بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة البحر الأحمر

كلية الهندسة

قسم الهندسة الميكانيكية

بحث تكميلي لنيل درجة بكالوريوس الشرف في الهندسة الميكانيكية

بعنوان :

دراسة أنظمة التحكم في السيارات الحديثة

إعداد :

1. أحمد عبد العظيم ميرغني محمد
2. سامي الحسين يسن أحمد
3. صديق أبو القاسم عباس محي الدين
4. كرم الله عبد المنعم عباس محمد
5. محمد إبراهيم علي الشريف

إشراف :

الأستاذ / أسامة محمد المرضي

الآيـــة

قال تعالى:(إقرأ باسم ربك الذي خلق(1))

سورة العلق

إهداء

إلى كل شمعة تحترق لتضئ لنا دروب المعرفة

(الآباء والأمهات)

إلى كل من نقش في عقولنا حرفاً

(أساتذتنا الأجلاء)

إلى كل من رافقنا في طريق العلم والمعرفة

(زملاءنا الكرام)

الشكر والتقدير

نتقدم بكل الفخر والإعزاز بالشكر الجزيل لأستاذنا الجليل أسامة محمد المرضي الذي لم يدخر جهداً ولا وقتاً إلا وخصنا فيه بالنصح والتشجيع حتى تمكنا من إخراج هذا البحث في صورته النهائية فله الشكر والتقدير.

والشكر موصولاً إلى أستاذنا كرار حاج آدم الذي كان مرشداً وهادياً ودافعاً أكبر على تحمل مشقة البحث وكل الصعاب فله منا الشكر الجميل والتقدير الأوفى.

والشكر موصولاً إلى أستاذنا علاء الدين التاج لما أسداه لنا من عظيم نصح كان له أثر في خروج هذا البحث بصورته الحالية.

كل الشكر لمن وقف معنا مؤازراً أو قدم نصحاً أو ساهم بشكل وآخر في تذليل الصعاب .

لكم جميعاً الشكر والتقدير.

الملخص :

تطرق البحث للأنظمة التقليدية والحديثة للسيارات وتم إجراء مقارنة علمية بينهما وأتضح أن السيارات الحديثة التي تستخدم التقنية الإلكترونية للتحكم في دوراتها المختلفة لوحدة تحكم إلكترونية مركزية تعالج حالة كل الدورات على حسب الإشارة الواردة لها من حساس الدورة المعنية وهي أفضل وأدق من حيث الأداء والصيانة إذ يعتبر التحكم الإلكتروني عالي الدقة مقارنة بالتحكم الميكانيكي ؛ ففي هذا النظام نسبة الهواء إلى الوقود مثالية وبالتالي تقليل كمية الوقود المحترقة من غير فائدة ميكانيكية ، وتعتبر خطة إستراتيجية لتقليل إستنفاذ الوقود من مصادر البيئة إذ يمثل " ٩٠ % " من الطاقة المولدة في العالم .

ومن ثم أن النسب الصحيحة للوقود والهواء يؤدي إلى نواتج إحتراق سليمة وبالتالي المحافظة على صحة وسلامة البيئة ومن ثم المحافظة على صحة الإنسان الذي هو الهدف الأساسي من هذه العملية .

وكذلك في دورة التبريد تم تركيب حساس يتحكم في حركة المروحة ، تعمل المروحة عندما تزيد درجة حرارة المحرك عن الدرجة المرغوب فيها وتتوقف عندما تقل درجة حرارة المحرك عن الدرجة المطلوبة مما يعطي درجة حرارة ثابتة للمحرك .

أما في نظام الفرامل الحديثة فقد تم إدخال العديد من الأنظمة ومنها نظام " ABS " الذي يستخدم لمنع إمساك العجلات ، كما تستخدم في الحفاظ على الإتزان وإمكانية توجيه السيارة . بالإضافة إلى الإستجابة السريعة وتقليل مسافة الإيقاف . وهذه الإستخدامات جعلت من نظام " ABS " نظاماً آمناً يحقق متطلبات السلامة وجعلت له الأفضلية على الأنظمة التقليدية .

الفهرست

الترقيم	الموضوع	الصفحة
أ	**الآية**	I
ب	الإهداء	II
ج	شكر و عرفان	III
د	ملخص	IV
و	الفهرس	V
–	**الفصل الأول:**	–
1-1	مقدمة	1
1-2	الهدف من البحث	4
–	**الفصل الثاني : دراسة أنظمة التحكم في السيارات التقليدية و الحديثة**	–
أ	**أنظمة التحكم في السيارات التقليدية**	5
2-1	نظام حقن الوقود التقليدي	5
2-2	دورة التبريد	10
2-3	نظام الفرامل (الإيقاف) في السيارات	15
2-3-1	الاحتكاك في فرامل السيارات	16
2-3-2	نظام الفرامل (الإيقاف) في السيارات التقليدية	16
ب	أنظمة التحكم في السيارات الحديثة	18
2-1	نظام حقن الوقود	19

3-1	دورة الوقود	36
3-1-1	من وجهة نظر التكلفة	36
3-1-2	من وجهة نظر سهولة التصميم والتصنيع	36
3-1-3	من وجهة نظر اصحاح البيئة وسلامتها	37
3-1-4	من وجهة نظر الصيانة	37
2-3	دورة التبريد	38
3-2-1	من وجهة نظر التكلفة	38
3-2-2	من وجهة نظر سهولة التصميم والتصنيع	38
3-2-3	من وجهة نظر الصيانة	38
3-3	دورة الايقاف " الفرامل "	39
3-3-1	من وجهة نظر التكلفة	39
3-3-2	من وجهة نظر سهولة التصميم والتصنيع	39
3-3-3	من وجهة نظر السلامة والامن الصناعي	39
—	**الفصل الرابع : المناقشة**	—
—	**المناقشة**	40

الفصل الأول

مقدمة

الفصل الأول

مقدمة

أصبح إنتاج السيارات في العالم من الصناعات الأساسية التي تتميز بها الدول الصناعية المتقدمة ، وبذلك فهي تمثل إستثماراً كبيراً في المال والقوى العاملة المدربة ، وكما نشأ بجانبها عدد من الصناعات الأخرى . وأيضاً تعتبر السيارة نفسها مظهر من مظاهر الحضارة في القرن العشرين والحادي والعشرين ولايعد إستعمالها كوسيلة خاصة للإنتقال أمراً كمالياً ؛ فإن ماتوفره من الجهد العصبي والوقت يعود بإنتاج أعلى على أفراد المجتمع . وتكاد السيارات الحديثة تمثل التقدم الصناعي في تشابكه وتعقده وإرتباط بعضه ببعض ، والتحسينات التي تدخل على التصميم في الهيكل والمحرك والأجهزة المساعدة فيها وكذلك أجهزة البيان كل ذلك يزداد ويتقدم عاماً بعد عام . وقد أصبحت أقسام البحث في مصانع إنتاج السيارات تضم الكثيرين من العلماء في شتي الفروع بما فيها سيكولوجية السائق . ومن السيارات الخاصة مايشمل أجهزة مساعدة للقيادة والإيقاف والإنارة وتكييف الهواء ورفع زجاج النوافذ وخفضها والقيادة التلقائية وخفض النور الباهر عند مقابلة سيارة أخرى وغير ذلك ممايزيد في راحة ومتعة السائق . كما أدت زيادة القوانين الصارمة من تلوث عادم السيارات للمحافظة على البيئة والمنافسة المستمرة في تصميم محركات أفضل ورغبة الإنسان في تحسين السيارات التي تعتبر من أهم الوسائل التي يعتمد عليها اليوم في حياته وسعيه المستمر للتحكم في أنظمة السيارة بصورة توفر الكثير من المجهودات التي يبذلها الانسان في التعامل مع هذه الأنظمة في حالات التشغيل والفحص والصيانة ...إلخ ، إلى إجراء تعديلات مهمة في بعض الدورات التي تعمل بها السيارات فقد طرأ تغيير

في دورة التبريد وأصبحت مروحة التبريد تعمل حسب حاجة المحرك وذلك عن طريق الحساسات الحرارية كما حظيت دورة الوقود والإشعال بالقدر الأهم والأكبر في هذه التقنيات ففي سبعينيات وثمانيات القرن الماضي كان العمل الدؤوب لتحسين المغذي الذي يعتبر تحكمه في الوقود غير دقيق .كما لايستطيع التخلص من غاز النوكتاين السام الذي ينتج من تفاعل المادة الهيدروكربونية ولكن أصبح التطور لايجدي نفعا مع زيادة القوانين صرامة وزيادة المغذي تعقيداً ومع دخول الإلكترونيات في مجال السيارات تحول نظام الوقود إلى نظام إلكتروني كبديل لنظام المغذي ، ويتضمن حقن أوبخ الوقود مباشرةً داخل مجمع السحب للمحرك حيث له العديد من المزايا من نظام المغذي وهذه الميزات بصورة عامة تتضمن تحسين القيادة في جميع الظروف ، تحسين التحكم في الوقود وتوفيره ، تقليل الملوثات للعادم مما يؤدي إلى زيادة الكفاءة للمحرك وزيادة القدرة بالإضافة إلى سهولة عملية الصيانة والإصلاح . كل ذلك يتم عن طريق الحساسات الحرارية التي تقوم بإرسال إشارتها الي وحدة التحكم المركزية الإلكترونية .

وتوجد عدة أنظمة لحقن الوقود منها نظام "المونو _ الموترونيك _الجيترونيك "وسيتم دراسة نظـــــام جيترونيك بإعتباره الأساس لنظام الحقن الإلكتروني .

كما إمتدت الإستفادة من نظام التحكم الإلكتروني لتصل إلى أجهزة الإيقاف " الفرامل " ؛ ليتم التحكم في عملية الإيقاف بصورة تؤمن الكثير من المخاطر والأضرار الناجمة من مسك العجلات " الإحتكـــاك الديناميكي بين سطح الطريق والإطارات التي قد تسبب بعض المشاكل في نظام الفرامل كما قد تصل إلى حوادث " إنقلاب السيارة إذا تمت عملية الإيقاف بقوة وعندما تكون سرعة السيارة عالية جداً ، وتتم هذه العملية بإستخدام وحدة تحكم إلكترونية خاصة بنظام الإيقاف تقوم بتحليل الإشـــارات الواردة لها

من الحساسات (التي تبين غالبا سرعة العجلات) ومن ثم إجراء المعالجة المطلوبة .

في الفصل الثاني في هذا البحث العلمي سيتم دراسة الأنظمة التقليدية والحديثة لكل من دورة الوقود والتبريد والفرامل تسهل عملية المفاضلة العلمية بين النظامين والتي تم إجراءها في الفصل الثـــالث كما سيتم مناقشة اهم النتائج التي تم التوصل إليها من خلال عملية المقارنة في الفصل الرابع .

(2-1) الهدف من البحث :

تهدف هذه الدراسة للتعرف علي أحدث نظم التكنولوجيا في السيارات الحديثة ومعرفة مكوناتها وطريقة عملها ومحاسنها ومساوئها ، ومن ثم إجراء مقارنة علمية بينها وبين السيارات التقليدية من حيثيات متعددة كالصيانة والتكاليف وسهولة التصميم والتصنيع وصحة البيئة وسلامتها ومن ثم تحديد الأمثل منها من حيث الفائدة الإقتصادية والصحية.

الفصل الثاني

دراسة أنظمة التحكم في السيارات التقليدية والحديثة

الفصل الثاني

دراسة أنظمة التحكم في السيارات التقليدية والحديثة

(أ) أنظمة التحكم في السيارات التقليدية :

(2-1) نظام حقن الوقود التقليدي :

(2-1-1) الغرض من مجموعة الوقود :

إن وظيفة مجموعة الوقود هي إيجاد خليط من الهواء والوقود وإيصاله إلى المحرك . وعلى مجموعة الوقود أن تغيرمن نسبة الهواء إلى الوقود بحيث تناسب إحتياجات المحرك في ظروف الإدارة المختلفة . فمثلاً يحتاج المحرك إلي خليط غني من الوقود والهواء عند بدء إدارته (أي أن تكون نسبة الوقود إلى الهواء فيه كبيرة نسبياً) حين يكون المحرك بارداً . وفي هذه الحالة تعطي مجموعة الوقود مخلوطاً تكون النسبة فيه " 9 " ذرات من الهواء مقابل ذرة واحدة من البترين بالكتلة . فإذا ما أصبح المحرك دافئاً فإنه يمكن أن يدور بطريقة جيدة إذا كان مخلوط الهواء والوقود أضعف ، بحيث يكون هنالك " 15 " ذرة من الهواء لكل ذرة واحدة من البترين بالكتلة . ولكن عند الإسراع وعند السرعات العالية وعند الحمل الكامل ؛ يجب أن يصبح المخلوط غنياً مرة أخرى .

(2-1-2) الوقود ومجموعات الوقود لمحركات السيارات التقليدية :

تتكون مجموعة الوقود من خزان الوقود ومضخة الوقود والمغذي ومجاري الدخول وخطوط الوقود أو أنابيبه التي تصل بين الخزان والمضخة والمغذي .

(3-1-2) تذرية وخلط الوقود بالهواء:

تحدث عملية التذرية وخلط الهواء بالوقود لإيجاد مخلوط منهما قابل للإشتعال ويحدث ذلك في جهاز المغذي حيث ينتج مخلوط من الهواء والوقود بنسب مختلفة تتناسب مع ظروف إدارة المحرك .فيجب أن يكون المخلوط غنياً بالوقود عند بدء إدارة المحرك وزيادة السرعة والإدارة عند السرعات العالية . ويجب أن يضعف المخلوط نسبياً عند السرعات المتوسطة وعندما يكون المحرك دافئاً . ويحتوي المغذي على عدة مجاري أودوائر يمر خلالها الوقود ومخلوط الهواء والوقود عند الظروف المختلفة لإدارة المحرك . وذلك لإيجاد مخاليط ذات نسب مختلفة من الوقود والهواء حسبما تتطلب الظروف .وتتم عملية تذرية البنزين من خلال الهواء المار بالمغذي وذلك لسرعة تبخيره ؛ فعند رش السائل يتحول إلى قطيرات صغيرة وتتعرض كل قطيرة من البنزين للهواء من جميع الإتجاهات بحيث تتبخر بسرعة كبيرة . وعلى ذلك في أثناء إدارة المحرك في الظروف العادية يتحول البنزين إلى رذاذ عالق في الهواء الداخل إلى المغذي ثم يتحول الرذاذ إلى بخار ويحدث ذلك بسرعة فائقة . إجمالاً يتألف المغذي من أنبوب يسحب الهواء ، ومن مجموعة من الثقوب الصغيرة تسمي المنافث، وهي تجزئى الوقود إلى قطيرات صغيرة تقذفها داخل الهواء بشكل ضباب . ويمتص مزيج قطيرات الوقود والهواء على طول أنبوب الإدخال (مشعب السحب) وبعد ذلك عن طريق تفرعات الأنبوب لكل أسطوانة.

وفي المغذي حجرة بعوامة تؤمن إحتياطاً من الوقود للمنافث وتضمن تغذية متوازنة . يسيطر على تدفق الهواء في المغذي صمام خنق فراشي ؛ وهو باب قلاب يمكن فتحه أو إغلاقه بواسطة تشغيل دواسة المسرع في السيارة . فالضغط بالقدم على المسرع يفتح الصمام وهذا يسمح بدخول مزيد من الهواء يقوم بدوره بإمتصاص مزيد من بخار الوقود عبر المنفث الرئيسي ، ويمر المزيج إلى الأسطوانات مما يزيد من سرعة المحرك .

عندما يمر الهواء بالفنشوري أي بالقطاع الضيق فإنه يحدث عنده خلخلة جزيئية ونتيجة لهذه الخلخلة ترش أنبوبة الوقود سائل البترين في تيار الهواء المار بمدخل الهواء (البوق) . ويمكن أن يتضح سبب وجود تخلخل عند الفنشوري إذا علم أن الهواء مكون من عدد ضخم جداً من الجزيئات ، فعندما يتحرك الهواء في المدخل تكون الجزيئات ذات سرعات متساوية ولكن إذا أرادت أن تمر جميعها خلال الفنشورى الضيق فيجب أن تسرع في حركتها لكي تمرجميعها خلال الفتحة الضيقة نسبياً ، فعندما يتحرك جزيئين أحدهما خلف الآخر يدخل الجزيء الأول في الفنشوري فتزيد سرعته ويترك خلفه الجزيء الآخر الذي يسرع بدوره عند دخوله الفنشوري ولكن الجزيء الأول يكون قد تقدم كثيراً لما له من سبق أولي ؛ لذلك تزيد المسافة بين الجزيئين داخل الفنشوري على ما كانت عليه قبل دخولهما فيه . وهنالك عدد هائل من الجزيئات التي تمر بنفس الطريقة خلال الفنشوري بحيث تزيد المسافة بينهما وتتباعد عند دخوله . ويعتبر ذلك طريقة أخرى للقول بأن هنالك خلخلة جزيئية تحدث عند الفنشوري لأن الخلخلة الجزيئية هي عبارة عن تخفيف كثافة الهواء .

(4-1-2) عمل صمام الخنق :

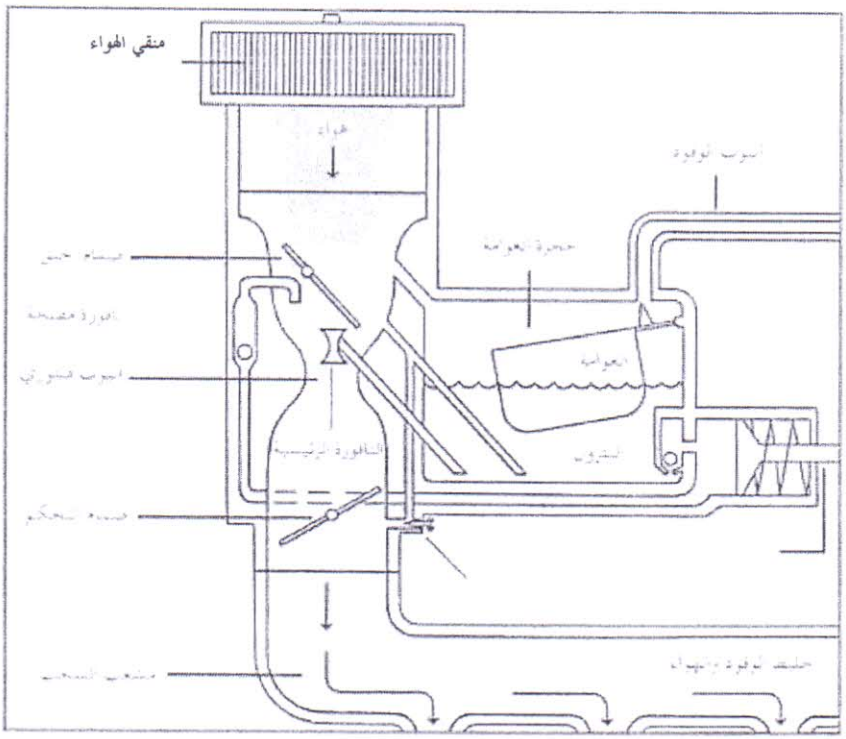
يمكن تقليل أو زيادة مقدار الهواء المار بمدخل الهواء بواسطة تحريك قرص صمام الخنق ، فإذا ماحرك القرص بحيث يسمح لمزيد من الهواء أن يمر فإن ذلك تنتج عنه كمية أكبر من مخلوط الهواء والوقود الذي تزود به أسطوانات المحرك وبذلك يولد المحرك قدرة أكبر وتميل السيارة إلى الإسراع ، أما إذا أدير قرص صمام الخنق بحيث لا يسمح بمرور جزء كبير من الهواء وينتج عن ذلك وصول مقدار صغير من مخلوط الهواء والبترين إلى أسطوانات المحرك وبذلك يولد المحرك قوة أصغر وبالتبعية تميل السيارة إلى الإبطاء في سيرها ، وقد أمكن إيجاد وصلة بين صمام الخنق ورافعة الإسراع الموجودة أمام القدم اليمنى للسائق يمكن بواسطتها أن يتحكم في صمام الخنق بطريقة تناسب ظروف إدارة المحرك .

(2-1-5) مكونات المغذي :

يتكون المغذي كما موضح في الشكل (2-1) أدناه من دائرة العائمة ودائرة السرعات البطيئة والإدارة بدون حمل ودائرة الحمل الجزئى عند السرعات العالية ودائرة الحمل الكامل عند السرعات العادية بالإضافة إلي مضخة الإسراع والخانق .

تحتوى دائرة العائمة على حجرة العائمة وعائمة وصمام إبرة وتعمل العائمة وصمام الإبرة على المحافظة على مستوى ثابت لإرتفاع الوقود بداخل حجرة العائمة فإذا إرتفع مستوى الوقود أكثر من اللازم إتجهت كمية كبيرة من الوقود نحو النافورة ، أما إذا كان مستوى الوقود منخفضاً فإن كمية الوقود الواصلة إلى النافورة تقل بدرجة كبيرة فإذا دخل الوقود إلى غرفة عائمة بمعدل أكبر من خروجه منها إرتفع مستوى الوقود بها فتتحرك العائمة إلى أعلى دافعة إبرة صمام الإبرة في إتجاه قاعدة الصمام ، وبذلك يقفل صمام دخول الوقود فيقف دخول الوقود ، فإذا ما إنخفض مستوى الوقود تحركت العائمة إلى أسفل تاركة الفرصة لإبرة الصمام للهبوط لإسفل ، وبذلك يفتح صمام دخول الوقود فيبدأ الوقود في الدخول إلى غرفة العائمة إلا أنه في الطبيعة يحتفظ الوقود بمستواه ثابتاً داخل غرفة العائمة . فالعائمة تعمل على فتح الصمام جزئياً بحيث تصبح كمية الوقود الداخل مساوية لكمية الوقود الخارج من الغرفة . تحتوى غرفة العائمة على ثقب يتصل بمدخل الهواء في نقطة أعلى " صمام الخنق " والغرض من هذا هو معادلة تأثير إنسداد منظف الهواء. فمثلاً ، عندما تزيد الأتربة و الأوساخ بداخل منظف الهواء يتعذر على الهواء المرور بسهولة خلال المنظف وينتج عن ذلك حدوث خلخلة إضافية ببوق الهواء بالمغذي مما يضيف إلى مقدار الخلخلة المؤثرة في ماسورة الوقود . وتصنف المغذيات إلى نوعين متوازنة و فيها يتساوى الضغط في بوق الهواء والضغط في غرفة العائمة (فتحة التهوية متصلة ببوق الهواء) ، النوع الآخر يطلق عليها المغذيات غير المتوازنة وفيها يتسبب الضغط

الجوى في إرسال كمية أكبر من الوقود ؛ فيصبح مخلوط الوقود والهواء غنياً (فتحة التهوية متصلة بالهواء الجوى) .



شكل (1-2) يوضح مكونات وطريقة عمل المغذي

في دائرة السرعات البطيئة والإدارة بدون حمل يمر مقدار صغير من الهواء خلال بوق الهواء إذا كان صمام الخنق مقفلاً أو مفتوحاً فتحة صغيرة وعندئذ تكون سرعة الهواء بطيئة وتنعدم عملية الخلخلة عند الفنشوري .

في دائرة السرعة العالية عند الحمل الجزئي يفتح صمام الخنق بمقدار كافٍ بحيث يبتعد طرفه عن فتحة السرعة البطيئة ويكون الفرق بين الخلخلة عند بداية بوق الهواء ونهايته صغيراً وبذلك يندفع مقدار صغير من مخلوط الهواء والوقود من فتحة السرعة البطيئة ونتيجة لذلك تبدأ النافورة الرئيسية الموجودة في منتصف الفنشورى في تصريف الوقود .

تعمل دائرة الحمل الكامل بتأثير الخلخلة الموجودة بمجارى دخول الهواء وهى تحتوي على مكبس خلخلة يتصل بواسطة رافعة بصمام موجود بدائرة فرعية ويبقى الصمام في نافورة الدائرة الفرعية بواسطة زنبرك وذلك عندما يكون صمام الخنق مفتوحا فتحا جزئياً أثناء إدارة المحرك . بهذا الوضع يمر جميع الوقود إلى النافورة الرئيسية خلال نافورة المعايرة ، ويبقى مكبس الخلخلة في مكانه العلوى بواسطة خلخلة دخول الهواء وذلك حين دوران المحرك وصمام المحرك مفتوحاً جزئياً ، أما إذا كان صمام الخنق مفتوحاً كلياً من عدم وجود الخلخلة إلى حد كبير وعليه يندفع المكبس إلى أسفل تحت تأثير الزنبرك لزوال الخلخلة المؤثرة عليها . وعندما يتحرك المكبس إلى أسفل يدفع عمود المكبس صمام نافورة الدائرة الفرعية حيث ترسل كمية إضافية من الوقود من خلالها . وتمر كمية أكبر من الوقود خلال النافورة الرئيسية وهكذا يصبح مخلوط الوقود والهواء غنياً .

(2-2) دورة التبريد :

يمكن أن تصل درجة الحرارة في غرفة الأحتراق داخل المحرك إلى " $2500^{\circ}c$ " لذلك فإن تبريد المنطقة حول الأسطوانة مهم جداً وكذلك المناطق حول صمامات العادم . المساحة داخل رؤوس الأسطوانات حول الصمامات والتي لاحاجة لها في الهيكل يتم ملئها بسائل التبريد .

إذا تم تشغيل المحرك بدون سائل تبريد لفترة طويلة فإنه يتوقف وعندما يحدث هذا فإن المعدن يصبح حار جداً لدرجة أنه من الممكن أن يلتحم المكبس بالأسطوانة وهذا يعني عادة تدمير كامل للمحرك . إحدى الطرق المتبعة لتخفيض الحاجة لنظام التبريد هو تخفيض كميه الحرارة التي تنتقل من غرفة الإحتراق إلى أجزاء المحرك المعدنية ويتم ذلك بتغطية الجزء الداخلى العلوى من رأس الأسطوانة بطبقة رقيقة من الخزف .

هنالك نوعين من أنظمة التبريد في السيارات:

(2-2-1) التبريد بالهواء:

بدلاً من تدوير السائل من خلال المحرك تغطى كتلة المحرك بزعانف من الألمونيوم والتي تنقل الحرارة بعيداً عن الأسطوانة وتقوم مروحة قوية بدفع الهواء عبر هذه الزعانف وبالتالي تقوم بتبريد المحرك عبر نقل هذه الحرارة بالهواء .

(2-2-2) التبريد بالسائل :

في نظام التبريد بالسائل يمر السائل خلال أنابيب وممرات داخلية في المحرك وخلال مروره في المحرك الحار فإنه يمتص الحرارة منه و بالتالي يبرده وبعد خروج السائل من المحرك فإنه يمر خلال المبادل الحراري والذي يقوم بنقل الحرارة من السائل إلى الهواء الذي يمر خلال المبادل . إن أحد السوائل الأكثر فعالية لحمل الحرارة هو الماء إلا أنه يتجمد عند درجة حرارة مرتفعة نسبياً ليتم إستخدامه لتبريد المحركات لهذا فإن السائل الذي تستعمله معظم السيارات هو عبارة عن مزيج من الماء و " Ethylene Gly Cole " والذي يعرف ايضا بمضاد التجميد .

(2-2-3) مكونات دائرة التبريد :

(أ) مضخة الماء :

عبارة عن مضخة طرد مركزية بسيطة تدار بواسطة سير متصل بالعمود المرفقي للمحرك . وتقوم بتدوير السائل عندما يعمل المحرك. تستعمل المضخة قوة الطرد المركزية لسحب السائل للخارج عندما تدور.

تقع فتحات دخول المضخة بالقرب من المركز وذلك لكي يضرب السائل المسحوب من المبرد ريش المضخة وتقوم بدفعه إلى داخل المحرك و رؤوس الأسطوانات ثم يعبر إلى المبرد وفي النهاية يعود إلى المضخة .

(ب) المحرك :

تحتوي كتلة المحرك ورؤوس الأسطوانات على ممرات داخلية عديدة لكي تسمح للسائل بالمرور بداخلها وتقود هذه الممرات السائل إلى معظم الأماكن في المحرك .

(ج) منظم الحرارة :

الشكل رقم (2-2) أدناه يبين المكونات الأساسية لمنظم الحرارة (الثيرموستات) عمل منظم الحرارة

شكل (2-2) يوضح مكونات المنظم الحراري

الرئيسي هو السماح للمحرك لكي يسخن بسرعة وأن يحافظ على درجة حرارة المحرك ثابته ، ويتم ذلك بتنظيم كمية الماء التي تمر بالمبرد ، في درجة الحرارة المنخفضه يتم قفل مخرج المبرد بشكل كامل ويتم إعادة

تدوير سائل التبريد خلال المحرك فقط . و يتكون " المنظم الحراري " من أسطوانة صغيرة موجودة على جانب المحرك من الجهاز ؛ هذه الاسطوانة مملوءة بالشمع والذي يبدأ في الذوبان عند درجة حرارة " $84^{\circ}c$ "وهنالك قضيب متصل بالصمام يضغط على هذا الشمع ، وعندما يذوب الشمع فانه يتمدد مما يدفع القضيب لخارج الاسطوانة مما يودي إلى فتح الصمام .

(د) المبرد (المشع) :

المبرد (الراديتر) هو نوع من أنواع المبادلات الحرارية وهو مصمم لنقل الحرارة من سائل التبريد الحار الذي يمر بداخله إلى الهواء الذي يعبر من خلاله بواسطة المروحة . معظم السيارات الحديثة تستخدم مبرد مصنوع من الألمونيوم ، وهذه المبردات تصنع بلحم زعانف رقيقة من الألمونيوم لأي أنابيب عريضه من الألمونيوم . يتدفق سائل التبريد من مدخل المبرد إلى مخرجه خلال العديد من الأنابيب المصفوفة في ترتيب متوازي وتقوم الزعانف بسحب الحرارة من الأنابيب ومن ثم بنقلها إلى الهواء المار خلال المبرد . أحياناً يكون لهذه الأنابيب نوع من الزعانف موضوعة بداخلها تسمى " **Turbulator** " والتي تقوم بزيادة الحركة الإضطرابية للسائل الذي يتدفق داخل الأنابيب . إذا ما تدفق السائل بسهولة وبطء داخل الأنابيب فإن السائل الذى يلمس الأنابيب فقط هو الذى سوف يبرد مباشرة . تعتمد كمية الحرارة التي تنتقل من السائل إلى الأنابيب التي يمر بها على إختلاف درجة الحرارة بين السائل والأنابيب التي يلامسها . لذلك إذا كان السائل الملامس للأنابيب يبرد بسرعة فإن كمية أقل من الحرارة سوف يتم نقلها . وعبر تكوين حركة إضطرابية داخل الأنابيب فإن السائل سوف يختلط ببعضه مما يجعل درجة حرارة السائل التي تلامس الأنابيب في الأعلى وبذلك يتم التخلص من كمية أكبر من الحرارة وكذلك يتم إستعمال السائل بداخل الأنابيب بشكل فعال .

(هـــ) غطاء الضغط :

يزيد غطاء المبرد نقطة غليان سائل التبريد عما قبل حوالي "7.2 c " .كيف يعمل هذا الغطاء البسيط ؟ بنفس الطريقة التي يزيد فيها وعاء الضغط درجة الغليان للماء . في الحقيقة إن الغطاء عبارة عن صمام إطلاق الضغط والذي يربط في السيارات إلى حوالي " 18 bar " تزيد نقطة غليان الماء عندما يكون الماء تحت الضغط. عندما يسخن السائل داخل نظام التبريد فإنه يتمدد مما يولد ضغطاً و لا يمكن لهذا الضغط أن يخرج إلا من خلال الغطاء لذلك فإن ضغط النابض على الغطاء يحدد الضغط الأقصي داخل النظام وعندما يصل الضغط إلى" 18 bar " فإن الضغط يدفع الصمام إلى أن يفتح مما يسمح للسائل للخروج من نظام التبريد ، يمر سائل التبريد هذا من خلال أنبوب الفائض وينتقل إلى أسفل خزان الفائض وهذا الترتيب يبقي الهواء خارج نظام التبريد عندما يبرد المبرد فإن هذا يحدث نوع من الفراغ داخل النظام الذى يقوم بسحب وفتح نابض صمام التحميل والذي يسحب الماء إلى الوراء من أسفل خزان الفائض إلى الداخل ليحل محل الماء الذى تم طرده .

(و) المروحة :

تركب مروحة المحرك في العادة على إمتداد عمود مضخة الماء ، وتأخذ حركتها من نفس السير الذي ينقل الحركة إلى المضخة والمولد الكهربي . والغرض من المروحة هو إيجاد تيار هوائي شديد يمر خلال المبرد . ويركب في بعض الحالات غلاف موجه حول المروحة لزيادة جودتها وللتأكد من مرور جميع الهواء المندفع بواسطة المروحة خلال المبرد .

وأكثر سيور إدارة المروحة تكون على شكل " v " ويعمل الإحتكاك بين جانبي السير وجانبي المجاري الموجودة في العجلة على نقل القوة من عجلة إلى أخرى بإستعمال سير شكل " v " لتصبح مساحة التلامس كبيرة وبذلك تكون القدرة المنقولة كبيرة .

(3-2) نظام الفرامل(الإيقاف) في السيارات :

عملية إيقاف السيارة تتم عن طريق الإحتكاك لذلك سيتم مناقشة أهم مبادئ وأنواع الإحتكاك قبل التعرف على مجموعة الفرامل وطريقة عملها .

الإحتكاك هو مقاومة الحركة بين جسمين متلامسين وتوجد عدة أنواع من الإحتكاك وعلى العموم يهمنا في هذا المجال (إيقاف السيارات) الإحتكاك الجاف وهو أن تتم عملية الإحتكاك في وسط خالي من السوائل ، ويمكن أن يكون الإحتكاك دهني وفي هذا النوع تتم عملية الإحتكاك في وسط سائل ويحدث إذا كانت المادة التي تكسو الفرامل قد إبتلت بالزيت . ويختلف الإحتكاك بإختلاف الضغط المؤثر على سطحي الإحتكاك ودرجة خشونتهما والمادة المصنوع منها أسطح الإحتكاك. ويمكن تفسير الإحتكاك بإنه خاصية تنتج عن عدم إنتظام الأسطح المتلامسة ؛ ويتم ذلك عن طريق النقاط البارزة التي توجد على السطحين المتلامسين وتحاول الإمساك بعضها ببعض فإذا حدث تنعيم للسطحين المتلامسين قلت النقاط البارزة وقلت مقاومتها لحركة الجسمين وقل الإحتكاك . ومن جهة أخرى إذا زادت القوة بين السطحين المتلامسين تضغط النقاط العالية على بعضها البعض وتزيد مقاومة حركة الجسمين (يزيد الإحتكاك) ويمكن تفسير أسباب إرتفاع الإحتكاك الإستاتيكي بالنسبة للإحتكاك الحركى فعندما يكون السطحان المتلامسان في حالة سكون تعمل القوة المؤثرة فيما بينهما على ضغط النقاط العالية الموجودة في أحد السطحين لكي تتداخل في النقاط

المنخفضة الموجودة على السطح الآخر . فإذا ماتحرك السطحان قلت فرصة دخول النقاط العالية في الأماكن المنخضة في السطح المقابل . وبذلك تكون قوة الإحتكاك الإستاتيكي أكبر من قوة الإحتكاك الحركي .

(1- 2-3)الإحتكاك في فرامل السيارات :

يعمل الإحتكاك بين أسطوانة الفرملة وحذاء الفرملة على وقف السيارة عن الحركة ويخفض هذا الإحتكاك من سرعة دوران العجلات ثم يعمل الإحتكاك بين الإطارات (المطاط) وسطح الطريق على تخفيض سرعة السيارة . كذلك يجب ملاحظة أنه عند إستعمال الفرامل بشدة سيتم وقف الإطارات عن الحركة تماماً ونتيجة للقصور الذاتي للسيارة ستتحرك السيارة بقوة الحركة الموجودة فيها مما يجعل الإحتكاك إحتكاكاً حركياً ولكن إذا أستعملت الفرامل بالتدريج بحيث تسمح للعجل بالإستمرار في الدوران ثم الإمساك مرة أخرى فإن الإحتكاك الذي يؤثر على العجل في هذه الحالة يكون إحتكاكاً إستاتيكياً وفي هذه الحالة لا تنزلق سطوح الإطارات على سطح الطريق ولكنها تتدحرج عليه ولذلك تقف السيارة بسرعة أكبر لأن تأثير الإحتكاك الإستاتيكي أكبر من تأثير الإحتكاك الحركي كما علم سابقاً ، بما أن معظم الفرامل تعمل هيدروليكياً لذلك يجب مراجعة بعض المبادئ الأساسية للهيدروليكا التي يمكن تطبيقها عند وصف مجموعات الفرامل . بما أن السوائل غير قابلة للإنضغاط لذلك يعمل الضغط المؤثر في سائل على دفعه خلال أنبوبة ومن ثم إلى حجرات أو أسطوانات حيث تعمل على دفع المكابس الموجودة في هذه الأسطوانات . كذلك توجد علاقة مباشرة "تناسب طردي" بين القوة التي يؤثر بها المكبس مع مساحة مقطع هذه المكابس .

(2-2-3) نظام الفرامل " الإيقاف " في السيارات التقليدية :

تتكون المجموعة من جزئين رئيسيين ، الأسطوانة الرئيسية مع رافعة الفرملة وجهاز (الفرامل) الموجود بالعجلة وذلك بالإضافة إلى أنابيب توصيل المائع وأدوات تثبيتها في مكانها . وفي أثناء الأداء ، يتم تحريك

رافعة الفرامل التي تعمل على تحريك مكبس رئيسي في أسطوانة ويعمل ذلك على ضغط السائل الموجود أمام المكبس فيدفعه تحت الضغط خلال خطوط الفرامل إلى أسطوانات العجلات . ولكل أسطوانة موجودة في عجلة مكبسان وكل مكبس يتصل بحذاء من أحذية الفرامل بواسطة عمود توصيل (أو قد ترتكز نهاية الحذاء على المكبس). وعلى ذلك عندما يدفع السائل في أسطوانة العجلة يتحرك المكبسان إلى الخارج وتعمل هذه الحركة على دفع أحذية " الفرامل " إلى الحركة إلى الخارج بحيث تتلامس مع أسطوانة الفرملة التي تدور مع العجلة . وتكسى أحذية الفرامل بمادة إسبستوس قوية يمكن لها أن تتحمل الحرارة وقوة الجر عند دفعها بقوة للإحتكاك . فقد تصل قوة ضغط الحذاء على الأسطوانة إلى قيمة عالية جداً إذا ضغط على الفرملة بقوة . وبما أن قوة الإحتكاك تزيد بزيادة الضغط فإن ذلك يولد قوة جر كبيرة ذات تأثير فرملي شديد في العجلة. وتتولد كمية كبيرة من الحرارة بتأثير الإحتكاك بين أحذية " الفرملة " . فعندما تحتك الأسطوانة بالحذاء تصبح ساخنة . وفي الحقيقة ، عند ظروف الفرملة الشديدة قد تصل درجات الحرارة إلى " $260^{\circ}c$ " . وتذهب بعض هذه الحرارة خلال إسبستوس أحذية الفرامل إلى الأحذية ، ثم إلى لوح " الفرملة " حيث تشع إلى الهواء المجاور ، وتمتص معظم الحرارة بواسطة أسطوانة " الفرملة " . وتحتوي بعض أسطوانات الفرامل على زعانف تبريد لزيادة سطح إنتقال الحرارة للتخلص من الحرارة الناتجة عن عملية الفرملة بسرعة . وإرتفاع درجات الحرارة غير مرغوب فيه بالنسبة للفرامل لأنها تحدث تشققات في إسبستوس أحذية " الفرامل " وكذلك تقلل سخونة الفرامل من قوة تأثير " الفرملة " . ولذلك تقل قوة الفرامل إذا أستعملت بكثرة أثناء نزول تل أو جبل .

(1-2-3)طريقة العمل :

إذا ضغطنا بقوة على رافعة الفرملة فإن هذه القوة تنتقل إلى مكبس الأسطوانة الرئيسية الذي يتصل برافعة " الفرملة " التي تعمل على زيادة القوة المؤثرة في المكبس وعندما يتحرك المكبس داخل الأسطوانة الرئيسية ويمر بفتحة التعويض ويعمل ذلك على حبس السائل في الأسطوانة أمام المكبس ؛ ويرتفع الضغط بسرعة ، ثم يدفع السائل بقوة خلال خطوط " الفرملة " إلى أسطوانات العجلات المركبة على العجلة مباشرةً ويعمل الضغط الهيدروليكي على دفع المكبسين إلى الخارج وبذلك يعمل كل عمود متصل بمكبس على دفع حذاء الفرملة بحيث يضغط الحذاء على أسطوانة الفرملة . وتصمم مكابس أسطوانات " الفرامل " بحيث يعمل الضغط الهيدروليكي على عدم تسرب الزيت بين المكبس وجسم الأسطوانة . أما في مشوار الرجوع تعمل قوة النابض المؤثرة في وصلات " الفرملة " وكذلك ضغط النابض المؤثر على مكبس الأسطوانة الرئيسية على تحريك مكبس الأسطوانة الرئيسية إلى الخلف ؛ لينساب السائل من أسطوانات فرامل العجل إلى الأسطوانة الرئيسية وتعمل قوة شد نوابض أحذية الفرامل على إبعاد الأحذية عن أسطوانات الفرملة وبذلك تدفع مكابس " فرامل " العجلات إلى الداخل . وبذلك يعود السائل من أسطوانات العجلة إلى الأسطوانة الرئيسية .

(ب) أنظمة التحكم فى السيارات الحديثة :

تعمل أنظمة التحكم فى السيارات الحديثة بالتقنية الإلكترونية ويتم إمداد أي منظومة بحساس حراري يعمل على إرسال إشاراتة مبيناً حالة المنظومة المعنية إلى وحدة تحكم إلكترونية مركزية تستقبل كل الإشارات من كل الأنظمة ومن ثم إجراء التعديل للدورة المعنية حسب حالات المحرك المختلفة التى تم إستقراءها عن طريق الحساسات .

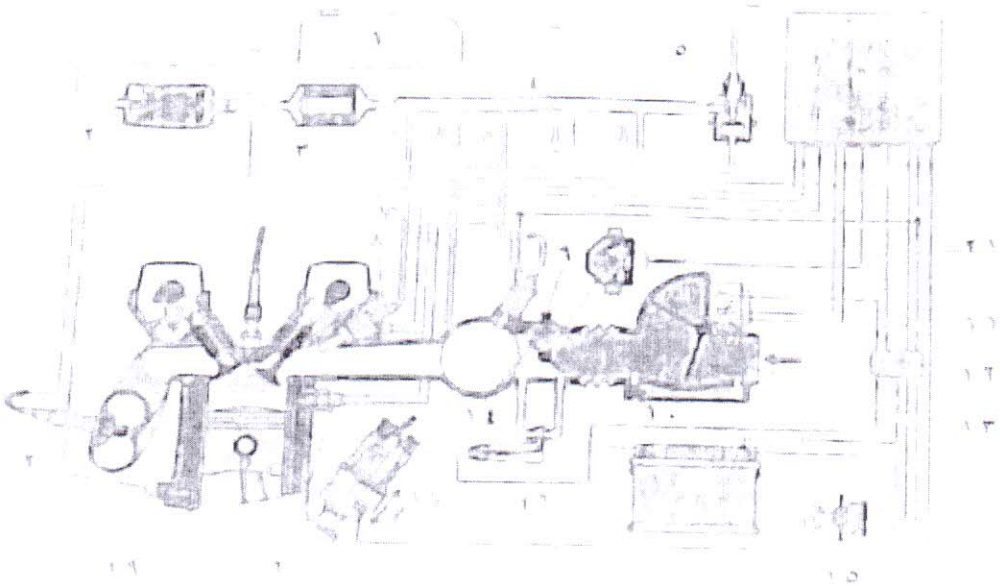
(1-2)نظام حقن الوقود :

إن وظيفة نظام الحقن هي إعطاء المحرك حاجته الفعلية لمختلف ظروف التشغيل ومما سيتضح فإن مجموعة الوقود لحقن البنزين تمد الوقود إلى المحرك وتولد الضغط اللازم للحقن ، وتنقسم إلى عدة أنظمة وسيتم التطرق علي وجه التفصيل لنظام " L-JETRONC " ، إن وظيفة هذا النظام هو إعطاء المحرك حوجته الفعلية من الوقود وذلك في جميع ظروف تشغيل المحرك المختلفة .

من المعلوم أنه أثناء عمل المحرك تطرأ تغيرات عديدة على حركته الداخلية وحتي يشعر نظام الحقن بهذه التغيرات زود بالعديد من الحساسات التي تعطي وحدة التحكم الإلكترونية الخاصة بنظام الحقن المعلومات العديدة التي تحدد عمل ووضع المحرك حيث تقوم وحدة التحكم الإلكترونية مباشرةً بتحليل هذه المعلومات بصورة دقيقة وتقرر كمية الوقود المرسلة إلى أسطوانات المحرك ، كما أن هذا النظام يعتبر نظام حقن للبنزين يتم التحكم فيه إلكترونياً " بالضغط المنخفض " ذو قياس لكمية الهواء وحقن دوري للوقود في مجمع السحب ويتكون من المجموعات التالية :

* الإمداد بالوقود
* مقياس كمية الهواء
* حساسات القياس
* مواءمة الخليط.

الشكل رقم (3-2) أدناه يوضح رسماً تخطيطياً لنظام حقن وقود " L- Jetronic " .



شكل (3-2) يبين رسماً تخطيطياً لنظام حقن الوقود " L- Jetronic "

1- خزان الوقود 2- مضخة الوقود 3- مرشح الوقود

4- ماسورة توزيع الوقود 5- منظم الضغط 6- وحدة التحكم الإلكترونية

7- صمام بدء التشغيل على البارد 8- صمام الحقن 9-صمام ضبط سرعة دوران المحرك

10-صمام ضبط نسبة الخليط 11- حساس درجة حرارة الهواء 12- المرحل

13- مقياس كمية الهواء 14-صمام الخانق 15-مفتاح التشغيل

16- صمام الهواء الإضافي 17- موزع الإشعال 18- مفتاح زمني حراري

19- حساس درجة حرارة المحرك 20 – حساس المبدأ 21- مفتاح صمام الخانق "

(1-1-2)الإمداد بالوقود:

ويتكون تجهيز الإمداد بالوقود مما يلي:

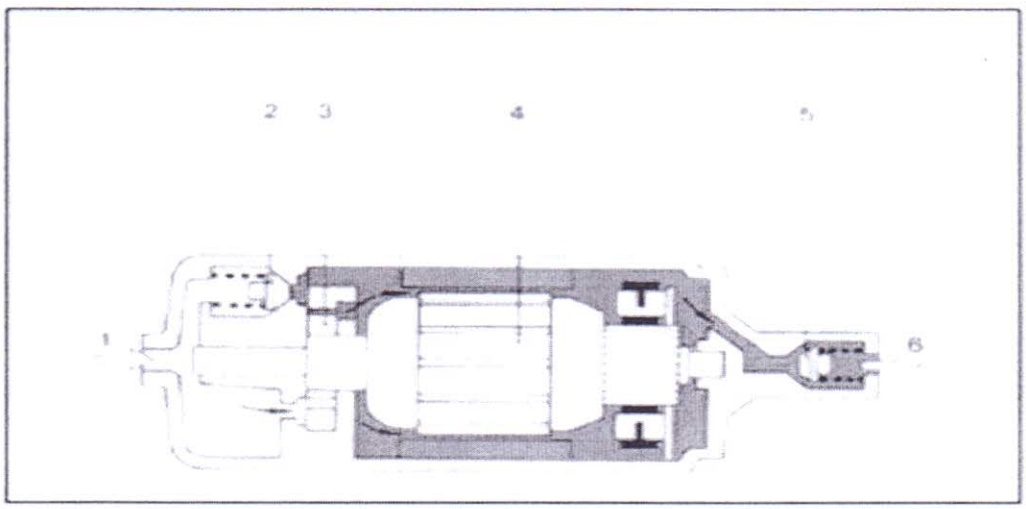
(أ) خزان الوقود:

وهو عبارة عن وعاء يصنع هيكله الخارجي من شرائح من الواح الصلب الملحومة والذي يدعم من الداخل بالواح مستعرضة للتقوية ولتلافي الحركة الموجية للوقود الحادث اثناء سير المركبة ويكون المقطع المستعرض للخزان على شكل دائري أو مستطيل وذلك وفق ماتسمح به أبعاد السيارة ويتم تثبيته بجسم المركبة بواسطة شريط فولاذي كما تثبت بالخزان وحدة خاصة تبين كمية الوقود الموجودة في الخزان .

(ب) مضخة الوقود الكهربائية:

وهي عبارة عن مضخة خلايا دلفينية يتم تشغيلها بواسطة محرك كهربائي ذي إثارة مستمرة والمضخة مزودة بقاطع تيار لمنعها من الدوران وضخ الوقود وذلك عند توقيف المحرك لاي سبب كان ، وتكون وظيفتها سحب الوقود من الخزان ودفعه بضغط (4.5bar) وقد يصل الي (6.5 bar) وتكون سعة المضخة أكبر قليلا من إحتياج المحرك ممايسمح بتلبية حاجته من الوقود في ظروف التشغيل المختلفة.

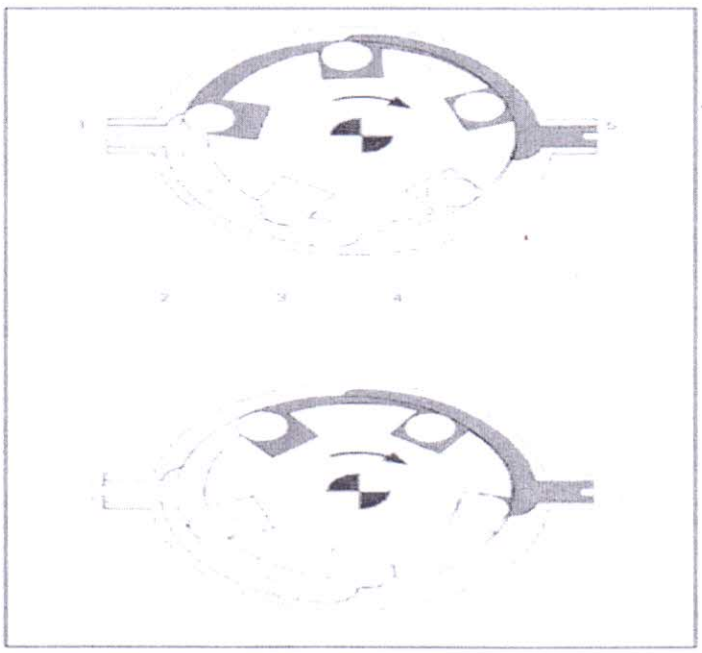
الشكل رقم (4-2) أدناه يبين الأجزاء الرئيسية لمضخة الوقود الكهربية والشكل (5-2) يوضح المسقط الجانبي للمضخة .



شكل (4-2) يبين مضخة الوقود الكهربائية

1- فتحة دخول الوقود 2- صمام زيادة الضغط 3- خلايا كروية

4- عضو دوار 5- صمام خروج لا رجوعي 6- فتحة خروج الوقود



الشكل (5-2) يوضح المسقط الجانبي للمضخة الكهربائية

1- فتحة دخول 2- عضو دوار 3- دلافين

4- غلاف المضخة 5- فتحة خروج

التركيب:

توضح الاشكال (4_2) و (5-2) المضخة الكهربائية من النوع ذي الخلايا الدلفينية وهي تقوم بتحضير ذاتي وتدار بواسطة محرك كهربائي ذي أقطاب مغنطيسية دائمة وتوضع المضخة والمحرك الكهربائي في غلاف معدني واحد . ويدور العضو الدوار للمضخة دوراناً لا محورياً داخل الغلاف مع تثبيت الدلافين داخل شقوق علي محيط قرص العضو الدوار . تعمل المضخة بمجرد توصيل مفتاح التشغيل حيث تقوم بتوليد الضغط اللازم للحقن وتقوم القوة الطاردة المركزية على دفع الدلافين إلى الخارج وتقوم الدلافين بضخ الوقود في الفراغات بينها ، وبعدها يتدفق الوقود من خلال المحرك الكهربائى . ولا يوجد هنالك خطر حدوث إنفجار من مرور الوقود داخل المحرك الخاص بالمضخة نظراً لعدم تكون خليط قابل للإشتعال من الوقود والهواء .

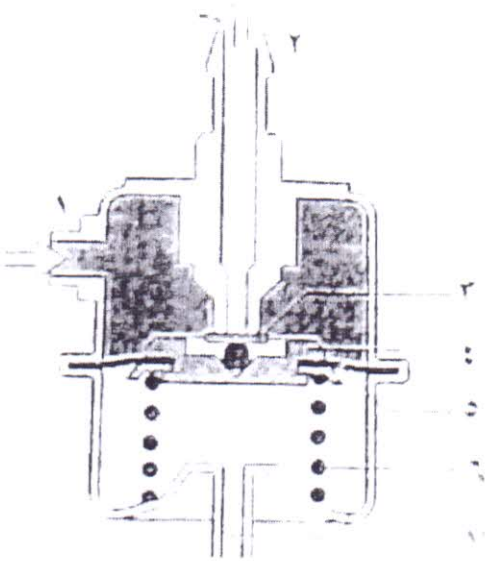
(ج) مرشح الوقود :

يقوم بتنقية البترين من الشوائب لحماية الاجزاء المختلفة لدورة الوقود مثل منظم ضغط الوقود وصمامات الحقن . ويشتمل على غلاف معدني يحتوي بداخله على مرشح ورقي ومنه إلى مرشح مانع وبري .

(د) منظم ضغط الوقود :

يعمل كجهاز تحكم حيث يبقى على فرق الضغط بين ضغط الوقود والضغط في ماسورة السحب ثابت.

الشكل رقم (6-2) أدناه يوضح الأجزاء الرئيسية لمنظم ضغط الوقود



شكل (6-2) يبين منظم ضغط الوقود

1- دخول الوقود 2- الوقود الراجع 3- الصمام

4- حامل الصمام 5- الغشاء المرن 6- النابض

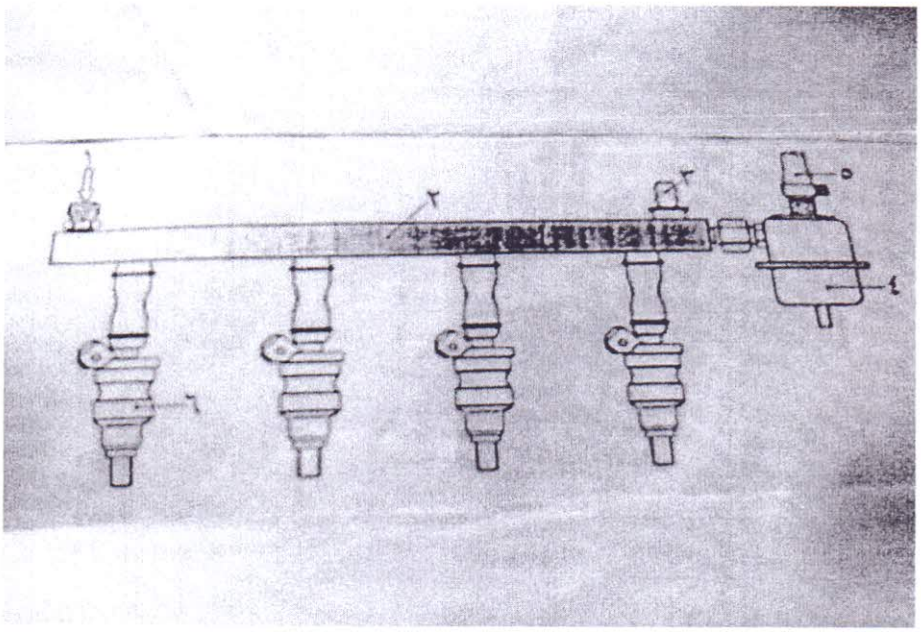
7- خط ضغط الخلخلة .

وتكون طريقة عمله بإتصال غرفة النابض التابعة لمنظم الضغط مع ماسورة السحب بواسطة ماسورة وبذلك يبقى الهواء فى الضغط على صمامات الحقن ثابت في كل حالات التحميل .

(هـ) ماسورة (أنبوب) توزيع الوقود :

وظيفة ماسورة توزيع الوقود الرئيسية تخزين الوقود مع ضمان ضغط متوازن لجميع صمامات الحقن .

الشكل رقم (7-2) أدناه يوضح مكونات ماسورة توزيع الوقود .



الشكل (7-2) يبين ماسورة توزيع الوقود

1- مركز دخول الوقود

2- ماسورة التوزيع

3- مركز وصل خاص بصمام عمل المحرك البارد

4- علبة تعديل الضغط

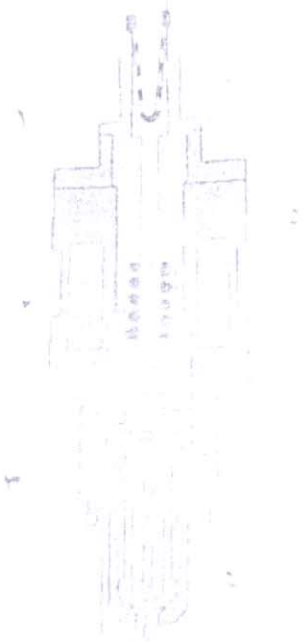
5- أنبوب إعادة الوقود الإضافي إلى خزان الوقود

6- صمامات الحقن الرئيسية

(و) صمامات الحقن:

وظيفتها حقن الوقود في ماسورة السحب بضغط حقن منخفض ويتم تشغيل صمامات الحقن مع بعضها كمجموعة واحدة ويكون الحقن بطريقة دورية .

الشكل رقم (8-2) أدناه يوضح اجزاء صمام الحقن



شكل(8 -2) يبين تركيب صمام الحقن

1 -مرشح 2- لفيفة مغناطيسية 3-عضو إستنتاج

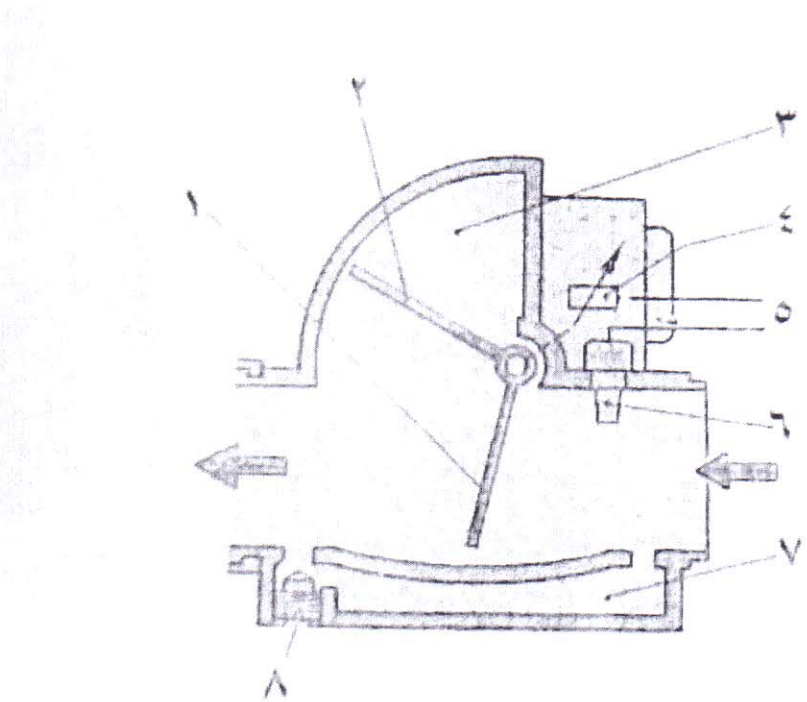
4- إبرة الصمام 5- طرف التوصيل الكهربائي

وتعمل هذه الصمامات على حقن الوقود في نفس اللحظة ، حيث يتم حقن نصف كمية الوقود اللازمة لدورة التشغيل الواحدة في كل دورة من دورات عمود الكامات ؛ أي أن الكمية توزع على دفعتين للحصول على أكثر تنظيم ممكن لتركيب الخليط ويتم تحديد زمن فتح صمام الحقن عن طريق النبضات الآتية من جهاز التحكم ويتلائم زمن الفتح ذاته مع كل حالة من حالات تشغيل المحرك .

(2-1-2) مقياس كمية الهواء:

وظيفته يعطي البيانات عن كمية الهواء المحسوسة إلى جهاز التحكم ويشغل مضخة الوقود .

الشكل رقم (2-9) يوضح الأجزاء الأساسية لمقياس كمية الهواء .



شكل (2-9) يوضح اجزاء مقاس كمية الهواء

1- قلاب الحساس	2- قلاب التعويض	3- غرفة الكبت
4- مجزئ الجهد	5- التوصيلات الكهربائية	6- حساس درجة حرارة الهواء
7- هواء التعويض	8- صمام عدم الرجوع	

التركيب :

يتم قياس كمية الهواء بتأثير الهواء المسحوب بقوة على القرص الحساس المتحرك في مقياس كمية الهواء وتؤدي هذه القوة إلى دفع القرص نحو الخارج ، ويكون الدفع إلى الخارج (الوضع الزاوي) عبارة عن

وحدة قياس كمية تصرف الهواء وهذه من المعلومات الأساسية التي يتم نقلها إلى جهاز التحكم بواسطة مقياس الجهد . ويقوم قلاب التعويض (الموازنة) بموازنة إهتزازات الضغط العكسي الذي قد يحدث بالإشتراك مع حجم الكبت بحيث تبقي هذه الإهتزازات دون أن تؤثر على قياس كمية الهواء ، أما صمام عدم الرجوع فإنه يحمي مقياس كمية الهواء من الإصابة بالتلف في حالات الضغط العكسي .

(2-1-3)حساسات القياس:

إن حساسات القياس عليها تسجيل قيم القياس اللازمة للمحرك لضمان إمداد دقيق بالوقود وتقوم الحساسات بتسجيل المتغيرات المختلفة التي تصف وتحدد ظروف التشغيل للمحرك ومن أهم هذه المتغيرات كمية الهواء المسحوبة بواسطة المحرك والتي تسجل بواسطة حساس تدفق الهواء ، بالإضافة للحساسات الأخرى التي تقوم بتسجيل وضع صمام الخنق وسرعة دوران المحرك ودرجة حرارة الهواء ودرجة حرارة المحرك.

(2-1-4)جهاز التحكم:

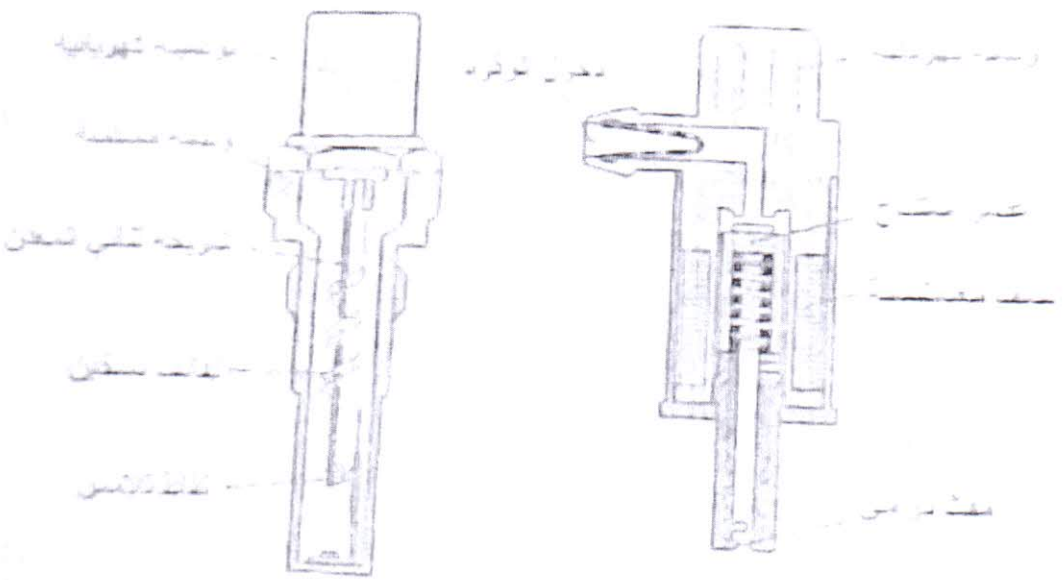
يتكون جهاز التحكم في نظام " L-JETRONIC " من حواليى ثمانين جزء فقط ومن بين مكونات وحدة التحكم عناصر شبه موصلة بالإضافة لعدد من المكثفات الكهربائية ومقاومات الموازنة ، ووحدة التحكم موصلة بحزمة الأسلاك الرئيسية بواسطة قابس متعدد الأقطاب.

وتكون وظيفة جهاز التحكم تلقى الإشارات عن كمية الهواء المسحوبة ودرجة حرارة المحرك وماء التبريد وزيت التزليق ووضع صمام الخانق وعملية بدء التشغيل وسرعة دوران المحرك وتوقيت لحظة الحقن ، ويقوم جهاز التحكم بمعالجة هذه الإشارات وإرسالها إلى صمامات الحقن على شكل نبضات كهربائية . وتستنتج وحدة التحكم كمية الحقن من خلال الفترة الزمنية التي يكون فيها صمام الحقن مفتوحاً.

(5-1-2)موءامة الخليط :

وهي تعمل على موازنة كمية الوقود مع ظروف التشغيل المختلفة للمحرك وتتكون من صمام بدء التشغيل على البارد التي تكون وظيفته حقن كمية إضافية من الوقود في فترة زمنية محدودة تتوقف على درجة حرارة المحرك .

الشكل رقم (10-2) أدناه يوضح كل من صمام بدء التشغيل على البارد والمفتاح الزمني الحراري.



شكل (10-2) يوضح تركيب كل من صمام بدء التشغيل على البارد والمفتاح الزمني الحراري

التركيب :

يقوم المفتاح الزمنى الحرارى بالتحكم في صمام بدء التشغيل على البارد زمنياً ويحدد المفتاح الزمني الحراري فترة الحقن لصمام بدء التشغيل على البارد متوقفاً على درجة حرارة المحرك ويتم تشغيل صمام بدء التشغيل على البارد كهرومغنطيسياً ، ويؤثر المفتاح الزمني على صمام بدء التشغيل عبر جهاز التحكم ، كذلك تتكون مواءمة الخليط من صمام الهواء الإضافي حيث يتلقى المحرك خليط أكثر من الوقود والهواء عن طريق صمام الهواء الإضافي أثناء التشغيل على البارد للتغلب على الإحتكاك الزائد فى الحالة الباردة لضمان دوران مستقر ومنتظم عند التشغيل في اللا حمل .

يسحب المحرك هواء اكثر بواسطة صمام الهواء الإضافى متخطياً صمام الخنق ويجرى قياس هذا الهواء الإضافى ويؤخذ فى الإعتبار عند توزيع الوقود وبذلك يتلقى المحرك خليطا أكثر من الوقود والهواء وبإزدياد تسخين المحرك يقوم نابض ثنائى المعدن (يتم تسخينه كهربائياً) وبتضييق مقطع فتحة الهواء الإضافى بحيث يتلقي درجة حرارة المحرك وبذلك يتوقف صمام الهواء الإضافي عن العمل عندما يكون المحرك ساخناً .

وتتكون مواءمة الخليط أيضاً من مفتاح صمام الخنق وهو مفتاح يتم تشغيله بواسطة صمام الخنق ووظيفته إعطاء الإشارات عن حالة التشغيل (تشغيل اللاحمل وتشغيل الحمل الكامل) إلى جهاز التحكم بمعاملة هذه الإشارات عند قياس طول فترة الحقن .

ومن بعد أتت تطورات لاحقة لهذا النظام وهي :

1- نظام LE-Jetronic :

فى هذا النظام تم إلغاء صمام بدء التشغيل على البارد وعوض إغناء الخليط بإطالة فترة الحقن فى مرحلة بدء التشغيل على البارد . وكذلك تم تطوير وحدة الحاسب الآلي لرفع كفاءة تكييف الخليط وأدخل

نظام التحكم في السرعة القصوى بهدف الإقلال من إستهلاك الوقود ، ولايحتوي هذا النظام على دائرة لامدأ المغلقة .

2 / نظام LH-jetronic :

فى هذا النظام تم تغير حساس تدفق الهواء وإستخدام حساس من نوع آخر عبارة عن سلك من البلاتين يمر به تيار كهربائي ترتفع درجة حرارته ويعمل دخول الهواء على تبريد سلك البلاتين ويعمل الكمبيوتر على حفظ درجة حرارته بإمداده بتيار كهربائي وبذلك فإن كمية التيار الكهربائي التي يمد بها السلك تكون مقياساًلكمية الهواء الداخل وبذلك يمكن معرفة كمية الهواء الداخلة .

3/ نظام L3-jetronic :

في هذا النظام تم تصغير وحدة التحكم الإلكتروني (ميكروكمبيوتر) . بحيث يمكن وضعها في تجميعة مقياس إنسياب الهواء .

4/ نظام LU-jetronic :

وهو نظام يحتوي على دائرة لامدأ المغلقة وذلك في الدول التي تحتم ضرورة إستخدام هذه الدائرة للإقلال من التلوث .

(2-2) دورة التبريد :

تتكون دائرة التبريد من مضخة الماء ، المحرك ، منظم الحرارة ، المبرد ، غطاء الضغط ، المروحة .

وفي النظام الحديث تم اضافة حساس متصل بموتور كهربائي يقوم بتشغيل وإيقاف المروحة وهذا الحساس متصل بالوحدة الإلكترونية التي تتلقى إشارة من الحساسات الاخرى التي تقوم بتحديد درجة حرارة مياه التبريد المطلوبة وبالتالي إيقاف المروحة أو تشغيلها.

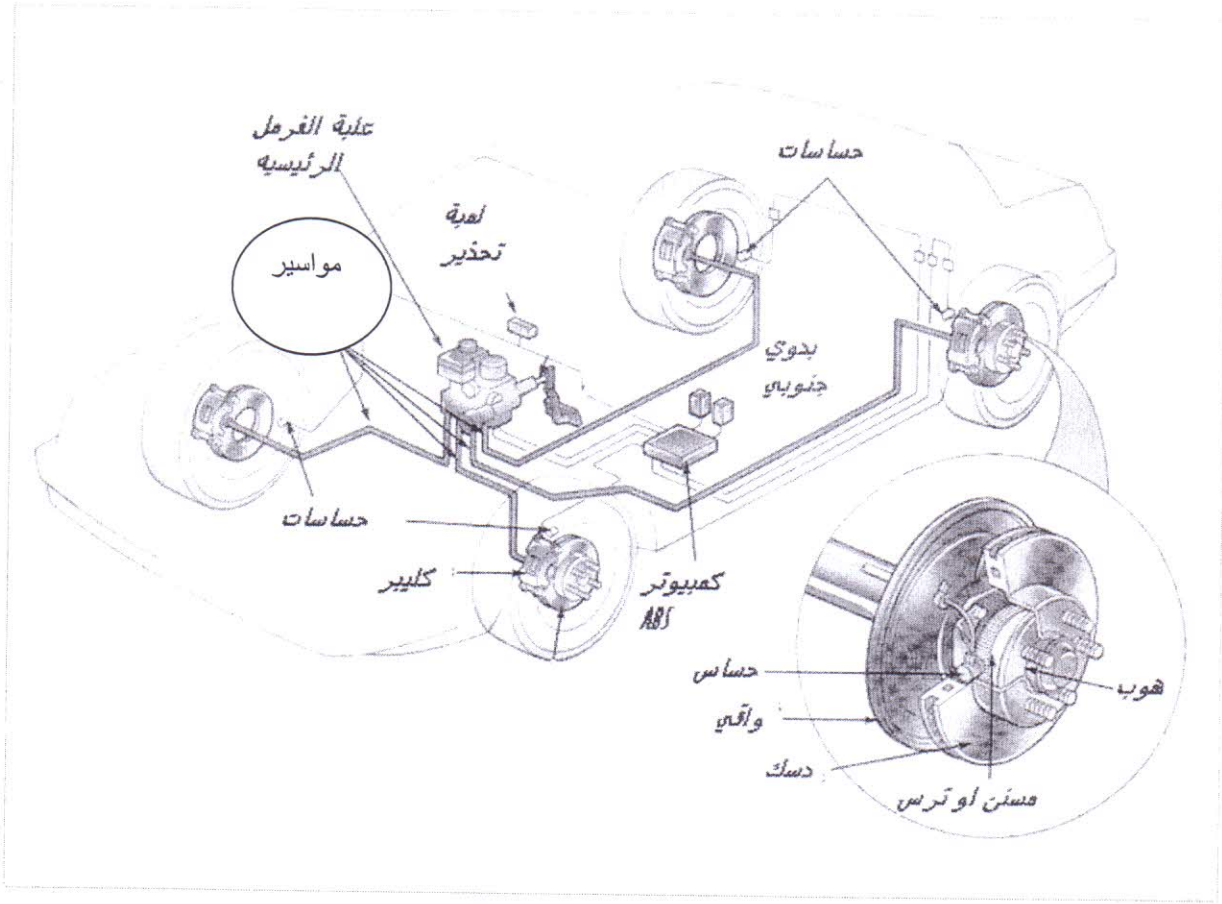
(2-3)نظام الفرامل في السيارات الحديثة :

لقد حدثت تطورات كثيرة في مجال فرامل السيارات حيث توجد العديد من الأنظمة مثل نظام " ESP " ونظام " ABS " وخلال هذه الدراسة سوف يتم التطرق لنظام " ABS " لكثرة استخدامه.

نظام " ABS " :

يستخدم هذا النظام لمنع إمساك العجلات عند إستخدام الفرامل كما يستخدم للحفاظ على إتزان وإمكانية توجيه السيارة مهما كانت حالة (ضغط زيت الفرامل-الطريق-سرعة السيارة) . بالإضافة للإستجابة السريعة مع الأخذ في الإعتبار حالة الطريق كما يستخدم لتقليل مسافة الإيقاف كذلك لمعرفة حالة التماسك مع سطح الطريق ومنع حالات الرنين مع الأجزاء الميكانيكية مثل (التوجيه-التعليق) .

الشكل رقم (11-2) أدناه يوضح طريقة عمل نظام "ABS" .



الشكل (11-2) يوضح طريقة عمل نظام "ABS"

يتكون النظام من وحدة تحكم هيدروليكية إضافية موقعها بين الماستر العمومي وكالبيرات العجلات ووحدة تحكم إلكترونية مدمجة مع الوحدة الهيدروليكية وعدد أربع حساسات لقياس سرعة العجلات كما توجد لمبةأعطال بتابلون العدادات وفيشة أعطال وسويتش فرامل أستوب.

أولاً حساسات العجلات :

تقوم هذه الحساسات بإمداد وحدة التحكم الإلكترونية بمعلومة سرعة العجلات المختلفة .

ثانياً الوحدة الهيدروليكية لنظام " ABS " :

تقوم هذه الوحدة بتعديل قيمة ضغط الزيت بكالبيرات العجلة المختلفة لمنع إ مساكها ، ووحدة التحكم الإلكترونية تكون مدمجة مع الوحدة الهيدروليكية ، وتتكون من غلاف من الألمونيوم وطلمبة داخلية وعدد " 8" صمامات كهربائية ، الطلمبة الداخلية يتم إدارتها بواسطة موتور كهربي وذلك لسحب الزيت من الكالبير وإرجاعه للماستر العمومي في مرحلة تخفيض الضغط .

الصمامات الموجودة (ذات 2 طرف) "ON/OFF" وهى إما أن تكون صمامات سحب أو طرد وذلك للتحكم في كل عجلة على حده .

ثالثاً وحدة التحكم الإلكترونية :

وتستخدم لتحويل ضغط الزيت الواصل إلى كالبيرات العجلات المختلفة حسب الإشارات الواردة لها من حساسات العجلات كما تقوم بمراقبة الأداء وتنبيه قائد السيارة بإضاءة لمبة الأعطال عن حدوث عطل وأيضاً للمساعدة في تشخيص الأعطال بقراءة ذاكرة وحدة التحكم ، تقوم وحدة التحكم بتحليل إشارات الحساسات المختلفة ومقارنتها مع القيم القياسية للسرعات وبحساب السرعة القياسية عند الظروف المختلفة يمكن لوحدة التحكم تحديد حد الزحف . أثناء إستخدام الفرامل إذا حدث إنخفاض في سرعة عجلة أو اكثر عند السرعة القياسية " Rs " تقوم وحدة التحكم الإلكترونية بتشغيل الصمامات الخاصة بهذه العجلات مع تشغيل المضخة الداخلية في آن واحد وذلك لتعديل قيمة الضغط الواصل لهذه العجلات لإعادة سرعتها إلى القيمة الطبيعية .

يشتمل أداء هذا النظام على ثلاثة مراحل وهي مرحلة إرتفاع الضغط ومرحلة تثبيت الضغط ومرحلة تخفيض الضغط . في حالات إستخدام الفرامل دون تدخل من نظام " ABS " فإن القوة الناشئة عن قدم السائق تنتقل مباشرةً من خلال ضغط الزيت إلى كالبيرات العجلات عبر صمام السحب وهي مفتوحة في هذه الحالة وصمامات الطرد تكون مغلقة ، الوحدة الإلكترونية ليس لديها أي أوامر لتشغيل أي شئ في هذه الحالة في مرحلة تثبيت الضغط ، إذا انخفضت سرعة العجلة عن السرعة القياسية تقوم وحدة التحكم الإلكترونية بإرسال الأوامر إلى الوحدة الهيدروليكية لغلق صمام السحب لعزل الكالبير عند دائرة الماستر العمومي فإن الضغط فى هذا الكالبير يتوقف عن الإرتفاع مهما زادت قوة السائق على بدال الفرامل ، وفي مرحلة إنخفاض الضغط إذا تعدت نسبة الزحف الحد المسموح به تقوم الوحدة الإلكترونية بإرسال أوامرها بفتح صمام الطرد وتعطي بذلك فرصة لتخفيف الضغط داخل الكالبيرات إلى المجمع ويتحرك الرداخ الموجود بالمجمع ضاغطاً الياي خلفه فيخفف الضغط داخل الكالبير فتتحرك عندئذ العجلة وفي نفس الوقت تقوم " ECU " بإصدار أوامر التشغيل للمضخة الداخلية لسحب الزيت من الكالبير والمجمع وإرجاعه إلى الماستر العمومي ، وفي مرحلة إنخفاض الضغط عند رفع القدم عن بدال الفرامل يقوم الماستر العمومي بفتح مسار رجوع الزيت من الكالبير إلى خزنة الزيت ، في هذه اللحظة يقوم الصمام بإمرار الزيت الراجع من الكالبير إلى الماستر العمومي وأيضاً إن الوحدة الهيدروليكية ليس لديها أي أوامر تشغيل لصمامات السحب والطرد فيكون السحب مفتوحاً والطرد مغلقاً .

الفصل الثالث

المقاطعة بين الأنظمة التقليدية و الحديثة

الفصل الثالث

المفاضلة بين الأنظمة الحديثة والتقليدية

(3-1)دورة الوقود:

(3-1-1)من وجهة نظر التكلفة :

(أ) التكاليف الكلية :

يعمل نظام الحقن الإلكتروني الحديث على توفير المقدار المناسب بين الهواء والوقود أى أن عملية الإحتراق تكون كاملة لاتوجد ذرة من الوقود غير فاعلة (إستفادة كاملة من الطاقة الكيميائية الموجودة في الوقود) لمختلف ظروف التشغيل مما يقلل من تكاليف التشغيل (إستهلاك الوقود) . كذلك فإن تكاليف إنتاج وحداته أقل لنفس القدرة المنتجة .

(ب) تكاليف الصيانة :

جهاز الفحص غالي جداً لكن بعد إمتلاكه تكون تكاليف الصيانة بسيطة نسبياً لأن الرشاحات رخيصة جداً مقارنة بالمبخر ولا توجد حوجة مستمرة لتغييرها ، كذلك الحساسات تكلفتها قليلة .

(3-1-2) من وجهة نظر سهولة التصميم والتصنيع :

يعتبر المغذي منظومة معقدة جداً لذلك فإن عملية تصميمه وتصنيعه تحتاج إلى دقة عالية جداً لإعطاء النسب المطلوبة منه ، والدورة الحديثة لحقن الوقود تعتبر أيسر من حيث التصميم والتصنيع مع بعض التعقيد في بعض الأجزاء كالرشاحات.

(3-1-3) من وجهة نظر إصحاح البيئة وسلامتها :

عندما تختل نسبة الهواء إلى الوقود الصحيحة توجد كمية من الوقود لا تحترق (لاتجد كمية الهواء المناسبة لإحتراق سليم) مما ينتج غازات ضارة ملوثة للبيئة مثل غاز النوكتاين السام . لكن أنظمة الحقن الإلكتروني تتفادى هذه المشكلة بدقتها العالية .

(3-1-4)من وجهة نظر الصيانة :

تعتبر عملية الصيانة في السيارات الحديثة يسيرة جداً (غير متكررة) إذ أن أعطالها بسيطة نسبياً مقارنة بالدورة التقليدية . فعلى سبيل المثال فإن هنالك أسباب عديدة يمكن أن تؤدي إلى إستهلاك الوقود في الدورة التقليدية وهذه الأسباب إجمالاً تتمثل في " بداية دوران سريعة ، السرعة الزائدة للقيادة ، القيادة لمسافات قصيرة ، ضغط زائد لمضخة الوقود أو تسريب بالمضخة ، إنغلاق جزئي للخانق بعد التدفئة ، مصفي الهواء متسخ ، إبرة العوامة ملتصقة أو متسخة ، أنفاث المغذي ممزقة ، ذراع القياس أو كباس القدرة الكاملة ملتصق ، التقسيمة غنية جداً أو سريعة جداً ، صمام فحص مضخة التسارع ملتصق ، تسريب في المغذي ، أسطوانة بدون إشعال إنزلاق ناقل الحركة الأوتوماتيكي ، فقد في إنضغاط المحرك ، حركة صمام معيبة ، زيادة في مقاومة التدحرج من إطارات منخفضة الضغط ، إنزلاق القابض " .

لكن الدورة الحديثة يمكن أن تعالج معظم هذه الأسباب عن طريق وحدة التحكم الإلكترونية لذلك غالباً ماتكون الأعطال فيها محصورة في أن حساسات وحدة التحكم الإلكترونية لاتؤدي وظيفتها بصورة جيدة . كما تتم عملية الصيانة بتركيب جهاز الفحص ومن ثم تحديد العطل على وجه الدقة .

(3-2)دورة التبريد :

(3-2-1) من وجهة نظر التكلفة :

في نظام التبريد الحديث لاتعمل المروحة بصورة مستمرة مما يوفر كمية من الطاقة الميكانيكية التي تدار بها المروحة في حالة عدم الحوجة إليها وبالتالي كمية من الوقود قليلة يتم توفيرها إذ يعتبر أساس الطاقة المولدة ، أما بالنسبة لتكاليف التشغيل (الصيانة) في الدورة الحديثة تعتبر مكلفة فى الدورة لأن الموتور الكهربائي المسئول عن إدارة المروحة حساس جداً للأتربة والأوساخ لذلك يتم تغييره بصورة مستمرة حوالي كل ثلاثة شهور تقريباً ويعتبر ثمنه مكلف .

(3-2-2)من وجهة نظر سهولة التصميم والتصنيع :

لايختلف نظام التبريد الحديث من حيث التصميم والتصنيع كثيراً عن النظام التقليدي وذلك لإن جميع أجزاء دورة التبريد في النظام الحديث توجد في النظام التقليدي بإستثناء الموتور الكهربائي .

(3-2-3)من وجهة نظر الصيانة :

بما أن دورة التبريد في السيارات الحديثة لا تختلف كثيراً عن الدورة التقليدية ؛ فإن الأعطال الناتجة منها التي غالباً ماتسبب سخونة للمحرك هي ذات الأعطال للدورة التقليدية مثل " إلتصاق المنظم الحراري في وضع الغلق ، إنسداد كلي أو جزئي لحارات المياه ، خلل في المضخة ، عيب في خرطوم المشع ، نقص في سائل التبريد ، نقص في سائل التزييت " بإستثناء إنقطاع أو إرتخاء سير المروحة المسئول عن إدارة المروحة الذي تم إستبداله بموتور كهربائي . يجب فحص كل الإسباب المحتملة المذكورة أعلاه في حالة سخونة المحرك في النظام التقليدي . أما في السيارات الحديثة يتم تركيب جهاز الفحص ومن ثم تحديد مكان العطل بدقة وسرعة عالية مما يوفر كثيراً من الوقت والجهد .

(3-3)دورة الإيقاف" الفرامل " :

(3-3-1)من وجهة نظر التكلفة :

تعتبر التكلفة الإنشائية أكبر نسبياً من نظام الفرامل التقليدي لوجود أجزاء إضافية كالحساسات ووحدة التحكم الإلكترونية الخاصة بنظام الفرامل . أما بالنسبة لتكاليف التشغيل تعتبر الأنظمة الحديثة أفضل إقتصادياً إذ يوفر بعض المنصرفات المتمثلة في تقليل تآكل الإطارات " المطاط " وذلك يمنع الإحتكاك الديناميكي بينها وسطح الطريق ، كذلك يخفض من نسبة تآكل أحذية الفرامل لقلة قوة الإحتكاك اللازمة لإيقاف السيارة وبذلك يمكن الإعتبار بصورة عامة أن نظام الفرامل الحديث أفضل من حيث التكاليف الكلية .

(3-3-2)من وجهة نظر سهولة التصميم والتصنيع :

بما أن عدد القطع والأجزاء الداخلة في تركيب النظام الحديث أكثر هذا يدل على أن تصميمها والعمليات اللازمة لتصنيعها أكثر تعقيداً من نظام الفرامل التقليدي إذ أن أي جزء جديد يحتاج إلى مكان مناسب يتناسب مع طبيعة عمله وهذه العملية " إختيار المكان المناسب " تزداد تعقيداً مع كثرة الأجزاء .

(3-3-3)من وجهة نظر السلامة والأمن الصناعي :

في هذا النوع من الفرامل يمنع إمساك (قفش) العجلات عند إستخدام الفرامل وبالتالي الحفاظ على إتزان وإمكانية توجيه السيارة مهما كانت حالة ضغط زيت الفرامل وحالة الطريق (خشن ـ مترلق ـ جاف) وسرعة السيارة كما يمنع حالات الرنين مع الأجزاء الميكانيكية .

الفصل الرابع

المناقشة

الفصل الرابع

المـــناقشـــة

يتضح من خلال الدراسة وبعد التعرف على أجزاء ومكونات وطريقة عمل كلٍ من السيارات الحديثة والتقليدية وبعد إجراء عملية المفاضلة العلمية والعملية من حيثيات متعددة أن السيارات التي تعمل بنظام التحكم الإلكتروني متميزة في أداءها ولها دقة عالية مما يساعد على رفع الكفاءة (زيادة القدرة البيانية المتولدة على سطح المكبس) كما أن إستخدام جهاز خاص لتشخيص الأعطال (حاسب آلي) الذي يستطيع أن يشخص طبيعة العطل بدقة وسرعة عالية يساعد في توفير الكثير من الوقت المطلوب لتحديد العطل وبالتالي يقلل من إطالة فترة توقف السيارة الذي يكون خصماً على الوقت الخدمي لها (وقت ضائع لخدمة السيارة) كما يوفر الكثير من الجهود المبذولة لتشخيص العطل إذ يعتبر معضلة أساسية في إجراء عملية الصيانة .

ففي دورة الوقود تم التوصل الى مزايا متعددة لنظام الحقن الإلكتروني يمكن إجمالها في إقتصادية نظام الحقن الإلكتروني بتوفير كمية من الوقود مثالية يساعد على أن تعمل الدورة بأمان (توفر الضغط المناسب) مما يحمي نظام الوقود من الأعطال المتكررة كذلك فإن حساسات الوقود تسطيع أن تعالج الكثير من الأعطال التي تؤدي إلى صرف وقود زائد كما لا يحتاج هذا النظام إلى مضخة حقن تدار من المحرك ، ويعطي قدرة أكبر ومتساوية من جميع الأسطوانات لزيادة كمية الهواء المسحوبة لعدم وجود إختناق (صمام إختناق) ، زيادة سرعة المحرك عند السرعات المختلفة

كما أن الرشاحات التي يتم تغيرها رخيصة مقارنة بالمغذي . هذا فيما يتعلق بتكاليف التشغيل أما بالنسبة للتكاليف الإبتدائية (الإنشائية) فإنها قليلة نسبياً مقارنةً بالدورة التقليدية .

يتميز هذا النظام عن النظام التقليدي من حيث السلامة والأمن الصناعي الذي أصبحت من أهم العوامل الواجب مراعاتها في عملية الصناعة .

وفي دورة التبريد تم الإستغناء عن سير المروحة الذى كثيراً مايعرض للإنقطاع والإرتخاء ؛ وتم إستبدالة بموتور كهربائي يوفر الطاقة الميكانيكية التي تدار بها المروحة بصورة دائمة في النظام التقليدي والتي تكون خصماً على قدرة المحرك بصورة مباشرة .

كذلك فإن أنظمة التحكم الإلكتروني تساعد كثيراً في أن تتم عملية الفرامل (الإيقاف) بصورة تقلل كثيراً من المخاطر الناجمة عن إمساك العجلات يميزها عن النظام التقليدي الذي كثيراً ما يتسبب في وقوع الحوادث بسبب سوء القيادة (التحميل على دواسة الفرامل) . أيضاً يقوم بتقليل التكاليف المصاحبة لتآكل الإطارات المطاط وتآكل أحذية الفرامل عند الإيقاف .

كل هذه المميزات جعلت لنظام التحكم الإلكتروني الأفضلية على نظام التحكم الميكانيكي بصورة عامة مع وجود بعض المميزات لنظام الحقن الميكانيكي .

التوصيات إلي :

١- الجـــهات المختصة بتحديد مواصفات فنية للسيارات تستخدم التقنية الإلـــكترونية الحـــديثة .

٢- مصـــانع إنتـــاج السيارات بإنتـــاج سيارات تعمل بالتقنية الإلكترونية الحديثة بدلاً من التقنية الميكانيكية .

٣- الموردين بإستجلاب السيارات الحديثة للمحافظة علي البيئة والإقتصاد .

٤- المستهلك بإستخدام السيارات الحديثة ألتي توفر الحماية لمستخدمي السيارة – وقلة تكاليفها .

٥- الباحثين من بعدنا في هذا المجال بدراسة أنظمة السرعات (صندوق التروس) – دوائر القيادة والتوجيه – الأنظمة ألتي لم يتطرق لها البحث .

المصادر :

ميكانيكا السيارات ← وليام هـ . كرواس عضو جمعية مهندسي السيارات والجمعية الأمريكية للتعليم الهندسي .

المترجم : د. أحمد عباس الشربيني : أستاذ بجامعة القاهرة – أستاذ متعاون بجامعة الخرطوم .

المراجع والمقدم : د. علي شعيب

الطبعة الأولي يوليو ١٩٧٧م

نظام الحقن الإلكتروني في الوقود ← عطية علي عطية

الطبعة الثانية ٢٠٠٥م

مواقع على شبكة المعلومات :

http:/Organisationshow/4shared.com