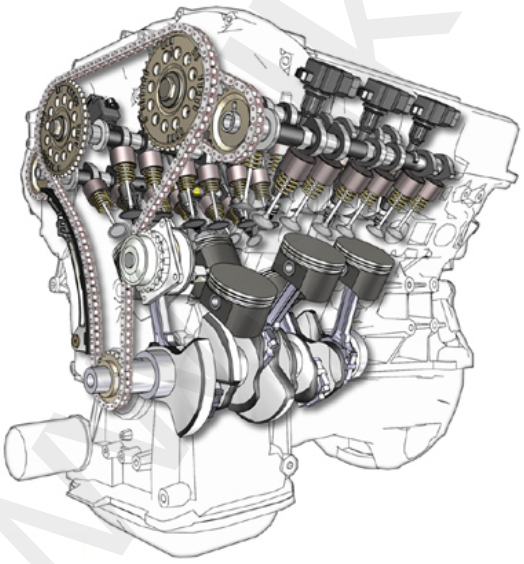
المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

محركات و مركبات

نظام الوقود (بنزين)

١٢٢ تمر



جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
www.alkottob.com

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي: لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " نظام الوقود بنزين " لمتدربي قسم" محركات ومركبات " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه: إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

www.alkottob.com

في هذه الحقيبة سوف تتعرف على أنظمة الوقود والمحركات البنزين حيث تم تقسيمها إلى أنظمة الوقود التقليدية وتشمل المغذي العادي والمغذي ذو التحكم الإلكتروني. والقسم الآخر هو أنظمة حقن الوقود وهذه تم تقسيمها إلى منظومات حقن وقود ميكانيكي، وحقن وقود كهر وميكانيكي. وأنظمة حقن الوقود الإلكترونية.

إلى زمن قريب كانت أنظمة الوقود التقليدية الشائعة الاستخدام في المحركات، ولكن بعد التطور الذي حدث في تقنية المركبات والثورة الإلكترونية تم إدخال نظام التحكم إلكترونيا جزئياً إلى إدارة المحرك. حتى استبدل النظام التقليدي كلياً ولم يعد له استخدام إلا قليلاً جداً ومحصوراً. ولذلك تم التركيز في هذه الحقيبة على أنظمة حقن الوقود ذات التحكم الإلكتروني التي انتشرت واستخدمت بشكل واسع في المركبات وتعددت أنواعها وللأهمية تم شرحها بشكل مفصل حتى يتم تحقيق الأهداف المرجوة من هذه الحقيبة.

وللاستفادة الكاملة ولسهولة فهم هذه الحقيبة تم تقسيمها إلى وحدتين الوحدة النظرية والوحدة العملية وكل وحدة تم تقسيمها إلى فصول وكل فصل يحتوي على مواضع مترابطة ببعضها وفي نهاية هذه الحقيبة سوف تكون قادر على التالي:

- معرفة خصائص الوقود وعملية الاحتراق.
- معرفة نسبة الخليط الصحيحة والعوامل المؤثرة عليها.
- معرفة أجزاء ونظرية التشغيلية النظام الوقود التقليدي.
- فك وتركيب واختيار مكونات دائرة الوقود التقليدية.
- فك وتركيب أنواع المغذي.
- معرفة أجزاء والنظرية التشغيلية لنظام حقن الوقود الميكانيكي.
- فك وتركيب واختبار مكونات نظام حقن الوقود الميكانيكي.
- معرفة أجزاء النظرية التشغيلية لنظام حقن الوقود الكهروميكانيكي.
- فك وتركيب وتشخيص مكونات نظام الوقود الكهروميكانيكي.
- معرفة أجزاء النظرية التشغيلية لنظام حقن الوقود المركزي.
- فك وتركيب وتشخيص مكونات نظام حقن الوقود المركزي.
- معرفة أجزاء والنظرية التشغيلية لنظام حقن الوقود الإلكتروني.
- فك وتركيب وتشخيص أجزاء نظام حقن الوقود الإلكتروني.
- معرفة النظرية التشغيلية ومكونات وحدة التحكم الإلكترونية.

www.alkottob.com

- معرفة فحص واختبار وحدة التحكم الإلكترونية.
- معرفة النظرية التشغيلية للحساسات المستخدمة في دائرة الوقود.
- معرفة فحص واختبار واستبدال الحساسات المستخدمة في دائرة الوقود.
- معرفة المشغلات ذات الارتباط بمنظومة حقن الوقود.
- معرفة كيفية كتابة التقارير وعمل حسابات تكليف العمل.
- معرفة خطوات وأسلوب الصيانة الدورية للمركبة.
- وقد تم وضع أسئلة للمراجعة في نهاية كل فصل وأيضاً قائمة بأسماء المراجع في نهاية كل وحدة والتي تم الرجوع إليها في إعداد هذه الحقيبة والتي يمكن الاستفادة منها للحصول على معلومات أكثر تفصيلاً عن محتويات هذه الحقيبة وكذلك وضع تعريف للمصطلحات التي استخدمت في هذه الحقيبة. كذلك وضع كراسة طالب خاصة بالوحدة العملية تحتوي على تمارين تدريبية تقوم بتنفيذها تحت إشراف المدرب الخاص بذلك.

ونأمل منك عزيزي المتدرب أن تقوم بإجراء التدريبات العملية بنفسك وتحت إشراف مدربك حتى تتمكن من إتقان خطوات الفك والتركيب والفحص والإصلاح والاستبدال حسب الطريقة الصحيحة بواسطة الأجهزة والمعدات الخاصة التي تضمن السلامة لك أثناء العمل وكذلك عدم الإضرار بالعناصر المراد العمل عليها. ويجب عليك دائماً الرجوع إلى كتيب الصيانة الخاصة بالمركبة التي تعمل عليها وذلك لمعرفة الطريقة الصحيحة والقيم أثناء عملية التشخيص والفك والتركيب والإصلاح.

والله الموفق

www.alkottob.com

الجدارة :

الأهداف :

عند إكمال هذه الوحدة يكون لديك القدرة على :

١. وظائف وأنواع وأجزاء منظومة الوقود التقليدي
٢. وظائف وأنواع وأجزاء منظومة الحقن الميكانيكي
٣. وظائف وأنواع وأجزاء منظومة الحقن الكهرو ميكانيكي
٤. وظائف وأنواع وأجزاء منظومة الحقن المركزي
٥. وظائف وأنواع وأجزاء منظومة الحقن المتعدد النقاط
٦. وظائف وأنواع وأجزاء الحساسات
٧. وظائف وحدة التحكم والمشغلات

مستوي الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ٨٠٪

الوقت المتوقع للتدريب: ٤٤ ساعة

الوسائل المساعدة :

ورشة وقود البنزين ، واختبار أنظمة الوقودلمحركات البنزين

متطلبات الجدارة:

- معرفة تامة بمحتويات الحقيبة التدريب العملية لتشخيص و إصلاح الأعطال في نظام وقود البنزين
- الاطلاع على مواقع أجزاء نظام الوقود في السيارة
- الاطلاع على العدد والأجهزة المستخدمة في فحص وفك وتركيب أجزاء نظام الوقود
- كتالوج السيارة

www.alkottob.com

عزيزي المتدرب .....

إن أهمية دورة الوقود البنزين هي إيصال الوقود إلى غرف الاحتراق بأسلوب مناسب وبكمية محددة وملائمة لأوضاع المحرك التشغيلية المختلفة.

حيث يستخدم في المحركات إحدى الطريقتين لتزويد المحرك بخليط الوقود والهواء بنسبة خليط جيدة ومتجانسة. الطريقة الأولى باستخدام منظومات الوقود التقليدية والطريقة الثانية باستخدام منظومات حقن الوقود.

وفي نهاية هذه الوحدة سوف تكون قادراً على معرفة التالي:

- معرفة خصائص الوقود المستخدم في محركات الإشعال.
- معرفة النسبة النظرية لخليط الوقود ـ الهواء وتأثير الظروف التشغيلية عليها.
- معرفة مكونات وطريقة عمل منظومات الوقود التقليدية.
- معرفة مكونات وطريقة عمل منظومات حقن الوقود الميكانيكية.
- معرفة مكونات وطريقة عمل منظومات حقن الوقود الكهروميكانيكي.
- معرفة مكونات وطريقة عمل منظومات حقن الوقود الإلكتروني.
- معرفة مكونات وطريقة عمل منظومات وحدة التحكم الإلكترونية.
- معرفة الأساليب التشغيلية لوحدة التحكم الإلكترونية.

ولتحقيق الهدف المرجو من هذه الوحدة تم تقسيم الوحدة إلى فصول حسب التالي:

الفصل الأول : منظومات الوقود التقليدية.

الفصل الثاني : منظومات حقن الوقود الميكانيكي والكهروميكانيكي.

الفصل الثالث : منظومات حقن الوقود المركزي.

الفصل الرابع : منظومات حقن الوقود المتعدد النقاط.

الفصل الخامس : منظومة التحكم الإلكترونية.

ولقد تم وضع أسئلة مراجعة في نهاية كل فصل. وكذلك تم وضع قائمة بأسماء المراجع التي تم الرجوع إليها في هذه الوحدة ـ وتعريف بالمصطلحات التي استخدمه في هذه الوحدة.

والله الموفق، ، ،

www.alkottob.com

نظام الوقود (بنزين)

مبادئ الاحتراق ودورة الوقود التقليدي

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
www.alkottob.com

الهدف

عند الانتهاء من هذا الفصل تكون قادرا على التعرف على الآتي :

مبدأ الاحتراق ومتطلبات الحريق ونظرية عمل دورة الوقود ،

أجزاء دورة الوقود التقليدي،

نظام وقود البنزين التقليدي (المغذى)،

وظيفة ومكونات المغذي ذو المنفذين،

وظيفة ومكونات المغذي الكهربائي،

أعطـال المغـذى.

احتراق الوقود

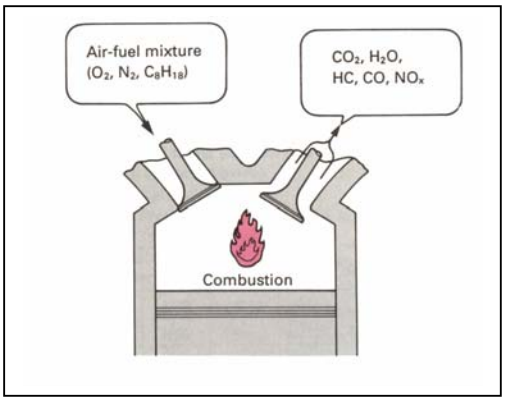
تستخدم المحركات الوقود البترولي مثل البنزين أو السولار وهذه الأنواع من الوقود يطلق عليها الهيدروكربونات حيث أنها تتكون أساساً من الكربون والهيدروجين وتكون نسبة الكربون في حدود ٨٤٪ بينما تكون نسبة الكربون في حدود١٦٪.

- من أمثلة الوقود السائل البنزين C_6H_6 يوجد به ٦ ذرات من الكربون و٦ ذرات من الهيدروجين في كل جزئ.

الاحتراق

الاحتراق أو الحريق هو تفاعل كيمائي عادي يحدث في أثناء اتحاد غاز الأكسجين بالعناصر الأخرى كالهيدروجين أو الكربون ، ويحدث بداخل محرك السيارة نوع واحد من عمليات الاحتراق حيث يضغط مخلوط الوقود والهواء ثم يشتعل. يحتوي الهواء على حوالي ٢٠٪ أكسجين . ويتكون الجزء الأكبر من الوقود من هيدروجين وكربون. ويكون التفاعل الكيميائي في أثناء الاحتراق بين العناصر الثلاثة (الأكسجين والهيدروجين والكربون) وتحتوي ذرة الأكسجين على ثمانية بروتونات وثمانية نيوترونات بداخل نواة الذرة . وينقسم الوقود في أثناء عملة الاحتراق إلى هيدروجين وكربون، ويتحد هذان العنصران مع الأكسجين، إن عملية الاحتراق عبارة عن اتحاد الأكسجين الموجود في الهواء مع الهيدروجين والكربون الموجود في الوقود وينتج عن ذلك ماء وثاني أكسيد الكربون. ويكون الماء على شكل بخار لأن عملية الاحتراق تتم عند درجات حرارة عالية (حوالي ٤٥٠٠ف) وتطرد أبخرة الماء وثاني أكسيد الكربون من المحرك عن طريق مجموعة غاز العادم. كما هو موضح في شكل ١

www.alkottob.com



شكل١ مجموعة الغازات الدخلة والخارجة من المحرك

المعادلة الأساسية للاحتراق

1.Oxidant + Fuel ⟶ Products

المؤكسد + الوقود ⟶ نواتج الاحتراق

- تتم خلال عملية الاحتراق أكسدة مكونات الوقود القابلة للأكسدة ويمكن تمثيل ذلك بمعادلة الاحتراق.
- خلال عملية الاحتراق لا يتغير وزن كل عنصر.
- كمية الأكسجين اللازمة للاحتراق الكامل تعتمد على نوع الوقود المستخدم.
- يمكن أن تكون كمية الأكسجين الداخلية في التفاعل كالأتي :

الكمية النظرية : يتم استهلاك كمية الأكسجين بالكامل في حرق مكونات الوقود احتراقاً وبذلك لا يخرج أية أكسجين مع العادم.

كمية أكسجين أكبر من الكمية النظرية : تخرج كمية من الأكسجين مع غازات العادم.

كمية أكسجين أقل من كمية النظرية: تؤدي إلى عدم الاحتراق الكامل لمكونات الوقود وبذلك يخرج أول أكسيد الكربون CO مع غازات العادم.

مكونات الهواء الجوي

يتكون الهواء الجوي من الأكسجين والنيتروجين بالنسبة التالية :وكما هو موضح في شكل١

أ) النسبة الحجمية

O_2 أكسجين ٢١ ٪ N2 نيتروجين ٧٩٪

ب) النسبة الوزنية

O_2 أكسجين ٢٣,٣ ٪ N_2 نيتروجين ٧٦,٧ ٪

www.alkottob.com

الوقود

يتم إنتاج وقود محركات البنزين من مشتقات البترول ويمكن تقسيم طرق الإنتاج إلى ثلاثة أقسام:

١ - فصل مكونات البترول المختلفة بواسطة التقطير.

٢ - تحويل البترول إلى هيدروكربونات أخرى بواسطة التكسير أو إعادة التشكيل أو بوسائل أخرى.

٣ - التكرير للتخلص من المكونات غير المرغوب فيها مثل الكبريت على سبيل المثال.

يتم الحصول على الوقود في صورته النهائية بعد إجراء بعض العمليات:

١ - الخلط : عن طريق خلط مكونات مختلفة.

٢ - الإضافات : حيث يتم ضبط الوقود للوصول إلى الخصائص المطلوبة.

- النتيجة النهائية هي أن وقود محركات البنزين يتكون من خليط من هيدروكربونات مختلفة يوجد بها إضافات معينة.
- هناك إضافات ضد الدق في صورة مركبات الرصاص (تترايثيل الرصاص وتترامثيل الرصاص).
- تستخدم مركبات الأكسجين العضوية مثل الكحول (ميثانول أو ايثانول) أو بعض أنواع الإيثير مثل لزيادة رقم الاوكتان للوقود الخالي من الرصاص unleaded fuels.
- هناك إضافات أخرى تستخدم للتخلص من أو منع تكون رواسب في غرفة الاحتراق مثل مساعدات الأكسدة أو موانع التآكل لضمان نقاء مجمع السحب كما أن هناك إضافات لمنع تكون الثلج في مجمع السحب.

www.alkottob.com

خصائص وقود محركات الإشعال بالشرارة

- تحدد المواصفات الألمانية الصناعية محركات البنزين على النحو التالي :

١ - نوعية الخصائص المانعة للدق : Anti - Knock Quality

- هناك نظامين لتحديد ذلك

أ - رقم الاوكتان البحثي :Research Octane Number (RON)

يحدد ذلك خصائص الوقود عند السرعات المنخفضة للمحرك (الدق نتيجة للتسارع).

ب - رقم الاوكتان للموتور Motor Octane Number (MON)

يحدد ذلك خصائص الوقود عند السرعات المرتفعة للمحرك.

تحدد المواصفات الألمانية ما يلي :

١

- بنزين ممتاز : RON> ٩٨ > ٨٨MON
- بنزين عادي : RON> ٩١ MON> ٨٢,٧

www.alkottob.com

- منحنى الغليان والضغط البخاري

يعتبر منحنى الغليان والضغط البخاري لوقود محركات البنزين من الخصائص الهامة للوقود حيث إنها تحدد درجة تطاير الوقود وبالتالي تؤثر على أداء المحرك عند ظروف التشغيل على البارد أو ظروف التشغيل على الساخن.

المحرك البارد يتطلب وقوداً ذا نقطة غليان منخفضاً و وقوداً ذا ضغط بخاري مرتفع.وذلك لضمان سهولة التشغيل على البارد. وانتظام سرعة الدوران عند اللاحمل. واستجابة جيدة لتغير الحمل.المحرك الساخن يتطلب وقوداً ذا درجة تطاير منخفضة لضمان عدم تكون عوائق بخارية في مسار الوقود.. لهذا السبب فإنه في الصيف يخلط مع الوقود نسبة من وقود منخفض التطاير ولذلك فإن الجازولين الصيفي: ٥٠٪ من الوقود يتطاير عند درجة حرارة في حدود ١٠٥ درجة مئوية وفي الشتاء :يخلط مع الوقود نسبة من وقود سريع التطاير ولذلك فإن: الجازولين الشتوي: ٥٠٪ من الوقود يتطاير عند درجة حرارة في حدود٩٥ درجة مئوية.

الوقود الخالي من الرصاص

- يتم الوصول إلى رقم الاوكتان المطلوب للوقود بإضافة مكونات الرصاص مثل.
- في المحركات التي تستخدم المحولات الحفازة يلزم استخدام وقود خالي من الرصاص وبالتالي فإن رقم الاوكتان لهذا النوع من الوقود الخالي من الرصاص يتراوح بين ٩٥ الى٩٦ بدلاً من رقم الاوكتان للوقود العادي والذي يتراوح بين ٩٨ إلى ١٠٠الذلك يلزم إجراء تعديلات على المحرك في حالة تشغيله على وقود خالي من الرصاص مثل:

١ - خفض نسبة الانضغاط

مما يؤدي إلى زيادة استهلاك الوقود نظراً لانخفاض الكفاءة الحرارية للمحرك. لذلك فإن المحركات المستخدمة في الولايات المستخدمة في الولايات المتحدة الأمريكية واليابان تكون ذات نسب انضغاط منخفضة نظراً لشروط التلوث الشديدة في هذه البلاد.

٢ - تعديل توقيت الإشعال :

٣ - زيادة تآكل أجزاء المحرك :

حيث إن إضافات مكونات الرصاص تعمل على تزييت قواعد صمامات السحب والعادم حيث تخلق طبقة Coating على الأسطح تؤدي إلى تقليل التآكل. لهذا السبب فإن المحركات التي تستخدم وقوداً خالياً من الرصاص يتم تصنيعها بأنواع من المعادن للصمامات وقواعدها بحيث تتحمل التآكل.

www.alkottob.com

النسبة النظرية لخليط الهواء ـ الوقود هي نسبة وزن الهواء في خليط الهواء ـ الوقود إلى وزن الوقود .البنزين هو خليط من عدة هيدروكاربونات، ومعظم المادة السائدة هي الأوكتين.إذا أحرقت بالكامل كمية معينة من الأوكتين سوف تتحد مع الأكسجين في الهواء .

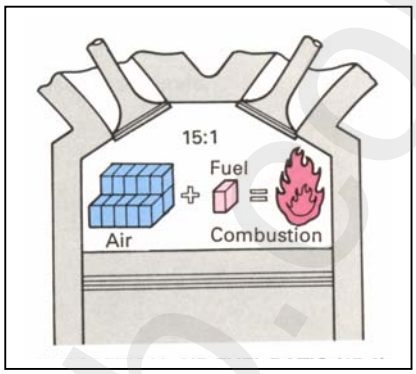
النسبة النظرية للهواء ـ الوقود "إذن هي نسبة الهواء ـ الوقود التي تحتوي أكسجيناً كافياً بالضبط ليسمح للوقود بالاحتراق الكامل. في حالة الأوكتين الصافي هي ١ إلى ١٥ (تكتب ١: ١٥) أو ١٥ جزءاً من الهواء وواحد جزء من الوقود، على كل البنزين المستعمل في معظم السيارات ليس أوكتين صافي ولكن خليط من الأوكتين وهيدروكاربونات أخرى. لهذا السبب، النسبة النظرية لخليط الهواء الوقود للبنزين عادة أقل قليلاً من ١٥ اسمياً بين ١٤,٤ و ١٥ (عادة، إذا كان الجز الثاني النسبة هو ١ فإنه لا يذكر)، لذلك نسبة ١٥ تفهم على أن المقصود هو نسبة ١ : ١٥.

تلعب النسبة النظرية لخليط الهواء ـ الوقود دور هام في فهمنا لكيفية احتراق خليط الهواء ـ الوقود. إذا كانت نسبة الهواء ـ الوقود في خليط معين أقل من نسبة الهواء ـ الوقود النظرية للبنزين (مثلاً، إذا كان ١: ١٠) سيكون الخليط غنياً جداً وسوف لا يكون هناك أكسجين كافي في الخليط لإتمام احتراق الوقود. من ناحية أخرى، إذا كانت نسبة الهواء ـ الوقود أعلى من النسبة النظرية للهواء ـ الوقود للبنزين مثلاً (١ : ٢٠) سيكون الخليط فقيراً جداً وسيكون هناك أكسجين كثير لإتمام حريق كامل.كما هو موضح في شكل ٢،٣، ٤

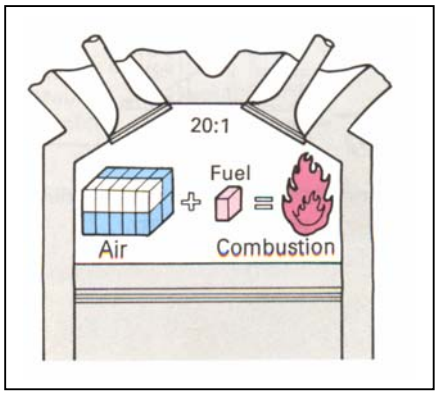
نسبة الهواء ـ الوقود وخليط الهواء ـ الوقود

في محرك البنزين، يجب ضبط نسبة الوقود للهواء بالوضع الصحيح تماماً لضمان احتراق جيد في الاسطوانات. لا يمكن للمحرك أن يعمل بكفاءة إذا كانت كمية الوقود كثيرة جداً أو قليلة جداً بالنسبة لكمية الهواء. كمية الهواء بالنسبة لكمية الوقود تعرف بنسبة الهواء ـ الوقود، وهذه النسبة مهمة جداً بسبب أن نسبة الهواء ـ الوقود الصحيحة مطلوبة في كل أحوال المحرك. بالإضافة إلى أنه يتم التحكم في قوة أداء المحرك بواسطة كمية خليط الهواء ـ الوقود المسحوب داخل الاسطوانات.

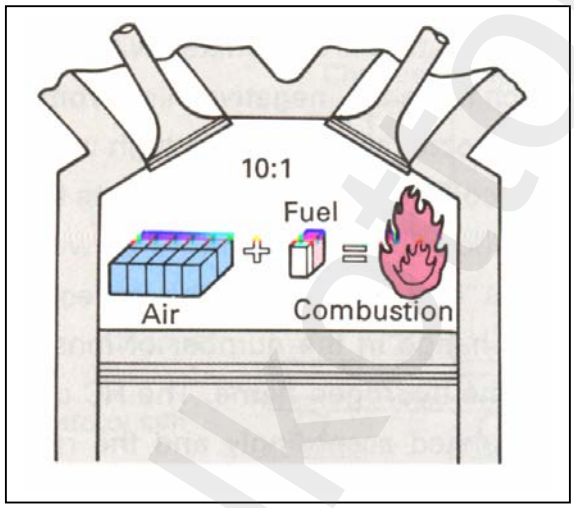
www.alkottob.com



شكل -٢نسبة الخليط النظرية ١ : ١٥



شكل -٣نسبة الخليط النظرية ١:٢٠



www.alkottob.com

خليط الهواء ــ الوقود وأداء المحرك

١ - النسبة النظرية لخليط الهواء ـ الوقود

النسبة النظرية لخليط الهواء ـ الوقود هي نسبة الخليط، التي تشمل كمية الهواء النظرية المطلوبة للاحتراق الكامل للوقود. يعبر عن ذلك كنسبة هواء وقود (A/F) وهي عادة ١ : ١٤,٧ لمحركات البنزين.كما هو موضح في الجدول التالي

٢ - نسبة الهواء ـ الوقود الاقتصادية

أكثر نسبة هواء ـ وقود اقتصادية هي النسبة التي تستهلك أقل كمية من الوقود في مدى قوة معين. هذه النسبة (١ : ١٦ -١٨) أكبر من (طردية) النسبة النظرية. لتأكيد الاحتراق الكامل للوقود، من الضروري زيادة نسبة الهواء لكي يسهل على الوقود الاختلاط بالهواء.

٣ - نسبة هواء ـ وقود القوة

نسبة هواء ـ وقود القوة هي النسبة التي تعطي أقصى قوة أداء عند سرعة محددة. هذه النسبة (١: ١٢ -١٣) أصغر (بمعنى أغنى) من النسبة النظرية. خلافاً للنسبة الاقتصادية تزداد نسبة الوقود لتسمح بأقصى احتراق للكمية المنظمة من الهواء المسحوب.

٤ - ظروف القيادة ونسبة الهواء ـ الوقود

أحوال القيادة	نسبة الهواء ـ الوقود (هواء : وقود)	ملاحظات
أثناء بدء التشغيل في الحرارة المنخفضة (صفر تقريباً F١٣٢	تقريبا ١ : ١	بما أن المحرك (الاسطوانات، مشعب السحب. الخ) عادة بارد عن بد التشغيل فإن تبخر البنزين يكون صعباً
أثناء بدء التشغيل في الحرارة العادية تقريباً (٢٠°C [٦٨°F]		
أثناء التعجيل	تقريباً ١ : ٥	لذلك يجعل البنزين يلتصق بالقطع المختلفة لنظام الوقود. وبذلك يجعل الخليط فقيراً جداً. هذا بدوره يجعل من الضروري

www.alkottob.com

		زيادة تركيز البنزين في خليط الهواء ـ الوقود.
في السرعة المنخفضة	١٢ : ١٣ - ١	بما أن الكثافة النوعية لكل من البنزين والهواء مختلفة. لا تستطيع كمية البنزين المحافظة مع كمية الهواء المسحوب أثناء التعجيل. هذا يجعل خليط الهواء ـ الوقود يصبح فقيراً جداً. مما يجعل من الضروري تزويد خليط هواء ـ وقود غني موقتاً.
أثناء السرعة الخاملة	تقريباً ١١ : ١	عندما تقاد السيارة بسرعات منخفضة أو عندما يعمل المحرك بالسرعة الخاملة، سرعة المحرك قليلة. لذلك معدل سريان خليط الهواء ـ الوقود: خلال مشعب السحب منخفض بهذا السبب فإن الهواء والوقود لا يختلطان جيداً. ولذلك تطرد كمية كبيرة من الهواء غير المحروق النتيجة هي خليط هواء ـ وقود فقير. لذلك لكي تسمح لكل

www.alkottob.com

		الهواء المسحوب إلى الأسطوانات بالاحتراق. يزود خليط هواء - وقود غني بواسطة الكربريتر.
أثناء أقصى عطاء (الحمل الكامل)	١٢ : ١٣ - ١	بما أن سرعة المحرك عالية في أوقات العطاء العالي. فإن معدل سريان خليط الهواء - الوقود عالي، وخلط الهواء - الوقود أفضل مما في سرعات المحرك المنخفضة أو السرعة الخاملة. على كل، ليس كل الهواء المسحوب في الأسطوانات يحترق، بعضه يخرج كما هو. لذلك للحصول على أعلى عطاء، يزود خليط هواء - وقود أكثر غنى لتصل إلى الاحتراق الكامل لخليط الهواء - الوقود.
أثناء القيادة الاقتصادية	١٦ : ١٨ - ١	يصمم الكربريتر لإعطاء أفضل نسبة خليط هواء - وقود لتحصل على احتراق كامل للوقود أثناء القيادة الاقتصادية ذلك هو، أن خليط هواء - وقود فقير جداً يزود للمحرك، لكي

www.alkottob.com

		لا يتبقى وقود أو هواء في الأسطوانات عندما ينتهي الاحتراق.

كمية الهواء الضرورية لحرق الوقود (البنزين) كاملاً (بمعنى، خليط الهواء ـ الوقود النظري الصحيح (تسمى نسبة الهواء ـ الوقود النظرية. نسبة الهواء الوقود النظرية ١ : ١٤,٧مستعملة كقياس. ويقال عن خليط الهواء ـ الوقود فقير أو غني حسب هذه القيمة. أفقر خليط هواء ـ وقود يمكن حرقه في غرفة الاحتراق هو بنسبة ١ : ٢٠في حين أغنى خليط هواء ـ وقود يمكن حرقه بنسبة١ :٨.

مبدأ الاحتراق ومتطلبات الحريق

أن الجازولين لن يحترق إلا إذا تحول من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية (البخار) مع خلط الجازولين بكمية كافية من الهواء (الأكسجين) داخل غرفة الحريق حتى يتم الاحتراق .ِالجازولين هو هيدروكربون مصنوع من حول ١٥٪ هيدروجين و٨٥٪ كربون. الهواء هو خليط يتكون من ٢١٪ أكسجين، ٧٨٪ نتروجين و١٪ من الغازاتِ الأخرى. لكن فقط الأكسجين هو المطلوب لحرق الجازولين. و لكي تصل عملية الحرق للاحتراق الكامل لابد أن يتوفر بالوقود الآتي :

- قابلية عالية جدا للتطاير: (الجازولين يجب أن يكون له قابلية عالية للتطاير وخاصة عند درجات الحرارة المنخفضة حتى يمكن بدء إدارة المحرك بسهولة. كما يجب أن يتزايد معدل التطاير في المغذي ومجمع السحب حتى ترتفع درجة الحرارة بسرعة ويمكن عمل تعجيل سهولة توزيع الوقود داخل أسطوانات المحرك. من خصائص التطاير للوقود أيضا ألا ترتفع درجة حرارته إلى درجة الغليان داخل المغذي ومجمع السحب حتى لا يعوق حركة الوقود.

- مقاومة عالية للدق: (الدق هو الصّوت الناتج من احتراق سريع جدا وغير طبيعي.و يتم التحكم فيه في الجازولين عن طريق درجة الأوكتان . الجازولين ذو ٩١ أو كتين يكون مقاوماً للدق أكثر من الجازولين ذي نسبة ٨٧ أو كتين).

- درجة نظافة عالية جدا: إضافات الوقود تلعب دور حيوي في تحديد نظافة ونوعية الوقود. فوجود الماء مع الوقود يمكن أن يؤدي إلى حدوث التآكل.

- الاستقرار وعدم تغير حالته وخاصة عند التخزين: يتم الوصول إلى استقرار حالة الوقود وخاصة في الخزانات من خلال الإضافات لمنع أكسدة الوقود بالأكسجين الجوي من هذه الإضافات مواد كيميائية عديدة.

www.alkottob.com

خليط الهواء و الوقودِ

يمكن للمحرك أن يعمل داخل حدود نسبة الخليط من ١:٨ إلى ١:٢٠ و لكن للاحتراق الصّحيحِ والوصول إلى أداء أمثل للمحرك لابد أن تتوفر كميات صحيحة للهواءِ والوقود وِ يجب أن يكوّنا مخلوطا جيدا. إذا كان الوقود أكثر من اللازم أو الهواء أكثر من اللازم يؤثر على قدرة المحرّك ِو اقتصاديات الوقودِ، وكفاءة أداء المحركِ.

١ -الخليط الأمثل للهواء والوقود

تكون فيه نسبة الهواء والوقودِ صحيحة بشكل كيميائي (أو تامة). بالنسبة للجازولينِ، النسبة المثالية النّظرية للاحتراق الكامل هي ١٤,٧:١. معنى هذا أن ١٤,٧ كيلوجرامِ من الهواءِ يخلط مع ١ كيلوجرام من الوقودِ أثناء عملية الحرق. بينما النّسبة الحجمية تقريبا هي٩٥٠٠ لتر هواءِ مع ١ لتر من الوقودِ للاحتراق الكامل.

٢ -الخليط الضعيف للهواء الوقود

يحتوي الخليط الضعيف على كميةِ كبيرةِ من الهواءِ. للجازولينِ، ٢٠:١، كمثال للخليط الضعيف جداً. بينما يوجد خليط ضعيف قليلا يعطي ملوثات عادم منخفضة. زيادة الهواء تضمن حريق الوقود كليا ، ولكن يؤثر سلبيا على المحرك وقدرته.

٣ -الخليط الغنيِ للهواء والوقود

يحتوي خليط الهواء والوقودِ الغنيِ على كمية كبيرة من الوقود بالمقارنة بالخليط الأمثل. للجازولينِ، ١:٨(٨ أجزاء الهواءِ إلى ١ جزءِ الوقودِ) سيكون خليط وقودِ غنيِ جداً. يعمل الخليط الغني على زيادة قدرة المحرّك. وزيادة استهلاك الوقود أيضا وملوثات العادمِ. خليط غني أكثر يسبب تخفيض قدرة المحرّكَ وحرق شمعات الإشعال وعدم إتمام الاحتراق أي احتراق ناقص (يخرج دخان أسود مع عادمِ محرّكِ).

www.alkottob.com

عملية الاحتراق في محركات الجازولين

١ - احتراق طبيعي

يحدث الاحتراق الطبيعي عندما ينتشر اللهب بانتظام وبسهولة داخل غرفةِ الاحتراق. الخليط الضعيف و درجات الحرارةِ العاليةِ و أوكتان منخفض و كذلك وقود خالي من الرصاص يمكنهم أن يقودوا إلى احتراق غير طبيعيِ.

٢ - احتراق الصفع

ينتج الصفع عند جزء من خليط الوقودِ غير المحترق و الذي ينفجر بقوة. في هذه الحالة يمكن أن يدمر المحرك ويكون الاحتراق غير طبيعيِ. وعلامة الصفع هو سماع صوت دق للمحرك، التي تجعل أجزاء المحرّك تهتز بشدة بسبب الصّعود السّريع للضّغط.. و نتيجة لتقدم جبهة اللهب ينضغط الجزء المتبقي وترتفع درجة حرارته و يتم الاشتعال في صورة انفجار مما يسبب ظاهرة الصفع و قد يؤدي إلى تصدع المكبس.

٣ - سبق الإشعال

يحدث عندما يشتعل خليط الوقود في غرفة الاحتراق. عادة تكون منطقةِ الخليط ساخنة فيكون الاحتراق قبل بدء الشرارة (سبق إشعال) أي في توقيت غير صحيح، و تبدأ جبهة اللهب من النقطة الساخنة و عند حدوث الشرارة تتقدم جبهة اللهب الأخرى و يحدث تصادم بين الجبهتين، و هنا تحدث الضوضاء التي يمكن أن تسمع خلال سبق الإشعال وهي ليست ضارة إذا ما قورنت بعملية الدق.

تأثيرات عملية تشغيل المحرك على أداء المحرك

١ - سرعة المحرك

إن أي زيادة في سرعة المحرك تنتج عنها زيادة في الاحتكاك بين أجزائه الداخلية مما يؤدي إلى استهلاك جزء من قدرة هذا المحرك في الاحتكاك منتجا انخفاضا في قدرته الفعالة وكفاءته و زيادة في استهلاك الوقود.

٢ - حملِ المحرك

إن زيادة الحمل على المحرك يؤدي إلى زيادة درجة الاحتراق و هذا يؤدي إلى ارتفاع درجات حرارة غازات العادمِ الشيء الذي يعطي ردود فعل ثانوية مفيدة خلال أشواط التّمدد والعادمِ. فزيادة الأحمال تعمل على تخفيض نسبة الهيدروكربون غير المحترق ويخرج في صورة غاز ثاني أو كسيد الكربون،

www.alkottob.com

لكن يبقى أو كسيد النيتروجين المشكلة حيث ترتفع نسبة أو كسيد النيتروجين مع ارتفاع درجة الحرارة نتيجة زيادة الحمل.

٣ - تشغيل المحرك على البارد

خلال بداية تشغيل المحرك تكون نسبة الوقودِ المتطاير في الخليط في تناقص ويصبح الخليط في هذه الحالة ضعيفا ويتكثف الوقود (الوقود المتطاير في الهواء) على جدار الأسطوانة مؤديا إلى تلوث الزيت أو زيادة الهيدروكربون بالعادم. و لعلاج ذلك نقوم بإدخال كمية أكبر من الوقود عن طريق الشفاط أوالحقن عند بداية تشغيل المحرك حين تكون درجة الحرارة منخفضة.

٤ - بعد بداية تشغيل المحرك

بعد بداية تشغيل المحرك تكون غرفة الاحتراق أيضا باردة لذلك لابد من استمرار حقن كمية كبيرة من الوقود عن طريق الشفاط (صمام بدء الأداء أو الحقن) حتى ترتفع درجة حرارة غرفة الاحتراق و يتحسّن تشكيل الخليط الذي يصبح غنيا و يزيد من عوم المحرك في سرعة اللاحمل.

٥ - تسخين المحرك

في حالة تسخين المحرك بدون حمل يتطلب ذلك خليطا غنيا حتى لا يتكثف الوقود على سطح مجمع السحب.

٦ - التعجيل والإبطاء

تحدث الاختلافات المفاجئة في الضّغط داخل مجمع السحب نتيجة التّغييرات السّريعة في تقلّبات فتحة صمام الخانق و يسبب ذلك حدوث تغيرات في طبقات الوقودِ على جدران مجمع السحب.

تسبب عملية التعجيل الحادّ للمحرك (ارتفاع سرعة المحرك بسرعة كبيرة في زمن صغير جدا) إلى ارتفاع الضغط داخل مجمع السحب. في هذه الحالة تكون قدرة الوقود على التطاير قليلة والزيادة في حقن الوقود تعمل على تكثيف الوقود على جدار مجمع السحب ويكون الخليط في هذه الحالة خليطاً ضعيفاً لفترة زمنية قصيرة حتى يتخلص المحرك من طبقات الوقود المتراكمة داخل مجمع السحب.

٧ - عملية الإبطاء المفاجئ

(خفض سرعة المحرك في زمن صغير جدا) يسبب وجود خليط غنيِ.

٨ - سرعة اللاحمل والأحمال الجزئية

سرعة اللاحمل يمكن تعريفها على أنها السرعة التي عندها يكون العزم المتولد من المحرك قادراً على التغلب على المقاومات الداخلية للمحرك. وفي سرعة اللاحمل لا يمكن التحميل على المحرك.

www.alkottob.com

الأحمال الجزئية يمكن تعريفها بأنها منطقة تشغيل المحرك من عند سرعة اللاحمل حتى السرعة التي عندها أقصى عزم.

٩ - الحمل الكامل

الحمل الكامل (صمام خانق مفتوح حتى الآخر) يعطي أقصى عزم أو أقصى قدرة للمحرك.

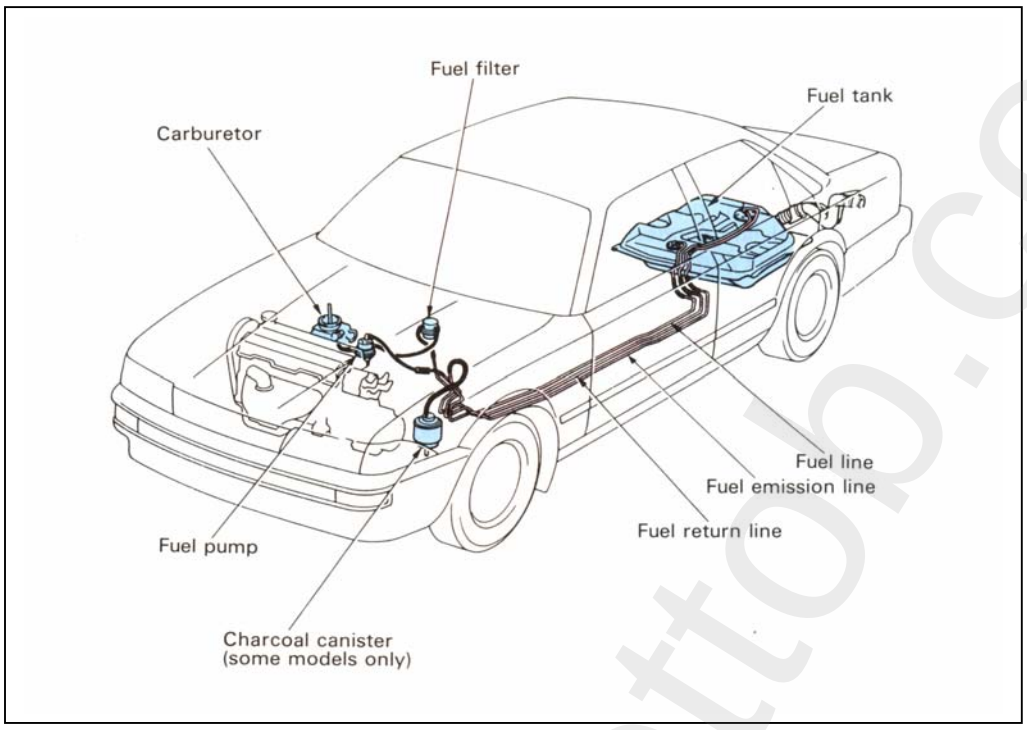
نظام الوقود العادي (نظام المغذي) CONVENTIONA FUEL SYSTE

نظام الوقودِ العادي يستعمل قوة السحب المتولدة خلال شوط السحب بالمحرك لتغذيته بالوقود. تتحكم كمية الهواء المارة عبر المغذي في كمية الوقود التي تدخل إلى غرفة الحريق بالمحرك ويتم المحافظة على نسبة الهواء مع نسبة الوقود بالمغذي بطريقة أتوماتيكية. مبين في الذي يوضح نظام الوقود العادي لمحرك بنزين. تعمل مضخة الوقود على سحب الوقود من الخزان لتدفعه إلى المغذي. يندفع الوقود داخل المحرك ليساعد عملية التفريغ التي تنشأ من شوط السحب للمحرك ويمر الوقود من خلال مجمع السحب إلى داخل المحرك عن طريق صمام السحب. صمام الخنق للمغذي يتصل بدواسة الوقود ويتم عن طريق صمام التحكم في سرعة المحرك والقدرة المتولدة من المحرك. عند الضغط على دواسة البنزين فإن صمام الخنق يفتح ويسمح لكمية كبيرة من الهواء أن تتدفق داخل المحرك ويتبع ذلك دخول كمية من الوقود تتدفق مع الهواء.

مكونات نظام الوقود

يتكون نظام الوقود العادي كما هو موضح في الشكل ٥ من الخزان ،مضخة حقن الوقود (الميكانيكية أو الكهربائية) ومرشح (منقي) الوقود ومرشح الهواء و خطوط حقن الوقود وخطوط راجع الوقود والمغذي.وعلبة الفحم في بعض المركبات .

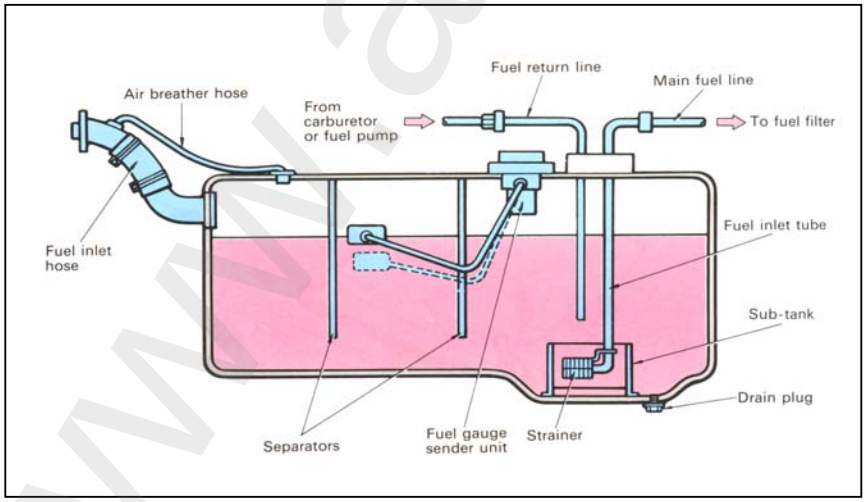
www.alkottob.com



شكل – ٥ نظام الوقود العادي

١ -خزان الوقود

يستخدم خزان الوقود في تخزين الجازولين ويركب الخزان في مؤخرة السيارة أو في مقدمة السيارة على حسب تصميم السيارة كما في الشكل ٦بحيث يكون بعيد عن المحرك وذلك من أجل تأمين الخزان، إبعاد مسببات الحريق، ضيق الحجم المتاح بجوار المحرك، وتحسين توزيع الأحمال على الإطارات.



شكل -٦ خزان الوقود

www.alkottob.com

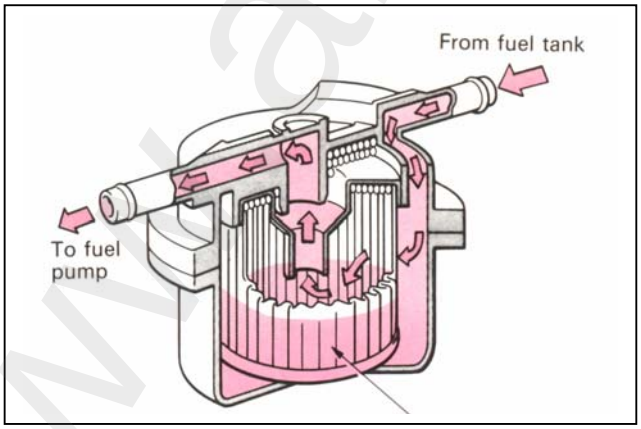
يحتوي الخزان على مبين لكمية الوقود يوضع المقياس أمام السائق حتى يبين له كمية الوقود في الخزان. يصنع الخزان من الصلب ولابد أن يكون مقاوماً للتآكل ولا يتحمل ضغطاً حوالي ٠,٣ بار ويكون سهل الفتح ويحتوي على صمام أمان ويسع ما بين ٤٠ إلى ٦٠ لترا بالنسبة لسيارات الركوب. يتم السحب من الخزان من نقطة أعلى من أسفل نقطة للخزان ويوضع على مسار السحب منق ويحتوي الخزان من الداخل على عوارض لمنع حدوث اهتزازات للوقود أثناء حركة السيارة. يوجد غطاء تعبئة الوقود في أعلى نقطة للخزان مع وجود منق عبارة عن مصفاة من السلك لحجز الشوائب. لابد من أحكام غلق الخزان بالغطاء حتى لا يحدث تطاير للوقود مما يسبب فقد الوقود الذي يكون سببا في تلوث الجو بالغازات (الهيدروكربون).

٢ - خط نقل (وصلات) الوقود

خط نقل الوقود يصنع في العادة من المطاط ماعدا نهاية التثبيت من المعدن ويوصل الوقود من الخزان إلى المحرك. وصلات الوقود تنقل الوقود من التنك إلى المضخة ثم من المضخة إلى المغذي.

٣ - مرشح (فلتر أو منقي) الوقود

يجب أن يصل الوقود إلى المحرك نظيفاً وخالياً من الشوائب والرواسب والأتربة والماء قبل أن يصل إلى المغذي، حتى لا يسبب انسداد فواني المغذي أو حدوث انسداد في مضخة حقن الوقود أو خطوط مسار الوقود. لذلك تم وضع مرشح أساسي بين الخزان و المضخة وآخر على خط نقل الوقود بين المضخة والمغذي أو داخل المغذي ليكون الوقود خالياً من أي شوائب. يتكون المرشح من الجسم (معدن أو بلاستيك أو زجاج) له مدخل ومخرج للوقود بداخله حشو من الكرتون أو السلك أو الورق الخاص.شكل ٧



شكل –٧ مرشح الوقود

www.alkottob.com

٤ - مضخة الوقود

تعمل مضخة الحقن على سحب الوقود من الخزان ورفع ضغطه لتوصيله إلى المغذي ومنه إلى غرفة الاحتراق. ويمكن تقييم عمل مضخة الحقن بالعوامل الآتية:

- مقدار التصرف للمضخة،
- أكبر قيمة لضغط تصرف الوقود،
- مقدار التخلخل أثناء سحب الوقود،
- حبك صمامات المضخة.

ويوجد نوعان من مضخات حقن الوقود مستخدمة في السيارات،

النوع الأول المضخة الميكانيكية (الآلية)

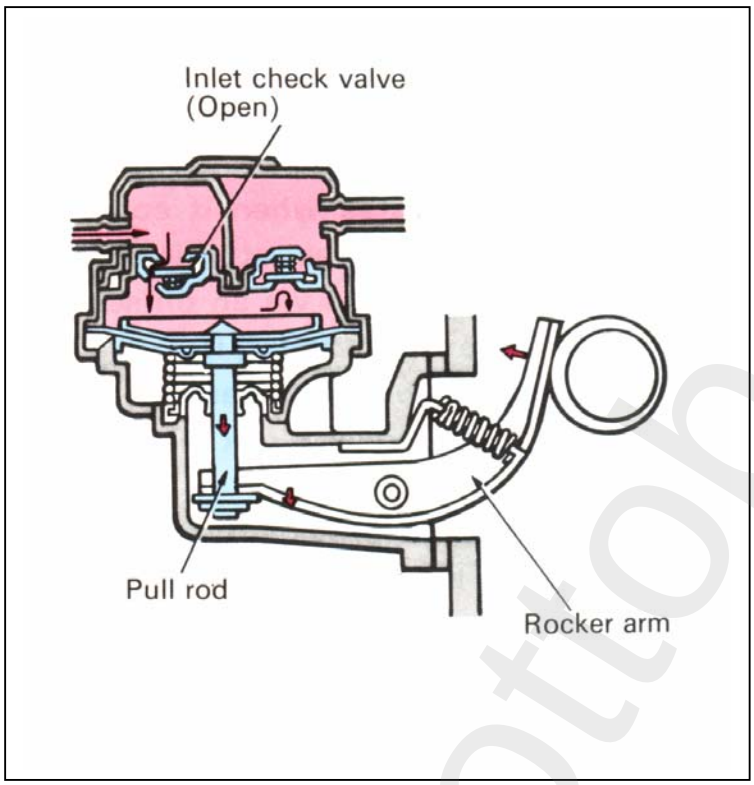
النوع الثاني المضخة الكهربائية .

المضخة الميكانيكية

تدار المضخة الميكانيكية عن طريق كامة مثبتة على عمود الكامات بالمحرك. وتثبت المضخة في جانب المحرك ويوضع جوان أو حشو بين سطح المضخة وجسم المحرك حتى يمنع تسرب الزيت من المحرك. المضخة الميكانيكية شائعة الاستعمال في المحركات التي تعمل بالمغذي. وتتكون المضخة الميكانيكية كما في الشكل ٨من :

- جسم مضخة الحقن وهي الأساس لتركيب أجزاء مضخة الحقن،
- تكية الكامة تستخدم في نقل الحركة من الكامة إلى المضخة لتشغيلها
- نابض الرجوع يحافظ على تلامس التكية مع سطح الكامة باستمرار
- غشاء (أو الرداخ) عبارة عن أسطوانة من المطاط تثبت في جسم المضخة
- نابض الغشاء (الرداخ) يضغط على الغشاء لإحداث ضغط الوقود
- صمامات لا رجعي تتحكم في مسارات الوقود أثناء السحب من الخزان أو أثناء الدفع الآلي للمغذي.

www.alkottob.com



شكل –٨مضخة الوقود الميكانيكية

تأخذ المضخة حركتها من عمود الكامات بالمحرك. تتصل تكية الكامة مع ذراع الرداخ بواسطة وصلتين قصيرتين وعند دوران عمود الكامة تتحرك الرافعة فتعمل على سحب ذراع الرداخ إلى أسفل فيزداد حجم غرفة الرداخ لتمتص الوقود من الخزان عن طريق صمام لارجعي يعمل على مرور الوقود من الخزان إلى الغرفة ولا يسمح بالعكس ويسمى صمام السحب. عندما تدور الكامة لتترك الرافعة يعمل نابض الرداخ على إرجاع الرافعة لتلامس الذراع بينما يقوم النابض برفع الرداخ إلى أعلى ليقوم بضغط الوقود إلى المغذي (حوض العوامة) عن طريق صمام لا رجعي آخر يسمى صمام الطرد ولا يسمح برجوع الوقود. وتتم ثلاث اختبارات على مضخة الوقود:

- اختبار الضغط ويتم قياسه عند مخرج المضخة والضغط العادي للمضخة يتراوح بين ٣ : ٥ رطل / البوصة المربعة.
- اختبار التفريغ يتم قياسه عند مدخل المضخة ويتراوح بين ٣ : ٥,٥ رطل / بوصة مربعة.
- اختبار معدل تصرف الوقود يتم قياس حجم تصرف الوقود مع زمن معين ومتوسط كمية تصريف المضخة جالون (حوالي ٤ لتر) لكل ٣٠ أو ٦٠ ثانية.

www.alkottob.com

المضخة الكهربائية

المضخة الكهربائية شائعة الاستخدام في السيارات الحديثة. يمكن أن توضع في خزان الوقود أو على خط نقل الوقود بين الخزان والمحرك و الشكل ٩ يوضح شكل المضخة الكهربائية. المضخات في السيارات الحديثة حاليا يتم التحكم فيها بالحاسب الآلي. وتعتمد هذه المضخة في إدارتها على محرك كهربائي ذي تيار ثابت ويأخذ طاقته من البطارية أو المولد ولا يعتمد على حركة عمود الكامات كما في المضخة الميكانيكية.

المغذي (CARBURETOR)

عبارة عن جهاز يعمل على خلط الوقود بالهواء بالنسب الصحيحة حسب ظروف تشغيل المحرك. إن نسبة الهواء إلى الوقود تختلف على حسب حالة تشغيل المحرك لبيان التغير . المغذي يجب أن يصمم ليعمل خلال مراحل مختلفة أثناء تشغيله. عندما نبدأ في تشغيل المحرك تكون نسبة الخليط ١٢ : ١ وهذا يكون خليطا غنيا جدا ويعطي اقتصاديات سيئة للوقود. عند زيادة سرعة السيارة إلى ٦٤ كم/س يكون خليط الهواء والوقود ١٥ : ١.وعند زيادة السرعة إلى ٩٦ كم/س أو أكثر فإنه يحدث انخفاض في نسبة الخليط إلى ١٢ :١. وأيضا تختلف نسبة خليط الهواء والوقود أثناء التعجيل أو الإبطاء.

وظيفة المغذي

إن الوقت المتاح لحرق الوقود في الأسطوانة قصير جدا. ولكي يمكن احتراق الوقود في هذه الفترة القصيرة يجب أولا تحويل الوقود من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية (تبخيره). ويتم هذا التحويل على مرحلتين. ويتولى المغذي إتمام المرحلة الأولى حيث يقوم بتذرية الوقود. أما المرحلة الثانية وهى تحويل الوقود والمذرى إلى غاز فتتم في مشعب السحب وعلى الأخص في الأسطوانة. نتيجة ارتفاع درجة الحرارة. وترتفع درجة الحرارة في الأسطوانة أثناء شوط الانضغاط حتى عندما يكون المحرك في حالة باردة. مما ينتج عنه تبخر جزء كبير من الوقود. ويحتاج صرف كمية من الوقود إلى كمية معينة من الهواء ومن هنا ينشأ وظيفة ثانية للمغذى وهى تحضير خليط من الوقود والهواء بنسبة الخلط الملائمة لكل ظرف من ظروف التشغيل ويمكن تلخيص وظيفة المغذي في:

- تحويل الوقود من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية (تبخيره)
- تحضير خليط من الوقود والهواء بنسبة معينه على حسب ظروف التشغيل المختلفة.

www.alkottob.com

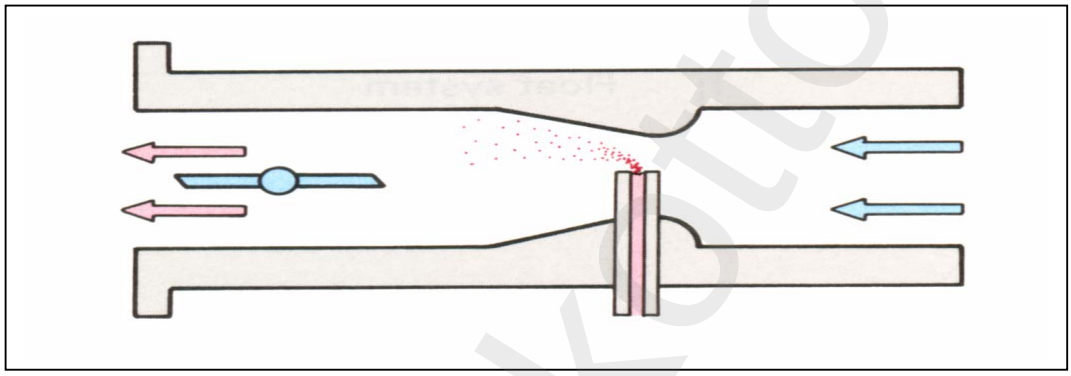
أنواع المغذي

يوجد أنواع عدة من المغذي صممت في الماضي ، واختلاف الأحمال وشكل المحرك ونسبة خليط الهواء مع الوقود المطلوبة تحدد نوع المغذي. تنقسم أنواع المغذيات على حساب:

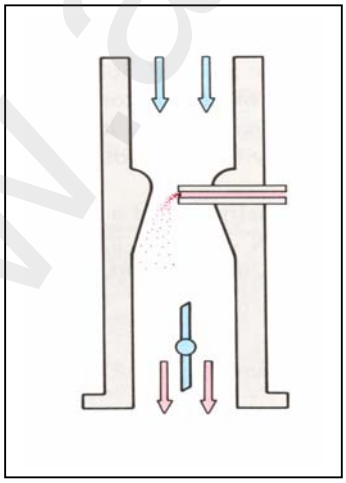
- طريقة السحب، -عدد المنافذ، -أنواع الفنشوري.

١ - طريقة السحب

يعرف المغذي وحيد المنفذ أنه ساحب للهواء ويمكن تصنيفه على حسب اتجاه السحب. و المغذي ذو المنفذ الجانبي صمم لمرور الهواء خلال المغذي في اتجاه أفقي شكل ٩، سيارات كثيرة تستخدم هذا النوع لأن يأخذ مساحة عرضية وليست راسية. المغذي الراسي يجلب الهواء والوقود من الجهة الراسية إلى المحرك شكل ١٠ هذه الطريقة استعملت في بعض محركات السيارات منذ سنوات ماضية.



شكل -٩ أ مرور الهواء بشكل أفقي

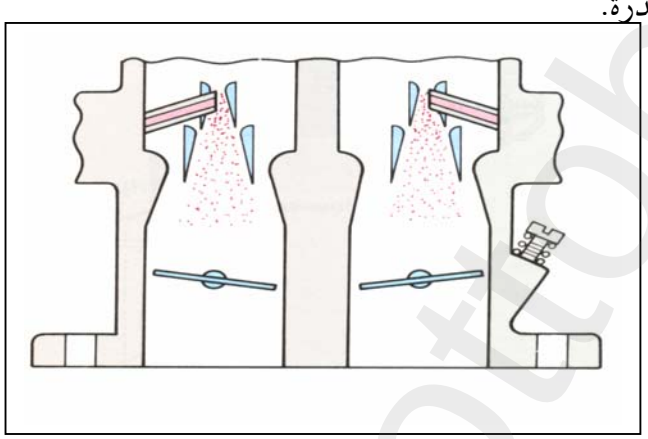


شكل – ٩ ب مرور الهواء بشكل رأسي

www.alkottob.com

٢ - عدد المنافذ

عند السرعات والحمل الصغيرين يستخدم منفذ واحد للحد من استهلاك الوقود. أو منفذين شكل١١ يحتوي المنفذ الواحد على صمامِ الخانق ، فنشوري ، وقرن جوي. هذا التّصميمِ يستعمل للمحرّكات الصّغيرة التي لا تتطلب كميات كبيرة من الوقودِ. متعدد المنافذ يعمل على زيادة نسبة دخول هواء السحب. إنّ كمية الوقودِ والهواءِ التي تدخل المحرّك هي العامل المحدد لقدرة المحرك الناتجة. هذا النوع يسمح باستعمال أكثر للوقود في المحرّك ذي الصمام الخانق المفتوح العريض. ويسمح للمحرك بأن يتطور أكثر مع زيادة القدرة.



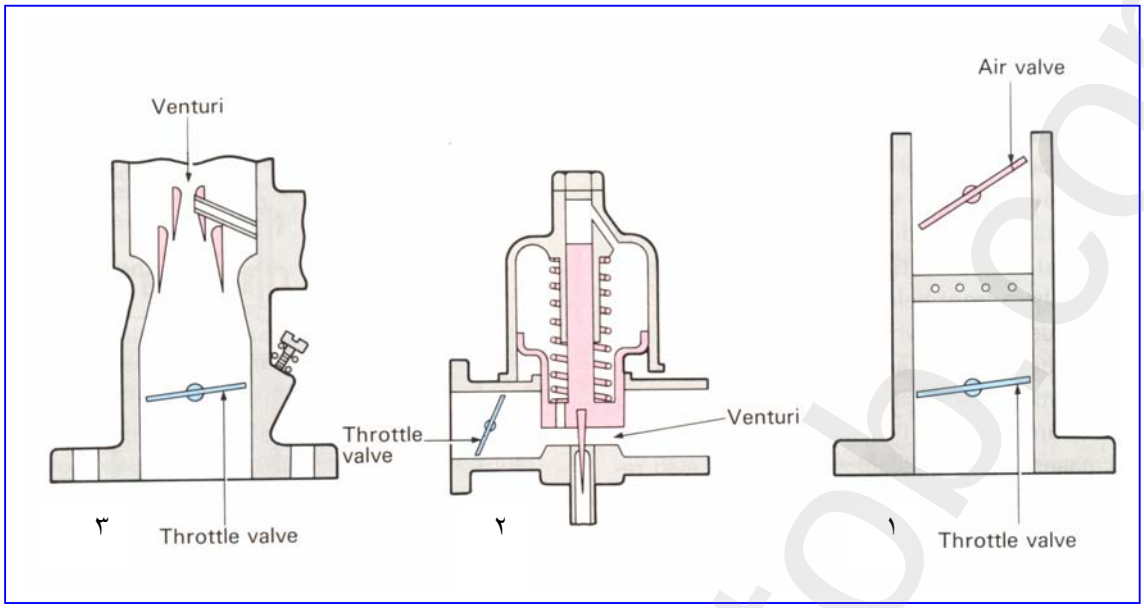
شكل -١٠ مزدوج الأسطوانة (الممر)

٣ - أنواع الفنشوري (الخانق)

يصنف المغذي على حسب نوع الفنشوري. المغذي ذو الفنشوري الوحيد يستعمل في محركات السيارات الصغيرة. المغذي ثنائي الفنشوري أو الثانوي صمم على زيادة كفاءة المغذي. يعمل على تحسين نسبة التطاير للوقود وتذرية الوقود ويتحكم أكثر في الوقود الداخل إلى المغذي. النوع الثالث يسمى ثلاثي الفنشوري يكون أكثر تحكما في عملية التذرية ويتحكم أكثر ويعمل بكفاءة عالية جدا. بعض المغذيات صممت على فنشوريات متغيرة. وهذا التغير في الفنشوريات يعمل على ثبات سرعة الهواء داخل المغذي.

أنواع الفنشوري في شكل ١٢هي كتالي رقم ١ فنشوري صمام الخانق ورقم٢ فتشوري المتغير والرقم ٣ الثابت .

www.alkottob.com



شكل ١١ أنواع الفنشوري

www.alkottob.com

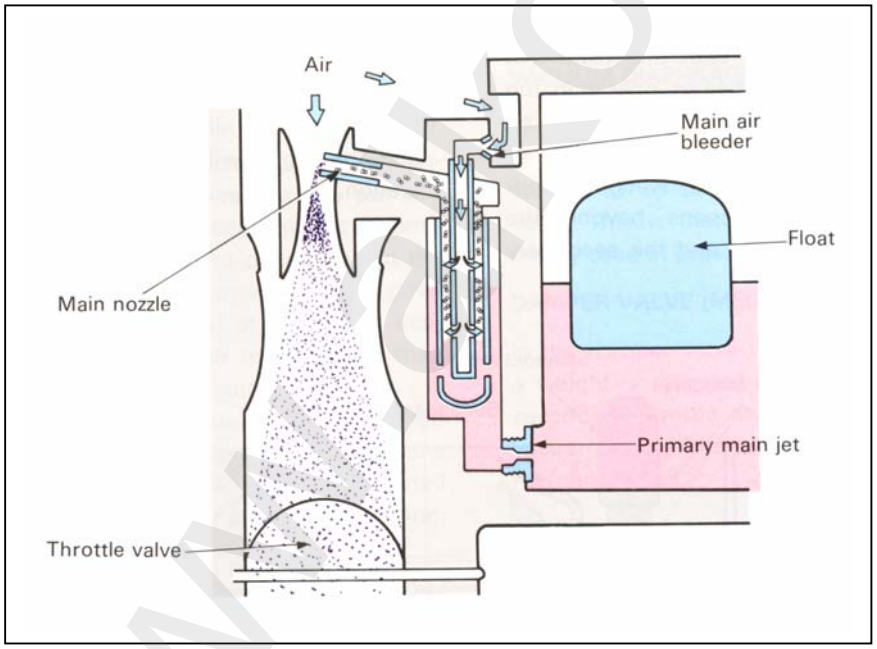
أساسيات و قواعد عمل المغذي

نظام المغذي عبارة عن شبكة ممرات وأجزاء مرتبطة ببعض تساعده على السيطرة على ِ نسبة الهواء إلى الوقودِ مع اختلاف ظروف التشغيل للمحرك شكل ١٢ يوضح أساسيات المغذي على سبيل المثال أثناء تغير درجة الحرارة والحمل يجب أن يكون قادراً على تغيير نسب الهواء إلى الوقود كما يلي:

- ١ : ٨ عند بداية التشغيل على البارد ،
- ١ : ١٦ عند سرعة اللاحمل،
- ١ : ١٥ حمل جزئي،
- ١ : ١٣ تعجيل كامل،
- ١ : ١٨ على الطرق السريعة.

و للوصول إلى هذه المتطلبات صمم المغذي على أن يحتوي على أنظمة مختلفة تقوم بهذا العمل. توجد سبع أنظمة أساسية للمغذي وهي:

- نظام (دائرة) العوامة ،نظام اللاحمل، نظام السرعة المنخفضة ،نظام التعجيل،نظام السر عات العالية ،نظام القدرة القصوى،ونظام الاختناق (دائرة الشفاط).

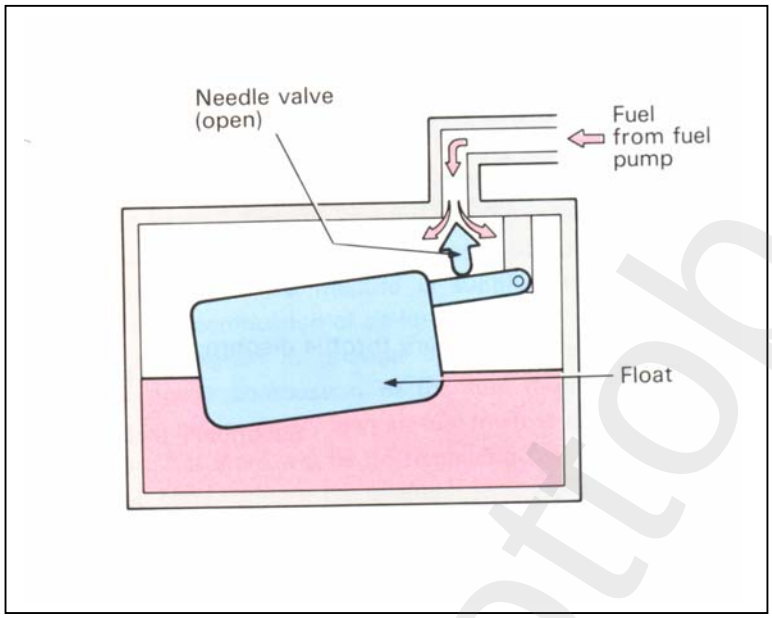


شكل - ١٢ أساسيات المغذي

www.alkottob.com

مكونات المغذي

١ -**العوامة** - تتحكم العوامة في نسبة الوقود الموجودة في حوض العوامة و الشكل١٣.يوضح أجزاء العوامة.



شكل – ١٣ العوامة

يمكن أن تضخ مضخة الوقود كمية من الوقود إلى المغذي أكثر من المطلوب. لذلك تتحكم دائرة العوامة في كمية الوقود الداخلة إلى حوض العوامة. تقوم بوقف تدفق الوقود إلى حوض العوامة عندما يمتلئ الخزان.

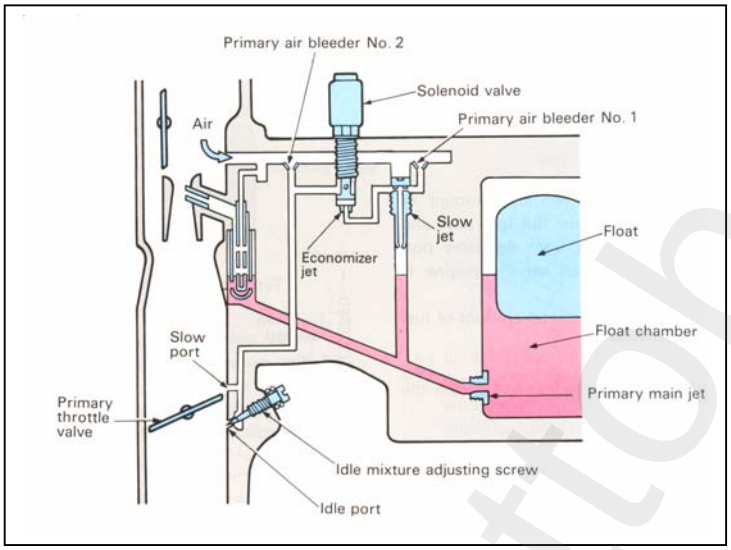
دائرة العوامة لها عوامة صغيرة في الأسفل. وهذه العوامة متصلة بصمام. عندما يمتلئ الخزان ترتفع العوامة بمستوى الوقود وعندما ترتفع العوامة فإنها تقفل الصمام.

٢ - **نظام اللاحمل**

تتحكم دائرة السرعة الخاملة بمخرج الهواء والوقود في حالة دوران المحرك بدون حمل عند سرعة منخفضة تقريبا ٨٠٠ دورة/دقيقة وفي هذه الحالة تكون كمية الهواء التي تسبب السحب للوقود غير كافية ويحدث ذلك (عند فتحة صغيره لصمام الخنق). يتدفق الوقود من خلال فتحة اللاحمل بسبب وجود تخلخل كبير تحت صمام الخنق ، وتقع فتحة اللاحمل أسفل الخانق. ويجب أن يكون الخليط غنياً بالوقود في هذه الحالة حتى ينتظم المحرك في الدوران. توجد فتحة واحدة للاحمل في المغذي ذي المنفذ

www.alkottob.com

الواحد، بينما يحتوي المغذي ذا المنفذين على فتحتي اللاحمل. المغذي ذو الأربع منافذ يتكون من منفذ ابتدائي وآخر ثانوي ويعمل الابتدائي فقط في سرعة اللاحمل ولا يعمل الثانوي. الشكل ١٤يوضح عمل دائرة اللا حمل.



شكل ١٤ دائرة اللاحمل

٣ - نظام السرعة المنخفضة

في دائرة السّرعة المنخفضة غالبا ما تعمل هذه الدائرة عندما يحتاج المحرك إلى زيادة في الوقود من خلال فتحة جزئية للخانق. بدون دائرة اللا حمل يكون الخليط ضعيفا جدا ، ولكن دائرة السرعة المنخفضة تساعد على تدفق الوقود أثناء انتقال المحرك من سرعة اللاحمل. يبدأ عمل هذه الدائرة عندما يبدأ السائق في الضغط على دواسة الوقود فينفتح صمام الخانق فتحة جزئية ويساعد المحرك من الانتقال من اللاحمل إلى التعجيل.

٤ - نظام التعجيل

دائرة نظام التعجيل، تعمل مثل دائرة نّظامِ السرعة المنخفضة، يعطى وقود إضافيٌ عندما يتغير من السرعة المنخفضة إلى السرعة العالية. و ذلك عندما يفتح الصمام الخانق بشكل مفاجئ خلال عملية التعجيل، فيدخل حجم كبير من الهواء إلى المحرك. هذه الأسباب تجعل نسبة الخليط ضعيفة وغير مناسبة، و ربما يتوقف المحرّك. مضخة التعجيل تدفعِ وقودِ إضافيٍ خلال التعجيل لأنها مرتبطة بصمام الخانق. فيقوم الصمام الخانق يضغط على مضخّة التّعجيل فتدفع الوقود تحت ضغط معين خلال مسار الهواءِ داخل المغذي. و الشكل ١٥يوضح تدفق الوقود الإضافي من مضخّة التّعجيل. فبدون نظام التّعجيل

www.alkottob.com

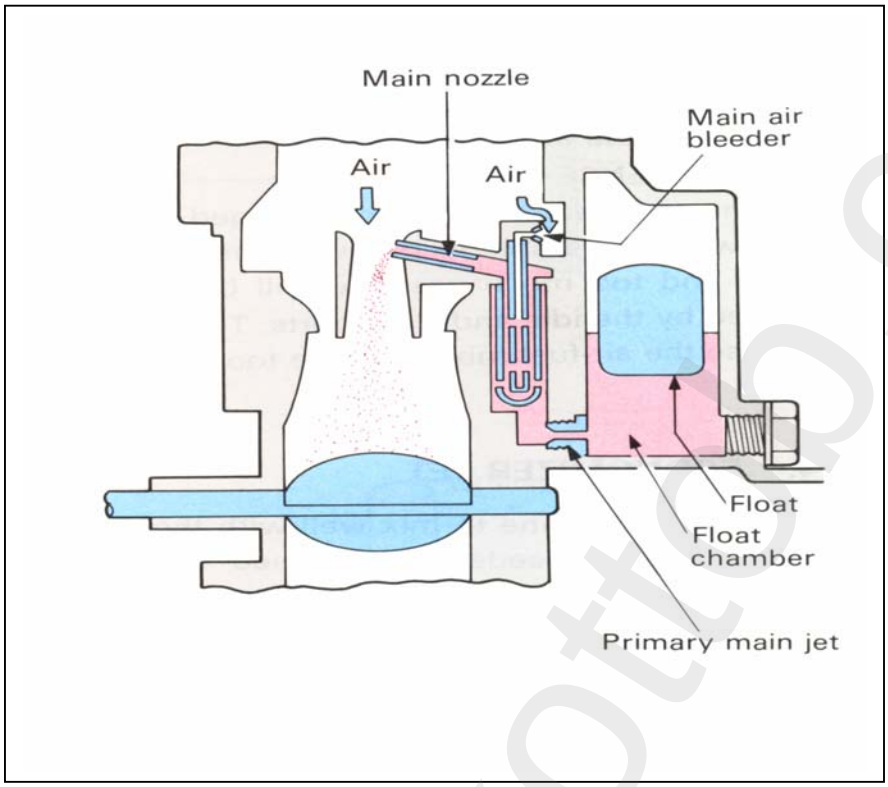
تكون سرعة الهواء أكثر من اللازم في المحرّك، فالصمام الخانق يفتح بشكل سريع. فيصبح الخليط ضعيف مما يؤثر على عملية الإحتراق وربما يتوقف المحرك عن العمل. يمنع نظام التّعجيل تكون الخليط الضعيف حتى لا يؤثر على الزيادة في سرعة المحرّك.

مضخّة التعجيل ترفع الضّغط و تدفع الوقود خارج فتحةِ المضخة إلى مساره داخل المغذي . يوجد نوعان من مضخات التعجيل: مضخة المكبس و مضخة الرداخ . كرة مراقبة المضخة تسمح للوقود ْ فقط بان يتدفق خلال خزان المضخة. تمنع رجوع الوقود عندما تمتلئ غرفة العوامة بالوقود. وزن مراقبة المضخة يمنع الوقود من أن يكون منزوع في عنق المغذيِ مِن قِبل فراغ الفنشوري.ويمنع المرور إلى خرطوم المضخة ويمنع مص الوقود. خرطوم المضخة، أو نفاث مضخة، لديه فوهة مثبتة تساعد على تدفق وقود السيطرة خارج دائرة المضخة. عندما يضغط السائق على دواسة الوقود، فصمام الخانق يعطي أرجوحة مفتوحة.تجعل معجل مكبس المضخة أو الغشاء يضغط الوقود في خزان المضخة. يغلق ضغط مضخة التعجيل المضخةِ كرة مراقبة تدفق الوقودِ نحو وزن مراقبة المضخة. يرفع الضغط المضخة وزن مراقبة بعيد من مقعده، و يتدفق الوقود في المغذي.

٥ - نظام السرعات العالية

تبدأ دائرة القياس الرئيسية العمل عندما يصل المحرك لسرعات أعلى. تسمح هذه الدائرة بدخول كميات أكبر من الوقود إلى المحرك. يوجد في دائرة القياس الرئيسية فتحة ضيقة فوق الصمام الخانق. تسمى هذه الفتحة قمع الهواء (فنشورى). تقوم فتحة الفنشورى بعملية تفريغ للهواء. توصل فتحة الوقود مع الرئيسية حوض العوامة. يقوم هواء التفريغ في فتحة الفنشورى بسحب الوقود من خلال الفتحة. ثم يتدفق مزيج هواء الوقود إلى أسفل عبر الصمام الخانق إلى المحرك..التي تعمل عند زيادة السرعة عن سرعة المحرك لتصل سرعة السيارة من ٣٢ إلى ٩٦ كم/س أو سرعة المحرك من ٢٠٠٠ إلى ٣٠٠٠ دورة/دقيقة هذا المدى يختلف من سيارة إلى أخرى على حسب نوع السيارة والشركة المنتجة لها.

www.alkottob.com



شكل - ١٥ دائرة السرعة العالية

٦ - نظام القدرة القصوى

يزود نظام الحمل الكامل وسائل إغناء الخليط أثناء السرعة العالية والحمل الكامل. هذه الدائرة تشتغل عندما يضغط السائق على دواسة الوقود عند تجاوز عربة أخرى أو تسلق تل شديد الانحدار. إنّ نظام الحمل الكامل هو عبارة عن إضافة قوة للصمام (صمام نفّاثِ) الذي بإمكانه أن يعطي نسبة خليط سريعة ومتغيّرة. صمام الذراع هو عصا مخروطي يدفع النّفّاث الرّئيسي إلى الخارجِ كما يمكنه أن يعدل تدفق الوقود.

عندما يضغط المعجل على دعسة الوقودِ، يتحرك رابط الصمام الخانق بناء على صمام الذراع فيرفع النفاث الرّئيسيِ وْ يضيف قوة أكثر إلى خليط. الصمام (صمام نفاث)، الصمام يؤدي نفس وظيفة الذراع:يزود خليط سريع متغير.

www.alkottob.com

يتكون صمام القوة على صمام وقود، غشاء خلخلة، ونابض. عندما ينطلق المحرك بسرعة على الطريق الطّبيعية، يكون منفذ مجمع الخلخلة عال. هذا الفراغ (الخلخلة) يتصرّف بناء على غشاء صمام القوة ويغلقه. ليس هناك وقود إضافيٌ يستعمل في حالة التشغيل تحت شروط القيادة العادية.

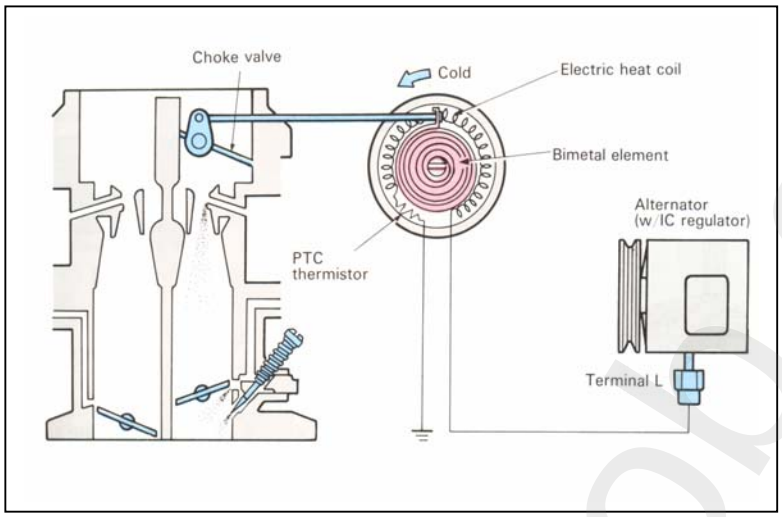
عندما تكون صمامات الخانق مفتوحة أو عند تجاوز سيارة أخرى أو تسلق تل، ينخفض سحب المحرك. في هذه الحالة نابض صمام القوة يدفع هذا الصمام لفتحه. يتدفق الوقود خلال صمامِ القوة وفي النظام الرّئيسي مما يؤدي إلى زيادة في كمية الوقود و إضافة معتبرة في قوة المحرك.

٧ -نظام الاختناق (الشفاط)

إنّ نظام إغناء الخليط أو نظام الاختناق يصمم على أن يجهز نسبة وقودِ جوية غنية جدا يساعده هواء بارد. يبدأ خليط الوقودِ في الاحتراق بشكل صحيح، فعند دخول الوقود المنفذ يجب أن يذرر ويبخر. عندما يكون المحرّك بارداً، يدخل الوقود إلى المنفذ أي يجب تكثيف السائل. نتيجة لذلك، لا يمكن دخول أبخرة وقودِ كافية إلى غرف الاحتراق والمحرك عندها سوف يتوقفنتيجة لحدوث عملية إختناق للمحرك (انظر الشكل ١) إن صمام الاختناق أو صحن الاختناق هو صمام فراشة يجب قرب قمة عنق المغذي. عندما يغلق صحن الاختناق، يمنع سريان الهواء خلال المغذي. هذه أسباب تركيب المنفذِ العالي تحت صحن الاختناق. فيسحب أنبوب الإطلاق الرئيسي، ومع ذلك فالهواء لا يتدفق خلال الفنشوري. يمكن أن نسيطر على الاختناق أيضا آليا. بزيادة درجة حرارة المحرك، صمام الخانق يجب أن يفتح عندما ترتفع درجة حرارة المحرك، صمام الخانق يجب أن يكون مفتوحا بالكامل. صمام الخانق يتم تشغيله آليا بواسطة مكابس صغيرة كهربائية.

إنّ صمام الاختناق يوصل إلى الترموستات الذي يكون على شكل ذراع حلزوني. هذا الذراع يوصل إلى الترموستات و هو مصنوع من شريطِ ثنائي المعدن. هذا الحلزون يكون قريباً من أنبوب متفرع المنفذ. عندما يكون الحلزون بارداً، يزيد في التّوتر. وعندما يسخن الحلزون تنخفض عملية التوتر. يخلق التّوتر المزيد من اختناق الصمام و بذلك توضع دائرة الاختناق في العملية. فالمحرك يسخن الترموستات فينقص التوتر و يفتح صمام الاختناق ببطئي (انظر الشكل١٦).

www.alkottob.com



شكل - ١٦ -دائرة الاختناق

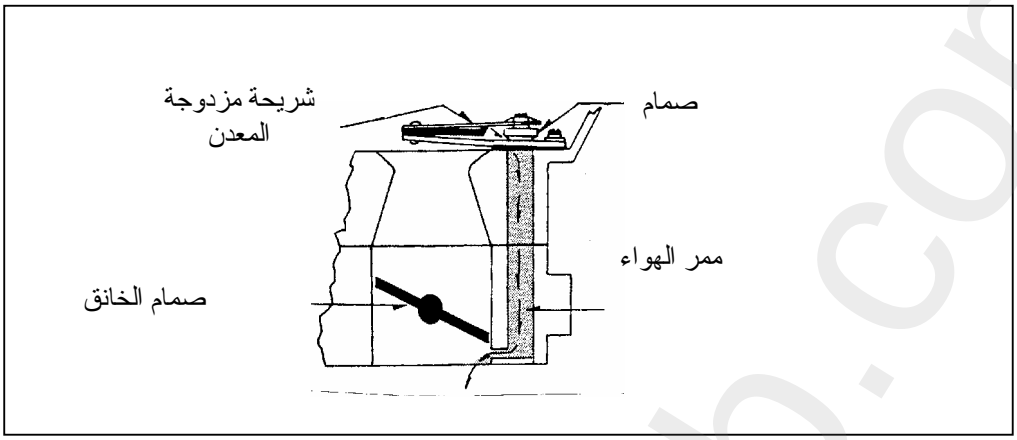
بعض الأجهزة الإضافية

أنواع متعددة من المغذيات استعملت على مدار السنوات الماضية لزيادة كفاءة المحرك. بعض الملحقات كتكييفِ السّياراتِ، الإرسال الطّبيعي أو الآلي. التّأكيد المتزايد على الإشعاع و السيطرةِ على التلوث قد أعطى ملحقات أخرى. نقدم هنا بعض الأدواتِ الأكثر استعمالا على المغذي.

١ - معادل حرارة اللاحمل

في بعض الأوقات عندما يكون المحرك حارا جدا وتحت درجات حرارة عالية جدا، أبخرة الوقود عندها تجميع في أنبوب مجمع السحب. إضافة لأبخرة الوقودِ يمكن ان تجعل خليط الوقود غني جد. ربما يؤدي ذلك إلى أحداث عطل في المحرك مع احتمال التوقف في السّرعة المنخفضة أو الخاملة. معادل الحرارة (أنظر الشكل١٧) متعود على فتح دائرة الإضافة، هذه الدائر تساعد على دخول هواء أكثر إلى أنبوب مجمع السحب تحت صمام الخانق. معادل الحرارة يساعد على تخفيف خليط الوقود الغني.

www.alkottob.com



شكل –١٧ -صمام معدل سرعة اللاحمل الحار
يستخدم نابضا ازدواجي المعدن

٢ - حدبة اللاحمل السريعة ومسمار اللا حمل السريع

حدبة اللا حمل السريعة تجعل سرعة المحرك عالية أكثر عندما يكون صمام الاختناق مغلق. إنه يربط خطوة الحدبة أذرع الاختناق عند غلق الاختناق، تتأرجح الحدبة الخاملة السريعة حول مقدمة مسمار اللاحمل السريع. مسمار اللا حمل السّريع يبدأ في الضغط على ذراع صمام الخانق. نتيجة لذلك فحدبة اللاحمل السريعة ومسمار اللا حمل السريعان يمنعان صمام الخانق من الإغلاق. سرعة اللا حمل في المحرك تزداد تدريجيا لكي تلطف عملية تشغيل المحرك على البارد وتمنعه من التوقف.

٣ - صمام اللا حمل السريع

صمام اللاحمل السريع أو صمام التوقف يفتح صمام الخانق للمغذي خلال تشغيل المحرك ، لكن يسمح لصمام الخانق أن يغلق حالما المحرّك يتوقف. بهذه الطريقة، سرعة لاحمل أسرع يمكن أنْ تستعمل لعدم استمرار عمل المحرّك مع إغلاق مفتاح الاشتعال.

أحيانا صمام اللاحمل السّريع يثبت على المغذي ليتصل بصمام الخانق .

٤ - تكيّف خليطِ الوقودِ في الارتفاع العالي

هذا الجهاز يمكن له أن يغيّر خليط الوقودِ في المغذي حسب وضع ارتفاع السيارةِ فوق أو تحت مستوى سطح البحر. يعمل في العادة في اتساع وتقلص بالضغط الجوي .عند قيادة سيارة فوق جبل، كثافة الهواء حول السيارة تتناقص و تميل إلى جعل خليط الوقود غنيا. تسبب قلة الضغط الجوي البارومیتر الجاف أن يتمدد ويفتح صمام الهواء. تيارات هوائية إضافية تدخل في مجمع السحب وخليط

www.alkottob.com

الوقود الجويِ يصبح أكثر فقرا. العكس يحدث عند السير بالسّيارةِ بمستوى منخفض عن سطح البحرِ. نسبة كثافة الهواء والضّغط الجوي يجعل خليط المغذي ضعيفا. زيادة ضغط الهواء يغلق الصمام جاعلا الخليط غنيا و معوضا تأثير الارتفاع الذي يضعف الخليط.

وظيفة ومكونات المغذي ذو المنافذ المتعددة

المغذي ذو المنافذ المتعددة يستعمل لزيادة نسبة دخول الهواء إلى المحرك. المنافذ المتعددة تسمح لزيادة الهواء والوقود لدخول المحرك لزيادة القدرة المتولدة من المحرك.

١ - أساسي وثانوي

المغذي ذو المنفذين الخطي وذو الأربع منافذ يتكون من : أساسي وثانوي.

الأساسي (أو المرحلة الأساسية) ويتضمّن المكوّنات التي تشتغل تحت الظروف الطبيعية. المغذي ذو الأربع منافذ يتضمّن الأساسي الذي يحتوي على صمامي خانق يكونان مرتبطان .

الثّانوي يتضمّن المكوّنات أو الدوائر التي توظف تحت ناتجِ قدرة عالية للمحرّك . يقوم عادة الغشاء الثانوي بفتح صمامات الخانق الثّانوية ممكنا الدّوائر الثّانوية من الاشتغال. يوصل الغشاء بالصمام الخانق الثّانوي. يجري مرور السحب من هذا الغشاء الفنشوري في ثقب الصمام الخانق الابتدائي. تحت شّروط التشغيل الطبيعية، السحب في الأساسيِ ليس له كفاءة عالية لتشغيل الغشاء الثّانوي والصمامات الخانقة. المحرّك يستعمل فقط الأساسي عند زيادة سرعة الهواء يكون السحب غير كافٍ فيشتغل الغشاء الثّانوي. عملية السحب تسحب الغشاء ويضغط النابض على الغشاء.لتفتح صمامات الخانق الثّانوية لتزداد تبعا لذلك قدرة المحرك.

المكوّنات الأساسية للمغذي الكهربائي

الإدارة بشكل كهربائي أو تحكم إلكتروني للمغذي يحدد كميةِ الوقودِ المرسلة خلال المغذي و التي يمكن التحكم فيها بالحاسب الآلي . هذا حقيقي أيضا في نظامِ الوقودِ. يوجد حاسب إلى صغير يوضع داخل السيارةِ. خلال عملية التشغيل الطبيعية ، العديد من الحساساتِ الإلكترونية لنقل بعض القياسات إلى الحاسب الآلي الذي يقوم بدوره في عملية التحكم.

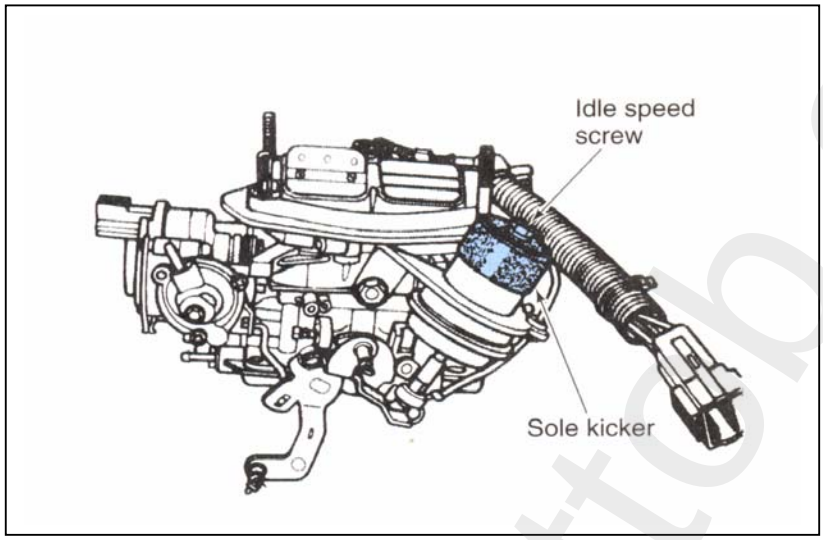
١ - إدارة المغذي الكهربائي أو الإدارة بالحاسب الآلي

التحكم الإلكتروني للمغذي يتحكم في صمام كهربائي لكي يخضع لأوامر ناتجة من الحاسب الآلي. فهو نظام مثالي كما في الشكل١٨. هذا النظام يستعمل العديد من الحساسات لإرسال المعلومات إلى الحاسب الآلي والتي تحدد جميع النسب الضرورية لعمل خليط المغذيِ.

www.alkottob.com

٢ - التحكم الآلي في الدخول والخروج

يعمل نظام التحكم بالحاسب الآلي للمغذي في تحديد نسبة خليط الهواء والوقود. الإشارات الكهربائية من الحاسب الآلي تعمل على فتح أو غلق صمامات الهواء والوقود في المغذي.



شكل - ١٨ المغذي الكهربائي

صمام التحكم في الخليطِ :

الصمامات الكهربائية الموجودة في المغذي تعمل على التحكم بخليط الهواء والوقود. هذه الصمامات موصلة بوحدة التحكم الإلكترونية.

وحدة التحكم ترسل إشارات إلى الصمامات التي تتحكم بدورها في صمامي القوة و اللاحمل للهواء.

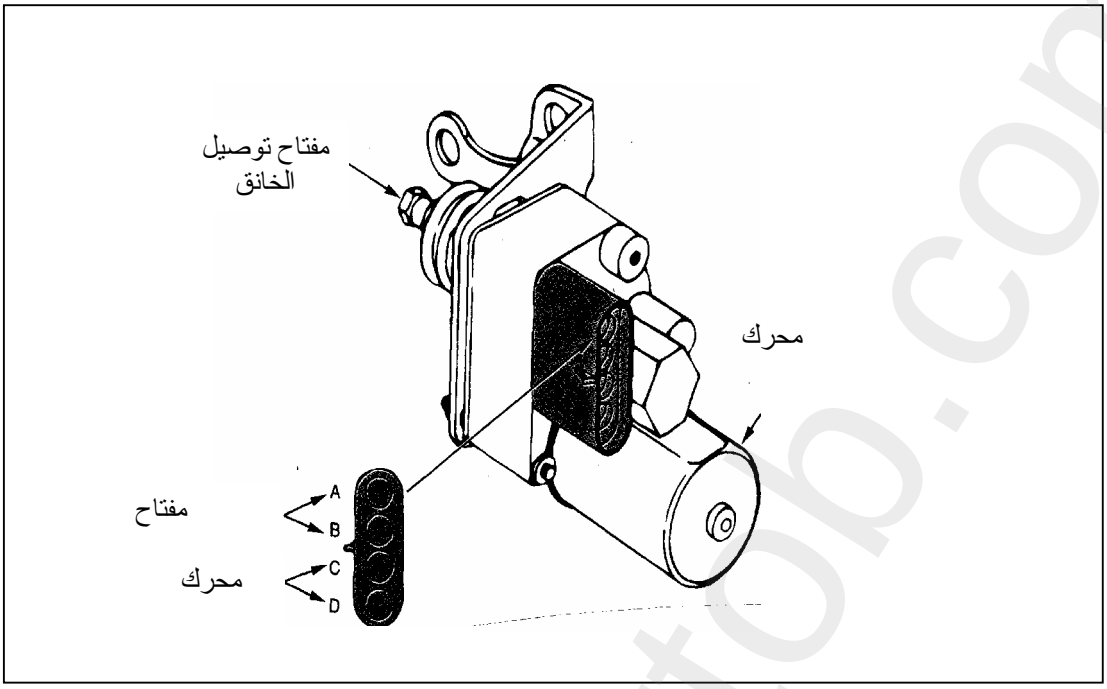
باستخدام الحاسب الآلي يصبح للمغذي القدرة على خلط الهواء بالوقود بالنسب الصحيحة

التحكم في سرعة اللا حمل:

في هذه الحالة تستعمل وحدة التحكم في الارتباط بمحرك كهربائيِ قابل لعكس الحركة. وحدة التحكم تختار سرعة اللاحمل المناسبة للمحرك.

الكباس هو الذي يتحكم في سرعة اللا حمل ، ويتم التحكم فيه بواسطة محرك كهربائي صغير. وحدة تغير صمام الخنق ترسل إلى وحدة التحكم لتعمل فقط عندما صمام الخانق يغلق. عندما وحدة تغير صمام الخانق تتحرك عن صمام الخانق وحدة التحكم لا تعمل .. والسّائق الآن يمكنه السيطرة على سرعة المحرك الشكل١٩٠ يوضح وحدة التحكم في سرعة اللا حمل.

www.alkottob.com



شكل -١٩ محرك التحكم بسرعة اللاحمل
يشتغل بنبضات من وحدة التحكم الإلكتروني

حساس الأوكسجين يوضع في نظام العادم بالقرب من المحرك. يقيس هذا الحساس كمية الأوكسجين في غازات العادم.. هذا الحساس يحدد مدى غنى وفقر الغازات في العادم. فهو يرسل إشارة فولت منخفضة (قيمتها أقل من ٤٥٠ ملي فولت) إلى وحدة التحكم عندما يكون الخليط فقيرا ويرسل إشارة أعلى من ٤٥٠ ملي فولت عندما يكون الخليط غنيا.

حساس الأوكسجين يحس بكل تغير خليط يقوم به المغذي و يرسل المعلومة إلى وحدة التحكم. هذه العملية تستمر مادام المحرك مشتغلا و تسمى: عملية تحكم في دائرة مغلقة.

حسّاس درجة الحرارة :

إن حساس درجة الحرارة يوضع في نظامِ تبريدِ المحرك ويتصل بوحدة التحكم. حينما يكون المحرك باردا، فلسنا في حاجة لحساس الأوكسجين للتحكم في نسبةِ خليط الوقود والهواء. تحت هذه الشروط، تعمل وحدة التحكم على أن يكون الخليط غنيا. بعد وصول درجة حرارة المحرك إلى درجة التشغيل، يرسل حساس الحرارة إشارة إلى وحدة التحكم لقراءة المعلومة المرسلة من طرف حساس الأوكسجين.

www.alkottob.com

حساس الضغط :

الحمل على المحرك يؤثر أيضا على خليط الوقود الذي يحتاجه هذا المحرك. فعند زيادة الحمل يكون المحرك في حاجة لخليط وقودٍ غني. يمكن أن يقاس هذا بقياس السحب من خلالِ مجمع السحب حساس الضغط يوضع في مجمع السحب لقياس التغير في الضغط داخله. اختلاف الضغط يسبب اختلافا في الإشارة الكهربائية المقروءة من طرف وحدة التحكم و هذه الإشارة تبين أن هناك زيادة في الحمل. وحدة التحكم تأخذ هذه المعلومة بعين الاعتبار لتحديد نسبة الخليط في هذه الحالة.

حساس موقع صمام الخانق:

المعروف أن فتح صمام الخانق يعني أن الخليط المطلوب من طرف المحرك يجب أن يكون غنيا.
يظهر وضع حساس صمام الخانق الذي يرسل تغير فتحة الصمام الخانق إلى وحدة التحكم. على حسب وضع فتحة صمام الخانق يتم التحكم في نسبة الخليط.
بتغير موضع صمام الخانق، تتغير الإشارة الكهربائية (الفولت) لتساوي ١ فولت أو أقل في حالة الصمام الخانق المغلق، وحوالي ٥ فولت في حالة صمام الخانق المفتوحِ.

حساس سرعة المحرك:

التّعديل في نسبة الخليط يحتاج لمعرفة سرعة المحرك التي تجعل استعمال حساس سرعة المحرك يشير إلى الموزع أن يرسل إلى وحدة التحكم عدد دورات المحرك في الدقيقة (دورة في دقيقة).
يقرأُ الحاسب الآلي هذه الإشارةِ عندما توضع نسبة الخليط المضبوط في السرعة المنخفضة حيث تشير إلى أقل ما تحتاج بينما في السرعة العاليةِ تشير إلى أكثر مما تحتاج.

www.alkottob.com

تمرينات للمراجعة :

١- عرف الخليط الأمثل للهواء و الوقود.
٢- ما هي نتائج الخليط الضعيف و الخليط الغني للهواء و الوقود ؟
٣- اشرح عملية احتراق الصفع و عملية سبق الإشعال.
٤- رتب و صف الأنظمة الجزئية الثلاثة لنظام الوقود.
٥- اذكر الاختلافات بين المضختين الميكانيكية و الكهربائية.
٦- أين يمكن وضع المضخة الكهربائية ؟
٧- اشرح عملية المضخة ذات الغشاء أو الرداخ.
٨- ما هي مزايا المضخة الكهربائية ؟
٩- لماذا نستعمل المرشح في دورة الوقود ؟
١٠- رتب و اشرح المكونات الخمسة الأساسية للمغذي.
١١- رتب و اشرح النظم السبعة الأساسية التي تكوّن المغذي.
١٢- ما هو الهدف من استعمال الفنشوري؟
١٣- ماذا ينتج عن إدخال أو إخراج مسمار خليط اللا حمل ؟
١٤- ما هي وظيفة نظام الشفاط بالمغذي ؟
١٥- صف الاختلافات بين المنفذ الأساسي و المنفذ الثانوي للمغذي ذي المنفذين أو أربعة منافذ.

www.alkottob.com

نظام الوقود (بنزين)

منظومات حقنِ الوقودِ الميكانيكية و الإلكتروميكانيكية

www.alkottob.com

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
www.alkottob.com

بعد الانتهاء من هذا الفصل سوف تتعرف على التالي :

١- معرفة طريقة عمل مكونات نظام ك - جترونيك

٢- النظرية التشغيلية لنظام ك - جترونيك

٣- معرفة طريقة عمل مكونات نظام ك -إي جترونيك

٤- النظرية التشغيلية لنظام ك - إي جترونيك

قامت شركة بوش باستخدام حقن الوقود في السابق منذ أكثر من ٦٠ عاما في محركات الطائرات ذات الأداء المتميز وقد أدى ذلك إلى إمكانية الطيران على ارتفاعات عالية. تحت الظروف الجوية المختلفة. وبدأت شركة بوش باستخدام أنظمة حقن الوقود على السيارات في عام ١٩٥٢م حيث إن أنظمة الحقن تؤمن الوقود المطلوب للمحرك في جميع الأحوال.

وقد أدى استخدم أنظمة حقن الوقود إلى المزايا الآتية:

١. التقليل من استهلاك الوقود.

٢. زيادة القدرة النوعية للمحرك.

٣. تقليل تلوث البيئة نتيجة لضمان حرق الوقود حرقاً كاملاً.

٤. سلامة في تشغيل المحرك.

٥. أداء أفضل للمحرك.

٦. صيانة قليلة.

وتعمل أنظمة حقن الوقود على تحقيق الآتي:

١. تذرية الوقود السائل.

٢. تجهيز مخلوط مثالي مناسب لجميع حالات تشغيل المحرك.

٣. ضبط كمية الوقود لتناسب حالة الحمل والسرعة.

فائدة أنظمةِ حقنِ الوقودِ

لنظام حقن الوقود فوائد كثيرة مقارنة بالمغذي تتمثل في:

استهلاك وقودٍ قليّل: بمراقبة جميع بيانات المحرك الأساسية (سرعة المحرك، درجة الحرارة، مقدار فتحة صمام الخانق، قياس كمية الهواء الداخلة إلى المحرك و غيرهما.

يحسن عملية التذرية للوقود: فدفع الوقود تحت ضغط في مجمع السحب يساعد على تذرية الوقود بصورة جيدة.

توزيع أفضل للوقود: بتركيب صمام حقن الوقود لكل أسطوانة.

www.alkottob.com

سرعة اللاحمل منتظمة: خليط وقودٍ ضعيف يمكن أن يستخدم توزيع أفضل للوقود وتحويله إلى ذرّاتٍ صغيرة عند السرعة المنخفضة.

يحسن عند بداية التشغيل للمحرك: ضبط نسبة خليط الوقود طبقا لدرجة حرارة المحرك وسرعته حتى يضمن بداية سريعة وتسلق سريع إلى سرعة اللا حمل.

يحسن من سلوك إحماءِ المحرك: النظام مجهز لضبط كمية الوقودِ الصحيحة و جمع حالات تشغيل المحرك طبقا لردِ فعل صمام الخانق مع أقل استهلاك للوقود.

ملوثات العادم أقل: تناسق خليط الوقودِ يعمل على خفض تلوث عادم.

أحسن تبريد أثناء التشغيل: يمكن لحقن الوقود السيطرة الأفضل على الخليط الغني من المغذي.

يزيد من قدرة المحرك في إيصال الوقود إلى كل أسطوانة وتزايد سرعة السريان يمكن أن يرفع من قدرة المحرك.

البساطة: أنظمة حقن الوقود إلكترونيةٍ و هي بسيطة التشغيل إذا ما قورنت بالمغذي.

قليل الصيانة.

التصنيفات المختلفة لأنظمة حقن الوقود لمحركات السيارات:

هناك العديد من أنواع أنظمة حقن الجازولين.و قبل بدأ دراسة ذلك يجب أن يكون لدينا أساس لمعرفة التصنيفات المختلفة لحقن الجازولين. التي ستساعدنا على فهم التّشابهات والاختلافات بينهم. عرفت أنظمة حقن الجازولين بشكل عام كأنظمة حقن الوقودِ (لاحظ الاختلاف بين حقن الوقود في الديزل والجازولين).

يتم تصنف أنظمة حقن وقودِ محرك الجازولين إلى أربعة أصنافِ رئيسيةٍ:

١ - أنظمة حقن الوقودِ الميكانيكيةِ

٢ - أنظمة حقن الوقودِ الإلكتروميكانيكيةِ

٣ - أنظمة حقن الوقودِ الإلكترونية

٤ - أنظمة مدمجة حقن وقود وإشعال.

www.alkottob.com

١ - نظام حقن الوقود الميكانيكي

حقن الوقودِ بالطرق الميكانيكية التي تستعمل روافع صمام الخانق ومضخة ميكانيكية، وأداة التحكم في سرعة ودائرة التحكم في حجم الحقن.مثال على نظام حقن الوقود الميكانيكي بوش ك - جيترونيكِ. هذا النظامِ يعمل على الحقن بشكل مستمر، وصمام الحقن وكتلة الوقود تنظم من قبل موزع الوقودِ.

٢ - نظام حقن الوقود الإلكتروميكانيكي

بوش كْ - إي جيترونيك (KE -JETRONIC) يعتبر هذه النظام امتداداً لتطوير نظام ك - جترونيك(K-JETRONIC) حيث يجمع بين الوسائل الميكانيكية والإلكترونية حتى يعطي أفضل حقن للوقودِ.

٣ - نظام حقن الوقود الإلكتروني

يعمل نظام حقن الوقود الإلكتروني بحسّاسات متعدّدة و وحدة تحكم الإلكترونية يمكنها التحكم في فتح وإغلاق صماماتِ الحقن. و هذا النّوع الأكثر استخداماً في أنظمة حقن الجازولين.
هذا النّظامِ صمم بعدد من الأساليب المختلفة. مثل نظام ال - جيترونيك ونظام .و نظام PFI, EFI وغيرها من الأنظمة الأخرى التي سوف نناقشها بشكل موسع لاحقا.

٤ - أنظمة مدمجة حقن وقود وإشعال

النظام المدمج حقن وقود -إشعال يعمل على تشغيل المحرك بشكل يمكن اعتبار نظام حقن الجازولين مع الإشعال جزأين من نظام واحد يعمل على حقن الوقود والإشعال في التوقيت المناسب. حقن الجازولينِ والإشعال معا يسمى موترونيك و هو مصمم لإدارةِ المحرك ويعمل على تحسين كفاءة السّيطرة على الحقن والإشعال معا.

توقيت حقن الوقود

توقيت نظامِ حقن الوقودِ يربط حركة صمام المحرك بالوقتِ عندما يحقن بالوقود في مجمع السحب. فهناك تصنيفان أساسيان من حقن الوقودِ هما:

١ -أنظمة حقن الوقودِ المستمرة ، ٢ - أنظمة حقن الوقود المتقطعة.

www.alkottob.com

١ - أنظمة حقن الوقود المستمرة

يقوم هذا النظام بحقن الوقود في مجمع السحب باستمرار عندما يعمل المحرك . يمكن التحكم في نسبة خليط الوقودِ بالزيادة أو النقصان على حسب ضغط الوقود في الدائرة. أنتجت شركة بوش نظام ك جيترونيك من ١٩٧٣ : ١٩٩٥ حيث يتم حقن الوقود على حسب كمية الهواء الداخلة للمحرك.

٢ - أنظمة حقن الوقود المتقطعة

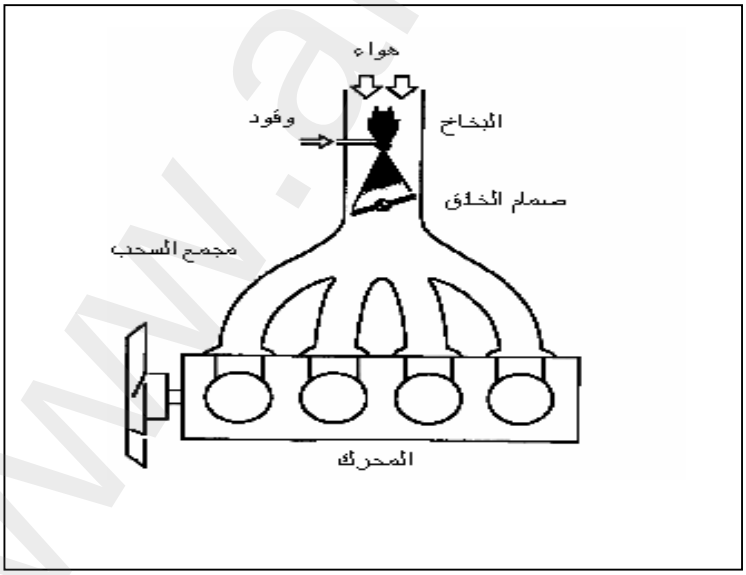
يتم فتح و غلق صمامات الحقن بواسطة إشارة كهربائية مرسلة من وحدة التحم الإلكترونية.. هذا النوع من نظامِ الحقن يحقن الوقود في المحرك عندما تكون الصمامات مفتوحة أو عندما تكون مغلقة. بوش ل جيترونيك ، نظام حقن الوقودِ الإلكترونيِ طبقْ فترة ١٩٧٣ حيث يتم حقن الوقود بشكل متقطع ِ بناء على عدد من المعلومات المرسلة من الحساسات المختلفة المركبة على المحرك . وتصنف بشكل التالي:

١ -حاقن الوقودِ المركزي.

٢ -حاقن الوقودِ متعدد النقاط.

١ - حاقن الوقود المركزي.

إن حقن الوقودِ المركزي (مفرد وزوجي)عبارة عن وحدة تحكم (جسم الخانق) بها حاقن كهرومغناطيسي أو أثنان موجود مباشرة فوق صمام الخانق (أنظر الشكل٢٠). هذا الحاقن (البخاخ) يحقن الوقود في مجمع السحب في نمط متقطع (مونو جيترونيك MONO-JETRONIC.

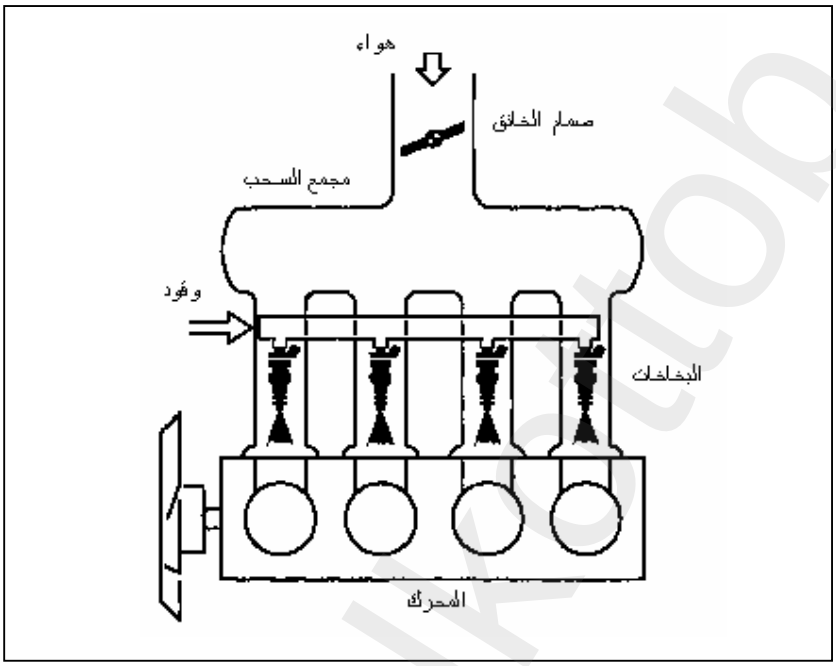


شكل – ٢٠ حقن الوقود المركزي (ذو النقطة الواحدة)

www.alkottob.com

٢ - حاقن الوقودِ المتعدد النقاط

يستعمل نظام الحقن المتعدد النقاط حاقنا منفصلا أي يحقن الوقود بشكل مباشر خلال صمامِ المنفذِ في كل أسطوانة فردية انظر الشكل -٢١). المثال على ذلك تصميمِ أل جيترونيك-L) JETRONIC).



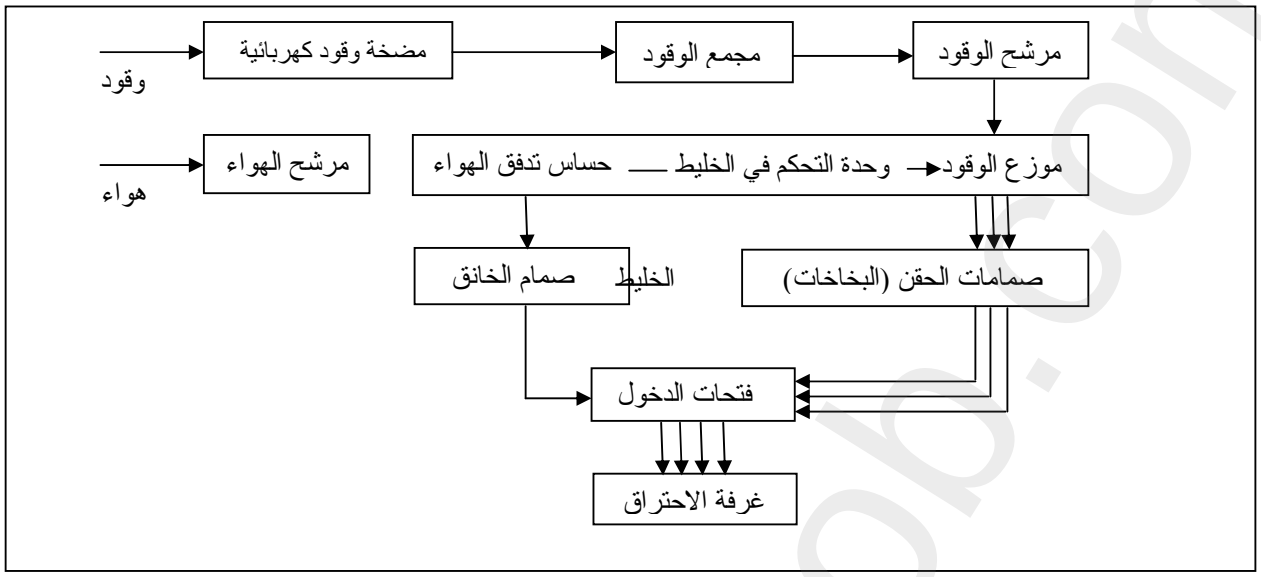
شكل – ٢١ حقن الوقود متعدد النقاط

نظام حقن الوقود المستمر يعتبر واحداً من طرق تعريف نوع الحقن للوقود. محركات جازولينِ، التي تستعمل هذه الطريقة، تصمم على الحقن و التدفق المستمر للوقودِ في المحرك.

أنظمة حقن الوقود الميكانيكية كْ - جيترونيك (K-JETRONIC)

ك - جيترونيك هو نظام حقن ميكانيكي للوقودِ ويصنف ك نظام حقنِ الوقودِ المستمر. يتم حقن كمية من الوقود الضرورية بشكل مستمر في مجمع السحب للمحرك. الشكل ٢٢يوضح شكلا تخطيطيا لنظام ك - جيترونيك.

www.alkottob.com



شكل٢٢ : تخطيط وظيفي لنظام ك -جيترونيك (K-JETRONIC)

المراحل الأساسية لنظام كْ - جيترونيك (K-JETRONIC):

١ - إمداد الوقودِ: يستعمل مضخة وقودِ كهربائية تدفع الوقود إلى موزع الوقودِ مار بمرشِح، معدل الضغط، حيث يتم دفع الوقود إلى صمامات حقن الأسطوانات كلا على حدة.ومن ثم إلى الخزان عبر منظم الضغط.

٢ - قياس سريان الهواء: كمية الهواءِ الداخلة إلى المحرك يتم التحكم بها من خلال صمام الخانق وتقاس بواسطة حساس (ميزان) قياس تدفق الهواء.

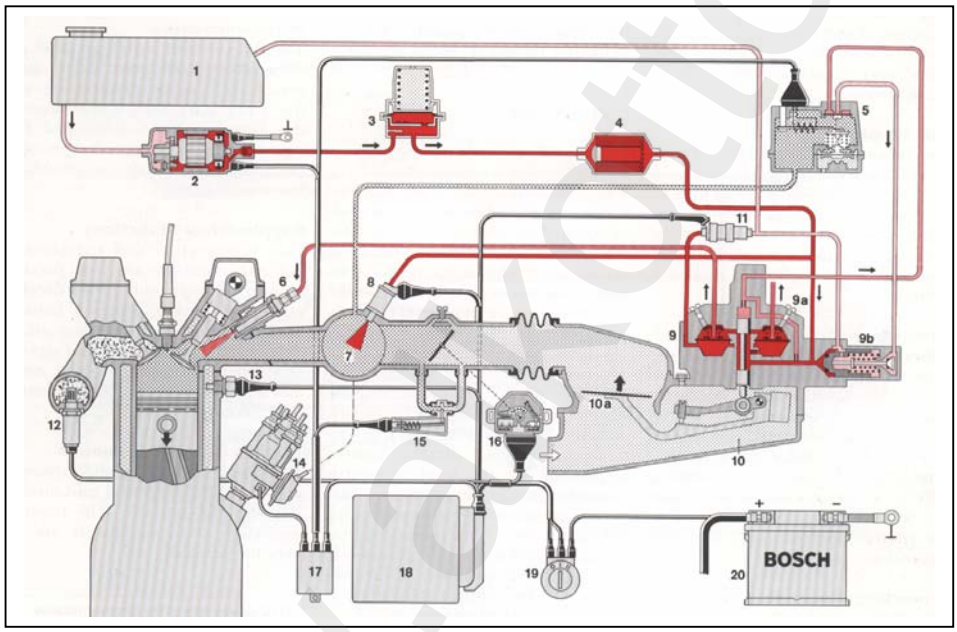
تجهيز الخليط: الهواء الداخل إلى المحرك يؤثر بشكل مباشر على ميزان الهواء، وفي نفس الوقت تتحرك الرفعة دافعة مكبس التحكم إلى أعلى، وبذلك ينتقل الوقود من الغرف السفلية للموزع (الجزء السفلي للموزع)إلى الغرفة العلوية للموزع ومنها إلى صمامات الحقن عبر الصمامات الفراقيه. وتزيد كمية الوقود المحقونة وتقل بناء على كمية الهواء الداخل إلى مجمع السحب، و مقدار تأثير ذلك على رافعة ميزان الهواء المؤثرة على حركة (مشوار) المكبس.

www.alkottob.com

مكونات النظام :

يشتمل نظام ك - جترونيك على الأجزاء الموضحة بشكل ٢٣على الآتي:

١ - خزان الوقود 2 - مضخة الوقود الكهربائية3 - معدل الضغط 4 - مرشح الوقود 5 - منظم التسخين 6 -صمامات الحقن(بخاخات)7 - مجمع السحب ٨ - صمام التشغيل البارد -9 - وحدة التحكم في الخليط a9 -موزع الوقودb9- منظم الضغط الابتدائي10 - حساس تدفق الهواءa10 – قرص الحساس 11 – صمام التوقيت12 - حساس لمبداء 13 - مفتاح زمني حراري14 - موزع الإشعال 15 – تجهيزة الهواء الإضافي 16 - مفتاح صمام الخانق 17 -مرحل التحكم18 - وحدة التحكم 19 - مفتاح الإشعال20 -البطارية



شكل ٢٣ مخطط لدائرة نظام حقن الوقود ك - جترونيك

www.alkottob.com

مسار تدفق الوقود :

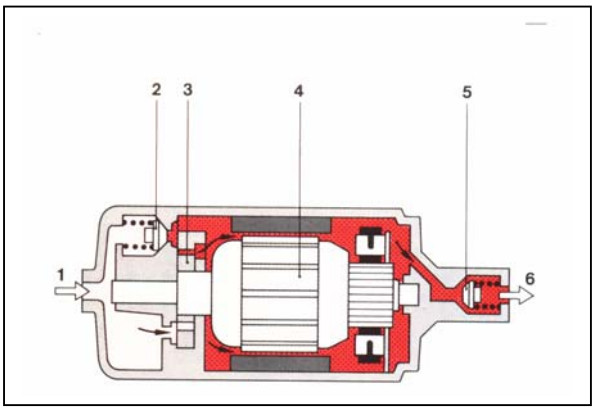
مضخّة الوقودِ الكهربائيةِ (الشكل ٢٤) تضخ الوقود بضغط من الخزان يساوي ٥ بار إلى معدل الضغط عبر مرشح الوقود و من ثم إلى موزع الوقود. من موزع الوقود إلى صمامات الحقن و التي تحقن الوقود بطريقة مستمرة مقابل صمام السحب للمحرك. منظّم الضغطِ الابتدائي يحافظ على الضغط السائد داخل الدائرة ، و يرجع الوقود الزائد نحو الخزان من خلاله.

مضخّة الوقودِ الكهربائية :

يعرف هذا النوع من المضخات بذات الخلايا الدائرية(الدلفينية) لكما في الشكل٢٥ حيث تدار بواسطة محرك كهربائي ذي مغناطيس ثابت يدير قرص لا مركزي داخل غلاف المضخة وعلى محيط القرص اللامركزي بها كريات تتحرك إلى الخارج تحت تأثير قوة الطرد المركزية وبهذا تعمل كسدادة محكمة، حيث ينحصر الوقود في التجاويف بين الكريات و عندما يدور القرص اللامركزي تتدحرج البكرات حتى تتعدى فتحة الدخول، دافعه أمامها الوقود مما يزيد في ضغط الوقود من فتحة الخروج. وكما نعلم أن الوقود ينساب حول قلب المضخة الكهربائية ولكن لا يوجد خطورة من حدوث إشعال وذلك لعدم وجود خليط قابل للاشتعال داخل جرم المضخة ومن مميزات مضخة الوقود الكهربائية أنها تزود بأكثر مما يحتاجه من الوقود لذا سوف يكون ضغط النظام مرتفع وجيد أثناء ظروف تشغيل المحرك المختلفة. ومن مميزاتها أيضاً وجود صمام اللارجوع لمنع رجوع الوقود إلى الخزان أثناء إطفاء المحرك ويعمل كمقارن بين ضغط النظام وضغط المضخة.كما يوجد صمام أمان داخل المضخة يعمل عند زيادة الضغط عن الحد المعين، بحيث إنه عندما يزيد الضغط يفتح الصمام ويبدأ الوقود في الدوران في دورة مغلقة داخل المضخة. وتعمل مضخة الوقود بمجرد فتح مفتاح الإشعال ثم تنطفئ بعد ٣ ثوان وذلك لرفع ضغط الوقود إلى الحد المطلوب ثم تستأنف عملها بعد تشغيل المحرك ومن مميزاتها وجود دائرة حماية أمان كهربائية تعمل على قطع التيار عن المضخة في حالة توقف المحرك ومفتاح الإشعال على وضع تشغيل (ON) عند حدوث حادثة وتركب المضخة خارج خزان الوقود.

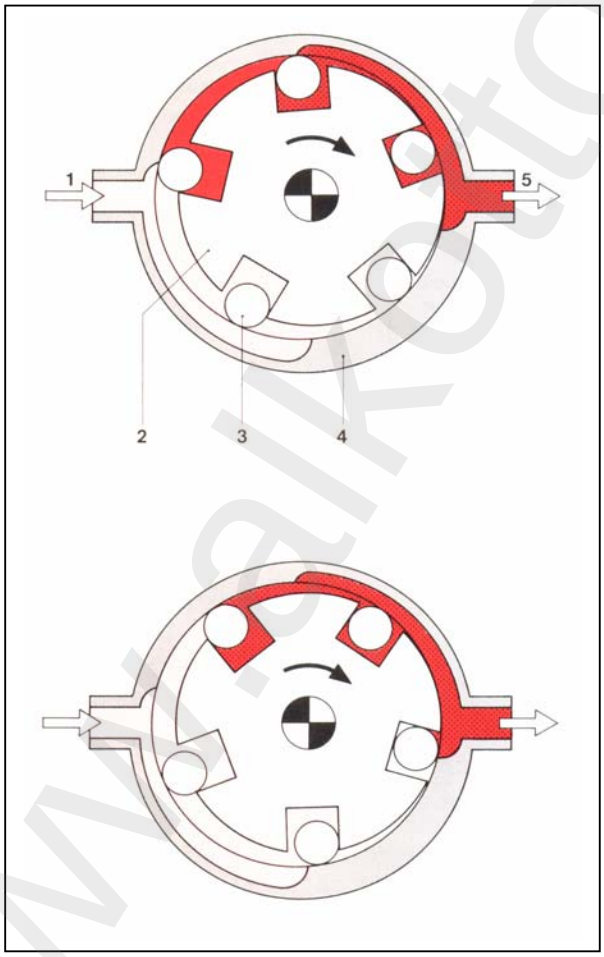
مكونات المضخة: ١ - فتحة الدخول، ٢ -صمام الضغط الزائد، ٣ - خلايا دائرية، ٤ -عضو دوار، ٥ - صمام اللارجعي، ٦ - فتحة الخروج،

www.alkottob.com



شكل – ٢٤ مضخة الوقود الكهربائية

الأجزاء : ١ - فتحة الدخول، ٢ - القرص الدوار، ٣ - دلفين، ٤ -غلاف المضخة، ٥ -فتحة الخروج



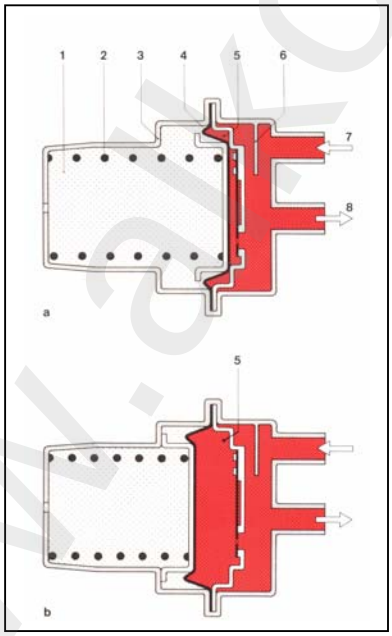
شكل – ٢٥ مضخة خلايا دائرية (دلفينية)

www.alkottob.com

٢ - معدل الضغط Fuel Accumulator

يقوم معدل الضغط بالمحافظة على الضغط داخل دائرة الوقود بعد إطفاء المحرك وبهذا يسهل تشغيل المحرك وخاصة إذا كانت درجة حرارته مرتفعة ويقوم أيضاً بامتصاص واضح للذبذبات الناتجة عن عمل المضخة الكهربائية والشكل ٢٦ يوضح أجزاء معدل الضغط وينقسم معدل الضغط إلى غرفتين بواسطة رداخ (غشاء مرن) إحداهما لتجميع الوقود وتخزينه والأخرى يوجد بها ياي ومتصلة بمجمع السحب بواسطة الفتحة ٧ وخلال تشغيل المحرك يتم إمداد غرفة معدل الضغط ويضغط الرداخ إلى الخلف ضد مقاومة الياي حتى يصطدم مع الحاجز رقم ٣ ويبقى الرداخ بهذا الشكل أي للخلف ويخزن أكبر قدر من الوقود داخله ما دام المحرك يعمل. وبعد إطفاء المحرك وتوقف مضخة الوقود عن العمل ،ونتيجة إلى ذلك يقل ضغط الدائرة مما يؤدي إلى أن الياي يعمل على دفع الرداخ دافعا الوقود إلى داخل الدائرة مما يزيد من ضغط الوقود داخل الدائرة. الشكل ٢٧ يوضح منحنى الضغط بعد إطفاء المحرك داخل النظام.

١ ضغط النظام والمحرك يعمل لحظة إطفاء المحرك ينخفض الضغط إلى نقطه ٢ ثم يرتفع الضغط مرة أخرى بتأثير ياي معدل الضغط إلى نقطة ٣ ولكن بقيمة أقل من ضغط فتح البخاخ ٤ .

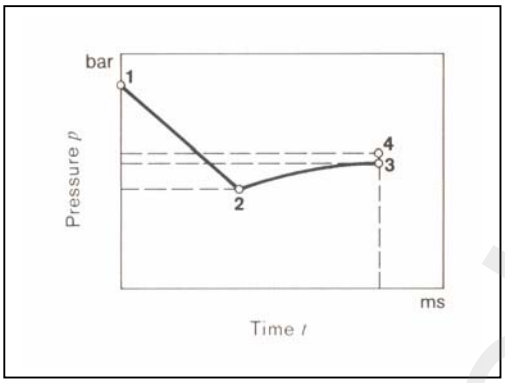


شكل – ٢٦ معدل ضغط الوقود

www.alkottob.com

المكونات: ١ -غرفة الياي، ٢ - النابض، ٣ -مصد، ٤ - غشاء (رداخ)، ٥ -حيز التجميع، ٦ - صاجة حاجزة، ٧ -دخول الوقود، ٨ -خروج الوقود.

شكل ٢٦aمضخة الوقود لا تعمل(بعد إطفاء المحرك) بينما شكل ٢٦b مضخة الوقود تعمل

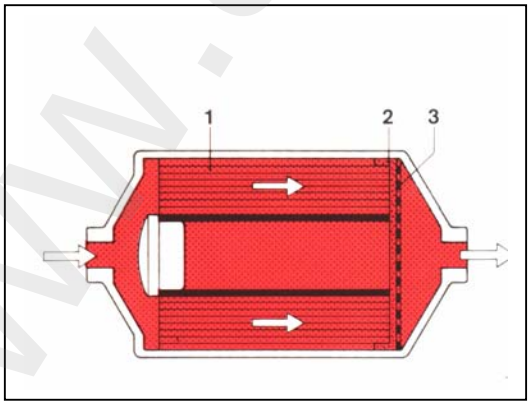


شكل – ٢٧ منحنى معدل الضغ

مرشح الوقودِ :

مرشِح الوقودِ (الشكل٢٨) يركب بين خزان الوقود و مضخة الوقود يحجز ذرات الوسخ الموجودة في الوقودِ فصل مياه قد تكون مختلطة مع الوقود والتي يكون لها تأثير مضاد على تشغيل نظامِ الحقن. يحتوي مرشح الوقود على عنصر ورقي بحجمِ مسامي قليل بقطر ١٠ ميكرومتر. يثبت المرشح في مكانه الصحيح من خلال الإطار الخارجي. يركب في مقدمة المرشح حاجز (مصدة) تعمل على تقليل سرعة اندفاع الوقود داخل المرشح مما يؤدي إلى عمل تنقية جيدة.

المكونات:١ -جزء ورقي٢ -مصفي٣ - قرص داعم



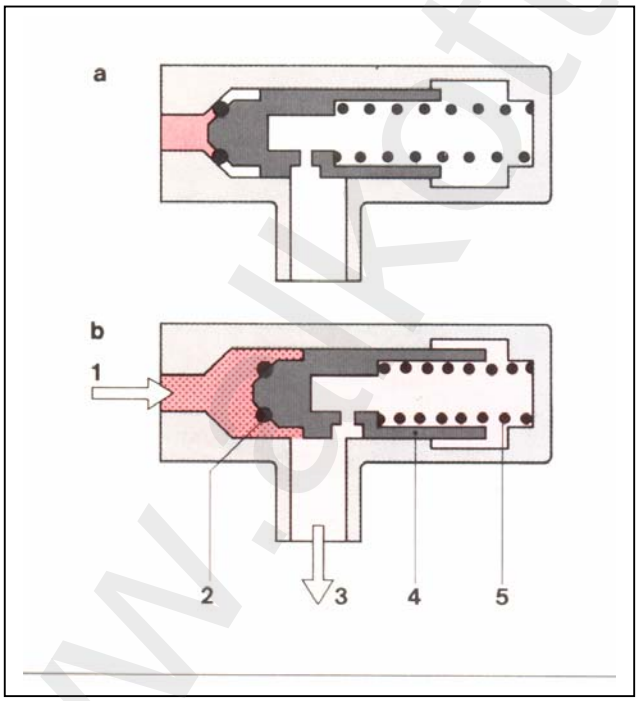
شكل ٢٨ مرشح الوقود

www.alkottob.com

منظم الضغط الابتدائي:

يحافظ منظم الضغط الابتدائي على الضغط في نظام حقن الوقودِ.كما هو موضح في شكل 29 منظم الضغط مدمج بموزع الوقودِ ويكون ضغط النظامِ حوالي ٥ بارِ. تعطي مضخة الوقود دائما وقوداً أكثر مما يتطلب محرك السيارة، عند زيادة ضغط الوقود في الدائرة فإن الوقود يضغط على الكباس (٤) ضد الياي(٥)فتحا فتحة خروج الوقود الفائض (٣) فيخرج الوقود متجها إلى خزان الوقود،و عندما ينخفض الضغط إلى حوالي (٧و٤بار)مرة أخرى فإن ضغط النابض (٥)يدفع الكباس (٤) للأمام فيقفل فتحة الدخول (١) ليحافظ على الضغط ثابتا في الدورة . الشكل a يمثل منظم الضغط الابتدائي وهو متوقف عن العمل، بينما شكل b يمثل المنظم وهو في أثناء العمل.

المكونات: كما هو موضح في شكل ٢٩ - ١ - مدخل الوقود، ٢ - طوق من المطاط(وجه أحكام)، ٣ -فتحة خروج الوقود الفائض، ٤ - كباس، ٥ - ياي

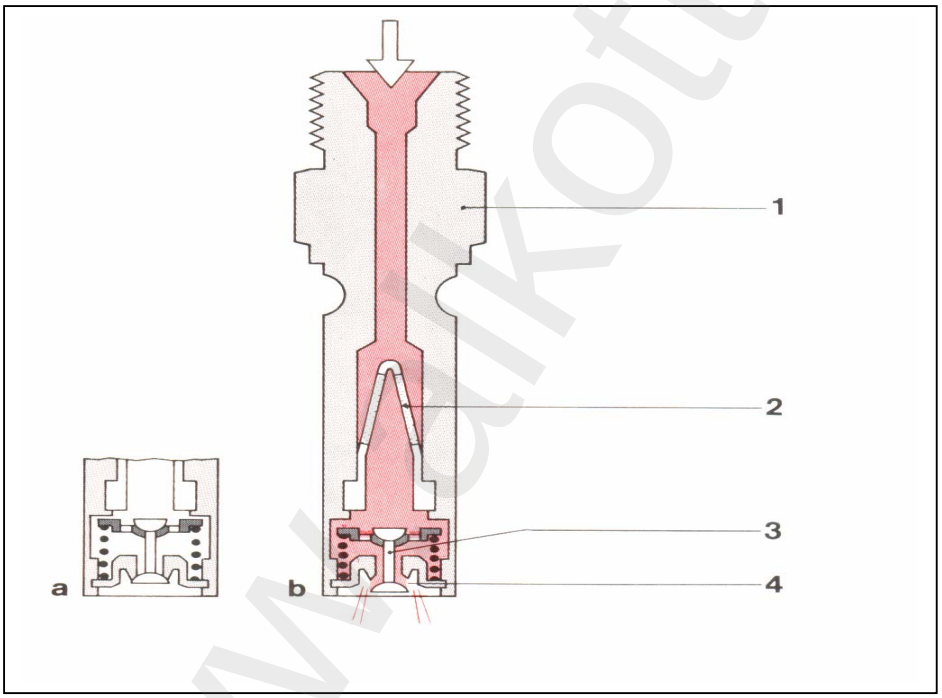


شكل – ٢٩ منظم الضغط الابتدائي

www.alkottob.com

صمام حقن الوقود Fuel - injection valves

يعمل صمام حقن الوقود في نظام ك - جترونك و في نظام ك - أي جترونيك ميكانيكيا فعند ضغط محدد يفتح صمام حقن الوقود كمية الوقود المحددة من موزع الوقود في مجموع السحب مباشرة أمام صمام الدخول ويثبت صمام الحقن بواسطة حامل خاص وذلك لعزله عن حرارة المحرك والعزل يمنع تكوين فقاقيع غازية في خط الوقود والذي تؤدي إلى صعوبة في بداية الدوران والمحرك ساخن وصمامات الحقن في العادة لا تقيس كمية الوقود أو تحديد نسبة الخلط.ولكن يفتح الصمام عندما يزيد الضغط عن ٣,٥ بار يوجد الحاقن إبرة تهتز وتردد بشكل مسموع عال عند حقن الوقود وهذا يعني أن صمام الوقود يذرر الوقود بشكل ممتاز حتى لو كانت كمية الوقود قليلة وعند إطفاء المحرك فإن صمام الحقن تغلق بإحكام بسبب انخفاض ضغط الوقود عن ضغط فتح الصمام وهذا يعني أنه لن يسمح بدخول أي وقود لمجمع السحب.المكونات كما هو موضح في ٣٠: ١ -فتحة الدخول ٢ - حسم الصمام ٣ - فلتر٣ -ابرة الصمام٤ -قاعدة الصمام - وضع السكون (a) - وضع حالة التشغيل (b)



شكل -٣٠ صمام الحقن الميكانيكي

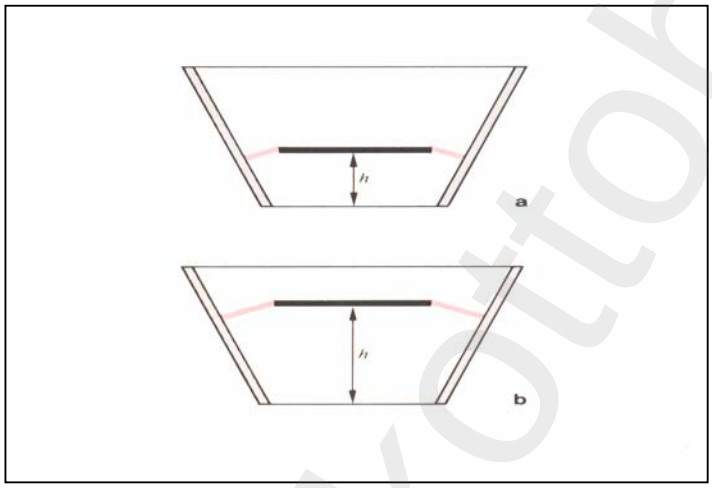
إدارة الوقود

إن مهمة نظامِ إدارة الوقودِ أن يدفع كمية الوقودِ على حسب كمية الهواء الداخلة إلى مجمع السحب. إدارة الوقود تعمل بواسطة وحدة التحكم في الخليط و تشمل:حساسات سريان الهواء، وموزع الوقود.

www.alkottob.com

حساس قياس سريان الهواء

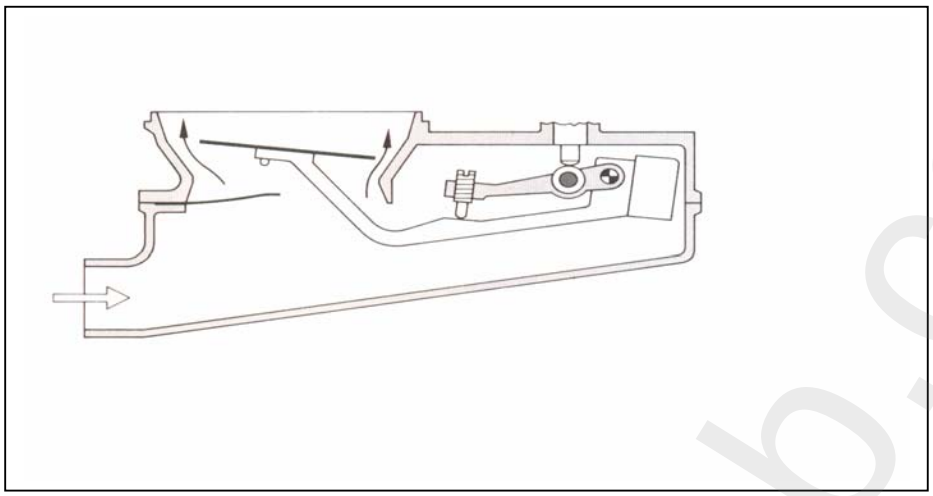
كمية الهواء التي تدخل إلى المحرك هي مقياس دقيق لحمل التشغيل الواقع على المحرك. سريان الهواء يشغل الحساس طبقا لمبدأ كتلة الجسمِ المعلق، و يقيس كمية الهواء الداخلة للمحرك (الشكل٣١)، هذه الكمية للهواء الداخلة إلى المحرك تتغير طبقا لكمية الحقن الأساسية للوقودِ. لذلك فالهواء الداخل إلى المحرك لابد أن يعبر من خلال حساس سريان الهواء قبل أن يصل إلى المحرك ، هذا يعني أن قياس التحكم فيها يكون قبل أن تدخل أسطوانات المحرك. إن النتيجة التي نحصل عليها بالإضافة إلى ما ذكر هي تصحيح نسبة خلط الوقود في جميع تشغيل المحرك.



شكل ٢١ - حساس تدفق الهواء

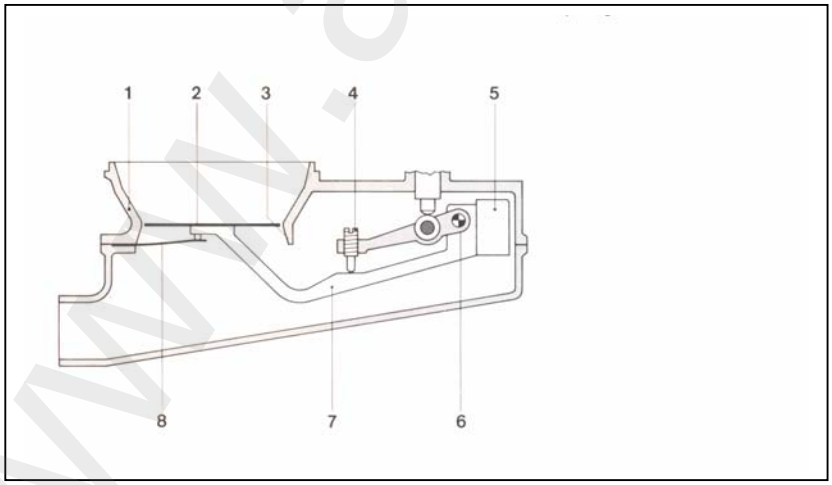
كمية الهواء المسحوبة بواسطة المحرك يمكن حسابها بواسطة حساس كمية الهواء أثناء التشغيل والأحمال المختلفة وحساس كمية الهواء يعمل بنظرية الأجسام المعلقة حيث يقيس كمية الهواء المسحوبة بواسطة المحرك كما في شكل (٣٢) وهناك علاقة طردية بين كمية الوقود المحقونة حيث تعتمد كمية الوقود المحقونة على كمية الهواء المسحوبة. إن الكمية الصحيحة للوقود والمطلوبة واختلاف ظروف تشغيل المحرك يعتمد على نظام تهيئة نسبة الخليط لذا فإن الهواء المطلوب بواسطة المحرك يجب أن يعبر من خلال حساس كمية الهواء قبل أن يصل إلى المحرك وهذا يعني أن الهواء قد تم قياسه وأن إشارة التحكم قد حدثت قبل دخول الهواء الفعلي للاسطوانات ونتيجة لذلك فإن أي قياس آخر يحدد بأقل من النسبة الصحيحة وسوف يقوم نظام تهيئة الوقود بأخذ ذلك في الحسبان في جميع ظروف تشغيل المحرك.

www.alkottob.com



شكل -٣٢ مجموعة قياس تدفق الهواء

يركب حساس كمية الهواء قبل صمام الخانق لذا فهو سوف يقيس كمية الهواء الداخل إلى الأسطوانات وحساس كمية الهواء مركب على قمع حتى يستطيع التحرك من موضعه بحرية.كماهو موضح في شكل ٣٣ كمية الهواء الداخل من القمع (١) تحرك الحساس (٢) إلى الخارج ثم إلى وضع الصفر وتتناسب حركة الميزان مع حركة الهواء كما في شكل ٣١ وتنقل هذه الحركة إلى مكبس التحكم بواسطة الرافعة (٦) لتحديد كمية الوقود المطلوبة لتشغيل المحرك ونظراً لأنه ممكن حدوث إشعال خلفي في المحرك الذي يحدث ضغط في مجمع السحب صمم الميزان الحساس بحيث يتأرجح إلى الخلف في اتجاه عكسي وبهذا يفتح فتحة تصريف صغيرة في القمع (٣) ويحدد المصد الورقي (٧) حركته إلى الخلف ويعيده إلى وضع الصفر بعد إطفاء المحرك.



شكل –٣٣ أجزاء مجموعة قياس كمية تدفق الهواء

www.alkottob.com

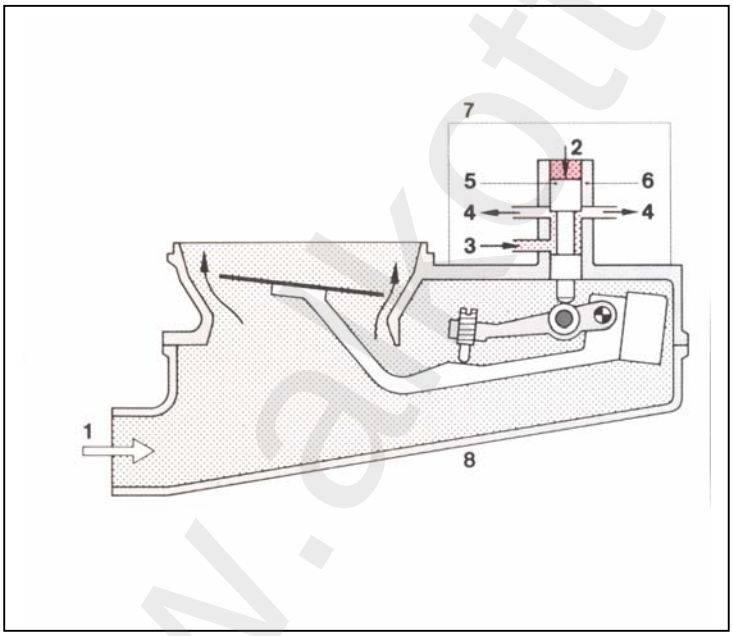
الأجزاء: كما هو موضح في شكل ٣٣

١ - الفنشوري.٢ - قرص الحساس. ٣ - مقطع متسع.٤ - مسمار ضبط السرعة البطيئة. ٥ - ثقل توازن.٦ - محور ارتكاز. ٧ - ذراع٨ - ياي ورقي. ٩ - كباس التحكم في كمية الوقود.

موزع كمية الوقود

شكل –٣٤ يوضح بشكل مبسط علاقة موزع الوقود مع مجموعة قياس تدفق الهواء ، والتي تتكون من الأجزاء التالية:

١ - فتحة دخول الهواء.٢ - ضغط التحكم. ٣ - مدخل الوقود.٤ - مخرج الوقود. ٥ - كباس الوقود.٦ - أسطوانة الكباس. ٧ - موزع الوقود.٨ - حساس تدفق الهواء.



شكل –٣٤ أجزاء موزع الوقود مع مجموعة قياس كمية الهواء

www.alkottob.com

طريقة العمل

يعطي وضع القرص الحساس دلالة على كمية الهواء المسحوب بواسطة المحرك، أي أنه يقيس كمية الهواء المسحوبة وتنقل حركة قرص الحساس إلى كباس التحكم في الوقود بواسطة الرافعة (الذراع) فيقوم كباس التحكم بالتحكم في كمية الوقود المحقونة من البخاخات بواسطة حركته في الأسطوانة ومقابلة الشق الطولي للفتحات (٤) ويتحرك الكباس ضد ضغط الوقود أعلاه ويسمى ضغط التحكم وهذا الضغط يأتي من منظم التسخين ويقوم الكباس بغلق أو فتح الشقوق الطولية شكل ٣٦ فتح جزئي أو كامل لتحديد كمية الوقود، وتتعدد هذه الفتحات والشقوق الطولية حسب عدد أسطوانات المحرك ويبلغ عرض الثغرة حوالي mm,٠٢ شكل ٣٥ وتعتمد حركة الكباس على حركة قرص الحساس فإذا كانت حركة قرص الحساس صغيرة تكون حركة الكباس صغيرة وتكون كمية الوقود المحقونة من البخاخات صغيرة كذلك، والعكس صحيح. أي أن كمية الوقود المحقونة تتناسب مع كمية الهواء المسحوبة.

شكل –٣٥أسطوانة وكباس توزيع

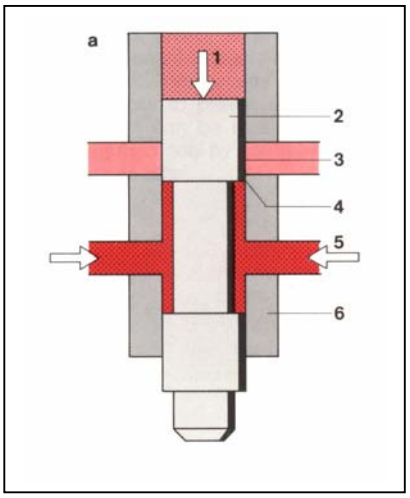
طريقة عمل كباس التحكم في الوقود، مع ملاحظة أن فتحة دخول الوقود هي رقم (٥).

الأجزاء كما هو موضح في شكل ٣٦

١ - ضغط التحكم.٢ - كباس التحكم. ٣ - فتحة التحكم في الجسم لخروج الوقود.٤ - زاوية التحكم. ٥ - دخول الوقود.٦ - جسم الموزع (اسطوانة الكباس).

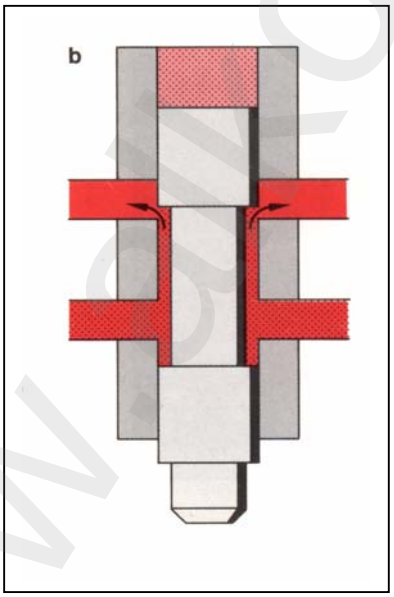
الشكل - ٣٦كباس التحكم إذا وجد في أسفل نقطة له يغلق مراكز الدخول وفتحات الخروج (٣).

www.alkottob.com



شكل –٣٦ كباس موزع الوقود في حالة ألا عمل

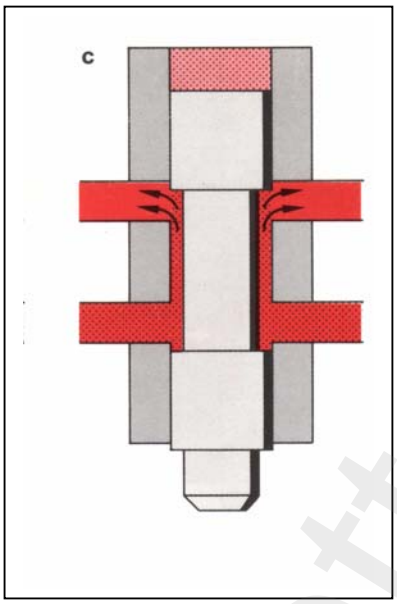
الشكل ٣٦ عند تشغيل المحرك والضغط بعض الشيء على دواسة الوقود يرفع الهواء المشفوط إلى المحرك قرص الحساس وبالتالي تحريك ذراعه الذي يرفع بدوره كباس الوقود (٢) وهذا ما يفتح المجال أمام الوقود للخروج ما بين النقاط (٣و٤) فتحة وزاوية التحكم.



شكل - ٣٧كباس مزع الوقود في حالة العمل الجزئي

www.alkottob.com

الشكل٣٦:إذا ارتفع الكباس (٢) إلى أعلى نقطة له داخل أسطوانة الكباس (٦)، تتسع المسافة ما بين الفتحة (٣) وزاوية التحكم (٤) وتتسرب كمية كبيرة من الوقود باتجاه صمامات البخ الرئيسية والموجودة في رأس المحرك.



شكل – ٣٨كباس موزع الوقود في حالة الحمل الكامل

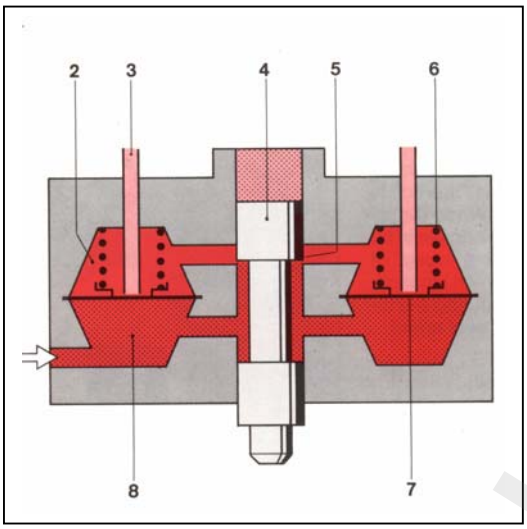
ولتأمين عمل مناسب لكباس التحكم تم الضغط عليه من الأعلى بواسطة ضغط التحكم. ففي حالة ارتجاج المحرك أو رفع القدم عن دراسة الوقود بسرعة يقوم الضغط بدفع كباس التحكم بسرعة مناسبة إلى الأسفل، هذه الطريقة تضمن عملية وصول أو قطع الوقود عن أجزاء البخ.

صمام الضغط الفرقية

تتكون صمامات الضغط على الأجزاء التالية كما هو موضح في : شكل٣٩

١- فتحة دخول الوقود.٢ - الغرفة العليا. ٣ - أنبوب توصيل إلى البخاخ الرئيسي.٤ - كباس التحكم في الوقود. ٥ - زاوية التحكم ومسار الوقود إلى الجزء العلوي.٦ - ياي الغرفة العلوية. ٧ - غشاء مرن (رداخ).٨ - الغرفة السفلية.

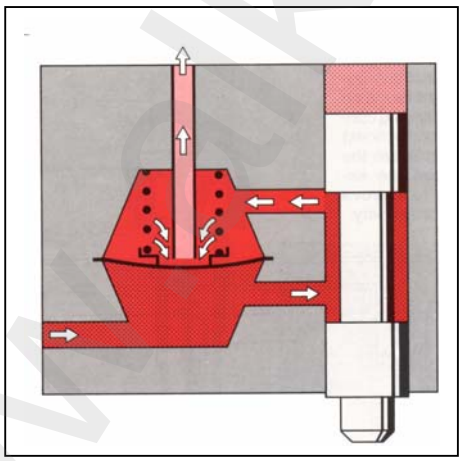
www.alkottob.com



شكل -٣٩)موزع الوقود مع أجزاء الصمامات ألفراقية

طريقة العمل

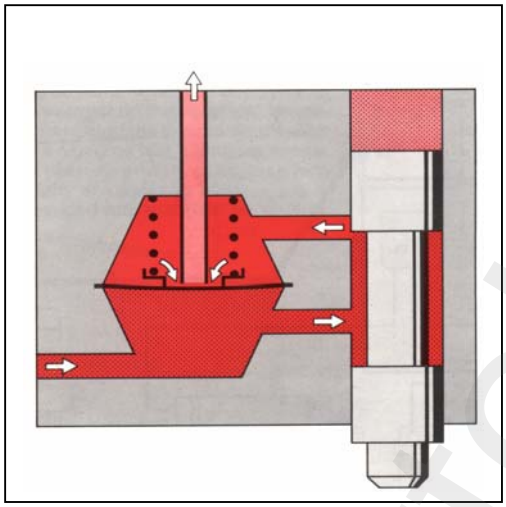
الأشكال التالية توضح الأجزاء الداخلية للموزع كما في شكل٣٩ (أ)، أما الشكل (ب) فيوضح أن كباس التحكم ارتفع بشكل كبير إلى أعلى مما سمح بكمية كبيرة من الوقود للدخول إلى الغرفة العلوية وبذلك يزداد الضغط على الرداخ مما يؤدي إلى زيادة كمية الوقود المتجهة إلى البخاخ الرئيسي في المحرك وذلك عند السرعات العالية مثلاً.



شكل - ٤٠ الصمامات الفراقية في حالة الحمل الكامل

www.alkottob.com

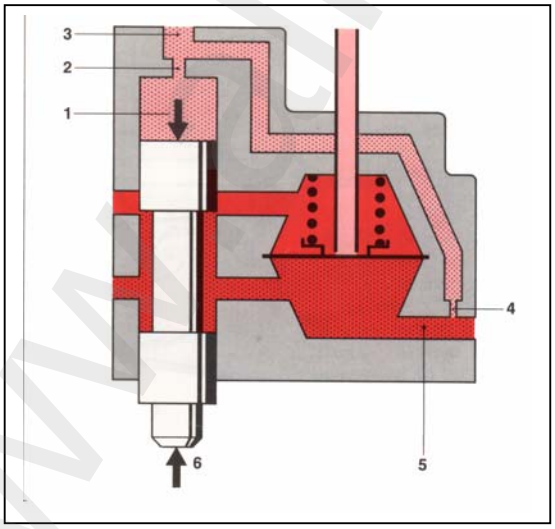
أما الشكل٤١ (جـ) فيوضح أن كمية الوقود الداخلة إلى الغرفة العلوية بالموزع كمية قليلة وذلك حسب ارتفاع كباس التحكم. ونلاحظ أن تأثير الضغط على الرداخ قليل مما يؤدي إلى ضخ كمية قليلة للبخاخ الرئيسي وذلك حسب حاجة المحرك.



شكل -٤١ الصمامات الفراقية في حالة الحمل الجزئي

ضغط التحكم وطريقة عمله

الأجزاء:١ - ضغط التحكم.٢ - قناة التخفيف من حدة الضغط. ٣ - أنبوب اتصال بمنظم التسخين. ٤ - قناة اتصال. (إعاقة) ٥ - فتحة دخول الوقود العام. ٦ - مركز اتصال حساس الهواء بكباس التحكم



شكل -٤٢ دائرة ضغط التحكم

www.alkottob.com

طريقة العمل :

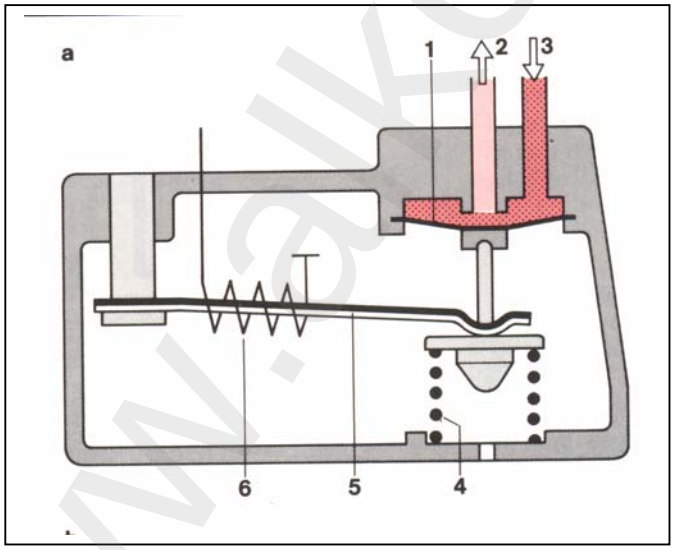
ضغط التحكم يمر في قناة (٤) متصل بالضغط لدائرة الوقود، والقناة (٤) تعتبر همزة وصل بين ضغط التحكم والضغط العام. الأنبوب (٣) يقوم بعملية الوصل بين موزع الوقود ومنظم التسخين. كما هو موضح في الشكل ٤٢

ضغط التحكم في المحرك البارد حوالي (٠,٥ bar)، والضغط يرتفع بارتفاع حرارة المحرك ويصل إلى حوالي (٣,٧ bar). ضغط التحكم يمر في قناة التخفيف من حدة الضغط (٢) رافعاً كباس التحكم إلى الأسفل، هذه الطريقة تمنع بقاء الكباس في مركز واحد لمدة طويلة، حتى إذا رفع السائق قدمه عن دواسة الوقود دفعة واحدة يعود الكباس وبسرعة إلى مركزه الطبيعي غالقاً منافذ الوقود الموجودة في الموزع لكمية الوقود. وفي حالة فقدان الضغط العام على الكباس (١) يتأخر في الهبوط وتكون النتيجة تسرب وقود بكمية كبيرة إلى صمامان البخ الرئيسية وإغراق غرف الاحتراق بالوقود.

منظم التسخين

يتكون منظم التسخين من الأجزاء التالية والموضحة في شكل ٤٣:

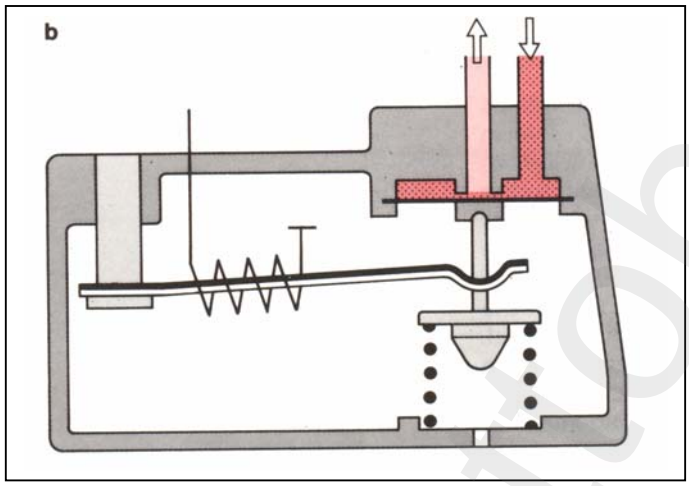
١ -رداخ.٢ - أنبوب توصيل الوقود إلى المنظم الابتدائي٣ - ضغط الوقود القادم من الموزع.٤ - ياي حلزوني. ٥ - ازدواج معدني.٦ - شريط (ملف) تسخين.



شكل٤٣ يمثل منظم التسخين والمحرك بارد.

www.alkottob.com

يمكن الحصول على مخلوط غني لتدفئة المحرك بواسطة منظم التسخين: فعندما يكون المحرك باردا شكل ٤٣أ يعمل منظم التسخين على خفض درجة ضغط التحكم المؤشر فوق كباس التحكم، وينخفض الضغط بدرجة تتناسب مع درجة حرارة المحرك، وبالتالي فإن فتحات المعايرة في الكباس تزيد فتحتها للحصول على مخلوط غني.



شكل -٤٤ منظم التسخين والمحرك ساخن

وتبدأ فترة تدفئة المحرك مباشرة بعد فترة بدء الحركة الباردة.وتقل درجة غني الخليط عندما تزيد درجة حرارة المحرك وذلك حتى لا تزيد كمية الوقود داخل الأسطوانات فيحدث ما يسمى (بالتشريق) مما يؤدي إلى صعوبة بدء الإدارة.

طريقة العمل لمنظم التسخين

المحرك بارد: يضغط المعدني البارد على ياي الصمام الحلزوني إلى أسفل شكل٤٣ جاذباً الغشاء إلى أسفل مما يسمح لضغط التحكم بالتسرب للخزان عن طريق منظم الضغط الابتدائي، فينخفض ضغط التحكم فوق الكباس فيرتفع الكباس إلى أعلى فتكبر فتحات المعايرة في أسطوانة الكباس فتكثر كمية الوقود الذاهبة إلى البخاخات.

المحرك ساخن: شكل ٤٤ب عند وصول التيار الكهربائي إلى منظم التسخين يقوم بتسخين الملف مما يؤدي بعد فترة إلى تسخين الازدواج المعدني فينحني بعيداً عن ياي الصمام فيؤثر الياي بضغطه الكامل على غشاء التحكم فيدفعه إلى أعلى قافلاً فتحة الوقود الراجع مما يرفع ضغط التحكم فوق الكباس فيقل مشوار الكباس وتقل فتحات المعايرة وينخفض الوقود المحقون. ويتراوح زمن عمل هذا

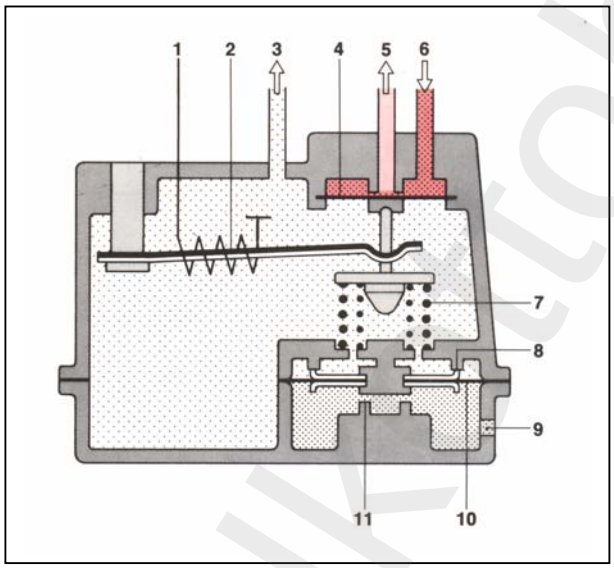
www.alkottob.com

المنظم بين (٦٠ -١٥٠ثانية). حسب درجة حرارة المحرك. ويظل المنظم على هذا الوضع حتى تنخفض درجة الحرارة.

منظم التسخين ذو رداخ الحمل الكامل

يتكون المنضم من الأجزاء التالية والموضحة في شكل ٤٥

١ - ملف تسخين.٢ - معدن مزدوج. ٣ - أنبوب توصيل بمجمع السحب.٤ -قرص الصمام المرن. ٥ - أنبوب الوقود الراجع.٦ - ضغط التحكم. ٧ - ياي الصمام.٨ - مصد علوي. ٩ - فتحة الضغط الجوي.١٠ - قرص مرن (رداخ). ١١ - مصد سفلي.



شكل – ٤٥ أ منظم التسخين ذو رداخ الحمل الكامل

طريقة العمل

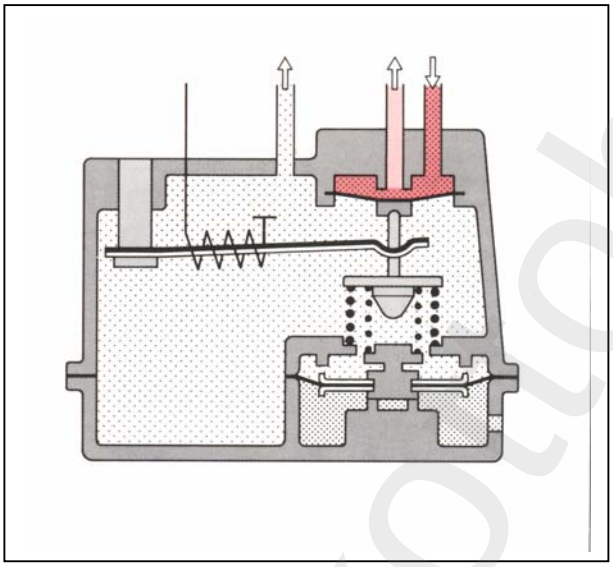
يعمل المحرك عند اللاحمل والحمل الجزئي بخليط يتراوح بين ضعيف وضعيف جداً، حسب نسبة التحميل. ويتم التحكم في درجة غنى الخليط حسب الحمل بتصميم منظم التسخين ذو رداخ الحمل الكامل.

ويستخدم في هذا النوع يايان بدلاً من ياي واحد، الياي الخارجي محمل على غلاف المنظم مثل التصميم السابق.

بينما يحمل الياي الداخلي على رداخ الحمل رقم (١٠)، ويركب رداخ الحمل قاسماً المنظم إلى قسمين معزولين، يوصل الجزء الأعلى منه بسحب المحرك بينما يوصل الجزء أسفل الرداخ بالهواء الجوي وتحدد حركة الرداخ العليا والسفلى بواسطة مصد علوي ومصد سفلي.

www.alkottob.com

وفي حالة اللاحمل والحمل الجزئي يكون انخفاض الضغط في ماسورة السحب كبيراً نظراً للغلق الجزئي لصمام الخانق، ويؤدي ذلك إلى اختلاف الضغط على وجهي رداخ الحمل الكامل فيدفعه الضغط الجوي لأعلى حتى المصد العلوي (٨) ويصبح الرداخ (٤) متأثراً بقوة الياي مما يزيد القوى المؤثرة عليه، وبالتالي يحتاج إلى ضغط أعلى لتحريكه ويؤدي ذلك إلى رفع ضغط التحكم على كباس التحكم في كمية الوقود فيقلل من كمية الوقود في هذا الحالة. (الشكل٤٦).



شكل - ٤٦منظم التسخين ذو رداخ الحمل الكامل

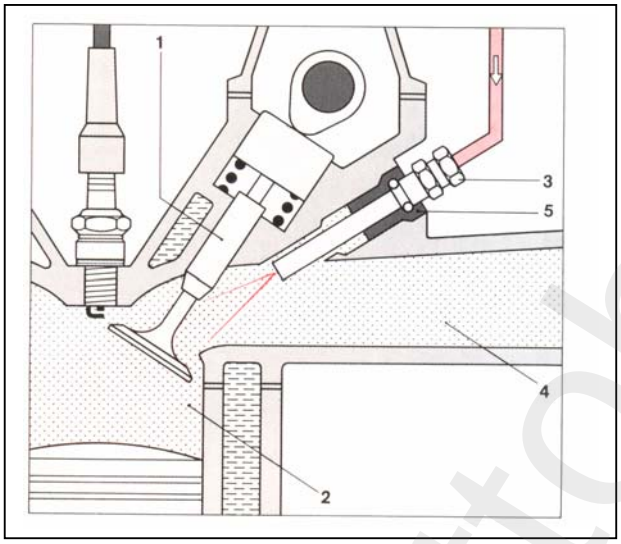
وفي حالة الحمل الكامل شكل ٤٦ (أي أن صمام الخانق فتحاً كاملاً) يكون انخفاض الضغط في مجمع السحب شبه منعدم ويتلاشى اختلاف الضغط على وجهي الرداخ للحمل الكامل فيتأثر بضغط الياي الداخلي فيدفعه الياي الداخلي متمدداً إلى الأسفل مما يضعف تأثير قوة الياي الداخلي المؤثرة على رداخ للمنظم ويؤدي ذلك إلى انخفاض ضغط التحكم والحصول على خليط غني.

تشكيل الخليطِ

تشكيل خليط الوقود يحدث مجمع السحب مقابل فتحة صمام السحب وأسطوانات المحرك. الوقود المحقون بشكل مستمر الآتي من صمامات الحقن يخزن أمام صمامات السحب. عندما يفتح صمام السحب ينشفط الخليط إلى غرفة الاحتراق ويحدث أثناء عملية السحب تحرك سريع للخليط داخل غرفة الاحتراق، الهواء الداخل إلى المحرك يحمل الوقودِ معه في الأسطوانة. يتشكل حينئذ خليط وقودِ قابل للإشعال خلال عملية الإشعال بسبب تأثير الدوامة.الهواء . صمامات حقن الوقودِ تعمل على تشكيل خليط

www.alkottob.com

مذري جيدا مقابل فتحة صمام السحب (الشكل ٤٧).حيث ١ -صماما لسحب ٢ - غرفة الاحتراق ٣ - صمام الحقن ٤ - مجمع السحب ٥مبيت الصمام



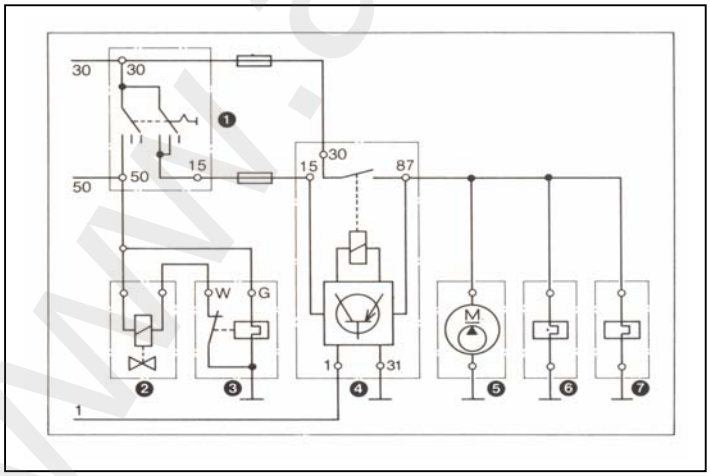
شكل - ٤٧ محلة تشكيل الخليط

الدائرة الكهربائية

الأجزاء كما في الأشكال التالية

مفتاح الإشعال.٢ - بخاخ التشغيل البارد. ٣ - الحساس الزمني الحراري.٤ - مرحل التحكم. ٥ - مضخة الوقود ٦ - منظم السريان الساخن. ٧ - صمام الهواء الإضافي.

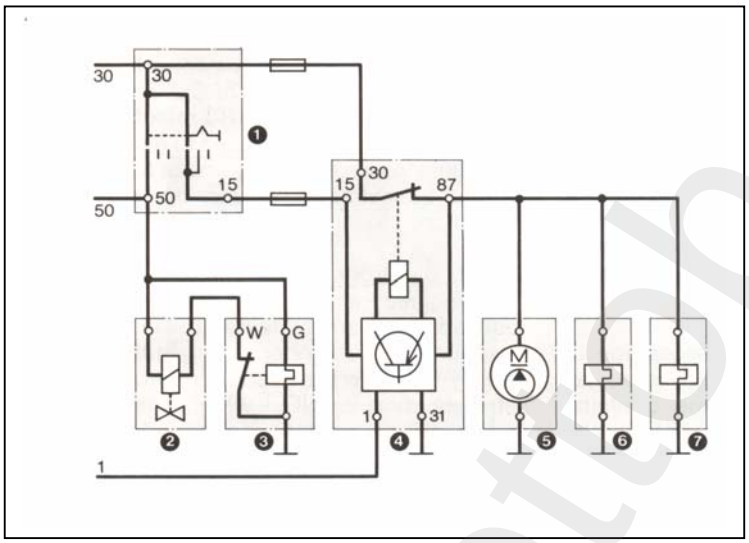
في الرسمة التالية شكل ٤٨ يتبين لنا أن المحرك لا يدور ومفتاح الإشتعال مقفول



شكل –٤٨الدائرة الكهربائية و مفتاح الإشعال مغلق

www.alkottob.com

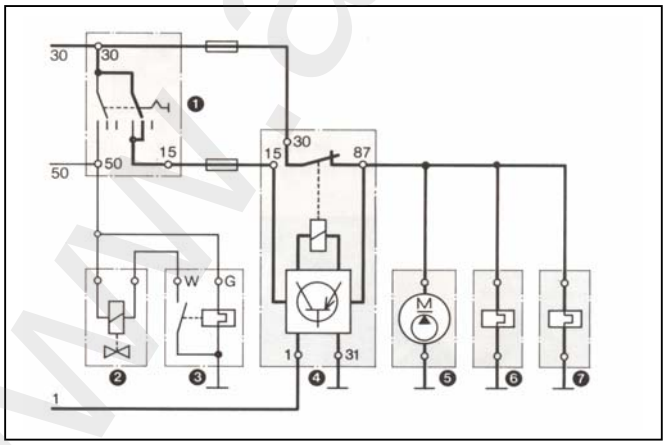
في الرسمة التالية شكل ٤٩ يتبين أن المحرك يدور ولكن لا يستمر في الدوران (أي في وضع التشغيل لوجود تيار في نقطة (٥٠) وإشارة من الطرف (١). يعمل ريليه التحكم على تشغيل طلمبة الوقود وذلك بوصل كل من نقطتي (٢٠) و(٨٧) ببعضها ولا يتم ذلك إلا بتغذية الريلية في استمرارية اتصال نقطة (١٥) بريلية التحكم وكذلك استمرارية الإشارة القادمة من صندوق الاشتعال بريلية التحكم الطرف رقم (١).



شكل –٤٩ الدائرة الكهربائية في حالة بدء الحركة والمحرك بارد

في الرسمة التالية شكل ٥٠ يتبين لنا أن المحرك يدور ومستمر في عملية الدوران.

ونلاحظ استمرارية عمل مضخة الوقود وذلك لاستمرارية اتصال كل من نقطتي (١٥) ونقطة (١) مرحل التحكم.

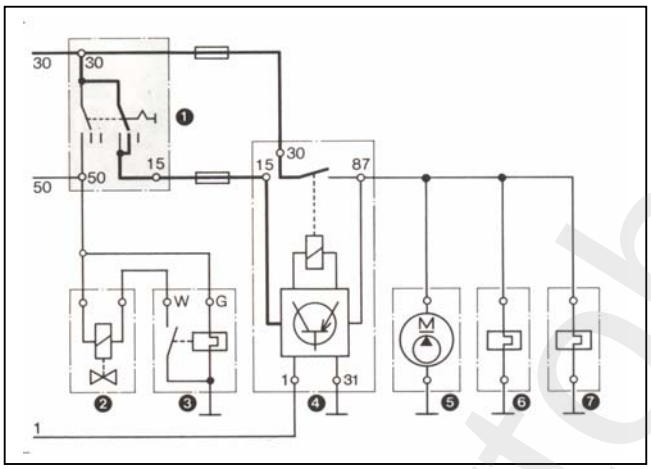


شكل ٥٠ الدائرة الكهربائية والمحرك يدور

www.alkottob.com

في الرسمة التالية شكل٥١ يتبين لنا أن المحرك لا يدور ومفتاح الإشعال مفتوح.

نلاحظ في هذه الرسمة انقطاع التيار عن طلمبة الوقود بعد عملية انقطاع اتصال الطرف (١) في ريليه التحكم قام الريلية بفصل كل من نقطتي (٢٠) و(٨٧) عن بعضهما البعض.



شكل ٥١ لدائرة الكهربائية المحرك لا يدور ومفتاح الإشعال مفتوح.

التحكم في خليط الهواء والوقود

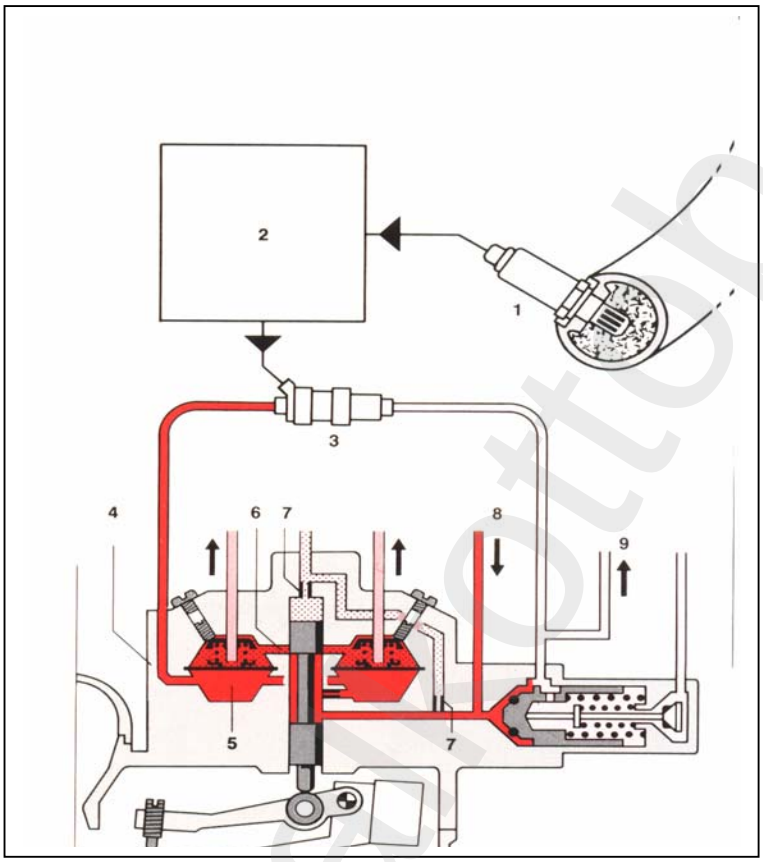
لتهيئة كمية الوقود المحقونة الأفضل نسبة خليط وهي عندما تكون تساوي واحداً فإن الضغط في الغرف السفلية لموزع الوقود (الضغط الابتدائي) تغير فعند تخفيض الضغط تزداد كمية الوقود المحقونة حتى المركبة تخفيض الضغط في تلك الغرف يستخدم صمم تحكم ٣ يوصل بين الغرف السفلية وبين خط رجوع الوقود وتتغير مقدار فتحة الصمام. فعند فتح الصمام ينخفض الضغط في الطرف السفلي عن الضغط الابتدائي وعند غلق الصمام. يصل الضغط في الغرف السفلي إلى قيمة الضغط الابتدائي. وإذا تم فتح وغلق الصمام بسرعة فإن الضغط في الغرف السفلي يتغير حسب النسبة بين زمن فتح الصمام إلى زمن الغلق ـ ويستخدم لذلك الغرض صمام مغناطيسي يسمى صمام التوقيت. يتم التحكم فيه بواسطة النبضات المتبعة من وحدة التحكم في دائرة لامبدا المغلقة شكل ٥٢

www.alkottob.com

الأجزاء كما هو موضح في شكل ٥٢

١ -حساس لمبداء. ٢ - وحدة التحكم ٣ - اصمام التوقيت (التقطيع).

٤ -موزع الوقود. ٥ -الغرفة السفلية ٦ -الغرفة العلوية٧ - منطقة إعاقة ٨ - خط الراجع.



شكل٥٢ دائرة التحكم في خلط الوقود

www.alkottob.com

أنظمة حقنِ الوقودِ إلكتر وميكانيكي ك ـ إي جيترونيك (KE-JETRONIC)

لقد طورت شركة بوش الألمانية نظام الحقن الميكانيكي المستمر K- Jetronic -حيث أدخلت عليه تعديلات عديدة وذلك للحصول على قدرة وكفاءة عالية وكذلك التقليل من نسبه الغازات العادمة الناتجة عن الاحتراق، فلقد تم إدخال وحده تحكم إلكترونية ECU.

حيث تم التحكم في نسبة خلط الوقود بدقة عالية حيث تم إلغاء منظم السريان الساخن واستبدل بمنظم كهرو مغناطيسي يتم التحكم به عن طريق إشارة من وحدة التحكم الإلكترونية وللحصول على شبه خليط جيد في حالة تشغيل المحرك المختلفة فلقد زود النظام بحساس درجة حرارة المحرك لإعطاء إشارة كهربائية لوحدة التحكم الإلكترونية وكذلك زود النظام بحساس العادم (لمبدا) لإعطاء إشارة لوحدة التحكم الإلكترونية عن نسبة العادم الخارجة وكذلك زود النظام بمفتاح كهربائي وضع على صمام الخانق لإعطاء إشارة كهربائية لوحدة التحكم الإلكترونية عن وضع فتح الخانق وكذلك زود النظام بمقاومة متغيرة (لقياس فرق الجهد) حيث وضعت على ذراع قرص حساس الهواء لإعطاء إشارة لوحدة التحكم الإلكترونية عن كمية الهواء المسحوب إلى غرفة الاحتراق.

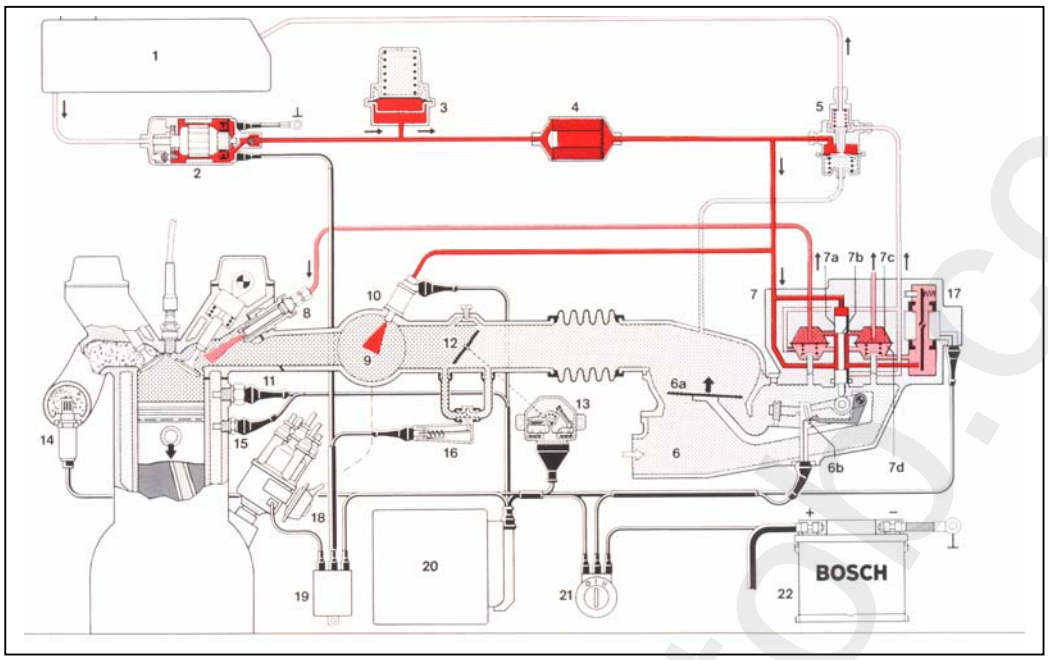
وبإضافة وحدة التحكم الإلكترونية لمعالجة المعلومات القادمة من الحساسات المختلفة السابق ذكرها حيث ترسل وحدة التحكم الإلكترونية إشارة إلى منظم الكهرومغناطيسي حيث يتم تحكم بضغط الدائرة إلكترونيا مما أعطى سرعة استجابة لحالات المحرك المختلفة حيث أطلق على هذا النظام باسم KE - Jetronic.

أساسيات النظام والاختلافات الرئيسية مع نظام الحقن الميكانيكي ك ـ جيترونيك

يكون نظام الحقن الميكانيكي ك - جترونيك القاعدة الأساسية لنظام ك - إي جيترونيك (الشّكل٥٣ هذا النّظامِ يعتمد على وحدة التحكم في العمل.

المكونات:١ - خزان الوقود٢ - المضخة الكهربائية٣ - معدل الوقود٤ - مرشح الوقود٥ - منظم الضغط الابتدائي ٦ - حساس تدفق الهواء –٦أ– قرص الحساس، ٦ب - مقاومة متغيرة، ٧ - موزع الوقود ٧أ - مكبس التحكم، ٧ب -حافة التحكم ٨ - صمام حقن الوقود (البخاخ)، ٩ -مجمع السحب، ١٠ - بخاخ التشغيل على البارد١١ - مفتاح زمني حراري، ١٢ - صمام الخانق، ١٣ -مفتاح صمام الخانق، ١٤ - حساس لمبدا، ١٥ - حساس درجة حرارة المحرك، ١٦ - صمام الهواء الإضافي، ١٧ - مشغل الضغط الكهروهيدروليك - ١٨ - موزع الإشعال، ١٩ مرحل تحكم، - ٢٠ -وحدة التحكم الإلكترونية، ٢١ - مفتاح التشغيل٢٢ - البطارية.

www.alkottob.com



شكل٥٣ مخطط متكامل لدائرة نظام ك -إي جتروني

من الوظيفةِ الأساسية، ك - إي جيترونيك يعتمد في قياس كمية الوقودِ على كمية الهواء الداخلة إلى المحرك. بالمقارنةِ بنظامِ ك - جيترونيك ، نظام ك - إي جيترونيك يعتمد في تشغيله على بيانات الحساسات التي تعالج من قبل وحدة التحكم. هذه الوحدة تتحكم في مشغل الضغط الكهروهيدروليكي، الذي يكيف كمية الوقود المحقونة كما تتطلبه شروط التشغيل المتعددة.

-فوائد نظام ك - إي جيترونيك مقارنة مع ك - جيترونيك

لنظام ك - إي جيترونيك أربعة فوائد رئيسية على نظيره ك - جيترونيك وهي:

١ -استهلاك وقود منخفضِ
٢ -التكيف مع عوامل تشغيل المحرك
٣ -نفايات أنظف (خالي من الملوثات)
٤ -قدرة عالية لكل لتر من الوقود

www.alkottob.com

الإضافات الموجودة في نظام ك - أي جترونيك

١ - إدخال وحدة تحكم إلكترونية ECU

٢ - وضع منظم كهرومغناطيسي بدلاً من منظم السريان الساخن.

٣ - حساس درجة حرارة المحرك.

٤ - حساس "لمبدا".

٥ - ربلات مرتكز عليها المكبس.

٦ - حساس صمام الخانق.

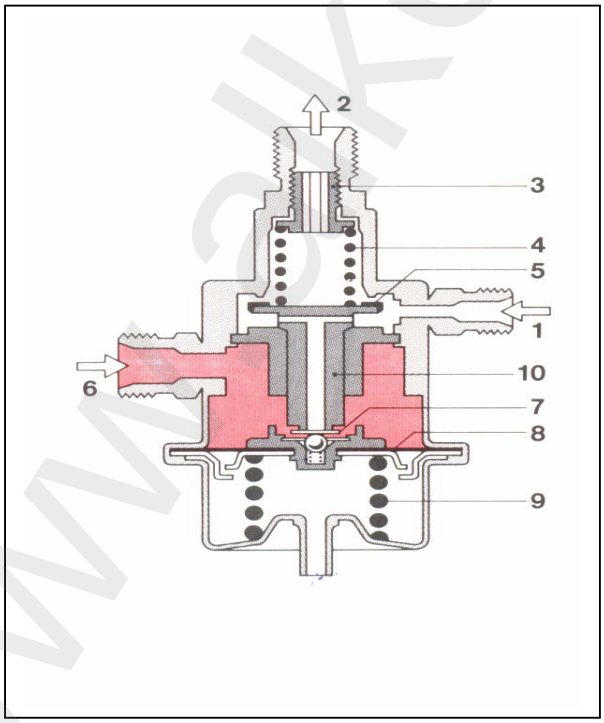
٧ - ياي فوق المكبس.

٨ - وضع مقاومة متغيرة (لقياس فرق الجهد).

٩ - حساس السرعة المحرك.

١٠ - فصل منظم الضغط عن موزع الوقود.

منظم الضغط الابتدائي يتكون من الضغط الابتدائي من الأجزاء التالية كما هو موضح في شكل ٥٤ -١ خط الراجع من الموزع.٢ - خط الراجع إلى الخزان.٣ - مسمار الضبط.٤ - ياي مضاد.٥ - قاعدة ياي متحركة.٦ - مدخل الوقود.٧ - قاعدة صمام.٨ - رداخ.٩ - ياي التحكم.١٠ - جسم الصمام.



شكل -٥٤ منظم الضغط

www.alkottob.com

من مهام عمل منظم الضغط الابتدائي المحافظة على الضغط داخل النظام بشكل ثابت وبالمقارنة فهو يختلف عن منظم السريان الساخن في ك - جترونيك الذي ينظم ضغط التحكم الذي يعمل بواسطة الحرارة أما في هذا النظام الهيدروليكي يعمل بنظرية اختلاف الضغوط على الكباس وعمله يشابه عمل منظم الضغط الابتدائي في ك – جترونيك وعليه فإنه سوف يبقى ضغط النظام ثابتاً حتى مع وجود اختلاف الضغط في مواسير سحب الهواء كما أنه يبقى الضغط ثابتاً مع زيادة كمية الوقود القادمة من المضخة أو الذاهبة إلى صمامات الحقن.

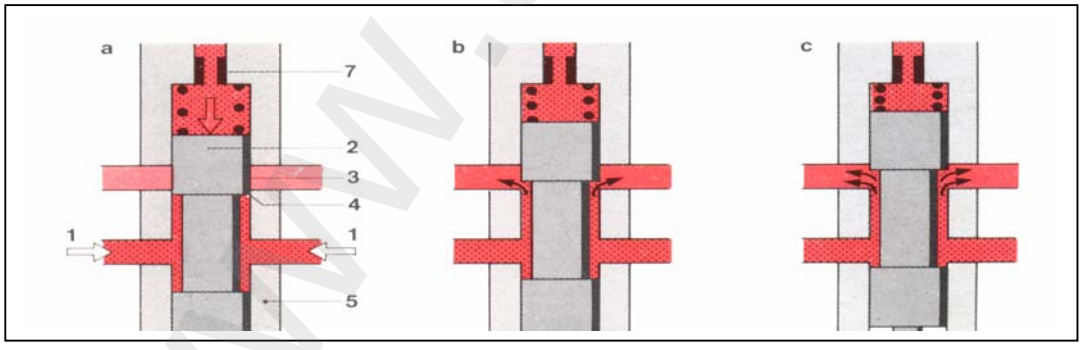
طريقة عمله:

عندما تعمل المضخة يبدأ الوقود بالدخول من مدخل رقم ٦ ويبدأ الضغط بالارتفاع ويضغط على الرداخ رقم ٨ إلى أسفل بينما الياي المضاد رقم ٤ يضغط على جسم الصمام ١٠ وذلك تبعاً لحركة الرداخ إلى أسفل وبعد التحرك مسافة قصيرة يتوقف جسم الصمام عن الحركة نتيجة لانتهاء المشوار المحدد وبذلك يبدأ عمل منظم الضغط ويرجع الوقود إلى الخزان من خلاق قاعدة الصمام ٥ وعند إطفاء المحرك تتوقف مضخة الوقود عن العمل نتيجة لذلك ينخفض الضغط داخل الدائرة ويبدأ قاعدة الصمام المحركة في التحرك إلى أعلى دافعة الياي المضاد ٤ حتى تغلق قاعدة الصمام ٥ عند ذلك يمنع أي انخفاض في ضغط الوقود.

يتكون موزع الوقود من العناصر التالية

١ - دخول الوقود٢ - كباس التحكم ٣ - الشق الطولي ٤ - حافة التحكم ٥ -اسطوانة ٦ - قاعدة

أحكام ٧ - صمام إعاقة. a - تمثل المحرك لا يعمل b – تمثل الحمل الجزئي c - تمثل الحمل الكامل.



شكل ٥٥ مراحل عمل موزع الوقود

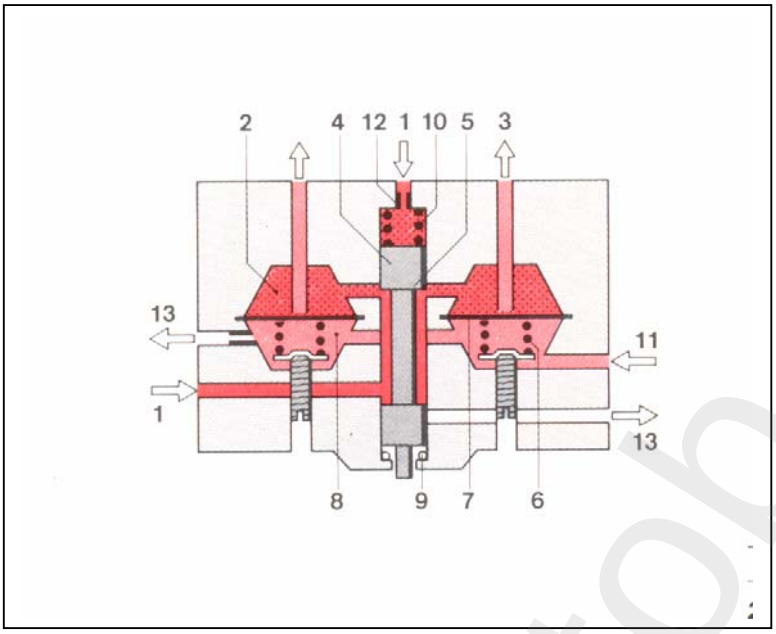
www.alkottob.com

بناء على تأثير حركة قرص حساس الهواء يقوم موزع الوقود بتحديد كمية الوقود المحقونة.
كما أن حركة ميزان الحساس تمثل كمية الهواء المسحوب بواسطة المحرك. إن حركة ميزان الحساس تنتقل إلى كباس التحكم بواسطة روافع والذي يتحكم في كمية الوقود معتمداً على حركته داخل أسطوانة (٥).يقوم المكبس (٢) بالتحكم في مقدار الفتحات العلوية (٣) لذا تنساب الوقود من الجزء المفتوح من الشقوق إلى صمامات فرق الضغط (الغرف العلوية) ثم إلى الصمامات (البخاخ) وتتناسب حركة المكبس مع حركة الميزان الحساس طردياً فكلما كانت حركة الميزان الحساس قليلة فإن الكباس يرتفع قليلاً وبالتالي يفتح جزء قليل من الفتحات العلوية كممرات للوقود، وعندما يرتفع الكباس إلى الأعلى أكثر يفتح جزء أكبر من الشقوق الطولية وتنساب قدر أكبر من الوقود إلى صمامات فرق الضغط (الغرف العلوية) أي أن هناك علاقة خطية بين حركة ميزان الحساس والجزء المفتوح من الشقوق الطولية. ويؤثر ضغط التحكم على رأس الكباس وهي قوة تضادها قوة أخرى على أسفل الكباس بواسطة حركة ميزان الحساس ومن وظائف ضغط التحكم جعل الكباس يتبع حركة الميزان الحساس ويلامسه.
كما يستخدم النابض (٨) لنفس الغرض وكذلك يمنع الكباس من التعليق أثناء إطفاء المحرك وبهذه الطريقة أمكن التحكم في الضغط الابتدائي بشكل صحيح ودقيق . .وعند إطفاء المحرك يقوم ضغط التحكم بالضغط على رأس الكباس مع القابض مما يساعد في إحكام الضغط وعدم تسرب الوقود ومنع التآكل بين الكباس.

صمامات فرق الضغط

تقوم صمامات فرق الضغط الموجودة في موزع الوقود بإحداث انخفاض في الضغط على الشقوق الطولية حيث توجد علاقة خطية بين حركة الميزان الحساس وكمية الهواء المسحوب إلى المحرك فمضاعفة كمية الهواء تعني مضاعفة كمية الوقود المحقونة بواسطة مكبس التحكم لكي يكون الضغط ثابتاً لابد من إحداث فروق ضغط على الشقوق الطولية وذلك باستخدام صمامات فرق الضغط (شكل٦ ٥) وصمامات فرق الضغط هذه تحدث فرق ضغط ثابتاً بين الغرف العلوية والغرف السفلية . وصمامات فرق الضغط من نوع ذو القاعدة المسطحة وتركيب في موزع الوقود . وهي موزعة على عدد الشقوق الطولية ويفصل الغرفة العلوية عن السفلية

www.alkottob.com



شكل ٥٦ صمامات فرق الضغط

المكونات

١ - دخول الوقود ٢ - الغرفة العلوية ٣ - الخط الذاهب إلى صمامات الحقن ٤ - كباس التحكم ٥ - حافة التحكم ٦ - نابض الصمام ٧ - رداخ الصمام ٨ - الغرفة السفلية ٩ - قاعدة إحكام ١٠ - نابض الضغط ١١ -الوقود من المنظم الهيدروكهربائي ١٢ - صمام إعاقة ١٣ - خط الرجوع .

غشاء مرن انظر الشكل (٥٦) وتوصل الغرف السفلية داخلياً مع منظم الضغط الهيدروكهربائي وقاعدة الصمام مركبة في الغرف العلوية وجميع الغرف العلوية موصلة بالشقوق الطولية ومتطابقة مع خطوط الحقن ومفصولة عن بعضها تماماً ويحدد فرق الضغط على الشقوق الطولية بواسطة قوة النابض المركبة في الغرف السفلية. فإذا زاد الوقود المنساب إلى الغرف العلوية من خلال الشقوق الطولية ينحني الغشاء المرن إلى أسفل .

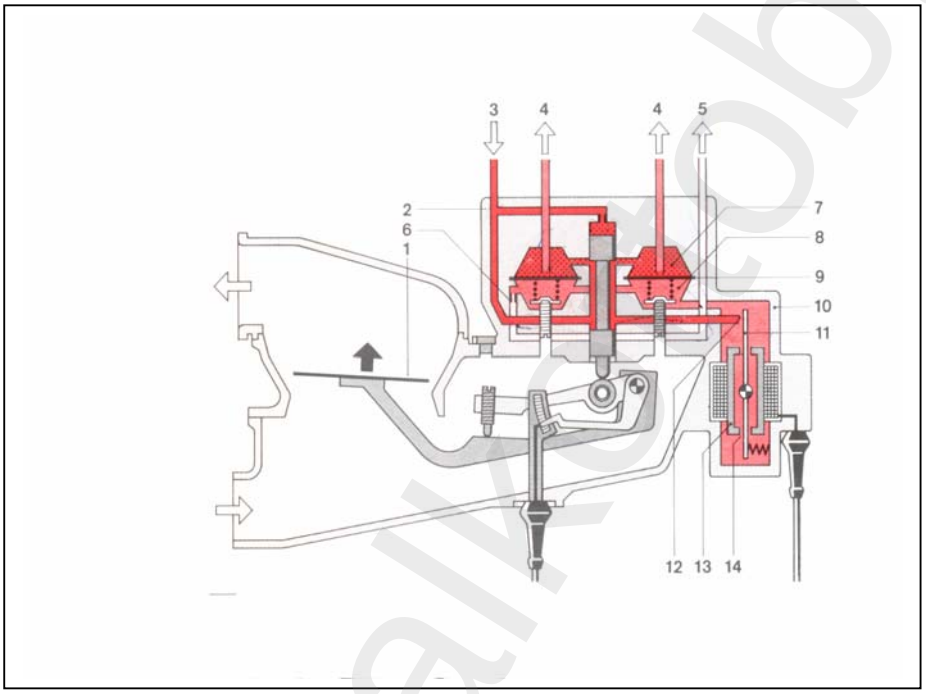
منظم الضغط الهيدروكهربائي Electro - hydraulic pressure actuator

اعتماداً على ظروف تشغيل المحرك المختلفة والإشارة المرسلة من وحدة التحكم الإلكترونية ECU فإن منظم الضغط الهيدروكهربائي يغير الضغط في الغرف السفلية لصمامات فرق الضغط وهذا التغير هو الذي يحدد كمية الوقود المحقونة بواسطة الصمامات.

www.alkottob.com

تصميمه

صمم منظم الضغط الهيدروكهربائي بحيث يركب على موزع الوقود كما هو موضح في الشكل٥٧ صمم بداخله شريحة (١١) تحرك بواسطة جذب المغناطيس (١٣) الذي ينتج عن قطبين متقابلين يتحكمان في حركة الشريحة على حسب قوة الإشارة المرسلة من وحدة التحكم ECU وهذا النوع من التصميم يكون الاحتكاك فيه بين الأجزاء معدوما وصممت الشريحة بحيث تركب على طريق الوقود إلى الغرف السفلية لكي تزيد أو تضيق فتحة الدخول مما يسبب خفضاً أو رفعاً للضغط في الغرف السفلية لصمامات فرق الضغط.



شكل - ٥٧ المنظم الهيدروكهربائي

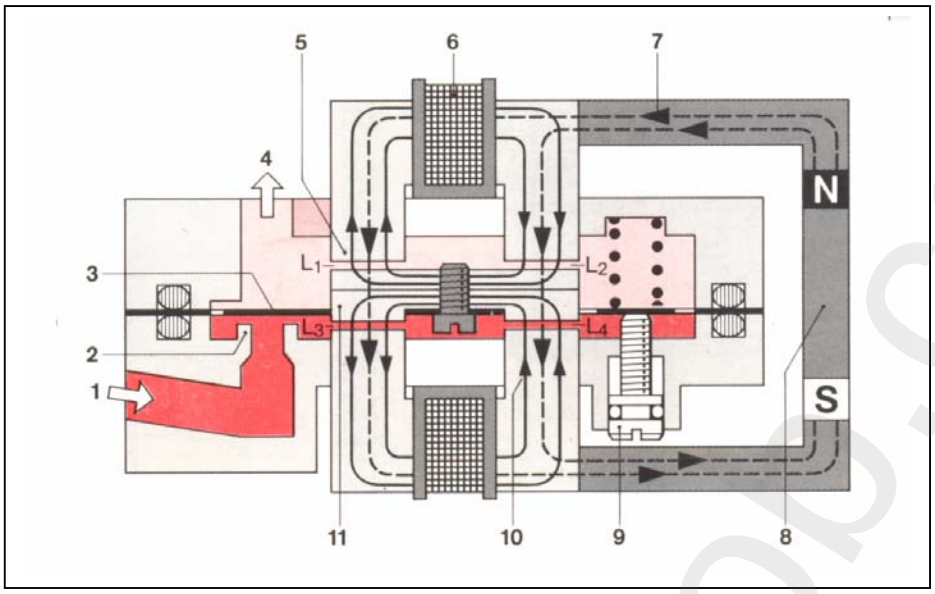
www.alkottob.com

طريقة عمله FUNCTION

إن التدفق المغناطيسي للمغناطيس الدائم ٧ والمغناطيس الناتج عن الإشارة القادمة من وحدة التحكم والذي يتولد في الملف رقم ٦ تضاف وتضاد مع بعضها في قطب المغناطيس رقم ٥ وهناك ثغرات وهي L2 - L3 المغناطيس الدائم يدور حول القطب بزاوية ٩٠° بدور حول المركز البؤري ثم يأخذ طريقه خلال القطبين المغناطيس الكهربائية رقم ٥ المتساويتان في الطول والمواصفات. فإذا أرسلت إشارة من الوحدة الإلكترونية إلى الملف المغناطيسي رقم ٦ فإن تدفق المغناطيس المتكون على قلب الملف رقم ٥ إما أن يكون مضافاً إلى تدفق المغناطيس الثابت وإما أن يكون مضاداً له فإذا كان تدفق المغناطيس الثابت مع تدفق المغناطيس الكهربائي كما في الرسم في الجهة العليا اليمنى والجهة اليسرى السفلى فإن مغناطيس القطبين تكون قوية الآخرين حقيقيين لأنهما متضادان مع تدفق المغناطيس الثابت وبالتالي فإن الشريحة مثبته على قطعة معدن رقم ١١ من جهة اليمن إلى أعلى واليسار إلى أسفل التي زاد به محدثا تقارب الثغرتين L2 , L3 وتقل بذلك فتحة دخول الوقود فيكبر الضغط في الغرف العلوية وتنساب كمية وقود أكبر إلى الحاقنات ويكون قوة جذب المغناطيس ضد الياي رقم ١٢ ويكون هناك تناسب طردي بين قوة المغناطيس للشريحة وبين قوة الإشارة المرسلة من الوحدة وبالتالي مع كمية الوقود فيكبر الضغط في الغرف العلوية وتنساب كمية وقود أكبر إلى الحاقنات ويكون قوة جذب المغناطيس ضد الياي رقم ١٢ ويكون هناك تناسب طردي بين قوة المغناطيس للشريحة وبين قوة الإشارة المرسلة من الوحدة وبالتالي مع كمية الوقود إذا لم ترسل الوحدة أل إلكترونية أي إشارة إلى المنظم الهيدروكهربائي وذلك يعني عطلاً بالوحدة وفي هذه الحالة يقوم الجزء المخصص للطوارئ بالوحدة الإلكترونية المعروف بـ (Limp home) بتشغيل النظام إلى أقرب مركز صيانة بدون أي اعتبار لنسبة الخليط أو كمية الحقن... الخ.

وإذا انعكست قطبيه تيار التحكم فسوف يجذب المغناطيس الشريحة بعيداً عن الفتحة رقم ١٢ شكل ٥٨ وبذلك سوف ينخفض الضغط إلى جزء من المئة من البار في الغرف العلوية وهذا يستخدم كنظام مساعد مثل قطع الوقود عند السرعات العالية للمحرك.

www.alkottob.com



شكل - ٥٨المنظم الكترو هيدرولك

المكونات

١ -دخول الوقود ٢ - فتحة (فوهة)٣ -قرص مرن ٤ - مخرج الوقود ٥ -مجال مغناطيسي ٦ - ملف مغناطيسي كهربائي ٧ - تدفق المغناطيسية الدائمة ٨ – مغناطيسية دائمة ٩ -مسمار ضبط ١٠ - تدفق المغناطيسية الكهربائية ١١ - قطعة معدنية (حافظة مغناطيس)

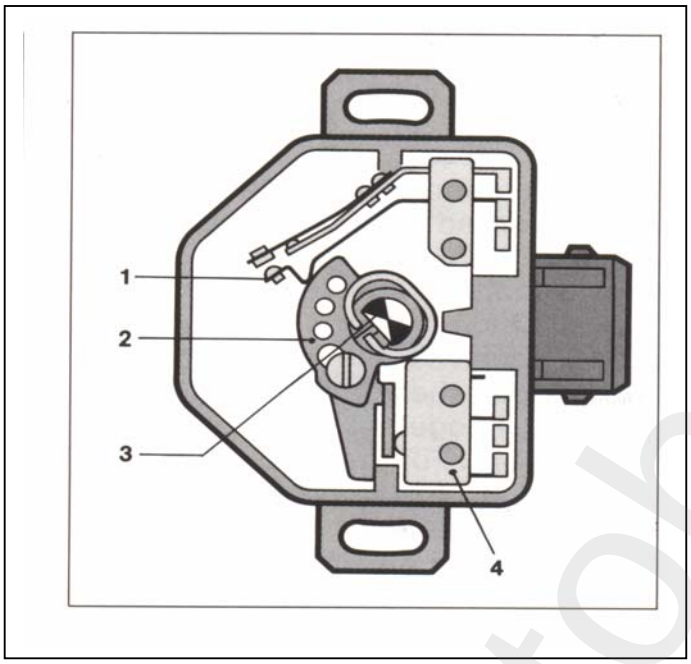
مفتاح صمام الخانق

يرسل مفتاح صمام الخانق إشارة إلى الوحدة الإلكترونية لتحديد مقدار زاوية الخانق في سرعة اللاحمل والحمل الكامل ويركب على جسم الخانق ويعمل بواسطة عمود صمام الخانق ويركب على العمود كامة لا مركزية حيث تعمل على فصل ووصل نقاط التلامس.

❖ **الأجزاء: -**

١ - نقاط تلامس للحمل الكامل. ٢ - كامة ٣ - عمود صمام الخانق. ٤ - نقاط تلامس السرعة البطيئة.

www.alkottob.com



شكل - ٥٩ مفتاح صمام وضع الخانق

طريقة العمل :عندما يتحرك الخانق يحرك معه عمود صمام الخانق. وبالتالي يحرك الكامة اللامركزية كما هو موضح باالشكل٥٩

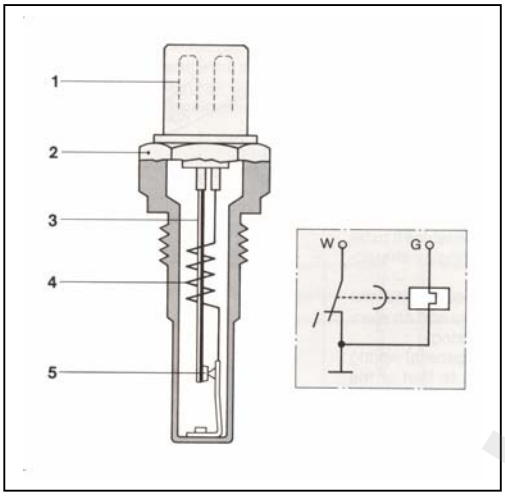
فعندما يتحرك إلى أعلى يتم توصيل نقاط التلامس لتوصيله الحمل الكامل.وعند تحركه إلى أسفل يتم توصيل نقاط التلامس لتوصيله السرعة البطيئة.هناك فترة من حركة الكامة لا تؤثر فيها على أي من التوصيلتين تعتبر هذه الفترة هي فترة الحمل الجزئي.

مفتاح الزمني الحراري Thermo Time switch

يحدد هذا المفتاح فترة عمل صمام التشغيل على البارد طبقاً لدرجة حرارة المحرك والشكل ٦٠ يوضح أجزاء المفتاح الزمني الحراري.

الأجزاء ١ - توصيله كهربائية.٢ - وصلة مسدسة٣. - ريشة من معدن خفيف (ازدواج معدني). ٤ - ملف تسخين.٥ - نقطتا توصيل.

www.alkottob.com



شكل – ٦٠ مفتاح زمني حراري

وظيفته

يقوم بالتحكم في صمام التشغيل على البارد.

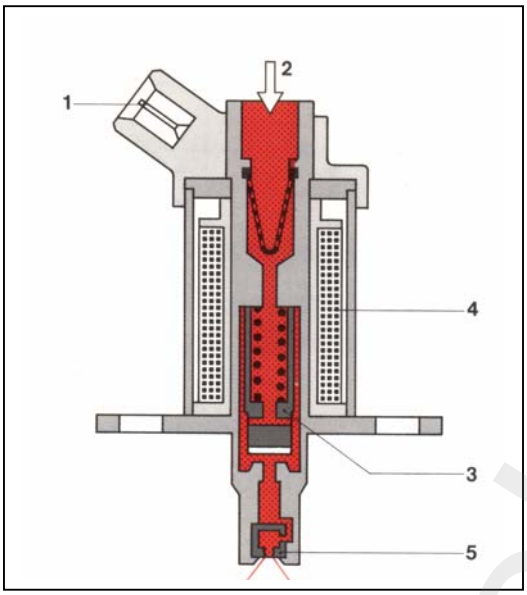
حيث يتكون من شريحة ثنائية المعدن تعمل على قفل وفتح نقاط التلامس ٥ حسب درجة حرارة المحرك وعند فتح مفتاح الاشتعال وإدارة بادئ الحركة. ويركب في دائرة التبريد ليحس درجة حرارة المحرك وخلال عملية التشغيل على البارد، يحدد المفتاح الزمني فترة تشغيل الصمام وفي حالة إعادة التشغيل أو طول فترة التشغيل والمحرك بارد فإن المفتاح يسبب في جعل الصمام يحقن وتحدد فترة تشغيله بواسطة قوة المحرك وحرارة الناتجة عن مرور التيار وكلاهما ضروريان لضمان تحديد فترة عمل صمام التشغيل على البارد تحت كل الظروف ولكي تحمي المحرك من الإغناء.

وخلال التشغيل الفعلي لصمام التشغيل على البارد تكون الحرارة الناتجة عن تسخين المعدن الثنائي مسؤولة عن فتح الدائرة الكهربائية ومثال على ذلك: إذا كانت درجة حرارة المحرك > -٢٠ فإنه بعد ٧,٥ ثانية سوف يفتح الدائرة ويتوقف عمل التشغيل على البارد ودرجة حرارة المحرك تجعله يبقى فاتحاً لضمان عدم تشغيل الصمام.

صمام التشغيل على البارد cold - start valve

الأجزاء :١ - فيشة توصيل.٢ - مدخل الوقود. ٣ - عض استنتاج مغناطيسي.٤ - لفائف مغناطيسية. ٥ - إبرة البخ .

www.alkottob.com



شكل - ٦١ صمام التشغيل الب ارد

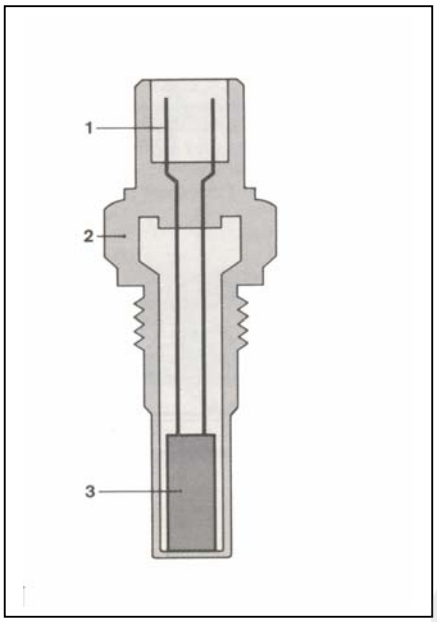
يعمل الصمام بواسطة ملف كهرومغناطيسي ٤ مركب بداخله كما هو موضح في شكل ٦١ ففي حالة اللاعمل العضو المتحرك رقم ٣ يسبب إغلاق فتحة الصمام وفي حالة العمل يمر التيار في الملف رقم ٤ يرتفع العضو المتحرك من القاعدة ٥ ويسمح بمرور الوقود إلى فتحة الصمام الحلزونية مسببة دوارانها وهذا يؤدي إلى حقن الوقود جيداً في مجمع السحب وإغناء الخليط ويركب في موقع مناسب بحيث يتوزع الخليط على جميع الأسطوانات خلال السحب.

حساس درجة حرارة المحرك Engine Temperate sensor

إن درجة حرارة المحرك تقاس بواسطة حساس درجة الحرارة الموضح في شكل ٦٢الذي يزود بدوره وحدة التحكم الإلكترونية ECU بإشارة كهربائية يركب حساس درجة الحرارة في كتلة الأسطوانات في مجاري مياه التبريد. و ترسل الإشارة إلى الوحدة ECU عند ذلك تقوم الوحدة بالتحكم في منظم الضغط الهيدروكهربائي والذي بدوره يتحكم في كمية الوقود المحقونة إلى الأسطوانات أثناء التشغيل على البارد والتسخين. وهو عبارة عن مقاومة من نوع NTC Negative Temperature Cofficient وهذه المقاومة تقل عندما ترتفع درجة حرارة المحرك.

يتكون من :١ -مقبس الحساس ٢ - جسم الحساس ٣ - مقاومة NTC

www.alkottob.com



شكل –٦٢ حساس درجة حرارة المحرك

- **إغناء الخلط أثناء تسخين المحرك**

يحتاج المحرك أثناء تسخينه إلى كمية إضافية من الوقود اعتماداً على درجة الحرارة والحمل وسرعة دوران المحرك.

يقوم حساس درجة حرارة المحرك بإرسال إشارة إلى الوحدة الإلكترونية حيث تقوم بتحليل هذه الإشارة وإرسالها إلى منظم الضغط الهيدروكهربائي عند ذلك أمكن تهيئة الخليط بما يتناسب ووضع المحرك وهو إغناء الخليط فترة التسخين في أقل فترة ممكنة.

- **إغناء الخليط أثناء التسارع**

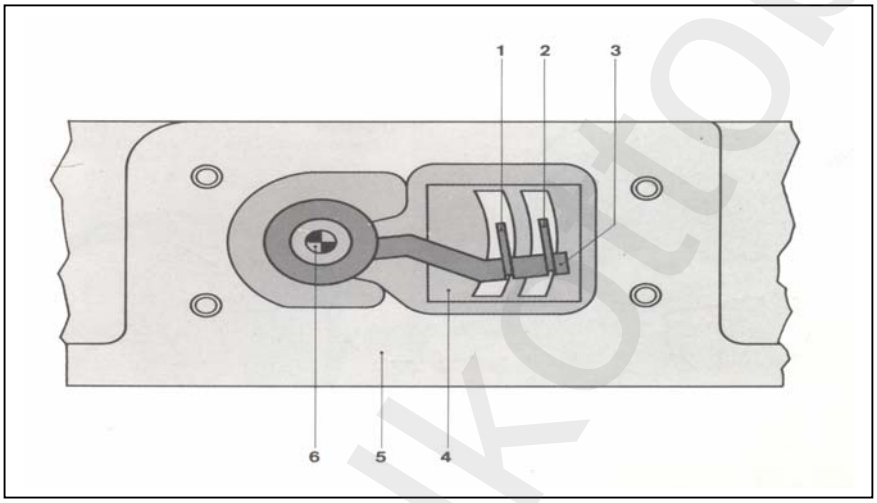
خلال التسارع في نظام KE يقنن وقود إضافي إلى المحرك ما دام بارداً. إذا كانت فتحة الخانق صحيحة فإن الخليط يكون فقيراً إلى حد ما ولذلك يحتاج إلى إغناء لفترة قصيرة للحصول على سرعة استجابة ونتيجة لتغير الإشارة القادمة من حساس الخانق فإن الوحدة الإلكترونية تحدد وضع التسارع وعليه يتم إغناء الخليط وهذه يمنع أن يكون الخليط فقيراً وعندما يكون المحرك بارداً يحتاج إلى إغناء إضافي للخليط وذلك بسبب أن الخليط ليس جيداً بسبب التصاق جزء من الوقود على جدران مجمع السحب ويكون أعلى درجة للإغناء أثناء التسارع عندما تكون درجة حرارة المحرك < ٨٠مْ وخلال فترة تقدر بثانية واحدة. وتكون أيضاً أعلى عندما يكون المحرك بارداً و تعتمد على نوع الحمل وعند الضغط

www.alkottob.com

على دواسة البنزين فإن وضع حساس الهواء يتحرك بالتناظر مع حركة حساس الخانق والتي تناظر التغير في كمية الهواء المسحوب وبالتالي يغير من قدرة المحرك وهذا التغير يرصد بواسطة مقياس فرق الجهد POTENTIOMETER المركب على حساس الهواء شكل ٦٣حيث يرسل الإشارة إلى الوحدة ECU والتي بدورها يتحكم في المنظم الهيدروكهربائي بما يناسب الحالة وعلى هذا لن يكون الخليط فقيراً.

حساس مقياس فرق الجهد

يصنع حساس فرق الجهد من مادة السيراميك ويركب على حساس الهواء ويكون معزولاً عنه كما بالشكل ٦٢ ويتكون من فرش متحركة ١، ٢ وقرص مقياس فرق جهد ٤ ومبيت للحساس رقم ٥ وعمود قرص الحساس رقم ٦ ذراع حامل الفرش ٢.



شكل ٦٣ حساس فرق الجهد لقياس تدفق الهواء

طريقة عمله

تتحرك الفرش خلال مقياس فرق الجهد وتتكون الفرش من عدد من الأسلاك الدقيقة لجودة التوصيل وهي مثبته مع الذراع بحيث تكون جيدة التوصيل وذراع مقياس فرق الجهد ٣ ملامس لعمود قرص حساس الهواء ولكنه معزول كهربائياً عنه على التيار موصل الحدبة رقم ٢ أي أن ٢ تيار تغذيه و١ للقياس وصممت الحدبات لتتعدى المجرى المحدد في كل اتجاه وذلك تلافياً للأضرار عند حدوث إشعال خلفي Back fire وأيضاً وضع مقاوم شريطي ثابت مركب على الحدبه لمنع حدوث دائرة قصر.

www.alkottob.com

صممت الحدبة لتتعدى نهاية المجرى المحدد في كل اتجاه إلى أعلى أو أسفل. لمنع أي ضرر أو تلف عندما يحدث إشعال خلفي أو ترددي في مجمع السحب. نتبعه لحركة القرص الحساس إلى أعلى أو أسفل فجائياً وبقوة تتعدى حركة المحددة له.

وضع مقاوم شريطي ثابت مركباً على حدبه الفرش لمنع أي تلف عند حدوث دائرة قصر أو أي تلامس.

- **إغناء الخليط أثناء الحمل الكامل**

يعطي المحرك أكبر قدرة أثناء الحمل عند ذلك يجب إغناء الخليط أكثر مقارنة بالحمل الجزئي للتباين بين قلة استهلاك الوقود ونواتجه في الحمل الجزئي فإن الحمل الكامل يحتاج إلى إغناء الخليط ويجب أن يكون مبرمجاً مع عدد لفات المحرك.و تعطي استهلاكاً أمثل للوقود خلال الحمل الكامل كما أن نظام KE يغني الخليط خلال سر عات المحرك ١٥٠٠ إلى ٣٠٠٠ إلى ما فوق ٤٠٠٠ لفه/د. وترسل إشارة الحمل الكامل من حساس صمام الخانق أو بواسطة مفتاح المفتاح الصغير المركب على روافع دعة الوقود وعدد لفات المحرك تؤخذ من نظام الإشعال ومن هذه المعلومات تقوم الوحدة ECU بحساب الكمية الإضافية من الوقود وإعطاء منظم الوقود الهيدروكهربائي إشارة بذلك.

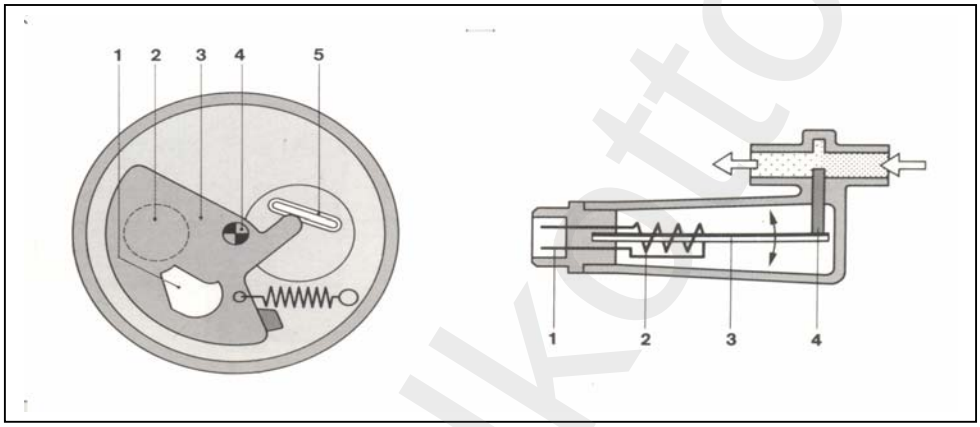
-التحكم في سرعة اللاحمل والمحرك بارد تجهزه الهواء الإضافي

لكي يصبح دوران المحرك ناعماً خلال سرعة اللاحمل والمحرك بارد فإن السرعة يجب أن تزيد ويؤدي ذلك إلى سرعة تسخين المحرك واعتمادا على درجة حرارة المحرك فإن تجهيز الهواء الإضافي تسمح للمحرك بسحب كمية إضافية من الهواء عبر مجرى خاص مصمم قبل وبعد صمام الخانق وهذه الهواء الإضافي محسوب بواسطة حساس الهواء والتي تؤدي إلى حقن كمية إضافية من الوقود ودرجة حرارة المحرك تحدد فترة إدخال الهواء الإضافي فكما ارتفعت درجة حرارة المحرك كلما قلت كمية الهواء الإضافي ويستمر ذلك حتى يغلق تماماً.

www.alkottob.com

تجهيز الهواء الإضافي

تتكون تجهيزه الهواء الإضافي كما هو موضح في الشكل ٦٤ إما من قرصين معدنيين متطابقين أحدهما مثقوب أو من قطعة من المعدن يتحكم في حركته ثنائي معدن. والهدف النهائي من كلا النوعين هو الحصول على طريقة تتحكم في مرور الهواء عبر قناة خاصة في زمن معين يتحدد ذلك الزمن بواسطة درجة حرارة المحرك ولذا فإن فتحة دخول الهواء الإضافي تكون مفتوحة تماماً إذا كان المحرك بارداً ومع تدرج ارتفاع درجة حرارة للمحرك فإن الفتحة أيضاً تتدرج في الضيق حتى تصبح مغلقه تماماً إذا أصبح المحرك ساخناً تماماً كما أن الثنائي المعدن Bi - metal موصل كهربائياً مع مفتاح الإشعال وبمجرد أن يدور المحرك وهو بارد يبدأ التيار الكهربائي في تسخين الثنائي المعدن وكلما ارتفعت درجة حرارة المعدن كلما ضيق فتحة دخول الهواء بما يتناسب مع فترة تسخين المحرك ويستمر حتى يغلق.



شكل – ٦٤ تجهيزة الهواء الإضافي

الأجزاء :

١ - قناة الهواء مع شريحة منزلقة.٢ - ازدواج معدني. ٣ - ملف تسخين.٤ - فيشة توصيل.

وظيفته :

يساعد في تشغيل المحرك البارد ، ويزيد من كمية الهواء المسحوب إلى غرف الاحتراق أثناء دوران المحرك. هذه الطريقة تساعد على تعديل السرعة العادية للسرعة وخاصة للمحرك البارد ، والهواء، الإضافي يمر في قناة خاصة (١) متفادياً الارتطام بإطار تعديل الهواء المسحوب إلى غرف الاحتراق.

طريقة العمل

المحرك بارد: قناة الهواء (١) مفتوح.

www.alkottob.com

المحرك ساخن: يدخل التيار الكهربائي إلى الصمام فيرفع من حرارة شريط التسخين (٣) وهذا ما يؤثر على المحور (٢) الذي يتحرك إلى أسفل باتجاه قناة الهواء (١) ويغلقه نهائياً.

توقيت الإغلاق يختلف باختلاف المحرك ونوعه. ولقد تم تركيب صمام الهواء الإضافي بطريقة تساعد على امتصاص حرارة جسم المحرك حتى إذا ارتفعت الحرارة بفعل تشغيل المحرك تبقى القناة (١) مغلقاً.

- **التحكم في السرعة البطيئة (الاحمل) بواسطة قلب مغناطيسي ووحدة تحكم**

إن كمية الهواء هي أفضل متغير صحيح للتحكم في سرعة اللاحمل بما يسمى بالدائرة المغلقة للتحكم وهي من أكثر الطرق دقة واقتصادا ولا تحتاج إلى صيانة كبيرة طيلة حياة المركبة إن سرعة اللاحمل المفرطة تزيد من استهلاك الوقود في سرعة اللاحمل وبالتالي في جميع حالات المحرك التشغيلية الباردة وهذه المشكلة عولجت بدائرة التحكم المغلقة التي أيضاً تزود المحرك بنسبة خليط صحيحة ودقيقة طبقا لاحتياج المحرك في السرعة البطيئة وخاصة وهو بارد فإن مقاومة الاحتكاك من الأجزاء الدائرة تكون عالية ويحتاج إلى ضبط لنسبة الخليط وعليه فإن هذا النظام دقيق جداً ولا يحتاج المحرك إلا ضبط لمدة طويلة جداً.

-إغناء الخليط أثناء التشغيل على البارد

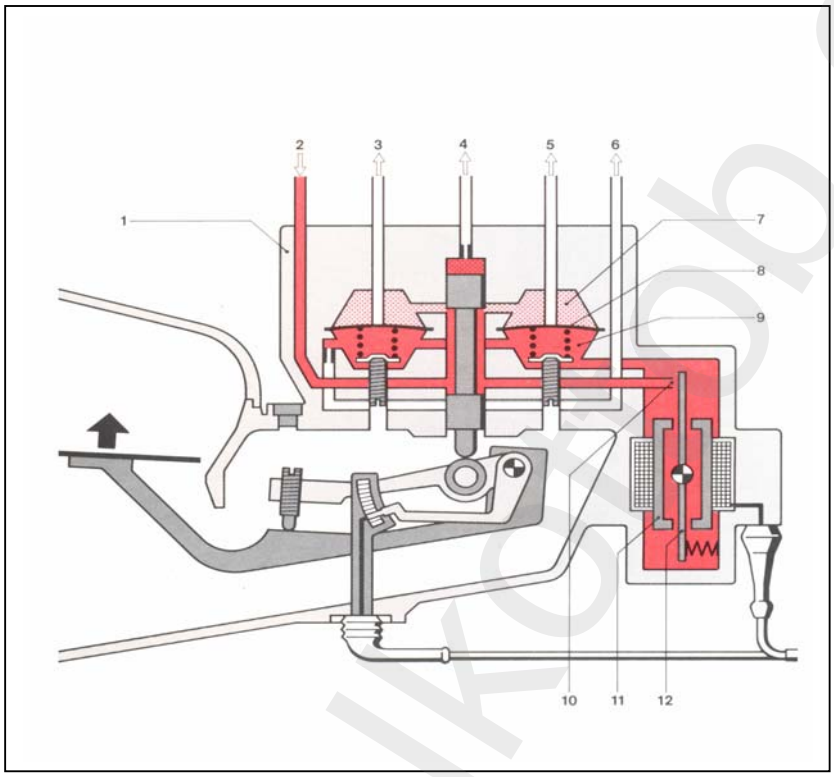
اعتماداً على درجة حرارة المحرك فإن صمام التشغيل على البارد يحقن كمية إضافية من الوقود خلال فترة زمنية محدده خلال فترة عمل بادئ الحركة.

ومن خلال تشغيل المحرك على البارد تفقد جزءاً من الوقود نتيجة تكثف الوقود على جدران الأسطوانة الباردة ولتعويض هذا الفقد ولسهولة بدء دوران المحرك البارد فإنه يجب تزويد كمية الوقود المحقونة للمحرك في تلك اللحظة وأيضاً لأن الإشارات الواردة لوحدة التحكم من حساس انسياب الهواء ليس دقيقة لذا فإنه من الضروري تثبيت الإشارة وتحديدها بواسطة الوحدة الإلكترونية خلال عملية التشغيل على البارد والتي يجب أن تتطابق مع درجة حرارة المحرك وتحقن كمية الوقود الإضافية بواسطة صمام التشغيل على البارد في مجمع الشحن وتحدد فترة حقن الصمام بواسطة المفتاح الزمني الحراري متوقفاً على درجة حرارة المحرك وتعرف هذه العملية بعملية إغناء الخليط أي أن يجب أن يكون أصغر من الواحد (١ >).

www.alkottob.com

- قطع الوقود في السرعات العالية

يتم قطع الوقود عن المحرك خلال التقصير المفاجئ ونزول المركبة من منحدر وذلك للحصول على أقل استهلاك للوقود وتقليل من الغازات (التلوث) عند رفع السائق قدمه عن دواسة البنزين يرجع الخانق إلى وضع الصفر وبذلك يعطي حساس الخانق إشارة إلى الوحدة ECU بأن الخانق في



شكل ٦٥ موزع الوقود مع المنظم الهيدرو كهربائي

حالة فصل وفي نفس الوقت تشغيل الوحدة ECU إشارة من الموزع عن قدر اللفات فإذا كانت السرعة أعلى من المحدد المطلوب أعطي إشارة عكسية لمنظم الضغط الهيدروكهربائي وبذلك يرتفع الضغط وينقطع الوقود عن البخاخات.

-التحكم بواسطة دائرة حساس غازات العادم المغلقة

إن دائرة التحكم المغلقة باستخدام حساس الأكسجين تجعل نسبة الوقود إلى الهواء عالية الدقة ويستمر معامل زيادة الهواء ١=١ في الدائرة يعمل حساس الأكسجين (لميدا) كوسيلة للكشف عن نسبة الأكسجين في غازات العادم حيث يمد وحدة التحكم بجهد معين وتتحكم الوحدة الإلكترونية في المنظم الهيدروكهربائي لعمل التصحيح اللازم.

www.alkottob.com

الدائرة الكهربائية بدون وحدة تحكم Electrical circuitry

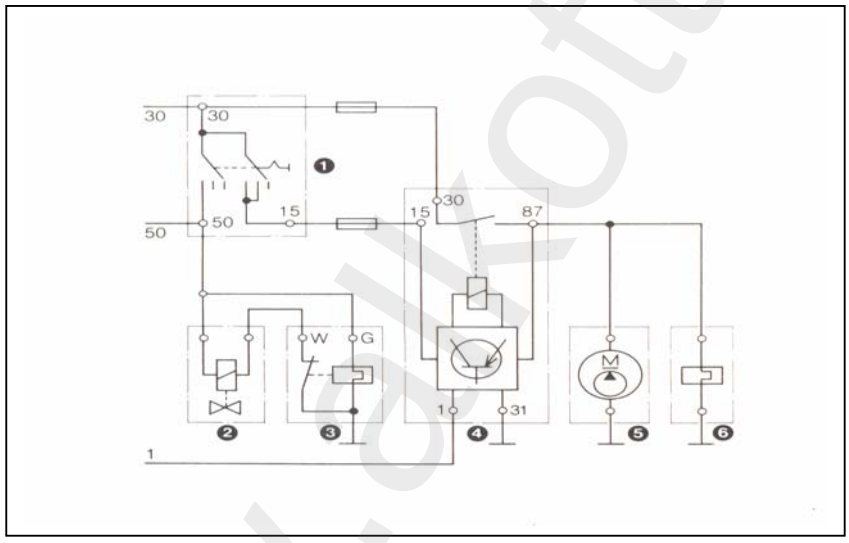
أنظمة الحقن الميكانيكي من نوع KE يتكون من عدة عناصر مثل: -

١ - مضخة الوقود ٢ - صمام الهواء الإضافي ٣ - صمام التشغيل على البارد

٤. مفتاح توقيت حراري زمني كل هذه الأجزاء يتم التحكم فيها بواسطة مرحل خاص الذي يعمل بواسطة مفتاح الإشعال ودوران المحرك ويوجد بها دائرة حماية بحيث يقطع التيار الكهربائي عن المضخة في حالة وضع مفتاح التشغيل على ON

مكونات الدائرة الكهربائية شكل ٦٦: المحرك لا يدور ومفتاح الإشعال مقفل.

١ - حالة اللاعمل:١ - مفتاح الإشعال.٢ - صمام التشغيل على البارد.٣ - مفتاح زمني حراري.٤ - تجهيز الهواء الإضافي.

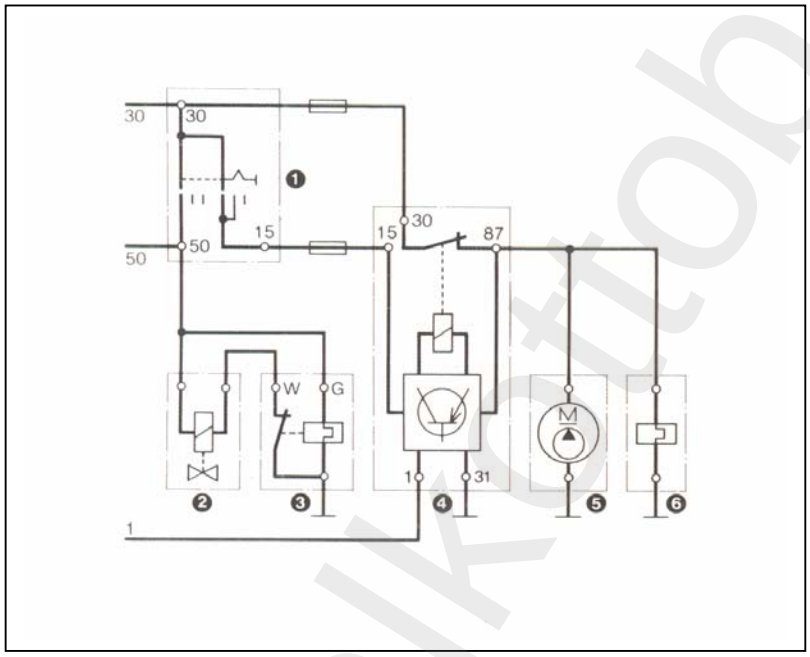


شكل –٦٦ المحرك لا يدور

www.alkottob.com

٢ - وضع التشغيل والمحرك بارد:

يمر تيار في صمام التشغيل على البارد ٢ ومفتاح الزمني الحراري رقم ٣ من الطرف ٥٠ من مفتاح الإشعال وإذا استمر دوران المحرك ما بين ٨ -١٥ ثانية فإن المفتاح الزمني الحراري يعدل التيار عن صمام التشغيل على البارد وذلك لحماية المحرك من التشريق وفي هذه الحالة تكون جميع الأجزاء في حالة تشغيل بما فيها المضخة حيث يصلها التيار عن طريق المرحل الذي يعمل بواسطة التيار من الطرف ١٥ والبيضة القادمة من خلف الإشعال طرف رقم ١.كما هو موضح في شكل ٦٧



شكل٦٧ وضع الدائرة الكهربائية والمحرك بارد

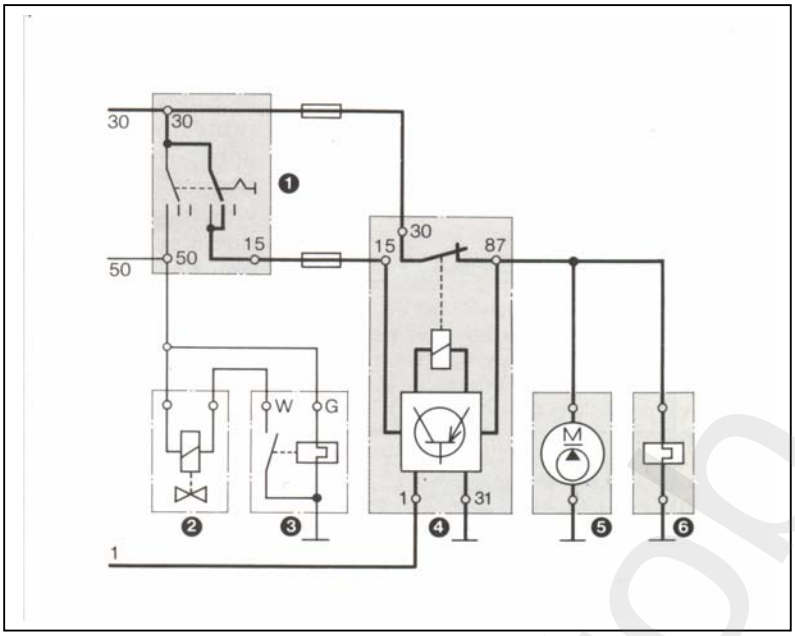
٣. المحرك في وضع درجة حرارة التشغيلية

يدور ودرجة حرارته أكثر من ٣٥م تصل يكون صمام التشغيل على البارد لا يعمل لأن المفتاح الزمني الحراري في وضع دائرة مفتوحة. ويستمر الجهد يؤثر على المرحل الذي بمجرد دوران المحرك يوصل التيار إلى المضخة وإلى صمام الهواء الإضافي ويستمران مادام المحرك يدور كما هو موضح في شكل٦٨.

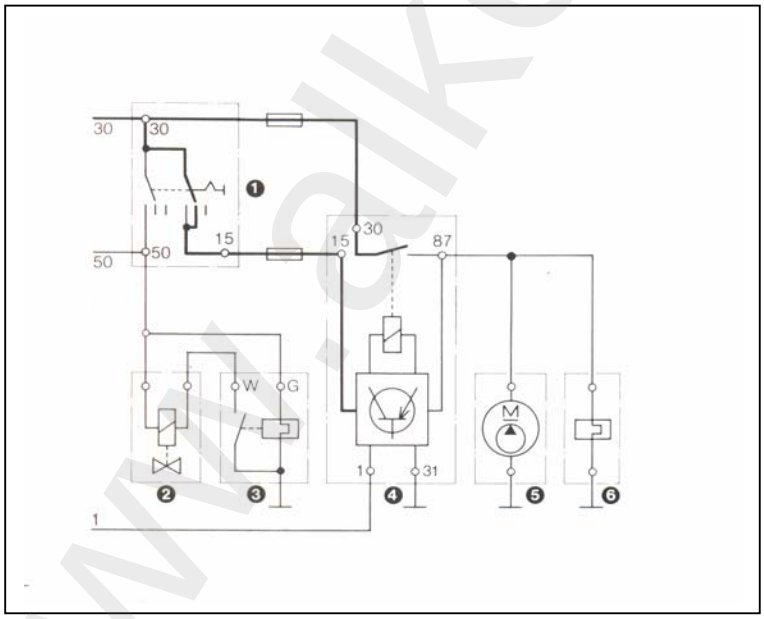
٤ - فإذا انقطعت الإشارة القادمة من حساس عدد اللفات:

يمكن الطرف ١ لملف الإشعال يسبب توقف المحرك عن الدوران لأي حادثة فإن مرحل التحكم ٤ يتوقف عن العمل خلال ثانية واحدة مما يسبب توقف مضخة الوقود لتلافي حدوث حريق، وتسمى دائرة أمان كما في الشكل ٦٩.

www.alkottob.com



شكل - ٦٨ المحرك يدور في وضع درجة الحرارة التشغيلية



شكل – ٦٩ مفتاح وضع الإشعال على وضع التشغيل والمحرك لا يدور

www.alkottob.com

أسئلة على الفصل الثاني

١- اذكر الفرق بين نظام ك - جترونيك و نظام ك -إي جترونيك ؟

٢- اشرح طريقة عمل منظم الضغط في نظام ك - جترونيك ؟

٣- اذكر أجزاء المكونة لنظام ك -جترونيك ؟

٤- اشرح طريقة عمل موزع الوقود في نظام ك -جترونيك ؟

٥- ما الفرق بين النظامين ؟

٦- عدد مميزات كل نظام على حدة ؟

٧- اذكر المكونات نظام ك -إي جترونيك ؟

www.alkottob.com

نظام الوقود (بنزين)

أنظمة حقن الوقود الإلكترونية المركزية

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
www.alkottob.com

بعد الانتهاء من هذا الفصل سوف تكون قادراً على معرفة التالي

١- النظرية التشغيلية لمنظومات الحقن المركزية

٢- أجزاء ومكونات الحقن المركزي بشكل عام

٣- أجزاء ومكونات نظام الحقن TBI

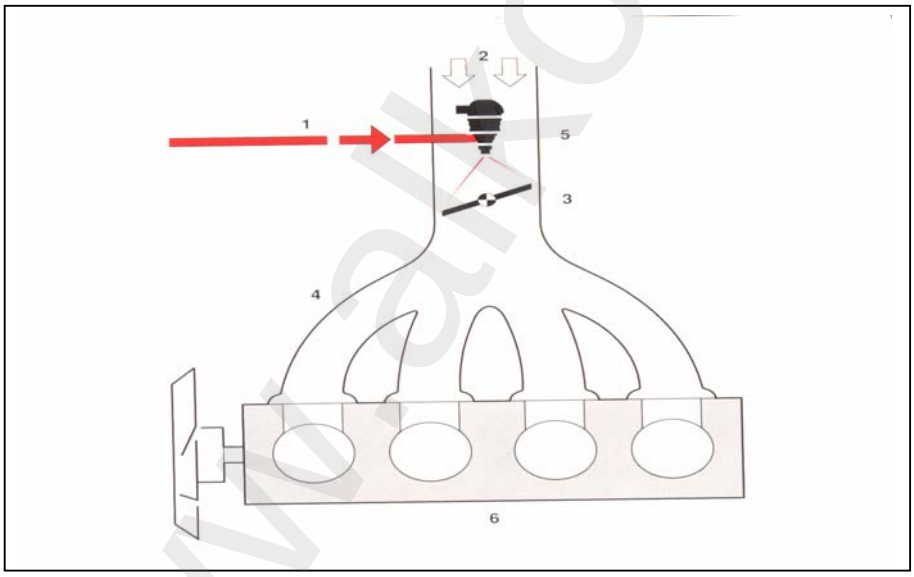
٤- أجزاء ومكونات نظام الحقن CFI

٥- أجزاء ومكونات نظام الحقن Mono

حاقن الوقود المركزي

إن حقن الوقود المركزي يتكون من صمام حقن أو صمامين. مركبة مباشرة فوق صمام الخانق للمحرك ومثبتة على جسم الخانق، تحقن الوقود في مجمع السحب. ويتم التحكم في كمية الوقود بواسطة وحدة تحكم إلكترونية، تعمل على أرسل إشارة كهربائية مباشرة إلى صمامات الحقن الكهر ومغناطيسي في نمط متقطع ، بناء على الإشارات المرسلة من الحساسات

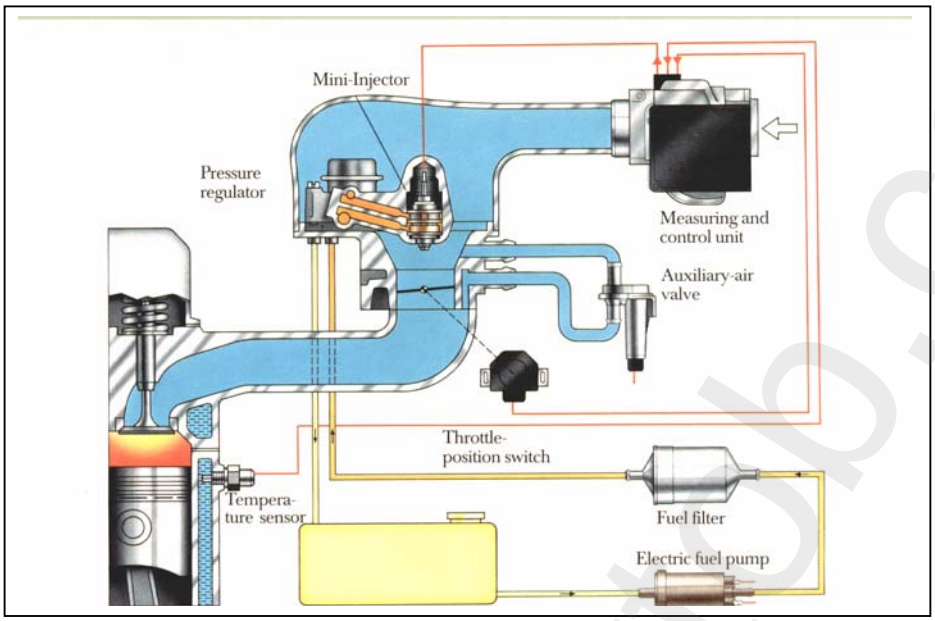
مكونات الشكل٧٠ - ١ إشارة كهربائية ٢ - دخول الهواء ٣ - صمام الخانق ٤ - مجمع السحب ٥ - صمام الحقن



شكل -٧٠ أسلوب مبسط لنظام حقن مركزي

www.alkottob.com

مكونات النظام حسب الشكل -٧١

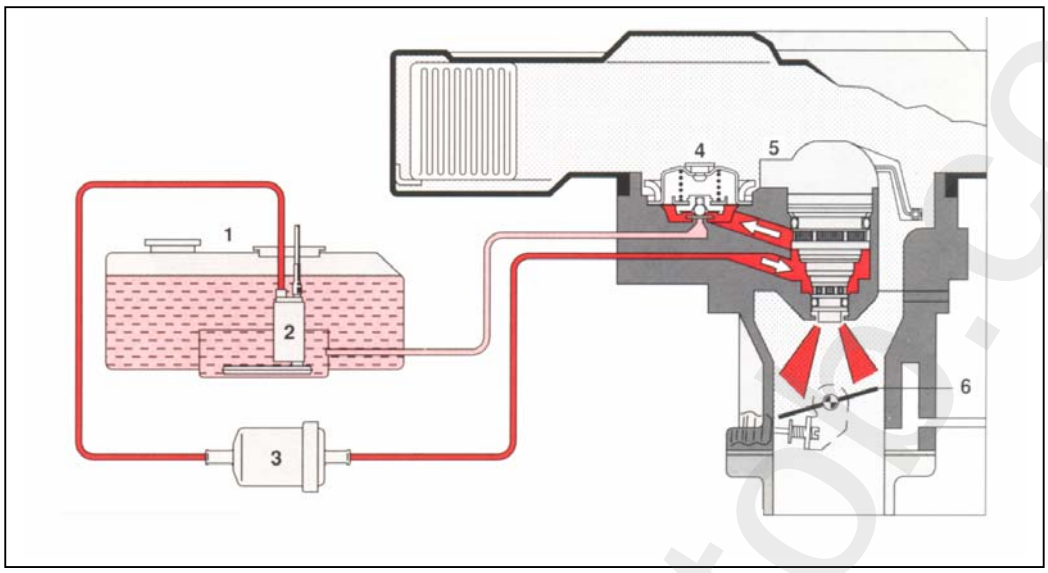


شكل –٧١مخطط لدائرة نظام حقن مركزي

المكونات:

١ - مضخة كهربائية Electrical fuel pump
٢ - مرشح الوقود fuel filter
٣ - منظم الضغطpressure regulator
٤ - صمام الحقن mini-injector
٥ - مفتاح الخانق Throttle Position switch
٦ - صمام الهواء الإضافي Auxiliary air valve
٧ - مقياس الهواء مع وحدة التحكم Measuring and central unit
(دمج وحدة التحكم مع حساس الهواء يشابه كما هو مستخدم في نظام L-3)

www.alkottob.com



شكل ٧٢ مكونات دائرة الوقود نظام حقن مركزي

تتكون دائرة الوقود من العناصر التالية حسب الشكل ٧٢

المكونات

١- خزان الوقود
٢- مضخة وقود داخل الخزان
٣- مرشح الوقود
٤- منظم الضغط
٥- صمام الحقن المفرد
٦- صمام الخانق

الخزان

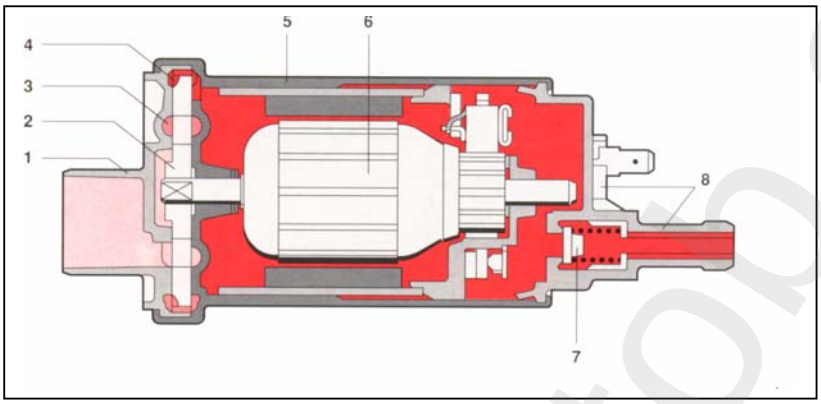
وهو المستودع الرئيسي لتخزين الوقود ويكون حجمه مناسباً بحيث تقطع السيارة مسافة معقولة بدون التزويد بالوقود ويكون مثبتاً في مكان آمن بالنسبة للسيارة بعيداً عن الصدمات الخفيفة وغالباً ما يكون في المؤخرة.

مضخة الوقود الكهربائية Fuel Pump

تعمل مضخة الوقود على سحب وضخ كمية من الوقود من خزان الوقود إلى دائرة نظام الوقود، والكمية الفائضة عن حاجة استهلاك الوقود. يتم إعادتها إلى خزان الوقود عبر منظم الضغط وهذه

www.alkottob.com

الحركة المغلقة للوقود تساهم في تبريد أجزاء نظام الحقن وكذلك على تثبيت ضغط الوقود داخل الدائرة حسب المستهدف. ونظام الحقن المركزي يستخدم أياً من أنواع المضخة التي تستخدم الخلايا الكروية كما هو موضح في الشكل ٧٣ أو التربينية (مضخة سحب مروحية). وتم شرح هذه الأنواع بشكل مفصل في الفصل السابق .



شكل –٧٣مضخة الوقود الكهربائية

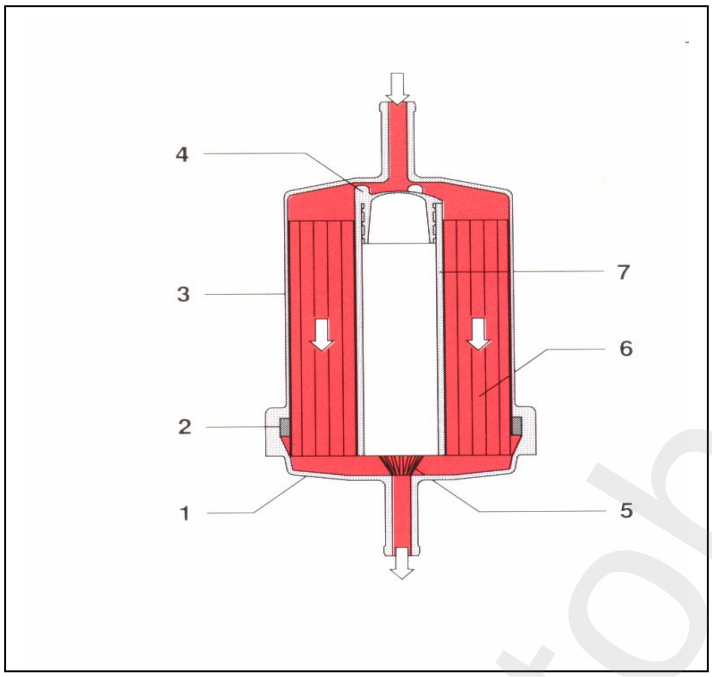
المكونات:

١ -غطاء دخول الوقود ٢ - عجلة مروحية٣ -جانب قنال المضخة ٤ -محيطة المضخة٥ - جسم المضخة ٦ -محرك كهربائي ٧ - صمام الفحص (لا رجوع)٨ - غطاء نهاية الخروج.

- مصفاة الوقود :Fuel Filter

يقوم بتنقيه الوقود من الشوائب والأتربة كي يحافظ على تدفق الوقود بشكل مرن داخل الدائرة. خاصة مجاري صمامات الحقن.وأحياناً يتكون من مصفاتين.مصفاة تركب خارج الخزان. ومصفاة تركب داخل الخزان.وهذه المصفاة لها القدرة على تنقية الوقود من الماء والشكل رقم (٧٤ يوضح مصفاة خارجي

www.alkottob.com



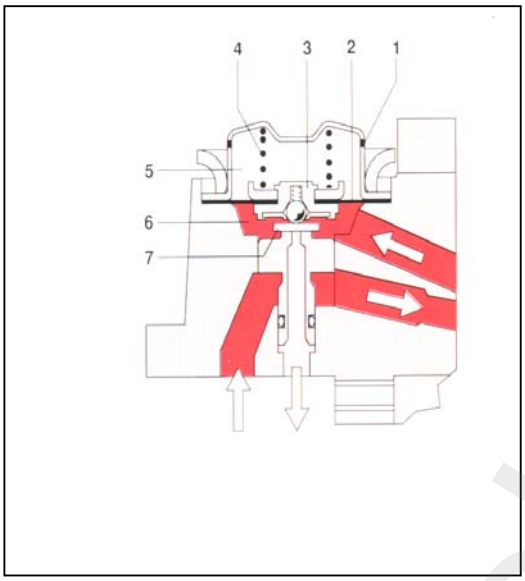
شكل ٧٤ مرشح الوقود

المكونات: ١ - غطاء المرشح ٢ - حافة إحكام ٣ -جسم المرشح ٤ -سدادة ٥ - ضلع داعم ٦ - عنصر ورقي ٧ - أنبوب ورقي

منظم ضغط الوقود Fuel Pressure regulator

يعمل منظم الضغط على تثبيت ضغط الوقود في حدود معين يختلف على حسب نوع النظام. والكمية الزائدة يتم إرجاعها إلى الخزان. ومنظم الضغط مركب مع وحدة النظام.الوقود المسحوب يمر داخل قنال الإدخال إلى صمام الحقن ثم يمر إلى منظم الضغط الموجود على جسم وحدة النظام. منظم الضغط تعمل مباشرة بملائمة الضغط، وهذا ما يؤثر على ضغط حقن الوقود. منظم الضغط يحتوي على كما هو موضح في شكل ٧٥ غرفة الضغط الياي، وغرفة الوقود. ليفصل بينهما غشاء (رداخ) جلدي مطاط تنظيم الضغط يقوم به الياي حلزوني ضاغط وغشاء وسطي يحمل صمام تصريف.إذا ارتفع ضغط الوقود عن المطلوب، يضغط الوقود على الغشاء الوسطي ضد ضغط الياي الحلزوني الموجود في غرفة الهواء الخارجي. فيتحرك صمام التصريف المتصل بالغشاء فاتحاً المجال أمام الوقود الراجع إلى الخزان الرئيسي .

www.alkottob.com



شكل -٧٥ منظم الضغط

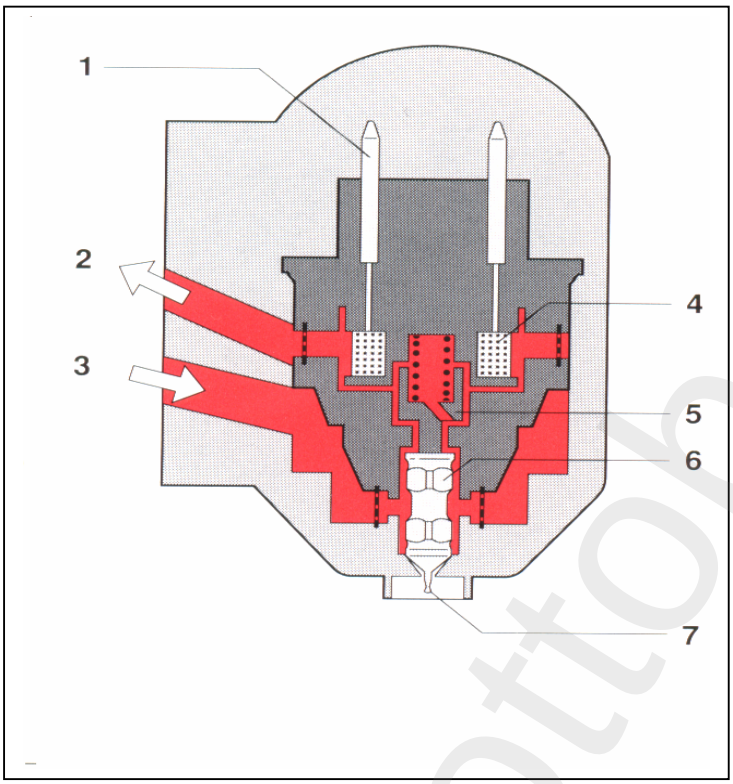
المكونات

١ - فتحة تهوية ٢ - غشاء (رداخ) -٣حامل الصمام ٤ - نابض ضاغط ٥ - الغرفة العلوية٦ - الغرفة السفلية ٧ - قرص الصمام

صمامات الحقن Fuel injectors

صمامات الحقن عبارة عن ملفات للولبية كما هو موضح في الشكل ٧٦ تعمل بواسطة إشارة كهربائية مرسلة من وحدة التحكم الإلكترونية. وهي مركبة على وحدة النظام فوق صمام الخانق وبعض الأنظمة يستخدم صماماً واحداً وبعضها اثنان. بعض صمامات الحقن مزود بعازل خاص، يمنع انتقال الحرارة داخل الصمام لمنع حدوث فقاقيع البخار داخل دائر الوقود مما يؤثر على عمل الدائرة.

www.alkottob.com



شكل -٧٦ صمام الحقن

المكونات

١ - قابس كهربائي ٢ -راجع الوقود ٣ - دخول الوقود ٤ - ملف لولبي ٥ -ملف عضو الإنتاج ٦ - إبرة الصمام ٧ - مخرج الوقود ٠فونية)

طريقة العمل :

لصمام يعمل عندما ترسل وحدة التحكم إشارة كهربائية إلى صمامات الحقن. هذه الإشارة الكهربائية تعمل على إحداث مجال مغناطيسي، يعمل على رفع المكبس إلى أعلى لفتح ثغرة الفونية (الإبره) للبخاخ. لحقن الوقود إلى مجمع السحب على شكل رذاذ مما يساعد في عملية تجانس الخليط والاحتراق. و يتوقف حقن الوقود ،عندما تعمل وحدة التحكم الإلكترونية على قطع الإشارة المرسلة إلى صمامات الحقن. مما ينتج عنه تلاشي القوة المغناطيسية داخل الملفات مما يؤدي إلى أن يعمل الياي الحلزوني على الضغط على المكبس لإغلاق فونية البخاخ ومنع تسرب الوقود من خلال فونية البخاخ. تحدد فترة الفتح كمية الوقود المسلمة. تتغير فترة النبضات بين ميللي ثانية وستة ميللي ثوان، وذلك بالاعتماد على احتياجات التشغيل للمحرك.

www.alkottob.com

وحدة التحكم الإلكترونية Electronic Control Module

تستقبل وحدة التحكم الإلكترونية إشارات من عدد من الحساسات المختلفة من خلال مجموعة أسلاك توصيل متصلة بالحساسات والمفاتيح من جانب، والجانب الآخر متصل بوحدة التحكم بواسطة مقبس متعدد النقاط.

وتعمل وحدة التحكم على تزويد بعض حساسات المحرك بإشارة مرجعية. وبناء على الإشارات المرسلة من حساسات درجة حرارة المحرك، حساس وضع الخانق، حساس سرعة المركبة، حساس ضغط المطلق في مجمع السحب، وحساس الأكسجين. تعمل وحدة التحكم على إرسال إشارة كهربائية إلى صمامات الحقن وتعتمد كمية الوقود المحقونة على طول زمن هذه الإشارة المرسلة من وحدة التحكم كما تعمل الوحدة على التحكم في توقيت الإشعال. وصمام التحكم في السرعة البطيئة وسوف يتم شرح ذلك بشكل أوسع في الفصل الخامس.

صمام التحكم في السرعة البطيئة Idle air Control Valve

صمام التحكم في السرعة البطيئة لمنظومة الحقن المركزي

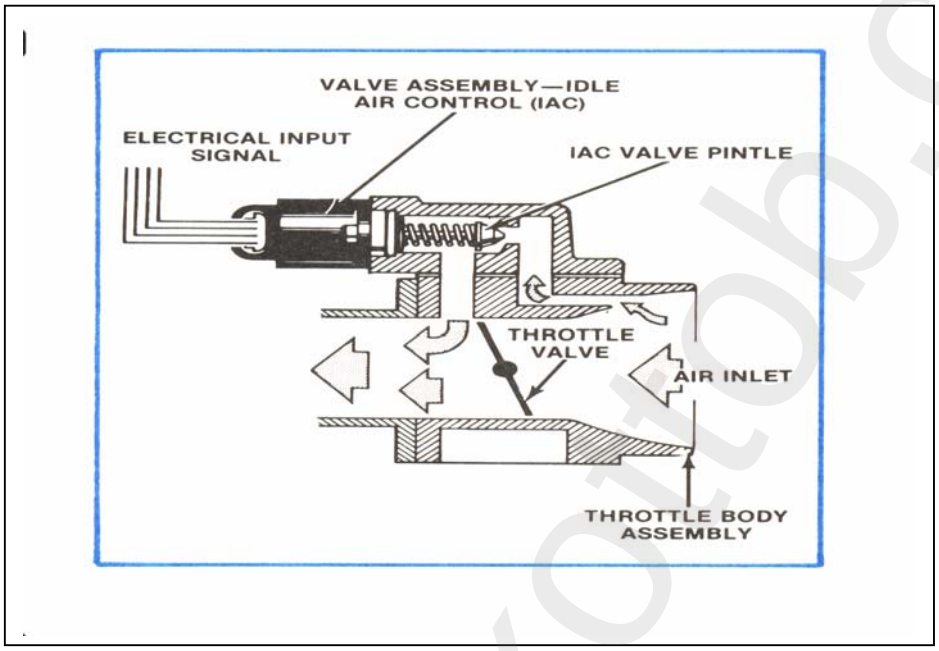
.كما هو موضح في شكل ٧٧ يتم التحكم بسرعة البطيئة عن طريق وحدة التحكم الإلكترونية ويتم تعديل السرعة البطيئة عندما يكون المحرك في فترة التشغيل البارد وكذلك عند الأحمال الإضافية مثل عمل مكيف الهواء، دوران علبة التوجيه ونقل صندوق القدرة من وإلى وضع N - D وغيرها. ومن خلال محرك التحكم في الهواء الإضافي، يفتح صمام التحكم لتزويد النظام بهواء إضافي. وفي نفس الوقت تعمل وحدة التحكم على زيادة زمن فتح صمام الحقن للحصول على تجانس الخليط. ومهمة هذا الصمام هو ضبط سرعة المحرك أثناء السرعة البطيئة وأثناء تغيير أحمال حيث يقوم هذا الصمام بتمرير كمية من الهواء عبر الممر الجانبي عندما تصل إليه إشارة كهربائية من الكمبيوتر حيث ينسحب مكبسه إلى الخلف مما يتيح مرور الهواء من مجرى الهواء الإضافي قبل وبعد الخانق وبذلك يضبط كمية الخليط.

ويوجد عدة أنواع من صمامات التحكم في السرعة البطيئة يستخدم في نظام الحقن المركزي منها نوع بدون مبرد ونوع بمبرد وآخر يتم التحكم مباشرة بصمام الخانق.

يتكون الصمام من جسم يضم بداخله ملفين كهربائيين ومحرك يحتوي على مغناطيس دائم. حركة دوران المحرك الكهربائي، تنتقل إلى حركة خطية بواسطة محور مقلوظ. وبطريقة التناوب من

www.alkottob.com

القطب الشمالي والقطب الجنوبي. تعمل وحدة التحكم على تغير القطبية على حسب أوضاع المحرك التشغيلية. وشكل رأس الصمام على شكل مخروطي وتعمل الوحدة عل تثبيت سرعة دوران المحرك البطيئة في الوضع الساخن.

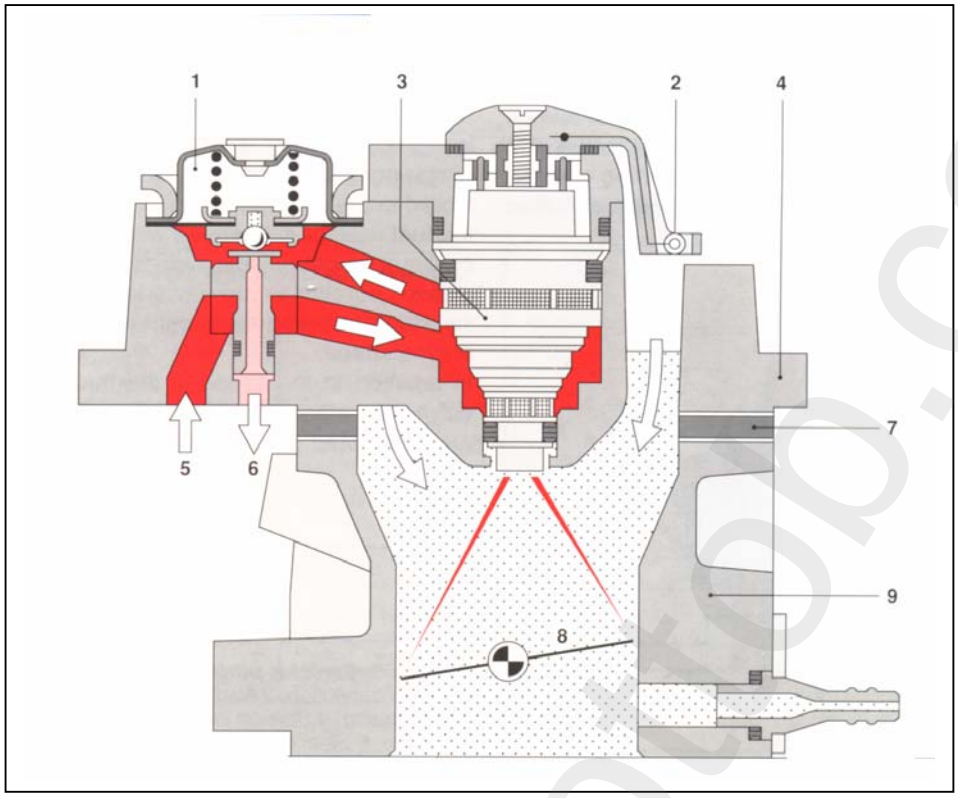


شكل٧٧ التحكم في السرعة البطيئة

جسم الخانق Throttle body

يتكون جسم الخانق من قرص الخانق (صمام الهواء) ، حساس وضع الخانق، صمام التحكم في السرعة البطيئة، منظم ضغط الوقود، صمامات الحقن مركبة في جسم الخانق ولكن فوق صمام الخانق للمحرك. وصمام حراري مزود بعنصر شمعي (تسخين) للتحكم في السرعة البطيئة والمحرك بارد.و غيرها من الأجزاء المساندة. كما هو موضح في الشكل ٧٨

www.alkottob.com



شكل٧٨ الوحدة المركزية للوقود (جسم الخانق)

المكونات

١ - منظم الضغط ٢ - حساس درجة حرارة الهواء٣ -صمام الحقن ٤ - الجزء العلوي (الهيدروليكي)٥ -قنال دخول الوقود ٦ -قنال خروج الوقود ٧ -قرص عازل حراري ٨ -صمام الخانق ٩ - الجزء السفلي.

طريقة عمل دائرة حقن الوقود المركزي

سبق شرح عمل كل جزء على حدة ولكن فيما يلي سوف نلخص عمل الدائرة كما يلي : -

بعد فتح مفتاح التشغيل فإن التيار سوف يصل إلى الكمبيوتر ومنه إلى منظم فولت المضخة وعند وصول التيار إلى المضخة فإنها تقوم بضخ الوقود عبر ماسورة الوقود إلى المصفاة ومنه إلى مجمع التحكم الذي يحتوي على منظم الضغط والذي بدوره يقوم على حفظ الضغط بالبخاخات عند درجة معينه أما الضغط الزائد فإنه يتغلب على ياي منظم الضغط ويعود عبر ماسورة الراجع إلى الخزان وعند تلقي الإشارة الكهربائية اللازمة لفتح البخاخ فإنه يفتح الإبرة. وبذلك فإن ضغط الوقود الموجود حول الإبرة يندفع

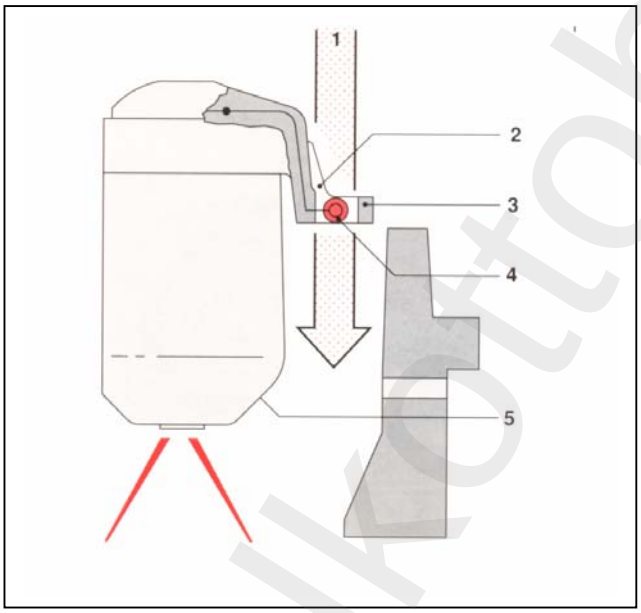
www.alkottob.com

بسرعة عبر فتحة البخاخ إلى مدخل الهواء حيث يختلط مع الهواء الداخل من فتحة دخول الهواء إلى مجمع السحب ومنه إلى داخل الأسطوانات كما هو موضح بالشكل رقم (٧٨).

حساس درجة حارة الهواء

يركب حساس درجة حرارة الهواء في مدخل الهواء مباشرة.ويعمل على قياس درجة حرارة الهواء الداخلة إلى المحرك كما هو موضح في شكل ٧٩. ويرسل هذه القيمة على هيئه إشارة إلى وحدة التحكم. وسف يتم شرحه بتفصيل في الفصل الرابع

المكونات:١ - الهواء الداخل ٢ - حامل الحساس٣٤ -واقي ٤ - مقاومة NTC ٥ -صمام الحقن



شكل –٧٩حساس درجة حرارة الهواء

www.alkottob.com

أنواع نظام الحقن المركزي

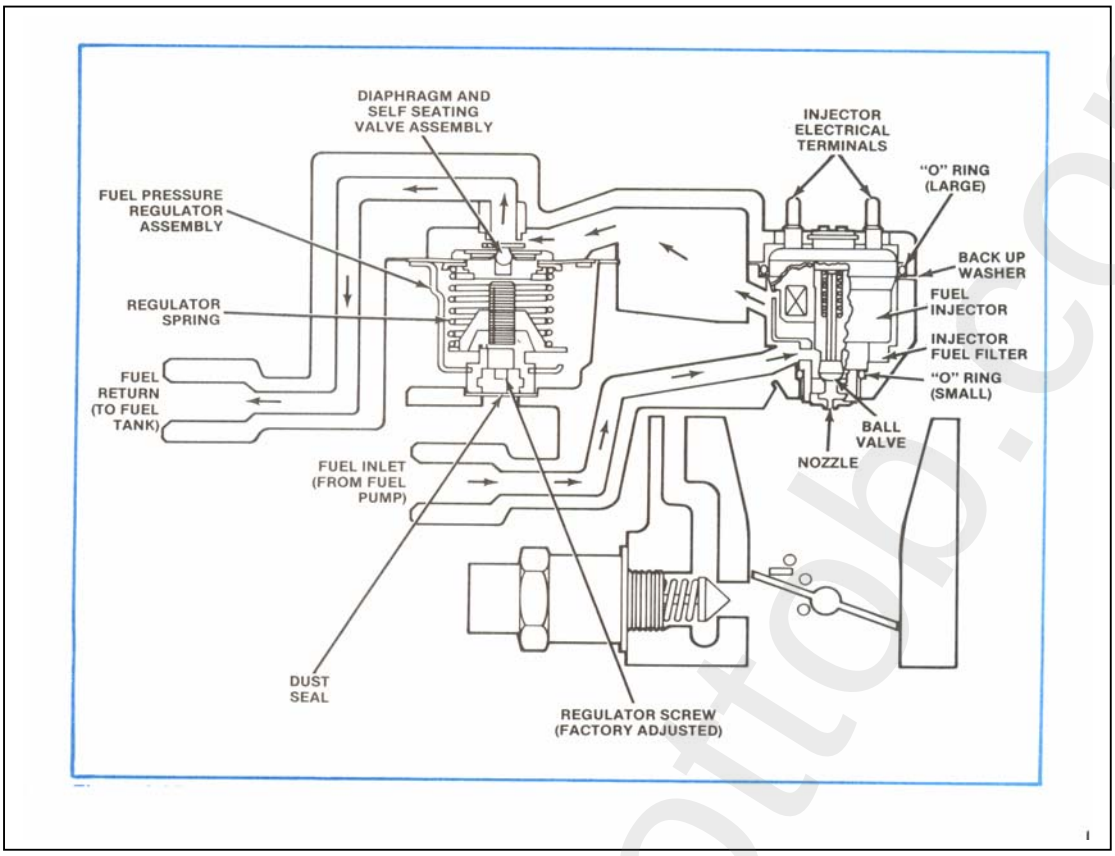
١ - نظام حقن جسم الخانق Throttle Body Injection(TBI)

في هذا النظام الذي يطلق عليه TBI أو نظام جسم الخانق كما هو موضح في شكل ٨٠ حيث يوضع صمام حقن أو صمامين في مجرى دخول الهواء فوق الخانق ويتم تحديد كمية الوقود بواسطة وحدة التحكم حسب المعلومات التي ترسل إليها من عدد من الحساسات التي تراقب الأوضاع التشغيلية للمحرك. وهذه النوع من الحقن استخدم بشكل واسع في مركبات جنرال موتور خاصة في مركبات الشحن المتوسط والمركبات الرياضية. ويتميز هذه النظام بوحدة تحكم متطورة بشكل متقدم قادرة على تعديل نسبة الخليط ثمانون مرة بالثانية. وكذلك التحكم بمعايرة الوقود والسرعة البطيئة وتوقيت الشرارة.

تستقبل وحدة التحكم الإشارات الرقمية من عدد من الحساسات، مع مراقبة لمتغيرات التشغيل للمحرك، مثل الضغط المطلق لمجمع السحب و درجة حرارة المحرك والضغط الجوي ودرجة حرارة الهواء وسرعة المحرك وزاوية عمود المرفق ووضع صمام الخانق و محتوى الأوكسجين في غازات العادم وكذلك سرعة المركبة. اعتمدت عملية معايرة الوقود على قياس السرعة والكثافة، باستعمال حساس الضغط المطلق. ومن مميزات النظام يقوم بعملية التشخيص الذاتي، وبسب مراقبة وحدة التحكم لمتغيرات التشغيل للمحرك، فإن النظام قادر على معرفة وحفظ الأعطال. وتنبيه قائد المركبة بذلك بواسطة ضوء تحذير (فحص المحرك) في لوحة البيان.

تم تركيب وحدة التحكم داخل الكبينة وذلك من أجل حمايتها من الحرارة والصدمات والرطوبة.ويتميز هذا النظام بوحدة تحكم الإلكترونية متطورة قادرة على تعديل نسبة الخليط ثمانين مرة بالثانية وكذلك التحكم بمعايير الوقود والسرعة البطيئة و توقيت الإشعال.

www.alkottob.com



شكل –٨٠ جسم الخانق نظام TBI

ويوجد هذا النوع بأشكال مختلفة:

- حقن مفرد للبخاخ على صمام الخانق. ويوجد هذا النوع في المحركات الصغيرة.
- حقن مفرد لوحدتين مستقلتين. ويوجد هذا النوع المحركات المتوسطة والكبيرة.
- حقن مزدوج البخاخ على صمام الخانق. ويوجد هذا النوع في المحركات المتوسطة والكبيرة.

ويتكون نظام TBI من دائرتين رئيسين هما:

أولاً : دائرة الوقود وتتكون من

١ - خزان الوقود ٢ - مضخة الوقود ٣ - مصفاة الوقود ٤ - منظم الضغط

ثانياً : الدائرة الكهربائية وتتكون من

١ - وحدة التحكم الإلكترونية(ECM.

٢ - دائرة الحساسات واستقبال المعلومات.

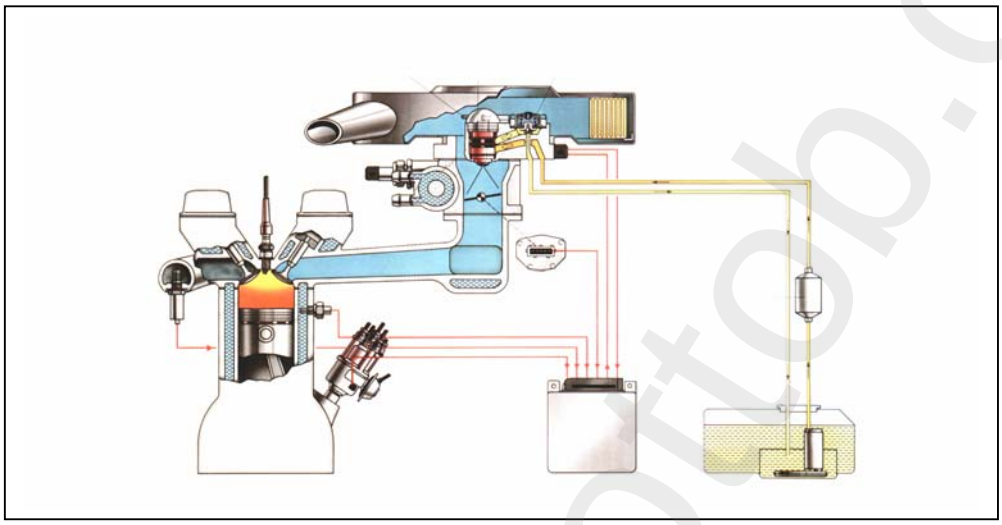
٣ - دائرة إرسال التعليمات و المشغلات.

٤ - صمام هواء السرعة البطيئة IAC

www.alkottob.com

حقن الوقود المركزي CFI

تعتمد نظرية حقن الوقود المركزي على وضع بخاخ حقن واحد أو اثنين ركبت في جسم الخانق على مجمع السحب بحيث تحقن الوقود مباشرة على صمام الخانق. يتم تشغيل هذين الصمامين بناء على إشارة كهربائية مرسلة من وحدة التحكم الإلكترونية بناء على المعلومات المرسلة من الحساسات. وستخدم هذا النوع من الحقن في مركبات فورد . كما هو موضح في شكل٨١



شكل٨١ دائرة نظام حقن مركزي CFI

مكونات وحدة الحقن المركزية (جسم الخانق) الأساسية:

١ - جسم الخانق.

٢ - مجموعة الوقود.

٣ - منظم ضغط الوقود وغطاء مقياس الوقود.

٤ - صمام التحكم في السرعة البطيئة.

٥ - صمامات الحقن

www.alkottob.com

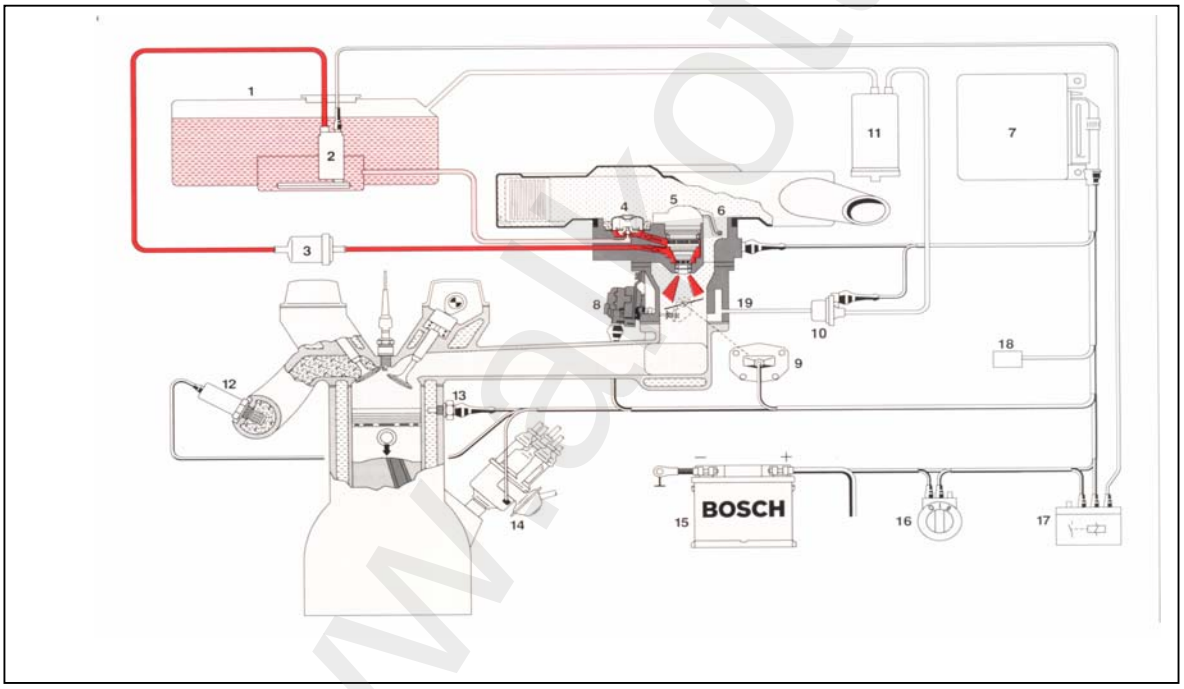
حقن وقود مونو Mono - Jetronic

نظام الأحادي النقطة

نظام حقن وقود مونو نظام حقن إلكتروني يستخدم بخاخ حقن واحداً مشغل كهرومغناطيسياً يحقن على صمام الخانق مباشرة كما هو موضح في شكل ٨٢، عند سرعة انسياب الهواء القصوى. ويتم التحكم في كمية الحقن بواسطة إشارة كهربائية مرسلة من وحدة التحكم الإلكترونية إلى صمام الحقن الكهربائي، بناء على المعلومات المرسلة من الحساسات والمفاتيح الكهربائية.

ومن أجل الحصول على خليط جيد متجانس مما يجعل المحرك أكثر اقتصادا، زود النظام بحساس قياس تدفق الهواء وجهاز وحدة الخلط بمجرى جانبي للهواء المساعد لتحكم في السرعة البطيئة.

ويستخدم ضغط وقود منخفض. وهو نظام يشابه إلى حد كبير نظام الحقن الوقود المستخدم في مركبات جنرال موتور TBI أو نظام حقن الوقود CFI المستخدم في سيارات فورد. بينما نظام مونو نظام حقن ألماني تم تطويره من قبل شركة بوش. بينما المبتكر لنظام شركة فولكسواجن Volkswagen.



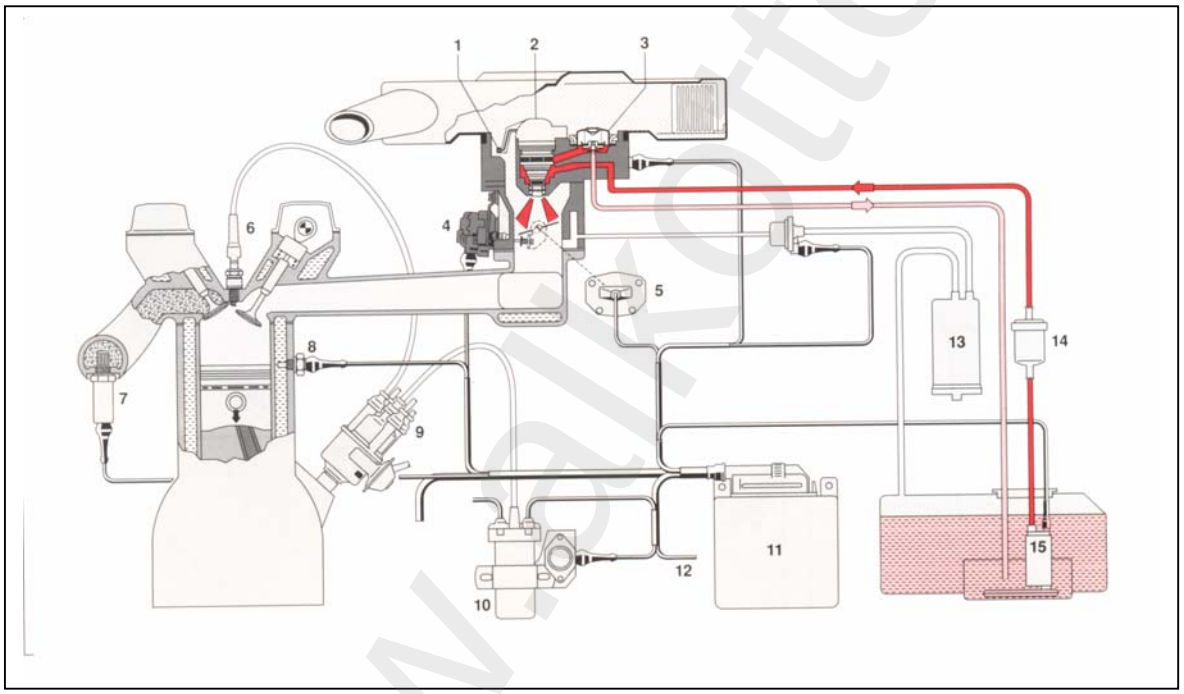
شكل ٨٢ دائرة حقن وقود مركزي نظام MONO

www.alkottob.com

مكونات النظام شكل ٨٢

١ - خزان الوقود ٢ - مضخة وقود كهربائية ٣ - مرشح ٤ - منظم ضغط الوقود٥ - صمام الحقن ٦ - حساس درجة حرارة الهواء الداخل ٧ - وحدة تحكم ٨ - مشغل صمام الخانق ٩ - مقاومة فرق الجهد لحساس الخانق –١٠ - صمام علبة الفحم –١١ - علبة الفحم –١٢ - حساس الأوكسجين (لمبداء) –١٣ - حساس درجة حرارة المحرك –١٤ - موزع الإشعال –١٥ - البطارية -١٦ - مفتاح الإشعال وتشغيل –١٧ - مرحل –١٨ - توصيلة الفحص –١٩ - وحدة الحقن المركزي .

لقد تم تطوير نظام حقن الوقود المركزي من فئة مونو Mono .بحيث تم دمج نظام الحقن ونظام الإشعال ،وهذه الأسلوب يعرف بنظام موترنيك Motronic كما هو موضح في شكل ٨٣وسوف يتم شرح هذه النظام في هذه الفصل .



شكل – ٨٣نظام حقن وقود مركزي من نوع مونو موترونيك MONO- MOTRONIC

www.alkottob.com

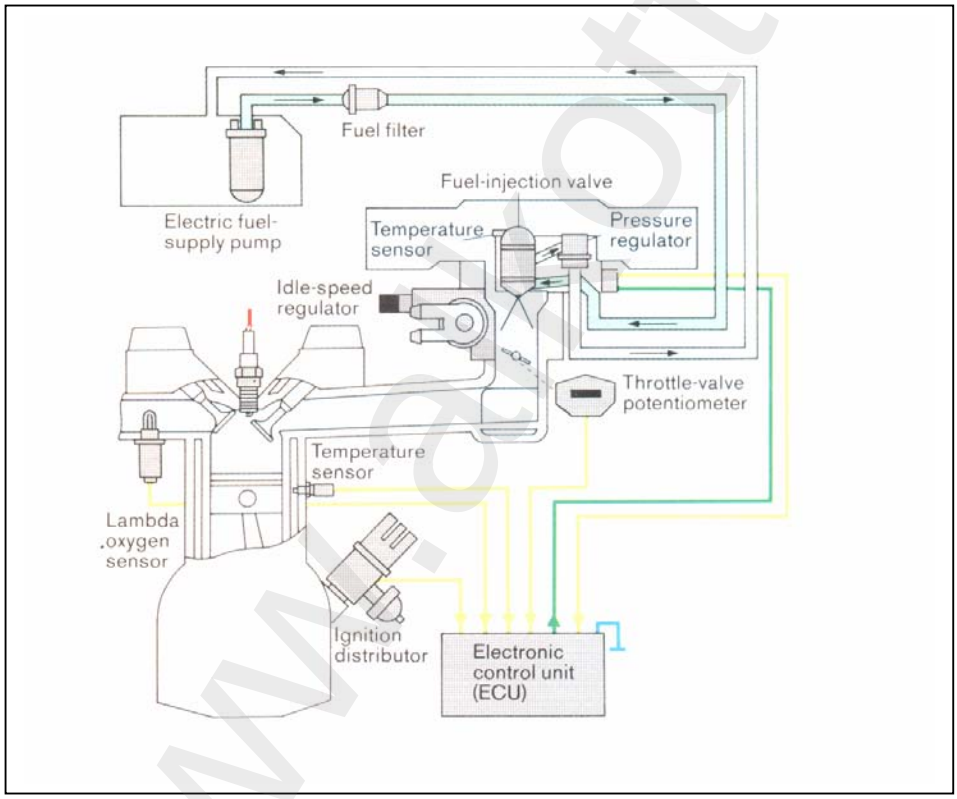
المكونات كما هو موضح في شكل ٨٣

١- - حساس درجة حرارة الهواء -٢ - صمام الحقن -٣ - منظم الضغط -٤ - مشغل صمام الخانق -٥ - مقاومة فرق الجهد لصمام الخانق -٦ - شمعات الإشعال -٧ - حساس الأوكسجين (لمبداء) -٨ - حساس درجة المحرك -٩ - موزع الإشعال -١٠ - ملف الإشعال مع مرحلة توجيه الإشعال-١١ - وحدة التحكم -١٢ - خارج التشخيص -١٣ -علبة الفحم -١٤ - مضخة الوقود الكهربائية

نظام حقن مركزي رقمي Digital Fuel Injection DFI

-حقن وقود أحادي النقطة (البخاخ) Single Point Fuel injection(SPFi))

هذا النوع من أنظمة الحقن المركزي. والذي يستخدم صمامي حقن، تحقن على صمام الخانق مباشرة. حيث تعمل صمامات الحقن بشكل تتابع ترددي عبر إشارة مرسلة من وحدة التحكم الإلكترونية.كما هو موضح في شكل ٨٤



شكل -٨٤ دائرة حقن الوقود المركزي نظام DFI

www.alkottob.com

تعمل مضخة الوقود على إمداد وقود مضغوط إلى صمامات الحقن ويعمل المنظم على تعديل الضغط داخل دائرة الوقود وتمرير الوقود الزائد إلى الخزان عبرا خط الراجع. وتحدد كمية الوقود المحقونة إلى المحرك بواسطة الزمن الذي يبقى فيه صمام الحقن مفتوح. وتعمل وحدة التحكم الإلكترونية على تحديد زمن فتح الصمام اللولبي للبخاخ.

وذلك بناء على الإشارات المرسلة من عدد من الحساسات المختلفة والمركبة على المحرك لمراقبة الأوضاع التشغيلية للمحرك ومنها:

- حساس درجة حرارة المحرك.
- حساس الضغط المطلق لمجمع السحب.
- حساس وضع الخانق.
- حساس الضغط الجوي.
- حساس عدد لفات المحرك.

وبناء على هذه المعلومات وحدة التحكم تكون قادرة على تحديد كمية الهواء الداخله إلى المحرك وإعطاء الأوامر إلى صمامات الحقن، لحقن كمية وقود مناسب إلى كمية الهواء الداخلة، وبناء على الأوضاع التشغيلية المختلفة . استخدم هذا النظام بطريقة مشابهة في مركبات كلسلر، دوج وبليموث.
Logic Module by Chrysler

www.alkottob.com

أسئلة الفصل الثالث

س١ : اذكر الفرق بين أنظمة حقن الوقود الميكانيكية وأنظمة حقن الوقود المركزي؟

س٢ : اذكر مكونات نظام حقن الوقود المركزي؟

س٣ : اشرح النظرية التشغيلية لنظام حقن وقود مركزي؟

س٤ : اشرح طريقة عمل مضخة الوقود؟

س٥ : اشرح طريقة عمل منظم الضغط؟

س٦ : اذكر أهمية حساس درجة حرارة المحرك؟

س٧ : اذكر العلاقة بين حساس درجة حرارة المحرك وغناء الخليط؟

س٨ : اشرح طريقة دائرة السرعة البطيئة في نظام حقن الوقود المركزي؟

س٩ : ما الفرق بين نظام TBI ونظام Mono؟

س١٠ : اذكر عيوب نظام حقن الوقود المركزي؟

www.alkottob.com

نظام الوقود (بنزين)

أنظمة حقن الوقود الإلكترونية ذات النقاط المتعددة

www.alkottob.com

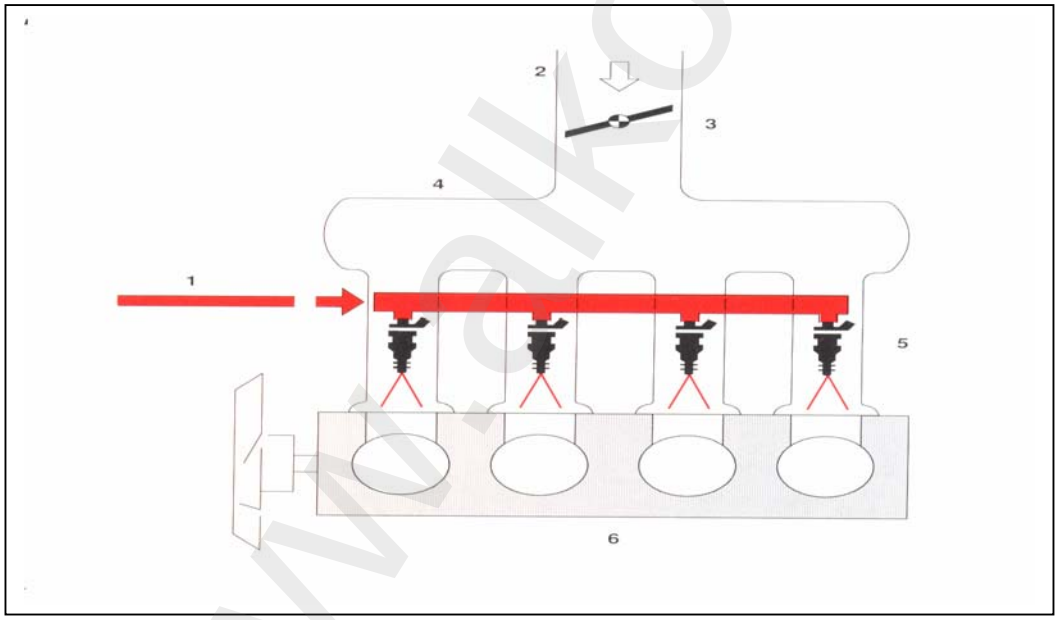
جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
www.alkottob.com

بعد دراسة هذه الفصل سوف تتعرف التالي

- مكونات وطريقة عمل منظومات حقن الوقود ذات النقاط المتعددة التالية
- نظام حقن وقود L,LE,LU
- نظام حقن الوقود LH
- نظام حقن الوقود PFI
- نظام حقن وقود SFI
- نظام حقن الوقود Motronic

أنظمة حقن الوقود الإلكترونية ذات النقاط المتعددة

تعتمد نظرية هذه الأنظمة على حقن الوقود باتجاه (مقابل) صمام السحب الموجود في رأس المحرك. بحيث لكل أسطوانة بخاخ واحد. أي إذا كان المحرك أربع اسطوانات، فإن عدد صمامات الحقن أربعة صمامات. كما هو موضح في شكل ٨٥ حيث تتم عملية مزج الخليط. عندما يبدأ صمام السحب بالعمل، يسحب الهواء الوقود إلى غرفة الاحتراق، مما يؤدي إلى حركة سريعة للخليط داخل غرفة الاحتراق مما ساعد على تحضير جيد لعملية الاحتراق.



شكل ٨٥ المبدأ الأساسي للأنظمة الحقن المتعددة النقاط

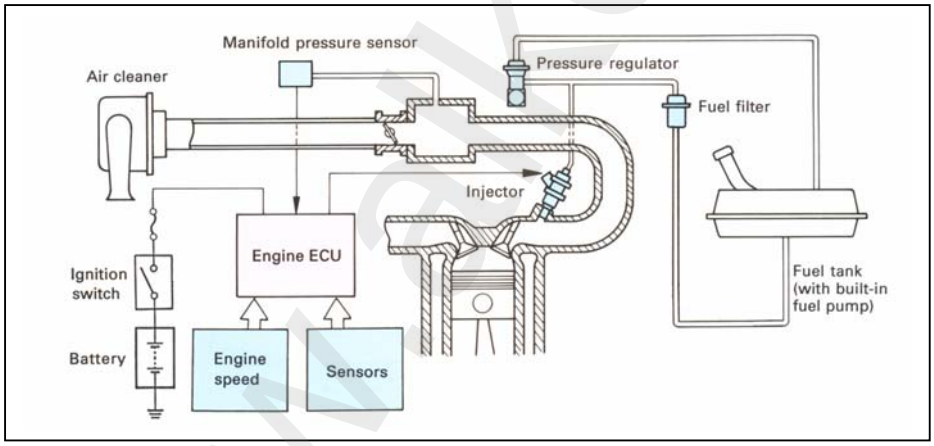
www.alkottob.com

المكونات -١ - مسار الوقود –٢ - مسار دخول الهواء –٣ - صمام الخانق -٤ - مجمع السحب – ٥ - صمامات الحقن –٦ - كتلة الأسطوانات .

يتم حقن الوقود لكل أسطوانة مرتين في كل دورة رباعية للمحرك ، وبعض الأنظمة يتم حقن مرة واحدة لكل ثلاث مرات يحدث فيها الإشعال في المحرك ذي الستة أسطوانات. ويتم التحكم في كمية الوقود وزمن الحقن بواسطة وحدة التحكم الإلكترونية.

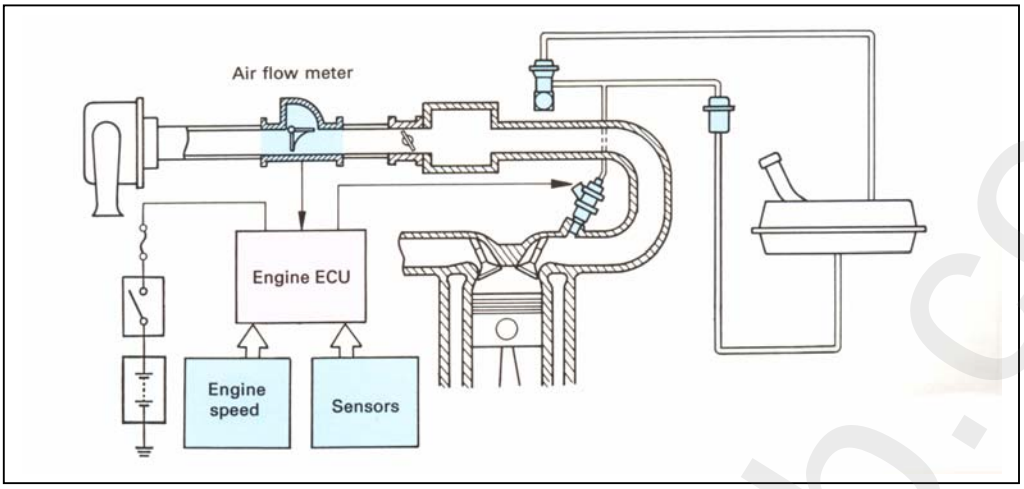
فمن هذه الأنظمة يعتمد على قياس الضغط المطلق داخل مجمع السحب (الخلخلة) بواسطة حساس الضغط المطلق MAP. كما هو موضح في شكل ٨٦ ومنها من يقيس تدفق الهواء بواسطة مقياس تدفق الهواء (الطوق) AFS لتحديد كمية الهواء الداخلة إلى المحرك كما هو موضح في شكل ٨٧. وبعض الأنظمة يستخدم مقياس تدفق الهواء بواسطة قياس كتلة الهواء عن طريق السك الساخن (شبكة) MAS. كما هو موضح في شكل٨٨ ومن الأنظمة ما يجمع بين مقياس كمية الهواء وقياس الضغط المطلق لمجمع السحب. أو يجمع بين قياس كتلة الهواء أو قياس الضغط المطلق المجمع السحب ولكن لا يتم الجمع بين قياس كمية الهواء وقياس كتلة الهواء.

ومن الأنظمة ما يستخدم نظام الدائرة المغلقة (التغذية الراجعة) لتعديل نسبة الخليط أثناء عمل المحرك. أي النظام مجهز بحساس الأكسجين.

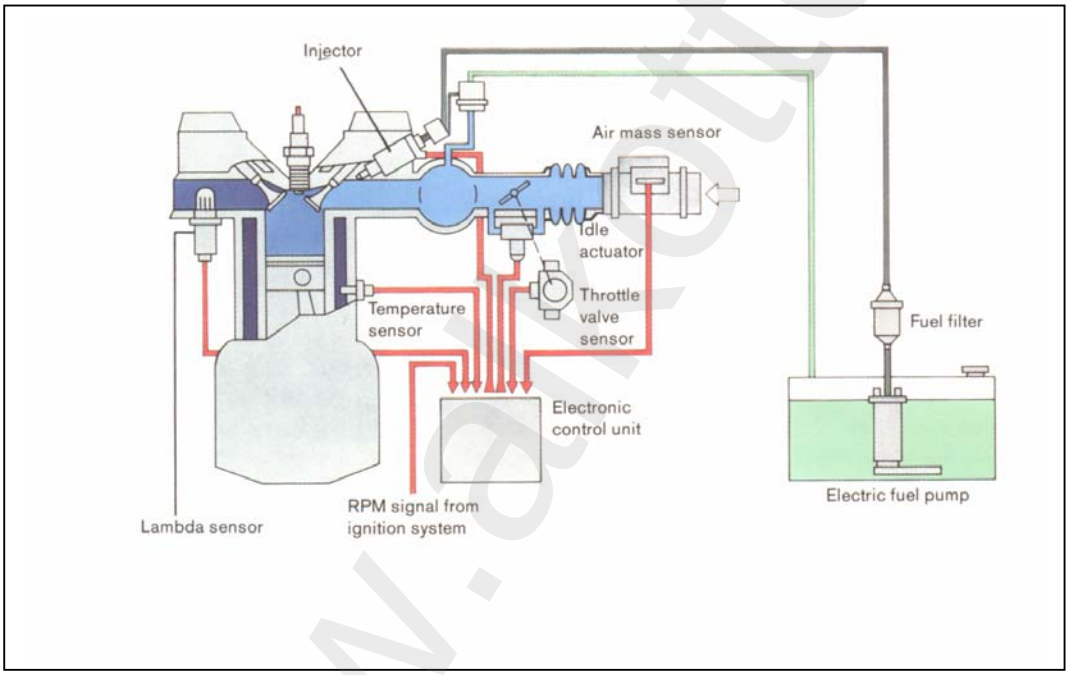


شكل ٨٦ دائرة حقن وقود ذات النقاط المتعددة بتجهيزه حساس MAP

www.alkottob.com



شكل -٨٧ دائرة حقن وقود ذو النقاط المتعددة بتجهيزه حساس AFS



شكل -٨٨ دائرة حقن وقود ذو النقاط المتعددة بتجهيزه حساسMAS

www.alkottob.com

ونظراً لأن وحدة التحكم الإلكترونية تعتبر العامل الرئيسي في تحديد كمية الحقن المناسبة وفقا لظروف التشغيلية المختلفة للمحرك وللتحكم في ذلك، فإن وحدة التحكم تعتمد في اتخاذ القرارات المناسبة على المعلومات المرسلة من الحساسات المتعددة المراقبة أوضاع المحرك.

ووحدة التحكم الإلكترونية سوف تختلف من نظام إلى آخر. فوحدة التحكم تحتوي على ذاكرة Prom وهذه الذاكرة تحتوي على معلومات خاصة بكل مركبة. وضعت معلومات داخلها تخص فقط المركبة الخاصة بها.

ونظراً لكثرة الأنظمة وتعددها. وتصنيع كل شركة نظاماً خاصاً بالمركبات المصنعة لها. ولعدم وجود اختلافات جذرية بين هذه الأنظمة. حيث إن الاختلاف يتم في إضافة بعض الحساسات أو المكونات. وفي عملية تطوير في برمجة وحدة التحكم الإلكترونية.

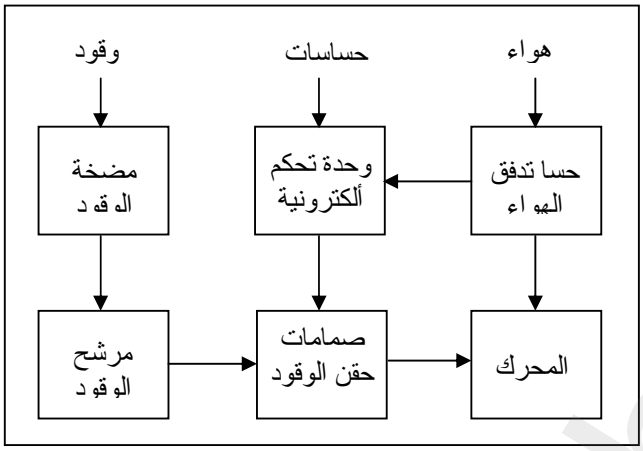
لذا سوف نناقش ونركز في هذه الحقيبة على الأنظمة الأكثر استخداماً مع ذكر باقي الأنظمة بشكل مختصر مع ذكر الفوارق بينها.

وكذلك لوجود أكثر من عنصر في الأنظمة تكون متساوية في العملية التشغيلية و تركيبية لذا سوف يكتفي بشرحها بطريقة عامة لعدم تكرارها.

النظرية التشغيلية:

يعتمد نظام الحقن المتعدد النقاط على وحدة التحكم الإلكترونية في العمالية الحسابية لتحديد نسبة الخليط المناسبة لجميع الظروف التشغيلية للمحرك . ولتكون القرارات التي تتخذها وحدة التحكم دقيقة ومناسبة تم تركيب عدد من الحساسات على المحرك لمراقبة أوضاع المحرك الداخلية والمحيطة به ، أثناء العملية التشغيلية. حيث ترسل هذه الحساسات والمفاتيح المعلومات على هيئة أشارة كهربائية، ثم يتم استقبلها من قبل وحدة التحكم التي تعمل على تحليل هذه المعلومات. ثم تصدر الأوامر التشغيلية إلى المشغلات ومنها صمامات الحقن، لحقن كمية من الوقود المناسبة للوضع التشغيلي للمحرك. وينقسم النظام إلى ثلاثة عوامل رئيسة: ١ - دائرة الوقود. ٢ - دائرة الهواء الداخل إلى المحرك. ٣ - منظومة التحكم الإلكترونية . كما هو موضح في الشكل٨٩

www.alkottob.com



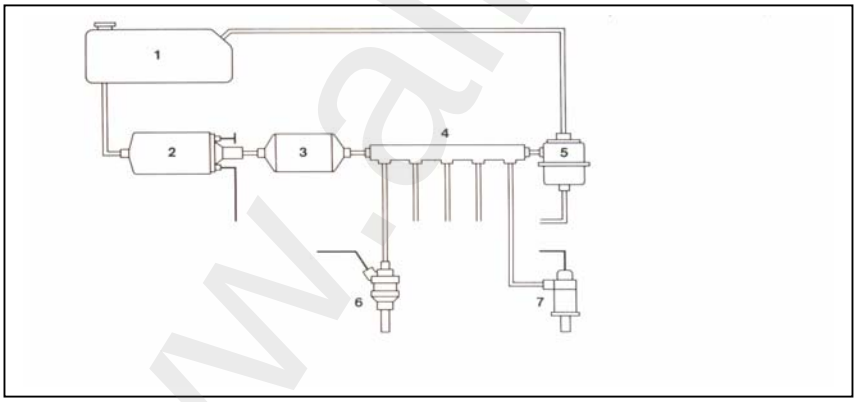
شكل ٨٩مبدأ مبسط لنظام الحقن متعدد النقاط

١ - دائرة الوقود

تتكون دائرة الوقود من العناصر التالية كما هو موضح في الشكل٩٠

١ - خزان الوقود٢ -مضخة الوقود الكهربائية٣ - مصفي (مرشح) الوقود٤ - أنبوب توزيع الوقود

٥ - منظم ضغط الوقود٦ - صمام التشغيل البارد٧ -صمام الحقن.



شكل ٩٠: نظام دائرة الوقود

www.alkottob.com

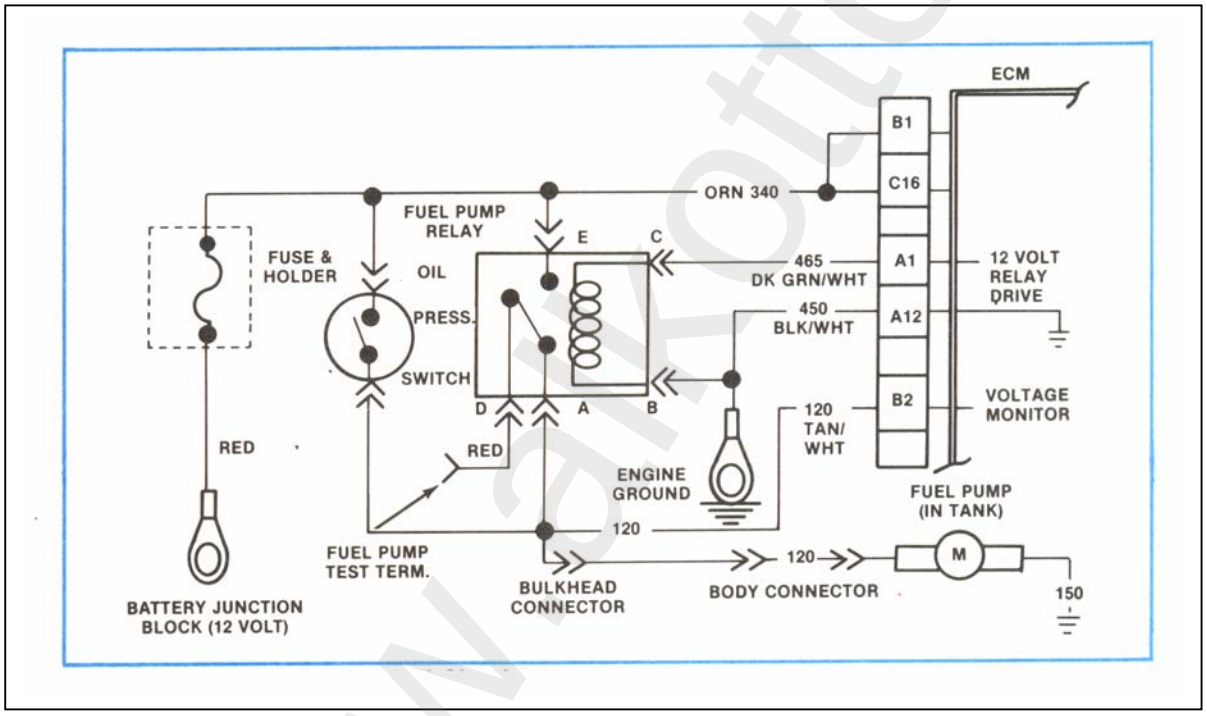
١ - خزان الوقود

يصنع خزان الوقود من ألواح رقيقة من الصلب .ويطلى من الداخل لتفادي الصدأ . ويجهز الخزان بفواصل لتفادي تموج الوقود أثناء حركة المركبة.ويركب بداخلة مضخة الوقود ومجموعة الإرسال ،ومرشح خاص لعزل جزء من الماء من انتقاله إلى داخل الدائرة .

٢ - مضخة الوقود الكهربائية Electric fuel pump

توجد المضخة داخل وخارج الخزان كما سبق ذكره وهي تقوم بدفع الوقود مفتوحاً من خلال مرشح الوقود ثم الأنابيب إلى صمامات الحقن.

وهي مصممة لتدفع الوقود بضغط أعلى من الضغط المطلوب لصمامات. ويبدأ عملها بمجرد فتح مفتاح الإشعال حيث تقوم الوحدة الإلكترونية بإيصال التيار إلى المضخة مباشرة وتظل تعمل في حالة تشغيل المحرك أو تدويره ببادئ الحركة.كما هو موضح في شكل ٩١



شكل - ٩١دائرة مضخة الوقود الكهربائية

www.alkottob.com

طريقة عمل المضخة

يتم دفع الوقود عن طريق الريش الموجودة داخل المضخة ويبلغ أكبر مدى له عند ٣٥٠٠ لفة /دقيقة. يوجد بالمضخة صمام يحفظ ضغط المضخة بين ٦٠ -٩٠ رطل/ بوصه. وبما أنها تقوم بدفع كمية وقود اكبر من اللازم فإن الكمية الزائدة تمر من خلال منظم الضغط وترجع إلى الخزان من خلال خط الراجع. ويتم زيادة ضغط الوقود أثناء عملية ضخ الوقود مما يؤدي إلى عدم تكون فقاعات في مجرى الوقود. وعندما يدار مفتاح الإشعال على وضع on (المحرك لا يدور) ((فإن الوحدة الإلكترونية تعمل على تشغيل مضخة الوقود لمدة ٢ ثانية فقط . فإذا لم يدر المحرك خلال هذه الفترة فإن الوحدة الإلكترونية تقطع التيار عن المضخة وبالتالي عدم تشغيلها وهذا يفيد في حالات الحوادث مثلاً للسلامة. كذلك يتزامن بدء عملها مع مفتاح ضغط الزيت، وعندما يصل ضغط الزيت إلى ٤ رطل/بوصة المربعة، فإن مضخة الوقود في هذه الحالة تعمل. فإذا حصل عطل لمرحل المضخة فإن المضخة تعمل من خلال دائرة مفتاح ضغط الزيت.

٢ - **مرشح الوقود** Fuel Filter

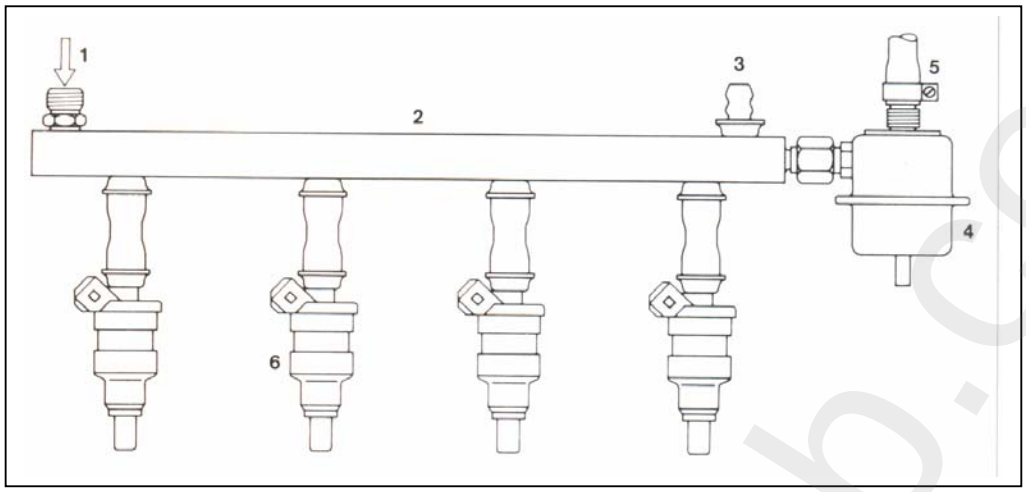
يعمل على تنقية الوقود من الشوائب ليصل إلى الصمامات بصورة نقية حتى لا تتلف بسرعة. ويركب على خط الضغط العالي للوقود قرب الخزان أو المحرك و يجب أن يستبدل إذا تلف حيث إنه لا يتم إصلاحه.ويتم استخدام جلبه (O ring) لتوصيلات المسننة وذلك لمنع تهريب الوقود.

٣ - **أنابيب الوقود** Fuel Rails

تحتوي أنابيب الوقود على أنبوب توزيع الوقود، منظم ضغط الوقود، خراطيم توصيل الصمامات، وخرطوم صمام التشغيل البارد وهي تصنع من ألياف الكتان وتوصل بين الخزان والمرشح وبقية الأجزاء إلى صمامات الحقن. وتشكل بزوايا معينة حتى تلائم من حيث الشكل من الخزان إلى صمامات الحقن وتكون بعيدة ما عن مواسير العادم.

أنبوب توزيع الوقود، يضمن ضغط متوازي لجميع صمامات الحقن الرئيسية، ويركب عليه كل من صمامات الحقن، منظم الضغط وصمام التشغيل البارد إن وجد في النظام. كما يركب عليه في بعض الأنظمة صمام قياس ضغط الوقود. كما أن وضع أنبوب التوزيع، يساعد على سهولة إخراج وتركيب صمامات الحقن الرئيسية، ويوجد منها عدة أنواع كما هو موضح في شكل ٩٢

www.alkottob.com



شكل –٩٢ أنبوب توزيع الوقود

المكونات

١- دخول الوقود

٢- أنبوب التوزيع

٣- خط الراجع إلى الخزان

٤- منظم ضغط الوقود

٥- صمامات الحقن

- **منظم ضغط الوقود** Fuel Pressure Regulator

ويتكون منظم ضغط الوقود من الأجزاء الموضحة في شكل ٩٣:

١- دخول الوقود

٢- خط الراجع إلى الخزان

٣- الصمام

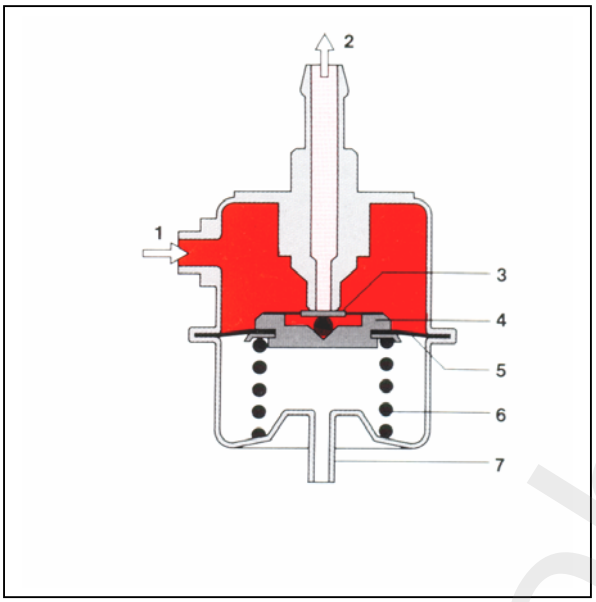
٤- حامل الصمام

٥- الغشاء المرن

٦- نابض

٧- خط ضغط التخلخل

www.alkottob.com



شكل ٩٣ منظم ضغط الوقود

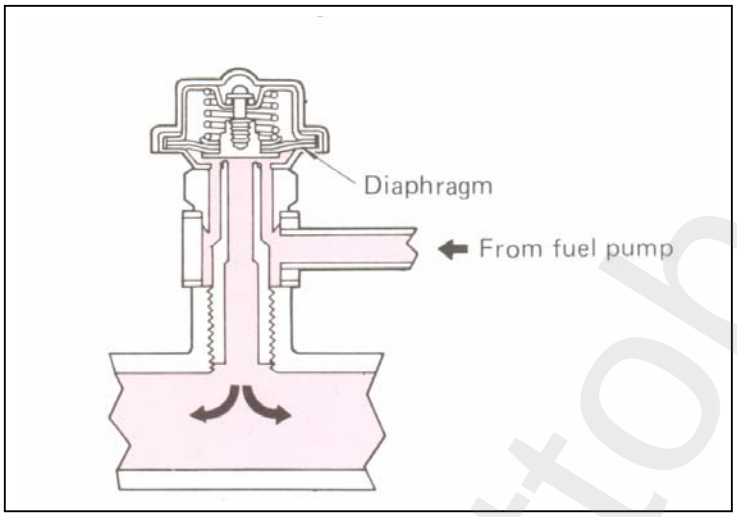
وهو يحتوي على غرفة ضغط خلخلة تكون معزولة عن غرفة الوقود بواسطة الرداخ وموصلة بمجمع السحب.ويبدأ عمله مع بدء عمل مضخة الوقود بحيث يزيد الضغط في الغرفة السفلية فيتأثر الرداخ وينسحب إلى أعلى ضد تأثير نابض الرداخ. وعند التأثير على الرداخ يفتح صمام الفائض وبذلك يرجع الوقود الزائد إلى الخزان مرة أخرى وإذا قل الضغط عن الحد المعين يعمل نابض الضغط على دفع الرداخ إلى أسفل وبذلك يغلق أو يقلل فتحة صمام الفائض. وتعمل شدة الخلخلة في مجمع السحب على التأثير في زيادة أو التقليل من فتحة صمام التصريف في الغرفة العلوية لمنضم الضغط. بحيث إذا قلت الخلخلة، قل تصريف الوقود الراجع و نتيجة لذلك يزداد ضغط الوقود. وإذا زادت مقدار التخلخل زادت كمية الوقود الراجع إلى الخزان، وبذلك قل ضغط الوقود في الدائرة.. يعمل منظم ضغط الوقود بغشاء مرن كصمام لارجوع مع ضغط البخاخ من جهة وضغط مجمع الوقود من جهة أخرى. وهو يحافظ على ثبات الضغط عند الصمامات في أي وقت ـ كذلك يقوم بتعويض المحرك عن زيادة الحمل بزيادة ضغط التخلخل في مجمع الوقود منخفض ويتم المحافظة على الضغط عند الصمامات بقيمة تتراوح من (٢,٢كجم/سم٢).سم٢) .

٤ - مخمد النبض(ألإهتزازات)

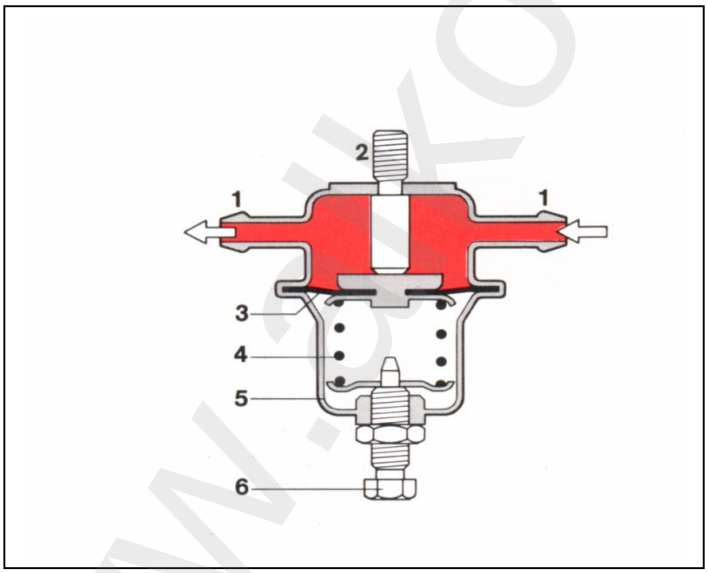
يعمل مخمد النبض على امتصاص التغيرات التي تحدث في أنبوب التوزيع ، الناتجة من جراء عملية حقن الوقود بشكل متقطع . .المخمد يعمل بطريقة متوازية مع صمامات الحقن. يتكون المخمد من غشاء يؤثر عليه ياي حلزوني باتجاه غرفة الوقود.حيث يعمل الغشاء على منع حدوث التغيرات الناتجة من ضغط

www.alkottob.com

الوقود أثناء عمل صمامات الحقن. ويختلف مكان تركيبه في الدائرة بناء على نوع النظام المستخدم حيث في نظام موترنيك يتم تركيبه في خط الراجع للوقود. وذلك للتقليل من الإزعاجات التي يحدثها الوقود أثناء رجوعه وناتجة من عملية فتح وغلق الصمامات كما هو موضح في الشكل ٩٤وشكل ٩٥



شكل ٩٤ مخمد الاهتزازات (تايوتا)



شكل ٩٥ مخمد الاهتزازات (آلماني)

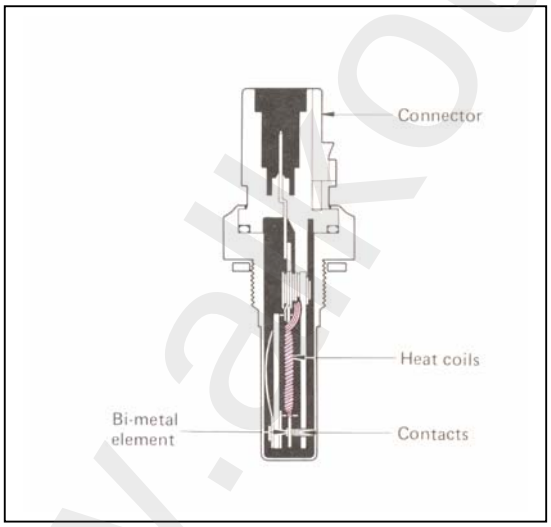
www.alkottob.com

المكونات

١- دخول وخروج الوقود
٢- مسمار مقلوظ لتحكم في الرداخ
٣- غشاء فاصل
٤- نابض ضغط
٥- جسم المخمد
٦- مسمار ضبط

صمام التشغيل البارد Cold Start injector

تتكون دائرة التشغيل البارد كما هو موضح في شكل ٩٧ من صمام حقن كهربائي و مفتاح زمني حراري .عند بداية تشغيل المحرك البارد تكون نقاط التلامس في المفتاح الزمني الحراري موصلة فتكتمل دائرة البخاخ.شكل ٩٧ ويقوم ببخ كمية إضافية من الوقود في مجمع السحب وعندما يصل المحرك إلى درجة حرارة التشغيل فيتوقف عن العمل.

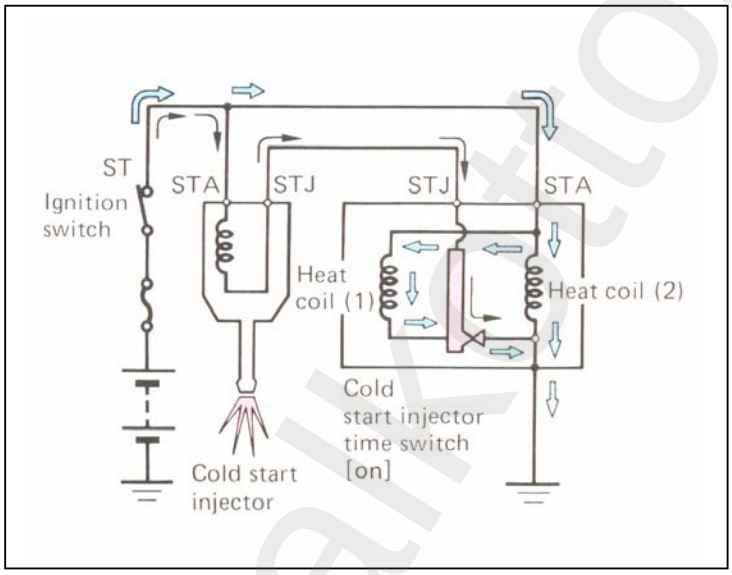


شكل ٩٦ مفتاح زمني حراري

والشكل (٩٧) يبين دائرة صمام التشغيل البارد و مفتاح زمني حراري. حيث يأتي التيار للدائرة عبر المفتاح الكهربائي لبادئ الحركة عبر مصهر حماية ويتم التحكم في تشغيل الدائرة من خلال المفتاح الزمني الحراري الذي تكتمل عن طريقه دائرة البخاخ بالأرضي كما هو موضح مسار التيار بالأسهم . حيث يتم تسخين الازدواج الحراري للمفتاح بواسطة حرارة المحرك أو بواسطة ملف تسخين ،حيث يعمل تأثير التيار المار في الازدواج والذي يأتي إليه من الملف اللولبي نفس تأثير درجة حرارة المحرك.وتحت تأثير

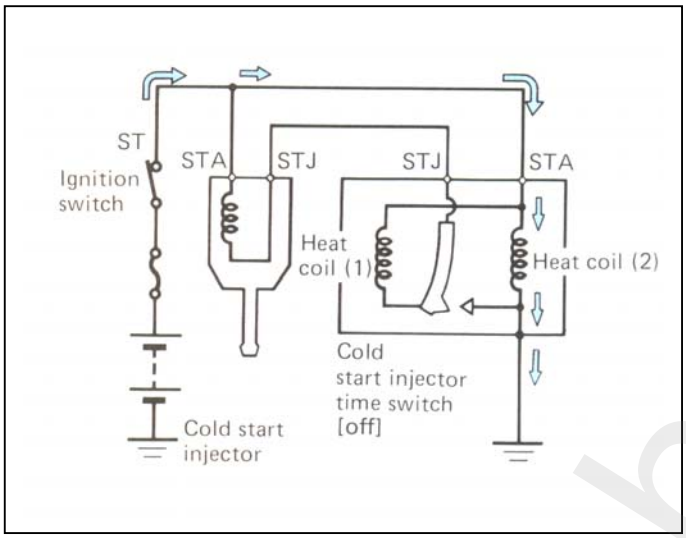
www.alkottob.com

هذا التيار ودرجة حرارة لمحرك يبدأ الازدواج المعدني بتأثر بعد ٨ ثواني وعند درجة حرارة ٢٥م لمياه التبريد فينحني الازدواج المعدني فاتحاً نقاط التلامس وبالتالي ينقطع التيار المكمل الدائرة صمام التشغيل البارد فيتوقف عن العمل، وبمرور التيار في ملفات التسخين ٢، ١ سيسخن المعدن المزدوج ويقطع اتصال نقاط التماس، وبذلك ينقطع مرور التيار إلى صمام حقن التشغيل البارد كما هو موضح في شكل ٩٨. يسخن المعدن المزدوج بالملف ٢ ليمنع اتصال نقاط التماس مرة أخرى وذلك من أجل منع حدوث إغناء الخليط. وفي بعض الأنظمة تم الاستغناء عن صمام التشغيل على البارد، بطريقة زيادة النبضة المرسلة إلى صمام الحقن من قبل وحدة التحكم معتمدة على الإشارة المرسلة من حساس درجة حرارة المحرك.



شكل –٩٧ دائرة صمام التشغيل البارد في حالة العمل

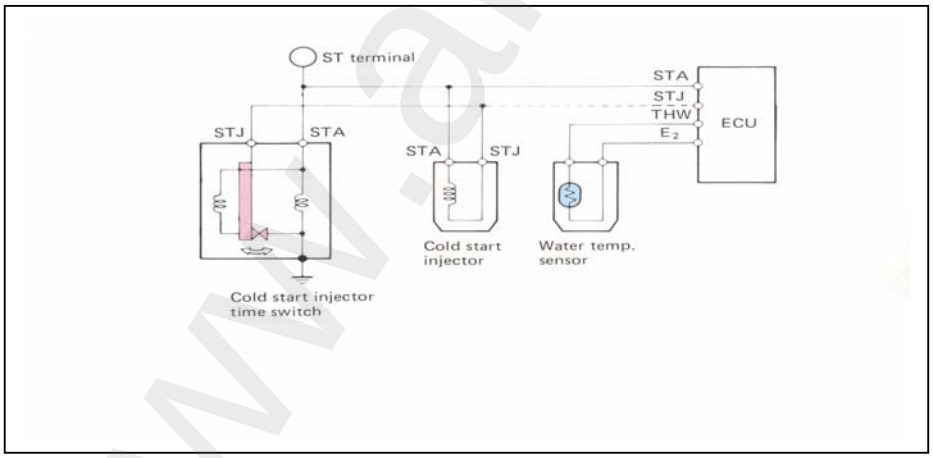
www.alkottob.com



شكل٩٨ صمام التشغيل البارد في حالة التوقف عن العمل

تشغيل صمام التشغيل البارد بواسطة وحدة التحكم الإلكترونية

في بعض المحركات لتحسين بدء التشغيل عندما يكون المحرك بارداً، فإن زمن حقن صمام التشغيل البارد لا يتحكم فيها المفتاح الزمني فقط بل أيضا وحدة التحكم وذلك حسب درجة حرارة المحرك.كما هو موضح في شكل ٩٩

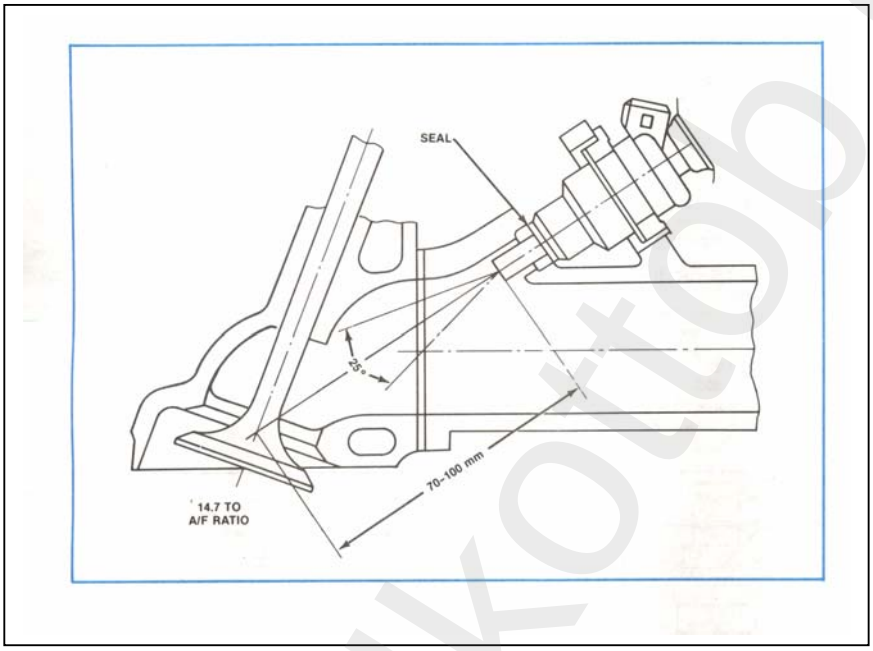


شكل –٩٩ تشغيل صمام التشغيل البارد بواسطة وحدة التحكم الإلكترونية

www.alkottob.com

صمامات الحقن(البخاخات) Fuel Injectors

تركب صمامات الحقن في مجمع السحب، ويثبت بأنبوب التغذية ويوضع على مسافة قريبة من صمام السحب تتراوح بين ٧٠ -١٠٠مم (من خط مركز صمام السحب إلى رأس إبرة البخاخ) بحيث يكون شعاع البخ بزاوية مقدارها ٢٥م.شكل ١٠٠صمام الحقن عبارة عن صمام إبري كما هو موضح في شكل ١٠١ يعمل بواسطة المغناطيسية الكهربائية والذي يحقن الوقود حسب إشارة من وحدة التحكم .



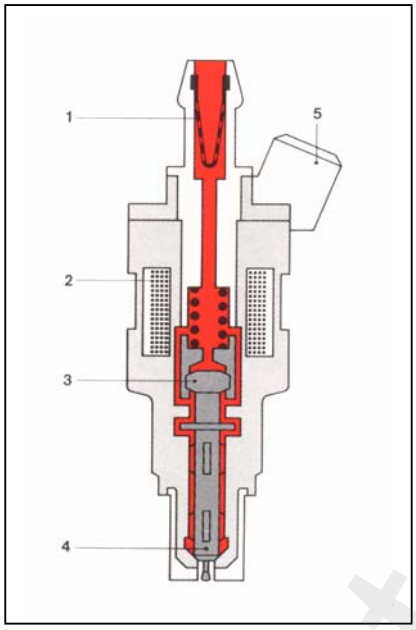
شكل ١٠٠ صمام الحقن مركب في مجمع السحب

ويستخدم للبخاخ جلبة Oring لإحكام التسرب وتعمل عازلاً ضد الحرارة كما تعمل على تثبيت البخاخ في مجمع السحب و يتم استبدالها إذا تلفت أو تم تغير صمام الحقن.

طريقة العمل

عندما ترسل وحدة التحكم إشارة إلى ملفات السحب في صمام الحقن، تعمل على سحب القلب ضد شدة الياي. وذلك بواسطة تأثير المغناطيسية.وبما أن القلب والصمام الإبري قطعة واحدة فإن الصمام الإبري أيضا يسحب من قاعدته ويحقن الوقود. ويتم ضبط كمية الوقود حسب طول مدة الإشارة. لأن مشوار الصمام الإبري ثابت فإن الحقن يستمر طالما أن الصمام الإبري مفتوح.

www.alkottob.com



شكل -١٠١ صمام الحقن

المكونات

-١ -مرشح –٢ - ملف لولبي -٣ - ملف عضو الاستنتاج -٤ - إبرة الصمام -٥ -قابس الكهرباء

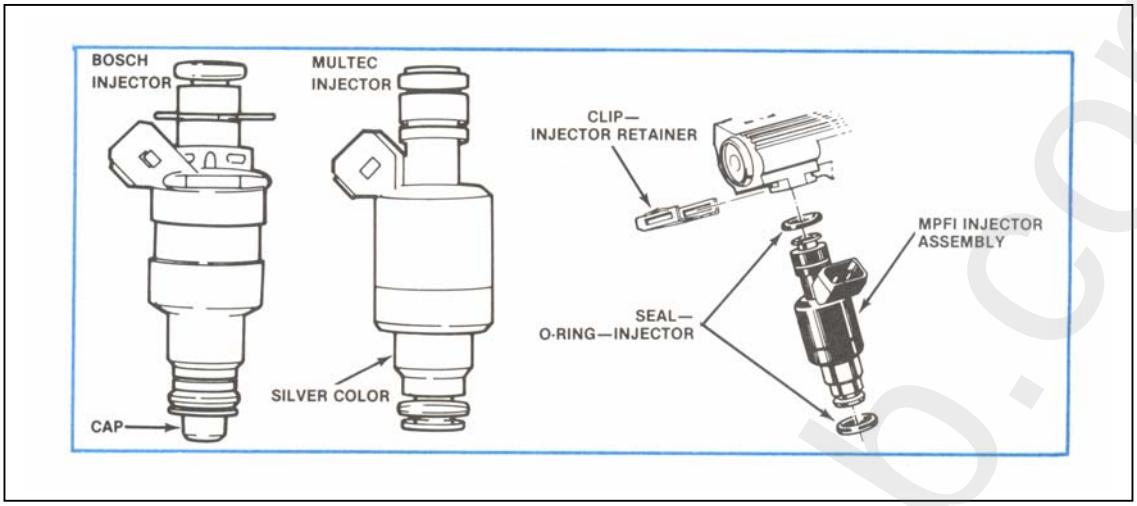
أنواع الصمامات

يوجد عدة أنواع من صمامات الحقن المستخدمة في أنظمة الحقن متعدد النقاط.

أكثرها شيوعا:١ - صمامات حقن وقود بوش BOSCH ٢ - المتعدد MULTEC

كما هو موضح في شكل ١٠٢ وتتميز صمامات الحقن المتعدد.بأنها رخيصة الثمن، وصغيرة الحجم،سريعة الاستجابة ،وجيدة في عملية تذرير الوقود ،تعمل بفولت منخفض ، ولديها الإمكانية في أن تعمل بوقود غير نقي . حيث يتم وضع مقاومة (ملف) بالكامل داخل صمام الحقن وهذا النوع يسمى عالي المقاومة شكل ١٠٣ب والنوع الآخر يركب جزء من المقاومة (الملف) داخل صمام الحقن والجزء الآخر يتم تركيبها خارج الصمام ويسمى ذا المقاومة المنخفضة وذلك من أجل خفض درجة حرارة الصمام لتحسين من أدائه.و الزيادة من عمر الصمام.

www.alkottob.com



شكل ١٠٢ أنواع صمامات الحقن

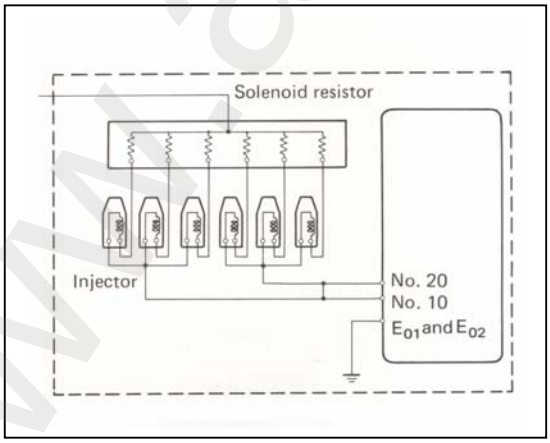
ويمكن تقسيم صمامات الحقن حسب التالي

١ - شكل فتحة (فوهة) صمام الحقن

- نوع خابوري منخفض المقامة
- نوع خابوري عالي المقاومة
- نوع ثقبي منخفض المقاومة - نوع ثقبي عالي المقاومة

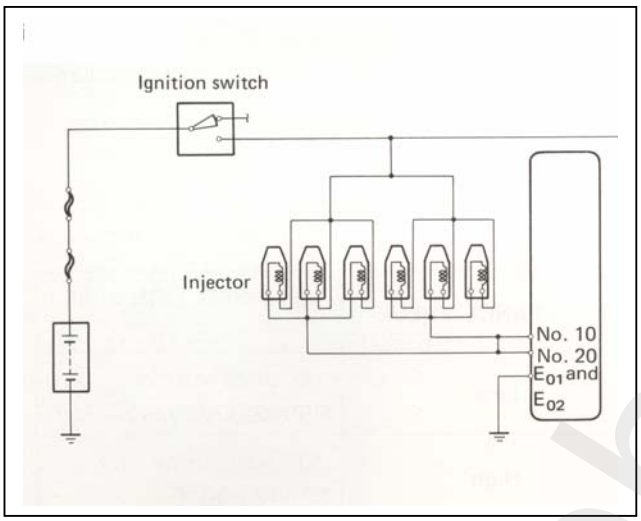
دائرة البخاخ الكهربائية Injector control circuit

يتضح من الشكل ١٠٣ و شكل ١٠٤طريقة توصيل دائرة الصمامات مع الوحدة الإلكترونية ومع دائرة الإشعال. وتختلف طريقة التوصيل على حسب النظام المستخدم.



شكل –١٠٣ أ دائرة الصمامات الحقن من نوع المقاومة الخارجة

www.alkottob.com



شكل– ١٠٣ ب دائرة الصمامات الحقن من نوع المقاومة الداخلية

الهواء الداخل إلى المحرك (نظام سحب الهواء)

يتدفق الهواء عبر منق الهواء شكل ١٠٤، وقبل دخوله إلى مجمع السحب يمر بعملية قياس. أداة قياس الهواء الداخل إلى المحرك سوف تختلف باختلاف النظرية التشغيلية لنظام. ويستخدم ثلاث طرق أساسية في عملية القياس كما سبق شرحها في مقدمة هذا الفصل.

الطريقة الأولى

تعتمد على قياس كمية تدفق الهواء،ويستخدم لتحقيق هذا الغرض حساس كمية الهواء (القلاب) وتعتمد نظرية القياس على مقدار الحركة الميكانيكية للقلاب التي يحدثها قوة تدفق الهواء ، وتحويل هذه الحركة إلى قيمة فولتية (إشارة).

الطريقة الثانية:

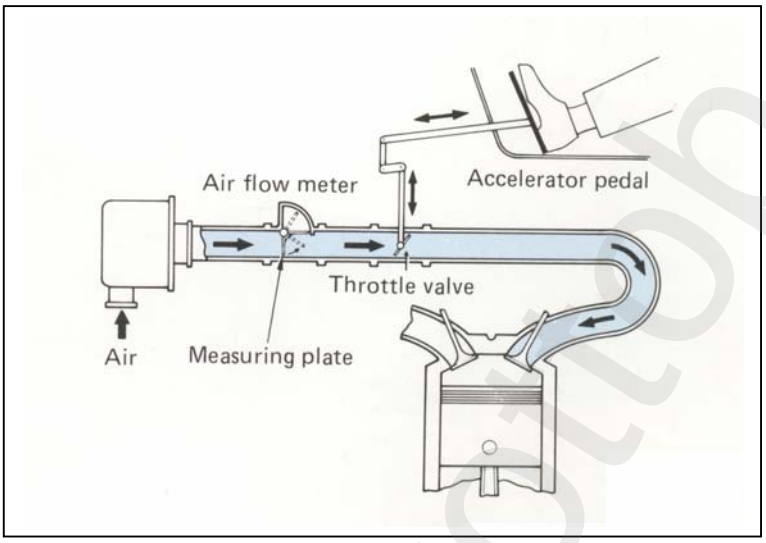
تعتمد على قياس كتلة الهواء، ولتحقيق ذلك تم تركيب حساس السلك الساخن. بحيث تتغير قيمة مقاومة السلك بتغير كمية ودرجة حرارة الهواء الداخل إلى المحرك. مما ينعكس على قيمة التيار الذي يسري من خلالها.

الطريقة الثالثة

تعتمد على قياس التغيرات في الضغط المطلق داخل مجمع السحب، لذا وضع حساس قياس الضغط المطلق.اختلاف الضغط يغير من قيمة المقاومة البلورية المركبة داخل الحساس.

www.alkottob.com

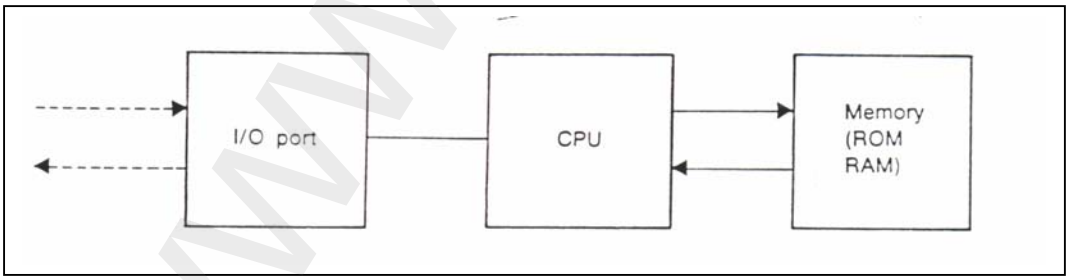
وفي بعض الأنظمة ركب حساس بعد منقي الهواء مباشرة لقياس درجة حرارة الهواء الداخل إلى المحرك للحصول على نسبة الخليط المثلى..وتحدد كمية الهواء الداخلة إلى مجمع السحب و من ثم إلى المحرك على حسب فتحة صمام الخانق الذي يأخذ حركته من التأثير على دواسة الوقود. ومن غرفة مجمع السحب يتم توزيع الهواء إلى مجاري السحب لكل غرفة احتراق عبر صمام السحب وسوف يتم شرح ذلك بتفصيل في الفصل القادم.



شكل ١٠٤ دائرة تدفق الهواء

منظومة التحكم الإلكتروني .

جهاز التحكم يحلل المعلومات المرسلة من الحساسات المختلفة والخاصة بالمحرك وتجري على هذه المعلومات عمليات معالجة وتعمل على مقارنتها داخليا بحقول وحدات المعرفة ولمعلومات المخزنة داخل الذاكرة ROM أو EPROM بعد ذلك ترسل إلى وحدة المعالجة المركزية ثم إلى وحدة الخروج وترسل إلى المشغلات على هيئة أشارت كهربائية تشغيلية.كما هو موضح في شكل ١٠٥



شكل ١٠٥ مسار معالجة الإشارة

www.alkottob.com

أنظمة حقنِ الوقودِ الألكترونية أل جيترونيك (L-JETRONIC)

يعتبر نظام الحقن " أل ـ جترونيك " من أول أنظمة الحقن الإلكترونية المبتكرة من قبل شركة بوش (Bosch)في الفترة بين ١٩٦٦ـ١٩٦٨ م. وهو نظام الحقن الأساسي لأنظمة الحقن ذو النقاط المتعددة.

أنواع النظام:

١. **أل ١ـ جترونيك** (L1- Jetronic)

يحتوي على حساس قياس كمية الهواء، وحدة تحكم ذات المقبس ٣٥نقطة، و مقاومة صمام الحقن حوالي ٣ أوم (ملف نحاسي)

٢. **أل ٣ـ جترونيك** (L 3 - Jetronic)

تم دمج وحدة التحكم مع حساس كمية الهواء

٣. **أل أي ١ـ جترونيك** ((LE 1-Jetronic

يستخدم حساس كمية الهواء ذو ٤ أو ٥ نقاط، وحدة تحكم ذات مقبس ٢٥نقطة، مرحل أمان، ومقاومة الصمامات حوالي ١٦أوم. (ملف نحاسي اصفر)

٤. **أل أي ٢ـ جترونك** ((LE 2 -Jetonic

كما في أل أي ١ ـ جترونيك. ولاكن يوجد استراتيجية التحكم في عملية قطع الوقود أثناء التشغيل البارد.

٥. **أل يو ـ جترونيك** (L U -Jetronc

يوجد به حساس غازات العادم (لمبداء)

٦. **أل أتش ١ـ جترونيك** L H 1- Jetronic

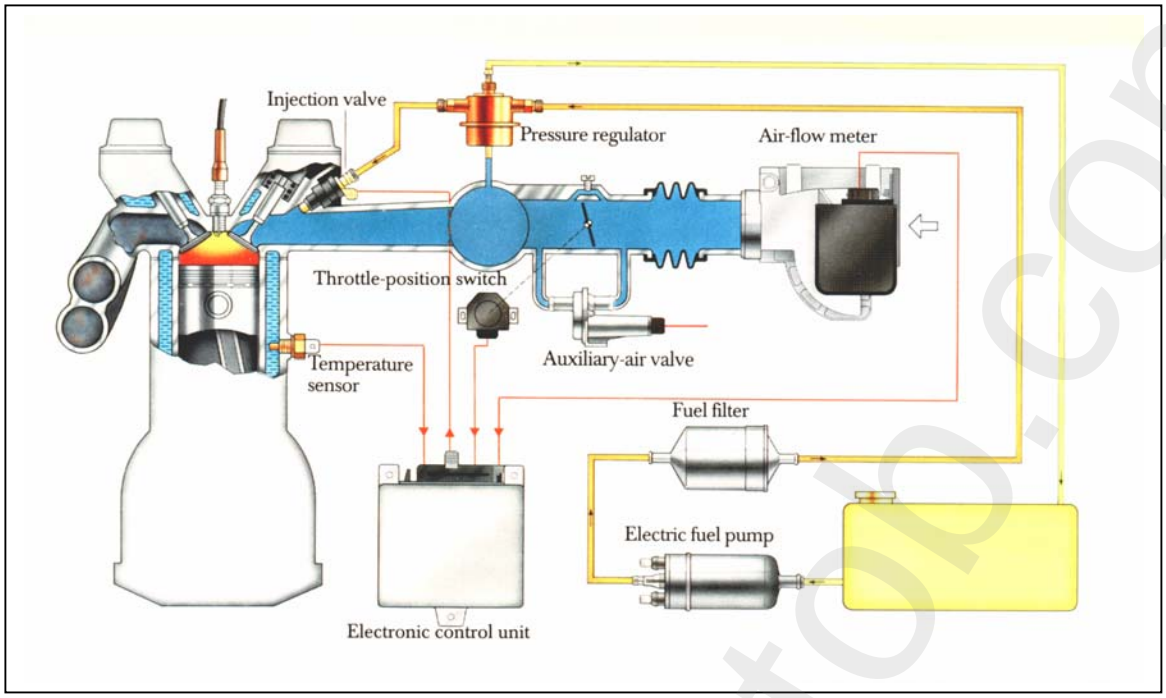
يستخدم حساس السلك الساخن لقياس كتلة الهواء الداخلة إلى المحرك ، ويوجد به تجهبزة صمام التشغيل البارد التقليدية .

٧. **أل أتش٢ ـ جترونيك** L H 2- Jetronic

كما في أل أتش ١ ولاكن يتم التحكم في عملية التشغيل البارد الإلكتروني.

ويعرض الشكل ١٠٦مخطط تخطيطي من نظامِ أل جيترونيك. حيث تعمل مضخّة الوقود على سحب الوقود من الخزان وضخة إلى دائرة الوقود بضغط معين. عبر المرشح الذي يقوم بتصفيته من الشوائب وينتقل الوقود إلى أنبوب التوزيع من خلال أنابيب الضغط العالي للوقود ومن ثم إلى صمامات الحقن التي تعمل على تذر ير الوقود داخل مجمع السحب. وكمية الوقود الزائدة ترجع إلى الخزان عبر منظم الضغط.

www.alkottob.com



شكل ١٠٦ مخطط لدائرة نظام حقن ألـ - جترونيك

مكونات النظام

١. مضخة الوقود الكهربائية Electrical fuel pump
٢. مرشح الوقود Fuel Filter
٣. منظم الضغط Pressure regulator
٤. صمام الحقن Injection valve
٥. مقياس تدفق الهواء Air- flow meter
٦. مفتاح وضع الخانق Throttle position switch
٧. صمام الهواء الإضافي Auxiliary air valve
٨. حساس درجة حرارة المحرك Temperature
٩. وحدة التحكم الإلكترونية Electronic control unit

www.alkottob.com

نظام حقن الوقود أل ـ أتش جترونيك – LH- Jetronic

الفكرة من تصميم النظام أل أتش ـ جترونيك هي جعل عملية معايرة الوقود مستقلة عن التغيرات في الضغط الجوي ودرجة الحرارة المحيطة. وقد تم تنفيذ ذلك باستعمال مقياس انسياب الهواء من النوع السلك الساخن، حيث ينساب الهواء عبر فتيلة مسخنة كهربائيا داخل مبيت أنبوبي.

بدأت عملية ابتكار مقياس انسياب الهواء بسلك الساخن في عام ١٩٧٧، وبدأ الإنتاج في أواخر ١٩٨١. وأول تطبيق لهذا النظام كان على سيارة.Saab 900

الاختلاف بين نظام LH – Jetrcnic ونظام L- jetrcnic –

في نظام الحقن L - Jetrcnic يتم قياس كمية الهواء بواسطة حساس تدفق الهواء ذي القلاب وباستعمال هذه الطريقة يحدث بعض أخطاء في قياس كمية الهواء المسحوب بواسطة المحرك وهذه الأخطاء ناتجة عن العوامل التالية.

١ - التغير في الارتفاعات كصعود الجبال مثلاً يتبعه تغير في الضغط الجوي وإذا حدث تغير في الضغط الجوي تتغير كمية الهواء.

٢ - عند اصطدام الهواء بالقلاب يحدث به تذبذب وتكون الإشارة المرسلة إلى صندوق التحكم غير دقيقة ويتم حقن كمية وقود ليست مناسبة لكية الهواء.

٣ - عدم الاستجابة السريعة للانتقال من حالة إلى حالة أخرى من حالات تشغيل المحرك نتيجة جود جزء ميكانيكي وهو حساس تدفق الهواء.

٤ - مع طول فترة الاستعمال يحدث تآكل وضعف في الياي الحلزوني مما ينتج عنه أخطاء في قياس كمية الهواء.

وللتغلب على هذه المشاكل تم استبدال حساس تدفق الهواء بوسيلة أخرى لقياس كمية الهواء وهذه الوسيلة هي استعمال سلك ساخن لقياس كتلة الهواء مباشرة .

كما يتضح من الشكل١٠٧ أن الفرق بين النظامين هو وجود مقياس الهواء بواسطة السلك الساخن بدلاً من حساس تدفق الهواء ذو القلاب وكذلك يعمل صندوق التحكم في نظام LH - jetrcnic بتقنية المعلومات الرقمية.

www.alkottob.com

مزايا نظام LH - jetrcnic

١ - قياس دقيق لكمية الهواء حتى في المناطق المرتفعة.

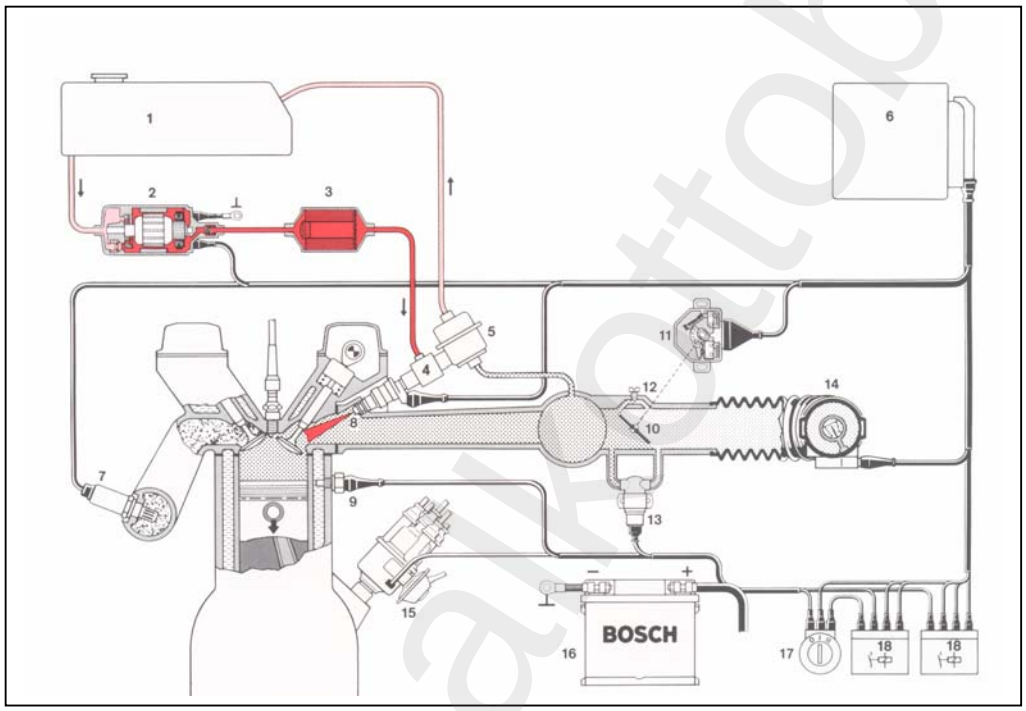
٢ - استجابة سريعة في قياس كمية الهواء.

٣ - التخلص من الأجزاء الميكانيكية المتحركة (الأجنحة).

٤ - بساطة التصميم والتخلص من الصيانة.

٥ - قياس صحيح لكمية الهواء مهما تغيرت درجة حرارة الهواء الداخل.

تقليل استهلاك الوقود وخفض نواتج العادم الضارة.



شكل ١٠٧ مخطط دائرة نظام حقن أل أتش LH- Jetronic

المكونات

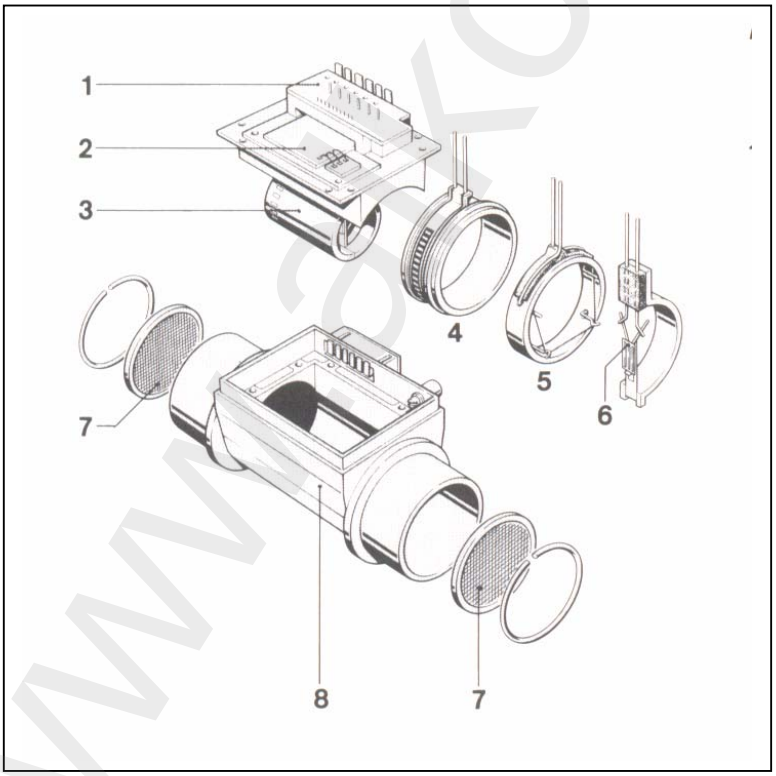
١ - خزان الوقود ٢ - مضخة الوقود الكهربائية ٣ - مرشح الوقود ٤ -موزع الوقود ٥ - منظم الوقود ٦ -وحدة تحكم ٧ -حساس لمبداء ٨ -صمام الحقن ٩ -حساس درجة حرارة المحرك ١٠ -صمام الحقن ١١ -مفتاح صمام الخانق ١٢ -مسمار ضبط السرعة البطيئة - ١٣ -مشغل السرعة البطيئة ١٤ -مقياس كثافة الهواء (سلك ساخن) ١٥ - موزع الإشعال - ١٦ -البطارية ١٧ -مفتاح الإشعال وبدء الحركة ١٨ - مرحل.

www.alkottob.com

التصميم

يتركب مقياس الهواء ذو السلك الساخن أساساً من كما هو موضح في شكل ١٠٨سلك مصنوع من البلاتين سمكه (70mm) ويوضع داخل أنبوبة من البلاستيك تتكون من نصفين ويركب في نفس الأنبوب البلاستيكي حساس المعادلة الحرارية على التوازي مع نفس السلك الساخن. وتم تسخينه حتى درجة حرارة ثابتة من ١٥٠ درجة مئوية. إن الاندفاع السريع للهواء النقي له تأثير تبريد على السلك (الفتيلة)، مما يتطلب عندها تيار اكبر لاستعادة درجة حرارتها عند المستوى المحدد مسبقا. وكلما كبرت كتلة الهواء، يصبح الاحتياج للطاقة أكبر، من أجل الحفاظ على درجة حرارة ثابتة في السلك (الفتيلة).

بما أن كمية استهلاك طاقة السلك متناسبة مع كتلة الهواء الداخلة إلى المحرك، فإنه يمكن للمعالج الصغير أن يحدد بدقة كمية انسياب الهواء الإجمالية. كذلك يوجد في نفس الأنبوب حساس لدرجة الحرارة بالإضافة إلى دائرة تحكم ودائرة للتنظيف الذاتي للفتيلة لأنها تسخن لفترة وجيزة عند حوالي ١٠٠٠ درجة مئوية في كل عملية فصل للإشعال حيث تعمل هذه الحرارة على حرق الرواسب المتواجدة على الفتيلة مما يبقي الفتيلة على حساسيتها السابقة.



شكل ١٠٨ مقياس كثافة الهواء بواسطة السلك الساخن

www.alkottob.com

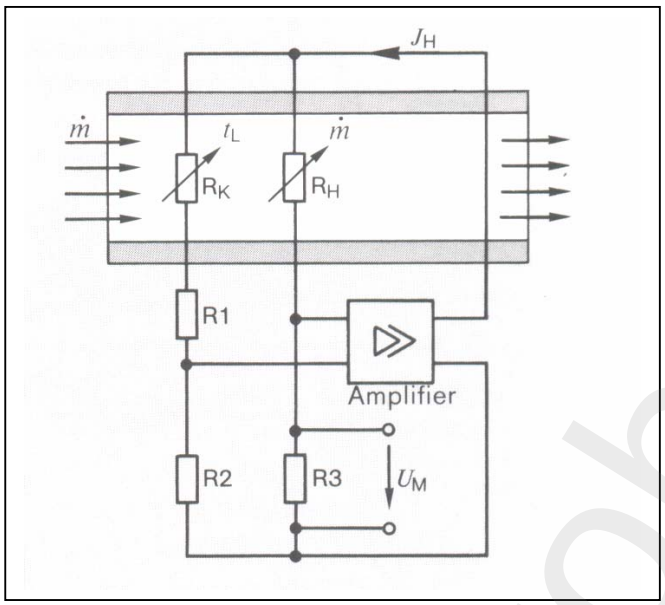
المكونات

١ - لوحة مطبوعة٢ -دارة مختلطة (هجيني)٣ -أنبوب داخلي٤ -مقاومة عالية الدقة٥ -مقاومة تعويض الحرارة٦ - حماية٧ -جسم

ذطريقة العمل

السلك الساخن لقياس كمية الهواء يعمل على درجة حرارة ثابتة فعند مرور التيار في السلك الساخن يعمل على رفع درجة حرارته مما يزيد من مقاومته ويقل نتيجة لذلك التيار المار فيه وعند تشغيل المحرك يمر الهواء المسحوب على هذا السلك فيعمل على تبريده مما يؤدي إلى خفض مقاومته وزيادة التيار المار فيه ومن ذلك يتضح أن شده التيار المار بهذا السلك تتوقف على كمية الهواء المسحوبة للمحرك فكلما زادت كمية الهواء المسحوبة زادت شدة التيار المار بهذا السلك والعكس صحيح وبهذه الطريقة يمكن الحكم على كمية الهواء المارة من خلال الأنبوب بواسطة شدة التيار المار في السلك ويتم معايرة وقياس شدة التيار عند كميات الهواء المختلفة لضبط الإشارة إلى صندوق التحكم الإلكتروني وتتم هذه المعايرة عند درجة حرارة (20ċ) وبالتالي يلزم وجود دائرة معادلة حرارية على التوازي مع السلك الساخن لضبط الإشارة عند اختلاف درجة حرارة الهواء المسحوبة عن درجة القياس بالزيادة والنقص وغالباً ما يكون حساس المعادلة الحرارية مصنوعاً من مقاومة (NTC) وتضع الإشارة الخارجة من السلك الساخن وكذلك حساس المعادلة الحرارية (RK) كما هو موضح في شكل ١٠٩ وتكبر في المكبر بالخارج لإعطاء نبضة مناسبة لصندوق التحكم ويلاحظ وجود المقاومات (R_1) ، (R_2) وهي عبارة عن مقاومات إعاقة في الدائرة بينما (R_3) مقاومة ضبط بقي أن نقول أن درجة حرارة السلك الساخن أعلى من درجة حرارة الهواء المسحوب بقيمة ثابتة وأن هناك دائرة تنظيف تعمل على إمرار تيار تسخين في السلك الساخن لمدة ثانية واحدة في كل مرة يتم إيقاف المحرك مما يعمل على ذوبان الأوساخ العالقة بالسلك الساخن وبذلك تكون النبضة أو الإشارة الخارجة إلى صندوق التحكم صحيحة.

www.alkottob.com



شكل ١٠٩ دائرة مقياس كثافة الهواء

المكونات

١ - RH سلك ساخن

٢ - R_K مقاومة تعويض (تعديل) الحرارة

٣ - R_1 R_2 مقاومات عالية الإعاقة

٤ - R_3 مقاومة عالية الدقة

٥ - U_m إشارة فولتية لمعدل الهواء المتدفق

٦ - J_H تيار تسخين

٨ - m الهواء الداخل لكل وحدة زمنية

٧ - T_L درجة حرارة الهواء

www.alkottob.com

نظام الحقن Port Fuel Injection (PFI)

يعتبر هذا النظام من أحدث أنظمة الحقن المستخدمة في المركبات الآلية حيث تم استخدامه أخيراً في كثير من السيارات الأمريكية وهو يشبه إلى حد كبير نظام حقن الوقود الإلكتروني – LH jetrocnic وأهم العناصر المميزة لكل من (LH, PFIهي وجود الحساس ذو السلك الساخن MAF (MAS Air Flow Sensor)). ففي نظام الحقن(PFI) يتم التحكم في كمية و توقيت الوقود المحقون بواسطة وحدة التحكم الإلكترونية (ECM) حيث تقوم بتحليل الإشارات المرسلة من الحساسات المختلفة. وبناء على ذلك يتم تحديد وقت حقن الوقود وتوقيت الإشعال. ويتم معالجة المعلومات في الوحدة الإلكترونية الرئيسية والتي تتصل بوحدات إلكترونية أخرى مثل وحدة التحكم الخاصة بل إشعال وبعض وحدات التحكم الأخرى. وفي بعض الأنظمة يتم دمج هذه الأنظمة في وحدة تحكم واحدة.

وفي هذا النظام يكون ضغط الوقود المرسل إلى صمامات الحقن ثابت. و بناءعلى ذلك تضبط نسب الهواء إلى الوقود بتحكم في زمن طول النبظه المرسلة إلى صمامات الحقن.

أجزاء نظام الحقن (PFI) كما هو موضح في شكل ١١٠

نظام الوقود Fuel system

يتكون النظام من صمامات الحقن، أنابيب الوقود، منظم ضغط الوقود. مضخة الوقود الكهربائية، مرحل المضخة، مرشح الوقود، الخزان.

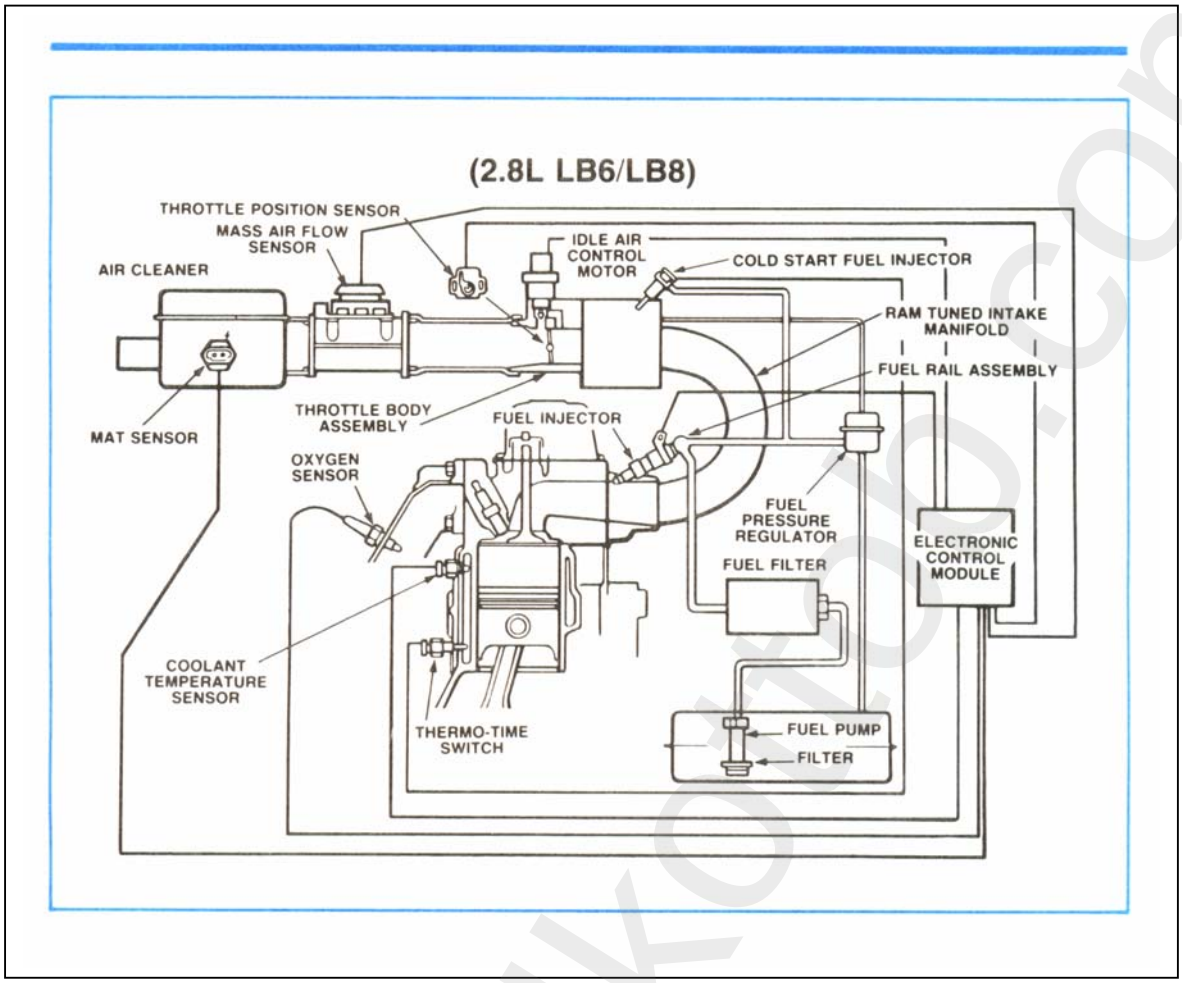
نظام التحكم الإلكتروني Electronic Control System

يتم بواسطة نظام التحكم الإلكتروني مراقب ظروف التشغيل المختلفة للمحرك. حيث يتم معالجة المعلومات ليتم الوصول بالمحرك إلى الأداء الأمثل وبأقل كمية مستهلكة من الوقود و أقل نسبة تلوث ممكنة كما يتكون من حساسات مختلفة يتم بواسطتها إمداد منظومة التحكم الإلكترونية بالمعلومات على شكل إشارات.

حساسات نظام الحقن PFI))

١ - حساس تدفق الهواء)٢ - حساس وضع الخانق ٣ - حساس حرارة مجمع السحب)٤ -حساس الضغط المطلق في مجمع السحب ٥ - حساس سرعة المركبة٦ - حساس درجة حرارة مياه التبريد ٧ - حساس الأكسجين ٨ - مفتاح التوقف والحياد في صندوق السرعات

www.alkottob.com



شكل - ١١٠ مخطط دائرة نظام الحقن PFI

المكونات

- صمام التحكم في هورلر السرعة البطيئة - حساس وضع الخانق - حساس انسياب الهواء
- مصفى الهواء - حساس حرارة مجمع السحب - حساس الأكسجين - حساس درجة حرارة المحرك -المفتاح الزمني الحراري

نظام حقن الوقود طراز موتردنيك Motronic

في هذا النظام يتم جمع نظام إشعال إلكتروني بدون قاطع اتصال ونظام حقن طراز أل أي ـ جترونيك (LE-Jetronic) كما هو موضح في شكل ١١١ وبهذه الطريقة تسمح بتوجيه الإشعال مباشرة وفي نفس الوقت إعطاء كمية حقن من الوقود مناسبة. تم دمج نظامي الإشعال والحقن بوحدة تحكم

www.alkottob.com

واحدة تأخذ في الاعتبار حالة كل نظام بواسطة الإشارات المرسلة من الحساسات المختلفة لتقييم كمية الوقود المطلوبة للحقن وكذلك لحظة الإشعال. وقامت شركة بوش بتطوير هذا النظام وستخدم في مركبات BMW.

وبهذه الطريقة يمكن الحصول على المزايا الآتية:

- تقليل استهلاك الوقود (زيادة الاقتصاد في تشغيل المحرك).
- زيادة القدرة النوعية للمحرك (قدرة أعلى للمحرك).
- يقل تلوث البيئة بنسبة عالية
- أداء ممتاز للمحرك في جميع حالاته.
- هدوء في تشغيل المحرك.
- إدارة سلسلة للمحرك.
- الصيانة تكاد تكون معدومة.
- توقيت الإشعال في السرعة العادية يناسب العزم الأقصى للمحرك.
- قدرة عالية في السرعات المنخفضة.

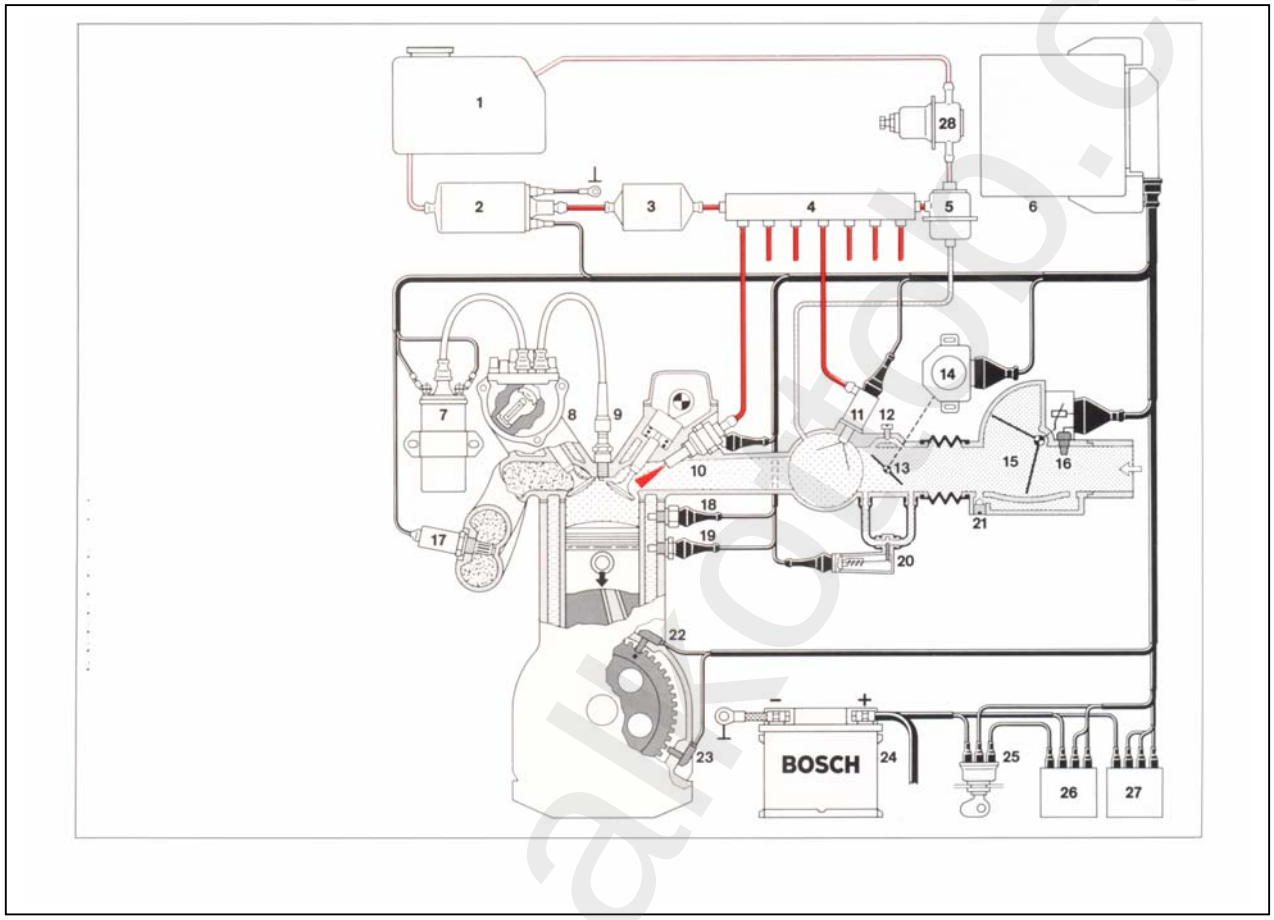
حساب لحظة الإشعال

تقوم وحدة التحكم إلكترونية بحساب لحظة الإشعال آخذاً في الاعتبار حالة المحرك ويستخدم في ذلك قراءات حساسات الحمل والسرعة ودرجة حرارة المحرك ووضع الخانق وبهذه الطريقة يمكن توقيت الإشعال على الوضع الأمثل آخذاً في الاعتبار جميع ظروف التشغيل للحصول على أحسن أداء للمحرك حيث أنه يخزن في وحدة التحكم الخاص بالتحكم منحنيات تشغيل المحرك على الظروف المختلفة في صورة رقمية. وتقاس سرعة المحرك بطريقة عالية الدقة مباشرة من على عامود المرفق (الحذاف) بواسطة حساس سرعة حثي وكذلك الحساس الحثي الخاص بتوقيت الإشعال وهذا يؤدي إلى ضبط توقيت أفضل للإشعال والحد من احتمالات الصفع بصورة كبيرة جداً والحصول على عزم أفضل للمحرك حسب ظروف التشغيل المحيطة بالمحرك.

١ -خزان الوقود. ٢ - مضخة الوقود. ٣ - فلتر الوقود ٤ - أنبوب التوزيع (للوقود)). ٥ - منظم الضغط . ٦ - صندوق التحكم. ٧ - ملف الاشتعال. ٨ - موزع الجهد العالي. ٩ - شمعة الإشعال. ١٠ - صمام الحقن (البخاخ). ١١ -صمام بدء الإدارة الباردة. ١٢ - مسمار ضبط الحمل الخالي ١٣ -الخانق. ١٤ - مفتاح الخانق. ١٥ -حساس تدفق الهواء. ١٦ - حساس درجة حرارة الهواء.

www.alkottob.com

١٧ - حساس co.ونسبه الخلط. ١٨ - مفتاح حراري زمني ١٩ - حساس حرارة المحرك. ٢٠ - تجهيزة هواء إضافي. ٢١ - مسمار ضبط الخليط للسرعة البطيئة . ٢٢ -حساس علام الضبط للإشعال. ٢٣ - حساس سرعة المحرك. ٢٤ -البطارية. ٢٥ - مفتاح الإشعال. ٢٦ - اللاقط الرئيسي - لاقط مضخةالوقود.٢٧ - مخمد ذبذبة لخط الوقود.



شكل -١١١ مخطط دائرة حقن الوقود Motronic

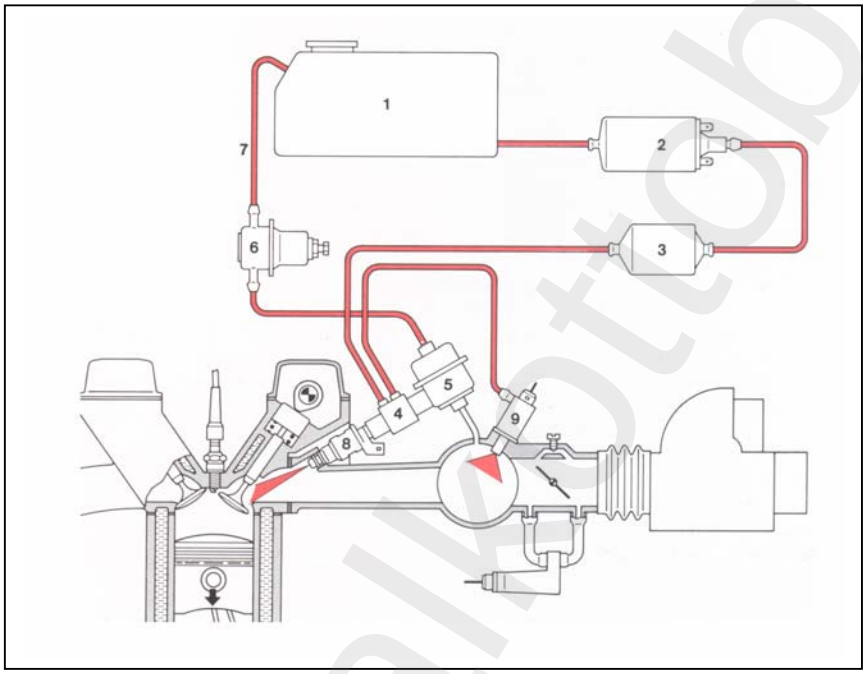
www.alkottob.com

حسابات كمية الوقود

تعتمد حسابات كمية الوقود على الإشارات المرسلة من الحساسات التالية:

حساس انسياب الهواء – حساس السرعة – حساسات التصحيح (التعديل) حساسات درجة الحرارة والحمل وفتحة الخانق). تقوم وحدة التحكم بحساب زمن الحقن بعملية تحليل الإشارة الكهربائية المرسلة من الحساسات السابقة وعلى هذا فإن زمن الحقن تخضع للعديد من التعديلات نتيجة لتغير القيم المرسلة من هذه الحساسات وذلك للحصول على الفترة المثلى للحقن.

نظام الوقود:



شكل ١١٢ دائرة الوقود لنظام موترنيك

إن الهدف من دائرة الوقود هو توليد كمية ضغط وتثبيته عند حد معين داخل الدائرة في جمع الظروف التشغيلية للمحرك كما هو موضح في الشكل ١١٢. تقوم مضخة الوقود الكهربائية (٢) بسحب الوقود من خزان الوقود (١) و رفع ضغطه ليصل إلى حوالي (٢,٥بار) في ماسورة السحب، بعد عملية تنقيته من الشوائب بواسطة مرشح الوقود ٣ ويستخدم لضبط هذا الضغط منظم الضغط (٥) وفي حالة زيادة الوقود الذي يضخ بواسطة المضخة عن الحد المطلوب فإن الزيادة تعود إلى خزان الوقود مرة أخرى. ويتم تخميد ذبذبات خط الوقود بواسطة مخمد الوقود ٦. بينما تركب صمامات الوقود٨) فوق صمامات السحب متصلة بأنبوب التوزيع ٤.حيث يقوم بتذرير الوقود أثناء عملية الحقن بينما يقوم الصمام الزمني الحراري بالتحكم في زمن حقن صمام بدء الإدارة البارد (٩).

www.alkottob.com

عمل الموترونيك الأساسي

طريقة توجيه الإشعال الإلكتروني

وحدة التحكم الإلكترونية عملها قياس زاوية الإشعال و لقياس وحساب الزاوية تأخذ من معلومات السرعة ومعلومات الضغط في مجمع السحب ومعلومات عن درجة الحرارة وكذلك وضع طوق تعديل الهواء المسحوب إلى غرف الحرق (حساس تدفق الهواء). النتيجة تكون ملائمة سريعة لعمل المحرك المختلفة، وإعطاء القوة والعزم الصحيح، والتخفيف من حرق الوقود والغازات السامة.

و لتحسين عملية القيادة، معلومات الإشعال يتم تخزينها في وحدة التحكم و برمجتها.وهذا ما يضمن ثبات زاوية الإشعال دون حدوث أي تغير أثناء عمل المحرك الطبيعي.

المعلومات المرسلة إلى وحدة التحكم تقارن في وحدة المعرفة الخاصة بالمعلومات المخزنة إذا اختلفت القياسات المرسلة من الخارج ، يتم تعديلها حتى تطابق معلومات حقل المعرفة مع مراعاة قياسات أخرى مثل ، حرارة المحرك ، وحرارة الهواء المسحوب إلى غرف الاحتراق ، ومركز طوق تعديل سحب الهواء إلى غرفة الاحتراق ، الطريقة هذه تساعد في جميع الحالات على إعطاء توقيت الإشعال صحيح ومميز.

معلومات السرعة تأخذها أداة جس(حساس) ذات التأثير الكهرومغناطيسي رأسا من عمود المرفق، وهذا ما يساعد على إعطاء معلومات أولية مميزة أفضل من المعطاة بواسطة عملية توزيع الشرارات ذات التأثير الكهرومغناطيسي، أو الحثي، أو إدارة هول (هول، اسم مخترع الإدارة). الطريقة الإلكترونية هذه، تساعد على تجنب القرع (الصفع)الداخلي في غرف الاحتراق.وزاوية الإشعال تتلاءم مع تقوس العزم الأقصى كما هو موضح في الخريطة تغير الشرارة وفقا للحمل وعدد اللفات شكل١١٣. وهذه يساعد في عملية الاحتراق بطريقة فعلية،و إعطاء عزم مرتفع.

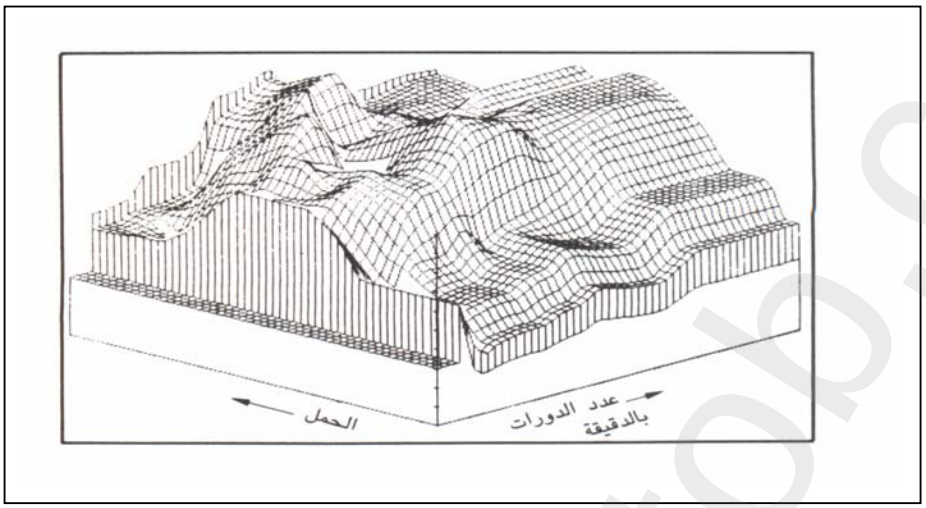
ملائمة أوضاع المحرك المختلفة يتم التعرف عليها بأوزان مختلفة حسب النقاط التالية: حرق وتصريف الوقود / العزم / الغازات السامة / الاتجاه نحو الصفع الداخلي / القيادة.

مثلاً = توقيت الاحتراق للسرعة العادية يعطي أفضل نسبة حرق الغازات داخل غرف الحرق، وعمل طبيعي للمحرك، وحرق وقود بكمية بسيطة. أما في السرعة الوسطية، فحرق الوقود والقيادة السلسلة تكونان قاعدة الملائمة الأساسية. في السرعة القصوى يتم التركيز على العزم الأقصى للمحرك، مع تفادي الصفع الداخلي في غرف حرق الخليط.

جميع أوضاع المحرك وتشغيله أيضاً، تم برمجتها في وحدت المعالج الصغيرة، بواسطة وحدة خاصة (مفتاح) في المعالج، سمح لمعدل الإشعال في أعلى مجالات التحمل ملائمة العمل حسب جودة المحروقات

www.alkottob.com

المختلفة. القدرة على التحليل المنطقي لإشارات الاتصال المعادلة لزاوية الإشعال وتغيرها، تسمح بالملائمة المميزة والفعلية في جميع حالات عمل المحرك. مثلاً = التشغيل / السرعة العادية/ السرعة القصوى.



شكل ١١٢ خريطة لإصدار الشرارة

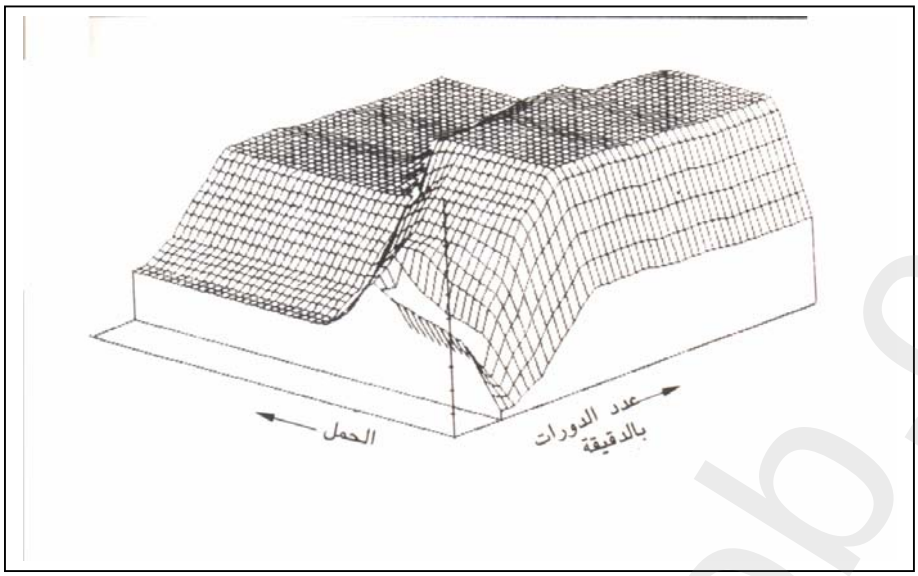
خريطة لإصدار الشرارات لمحرك مجهز بنظام موترنيك تبين حساسية كبيرة لرفع وتخفيض الحمل ومدى السرعة الكاملة. مما يعطي فعالية اكبر للاحتراق واستهلاك أقل .

توجيه زاوية الإشعال

الطاقة المخزنة في حقل ملف الإشعال المغنطيسي تتراجع في حال عمل دائم ومعين لزاوية الإشعال. الطريقة هذه تخفف طاقة التوتر العالي للإشعال . حتى يتم التعرف على طاقة نظام الإشعال، مع المراعاة من قوة وملف الإشعال والوصول إلى العنصر الإلكتروني المقوى النهائي (الترنزستور النهائي)، يجب على الطاقة الكهربائية الأساسية لتوقيت الإشعال الوصول إلى قدرة كهربائية معينة، لهذه الغاية، تضطر وحدة التحكم إلى توجيه زاوية الإشعال المتعلقة بسرعة المحرك، وتوتر خزان الطاقة (البطارية). توجيه زاوية الإشعال تم برمجتها داخل المعالج الصغيرة بواسطة حقل معرفة زاوية الإشعال. وقت مرور التيار الكهربائي في وملف الإشعال مع اتصاله بسرعة المحرك وتوتر البطارية عدل بطريقة تسمح له في حال العمل المحدد وعند الوصول تقريباً إلى نهاية وقت مرور التيار إعطاء الطاقة الكهربائية الأساسية المطلوبة.

لتأمين عملية الصفع (الدق) للسرعة البطيئة، خزنت طاقة كهربائية معينة، حتى إذا تراجع وقت الإشعال تتمكن الطاقة المخزنة من إعطاء التيار المطلوب. القسم النهائي (في المعالج الصغيرة) يعمل بتيار كهربائي الأساسي لتوقيت الإشعال وتوقيت الإشعال، يبقي التيار المحدد ثابتاً بفضل التيار المخزن.

www.alkottob.com



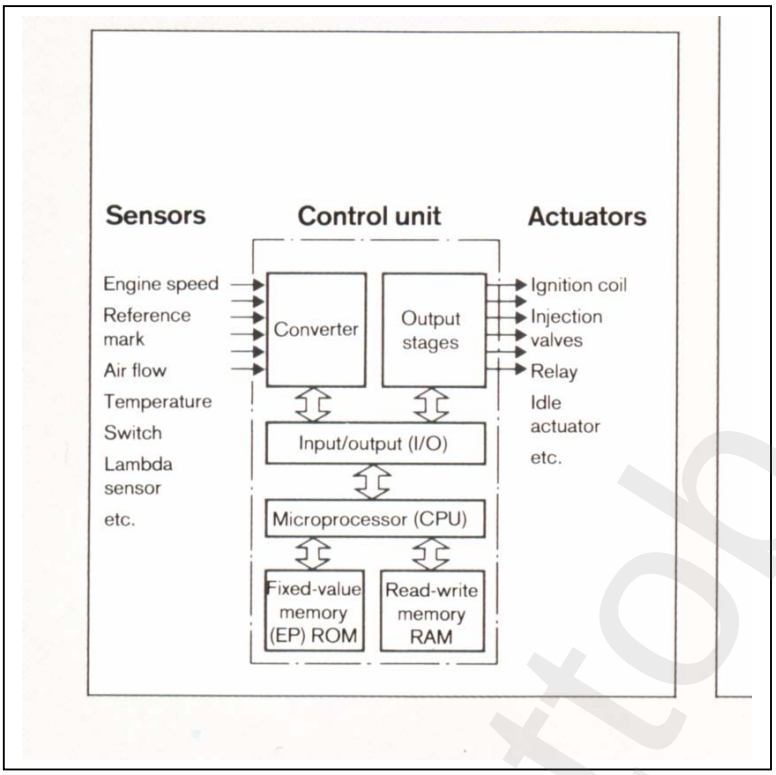
شكل ١١٤ خريطة الشرارة مع الحمل

تغير توقيت الشرارات والإشعال الإلكتروني في نمط ثلاثي الأبعاد. وفقا للحمل وعدد الدورات. شكل١١٤

وحدة التحكم إلالكتروني في نظام مشترك (حقن وإشعال)

ترسل الإشارات من الحساسات المختلفة ثم يتم تحويلها من إشارات مقاسه إلى أرقام في المحولات الخاصة (A/D) كما هو موضح في شكل ١١٥ وكذلك الإشارات القادمة في شكل نبضات يتم تحويلها في دوائر تشكيل نبضة (IF) وتجمع هذه المعلومات من الحساسات المختلفة في وحدة المدخلات تقوم بدورها بترحيلها في صورة رقمية إلى ناقلة المعلومات وبناء على هذه الإشارات الرقمية تقوم ناقلة المعلومات بنقل هذه المعلومات في صورتها الرقمية إلى ذاكرة وحدة التحكم(RAM) ثم تأخذ القراءة والنتائج من وحدة قراءة الذاكرة (ROM) ونقلها إلى وحدة التحكم المركزية (CPU) التي تقوم بدورها بإعطاء المعلومات اللازمة إلى الناقلة لترحيلها إلى وحدة الإشارات الخارجية في شكل إشارات كهربائية للتحكم في ثلاثة أجزاء رئيسية: ١ -الإشعال ٢ - الحقن ٣ - مضخة الوقود.

www.alkottob.com



شكل - ١١٥ دائرة المعالجة في وحدة التحكم في نظام Motronic

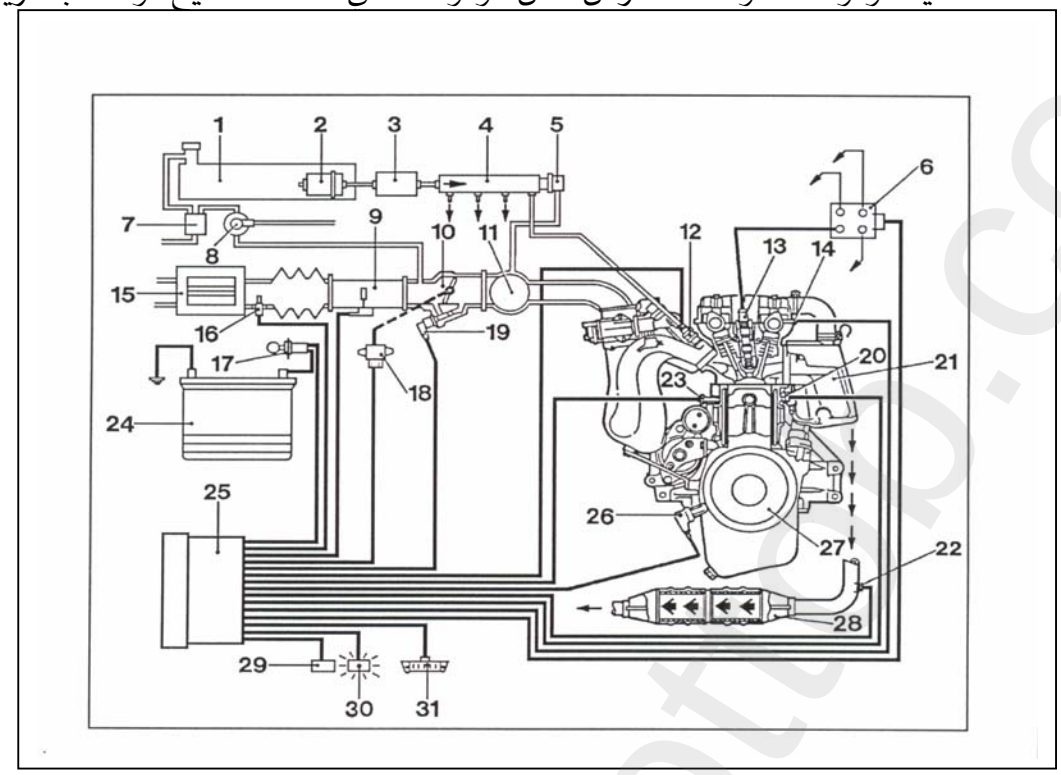
حقن الوقود التتابعي (التعاقبي) Sequential Fuel injection (sfi)

يعتبر حقن الوقود التتابعي واحداً من أنظمة الحقن الإلكترونية ذات النقاط المتعددة. كما هو موضح في شكل ١١٦ حيث يتم تركيب صمام كهربائي لولبي في مجمع السحب لكل أسطوانة مقابل صمام السحب. ضغط الوقود يتم تثبيته في حدود(– (٣٦ to 28 psi. وتعمل وحدة التحكم الإلكترونية على التحكم في صمامات الحقن. حيث يتم التحكم في زمن الحقن. حيث كل صمام يستقبل إشارة لحقن الكمية المطلوبة من الوقود فقط قبل فتح صمام السحب. وهذا يعطي تحكماً جيداً في عملية خلط الوقود. أفضل من نظام حقن الوقود المركزي حيث يتم حقن الوقود فوق صمام الخانق. وكذلك أفضل من الحقن المتعدد النقاط الذي يعمل على تشغيل كل صمامات الحقن في وقت واحد وتعتمد وحدة التحكم الإلكترونية في تحديد كمية الوقود على الحساسات التالية. حساس درجة حرارة المحرك، حساس الأكسجين، حساس وضع الخانق، حساس تدفق الهواء، عدد لفات المحرك، سرعة المركبة، والأحمال الإضافية. وهذا النظام يستخدم حساس كتلة الهواء لقياس تدفق الهواء الداخل إلى المحرك. في هذا النظام يتم حقن الوقود حيث ترتيب الإشعال ويمكن حساب كمية الحقن بواسطة المعادل التالية

$$Ti = Te \times ٢ + Ts$$

www.alkottob.com

حيث إن : Ti = كمية الوقود المحقونة.Te = زمن حقن الوقود الفعلى.Ts = تصحيح فولت البطارية.



شكل - ١١٦ دائرة نظام حقن الوقود التتابعي

المكونات

١. خزان الوقود -٢ - مضخة الوقود -٣ - مرشح الوقود -٤ - أنبوب توزيع الوقود -٥ - منظم الضغط الابتدائي -٦ - منظومة الإشعال بدون موزع —٧ - منشط علبة الفحم —٨ - صمام شكل - ١١٦ دائرة نظام حقن الوقود التتابعي تبخير الخزان -٩ - حساس كتلة تدفق الهواء —١٠ - جسم حساس الخانق —١١ - مجمع السحب —١٢ - صمام الحقن - ١٣ - شمعات الإشعال -١٤ - حساس عمود الكامات -١٥ - فلتر الهواء -١٦ - حساس درجة حرارة الهواء -١٧ - مفتاح الإشعال —١٨ -مقياس فرق الجهد لصمام الخانق -١٩ - منظم السرعة البطيئة —٢٠ - حساس الدق —٢١ - مجمع العادم —٢٢ -حساس لمبداء - ٢٣ - حساس درجة حرارة المحرك —٢٤ - البطارية —٢٥ - وحدة التحكم الإلكترونية — ٢٦ -مولد نبضة عمود المرفق —٢٧ - عمود المرفق بقرص مسنن —٢٨ -محول الحفاز — ٢٩ - محول ذبذبة المسافة —٣٠ - خارطة التحكم في المحرك —قابس الفحص.

www.alkottob.com

أسئلة الفصل الرابع

س١ : اشرح النظرية التشغيلية لنظام حقن الوقود المتعدد؟

س٢ : اذكر مكونات نظام الحقن المتعدد؟

س٣ : اشرح طريقة عمل المخمد مع ذكر أهميته؟

س٤ : اذكر أجزاء منظم الضغط؟

س٥ : شرح طريقة عمل بخاخ الحقن؟

س٦ : اشرح نظرية عمل نظام Motronic؟

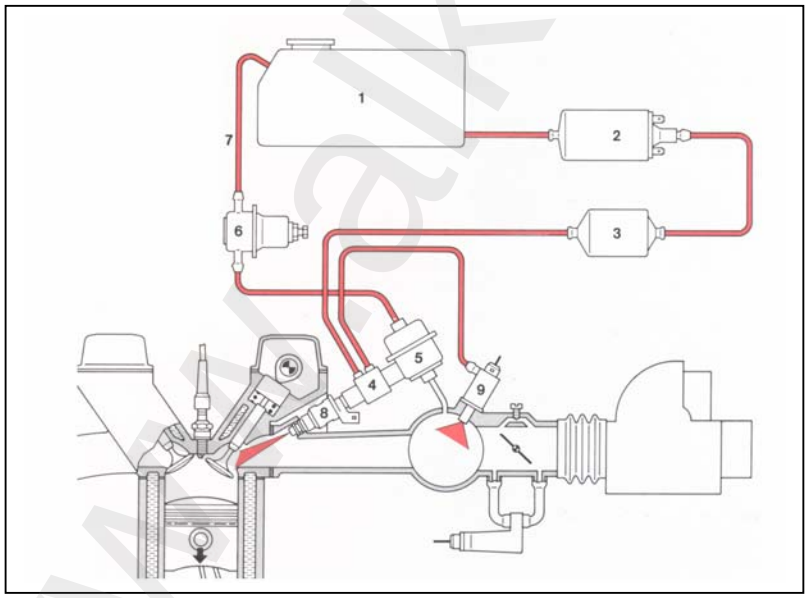
س٧ : اشرح نظرية عمل نظام SFI؟

س٨ : اذكر مكونات نظام L؟

س٩ : ما الفرق بين نظام LE – Lu؟

س١٠ : اذكر مميزات نظام حقن الوقود المتعدد؟

س١١ : المطلوب كتابة مكونات السمة التالية . مع شح وظيفة كل جزء ؟



www.alkottob.com

نظام الوقود(بنزين)

وحدة التحكم الإلكترونية

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
www.alkottob.com

في هذه الفصل سوف تتعرف على العناصر التالية

١- المكونات الأساسية لوحدة التحكم
٢- أنواع الحساسات الداخلة إلى الوحدة
٣- أنواع المشغلات
٤- الأساليب التشغيلية للوحدة

الوظيفة Function

تعتبر وحدة التحكم الإلكترونية هي العنصر الأساسي في منظومة التحكم في المحرك. ويمكن تلخيص أهم ، وظائف وحدة التحكم في النقاط التالية:

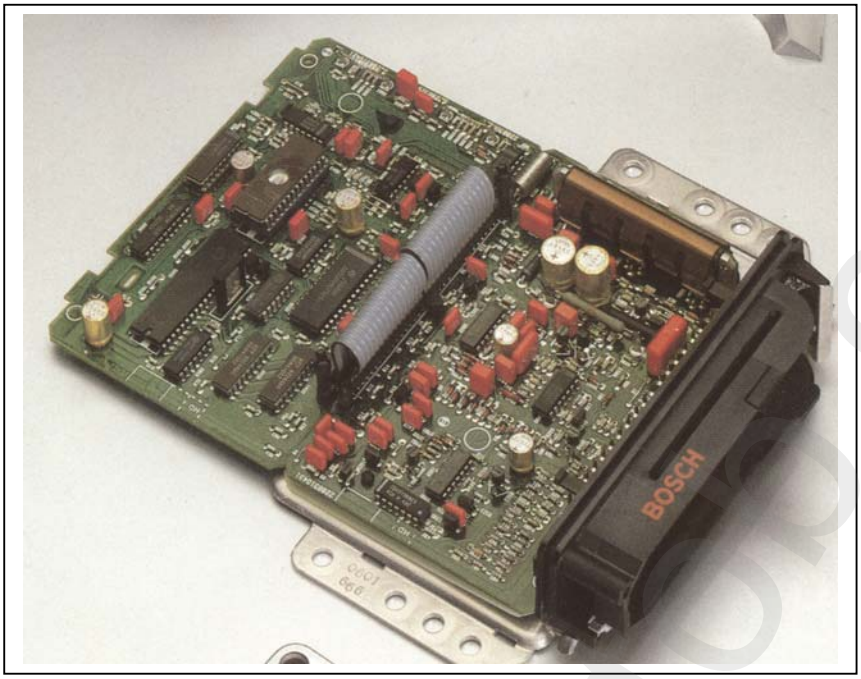
- استقبال المعلومات المرسلة من الحساسات والمفاتيح المختلفة التي تراقب الأوضاع والظروف التشغيلية المختلفة للمحرك.
- تحليل المعلومات الصادرة من الحساسات والمفاتيح المختلفة والخاصة بالمحرك وتقارنها داخليا بحقول و وحدات المعرفة والمعلومات المخزنة داخل المعالج الصغير.
- تقرير الحالة التشغيلية التي يجب أن تكون عليها المركبة وإصدار الأوامر ومن ثم يتم إرسالها إلى المشغلات .
- تحدد العطل الذي يحدث في منظومة التحكم، ثم تعمل على إضاءة اللمبة التحذيرية لإشعار قائد المركبة بوجود عطل ، ثم تعمل على تخزين هذا العطل داخل ذاكره KAM بشفرة محددة حتى يتم قراءتها بواسطة جهاز الفحص.

مكونات وحدة التحكم

وحدة التحكم الإلكترونية تحتوي على آلاف من الأجزاء والعناصر الإلكترونية مثبتة على شرائح شفافة مصنوعة من مادة ألبستك الموصلة للكهرباء، وهي عبارة عن دوائر كهربائية مدمجة (IC) مصنوعة من شرائح السليكون كما هو موضح في شكل ١١٧.

تم وضع وحدة التحكم في غلاف معدني داخل مقصورة الركاب منعاً لوصول الحرارة أو الماء إلى داخله وحمايته من الصدمات، عناصر الوحدة الإلكترونية مطبوعة على لوحة خاصة موصولة مع الطاقة كما هو موضح في شكل ١١٧، إما العناصر الأخرى تم تركيبها على الغلاف المعدني وهذه يساعد على إشعاع الحرارة إلى الخارج ومنها مراحل الخرج إلى المشغلات.

www.alkottob.com

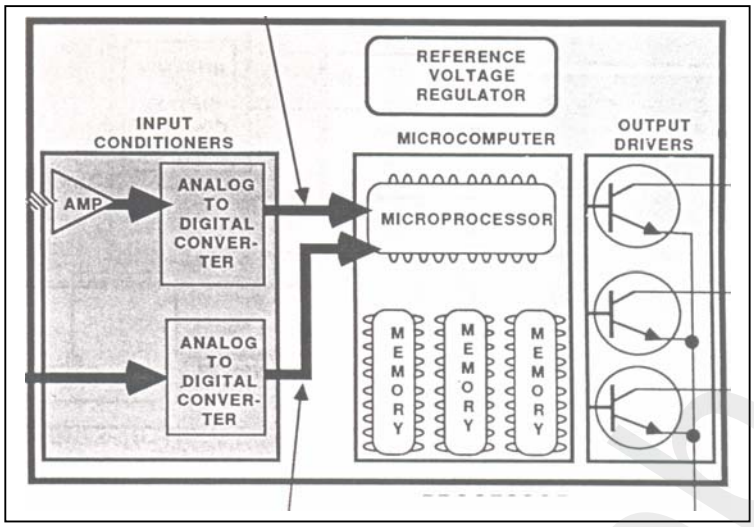


شكل ـ ١١٧ وحدة التحكم الإلكترونية

الحساسات والمشغلات ومصدر التغذية موصله مع الوحدة من خلال فيشة توصيل تحتوى على عدد من نقاط التوصيل حوالي ٣٥ وبعض الأنظمة ٨٨ أو ٥٥ يعتمد عدد نقاط التوصيل على نوع النظام المستخدم وعلى نوع الوحدة ولوظائف التي تقوم بها.

العناصر الأساسية المكونة لوحدة التحكم كما هو موضح في شكل ١١٨ وشكل ١١٩ وحدة المعالجة المركزية، الذاكرة، محول (A/D)، مكبر، وحدة الخرج – وحدة الدخل – وعدد من الدوائر المتكاملة، منظم فولت الإسناد، برامج و الناقلة. يجب أن تكون وحدة التحكم قادرة على معالجة الإشارات بدون أي خطاء خلال عملية القيادة الطبيعية تحت درجة حرارة خارجية مختلفة وفولت البطارية بين ٦ فوات خلال عملية التشغيل و ١٥ فولت. وحدة التحكم تعمل على إرسال فولت إسناد ثابت مقداره خمسه فولت إلى بعض المفاتيح و الحساسات الرقمية.

www.alkottob.com



شكل ١١٨مكونات وحدة التحكم

العناصر

١ - **مكيف الداخل** Input conditioners

مكيف الداخل عبارة عن جهاز يستقبل المعلومات المرسلة من الحساسات ويرسلها إلى المعالج الصغير باللغة التي يتعامل بها المعالج الصغير لمعالجتها. ويحتوي على العناصر التالية:

- مكبر الإشارة (AMP)

يعمل على تكبير (تضخيم) الإشارة المرسلة من الحساسات التي تصدر إشارة منخفضة، مثل حساس الأكسجين .

محول الإشارة (A/ D)

محول الإشارة مجهز بصمام إلكتروني يعمل على تحويل الأرقام النسبية المرسلة من الحساسات إلى أرقام رقمية وهي اللغة التي يتعامل بها المعالج الصغير.

٢ - **الحاسب الصغيرة** Microcomputer

يستقبل الحاسب الصغير إشارة رقمية من مكيف الداخل، وتعمل على مقارنة هذه المعلومات الداخلة والمرسلة من الحساسات مع المعلومات المخزنة داخل الذاكرة ومن ثم إصدار الأوامر التشغيلية .

٣ - **وحدة المعالجة المركزية** (المعالج الصغير) CPU

هذه الوحدة من أهم أجزاء الحاسب الصغير فهي تقوم بتوجيه مراحل برامج العمل المختلفة، وبإجراء معالجة المعطيات.

www.alkottob.com

الوحدة المركزية تختلف عن بعضها البعض. بكمية تعليماتها وبسرعة تحليل الأوامر وتطبيقاتها وكذلك سعة الحد الأقصى لقدرة الاختزان الممكن استعماله فعلياً.

٤ - الذاكرة Memory

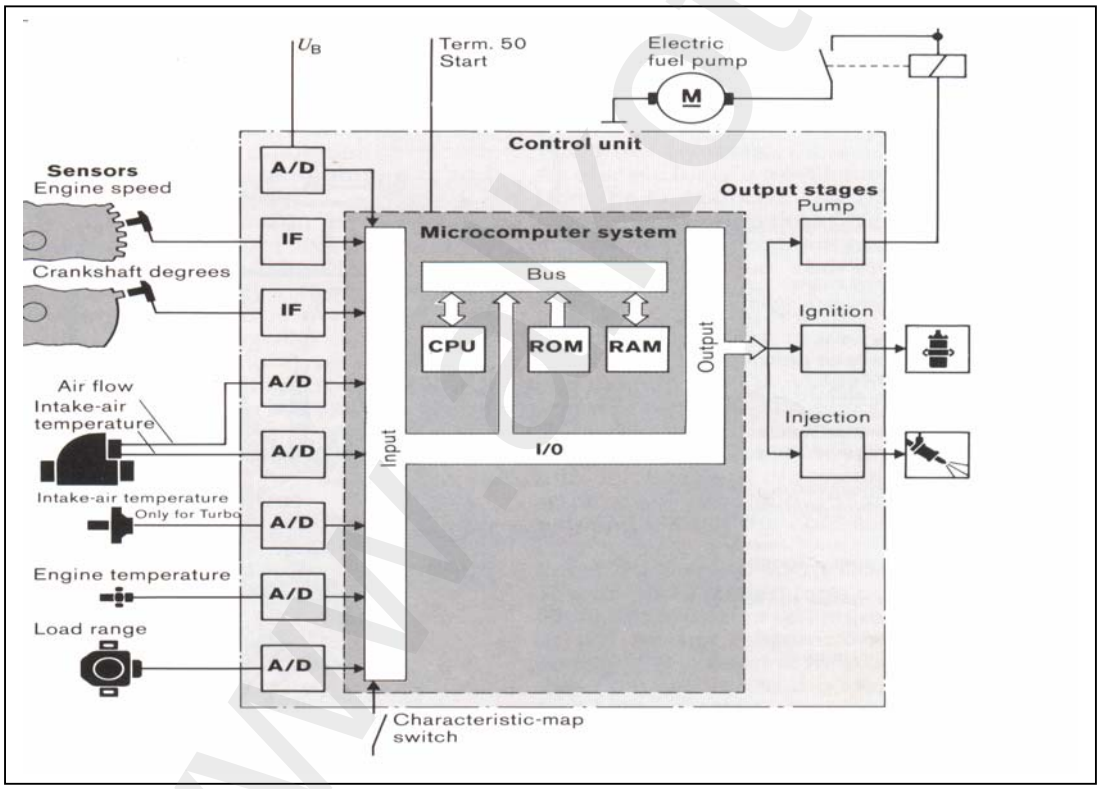
يتم فيها تخزين وقراءة المعلومات الدائمة والمؤقتة وتحتوي الذاكرة على مواقع والموقع يحتوي على آلاف العناوين. ويوجد ثلاث أنواع من الذاكرة.

RAM - PROM – KAM

٥ - الناقلة Bus

تعمل الناقلات على جمع المعلومات المتعلقة بالقياسات الرئيسية الداخلة. وبواسطة الناقلات، يتم تزويد جميع الوحدات داخل المعالج بالمعلومات والإشارات والعناوين.

تعمل وحدة التحكم في التحكم في عدد من المشغلات وتختلف هذه المشغلات وعددها حسب نوع المحرك لذا يجب الرجوع إلى كتيب الصيانة لمعرفة المشغلات التي يتم التحكم بها عن طريق وحدة التحكم. وسوف نتطرق إلى المشغلات ذات العلاقة المباشرة بمنظومة الوقود.



شكل – ١١٩ رسم تخطيطي لوحد التحكم الإلكترونية

www.alkottob.com

٦ - **الإشارات الخارجة** Signals output

بعد معالجة المعلومات الداخلة. وحدة التحكم تقرر الأوامر حول حالات المركبة التشغلية المطلوبة. ثم تعمل على تنفيذ هذا القرار بإصدار الأوامر على هيئة إشارة كهربائية رقمية ، هذه الإشارات ترسل إلى وحدة الخروج ومن ثم إلى المشغلات.

معالجة الإشارة

عمليات وحدة التحكم الإلكترونية

من الشكل ١١٩ السابق يتضح لنا أن الإشارات من الحساسات المختلفة يتم تحويلها من إرشارات مقاسه إلى أرقام في المحولات الخاصة (A/D) وكذلك الإشارات القادمة على شكل نبضات يتم تحويلها في دوائر تشكيل نبضة (IF) وتجمع هذه المعلومات من الحساسات المختلفة في وحدة المدخلات تقوم بدورها بترحيلها في صورة رقمية إلى ناقلة المعلومات وبناء على هذه الإشارات الرقمية تقوم ناقلة المعلومات بنقل هذه المعلومات في صورتها الرقمية إلى ذاكرة وحدة التحكم(RAM) ثم تأخذ القراءة والنتائج من وحدة قراءة الذاكرة (ROM) ونقلها إلى وحدة التحكم المركزية (CPU) التي تقوم بدورها بإعطاء المعلومات اللازمة إلى الناقلة لترحيلها إلى وحدة الإشارات الخارجية في شكل إشارات كهربائية للتحكم في ثلاثة أجزاء رئيسية : ١ -الإشعال ٢ - الحقن ٣ - مضخة الوقود .

أنواع الذاكرة

١ - **الذاكرة / العشوائية** Random Access Memory

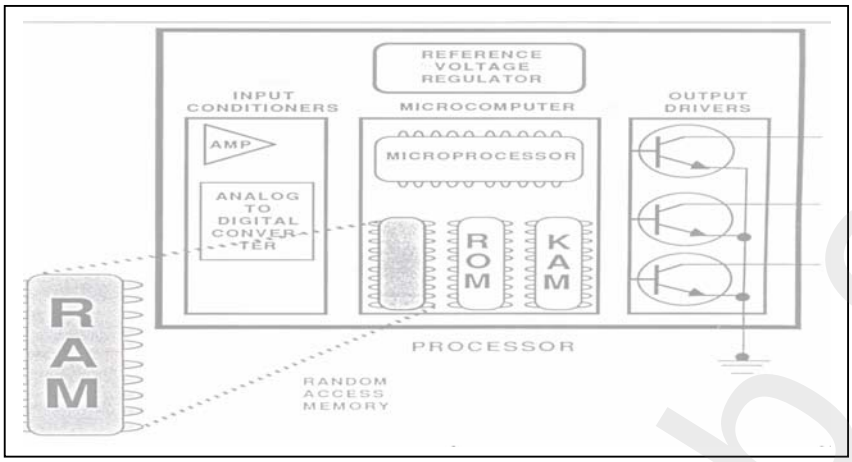
تستخدم لتخزين المعلومات مؤقتاً .

المعالج الصغير يستطيع أن يسجل فيها.

المعالج الصغير يستطيع أن يقرأ منها .

المعلومات تمسح عند إطفاء المحرك .

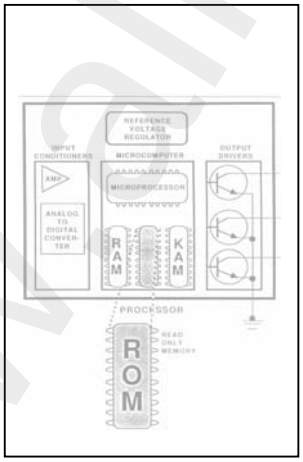
www.alkottob.com



شكل - ١٢٠ ذاكرة الوصول العشوائي

ذاكرة القراءة فقط (Read Only Memory (ROM

- تستخدم لتخزين المعلومات الدائمة (ثابتة)
- المعالج الصغير يستطيع أن يقرأ منها.
- المعالج الصغير لا يستطيع أن يسجل فيها.
- المعلومات المسجلة في الذاكرة لا تفقد عند إطفاء المحرك أو عند فصل البطارية.



شكل -١٢١ ذاكرة القراءة فقط

www.alkottob.com

وتحتوى على معلومات مهمة لعمل نظم المركبة: مثل البرامج والبيانات والمعادلات التي تستخدم في العمليات الحسابية ومعلومات عن معايرة المركبة، ويخزن في الذاكرة نوعان من المعلومات .

١ - جداول المعايرة Calibration Tables

وتحتوى على معلومات خاصة عن المركبة، مثل عدد أسطوانات المحرك وحجم الأسطوانة –ولأزاحه – وحجم صمام السحب والعادم وتختلف جداول المعايرة من مركبه إلى أخرى.

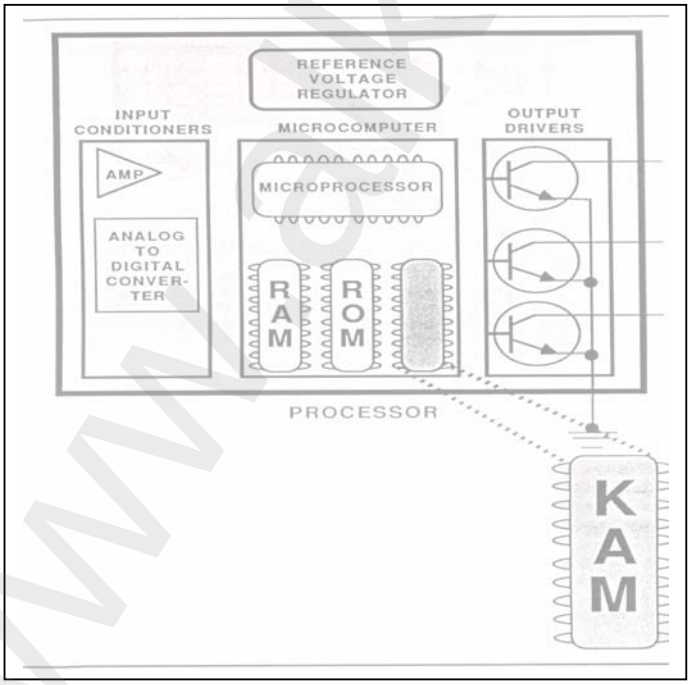
٢ - جداول Look up Tables

تحتوى على معلومات أساسية حول كيفية ضبط أداء المركبة الصحيح وتستخدم هذه الجداول لجميع المركبات، وتحتوى على معلومات مثل عن مقدار نسبة الأكسوجين الذي في العادم في السرعة البطيئة ، ولا تفقد المعلومات منها عند إطفاء المحرك.

٣ - ذاكرة KAM/Keep Alive Memory

هذه الذاكرة لها خصائص عده منها : يتم تخزين المعلومات فيها بشكل مؤقت .

- المعالج الصغير يستطيع أن يقرأ ويسجل فيها .
- المعلومات لا تفقد عند إطفاء المحرك.
- وجود خاصية القدرة على التعلم من ما سبق .



شكل ١٢٢ذاكرة KAM

www.alkottob.com

الدخول INPUT

تحصل وحدة التحكم الإلكترونية على المعلومات حول أداء النظام من الحساسات المركبة على المركبة. يوجد عدد من الحساسات المختلفة. ولكن جميعها لها غرض واحد في منظومة التحكم الإلكترونية، وهو تزويد وحدة التحكم الإلكترونية بإشارة فولتية. وهذه الإشارات تصنف كمعلومات داخلة. فالإشارات الداخلة هي عبارة عن معلومات تجعل وحدة التحكم تدرك الأوضاع التشغيلية للمركبة. الإشارات الداخلة تكون على هيئات مختلفة إما أن تكون على هيئة إشارات صغير تحتاج إلى تكبير مثل حساس الأكسوجين أو إشارة نسبية تحتاج إلى تحويلها إلى إشارة رقمية.

حساسات المركبة تعكس حالات المركبة التشغيلية المختلفة (مثل الضغط المطلق في مجمع السحب، درجة الحرارة والحركة الميكانيكية وغيرها) إلى إشارة فولتية.أغلب الحساسات عبارة عن أجهزة كهربائية مبسطة. وأكثرها استخدام،المقاومة المتغيرة، مقاوم حراري، المفتاح، اللاقط المغناطيسي ومولد الفولت .إشارة الحساسات تصل إلى المعالج من خلال مسار الإشارة. وبعض الحساسات لديها اتصال مع دائرة السالب عن طريق توصيله الأرضي مثل هيكل المركبة.والبعض الآخر من الحساسات يستخدم الإشارة الراجعة، وهي دائرة سالب خاصة يتم تزويدها من خلال المعالج. بعض الحساسات الخاصة مثل المقاومات المتغيرة والمفاتيح تحتاج إلى تيار محدد من أجل أن يعمل. (فولت الإسناد)الحساسات تزود الحاسب الصغير بأنواع من المعلومات المختلفة.

- مقاومة فرق الجهد، المفاتيح واللاقط المغناطيسي تستخدم في قياس وضع الأجزاء.
- المقاوم الحراري يستخدم لقياس درجة الحرارة.
- حساسات مولد الفولت تستخدم لقياس نسبة الأكسجين في العادم.
- المعلومات المرسلة من الحساسات يجب أن تكون على هيئة إشارة مستخدمة من قبل الحاسب الصغير (رقمية) أي يستطيع الحاسب أن يتعامل معها. وهذه من عمل مكيف الداخل للاستخدام من قبل الحاسب الصغير.

- يوجد نوعان من الإشارات الفولتية المستقبلة من قبل مكيف الداخل.

- رقمي digital.
- النسبي Analog

الإشارة الداخلة تكيف بعدة طرق ـ مثل الإشارة النسبية تحول إلى إشارة رقمية بواسطة محول الإشارة A/D. والإشارة الصغيرة يتم تكبيرها بواسطة المضخم AMP. وبعد تكيف الإشارة يتم إرسالها المعالج الصغير.

www.alkottob.com

يتم مقارنة المعلومات المرسلة من قبل الحساسات والمعلومات المخزنة في الذاكرة داخل الحاسب الصغير. وبعد ذلك المعالج الصغيرة يتخذ القرارات المؤثرة على أداء المركبة مثال على ذلك: حساس الأكسجين.يقيس نسبة الأكسجين الذي يحتويه العادم. عندما يكون المحرك ساخناً والخليط فقيراً. الحساس ينتج إشارة فولتية أقل من ٠,٤ فولت، مكيف الداخل يستقبل هذه الإشارة الكهربائية. ولكن الإشارة صغيرة جداً هذه الإشارة الصغيرة النسبية يتم تحويلها وتكبيرها بحيث تصبح إشارة رقمية مكبرة. بواسطة مكونات مكيف الداخل. المضخم والمحول. وترسل إلى المعالج الصغير في هيئتها الجديدة التي تمكن المعالج الصغير من التعامل معها وقراءتها.

بعض الحساسات والمرحلات يتم تغذيتها بإشارة فولتية مرجعية(إسناد) من المعالج وهذه الإشارة مقدارها حوالي ٥ -٩ فولت وترسل بواسطة منظم فولت المرجعية في المعالج. وبعض الحساسات يولد بنفسه الإشارة الفولتية.

أنواع الحساسات

حساسات تستخدم المقاومة المتغيرة ((Potentiometer المقاومة المتغيرة يتم تحويل الحركة الميكانيكية إلى قيمة فولتية وغالباً تستخدم في قياس حركة الصمام .

المقاومة المتغيرة موصلة بثلاث توصيلات.

١ - توصيله الإشارة المرجعية من المعالج.

٢ - توصيله الإشارة الراجعة من الحساس إلى المعالج

٣ - توصيله دائرة الأرضي للحساس.

بعض المقاومات المتغيرة يطلق عليها المقاومة الرحوية. وذلك من أسلوب الحركة الميكانيكية التي تقيسها. والبعض الآخر يسمى المقاومة الخطية. الإشارة المرسلة من المقاومة المتغيرة تكون متدرجة (خطية) ودقيقة.

- المفاتيح Switches.

المفاتيح تستخدم غالباً للإشارة عن وضع المكونات ويصدر المفتاح إشارة on أو off .

- المقاوم الحراري Thermostore .

يستخدم المقاوم الحراري في قياس درجة الحرارة وتحويلها إلى إشارة فولتية. ويستخدم في الغالب في قياس درجة حرارة المحرك والهواء الداخل إلى المحرك أو درجة الحرارة داخل كبينة المركبة.

www.alkottob.com

- حساسات مولدة الفولت Voltage generation sensors

حساسات مولدات الفولت لا يتم تزويدها بفولت من منظم فولت الإشارة المرجعية في المعالج حيث تقوم بتوليد الفولت بنفسها. بعض الحساسات تستخدم بلورة كوارتز (حساسات كهر ضغطي أو إجهادي) لتزويد الفولت وبعضها يستخدم عنصر الزراكونيوم مثل حساس الأكسجين أو الحساسات المغناطيسية . الحساسات التي تستخدم بلورة كوارتز أو (حساسات كهر ضغطي أو إجهادي) تعمل على تحويل الاهتزازات أو الحركة إلى إشارة فولتية وهذا النوع غالباً يستخدم لمراقبة الاهتزازات مثل حساس الدق. الحساسات المغناطيسية. غالباً تستخدم في قياس وضع مكونات المركبة مثل حساس عمود المرفق يوجد نوعان من الحساسات المغناطيسية:

- حساسات مؤثر هول.
- مغناطيسية اللاقط.

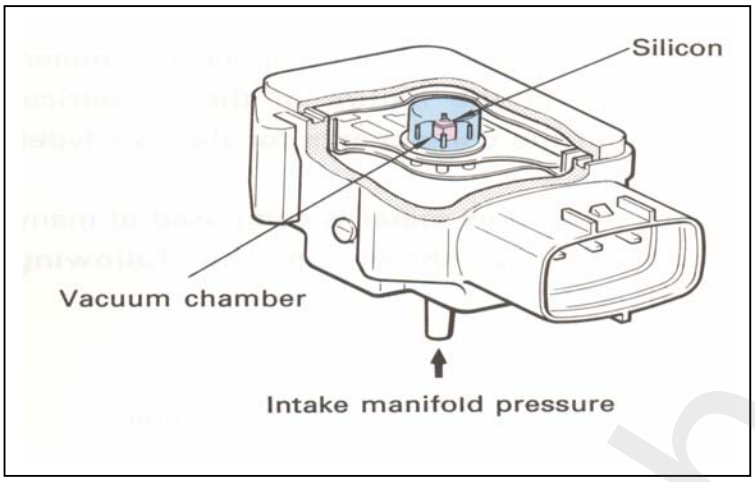
تتكون من سلك ملف و قلب مغناطيسية دائمة.. حيث إن المغناطيسية الدائمة تولد حقلاً مغناطيسياً في وحول سلك الملف.

أنواع الحساسات

١ - حساس الضغط المطلق في مجمع السحب Manifold Absolute Pressure .

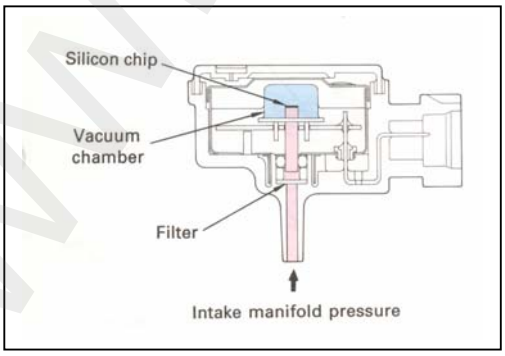
حساس الضغط المطلق في مجمع السحب يعمل كقرص إجهادي (لقياس الضغط) أكثر منه مولد تيار إجهادي، كما هو موضح في شكل١٢٣ وخرجه متغير التردد. ويقوم الحساس بتغير تردده بالتناسب مع الضغط السائد في مجمع السحب ـ فيزيد تردد الحساس مع زيادة الضغط. الإشارة المرسلة من حساس الضغط. تستخدمها الوحدة في تحديد حمل المحرك، وتحديد نسبة الخليط، وتحديد زمن توقيت الشرارة وتحكم في صمام EGR.وفي أغلب المحركات يستخدم كذلك في قياس الضغط الجوي.وذلك مرة واحدة عند كل عملية تشغيل. يتركب حساس الضغط من جسم أو علبة مزودة بثلاث توصيلات كهربائية، ومتصل بضغط مجمع السحب بواسطة خرطوم خلخلة. وصنعة الشريحة من مادة سيلكون بحجم ٣ملم٢ وبسمك ٢٥٠ ميكرو متر ومنطقة الوسط بسمك ٢٥ ميكرو متر.

www.alkottob.com



شكل ١٢٣ حساس الضغط المطلق في مجمع السحب

وهذه التصميم كما هو موضح في شكل ١٢٤ يسمح للشريحة بالحركة المرنة لتصبح الشريحة كالغشاء وتوضع هذه الشريحة داخل غرفة مغلقة متصلة بالهواء الجوي في الجزء العلوي منها أما الجزء السفلي متصل بالضغط داخل مجمع السحب، ونتيجة لاختلاف الضغط خلال عملية التشغيل المحرك يتحرك الغشاء للأسفل ، ونتيجة لهذه الحركة تتغير مقاومة الغشاء. ويتم توصيل أربع مقاومات كل مقاومة توصل بركن من أركان الشريحة على شكل قنطرة .التغيرات داخل مجمع السحب، يتم التعرف عليها وقياسها عن طريق أجزاء مقاومة بلورية حساسة جداً، وموضوعة داخل صمام السيلكون. لتزويد وحدة التحكم بإشارة كهربائية. اختلاف الضغط داخل مجمع السحب، سوف يؤثر على وضع خلية الصمام السيلكون الخالية من الهواء ونتيجة لذلك تتغير وضع أجزاء مقاومة الطاقة البلورية ـ ونتيجة لذلك تتغير قيمة الإشارة المرسلة إلى وحدة التحكم.



شكل ١٢٤ حساس الضغط المطلق

www.alkottob.com

كلما زاد الضغط داخل مجمع السحب (٠,٩٥ بار) احتاج كمية وقود كبيرة وكلما كان الضغط داخل مجمع السحب قليلاً (٠,٣ بار) احتاج إلى كمية وقود قليلة وحدة التحكم تعمل على تغذية حساس الضغط بإشارة مرجعية حوالي ٥ فولت.

٢ - حساس الضغط الجوي

حساس الضغط الجوي يستخدم لقياس التغيرات في الضغط الجوي السائد في المنطقة مما يتيح لوحدة التحكم معرفة مدى الارتفاع الذي توجد فيه المركبة، وتؤثر الإشارة المرسلة إلى وحدة التحكم في تعديل نسبة الخليط وزمن التوقيت للإشعال وتشغيل نظام EGR. حيث تكون كثافة الهواء في المناطق المرتفعة خفيفة، لهذا يحصل اختلاف ما بين قياس كمية الهواء والهواء المسحوب. مما يؤدي إلى فقدان قوة وقدرة المحرك في المناطق المرتفعة عن سطح البحر ويتم تصحيح وضع الارتفاع بواسطة حساس الضغط الجوي.

بيانات حساس الضغط الجوي شدة الضغط الجوي

ميركوري	باسكال	هيرتز
١٧,١	٥٨	١٢٢,٤
١٨,٣	٦٢	١٢٥,٥
١٩,٥	٦٦	١٢٨,٧
٢٠,٧	٧٠	١٣١,٩
٢١,٨	٧٤	١٣٥,١
٢٣	٧٨	١٣٨,٣
٢٤,٢	٨٢	١٤١,٨
٢٥,٤	٨٦	١٤٥,٤
٢٦,٦	٩٠	١٤٨,٩
٢٧,٧	٩٤	١٥٢,٥
٢٨,٩	٩٨	١٥٦,١
٣٠,١	١٠٢	١٥٩,٦
٣١	١٠٥	١٦٢,٤

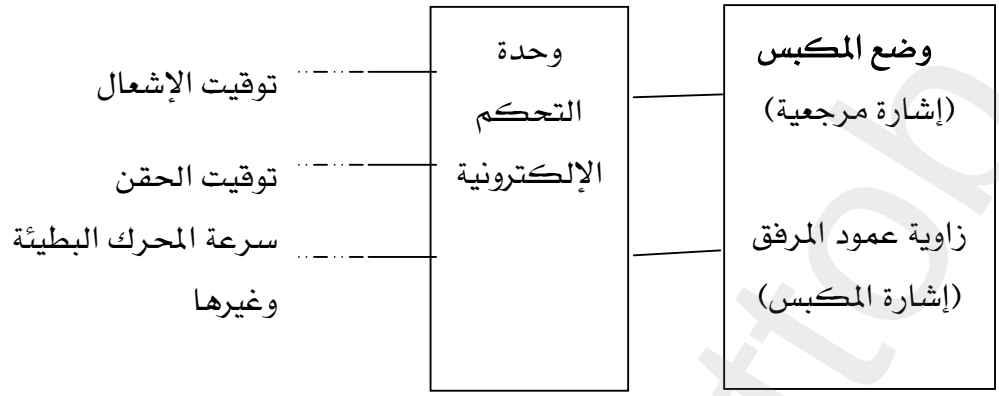
www.alkottob.com

٣ - حساس وضع عمود الكامات والمرفق

يعتبر حساس وضع عمود الكامات من الحساسات الأساسية في منظومة التحكم الإلكترونية.

يعمل هذا الحساس على تزويد وحدة التحكم بالإشارات التالية:

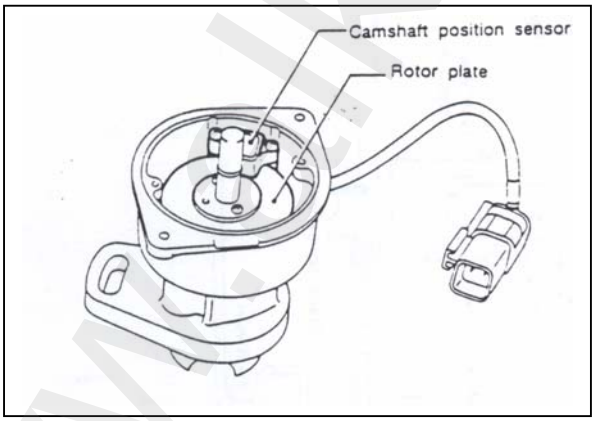
- سرعة المحرك.
- زاوية عمود المرفق ووضع المكبس.



يوجد عدد من الحساسات تختلف من الناحية التشغيلية وسوف نتطرق إلى نوعين ذات الأكثر استخدام.

- حساس عمود الكامات مركب داخل موزع الإشعال:

تم تركيب الحساس داخل الموزع كما هو في شكل ١٢٥. ويتكون من ثلاث أجزاء.



شكل – ١٢٥حساس عمود الكامات داخل موزع الإشعال

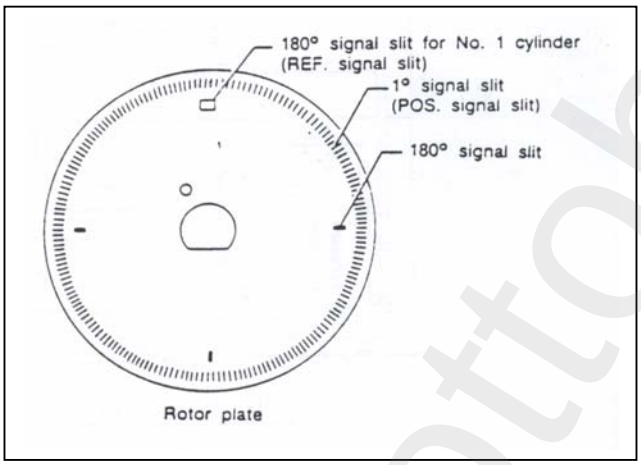
١ - الحساس مع الموحدات الضوئية وموحدات LEDS.

٢ - صفيحة الدوار مع عدد من الثقوب. وتدور الصفيحة مرة عندما يدور عمود المرفق مرتين.

٣ - ودائرة تشكيل الموجه حيث تشكل شكل الموجه المرسلة من الدايود الضوئي.

www.alkottob.com

- صفيحة الدوار تحتوي على٣٦٠ شق في الإطار الخارجي من أجل أن تحس الزاوية وسرعة المحرك، كما هو موضح في شكل ١٢٦ويوجد بها عدد من الشقوق في الإطار الداخلي مساوية لعدد الأسطوانات المحرك المركبة فيه من أجل قياس زاوية المرفق أو وضع المكبس. الشق الذي يشير إلى مكبس رقم واحد أكبر من الشقوق الأخرى. الشقوق التي في الإطار الخارجي للصفيحة مفصولة عن بعضها بدرجة واحدة لذا تسمى شقوق الواحد درجة أما زاوية الشقوق الداخلية فهي على النحو التالي ٦ أسطوانات ١٢٠ْ ـ الربع أسطوانات ١٨٠ْ.



شكل –١٢٦القرص (الصفيحة) الدوار

تحديد سرعة المحرك

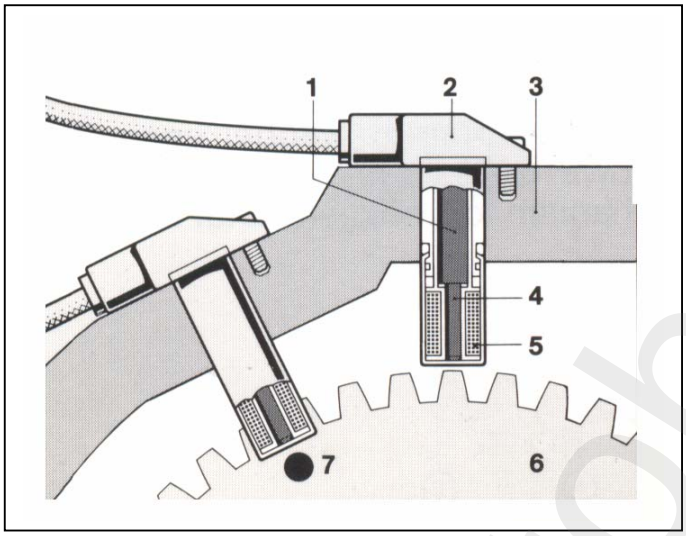
سرعة المحرك يتم التعرف عليها بواسطة عنصر (أداة) جس تتكون من ملف حوله قلب مغناطيسي ويركب أمامه قرص فولاذي يوجد به ثغرات تعمل على تحريك المجال المغناطيسي لكي يقطع الملف ويتكون به تيار متردد نتيجة لقطع المجال المغناطيسي. (كهرطيسي)، عمله جس أسنان الحذافة (ترس فولاذي) الحاملة للقابض الفاصل. أداة الجس تأخذ من كل سن إشارة معينة وترسلها إلى المعالج الصغير، القياسات وشكل الزاوية المعطاة من أداة الجس متصلة بسرعة المحرك، والفراغ ما بين الأداة وأسنان الحذافة، وكذلك شكل الأسنان ومركزهما (وضعهما بالنسبة للجذع المرفقي = خط طولي أو منحرف)، وكذلك مادة تثبيت الأداة، لهذه الأسباب زودت وحدة التحكم بوحدة (عنصر) تحضير الإشارات حتى يتمكن المعالج الصغير استيعابهم وتحليلهم.

قياس زاوية عمود المرفق :

حتى يتمكن المعالج الصغير من معرفة زاوية عمود المرفق، لإعطاء إشارة الحرق الصحيحة، تحتاج إلى عنصر (أداة) خاص يتعرف على زاوية العمود. شكل ١٢٧ العنصر هذا مثل أداة جس سرعة المحرك يعمل كهرطيسي، ويرسل إشارة معينة واحدة فقط إلى المعالج الصغير عندما يدور عمود المرفق دورة

www.alkottob.com

كاملة على محوره، الإشارة تلتقطها الأداة فور مرور تجويفة صغيرة موجود على وجه حذافة القابض الفاصل.



شكل ١٢٧ أداة جس سرعة المحرك وزاوية عمود المرفق

المكونات

١ - مغناطيس دائم العمل.٢ - هيكل الأداة.٣ - هيكل المحرك.٤ - قلب الأداة المصنوع من المعدن الخفيف جداً.٥ - خطوط (اللف) التغليف الداخلي.٦ - أسنان حذافة .٧ تجويفة تحديد زاوية الجذع (٠علامة إسناد).

أدوات الجس تعمل بالطاقة الكهربائية والمجال المغناطيسي لتحديد سرعة المحرك وزاوية عمود المرفق (الأداة تعمل بواسطة المقاومة المغناطيسية الموزعة للحقل).

نظام عمل الأداة، صورة رقم

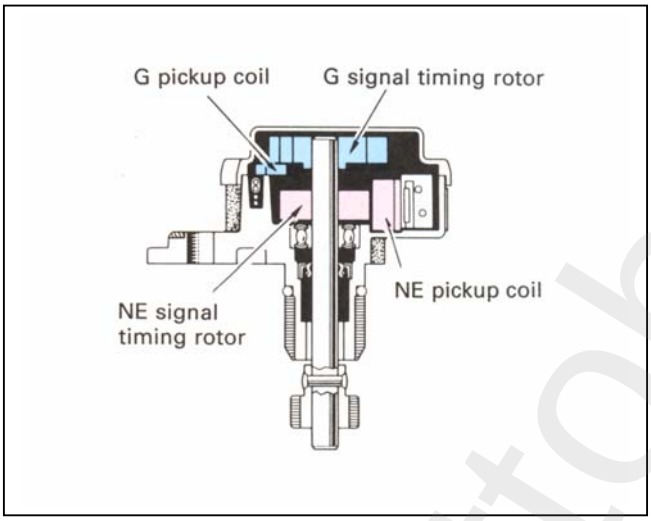
أداة جس السرعة تم تثبيتها على هيكل علبة التروس مقابل أسنان حذافة القابض الفاصل

أداة قياس زاوية العمود موضوعة على هيكل علبة التروس بالقرب من جسم المحرك، الوضع هذا يمنعها من جس أسنان الحذافة، ويسمح فقط بجس الثغرات الموجود على وجه الحذافة الداخلي.

المجال المغناطيسي ما بين الثغرة (٧) ورأس أداة الجس يتحول بواسطة قلب الأداة (١) المصنوع من المعدن الخفيف إلى إشارة أو نبضة ترسل إلى المعالج الصغير للتحليل.

www.alkottob.com

في بعض الأنظمة يركب حساس عمود الكمات مستقلاً على ترس عمود الكمات شكل ١٢٨. ويستفاد من الإشارة المرسلة من الحساس في تحديد بداية الإشعال وتقديم الشرارة وزمن الحقن إذا كان نظام الحقن تتابعياً. ويعمل الحساس بنفس نظرية عمل حساس عمود المرفق ذو مولد هول.



شكل١٢٨ حساس عمود الكمات

نظام تعديل توقيت الإشعال

يعرف إخفاق أو فقد الإشعال أو ما يسمى خلل الإشعال ((MISFIRE بأنه فقدان الاحتراق في الأسطوانة والتي تحدث بسبب غياب أو خلل الشرارة، ضعف الضغط داخل الاسطوانة،أو الخليط الفقير. يقصد بهذا النظام عملية تقديم أو تأخير الشرارة بناء على حالات المركبة التشغيلية. يعمل هذا النظام معتمداً على حساسين مهمين جداً في عملية ضبط الإشعال وهي حساس وضع عمود الكامات وأيضاً حساس وضع عمود المرفق وكما يؤثر حساس الدق في الإشعال. وتعتمد وحدة التحكم الرئيسية (PCM)على حساس وضع عمود الكامات في تحديد ترتيب الإشعال على حسب توزيع وعدد الأسطوانات في المحرك كما تعتمد على حساس وضع عمود المرفق في تحديد توقيت الشرارة قبل النقطة الميتة العليا، بالإضافة إلى حساس الدق. وعندما يكون هناك فقد أو خلل في الشرارة لأي أسطوانة فإن هذا النظام يقوم إما بتقديم أو تأخير الشرارة ليتلافى هذه الحالة معتمداً في ذلك على حساس الدق المركب على جسم كتلة الأسطوانة المكبس .

www.alkottob.com

حساس الدق Knock Sensor (Detonation Sensor)

تم تزويد بعض أنظمة التحكم بحساس يقيس مقدار شدة الدق (القرع) داخل غرفة الاحتراق، وذلك من أجل تعديل توقيت الإشعال (تأخير) إلى الوضع الطبيعي واحتراق الخليط داخل غرفة الاحتراق بشكل جيد.

احتراق الشحنة داخل غرفة الاحتراق تحدث اهتزازات (تموجات) داخلية تمتد إلى جميع أجزاء المحرك ، حيث ركب حساس الدق على جسم كتلة الأسطوانات بحيث يقيس هذه(شكل ١٢٩) الاهتزازات (التموجات) وترسل على شكل إشارة كهربائية إلى وحدة التحكم لتعديل زاوية الإشعال باتجاه الاحتراق المتأخر وبعد عملية التعديل ترجع زاوية الإشعال إلى وضعها الطبيعي أي بعد زوال الاهتزازات في المحرك، ويولد الحساس فولتاً منخفضاً جداً.

التحكم في عملية الدق تحدث فقط في منطقة الحمل الكامل التي تحدد بواسطة الحقن الأساسي وسرعة المحرك.

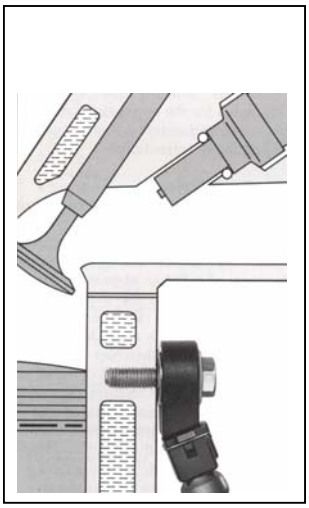
توقيت الإشعال يتأخر من الوضع الطبيعي حوالي درجة واحدة لكل عملية دق ، وعند زوال الدق فإن توقيت الإشعال يتقدم بحولي درجة واحدة لكل ثانية حتى يرجع توقت الإشعال إلى وضعه الطبيعي .

عند عملية تشغيل المحرك أو عندما تكون نقاط التماس السرعة البطيئة ملتصقة (الخانق مقفل – اللاحمل) فإن وظيفة التحكم في عملية الدق تتوقف. عندما يكون دائرة قطع أو قصر، سوف تأخر عملية توقيت الإشعال بمقدار حوالي ٥° من الوضع الطبيعي لتوقيت الإشعال وذلك من أجل حماية المحرك.

يصنع حساس الدق من أحد عناصر الإجهاد، وخصائص هذه العناصر هي عندما يتم تسليط عليها اهتزازات يصدر ذبذبات. لذا صمم ليتذبذب عند نفس موجات الدق الناتجة من المحرك.وغالبا يركب حساس واحد للمحرك وفي بعض الأنظمة يركب حساسين.

يتركب حساس الدق من قرص سيراميك حساس للضغط وكتلة مترجرجة تعمل كموصل للتغيرات الناتجة من عملية الدق ويركب هذه الحساس في الجزء الأعلى من الأسطوانة. الإشارة المقاسه تعمل بنظام التغذية الراجعة مع وحدة التحكم (الدائرة المفتوحة أو المغلقة).

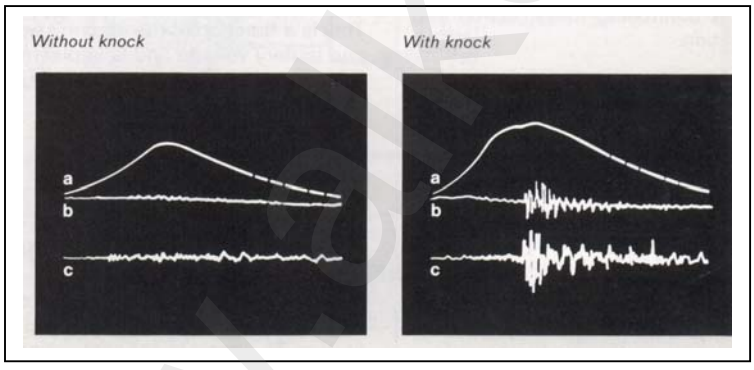
www.alkottob.com



شكل - ١٢٩ أ حساس الدق مركب على جسم المحرك

الشكل١٢٩ب ١ يوضح الذبذبة بدون حدوث عملية الدق حيث يوضح المنحنى a منحنى الضغط والمنحنى c ذبذبة المحرك بدون حدوث عملية الدق بينما المنحنى b الذبذبة بعد عملية الترشيح .
بينما يوضح الشكل ١٢٩ (ب)٢ نفس المنحنيات مع حدوث الدق ويتضح انحراف المنحنيات عن المنحنى الأصلي مما يؤدي إلى حدوث إشارة تنبئ بحدوث عملية الدق في المحرك .

٢ ١



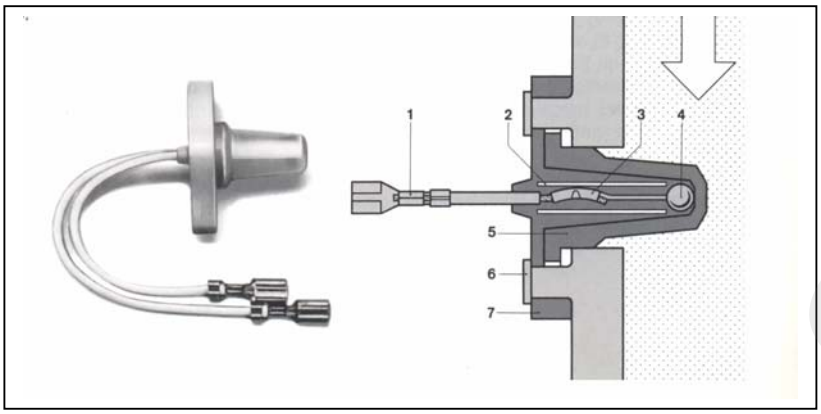
شكل ١٢٩ ب منحنى ذبذبات المحرك

حساس درجة حرارة الهواء Manifold Air temperatures Sansor MAT

تتغير كثافة الهواء المسحوب بتغير درجة الحرارة. فالهواء البارد أكثف من الهواء الساخن وهذه سوف يؤثر في دقة عملية قياس كمية الهواء الداخلة إلى المحرك بواسطة حساس كمية الهواء. مما يؤدي إلى حرق داخل غرف الاحتراق بشكل غير جيد للخليط.

ولهذا تم تزويد قنال السحب بأداة قياس حرارة الهواء قبل دخوله إلى مقياس كمية الهواء شكل

www.alkottob.com



شكل - ١٣٠حساس درجة حرارة الهواء

المكونات

١ -نقطة توصيل التيار

٢ -أنبوب عازل

٣ - خط وصل

٤ -مقاومة من نوع NTC

٥ -جسم الحساس

٦ - مسمار تثبيت

٧ - جسم التثبيت

الحساس يعمل على إرسال إشارة كهربائية إلى وحدة التحكم لتعديل نسبة الخليط بناء على تغير درجة حرارة الهواء الداخل مما يساعد على حرق جيد للخليط. وعمله يشبه إلى حد كبير حساس درجة حرارة الماء.

يستخدم الحساس مقاومة من نوع NTC لتحكم في الإشارة الفولتية المرسلة إلى وحدة التحكم الإلكترونية. تعمل وحدة التحكم على تغذية الحساس بإشارة مرجعية قدرها ٥ فولت.

عندما يكون الهواء بارداً فإن مقاومة الحساس تكون مرتفعة ولذا وحدة التحكم سوف تقرأ إشارة فولتية عالية.

وعندما يكون الهواء ساخن فإن مقاومة الحساس تكون منخفضة ولذلك وحدة التحكم سوف تقرأ إشارة فولتية منخفضة.

يعتبر حساس درجة حرارة الهواء جزء من حساس كمية الهواء ومركب معه.

تستخدم الإشارة المرسلة في حساس درجة حرارة الهواء إلى وحدة التحكم الإلكترونية في التحكم في توقيت الشرارة وتأخير فتح صمام EGR عندما يكون الهواء الداخل بارد لتأمين عملية قياس

www.alkottob.com

درجة حرارة الهواء الصحيحة، غلف رأس أداة القياس بمادة شفافة مصنوعة من المطاط تمنع تسرب الحرارة من خارج الهيكل إلى المقاومة، وتمنع أيضاً دخول الهواء من مكان غير مناسب.

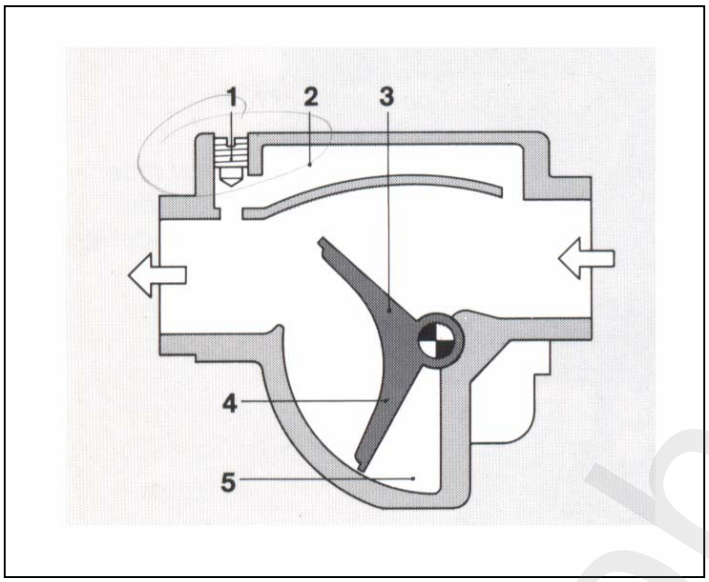
حساس MAT	
درجة الحرارة وقيمة المقاومة	
OHMS	C°
١٨٥	١٠٠
٤٥٠	٧٠
١,٨٠٠	٣٨
٣,٤٠٠	٢٠
٧,٥٠٠	٤
١٣,٥٠٠	٧ -
٢٥,٠٠٠	١٨ -
١٠٠,٧٠٠	٤٠ -

جدول – درجة الحرارة مع المقاومة

١ - حساس كمية تدفق الهواء:

الهواء المسحوب إلى غرف الاحتراق هو القاعدة الأساسية لعمل المحرك في جميع الأوضاع التشغيلية .، يتم قياس كمية الهواء الداخلية إلى غرف الاحتراق أثناء دخولها مجمع السحب قادمة من فلتر الهواء ومرورها بحساس الهواء .شكل ١٣١ يعمل حساس كمية الهواء على إرسال نبضة كهربائية إلى وحدة التحكم لتحديد كمية الوقود الأساسية المناسبة لكمية الهواء الداخلة. مقياس الهواء يعمل بشكل متواز مع مقياس سرعة المحرك – طول زمن نبضة الحقن الأساسي يحدد بواسطة وحدة التحكم الإلكترونية معتمدة على إشارة حساس كمية الهواء وسرعة المحرك وكذلك زاوية الإشعال.

www.alkottob.com



شكل - ١٣١ حساس كمية تدفق الهواء

المكونات

١ - مسمار ضبط نسبة الخليط ٢ - المجرى الجانبي ٣ - طوق تعديل الهواء ٤ -طوق مزدوج (الخمد)٥ - غرفة ضغط (تخفيف الضغط العكسي)

المبدأ الأساسي لمقياس كمية الهواء يتركز على تأثير القوة المأخوذة من سريان الهواء المسحوب إلى غرفة الاحتراق والذي بدورة يضغط على طوق التعديل المزدوج والمتصل بالياي الحلزوني في الجزء الأعلى من الحساس .أي الهواء المسحوب من خلال مقياس سريان الهواء يعمل على فتح بوابة القياس ضد شدة الياي وتتحرك بوابة القياس على نفس المحور لذلك فإن الزاوية التي تفتحها بوابة القياس تتحول إلى نسبة جهد كهربائي بواسطة مقاومة القياس (مقاومة فرق جهد) وإرسال هذه الإشارة الكهربائية (النبضة) إلى وحدة التحكم لتحديد كمية الوقود المحقونة المطلوبة .

ويمكن تقسيم مقياس كمية الهواء إلى جزئيين:

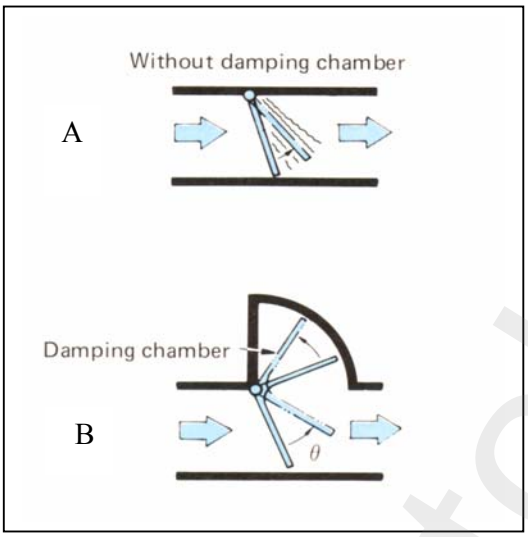
١) حجم الهواء:

الحجم الداخلي لمقياس الهواء عبارة عن قنال خاص بمرور الهواء ، ووضع في وسطه طوق مزدوج (ذراع) ومثبت على محور حركة، هذا الطوق متصل بياي حلزوني يعيده إلى مركزة الطبيعي داخل الجسم فور توقف المحرك عن العمل وفي حالة ألا حمل.

تمنع غرفة الامتصاص (تخميد) وبوابة التعويض الاهتزاز في حركة بوابة القياس شكل ١٣٢، إذا تم قياس كمية الهواء المسحوبة بواسطة بوابة القياس فقط ، فإن تغيرات كمية الهواء المسحوب تجعل بوابة القياس في وضع غير مستقر وذلك سوف ينعكس على استقرار الإشارة المرسلة إلى وحدة التحكم

www.alkottob.com

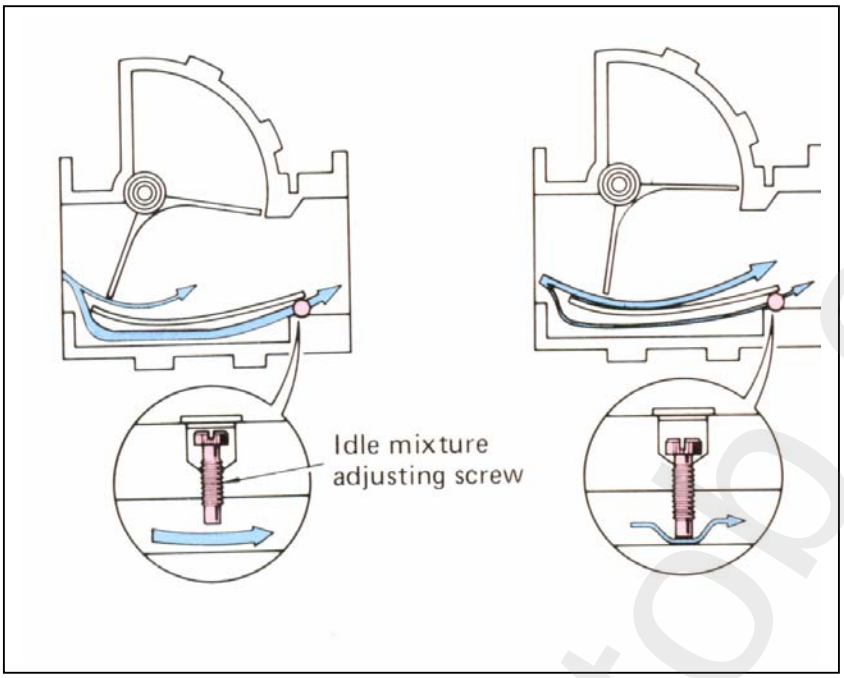
وبإضافة بوابة التعويض سوف تتحرك مع بداية عملية القياس، فإنها تعمل على مص الاهتزازات وتستقر الحركة.



شكل - ١٣٢ (B) حساس تدفق الهواء بغرفة تخميد ((A بدون غرفة تخميد

يحتوى جسم مقياس كمية الهواء على قنال إضافي خاص بمرور الهواء بدون المرور عبر المدخل الرئيسي للبوابة شكل ١٣٣ وعدم تأثيره على الطوق ويطلق عليه ممر جانبي أو التخطي، ومركب على هذه الممر مسمار ضبط يتم تحكم فيه لتقليل من مقدار مجرى الممر وبذلك تقل كمية الهواء المارة فيه مما يؤثر على ضبط نسبة الخليط في السرعة البطيئة. وهذه الكمية من الهواء التي مرت عبر التخطي تعتبر قيمة غير مقاسه من قبل حساس كمية الهواء (مقدار غير محسوب ولاتصل إشارة إلى وحدة التحكم بذلك. في بعض الأنظمة تم إلغاء هذا الممر) وبذلك يجعل عملية التعديل في نسبة الخليط في السرعة البطيئة فقط، لأنه إذا كانت زاوية فتح بوابة القياس كبيرة، فإن كمية هواء ممر التخطي تصبح لا شيء بالنسبة لهواء الممر الرئيسي.

www.alkottob.com



شكل ١٣٣ ممر الهواء الجانبي لحساس تدفق الهواء

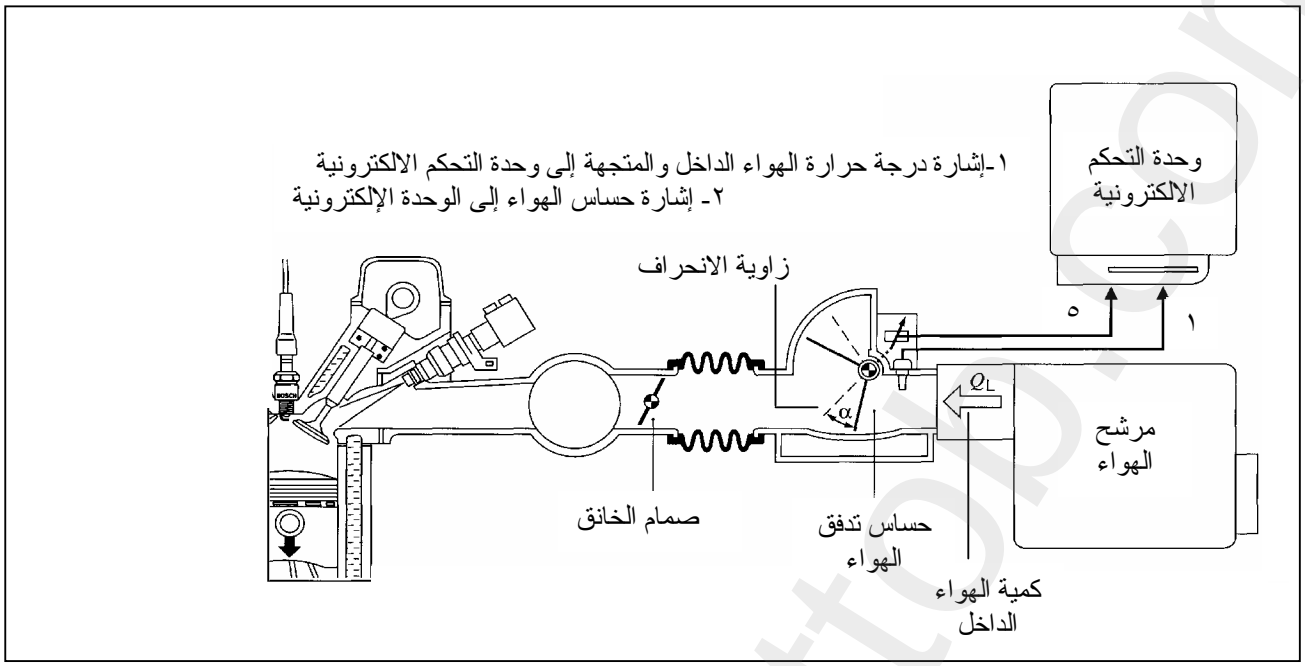
٢ - الأجزاء الكهربائية .(الحساس):

الياي الحلزوني مركب فوق مقياس كمية الهواء ومتصل مباشر مع طوق تعديل المزدوج . أثناء تحرك الطوق المزدوج بتأثير قوة الهواء المسحوب، يتحرك ويمر على ريشة كهربائية مطبوعة على مادة خزفية تولد نبضة كهربائية تعكس مقدار فتحة زاوية الطوق وترسل هذه النبضة إلى حدة التحكم ، في بعض أنظمة الحقن تقوم وحدة التحكم بتشغيل مضخة الوقود الكهربائية بواسطة مفتاح مركب في داخل مقاومة القياس الطوق وفي حالة إطفاء المحرك يتوقف عمل مضخة الوقود شكل ١٣٤

وكمية الهواء التي تدخل إلى المحرك هي مقياس لتحميل المحرك. يقاس سريان الهواء على حساب كل التغييرات التي تحدث في المحرك خلال خدمة السيارة.

من خلال قياس كمية الهواء الداخلة إلى المحرك عن طريق الحساس قبل دخولها للمحرك و أثناء التعجيل، ترسل إشارة الحساس قبل دخول الهواء إلى غرفة الاحتراق داخل المحرك. هذه الإشارة تعمل على تصحيح تكيف الخليط في أي وقت خلال أحمال متغيرة للمحرك. الأساس في نظرية عمل حساس سريان الهواء يعتمد على قياس القوة التي تنبثق من مجمع سحب الهواء الداخل في المحرك ،هذه القوة يجب أن تضاد قوة رد فعل النابض الموجود على حساس سريان الهواء . زاوية انحراف البوابة يتناسب مع مساحة المقطع العرضي لنفق الهواء و كذا مع كمية الهواء المارة خلاله .

www.alkottob.com



شكل ١٣٤حساس تدفق الهواء في نظام الدخول

مقياس وضع الخناق :

حساس الخانق

يستخدم في عملية قياس مقدار زاوية الخانق. إما بواسطة مفتاح شكل ١٣٥أو حساس تكون موصلة مع ذراع صمام الخانق، وتستخدم إشارة مقياس الخانق المرسلة إلى وحدة التحكم في التحكم في التالي:

- كمية الوقود المحقونة.
- قطع الوقود .
- توقيت الإشعال
- التحكم في السرعة البطيئة .
- صندوق ناقل الحركة.

www.alkottob.com

مفتاح وضع الخانق

يركب مفتاح الخانق على جسم الخانق ، ويعمل على تحويل مقدار زاوية فتحة الخانق إلى إشارة كهربائية وترسل هذه النبضة إلى وحدة التحكم ، حيث يتم إرسال إشارتين إلى وحدة التحكم إشارة النبضي IDL وإشارة الحمل الكامل PSW وتستخدم إشارة التباطئ غالبا في التحكم في عملية قطع الوقود ، بينما تستخدم إشارة الحمل الكامل تصحيح كمية الوقود المحقونة .

يتركب من الأجزاء التالية حسب الشكل ١٣٥...

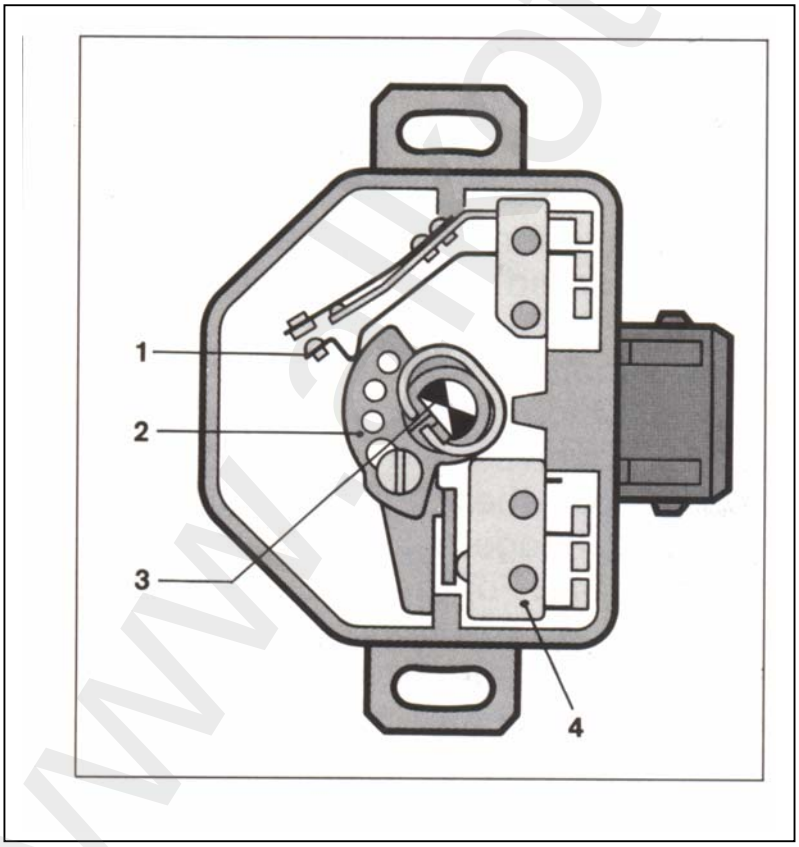
ذراع يركب على نفس المحور مع صمام الخانق .

دعامة دليل بواسطة الذراع. ٣

نقاط تماس متحركة ، تتحرك على طول مجرى دعامة دليل لا مركزية. ٢

نقطة تماس السرعة البطيئة (لا حمل) ٤.

نقطة تماس الحمل الكامل.١



شكل -١٣٥مفتاح وضع الخانق

www.alkottob.com

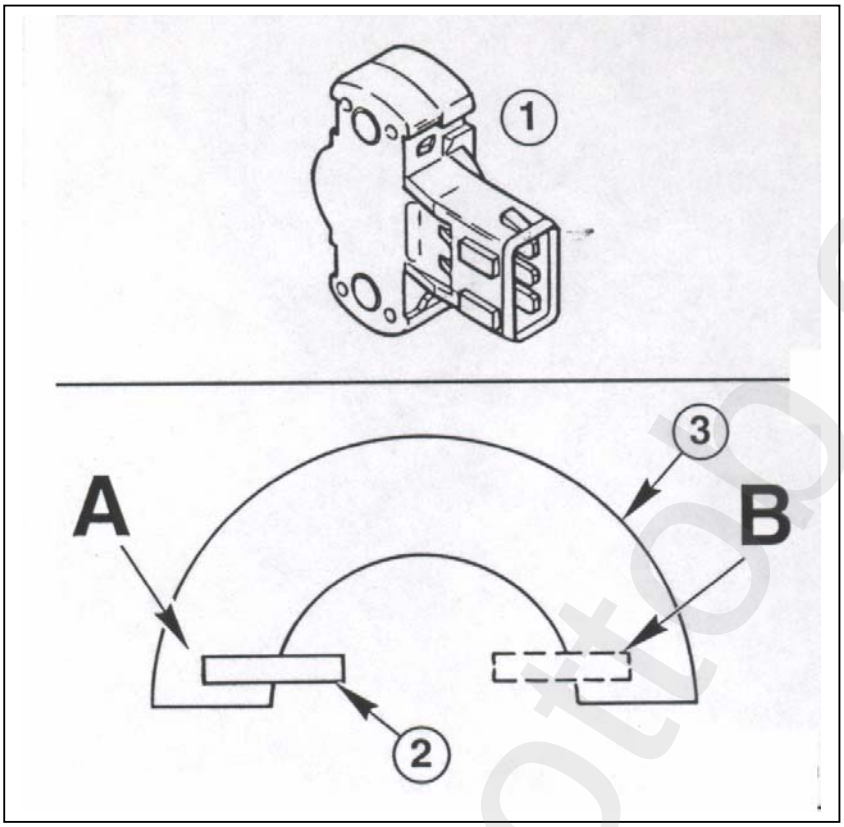
طريقة العمل

عندما يكون صمام الخانق في حالة القفل أي أقل من ١,٥ من وضع القفل بكامل ، تكون نقطة التماس السرعة البطيئة متصلة مع النقطة المتحركة ، ونتيجة إلى ذلك سوف ترسل إشارة كهربائية إلى وحدة التحكم بأن الخانق (المحرك) في وضع السرعة البطيئة، كما تستخدم هذه الإشارة من قبل وحدة التحكم في عملية قطع الوقود. وعندما يتم تأثير على دواسة الوقود سوف ينتقل المحرك من وضع اللاحمل إلى الحمل الكامل وتكون فتحة الخانق حوالي ٥٠ أو ٦٠ (حسب نوع المحرك) تتلامس نقطة التماس المتحركة مع نقطة تماس الحمل الكامل وبذلك ترسل إشارة الحمل الكامل. وتحدث عملية عدم تلامس نقاط التماس وضع اللاحمل و وضع الحمل الكامل، وهذه يحدث عندما يكون المحرك في وضع الحمل الجزئي .

حساس وضع الخانق

تعتمد نظرية عمل الحساس على أسلوب المقاومة المتغيرة يركب الحساس على جسم الخانق ويعمل بواسطة حركة ذراع الصمام، شكل ١٣٦ وتعمل وحدة التحكم على إرسال فولت إسناد مقدار خمسة فولت إلى المقاومة المتغيرة وعندما يتحرك صمام الخانق في وضع الفتح، فإن ريشة الحساس تتحرك في مجرى المقاومة المتغيرة، مقدار هذا التحرك داخل مجرى المقاومة سوف يؤثر على مقدار قيمة فولت الإسناد وهذه القيمة الفولتية تعكس مقدار نتيجة زاوية الخانق وتسمى هذه القيمة الفولتية بالإشارة الراجعة. وترسل هذه الإشارة إلى وحدة التحكم.كما هو موضح في شكل ١٣٦...

www.alkottob.com



شكل –١٣٦حساس الخانق

المكونات

١ -حساس الخانق .

٢ -نقاط توصيل .

٣ -مجرى المقاومة.

A - مفتوح .

B - مغلق.

وحدة التحكم سوف تدرك مقدار زاوية فتحة الخانق بالقيمة المقاسة (الإشارة الرجعة) والمرسلة من حساس وضع الخانق مقارنة بقيمة الإسناد الفولتيه المرسلة من الوحدة نفسها .

www.alkottob.com

حساس حرارة سائل التبريد

يركب حساس قياس حرارة سائل التبريد بالمحرك في جميع أنظمة حقن الوقود الإلكتروني في رأس المحرك عند مجرى الماء الخارج من المحرك للمشع (الرديتر) وظيفته هي: -

نقل معلومات حرارة سائل التبريد بالمحرك إلى وحدة التحكم.

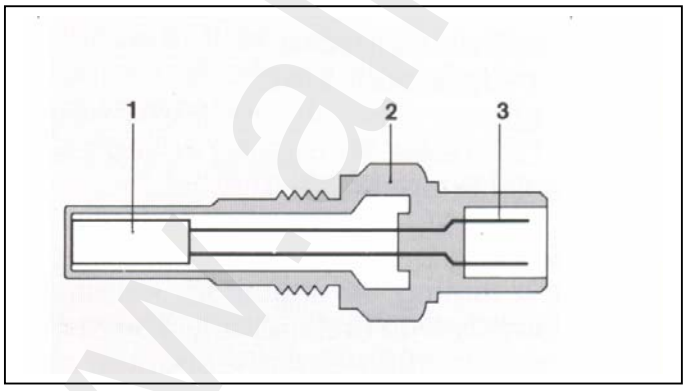
طريقة عمله

تعمل وحدة التحكم على أرسل إشارة مرجعية مقدارها ٥ فولت إلى الحساس. والحساس عبارة عن الثيرمستور(مقاوم حراري أي تقل شدة مقاومته مع زيادة الحرارة). فعند زيادة حرارة المحرك تنخفض المقاومة ويزداد مرور التيار المرجعي العائد إلى وحدة التحكم فتستدل الوحدة على أن درجة حرارة المحرك قد ارتفعت(ساخن) ، وعندما تكون درجة حرارة المحرك منخفضة(بارد) تزيد المقاومة فتعمل على إعاقة سير التيار المرجعي إلى الوحدة وبذلك تدرك وحدة التحكم بأن المحرك بارد .

❖ الترمستور مقاوم سالب تقل مقاومته مع زيادة الحرارة وتزداد مقاومته مع زيادة البرودة.

يوضح الشكل٧ ١٣حساس درجة حرارة المحرك ذو المقاومة المتغيرة ويتكون من :

- وحدة التحكم وصلة كهربائية .٣
- جسم الحساس .٢
- شريحة جس بمقاومة متغيرة. ١



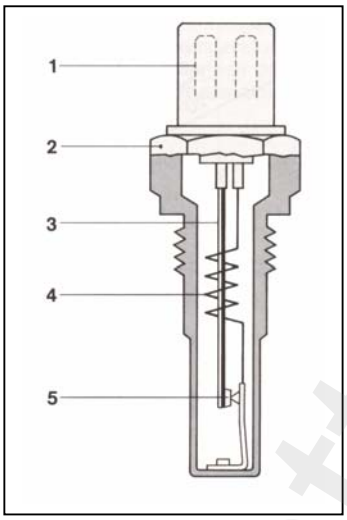
شكل - ١٣٧ حساس درجة الحرارة ذو المقاومة المتغيرة

يوصل حساس درجة حرارة الماء بوحدة التحكم عن طريق مقاومة داخل الوحدة R والمقاومة المتغيرة في الحساس موصله بتوالي معها حيث يتغير جهد الإشارة في THW عندما تتغير قيمة مقاومة المقاومة المتغيرة

www.alkottob.com

الحساس ذو الازدواج المعدني

يتكون من نقطتي توصيل ٥ وملف ٤ وشريحة ازدواج معدني٣ ، تتحرك هذه الشريحة بحيث تتلامس العدسات أو تنفصل عن بعضها تبعا لدرجة الحرارة المؤثرة عليها .ورقم ١يمثل توصيله الكهربائية و٢ جسم الحساس .كما هو موضح في شكل ١٣٨



شكل - ١٣٨ حساس درجة الحرارة ذو الازدواج المدني

www.alkottob.com

الجدول التالي مقاومة حساس حرارة سائل التبريد في درجات الحرارة المختلفة: -

درجة الحرارة	شدة مقاومة بالكيلو أوم
٤٠ درجة فهرنهايت	٢٦٩ كيلو أوم
٣٢ درجة فهرنهايت	٩٥ كيلو اوم
٧٧ درجة فهرنهايت	٢٩ كيلو اوم
٢٤٨ درجة فهرنهايت	١,٢ كيلو اوم

الأنظمة التي يؤثر عليها حساس حرارة الماء .

يرتبط أداء الأنظمة المذكورة أدناه على المعلومات التي تتلقاها وحدة التحكم من حساس حرارة سائل التبريد (الماء) ويتأثر أداؤها مباشرة بالبيانات الواردة منه ، هذه الأنظمة هي : -

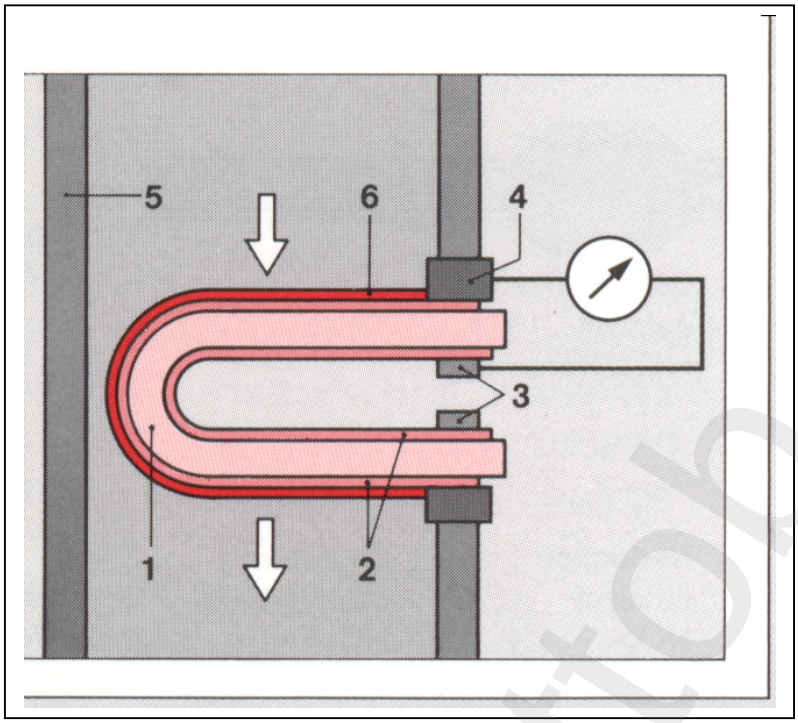
١. نظام نسبة مزيج الوقود مع الهواء .
٢. نظام تدفق غازات العادم (المعادة لغرفة الاحتراق).
٣. نظام التحكم في سرعة اللاحمل.
٤. نظام التحكم في حرارة الهواء المسحوب للمحرك.
٥. نظام تقديم الشرارة.

حساس الأوكسجين في العادم

للحصول على نسبة خليط الهواء – الوقود قريبة إلى النسبة الخليط للنظرية تم تزويد بعض المحركات بنظام التغذية الراجعة لتحقيق أفضل أداء التقنية غازات العادم المنبعثة.

يركب حساس الأوكسجين وحساس الأوكسجين الساخن في مجمع عادم السيارة شكل ١٣٩ ليصل طرف الحساس إلى داخل العادم بحيث يلامسه غاز العادم الخارجي من المحرك.

www.alkottob.com



شكل - ١٣٩ حساس الأوكسجين مركب في مجرى العادم

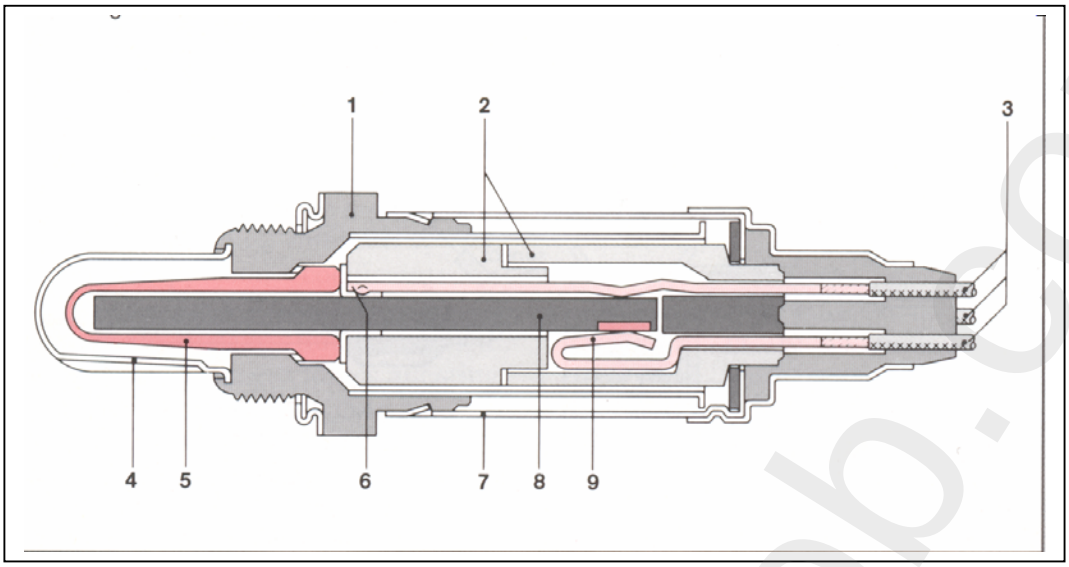
المكونات

١ -خزف الحساس ٢ -مفاعيل الجس٣ - نقاط تماس ٤ -اتصال سلبي للجسم ٥ - مجرى الغازات العادمة ٦ - طلاء حماية من مادة الخزف .

وتولد هذه الحساسات جهداً كهربائياً يتراوح من صفر إلى واحد فولت بناء على حالة غاز الأوكسجين في عادم السيارة إن كان غنياً أو فقيراً. الفرق بين الحساس العادي والحساس الساخن هو أن الحساس الساخن له ثلاثة أسلاك لتوصيل السخان الخاص المركب عليه، أحد هذه الأسلاك لتوصيل التيار الكهربائي من البطارية عبر مفتاح السويتش لتسخين الحساس والثاني طرف أرضي والثالث سلك نقل جهد الحساس.

يستخدم التسخين بسبب انخفاض حرارة غازات العادم وبطء وصول الحساس إلى حرارة تشغيله العادية والتي تبلغ ٢٠٠ درجة مئوية وبخلاف السخان فإن الحساس الساخن يعمل بطريقة مطابقة للطريقة التي يعمل بها الحساس العادي. ويعمل كل الحساسين كمولدين للجهد ففي حالة إفقار الخليط يولد الحساس جهداً يبلغ من صفر إلى ٠,٤٠ فولت وعندما يكون الخليط غنياً يولد الحساس جهداً يبلغ ٠,٦٠ إلى واحد فولت عند درجة حرارة تبلغ ٣٥٠ درجة مئوية .

www.alkottob.com



شكل - ١٤٠ عناصر حساس الأوكسجين

المكونات حسب شكل ١٤٠

١ - جسم الحساس٢ -غلاف حماية من الخزف٣ - سلك توصيل٤ - غلاف(أنبوب)حماية مثقب

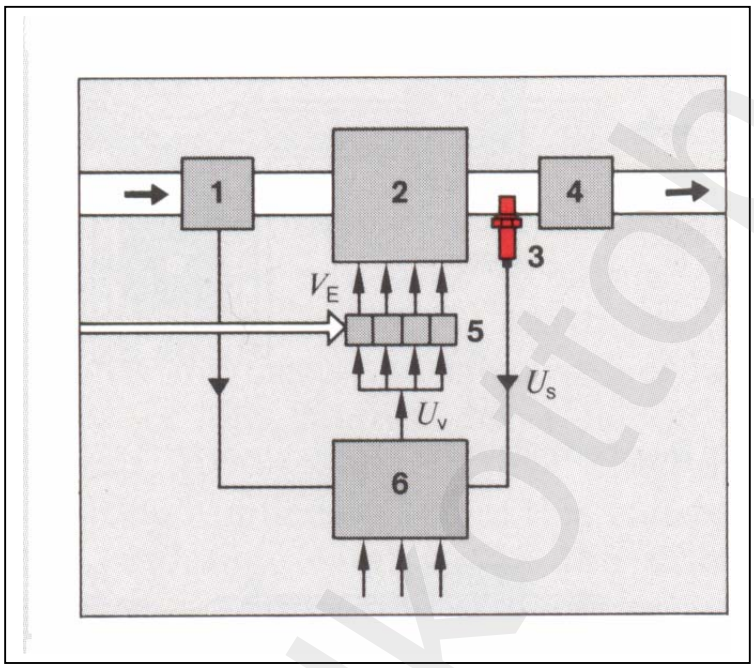
٥ -مادة الخزف الفعالة٦ -غلاف الحماية الخارجي٨ -عنصر تسخين٩ -أداة تثبيت لعنصر التسخين .

يصنع الحساس كما في شكل ١٤٠من ثاني أكسيد الزراكونيوم أو عنصر التانتيا و يطلى من الخارج ومن الداخل بطبقة خفيفة من البلاتين ويتأثر هذا العنصر بالأوكسجين الخارجي و عندما يسخن يولد تياراً كهربائياً نتيجة للفرق بين الأوكسجين داخل العادم والأكسجين في الخارج . وعند جهد محدد تتعرف وحدة التحكم على ناتج نسبة الخليط. فتعمل على تعديل نسبة الخليط بناء على الجهد المرسل من الحساس . عندما تكون نسبة الخليط فقيرة،يكون نسبة تركيز الأوكسجين كبيرة في الغازات العادمة وفي هذه الحالة يصدر الحساس فولت منخفظ حوالي أقل من ٤٥. فولت . وذلك ناتج من فرق تركيز الأوكسجين داخل وخارج مادة الحساس. وعندما تكون نسبة الخليط غنية فسوف يصدر الحساس فولت عالي يصل إلى واحد فولت ، وذلك ناتج من اختلاف نسبة تركيز الأوكسجين ، حيث تكون شبة معدومة في الغازات العادمة . ونتيجة لذلك يكون الفرق بين تركيز الأوكسجين في الداخل وفي الخارج كبيراً، كمية عالية من الأوكسجين في غاز العادم ، عندما تكون هناك نسبة عالية من الأوكسجين في غاز العادم ، ونتيجة لذلك تحكم وحدة التحكم بأن ذلك يعني ارتفاع في نسبة الهواء – والوقود و التي تعني خليطاً فقيراً. أما عندما تكون كمية الأوكسجين في غازات العادم قليلة فإن وحدة

www.alkottob.com

التحكم تدرك بأن ذلك يعني انخفاضاً في نسبة الهواء - الوقود والتي تعني أن الخليط غني. عنصر البلاتين الذي طلي به عنصر الحساس يعمل كمنشط يسبب تفاعلاً بين الأوكسجين و أول أكسيد الكربون.

ويعمل حساس الأوكسجين بأسلوب دائرة التغذية مع وحدة التحكم أي سوف يعمل الحساس في وضع الدائرة المفتوحة والدائرة المغلقة حسب شكل ما هو موضح في شكل١٤١



شكل –١٤١ دائرة التغذية الراجعة لحساس الأوكسجين

المكونات

١ - حساس كمية الهواء ٢ - المحرك ٣ -حساس الأوكسجين ٤ -المحول الحفاز ٥ - صمامات الحقن ٦ - الدائرة التحكم المغلقة للحساس.

-فولت الحساس Us

- الفولت الصادر لصمامات الحقن من دائرة التحكم Uv

-كمية الحقن VE

www.alkottob.com

الإشارات الخارجة Signals output

بعد عملية معالجة وتحليل المعلومات الداخلة (المرسلة من الحساسات). تعمل وحدة التحكم على اتخاذ القرارات التشغيلية المناسبة لحالة المركبة. ثم تعمل على تنفيذ هذه القرارات بإصدار الأوامر على هيئة إشارة رقمية و التحكم في دائرة السلب للمشغل، هذه الإشارات ترسل إلى وحدة الخروج ومن ثم إلى المشغلات. هذه الأوامر إما أن تكون لعرض البيانات أو المعلومات أو لإجراء عمل ما. لذلك الحاسب الصغير يعمل على إرسال الأوامر لهدفين:أما لغرض عرض المعلومات أو من أجل تشغيل المشغلات

يعمل الحاسب الصغير على إرسال إشارة كهربائية فولتيه إلى منظم الخرج ((output drivers. والذي بدوره يعمل على التحكم في مشغلات المركبة. حيث يعمل على إكمال دائر السالب لهذه المشغلات. فمنظم الخرج لا يزود المشغلات بفولت تغذية. التغذية الفولتية لهذه المشغلات تتم عن طريق فولت البطارية. حيث يعمل منظم الخرج على إدارة المشغلات على وضع on أو off. والمشغلات عبارة عن أجهزة أووسيلة لتحويل الإشارة الكهربائية إلى حركة حيث تستجيب للأوامر الصادرة عن الحاسب الصغير.

هناك نوعان من أساسيات المشغلات :

- **الملف اللولبي** Solenoids

هذا النوع يستخدم المغناطيسية لتحريك قلب معدني وذلك لتحويل الإشارة الفولتية الكهربائية إلى حركة ميكانيكية.

- **المرحلات**

المرحل نوع من الأجهزة الكهربائية التي تستخدم تيار لتحكم في التيار الثاني ويحتوي المرحل على دائرة تحكم ودائرة قدرة.

- **العرض**

المعالج الصغير يتحكم في عملية عرض البيانات بواسطة إرسال إشارة رقمية إلى العرض.

العرض عبارة عن جهاز يستخدم أشباه الموصلات بدل الصمامات الكهربائية. وتحتوي على دائرة كهربائية لفك شفرة الإشارة الرقمية. المعلومات المشفرة تظهر على جهاز العرض. تعمل وحدة التحكم في التحكم في عدد من المشغلات وتختلف نوعية وعدد هذه المشغلات حسب نوع المحرك لذا يجب الرجوع إلى كتيب الصيانة لمعرفة المشغلات التي يتم التحكم بها بواسطة وحدة التحكم. وسوف نتطرق إلى عدد من المشغلات ذات العلاقة المباشرة بمنظومة التحكم في الوقود.

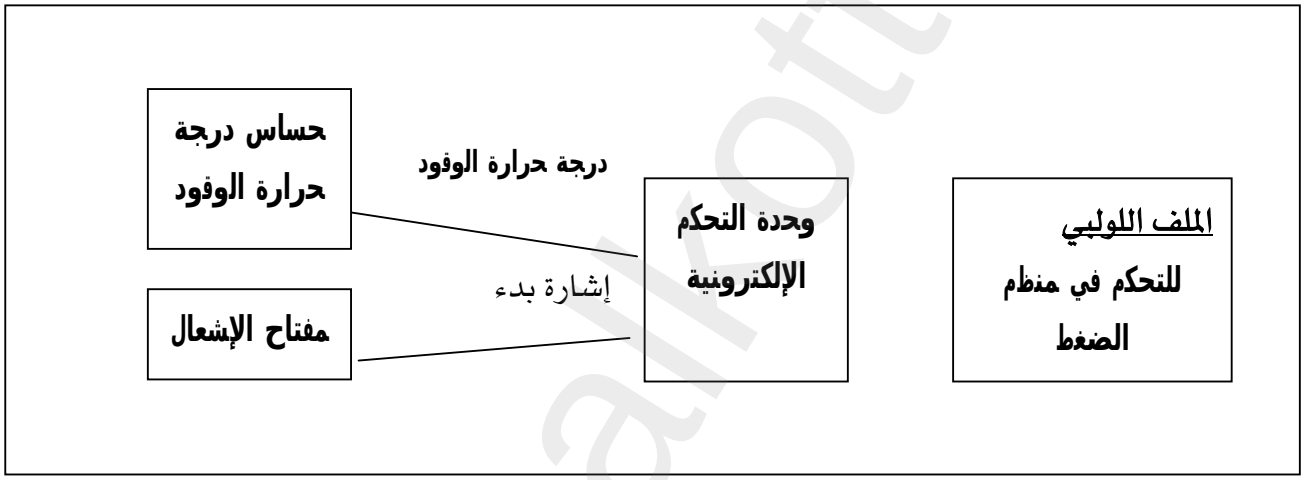
www.alkottob.com

العناصر التي يتم التحكم بها بواسطة وحدة التحكم .

١ - التحكم في منظم ضغط الوقود الأبتدائي

التحكم في منظم ضغط الوقود يحسن من عملية البدء في التشغيل عندما يكون المحرك ساخناً. وذلك بواسطة عملية قطع خلخلة مجمع السحب عن منظم الضغط، ونتيجة لذلك يزيد ضغط الوقود داخل دائرة الوقود . عندما ترتفع درجة حرارة الوقود فإن عملية حدوث تبخر للوقود تزداد ، مما يؤدي إلى حدوث مشاكل داخل الدائرة . ولمنع ذلك، عملية التحكم في منظم الضغط للوقود تعمل على زيادة ضغط الوقود حتى ترتفع درجة تبخر الوقود.

تم تركيب صمام كهربي لولبي على خرطوم الخلخلة بين صمام الضغط ومجمع السحب. وعندما تزيد درجة حرارة الوقود عن الحد المعين. يعمل وحدة التحكم الإلكترونية على إدارة الصمام الكهربي على وضع on، وبذلك يتم قطع الخلخلة الذاهبة إلى منظم الضغط، وبذلك يزيد الضغط داخل الدائرة. معتمد على الإشارة المرسلة من حساس درجة حرارة الوقود داخل الدائرة. كما هو موضح في الشكل ١٤٢ .



شكل ١٤٢ مخطط لدائرة التحكم في ضغط الوقود

٢ - التحكم في فولت مضخة الوقود

يتم التحكم في فولت (تغذية) مضخة الوقود من أجل تحقيق التالي:

- التقليل من استهلاك قدرة المضخة.

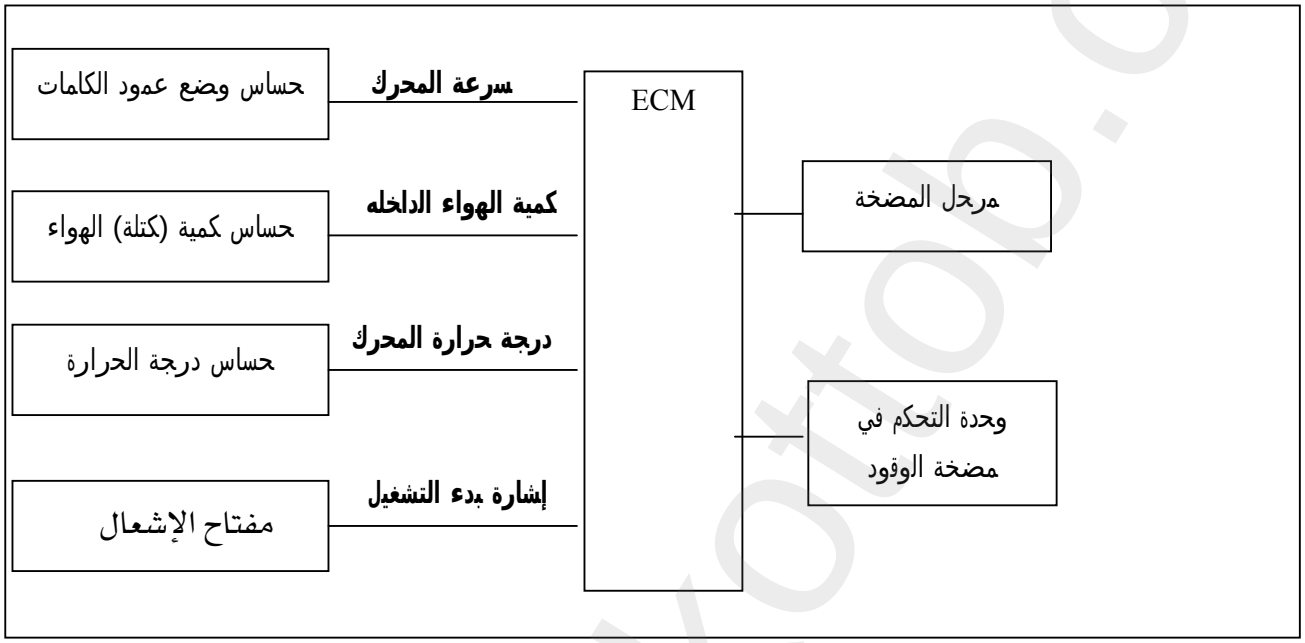
عند تشغيل (عمل) المضخة مباشرة وبشكل مستمر في وضع تشغيلي للمحرك يكون فيه لا يحتاج إلى كمية وقود كبيرة (اللاحمل ـ الحمل الجزئي) فإن مضخة الوقود سوف تعمل بكامل طاقتها وسرعتها. وهذا يؤدي إلى زيادة في عملية رجوع الوقود إلى الخزان. وهذا يؤدي إلى فاقد في قدرة المضخة. مما يقلل من عمر المضخة واستنفاد لقدرة المحرك الكهربائي للمضخة.

www.alkottob.com

- التقليل من الأصوات التي تحدثها المضخة إلى الأقل.

إن التقليل من الفولت الصادر إلى المضخة في حالة عدم الاحتياج إلى تشغيل المضخة بكامل طاقتها ، ذلك يقلل من الإزعاجات التي تحدثها المضخة في الحالات التشغيلية السابقة.

سوف تعتمد وحدة التحكم الإلكترونية على التحكم في فولت التغذية إلى المضخة بناء على الإشارات الصادرة من الحساسات التالية :شكل١٤٣



شكل ١٤٣ الإشارة المرسلة لوحدة التحكم لتحكم في المضخة

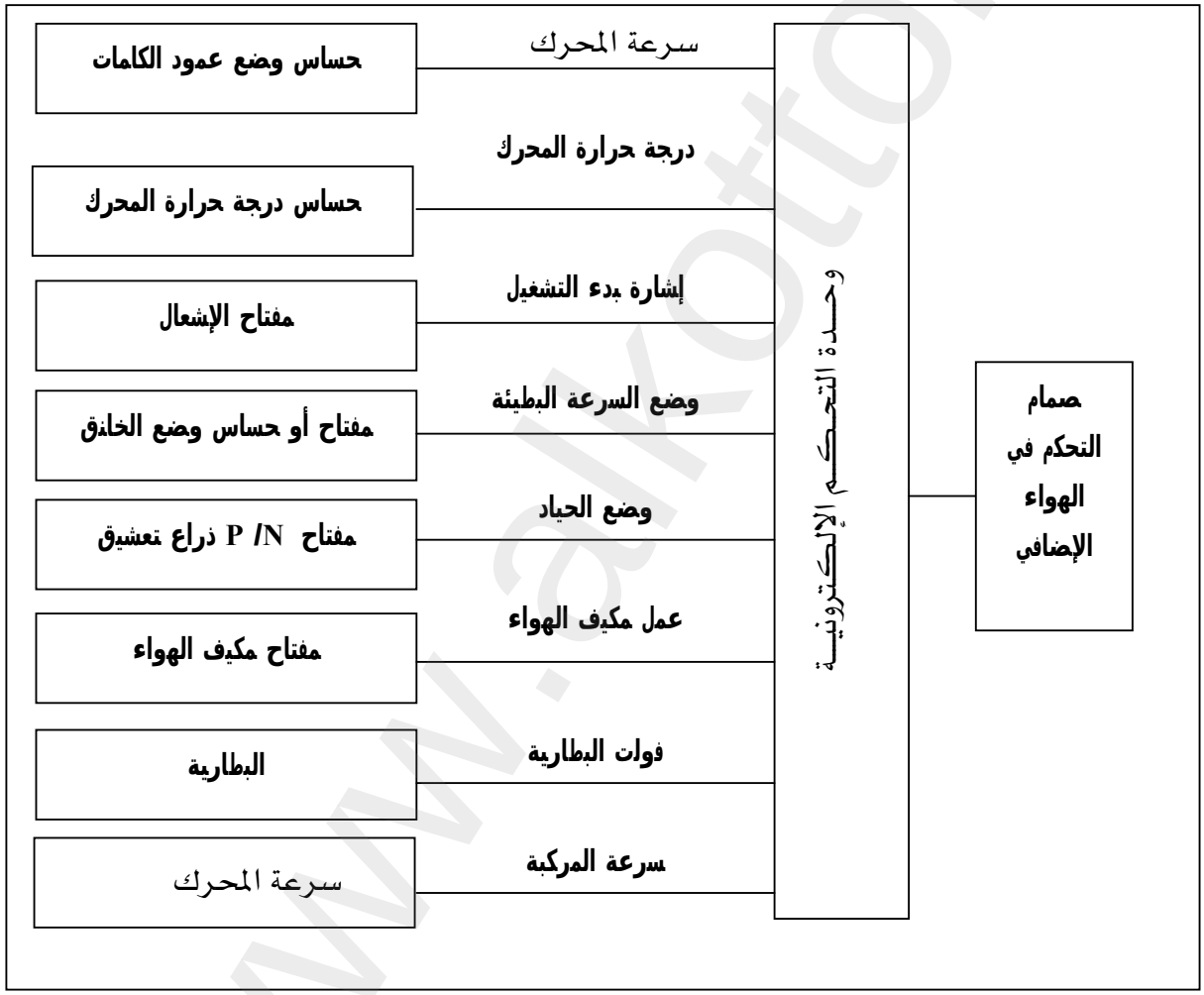
يتم التحكم في فولت مضخة الوقود في ثلاث مراحل بواسطة وحدة التحكم . والذي بواسطته يتم ضبط فولت التغذية الصادر إلى المضخة. حسب التالي.

الحالات (الأوضاع)	كمية تدفق الوقود	التغذية الفولتية للمضخة
- المحرك يدور بواسطة بادئ الحركة. - درجة حرارة المحرك أقل من (٣٢°F) ٠°C - المحرك يعمل تحت حمل كامل وسرعة عالية	عالية	(١١ -١٤) فولت
- المحرك يعمل (يدور) تحت حمل جزئي (وسط) وسرعة متوسطة	متوسط	حوالي ٧,٨ فولت
حالات أخرى غير الحالات المذكورة سابقاً	منخفض	حوالي ٥,٦ فولت

www.alkottob.com

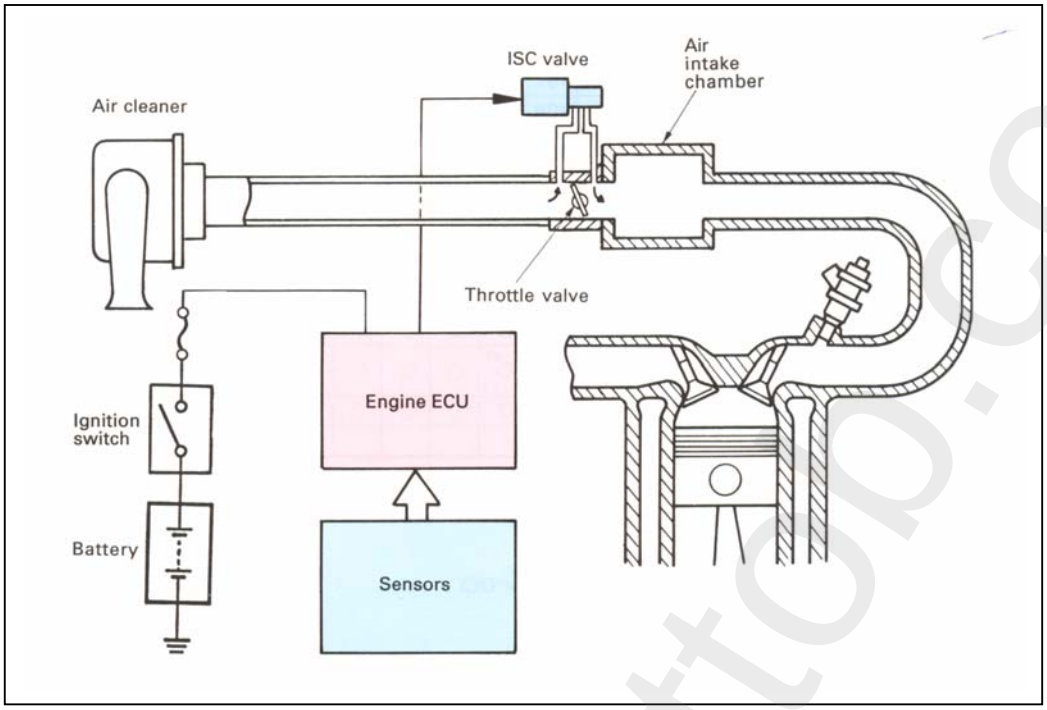
٢ - التحكم في السرعة البطيئة

يتم التحكم في السرعة البطيئة أوتوماتيكياً للوصول إلى مستوى سرعة المحرك المطلوب في الظروف التشغيلية المختلفة..يتم التحكم في السرعة البطيئة للمحرك بواسطة التحكم في كمية الهواء الداخلة إلى المحرك من خلال الممر الجانبي الموجود فوق الخانق (من قبل وبعد الخانق) عن طريق التحكم في صمام الكهرومغناطيسي المركب على هذا الممر. والذي يتم تشغيله على وضع on أو off بواسطة الإشارة المرسلة من وحدة التحكم الإلكترونية والتي تعتمد على عدد من الإشارات الداخلة إلى الوحدة لتحديد السرعة المستهدفة من قبل الوحدة الإلكترونية شكل ١٤٤ بناء على الظروف التشغيلية للمحرك. والأحمال المؤثرة عليه مثل تشغيل المكيف ـ تشغيل المحرك بادر وغيرها ـ



شكل –١٤٤مخطط لدائرة التحكم في السرعة البطيئة

www.alkottob.com

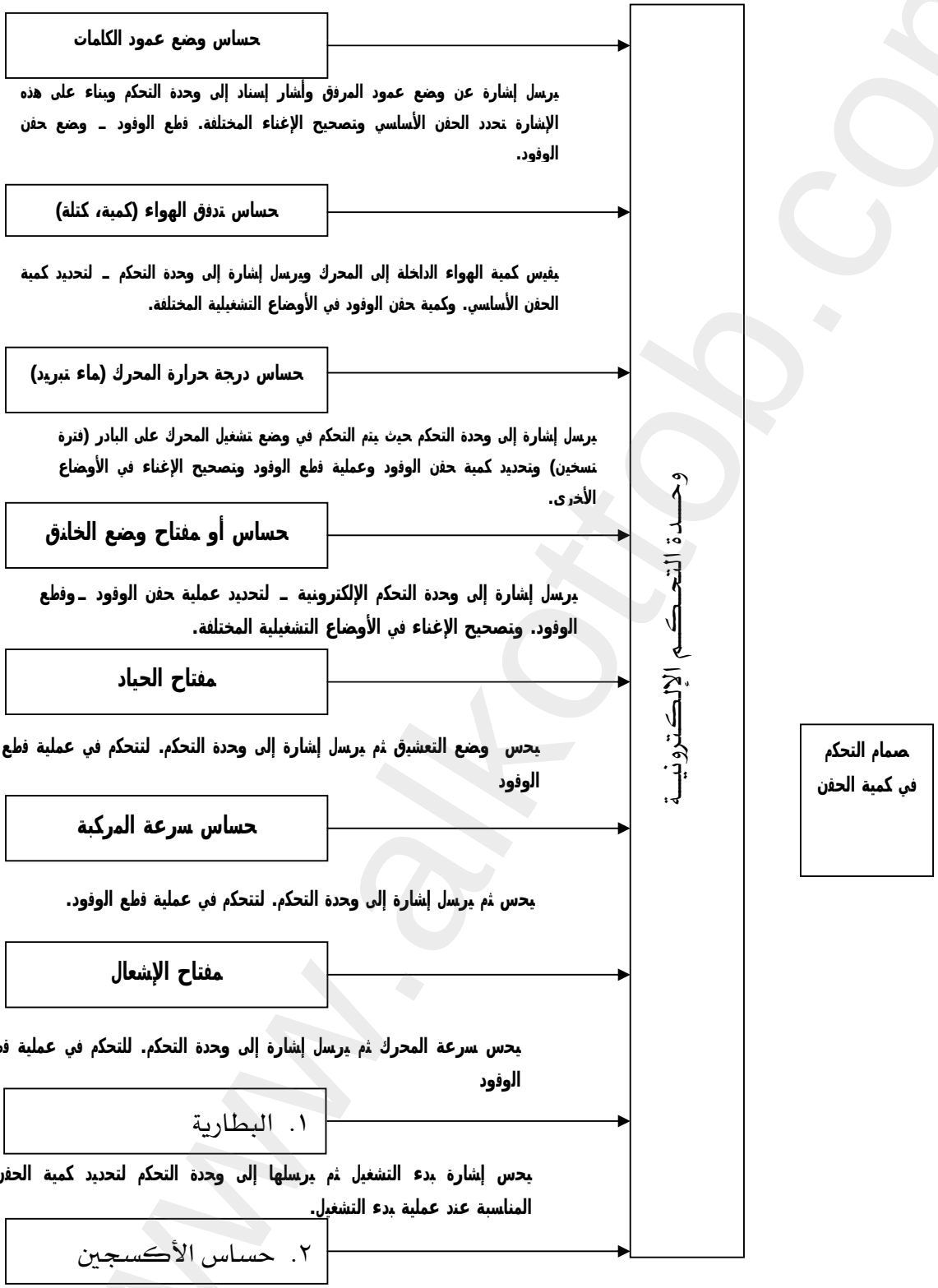


شكل ١٤٥ دائرة التحكم في السرعة البطيئة

٤ -صمامات الحقن

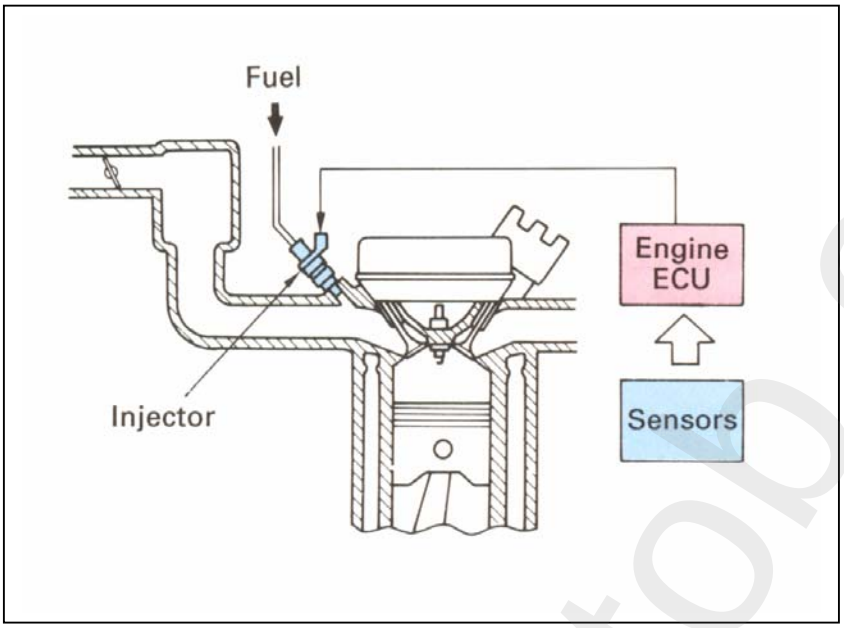
تعمل وحدة التحكم على ضبط توقيت الحقن وضبط كمية الحقن. وتحدد كمية الحقن بناء على زمن الإشارة المرسلة من وحدة التحكم الإلكترونية. ويتم تحديد زمن الحقن وعملية ضبط التوقيت بناء على الإشارات المرسلة من عدد من حساسات المحرك التالية :شكل١٤٦

www.alkottob.com



شكل ١٤٦ دائرة التحكم في صمام الحقن

www.alkottob.com



شكل -١٤٧ دائرة التحكم في صمامات الحقن

الأوضاع التشغيلية للوحدة التحكم. ECM Modes operation

وحدة التحكم تستقبل الإشارات الفولتية من عدد من الحساسات المختلفة لتحديد كمية الحقن إلى المحرك ، وتعتمد كمية الحقن على الحالة التشغيليه للمحرك ، حيث تعمل وحدة التحكم على تصحيح كمية الحقن الأساسي بإضافة كمية وقود (زيادة في زمن نبضة الحقن) تنتهي بإنتهاء الحالة التشغيلية للمحرك . وسوف نناقش الأوضاع التشغيلية المختلفة التالية:

١. ضبط توقيت وكمية الحقن .
٢. كمية الحقن الأساسي .
٣. وضع التشغيل .
٤. إغناء ما بعد بدء التشغيل .
٥. وضع الدوران.
٦. إغناء تعويض أثناء فترة الإحماء .
٧. إغناء التعجيل أثناء الإحماء.
٨. إغناء التصحيح عند الحمل الكامل .
٩. إغناء التسارع.
١٠. وضع الميل إلى التناقص.

www.alkottob.com

١١. وضع قطع الوقود في حاله التناقص .
١٢. وضع التخلص من الوقود الزائد .
١٣. وضع تصحيح فولت البطارية.
١٤. تصحيح الجهد الكهربائي .
١٥. تصحيح إفادة نسبة الهواء – الوقود.
١٦. وضع الطوارئ.

وظائف الكمبيوتر –(لجميع أنظمة التحكم في الوقود) ECM Modes Operation .

١. ضبط توقيت وكمية الحقن

تحدد كمية الحقن بناء على الإشارة المرسلة من حساس كمية الهواء والإشارة المرسلة من حساس عدد لفات المحرك كأساس لعملية تحديد كمية الوقود المحقونة. ثم يتم إجراء عملية التعويض (التصحيح) في حالة الانتقال من وضع إلى أخر.

يتم الحقن الإلكتروني للوقود لكل أسطوانة مرتين في كل دورة رباعية للمحرك ، بمعنى أن هناك دفعة حقن لكل دورة لعمود المرفق ، يؤقت حدوث الحقن مع الإشعال،في المحرك ذي الأربعة أسطوانات ، هناك دفعة حقن لكل مرتين لحدوث الإشعال، ودفعة حقن لكل ثلاث مرات يحدث فيها الإشعال في المحرك ذي الستة اسطوانات.

الإشارة الابتدائية لإشعال (IG) تستخدم أيضاً كإشارة توقيت للحقن يستقبل الكومبيوتر الإشارة الابتدائية للإشعال (IG) ويحولها إلى نبضات، في المحرك ذي الأربعة أسطوانات، إشارة حقن واحدة لكل إشارتين للإشعال، في المحرك ذي الستة أسطوانات، هناك إشارة حقن واحدة لكل ثلاث إشارات إشعال. في الحقن التتابعي يتم حقن الوقود تبعا لترتيب(لتقسيمه) حدوث الإشعال.

٢. كمية الحقن الأساسي

يحدد هذا بواسطة كمية الهواء المسحوب وعدد دورات المحرك معا، إذا كان عدد دورات المحرك ثابتاً تزيد كمية الهواء المسحوب ، وبالعكس ، إذا كانت كمية الهواء المسحوب ثابتة ، تزيد كمية الحقن الأساسي تبعاً لانخفاض دورات المحرك.

www.alkottob.com

٣ - **وضع التشغيل** Starting Mode

عند إدارة مفتاح الإشعال على وضع on وحدة تحكم الإلكترونية ECM تعمل على إدارة مرحل المضخة لمدة ثانيتين مما يمكن مضخة الوقود الكهربائية على بناية ضغط الوقود داخل الدائرة .

خلال وضع التشغيل وحدة التحكم الإلكترونية ترسل نبضه لكل بخاخ لزيادة كمية الوقود المحقونة .وذلك تبعاً لدرجة حرارة المحرك، وذلك للتحسين عملية بدء التشغيل، وسوف تعتمد وحدة التحكم في تصحيح إشارة الحقن على حساس درجة حرارة المحرك والإشارة المرسلة من مفتاح الإشعال طرف st أونقطة ٥٠.

- أقل درجه حرارة = أطوال نبضة مرسلة إلى الصمام= زيادة في زمن الحقن= خليط غني.
- أعلى درجة حرارة = أقصر نبضة مرسله إلى الصمام = أقل في زمن الحقن = خليط فقير.

٤ - **إغناء ما بعد بدء التشغيل**

للحصول على استقرار لسرعة المحرك مباشر بعد عملية التشغيل ، تعمل وحدة التحكم على زيادة زمن حقن الوقود إضافة إلى الحقن الأساسي لفترة قصيرة بعد عملية التشغيل وتقل كمية الحقن تدريجياً حتى تصل إلى كمية الحقن الأساسي وتعتمد وحدة التحكم في تحديد زمن الحقن على الإشارة المرسلة من حساس درجة حرارة المحرك وإشارة بدء التشغيل من مفتاح الإشعال .

٥ - **وضع الدوران** Run Mode

في حالة وضع الدوران يوجد حالتان:

الدائرة المفتوحة Open Loop .

الدائرة المغلقة Closed Loop .

١. الدائرة المفتوحة Open Loop Mode .

عند بداية التشغيل وعدد لفات المحرك أكبر من ٤٠٠ rpm في هذه الحالة النظام سوف ينتقل إلى وضع تشغيل الدائرة المفتوحة. و في وضع الدائرة المفتوحة وحدة التحكم الإلكترونية ECM سوف تهمل الإشارة القادمة من حساس الأوكسجين ويحسب نسبة الخلط معتمداً على المعلومات القادمة من حساس درجة حرارة المحرك وكذلك من حساس الضغط داخل مجمع السحب Manifold Absolute Pressure (MAP) ويبقى النظام على هذا الحالة أي وضع الدائرة المفتوحة حتى يقابل إحدى الحالات التالية :

www.alkottob.com

عندما يصدر حساس الأوكسجين إشارة فولت متغير إلى أنه من الممكن عمل القياسات المحتملة للتشغيل لأن درجة حرارة الغازات العادم وصلت إلى حد المعين الذي يمكن الحساس من قياس نسبه تركيز الأوكسجين في الغازات المحترقة وهي حول((F٦٠٠

عندما تصل درجة حرارة المحرك إلى الدرجة التشغيلية

عندما يمضي من وقت تشغيل المحرك حوالي (٢,٥دقيقة)

٢. الدائرة المغلقة Closed Loop

في وضع دائرة التحكم المغلقة (التغذية الراجعة) يتم استخدام حساس معامل زيادة الهواء (المبدأ). فإنه يمكن التحكم بدقه عالية جداً في نسبة الوقود إلى الهواء وأساس هذا التحكم يعتمد على الإشارة المرسلة من حساس لمبدأ ، حيث يعتبر وسيلة كشف لقياس نسبة تركيز الأكسجين غير المحترق في مكونات العادم.

٦ - إغناء تعويض أثناء فترة الإحماء.

عندما يكون المحرك بارداً ، تعمل وحدة التحكم على زيادة زمن الحقن إضافة إلى زمن الحقن الأساسي ، وتقل هذه الزيادة تدريجياً تبعاً درجة حرارة المحرك وذلك من أجل تحسين القيادة عندما يكون المحرك بارداً .

تعتمد وحدة التحكم على تعديل زمن الحقن على الإشارة المرسلة من حساس درجة حرارة المحرك.

٧ - إغناء التعجيل أثناء الإحماء

تعمل وحدة التحكم على زيادة زمن الحقن عن القيمة التي كان عليها الحقن الأساسي، عندما يرسل حساس وضع الخانق إشارة تشير إلى أن الخانق فاتح أي إنتقل من وضع اللاحمل إلى الحمل. وتزيد كمية الحقن بزيادة مقدار زاوية فتح الخانق وكذلك تغير درجة حرارة المحرك، وذلك لتحسين عملية القيادة عند برودة المحرك تعتمد وحدة التحكم لتحديد الزيادة في كمية الحقن على حساس وضع الخانق (تباطئي) يحس فتحة صمام الخانق الأقل من ١,٥ من وضع القفل) وحساس درجة حرارة المحرك.

www.alkottob.com

٨ - إغناء التصحيح عند الحمل الكامل

تعمل وحدة التحكم على زيادة زمن الحقن إضافة على الحقن الأساسي عندما يفتح صمام الخانق أكثر من ٥٠ أو ٦٠٪ من وضع القفل (حالة الحمل الكامل) نسبة الاغناء ثابتة ١,١٣ أو ١,١٩ من كمية الحقن الأساسي:

تعتمد وحدة التحكم في تحديد زيادة كمية الحقن على الإشارة المرسلة من حساس وضع الخانق (فتح كامل أكثر من ٥٠٪ أو ٦٠٪ من وضع القفل .

٩ - إغناء التسارع Acceleration Enrichment

عندما يكون المحرك مطالباً بالتسارع يحدث أن صمام الخانق يفتح فجأة وهذا يؤدي إلى زيادة مفاجئة في الضغط الجوى داخل مجمع السحب. هذه الزيادة في الضغط الجوي تؤدي إلى تكثف أبخرة الوقود على جدران مجمع السحب . في هذه الحالة وحدة التحكم الإلكترونية ECM تستقبل إشارة من حساس الخانق عن مقدار زاوية الفتح وعن مقدار الضغط داخل مجمع السحب من حساس الضغط الجوى داخل مجمع السحب (MAP) فتعمل وحدة التحكم الإلكترونية على زيادة كمية الوقود المحقونة لفترة قصيرة تلافياً أن يكون المحرك في حاله وقود فقير ، لا يحدث إغناء إذا تطابق هذا مع الحقن الطبيعي عندما تكون نقاط التلامس لسرعة البطيئة في مفتاح الخانق مفتوحة ، وللحصول على تسارع ناعم وأداء جيد تزيد الكمية إذ كان المحرك بارداً .

١٠ - وضع الميل إلى تناقص Deceleration. Lean out Mode

في حالة التناقص يتطلب خلط وقود فقير وذلك للتقليل من الغازات العادمة الهيدروجين (HC) (co).

ولضبط زمن الحقن وحدة التحكم الإلكترونية ECM تعتمد على النقص الذي حدث في الضغط داخل مجمع السحب (MAP)و وضع الخانق وذلك لتحديد زمن النبضة المرسلة إلى صمام الحقن للبقاء على نسبة خلط وقود جيدة تعادل ١٤,٧:١ كمية الوقود تقل تدريجياً ولحظياً وذلك يتم عن طريق تقليل في طول النبضة المرسلة إلى صمامات الحقن.

١١ - وضع قطع الوقود في حالة التناقص

الغرض من قطع الوقود في حاله التناقص الحاد، وذلك للتخلص من الوقود داخل المحرك خلال حالة التناقص الحاد ولنحصل على عادم نظيف واقتصاد في الوقود وذلك لفترة زمنية محددة . يعتمد قطع الوقود في حالة التناقص الحاد على قيمة الضغط داخل مجمع سحب ومقدار زاوية الخانق (الخانق مغلق

www.alkottob.com

بالكامل) وكذلك على عدد لفات المحرك المخزنة داخل ذاكرة البروم Programmable Read only Memory (PROM) . ومقدار درجة حرارة المحرك .

وضع قطع الوقود في حالة التناقص الحاد تجاوز بتراكب وضع الميل إلى تناقص وفي هذه الحالة تعمل وحدة التحكم الإلكترونية على قطع الإشارة الصادرة إلى صمامات الحقن وبذلك يتم قطع الوقود. كذلك يتم قطع الوقود في حالة عندما تكون دائرة الإشعال مغلقة. أو عندما لا يكون هناك إشارة إسناد من موزع الإشعال (عدد لفات المحرك) وكلما كانت درجة حرارة المحرك منخفضة، تزداد سرعة قطع الوقود لمنع حدوث التعاقب.

وتعتمد وحدة التحكم على قطع الوقود على الإشارة الصادرة من ملف الإشعال – لتحديد سرعة المحرك– (حساس سرعة المحرك) وإشارة من حساس وضع الخانق (فتحة أقل من ١,٥ وضع القفل) إشارة من حساس درجة حرارة المحرك.

١٢ - وضع التخلص من الوقود الزائد Clear Flood Mode

عندما يكون المحرك في وضع الوقود الزائد (تشريق) لسبب ما، ليتم التخلص من هذه الحالة يجب على السائق أن يضغط على دارسة الوقود للنهاية وبذلك يكون الخانق فاتح بالكامل، وفي هذه الأثناء وحدة التحكم الإلكترونية ECM ترسل نبضه إلى صمامات الحقن بنسبه تعادل نسبه خلط ٢٠:١ وتبقي وحدة التحكم على هذه الحالة مادام صمام الخانق فاتحاً أقل من ٨٠٪ في هذه الحالة وحدة التحكم الإلكترونية ترسل إشارة إلى الصمامات حسبت هذه الإشارة معتمدة على درجة حرارة المحرك.

١٣ - وضع تصحيح فولت البطارية Battery Voltage Correction Mode

تصحيح فولت البطارية يعمل على تعويض فولت البطارية المتغير الذي يؤثر على الاستجابة الطبيعية لمضخة الوقود و صمامات الحقن، تعمل وحدة التحكم الإلكترونية ECM تعديل طول النبضة بواسطة البروم ((PROM. وذلك يتم عندما يقل فولت البطارية عن الحد المعين يعمل معدل تصحيح على زيادة النبضة وهذا يتم في جميع الأوضاع Modes . إذا لم تستقبل وحدة التحكم الإلكترونية ECM إشارة إسناد من موزع الإشعال تعمل الوحدة على قطع الوقود مباشرة بالكامل وذلك لمنع حدوث طفح (وقود غني) ويبقي على هذه الحالة حتى تستقبل وحدة التحكم الإلكترونية إشارة إسناد من موزع الإشعال.

عندما يكون فولت البطارية منخفضاً عن الحد المعين تعمل وحدة التحكم على تعويض ذلك ب:

زيادة زمن الإشارة المرسلة إلى صمامات الحقن .

زيادة السرعة البطيئة (RPM).

زيادة في توقيت الإشعال.

www.alkottob.com

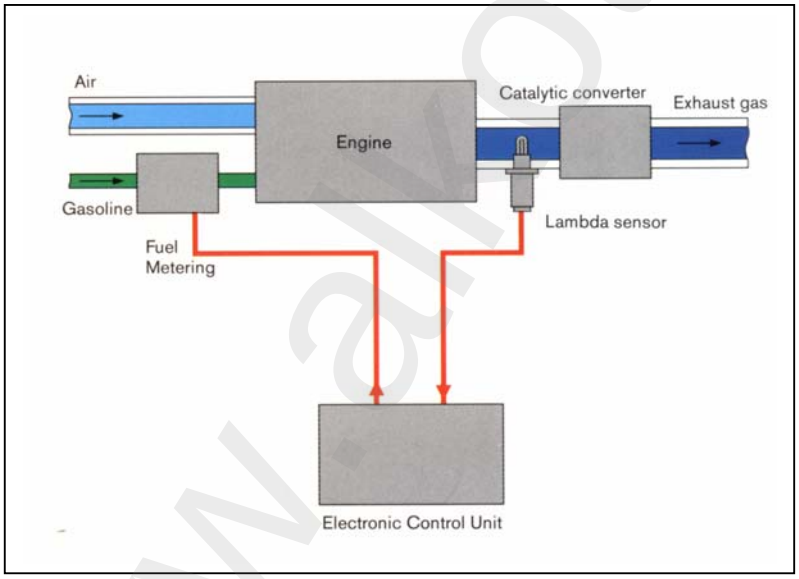
١٤ - تصحيح الجهد الكهربائي. - (مدة الحقن الحقيقي ومدة عدم الحقن.)

تحسب وحدة التحكم مدة الحقن للحصول على خليط الوقود – الهواء الصحيح المطلوب للمحرك ، ويرسل إشارة الحقن إلى الصمامات ، قد يكون هناك تأخير قليل من الوقت الذي ترسل فيه الإشارة إلى الوقت الذي يفتح فيه صمام البخاخ ، لذلك قد لا يكون ، هناك حقن في هذا الأثناء (مدة عدم الحقن). بناء عليه ، قد تضعف نسبة الوقود – الهواء من الذي يحتاجه المحرك.

لكي نتأكد من نسبة الوقود – الهواء الصحيحة ، فإن مدة فتح صمام البخاخ (مدة الحقن الحقيقي) يجب أن تتساوى مع المدة التي حددتها وحدة التحكم ، لذلك تجمع إشارة الحقن التي أرسلتها وحدة التحكم زمن عدم الحقن إلى مدة حقن الوقود.

١٥ - تصحيح إفادة نسبة الهواء – الوقود (بعض الموديلات فقط)

تصحح وحدة التحكم مدة الحقن بناء على الإشارات من حساس الأوكسجين ليحفظ نسبة الهواء - الوقود في حدود مدى ضيق قريب من نسبة الهواء – الوقود النظرية(يسمى هذا بعمل الدائرة المغلقة). شكل –١٤٨



شكل -١٤٨ دائرة التغذية الراجعة لحساس لمبداء

www.alkottob.com

لكي تمنع سخونة المنشط ولضمان عمل المحرك الجديد، فإن تصحيح إفادة نسبة الهواء – الوقود لا يحدث في حالة الظروف الآتية.(يسمى هذا عمل فتح الدائرة).

- أثناء بدء تشغيل المحرك
- أثناء إغناء بعد بدء التشغيل .
- أثناء إغناء القوة .

عندما تكون حرارة سائل التبريد أقل من مستوى معين عند حدوث قطع الوقود.

تقارن الوحدة إشارات الجهد المرسلة من حساس الأوكسجين مع جهد محدد مسبقاً ، إذا كان جهد الإشارة أعلى من الجهد فإن الوحدة تحكم أن نسبة الهواء – الوقود أغنى من النسبة النظرية للهواء – الوقود ويقلل كمية الوقود المحقون بمعدل ثابت ، إذا كان جهد الإشارة أقل فإنها تحكم بأن نسبة الهواء – الوقود ضعيفة عن نسبة الهواء – الوقود النظرية ، وتزيد كمية الوقود المحقون بمعدل ثابت.

إذا كان جهد الإشارة أقل فإنها تحكم بأن نسبة الهواء – الوقود ضعيفة عن نسبة الهواء – الوقود النظرية ، وتزيد كمية الوقود المحقون . يختلف معدل هذا التصحيح أثناء عمل فتح الدائرة ٠ .

١٦ - **وضع الطوارئ** (Back- up Mode)

في هذا الوضع وحدة التحكم تعمل على تشغيل Calpac (شريحة رقيقة) وهذه الشريحة تعمل على السماح لوحدة التحكم على إدارة المحرك مستخدم إشارة إسناد من الموزع وإشارة وضع الخانق فقط لتغير مقدار الوقود وحسابات التوقيت هذا الوضع يستخدم فقط عندما يكون وحدة التحكم غير قادرة على تشغيل وإدارة المحرك طبيعياً لعطلاً ما وأحياناً تستخدم وحدة التحكم الإلكترونية (وضع limp home mode) (وهو يساعد على قيادة السيارة إلى أقرب ورشة إصلاح إذا كان هناك فشل في المعالج الصغير).

يوجد طريقتان لإدخال هذا النظام وذلك باستخدام عدة الفحص Scan Tool وضع مقاومة مقدارها k٣,٩ بين نقطة A.B في مقبس الفحص ALDL .

تعمل وحدة التحكم الإلكترونية بنظام دائرة إرجاع الوقود مره أخرى إذا حدث الآتي:

(Fuel Back-up Circuit)

- إذا كان فولت ECM أقل من V٩.
- إذا كان فولت التشغيل أقل من V٩.

www.alkottob.com

- إذا فقدت البروم ((PROM أو لا تعمل.
- إذا فشلت ECM تأمين نبضات التحكم في تشغيل .

المحرك يعمل غير منتظم في وضع (FBC) في هذه الحالة سوف يظهر في جهاز الفحص رقم الخلل رقم ٥٢ Code وهذه يعني أن CALPAC مفقودة وضع (FBC) يغذي الإشعال ويحس وضع الخانق (TPS) ، درجة الحرارة (CTC) ، وعدد اللفات (RPM

تتحكم (FBC) في مرحل المضخة وطول النبضة المشغلة لصمامات الحقن.

www.alkottob.com

أسئلة الفصل الخامس

س١ : اذكر أهمية وحدة التحكم الإلكترونية؟

س٢ : اذكر أهم العناصر المكونة لنظام الوحدة؟

س٣ : اذكر خصائص الذاكرة ROM؟

س٤ : اشرح طريقة عمل حساس ضغط الهواء الجوي؟

س٥ : اشرح طريقة عمل حساس الخانق؟

س٦ : اشرح طريقة عمل دائرة التحكم في السرعة البطيئة؟

س٧ : ما هي الحساسات التي سوف يعتمد عليها الحاسب في تحديد كمية الحقن أثناء الإحماء؟

س٨ : اذكر الأساليب التشغيلية لوحدة التحكم؟

س٩ : ماذا يقصد بالعبارة التالية إغناء المحرك؟

س١٠ : اذكر أهمية ووظيفة الحساسات في تحديد كمية الحقن؟

www.alkottob.com

أسئلة عامة على الوحدة الأولى النظري

س١ : ما هي الطرق المعروفة لحقن الوقود؟

س٢ : ماذا يقصد بكل من:

أ - الحقن المستمر ب - الحقن المتقطع (الدوري)

س٣ : ما هي طرق حقن البنزين المعروفة تبعاً لطريقة التحكم؟

س٤ : عدد مزايا حقن البنزين على المكربن (المغذي).

س٥ : ما هي مجموعات التركيب التي تتكون منها تجهيزة الحقن K – Jetronic؟

س٦ : ما هي أجزاء التركيب الخاصة بالإمداد بالوقود في تجهيزة K – Jetronic ؟

س٧ : اذكر وظائف كل من الأجزاء الآتية في تجهيزة K – Jetronic :

أ - المضخة الكهربائية للوقود.

ب - مجمع الوقود.

ج - مرشح الوقود.

د - منظم الضغط الابتدائي.

هـ - صمامات الحقن.

س٨ : وضع بالرسم فقط تركيب الأجزاء الآتية في تجهيزة K – Jetronic مع كتابة البيانات اللازمة على الرسم:

أ - مجمع الوقود ب - منظم الضغط الابتدائي

س٩ : ما هما الجزءان الرئيسيان اللذان يتكون منهما منظم الخليط في نظام K – Jetronic.

س١٠ : كيف يتم قياس كمية الهواء في تجهيزة K – Jetronic ؟

س١١ : ما هي وظيفة موزع كمية الوقود؟

س١٢ : كيف يتم تقنين الوقود في موزع كمية الوقود في حالة تجهيزة K – Jetronic ؟

س١٣ : ما هي وظيفة صمامات الضغط الفرقية في تجهيزة K – Jetronic ؟

س١٤ : ما هي أجزاء تركيب مجموعة موائمة الخليط في تجهيزة K – Jetronic؟

س١٥ : ما هي وظيفة صمام بدء التشغيل على البارد في تجهيزة K – Jetronic؟

س١٦ : كيف يعمل صمام بدء التشغيل على البارد في تجهيزة K – Jetronic؟

س١٧ : كيف يتحقق إغناء الخليط أثناء التشغيل على الساخن في تجهيزة K– Jetronic؟

س١٨ : ما هي وظيفة صمام الهواء الإضافي في تجهيزة K – Jetronic؟

www.alkottob.com

س١٩: كيف يعمل صمام الهواء في تجهيزة K – Jetronic؟

س٢٠: كيف يمكن تحقيق سلوك جيد لمرحلة الانتقال أثناء التعجيل في تجهيزة K – Jetronic؟

س٢١: ارسم مخططاً تتابعياً لنظام K – Jetronic.

س٢٢: ماذا تعرف عن نظام K – Jetronic المتوفر بميزة قطع الوقود في حالات الفيض؟

س٢٣: اذكر مميزات نظام K – Jetronic؟

س٢٤: ما هي مجموعات التركيب التي يتكون منها نظام K – Jetronic؟

س٢٥: ما هي أجزاء التركيب الخاصة بالإمداد بالوقود في نظام Jetronic –L؟

س٢٦: ارسم رسماً يوضح تركيب منظم ضغط الوقود في تجهيزة L – Jetronic مع كتابة البيانات على الرسم.

س٢٧: ما هي وظيفة صمامات الحقن في نظام L – Jetronic؟ ومما يتركب صمام الحقن؟

س٢٨: اذكر وظيفة مقياس كمية الهواء في نظام L – Jetronic واشرح كيف يتم قياس كمية الهواء؟

س٢٩: اذكر وظائف الأجزاء الآتية في نظام L – Jetronic

أ - صمام بدء التشغيل على البارد.

ب - صمام الهواء الإضافي.

ج - مفتاح صمام الخانق.

س٣٠: ما هي وظيفة جهاز التحكم في نظام L – Jetronic؟

س٣١: ارسم مخطط تتابعي لنظام L – Jetronic.

س٣٢: اذكر مميزات نظام L – Jetronic.

س٣٣: ماذا تعرف عن كل من أنظمة حقن البنزين التالية:

أ - نظام Jetronic –LE.

ب - نظام Jetronic –LH

ج - نظام Jetronic –L3

د - نظام Jetronic –Lu

س٣٤: اذكر المكونات الأساسية للحاسب الآلي. ثم ارسم مخططاً يوضح هذه المكونات واتجاه حركة المعلومات والبيانات.

س٣٥: ماذا تعرف عن كل من :

أ - الحساسات ب - المشغلات

www.alkottob.com

ج - وحدة العمليات المركزية (الميكروبروسيسور).

س٣٦: ارسم رسماً تخطيطياً يوضح التأثير المتبادل للحساسات والحاسب الآلي وصمامات الحقن على نظام L – Jetronic؟

س٣٧: مم تتركب وحدة التحكم الإلكترونية لنظام موترونيك؟

س٣٨: اشرح كيف يتم ضبط ظروف التشغيل في كل من الحالات التالية لنظام موترونيك:

١ -بدء التشغيل على البارد.

٢ -مرحلة ما بعد البدء.

٣ -التسخين.

٤ -اللاحمل.

س٣٩: اذكر مزايا النظام موترونيك.

س٤٠: ماذا يقصد بنظام حقن أحادي النقطة؟

٤١ -رتب مزايا نظام حقن الوقود مقارنة بنظام المغذي.

٤٢ -رتب واشرح الأجزاء الأساسية الستة لنظام حقن الوقود.

٤٣ -ما هو الفرق بين حقن الوقود المفرد و حقن الوقود المتعدد النقاط؟

٤٤ -صف الاختلافات بين نظامي حقن الوقود المستمر و المؤقت.

٤٥ -ما هو الهدف و كيفية تشغيل التحكم بنظام اللا حمل ؟

٤٦ -ما هو الهدف من استعمال مسار الوقود بنظام الحقن المتعدد النقاط؟

٤٧ -ما هو الهدف و كيفية تشغيل حساس تدفق الهواء بنظام حقن الوقود المستمر؟

٤٨ -ما هو الهدف و كيفية تشغيل حساس تدفق الهواء بنظام حقن الوقود المؤقت؟

www.alkottob.com

نظام الوقود	Fuel System	مرشح الوقود	Fuel filter
المغذي	Carburetor	الصمام الخانق	Throttle valve
خليط	Mixture	خط الوقود	Fuel line
مضخة	Pump	خزان	Tank
بخاخ	Injector	حساس	Sensor
احتراق	Combustion	شرارة	Spark
غطاء التعبئة	Filler cap	مجمع السحب	Manifold
علبة الفحم	Canister	ماسورة التهوئة	Vent pipe
حشوة مطاطية	Rubber seal	محرك	Engine
عمود الكامات	Camshaft	نابض أو ياي	Spring
فتحة تصريف	Drain hole	قضيب	Rod
غشاء	Diaphragm	خرج	Emission

www.alkottob.com

البطارية	Battery	العمود الدائرللموزع	Distributor Shaft
مفتاح الإشعال	Ignition Switch	حدبات القطع (كامه)	Breaker Cam
ملف الإشعال	Ignition Coil	أنبوب الضغط المنخفض	Vacuum hose.
الموزع	Distributor	منظم التوقيت بالضغط المنخفض	Vacuum Advance Mechanism
المكثف	Condenser or Capacitor	جسم من الصلب	Steel Shell
قاطع التلامس	Contact Breaker	قطب جانبي	Side Electrode
شمعات الإشعال	Spark Plugs	قطب مركزي	Central Electrode
الملف الإبتدائي	Primary Circuit	العازل	Insulator

لاحمل	Idle	مفتاح توقف اللا حمل	Idle stop solenoid
خليط غني	Rich mixture	حدبة سرعة اللاحمل	Fast idle cam
خليط فقير	Lean mixture	غطاس	Plunger
تسارع	Acceleration	موزع إلكتروني	Electronic distributor
تقاصر أو تباطؤ	Deceleration	وحدة تحكم إلكترونية	Electronic control module
تيار ساقط	Downdraft	مبين تشخيص الأعطال	Diagnostic indicator light
تيار جانبي	Sidedraft	حدبة	Cam
تيار صاعد	Updraft	نابض مزدوج المعدن	Bimetallic spring

www.alkottob.com

مغذي ذو مرحلتين	Two-barrel carburetor	حساس الضغط	Pressure sensor
مغذي ذو أربعة مراحل	Four-barrelcarburetor	نابض حراري	Thermostatic spring
فنتوري	Venturi	مجمع غازات العادم	Exhaust manifold
ضغط	Pressure	قاعدة الصمام الأبري	Needle valve seat
خلخلة	Vacuum	نافورة المضخة	Nozzle pump
مكبس أو كباس	Piston	كرة التصريف	Discharge check ball
غرفة العوام	Bowl	حساس الأكسجين	Oxygen sensor
عوام	Float	حساس الحرارة	Temperature sensor
صمام أبري	Needle valve	مغذي	Electromechanical carburetor
فنتوري رئيسي	Main venturi	مسمار الضبط	Adjustment screw

حقن وقود مفرد	Single-point fuel injection	فتحة زيادة الضغط	Decoupling restriction bore
حقن وقود متعدد النقاط	Multipoint fuel injection	تضييق	Restriction
مجمع الوقود	Fuel accumulator	صمام الدفع	Push up valve
غرفة الاحتراق	Combustion chamber	صمام ضغط تفاضلي	Differential pressure valve
محدد الضغط	Pressure limiter	حافة التحكم	Control edge

www.alkottob.com

خلية دلفينية	Roller-cell	القرص الدوار	Rotor plate
صمام لا رجعي	Check valve	بخاخ التشغيل على البارد	Cold start valve
اتصال بالهواء الجوي	Connection to atmosphere	حساس لا مبدا	Lambda sensor
وضع اللا عمل	In rest position	مفتاح زمني حراري	Thermo-time switch
نفق الهواء	Air tunnel	نابض ورقي	Leaf spring
قرص حساس	Sensor plate	الكمية المقاسة من الوقود	Metered fuel quantity
مكبس مع شقوق القياس	Barrel with metering slits	موزع الإشعال	Ignition distributor
حمل جزئي	Part load	بطارية	Battery
حمل كامل	Full load	منظم ضغط	Pressure regulator
قلاب المعادلة	Compensation flap	حامل الصمام	Valve holder
حجم مضائل	Damping volume	لفيفة كهربائية	Solenoid winding
ممر جانبي	Bypass	زاوية الانحراف	Deflection angle
حساس القلاب	Sensor flap	مشكل النبضة	Pulse shaper
مقسم التردد	Frequency divider	نبضات الحقن	Injection pulses

www.alkottob.com

References

1. BOSCH; Automotive Handbook, Robert Bosch GmbH, Stuttgart, 1993.
2. Bosch Technical Instruction; "Ignition", published by: Robert Bosch GmbH, 1997.
3. Bosch Technical Instruction; Gasoline fuel-Injection System, K-Jetronic", published by: Robert Bosch GmbH, 1997.
4. BOSCH, "Gasoline Engine Management', Robert Bosch GmbH, SAE, 1st Edition, 1999.
5. Bosch Technical Instruction; Gasoline fuel-Injection System, L-Jetronic", published by: Robert Bosch GmbH, 1999.
6. General Motors Cor. S/T Truck, 1995
7. Johan.B. Heywood, internal Combustion Engine Fundamentals, NEW York,1988.
8. Rober Bosch, Automotive, Electric / Electronic systems, Stuttgart,1988
9. Rbort Bosch, Engine Electronics Stuttgart,1989
10. Rbort Bosch, Motronic ,Stuttgart,1985.
11. Toyota : Electronic Fuel Injection ,Vol.5
12. Toyota : computer controlled system. Vol .1
13. Toyota : Fundamentals of servicing – Fuel system, Vol. 2

www.alkottob.com

المقدمة.
الفصل الأول : مبادئ الاحتراق ودورة الوقود التقليدي. ١
احتراق الوقود. ١
الاحتراق. ١
مكونات الهواء الجوي. ٢
الوقود. ٣
الوقود الخالي من الرصاص.. ٥
النسبة النظرية لخليط الهواء ـ الوقود.. ٦
الوقود وأداء المحرك. ٨
مبدأ الإحراق ومتطلبات الاحتراق. ١١
خليط الهواء والوقود ١٢
عملية الاحتراق في محركات الجازولين.. ١٣
تأثيرات عملية تشغيل المحرك على أداء المحرك. ١٣
نظام الوقود العادي (نظام المغذي).. ١٥
مكونات نظام الوقود. ١٥
المضخة الكهربائية. ٢٠
المغذي.. ٢٠
وظيفة المغذي. ٢٠
أنواع المغذي. ٢١
أساسيات و قواعد عمل المغذي ٢٤
أنظمة المغذي. ٢٥
بعض الأجهزة الإضافية.. ٣٠
المكوّنات الأساسية للمغذي الكهربائي. ٣٢
صمام التحكم في الخليطِ.. ٣٣
التحكم في سرعة اللا حمل.. ٣٣
حسّاس درجة الحرارةِ.. ٣٤
حساس الضغط. ٣٥

www.alkottob.com

حسّاس موقعِ صمام الخانقِ... ٣٥
حسّاس سرعةِ المحرّكِ. ٣٥
تمرينات للمراجعة. ٣٦
الفصل الثاني: منظومات حقنِ الوقودِ الميكانيكية والهيدروكهربائية. ٣٧
فائدة أنظمةِ حقنِ الوقودِ. ٣٧
التصنيفات المختلفة لأنظمة حقنِ الوقودِ لمحرّكاتِ السياراتِ ٣٨
نظام حقن الوقودِ الميكانيكيِ. ٣٩
نظام حقنِ الوقودِ الإلكتروميكانيكي. ٣٩
نظام حقن الوقود الإلكتروني. ٣٩
أنظمة مدمجة حقن وقود وإشعال. ٣٩
توقيت حقن الوقود. ٣٩
أنظمة حقن الوقود الميكانيكية كْ - جيترونيك ٤١
المراحل الأساسية لنظام كْ - جيترونيك. ٤٢
مضخّة الوقودِ الكهربائية. ٤٤
معدل الضغط Fuel Accumulator ٤٦
مرشِح الوقود. ٤٧
منظم الضغط الابتدائي ٤٨
صمام حقن الوقود Fuel - injection valves. ٤٩
إدارة الوقود ٤٩
حساس قياس سريان الهواءِ. ٥١
موزع كمية الوقود. ٥٢
صمام الضغط المختلف. ٥٥
منظم التسخين. ٥٨
طريقة العمل لمنظم التسخين. ٥٩
منظم التسخين ذو رداخ الحمل الكامل.. ٦٠
تشكيل الخليطِ. ٦١
الدائرة الكهربائية. ٦٢

www.alkottob.com

التحكم في خليط الهواء والوقود. ٦٤
أنظمة حقنِ الوقودِ إلكتر وميكانيكي ك ـ إي جيترونيك.. ٦٦
أساسيات النّظام والاختلافات الرّئيسيةِ مع نظام الحقن الميكانيكي ك ـ جيترونيك ٦٦
الإضافات الموجودة في نظام ك - أي جترونيك.. ٦٨
منظم الضغط الابتدائي. ٦٨
صمامات فرق الضغط ٧٠
منظم الضغط الهيدروكهربائي. ٧٢
مفتاح صمام الخانق.. ٧٤
مفتاح الزمني الحراري. ٧٥
صمام التشغيل على البارد.. ٧٧
حساس درجة حرارة المحرك. ٧٧
حساس مقياس فرق الجهد. ٧٩
قطع الوقود في السرعات العالية.. ٨٣
أسئلة على الفصل الثاني.. ٨٧
الفصل الثالث : أنظمة حقن الوقود الإلكترونية المركزية.. ٨٨
حاقن الوقود المركزي. ٨٨
الخزان.. ٩١
مضخة الوقود الكهربائية.. ٩١
مصفاة الوقود ٩٢
منظم ضغط الوقود ٩٢
صمامات الحقن. ٩٣
وحدة التحكم الإلكترونية. ٩٥
صمام التحكم في السرعة البطيئة. ٩٥
صمام التحكم في السرعة البطيئة لمنظومة الحقن المركزي ٩٥
جسم الخانق. ٩٦
حساس درجة حرارة الهواء ٩٨
أنواع نظام الحقن المركزي ٩٩

www.alkottob.com

نظام حقن جسم الخانق ٩٩
حقن الوقود المركزي CFI ١٠١
حقن وقود مونو . ١٠٢
نظام حقن مركزي رقمي. ١٠٤
أسئلة على الفصل الثالث.. ١٠٦
الفصل الرابع : أنظمة حقن الوقود الإلكترونية ذات النقاط المتعددة. ١٠٧
أنظمة حقن الوقود الإلكترونية ذات النقاط المتعددة . ١٠٧
النظرية التشغيلية. ١١٠
دائرة الوقود. ١١١
صمام التشغيل البارد ١١٧
تشغيل صمام التشغيل البارد بواسطة وحدة التحكم الإلكترونية. ١١٩
صمامات الحقن(البخاخات). ١٢٠
أنواع الصمامات ١٢١
دائرة البخاخ الكهربائية.. ١٢٢
منظومة التحكم الإلكتروني... ١٢٤
أنظمة حقنِ الوقودِ الإلكترونية أل جيترونيك L-JETRONIC ١٢٥
نظام حقن الوقود أل ـ أتش جترونيك – LH- Jetronic ١٢٧
نظام الحقن Port Fuel Injection (PFI).. ١٣٢
نظام الوقود Fuel system .. ١٣٢
نظام التحكم الإلكتروني Electronic Control System. ١٣٢
حساسات نظام الحقن PFI. ١٣٢
نظام حقن الوقود طراز موتردنيك Motronic. ١٣٣
حساب لحظة الإشعال... ١٣٣
حسابات كمية الوقود. ١٣٤
عمل الموترونيك الأساسي.. ١٣٧
طرقة توجيه الإشعال الإلكتروني.. ١٣٧
توجيه زاوية الإشعال. ١٣٨

www.alkottob.com

وحدة التحكم الإلكتروني في نظام مشترك ١٣٩
حقن الوقود التتابعي (التعاقبي) .. ١٤٠
أسئلة على الفصل الرابع.. ١٤٢
الفصل الخامس: وحدة التحكم الإلكترونية ١٤٣
مكونات وحدة التحكم ١٤٣
معالجة الإشارة. ١٤٧
أنواع الذاكرة... ١٤٧
الدخول INPUT ١٥٠
أنواع الحساسات.. ١٥١
تحديد سرعة المحرك. ١٥٧
نظام تعديل توقيت الإشعال. ١٥٩
حساس الدق. ١٦٠
حساس درجة حرارة الهواء.. ١٦٢
مفتاح وضع الخانق ١٦٨
حساس وضع الخانق . ١٦٩
حساس حرارة سائل التبريد. ١٧١
الحساس ذو الازدواج المعدني.. ١٧٢
حساس الأوكسجين في العادم ١٧٣
الإشارات الخارجة. ١٧٧
الأوضاع التشغيلية للوحدة التحكم ١٨٣
وظائف الكمبيوتر – (لجميع أنظمة التحكم في الوقود). ١٨٤
أسئلة الفصل الخامس. ١٩٢
أسئلة عامة على وحدة النظري.. ١٩٣
المصطلحات. ٤٩٦
المراجع ٢٠٠

www.alkottob.com

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم

المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة

GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS

www.alkottob.com