جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

العلوم الصناعية

الصناعي - السيارات

الثاني

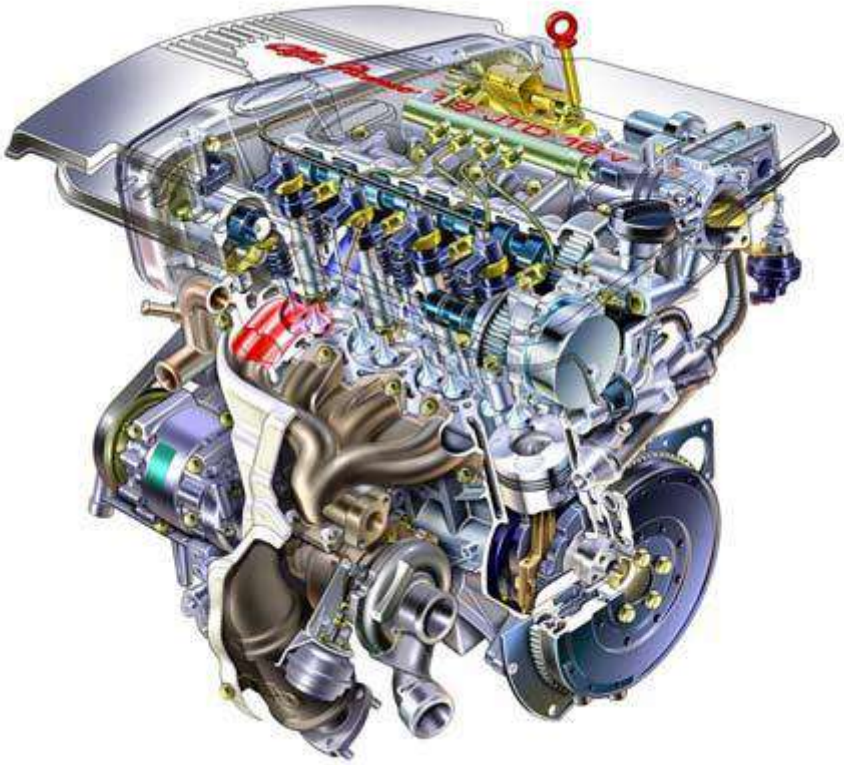
تأليف

الدكتور المهندس سعد عباس خضر الدكتور المهندس عمار علي حسين

المهندس وليد احمد الجراح المهندس صباح حسن مصراع

المهندس دريد خليل إبراهيم

الطبعة الخامسة 1447هـ - 2025م



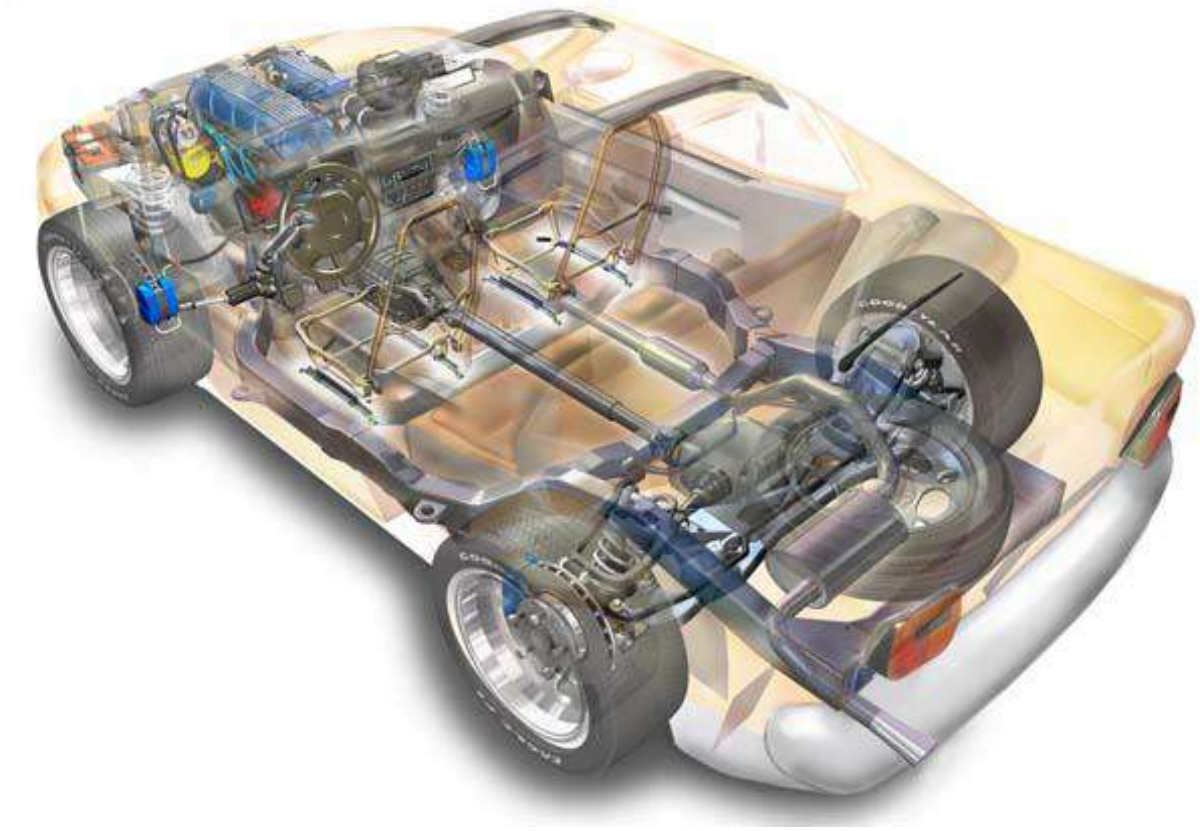
المقدمة

استجابة للخطة الوطنية لتطوير الكتب المنهجية للاختصاصات المهنية كافة وبالتعاون مع أساتذة الجامعات والمعاهد العراقية المتخصصين في هذا المجال تم انجاز هذا الكتاب الموسوم (العلوم الصناعية- للصف الثاني الاعدادي الصناعي)، وقد جاء هذا الكتاب مكملاً لما درسه طلبتنا الاعزاء في الصف الاول لمادة (العلوم الصناعية – للصف الاول الاعدادي). ان لجنة التاليف عملت على تحقيق الاهداف المعرفية والمهارية والوجدانية للطالب، لغرض الوصول به الى انفع الطرائق والوسائل للافادة القصوى من هذه المبادئ الاساسية والضرورية في مادتي العلوم الصناعية، والتدريب العملي لتحقيق افضل المستويات لهم من اجل خدمة عراقنا العزيز.

بحث الفصل الاول الدورة الثنائية والرباعية لمحركات البنزين مع بيان المحاسن والمساوئ لكل من المحركات الثنائية والرباعية و ناقش الفصل الثاني منظومة الوقود التقليدية مع شرح اجزاء دورة التغذية وطرق توريد الوقود وتناول الفصل الثالث منظومة حقن الوقود الالكترونية المستعملة في السيارات الحديثة والتطرق الى وظيفة العقل الالكتروني في تنظيم عملية توريد الوقود وتشغيل البخاخات. أما الفصل الرابع فبحث مكونات منظومة التزييت المحرك وطريقة عمل كل جزء من هذه المنظومة ومن خلال الفصل الخامس تمت مناقشة منظومات التبريد المستعملة في المحركات والتعرف على وظيفة كل جزء من هذه المنظومات. وقمنا في الفصل السادس بدراسة اجهزة نقل الحركة واخيرا ناقش الفصل السابع انواع النوابض المستعملة في منظومة التعليق للسيارة معدنية كانت او غير معدنية وكذلك انواع روادع الارتجاج بما فيها رادع الارتجاج ذو السيطرة الالكترونية.

وقد روعي في الكتاب بساطة اللغة ليسهل على الطالب أستيعاب المادة نظرياً آملين من السادة مدرسي المادة تزويدنا بملاحظاتهم ومقترحاتهم للإفادة منها في الطبعات اللاحقة.

المؤلفون



الموضوع	الصفحة
الفصل الأول : الدورة الثنائية والرباعية لمحركات البنزين	
`الدورة الثنائية والرباعية لمحركات البنزين	13
1-1 الدورة النظرية لمحركات البنزين رباعية الشوط (دورة أوتو)	15
2-1 الدورة الحقيقية (العملية)	18
3-1 مخطط فتح وغلق الصمامات لمحركات البنزين رباعية الشوط	21
توقيت الصمامات	21
1- 4 الصمامات المتعددة	24
1- 5 توقيت الصمامات المتغير الذكي	25
1 -6 الدورة النظرية لمحركات البنزين ثنائية الشوط	26
1- 7 مخطط فتح وغلق فتحات محرك الدورة الثنائية	28
1-8 مقارنة بين المحركات رباعية الشوط والمحركات ثنائية الشوط	29
أسئلة الفصل الأول	34
الفصل الثاني: منظومة الوقود التقليدية	
منظومة الوقود التقليدية	35
2-1 الوقود	37
2-2 البنزين	37
2-3 وقود محركات الديزل	44
2-4 الغاز السائل	45
2-5 الإيثانول	46
2-6 الطاقة	47
2-7 الطاقة الشمسية	47
2-8 مجموعة الوقود	48
2-9 الغرض من مجموعة الوقود	48
2-10أجزاء مجموعة الوقود في محرك البنزين	49
طرق تغذية الوقود	50
2-11 المتطلبات والشروط التي يجب أن يحققها المغذي	56
2-12 تصنيف المغذيات	56

2-13أنواع المغذيات	57
2-14-1نظرية عمل المغذي البسيط	58
2-14-2 تأثير الفنجوري	59
2- 15مغذيات زينث	62
2-16 نظرية عمل مغذي زينث	62
2-17 مغذي سولكس	65
2-18 مغذي SU	65
2-19 التركيب	67
2-20 الغازات الناتجة من احتراق الوقود في المحركات وتاثيرها	68
أسئلة الفصل الثاني	70
الفصل الثالث: منظومة الحقن الوقود الالكتروني	
3-1منظومة الحقن الالكتروني في محركات البنزين	73
مكونات نظام الحقن الالكتروني	74
3-2 منظومة الوقود	74
3-2 -1اجزاء منظومة الوقود	75
3-2 -2مكونات المنظم	
3-2 -3عمل منظم ضغط الوقود	79
3-2-4أجزاء البخاخات	80
3-2-5عمل البخاخات	82
3-3انواع حقن الوقود	82
التشغيل البارد	85
3-4منظومة الهواء	86
3-5مكونات منظومة الهواء	87
3-5-1مصفي الهواء	87
3-5-2حساس درجة حرارة الهواء الداخل	87
3-5-3حساس تدفق الهواء	88
3-5-4جسم الخانق	91
3-5-5حساس الضغط المطلق في مجمع السحب	92
3-6منظومة السيطرة	93
3-7مقارنة بين نظام المغذي ونظام الحقن الالكتروني	96
3-8منظومة التحكم الالكتروني - الذكي في الخانق	98

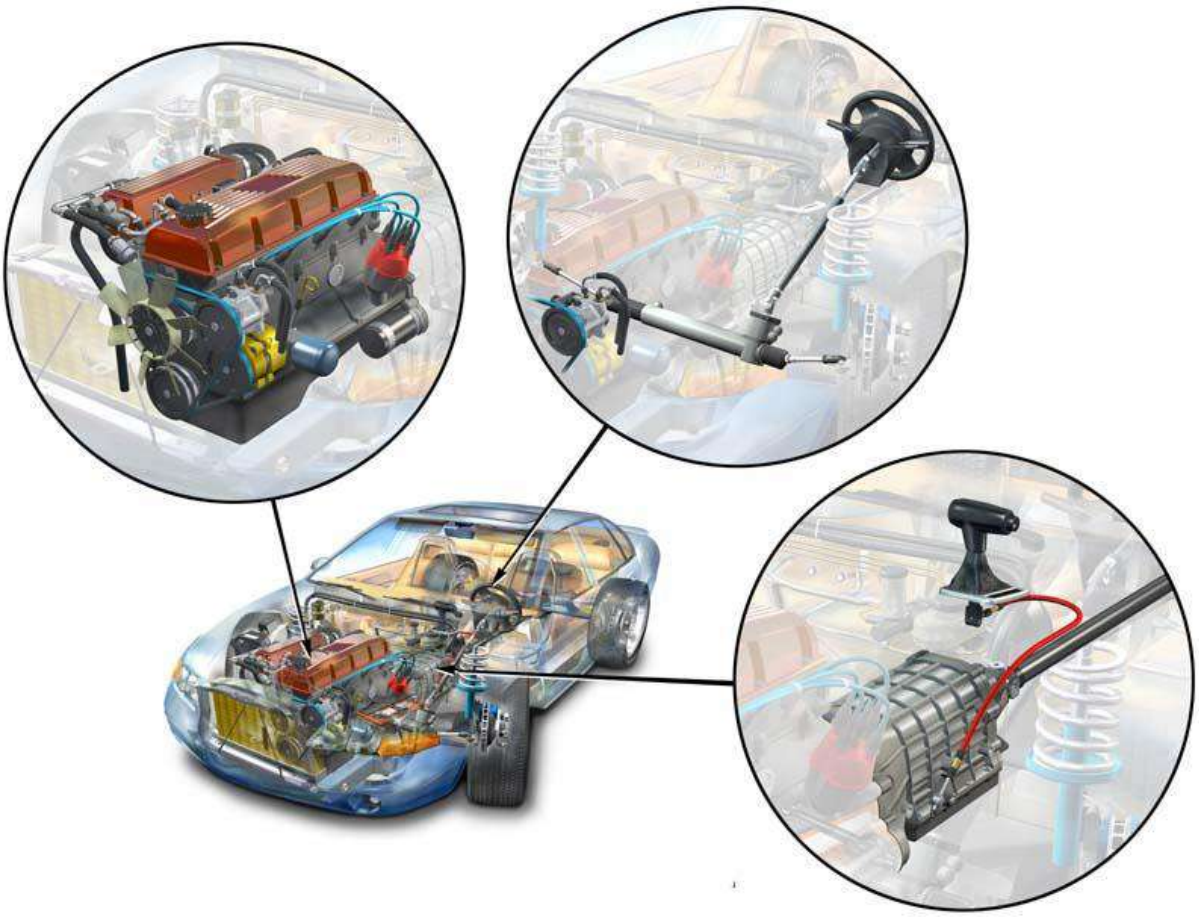
9-3 وحدة التحكم الالكتروني للسيطرة على تغذية المحرك	100
10-3وحدة التحكم الالكتروني للسيطرة على الاشعال الالكتروني	101
11-3طريقه عمل حساس عمود المرفق في نظام الاشعال الالكتروني	103
12-3طريقه عمل حساس الصفع في نظام الاشعال الالكتروني	104
13-3نظام السيطرة بواسطة مفتاح التشغيل على نظام الحقن الالكتروني	105
14-3التحكم الالكتروني بغازات العادم	106
مصطلحات فنية	116
اسئلة الفصل الثالث	117
الفصل الرابع: منظومة التزييت	
1-4منظومة التزييت	121
2-4 الغرض من منظومة التزييت	121
3-4صيانة معايرة الزيت	122
4-4 الخصائص الواجب توفرها في زيوت التزيت	12
5-4اللزوجة الزيت	123
6-4 اضافات الزيوت	123
7-4تأثير درجات الحرارة على الزيت في الأجواء(الحارة والباردة)	124
8-4وظائف زيت التزييت	125
9-4 الاجزاء المتحركة التي تتطلب التزيت	125
10-4منظومات ترشيح زيت التزييت	126
11-4طرق التزييت	127
12-4تشغيل منظومة التزييت	128
13-4أجزاء منظومة التزييت	129
اسئلة الفصل الرابع	137
الفصل الخامس : منظـــومـة التبريد	
1-5الغرض من عملية التبريد	140
2-5أنظمة التبريد المستخدمة في المحركات	141
3-5مجموعة التبريد المائي للمركبات	141
1-3-5قمصان الماء	142
2-3-5مضخة الماء	144
3-3-5مروحة المحرك	145

5-3-3-1المروحة المدارة بواسطة المحرك	146
5-3-3-2المروحة المدارة بواسطة محرك كهربائي	148
5-3-4المشـع	149
5-3-5غطـــاء المشـــع	151
5-3-6مبرد زيت ناقل الحركة الذاتي	153
5-3-7الخـــراطيـــم	154
5-3-7-1الخراطيم العامة	154
5-3-7-2الخراطيم المشكلة	155
5-3-7-3خراطيم نوع الأوكورديون	155
5-3-8المنظم الحراري(الثرموستات)	156
5-3-9المحاليل المانعة للتجمد	157
5-3-10 بؤرة التدفئة	158
5-3-11مبينات درجة حرارة المحرك	159
5-3-11-1مبينات درجة حرارة المحرك (سائل التبريد) ذو ملف التوازن	159
5-3-11-2مبين درجة حرارة الماء (النوع الحراري)	160
5-4ارتفاع درجة حرارة المحرك بسبب اختلال نظام التبريد	161
5-5مجموعة التبريد الهوائي للمركبات	161
5-5-1الزعـــانف	162
5-5-2المـروحـــة	162
5-6مقارنة بين انظمة التبريد بالهواء والتبريد بالماء	163
اسئلة الفصل الرابع	166
الفصل السادس:أجهزة نقل الحركة	
6-1الغاية من اجهزة نقل الحركة	169
6-2مكونات اجهزة نقل الحركة	169
6-2-1القابض	170
6-2-1-2اهمية القابض	171
6-2-1-3عمل القابض	172
6-2-1-4 متى يستعمل القابض	173

6-2-1-5 اجزاء القابض	173
الحذافة	173
قرص الاحتكاك	174
6-2-1-6طرق تثبيت بطانة الاحتكاك	175
قرص الضغط	176
كرسي الاعتاق	177
ذراع الدفع	178
6-2-1-7عمل القابض القرصي الاحتكاكي	179
6-2-1-8طرق ايصال الحركة الى القابض القرصي	180
6-2-1-9انواع القوابض	182
قابض احتكاكي ذو قوة الطرد المركزي	182
القابض القرصي ثنائي القرص	183
القابض متعدد الاقراص	184
القابض الكهرومغناطيسي	184
القابض الهيدروليكي	185
6-2-2صندوق التروس	186
6-2-2-1نسب التروس والعزم	186
6-2-2-2مفاهيم اساسية للتروس	187
6-2-2-3مكونات صندوق التروس	189
عمود القابض	190
عمود صندوق التروس	190
العمود المناول	191
عمود الادارة الخلفية	192
رافعة تغيير السرعة	192
6-2-2-4صندوق التروس الانزلاقي	193
6-2-2-5اداء صندوق التروس	193
6-2-2-6صندوق التروس دائم التعشيق	197
6-2-2-7ميكانيكية عمل موفق السرعة	198
6-2-2-8السرعة الخامسة	202

3-6عمود الادارة الخلفي	202
1-3-6وضيفة عمود الادارة الخلفي	202
2-3-6 مواصفات عمود الادارة	203
3-3-6 الوصلة المفصلية	203
4-3-6 حمالة عمود الادارة	204
4-6 ايصال الحركة الى العجلات الاربعة	205
1-4-6الوصلة المفصلية الخارجية	206
2-4-6المحور الخلفي	207
5-6 اجزاء المحور الخلفي	208
1-5-6 ترس الادارة وترس التاج	208
2-5-6طريقة عمل المجموعة الفرقية	210
3-5-6 الاعمدة النصفية	211
4-5-6 الدفع بالعجلات الاربعة	213
1-4-5-6علبة تحويل الحركة لسيارات الدفع الرباعي	214
2-4-5-6منظومة التعشيق الاوتوماتيكي للعجلات الاربعة	215
6-6 جهاز نقل الحركة الذاتي	217
1-6-6 منظومة التوصيل بالسائل	218
1-7-6 محول العزم	221
2-7-6 العضو الثابت	222
1-2-7-6 اهمية العضو الثابت	223
4-6-6صندوق التروس الفلكية	224
8-6 مجموعة التغيير المتدرج للسرعة	227
اسئلة الفصل السادس	230
الفصل السابع : النوابض وروادع الارتجاج	
1-7النوابض	233
1-1-7خواص النوابض	234
2-1-7أنواع النوابض	234
3-1-7النوابض المعدنية	237
1-3-1-7النوابض الحلزونية	237

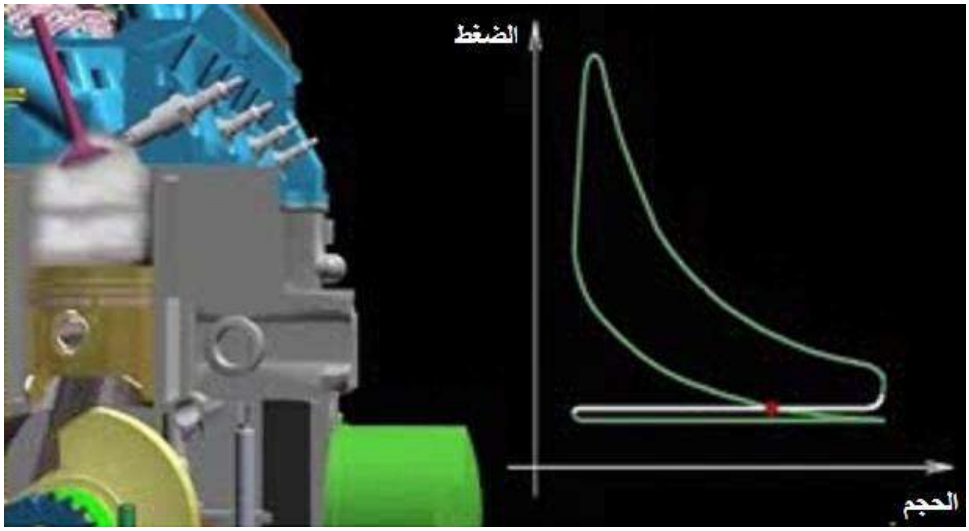
7-1-3-2 النوابض الـورقية	239
7-1-3-3 أعمـــدة اللي	241
7-1-4 النوابض غير المعدنية	243
7-1-4-1 النوابض الهوائية	243
7-1-4-2 النوابض الهيدروهوائية	244
7-1-4-3 النوابض المطاطية	247
7-2 روادع الارتجاج	248
7-2-1 الأجزاء الرئيسة	249
7-2-2 أنواع روادع الارتجاج	250
7-2-2-1 رادع ارتجاج ذو انبوب مفرد	250
7-2-2-2 رادع ارتجاج ذو انبوب مفرد ومكبس عائم	251
7-2-2-3 رادع ارتجاج ذو انبوب مزدوج	252
7-2-2-4 رادع ارتجاج ذو سيطرة الكترونية	254
أسئلة الفصل السابع	258



الفصل الأول

الدورة الثنائية والرباعية لمحركات البنزين

Two and Four Stroke Cycle of Gasoline Engines



الأهداف:

بعد الانتهاء من هذا الفصل يصبح الطالب قادراً على أن:

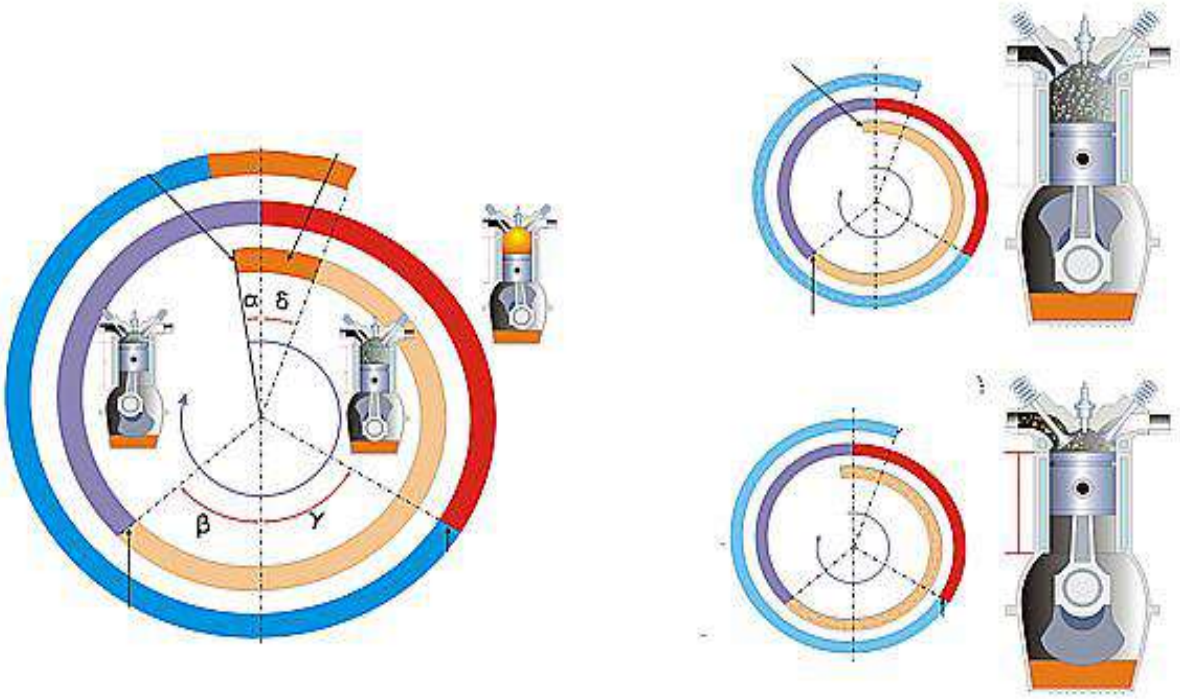
1- يعرف الدورة النظرية لمحركات البنزين رباعية الشوط.

2- يعرف الدورة الحقيقية لمحركات البنزين رباعية الشوط .

3- يحسب زاوية فتح وغلق الصمامات لمحركات البنزين رباعية الشوط.

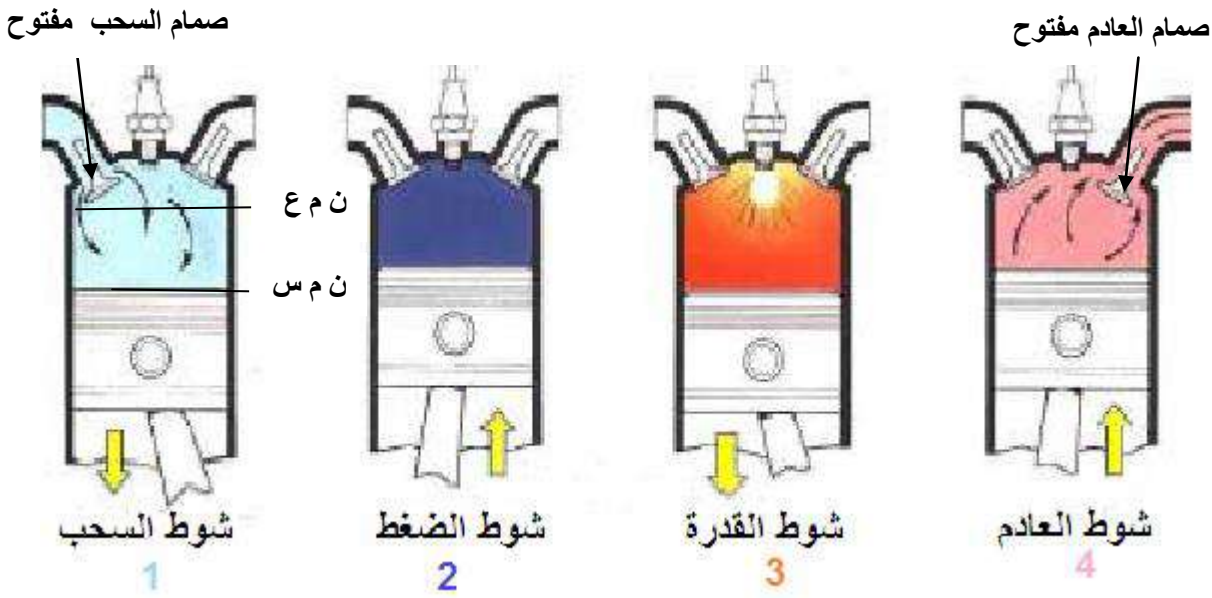
4- يتعلم ويرسم مخططات فتح وغلق الصمامات لمحركات البنزين رباعية الشوط وفتح وغلق فتحات محركات البنزين ثنائية الشوط.

5- توقيت فتح وغلق الصمامات لمحركات البنزين رباعية الشوط وتوقيت فتح وغلق الفتحات لمحركات البنزين ثنائية الشوط .


α
δ
β
γ

1 -1 الدورة النظرية لمحركات البنزين رباعية الشوط (دورة أوتو) (Otto Cycle) :

تكتمل الدورة الرباعية بأربعة أشواط للمكبس وبدورتين لعمود المرفق ويتكون كل شوط من زاوية مقدارها (180˚) من دوران عمود المرفق ، وبذلك فأن الدورة الرباعية تكتمل بزاوية مقدارها (270˚) من دوران عمود المرفق ، وأن تسلسل الأشواط للدورة النظرية لمحركات الاشتعال بالشرارة والموضحة كما في الشكل (1-1)



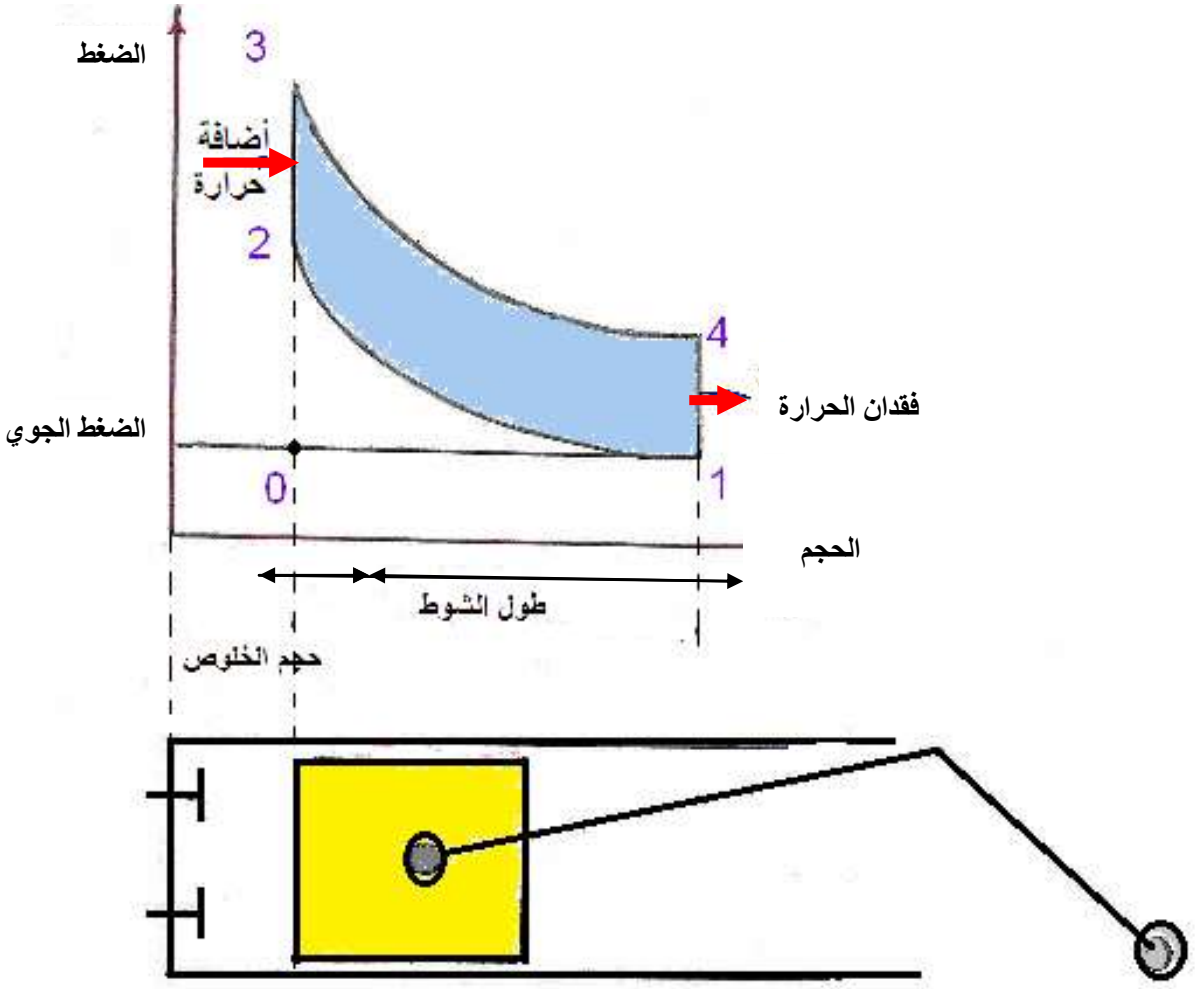
صمام السحب: مغلق	صمام السحب: مغلق	صمام السحب: مغلق	صمام السحب: مفتوح
صمام العادم : مفتوح	صمام العادم : مغلق	صمام العادم : مغلق	صمام العادم : مغلق
وضع المكبس :للأعلى	وضع المكبس :للأسفل	وضع المكبس :للأعلى	وضع المكبس :للأسفل
الاشتعال : لايوجد	الاشتعال : أشتعال	الاشتعال : لايوجد	الاشتعال : لايوجد

شكل (1-1) الأشواط الأربعة لمحركات البنزين

1-1-1 شوط السحب (Intake Stroke):

يتحرك المكبس في هذا الشوط من النقطة الميتة العليا (ن. م. ع) الى النقطة الميتة السفلى (ن .م .س) ويفتح صمام السحب بينما يكون صمام العادم مغلقاً تندفع كمية من مزيج الهواء والوقود الى داخل الأسطوانة وتتم هذه العملية بتغير الحجم وثبات الضغط الذي يساوي الضغط الجوي التي يمثلها الخط

(1→0) في المخطط البياني النظري للدورة في علاقة بين الضغط والحجم وحسب ما مبين في الشكل (2-1).



شكل (2-1) المخطط النظري للدورة الرباعية لمحركات الاشتعال بالشرارة (بنزين)

2-1-1 شوط الضغط (Compression Stroke):

يبدأ شوط الضغط بحركة المكبس من (ن. م .س) الى (ن. م. ع) وفي هذه الحالة يكون صماما السحب والعادم مغلقين وتتم عملية ضغط المزيج إلى حجم غرفة الاحتراق فتصدر الشرارة الكهربائية من شمعة الاشعال قبل نهاية شوط الضغط بقليل وبوصول المكبس الى (ن .م .ع)، يحدث الاشتعال . إن المنحني (2→1) يبين أرتفاع الضغط وتغيّر الحجم ؛لأن حجم الأسطوانة يقل كلما أرتفع المكبس نحو الأعلى ، وكما في المخطط النظري الموضح في الشكل (2-1) وكذلك نلاحظ أرتفاع الضغط السريع عند الاشتعال اللحظي للمزيج وتمدد الغازات ، ولكن الحجم يبقى ثابتاً بحدود الخلوص الذي يمثله حجم غرفة الاحتراق وهذا مايمثله الخط (3→2) .

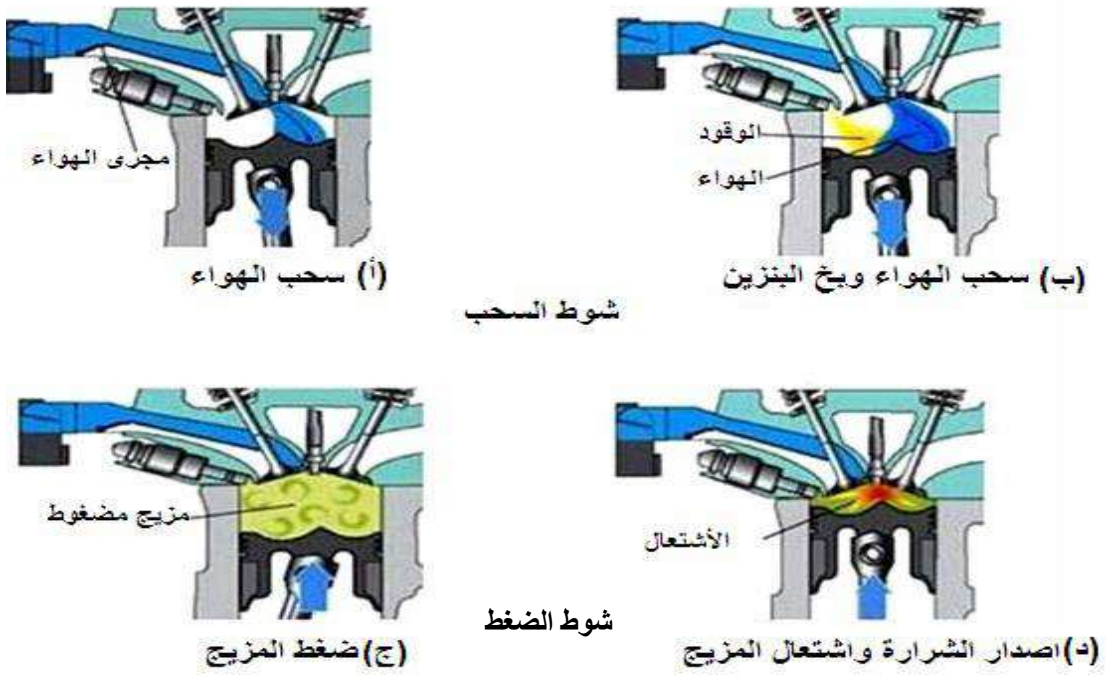
3-1-1 شوط القدرة (شوط التمدد) (Power Stroke) :

يندفع المكبس من (ن. م .ع) باتجاه (ن .م .س) بتأثيرمن الضغط الشديد الذي تسلطه عليه الغازات المتمددة نتيجة الاشتعال مع بقاء صماما السحب والعادم مغلقين وبذلك نحصل على الشغل المطلوب .إن الضغط ودرجة الحرارة يهبطان كلما زاد حجم الأسطوانة بنزول المكبس، وهذا مانلاحظه متجسداً في منحني الضغط والحجم (4→3) وعند نهاية شوط القدرة يفتح صمام العادم عند النقطة (4) ويهبط الضغط بشكل سريع ليساوي الضغط الجوي، وكما موضح في الخط (1→4) المبين في الشكل (1-2)

4-1-1 شوط العادم (Exhaust Stroke) :

الخط البياني(0→ 1→4) لمنحني الضغط والحجم في الشكل (1-2) يمثل شوط العادم أذ يتحرك المكبس من (ن. م. س) باتجاه (ن. م .ع) و صمام العادم يكون مفتوحاً في حين يكون صمام السحب مغلقاً فتنصرف الغازات المحترقة عن طريق صمام العادم وبتأثير دفع المكبس ويبقى الضغط داخل الأسطوانة مساوياً للضغط الجوي لبقاء صمام العادم مفتوحاً .

كل أسطوانة تكمل دورتها بأربعة أشواط التي مر ذكرها وبدورتين لعمود المرفق . وتعمل دورة أوتوالنظرية على أساس الحجم الثابت . أما في محركات البنزين المزودة بنظام الحقن ، فأن شوط السحب لايتم فيه سحب المزيج (هواء + وقود) كما مر ذكره في منظومة الوقود التقليدية وإنما يتم سحب الهواء فقط عن طريق صمام الدخول أما الوقود فيتم حقنه إلى الأسطوانة بواسطة الحاقن ويمتزج مع الهواء ثم يضغط المزيج في شوط الضغط ليشتعل بالشرارة الصادرة من شمعة الاشتعال في نهاية الشوط . وكما موضح في الشكل (1-3) .



شكل (1-3) شوطا السحب والضغط في محركات البنزين المزودة بنظام الحقن

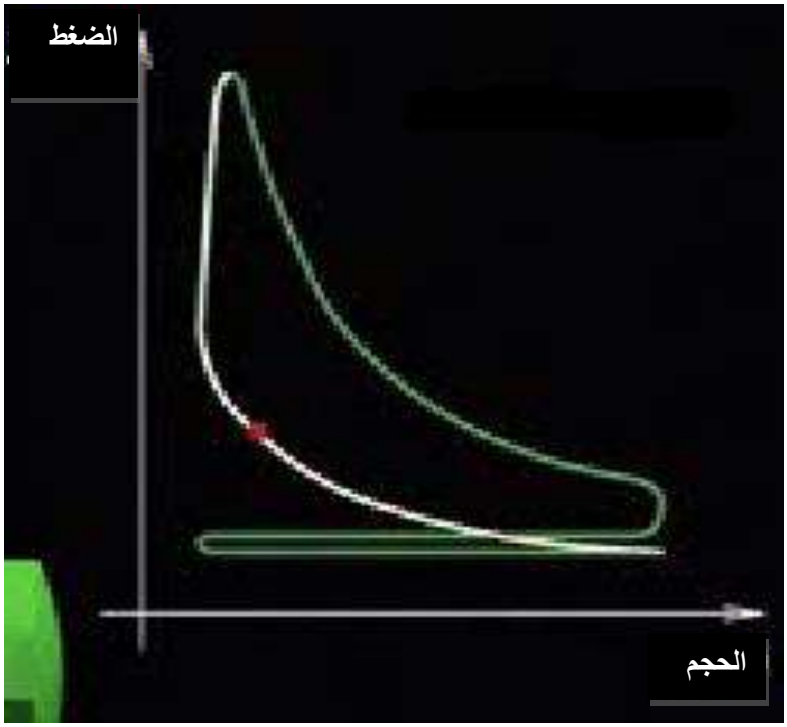
2-1 الدورة الحقيقية (العملية):

إن المخطط البياني الحقيقي (العملي) الموضح في الشكل (1-4) لايتطابق مع المخطط البياني النظري للدورة الرباعية في الشكل (1-2) للأسباب الآتية :

إن النقطة الموجودة على المنحنيات البيضاء المبينة في المخططات تمثل العلاقة البيانية للضغط والحجم خلال حركة المكبس أما المنحنى الأبيض فهو يمثل الشوط.

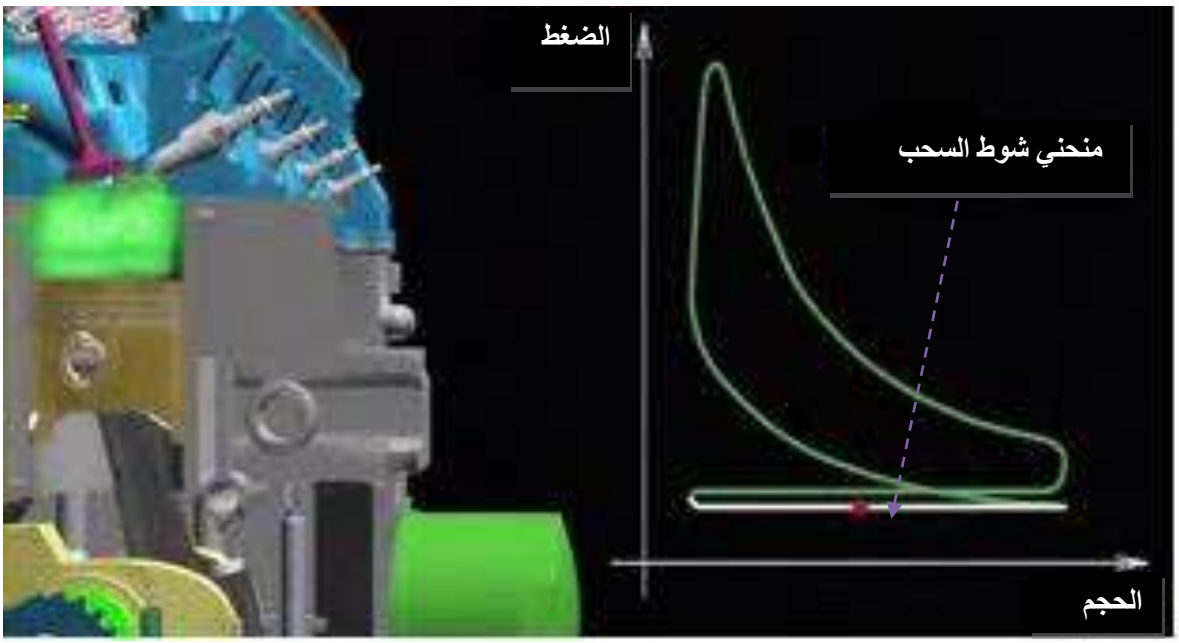
كما مبين في الحالات التالية :

1- إن الصمامات في الدورة النظرية تفتح وتغلق آنياً عند النقطة الميتة العليا والنقطة الميتة السفلى ، أما في الدورة الحقيقية أو الفعلية فأنها تفتح قبل النقطة الميتة وتغلق بعد النقطة الميتة المناظرة لها.



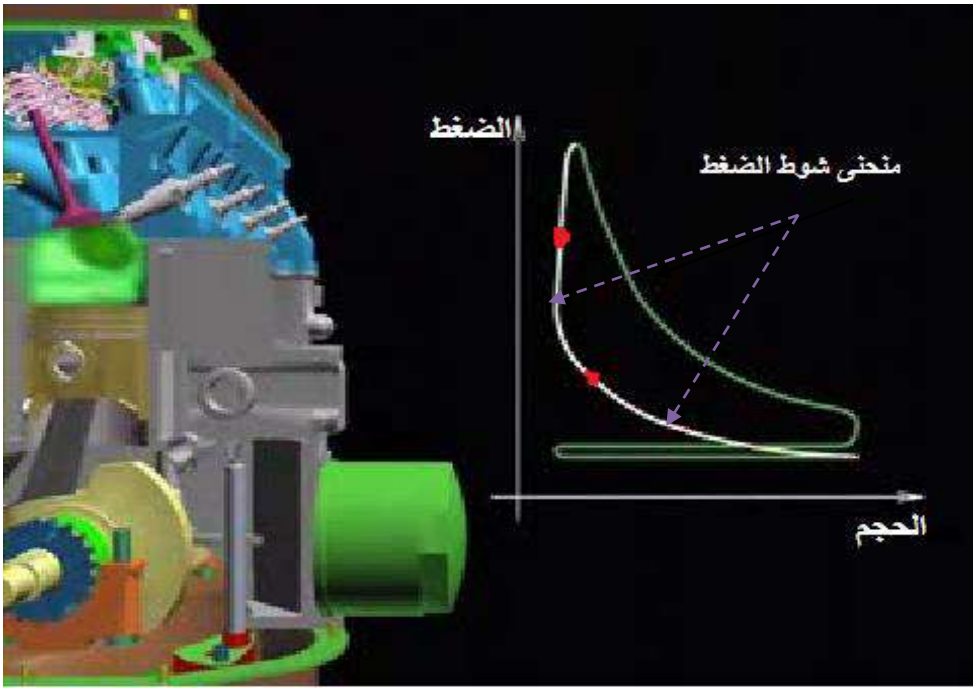
شكل (1-4) المخطط العملي لمحرك بنزين رباعي الشوط

2- دخول المزيج في شوط السحب عن طريق صمام الدخول يتم بتأثير هبوط الضغط داخل الأسطوانة عن الضغط الجوي لذا نلاحظ انخفاض خط شوط السحب الذي تتحرك عليه النقطة في الشكل (1-5). أما مخطط الضغط - الحجم في الدورة النظرية التي سبق شرحها يبين تساوي الضغط داخل الأسطوانة مع الضغط الجوي.



شكل (1-5) المخطط العملي لمحرك بنزين رباعي الشوط

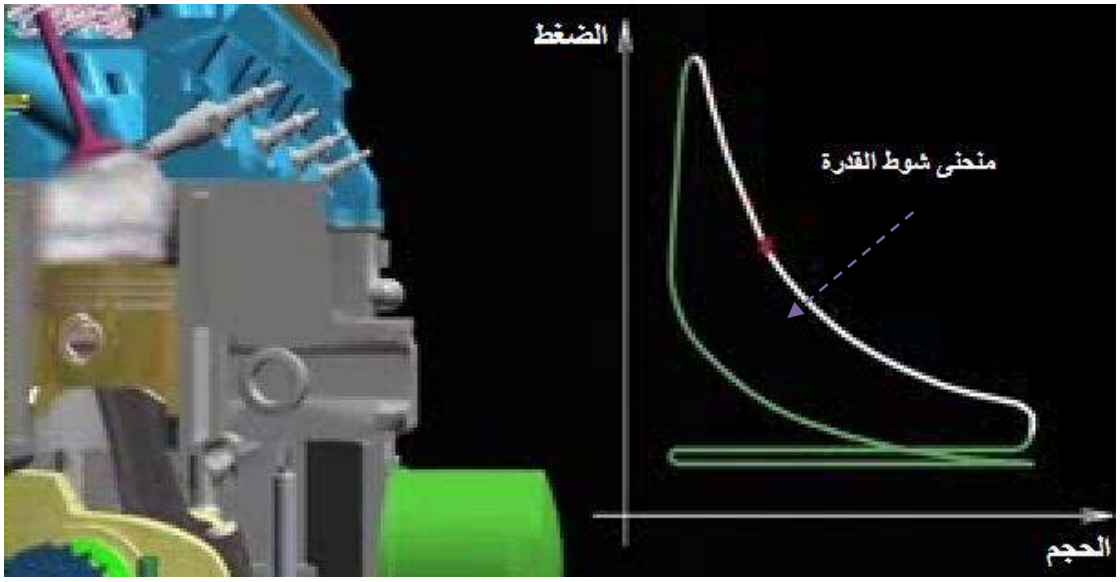
أن منحني شوط الضغط في الدورة الحقيقية لايختلف عنه في المخطط النظري ، ولكن الاشتعال يتم بالتدريج وبشكل جبهات تنتقل لتشمل المزيج كله ولذا فان الاشتعال يحتاج الى وقت وهذا يعني أن المكبس يغادر (ن. م .ع) قبل انتهاء الاشتعال بالكامل أي أن الحجم تجاوز حجم غرفة الاحتراق ولهذا نلاحظ ميلان خط الاشتعال نحو اليمين دلالةً على الزيادة في الحجم لاحظ الخط الذي تتحرك فيه النقطة في الشكل (1-6).وان الاشتعال لايتم بلحظة ، كما في الدورة النظرية .



شكل (1-6) المخطط العملي لمحرك بنزين رباعي الشوط

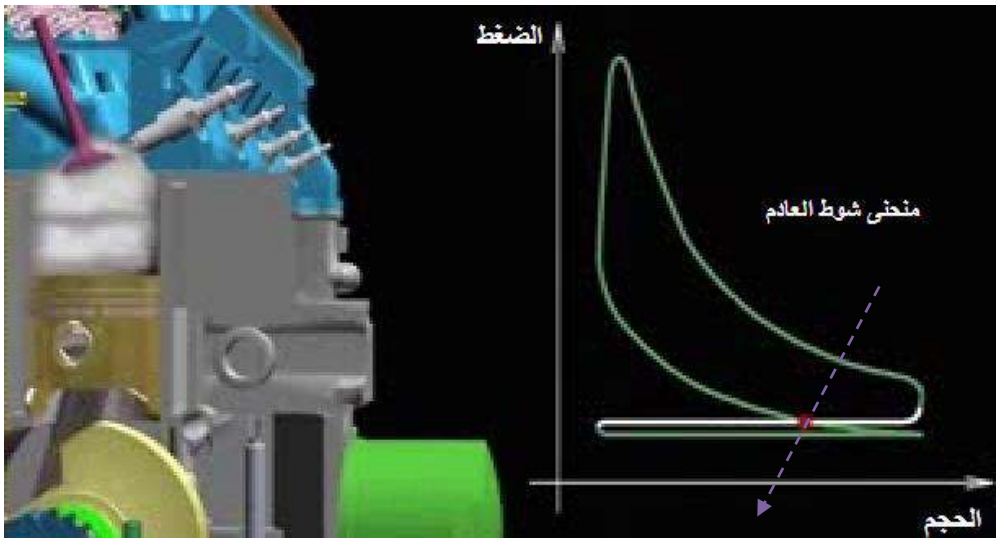
3- المنحني الأبيض الذي تتحرك عليه النقطة هو منحني شوط القدرة في مخطط الضغط - الحجم العملي ويكون منخفضاً عنه في المخطط النظري، لأن الضغط في هذا الشوط يكون أقل عمليا، وكما موضح في الشكل (1-7).

4- نلاحظ في الشكل (1-7) أن نهاية المنحني تكون مستديرة؛ لأن هبوط الضغط لم يكن فجائياً بسبب فتح صمام العادم قبل نهاية شوط القدرة أي قبل وصول المكبس إلى (ن. م .س).



شكل (1-7) المخطط العملي لمحرك بنزين رباعي الشوط

5- يتم خروج الغازات المحترقة في شوط العادم عن طريق صمام الخروج لأن الضغط داخل الأسطوانة أعلى من الضغط الجوي لاحظ الشكل (1-8) . بينما الخط المستقيم في المخطط النظري يظهر تساوي الضغطين .



شكل (1-8) المخطط العملي لمحرك بنزين رباعي الشوط

3-1 مخطط فتح وغلق الصمامات لمحركات البنزين رباعية الشوط:

توقيت الصمامات (Timing of Valves) :

المقصود بتوقيت الصمامات هو فتح وغلق كل من صمامي السحب والعادم بزاوية معينة وحسب سرعة الدوران التى يصمم من أجلها المحرك أي فتح صمام السحب قبل النقطة الميتة العليا (ن. م.ع) وغلقه بعد النقطة الميتة السفلى (ن .م .س) ، وفتح صمام العادم قبل النقطة الميتة السفلى وغلقه بعد النقطة الميتة العليا وتعتمد سرعة المحرك على توقيت الصمامات والغرض من ذلك هو :

1-دخول أكبر كمية ممكنة من المزيج في أثناء شوط السحب.

2-طرد أكبر كمية من غاز العادم في أثناء شوط العادم.

ويختلف توقيت الصمامات كثيراً حسب نوع المحرك والسرعة التي يصمم لأجلها وللتوضيح نأخذ الأمثلة الآتية:

مثال (1):

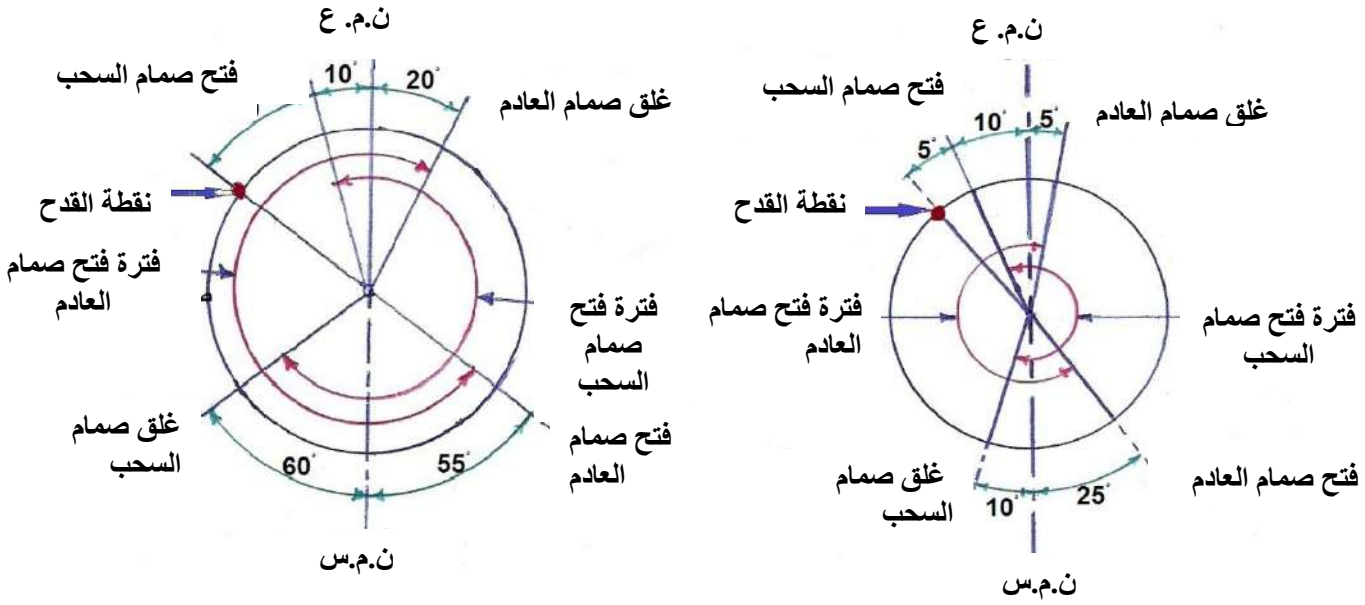
الشكل (1-9 أ) يوضح توقيت صمامات محرك ذات سرعة بطيئة إذ يفتح صمام السحب بـ (10 درجة) قبل النقطة الميتة العليا ويغلق عند (10 درجة) بعد النقطة الميتة السفلى وبذلك يكون أقصى مدى يفتح به صمام السحب لدخول المزيج في هذا المحرك (°200=°10 +°180 +°10) من زوايا عمود المرفق . ويفتح صمام العادم قبل النقطة الميتة السفلى بـ °25 ويغلق عند °5 بعد النقطة الميتة العليا وبهذا يكون المدى الذي يطرد به العادم هو (°210=°5 +°180 + °25) من زوايا عمود المرفق . كما نلاحظ أن لحظة حدوث الشرارة من شمعة هو (15 درجة) قبل نهاية شوط الضغط .

مثال (2):

الشكل (1-9 ب) يوضح توقيت صمامات محرك سريع الدوران ويكون فيه فتح صمام السحب بـ (10 درجة) قبل النقطة الميتة العليا ويغلق عند (60 درجة) بعد النقطة الميتة السفلى وبذلك يكون أقصى مدى يفتح به صمام السحب لأدخال المزيج هو (250 درجة) من زوايا عمود المرفق . كما يفتح صمام العادم قبل النقطة الميتة السفلى بـ(55 درجة) ويغلق عند (20درجة) بعد النقطة الميتة العليا. وذلك لجعل فترة طرد العادم أطول مايمكن وهي (255 درجة). وربما يخرج بعضاً من المزيج الجديد في فترة التداخل مع غازات العادم لكن مقداره ليس كثيراً. أما لحظة حدوث الشرارة فيكون عند(30 درجة) قبل انتهاء شوط الضغط.

ومن هنا يتبين أنه كلما زادت سرعة المحرك كلما فتح صمام السحب مبكراً وأغلق صمام العادم متأخراً. وكلما زادت السرعة تزداد زاوية تقديم الشرارة.

ومن الملاحظ في الشكل (1-10) إنه عند (ن .م .ع) المطابقة لنهاية شوط العادم وبداية شوط السحب يكون الصمامان مفتوحين معاً فيطلق عليهما إنهما متداخلان ، وهذا ضروري للاستفادة من دخول المزيج بطرد غازات العادم المتبقية وجعل الشحنة الجديدة نظيفة .



(أ) مخطط توقيت الصمامات لمحرك بطيء (ب) مخطط توقيت الصمامات لمحرك سريع

شكل (1-9) مخطط توقيت الصمامات لمحركات البنزين رباعية الاشوط

شكل (1-10) فترة التداخل يكون فيها صماما السحب والعادم مفتوحين

مثال (3) :

مخطط توقيت الصمامات في الشكل (1-11أ) لمحرك هيلمن يكون فيه :

صمام السحب يفتح عند 11˚ قبل (ن .م .ع)،ويغلق عند (55 درجة) بعد (ن .م .س).وبذلك تكون زاوية فتح صمام السحب. (246˚ =55˚+180˚+11˚)

صمام العادم يفتح عند 53˚ قبل (ن .م. س)،ويغلق عند (13˚) بعد (ن. م .ع).وبذلك تكون زاوية فتح صمام العادم .(246˚ =13˚+180˚+53˚) .

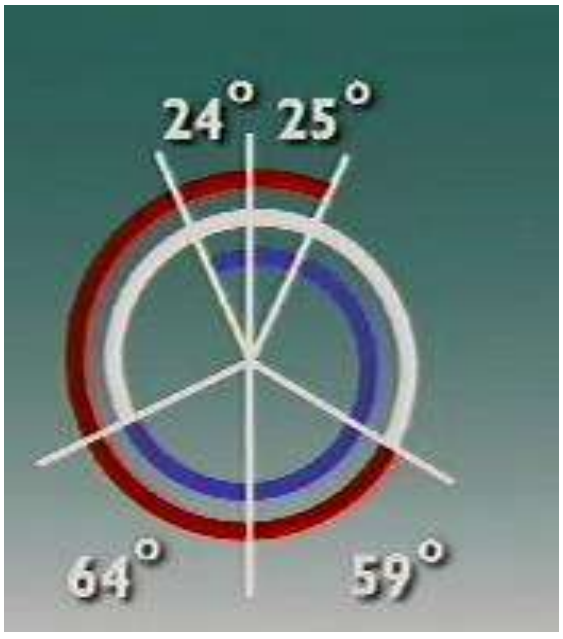
مثال (4) :

مخطط توقيت الصمامات في الشكل (1-11ب) لمحرك سيكما يكون فيه :

صمام السحب يفتح عند (24 درجة) قبل (ن م ع)،ويغلق عند(64 درجة) بعد (ن م س) . وبذلك تكون زاوية فتح صمام السحب (288˚=64˚+180˚+24˚) .

صمام العادم يفتح عند (59 درجة) قبل (ن م س)،ويغلق عند (25 درجة) بعد (ن م ع). وبذلك تكون زاوية فتح صمام العادم .(254˚=25˚+180˚+59˚) .

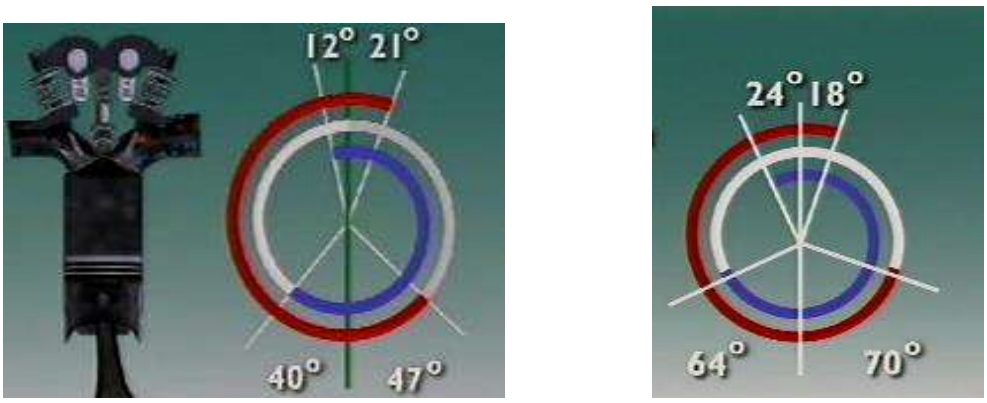
(أ) محركات هيلمن



(ب) محركات سيكما

شكل (1-11) مخططات توقيت الصمامات لبعض المحركات

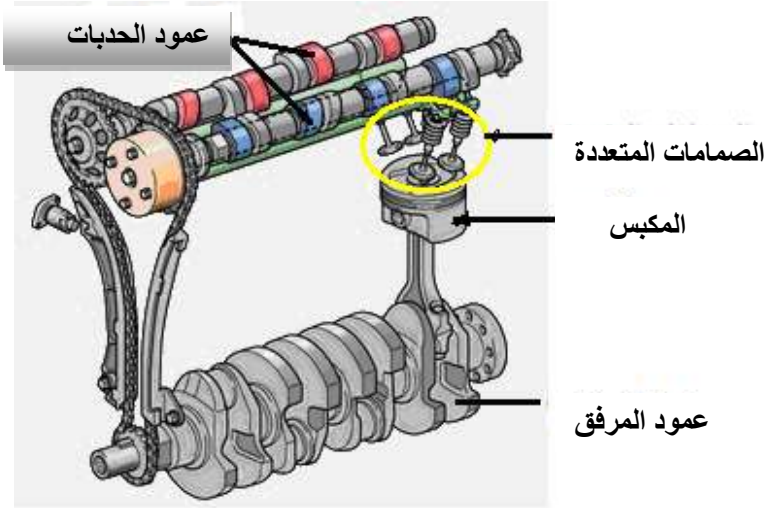
والشكل (1-12) يعطي مخططات توقيت الصمامات لبعض المحركات وحسب تصميمها .



شكل (1-12) مخططات توقيت الصمامات المحركات سبارو

1-4 الصمامات المتعددة:

المقصود بالصمامات المتعددة هو تجهيز كل أسطوانة في المحرك بصمامات أضافية أي أثنين للسحب وأثنين للعادم ، وذلك لأن المحركات ذات الصمامات الأحادية تقل كفاءتها عند السرعات العالية ، كما يزداد استهلاكها للوقود لأن المحرك يحتاج إلى كميات أكبر من الهواء تكفي لأحتراق الوقود أحتراقاً كاملاً وخروج اكبر لغازات العادم ، وهذا لايتحقق لتلك المحركات لمحدودية فتحات الصمامات التي تحد من استجابة المحرك وتعوق دخول الكميات المطلوبة من الهواء وخروج اكبر مايمكن من غازات العادم والذي يؤدي إلى مزيج غني أكثر من المطلوب وعدم احتراقه بشكل كامل ، وهذا يؤثر على قدرة المحرك وأستهلاكه الزائد للوقود . وبذلك برزت الحاجة إلى تصميم محركات ذات صمامات متعددة (أثنين للسحب وأثنين للعادم) كما تجهز بأعمدة الحدبات العلوية مزدوجة الحدبات لتحريك تلك الصمامات والواضح في الشكل (1-13) لتلافي محدودية فتحات الصمامات في دخول كميات أكبر من الهواء وخروج كمية أكبر من العادم لإحراق تام للوقود وتحقيق الكفاءة والعزم المطلوب من المحرك ويقل أستهلاك الوقود كما يقلل من انبعاث الغازات الملوثة .

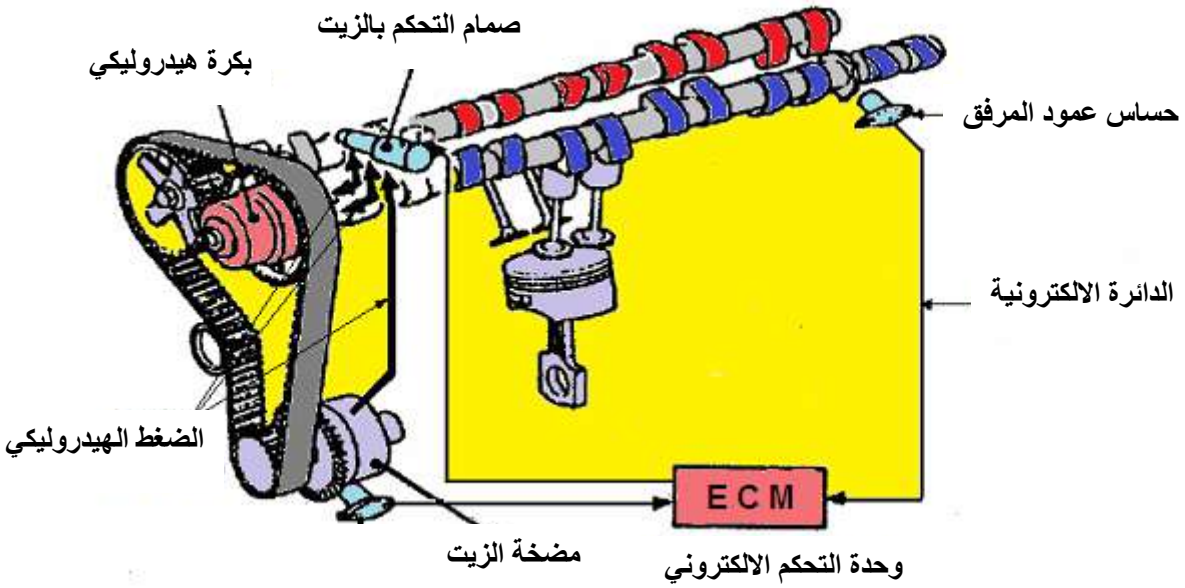


شكل (1-13) محرك مجهز بصمامات متعددة

5-1 توقيت الصمامات المتغير الذكي (Variable Valve Timing – Intelligent) (V V T –I):

تنشأ عند استعمال المحركات متعددة الصمامات مشكلة زيادة الهواء في الخليط عند السرعات المنخفضة ولقلة أحتياج المحرك للهواء في هذه السرعة كون زيادة الهواء تؤدي إلى ضعف الخليط ، ومن الصعوبة التحكم به نظراً لوجود صمامين للهواء، من هنا برزت الحاجة إلى استعمال نظام توقيت الصمامات المتغير الذكي ، أومايسمى بالصمامات الذكية وهو عبارة عن نظام لحركة الصمام الرأسية وتوقيت فتح الصمام بواسطة مجموعة من الحركات الميكانيكية والهيدروليكية ، ويعتمد هذا النظام على الأوامر الإلكترونية من وحدة التحكم الألكتروني.

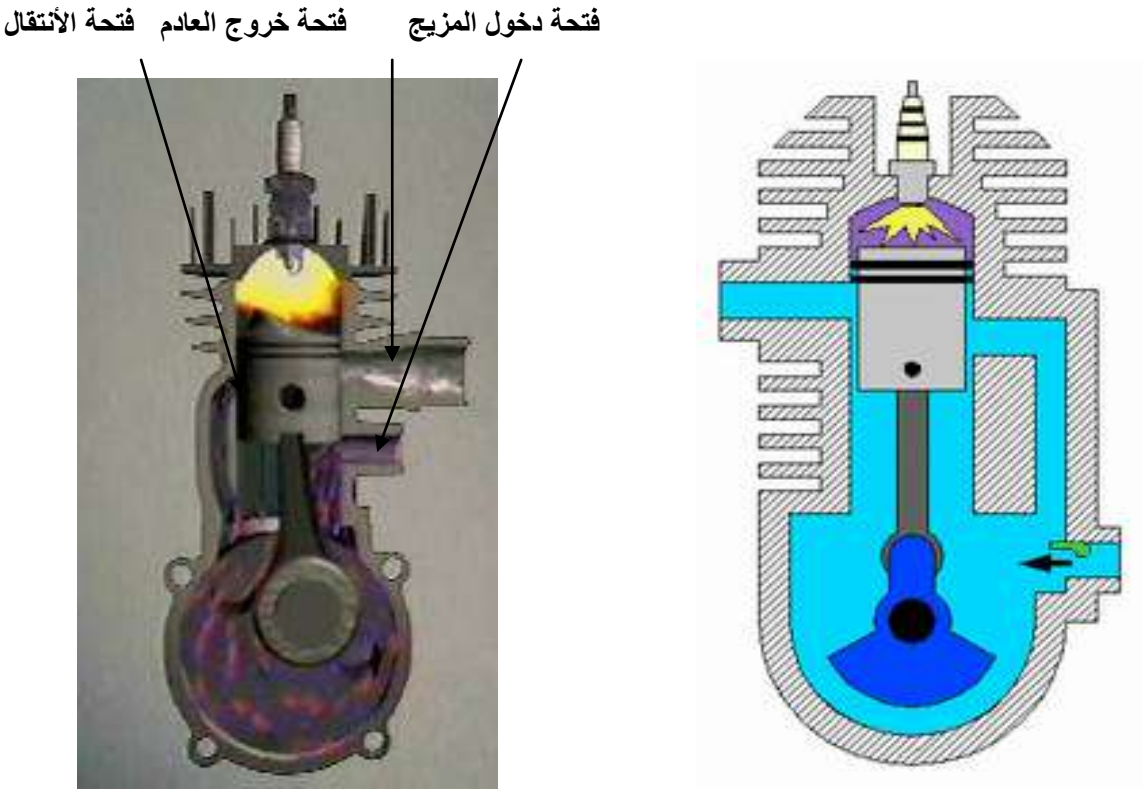
تبدأ الحركة الميكانيكية من ترس عمود الحدبات المزود ببكرة أضافية ترتبط بصمام هيدروليكي يضغط الزيت إلى مجموعة تحريك الصمامات وبدورها تغير حركة الصمامات حسب كمية وضغط الزيت الذي يصل من صمام الزيت ، ويتم التحكم بضغط الزيت بواسطة وحدة التحكم الألكتروني الذي يستمد أستشعاراته من حساس عمود الحدبات و حساس عمود المرفق وحساس درجة الحرارة وبناءً عليها تقوم وحدة التحكم الألكتروني بتحديد كيفية توقيت الصمامات للسرعات العالية للمحرك أكثر منه على السرعات الواطئة ويعمل نظام (V V T –i) عندما تكون درجة حرارة المحرك أعلى من (60 درجة مئوية). والشكل (1-14) يوضح الدائرة الإلكترونية ومسار الضغط الهيدروليكي . ووظيفة هذا النظام توقيت الصمامات في السرع العالية فوق (2500- 3000 دورة / دقيقة) .وفي السرع المنخفضة يكون تشغيل أعمدة الحدبات للصمامات بحيث يفتح صمام سحب الهواء قبل أغلاق صمام العادم كلياً لأحداث تداخل قصير ليعود قسم من الغازات المحترقة إلى غرفة الأحتراق من جديد بما يسمى أعادة تدوير الغازات ، وذلك لتسريع أمتلاء غرفة الأحتراق وتخفيض نسبة الهواء اللازم للإشعال فضلاً عن خفض درجة حرارة غرفة الاحتراق ، ويهبط معدل أستهلاك الوقود وتقل مكونات النتروجين



شكل (1-14) الدائرة الإلكترونية ومسار الضغط الهيدروليكي للصمامات الذكية

6-1 الدورة النظرية لمحركات البنزين ثنائية الشوط :

الشكل (1-15) يوضح مقطعاً لمحرك ذي شوطين إذ تكتمل الدورة بشوطين فقط ، أي في لفة واحدة لعمود المرفق (360˚) وعليه تكون قدرة المحرك نظرياً ضعف قدرة المحرك رباعي الشوط . الأختلاف الرئيس بين المحركات ذات الأشواط الأربعة والمحركات ذات الشوطين يكون في كيفية مليء أسطوانة المحرك بشحنة جديدة من مزيج الهواء والوقود وفي كيفية اخراج غازات العادم منها إذ يتم ادخال المزيج أو الهواء الى علبة المرفق أولاً عن طريق فتحة الدخول ثم ينتقل إلى الأسطوانة بواسطة فتحة الانتقال الذي بدوره يطرد غازات العادم الى الخارج من فتحة العادم . وبذلك يتم اجراء كل عمليتين متتاليتن في شوط واحد . لاتوجد صمامات في هذا النوع من المحركات وإنما توجد الفتحات المذكورة التي تفتح وتغلق بواسطة المكبس . وكما يأتي توضيحاً للعمليات التي تحدث خلال الشوطين :



(أ) مخطط لمقطع محرك ثنائي الشوط (ب) مقطع محرك ثنائي الشوط

شكل (1-15) مقطع محرك ثنائي الشوط

1-6-1 الشوط الأول : (السحب والانضغاط) .

عندما يتحرك المكبس الى النقطة الميتة العليا (ن .م .ع) يضغط المزيج الموجود في غرفة الاحتراق وفي ذات الوقت يكشف الطرف السفلي للمكبس عن فتحة السحب وفي علبة المرفق ينشأ تخلخل في

الضغط نتيجة حركة المكبس الى الأعلى فيدخل المزيج الى العلبة وفي هذه الحالة يكون عمود المرفق قد دار نصف دورة (180˚) كما في الشكل (1-16) .

1-6-2 الشوط الثاني: (ألقدره والعادم).

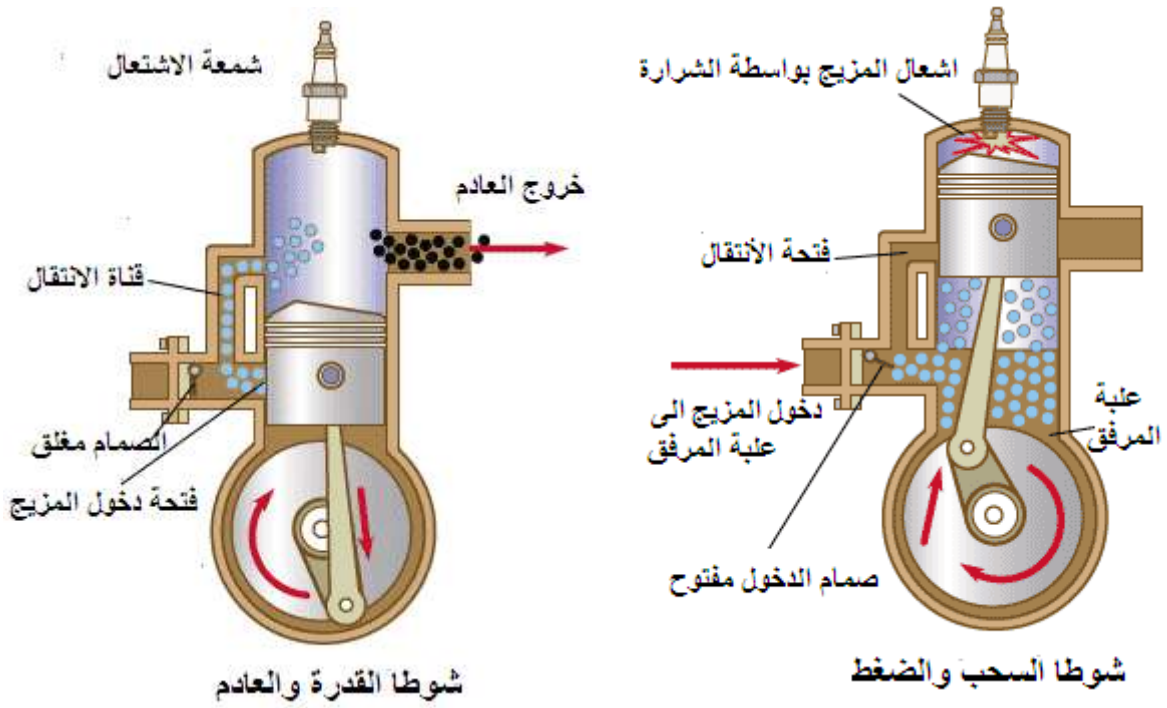
قبل وصول المكبس إلى النقطة الميتة العليا تصدر الشرارة الكهربائية من شمعة الشرر ويشتعل المزيج الشكل (1-16أ) فيندفع المكبس إلى الأسفل بعد وصوله (ن .م .ع) نتيجة الضغط الذي تسلطه الغازات المتمددة عليه وهذا يعني أداء الشغل المطلوب .

وبنزول المكبس إلى الأسفل يقوم بضغط المزيج الموجود في علبة المرفق وفي نهاية شوط القدرة يكشف المكبس عن فتحة العادم (1-16ب) ويهبط الضغط داخل الأسطوانة إلى الضغط الجوي بخروج الغازات المحترقة ، وبنزول المكبس إلى الأسفل يكشف عن فتحة الانتقال في الأسطوانة وينتقل المزيج إليها عن طريق قناة الانتقال . وفي هذه الحالة يكون عمود المرفق قد أتم دورة كاملة (˚360) . وهكذا تتكرر الدورة الثنائية لكل دورة من دورات عمود المرفق. المخططات البيانية للضغط – الحجم يوضحها الشكل (1-17) .

ومن ملاحظة الشكل (1-16) فأن السطح العلوي للمكبس مزود بجزء جارف يوجه المزيج الداخل إلى الأسطوانة من فتحة الانتقال إلى الأعلى وهذا يحقق الهدفين الآتيين:

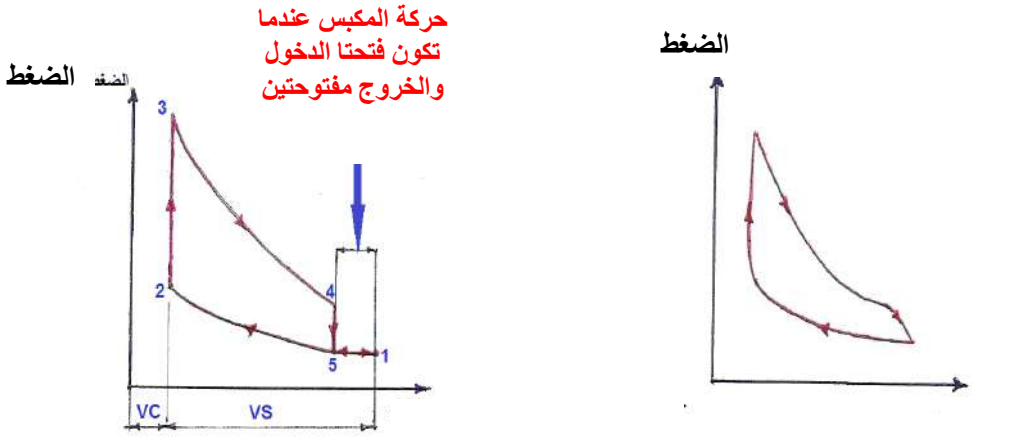
اولا : إن المزيج الجديد يقوم بطرد غازات العادم من الأسطوانة بأتجاه فتحة الخروج .

ثانيا : يمنع المزيج الجديد من الأتجاه إلى فتحة خروج العادم مباشرةً .



(أ) (ب)

شكل (1-16) دورة المحرك ثنائي الشوط

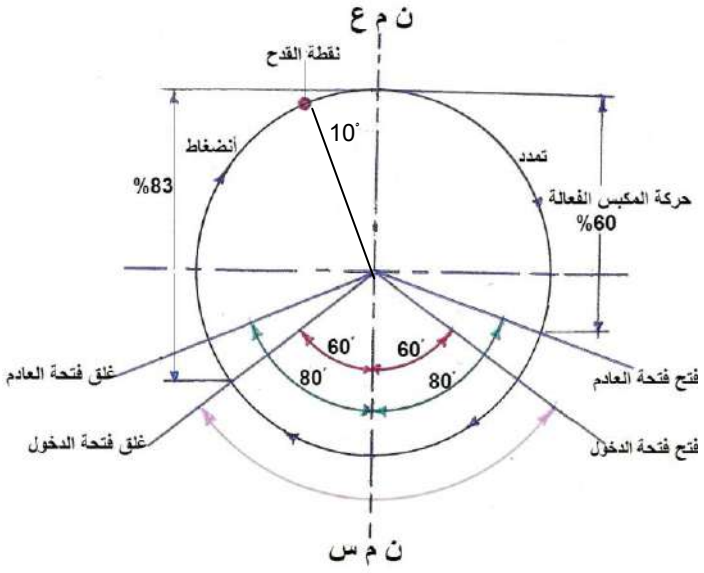


ب- المخطط النظري (المثالي) أ- المخطط الحقيقي (العملي)

شكل (1-17) مخطط الضغط – الحجم لمحرك أشعال بالشرارة ثنائي الشوط

1-7 مخطط فتح وغلق فتحات محرك الدورة الثنائية:

أن فتحة خروج العادم تفتح قرب نهاية شوط القدرة وعندما يكون المكبس هو الذي يتحكم بفتح وغلق فتحات الدخول والخروج هذا يعني أن الجزء الأخيرمن شوط القدرة يكون ضائعاً أو مفقوداً ويساوي 15% من القدرة الكلية الناتجة من هذا الشوط .إن الفتح المبكر لفتحة خروج العادم خلال الجزء الأخير من شوط القدرة ضروري لخروج الغازات المحترقة وتخفيض الضغط داخل الأسطوانة ، وذلك لتسهيل دخول الشحنة الجديدة من مزيج الهواء والوقود . أن دخول الشحنة الجديدة الى الأسطوانة يكون بضغط أعلى قليلاً من الضغط الجوي . وتخرج الغازات المحترقة ومعها جزء من الشحنة الجديدة بعملية الكسح ويؤدي الى فقدانا ً للوقود في محركات الأشعال بالشرارة . إن الوقت المتوفر لعملية الكسح وتزويد الأسطوانة بشحنة جديدة يساوي تقريباً ثلث الوقت المتوفرلعملية خروج غازات العادم وتزويد الأسطوانة بشحنة جديدة في المحركات رباعية الشوط . والشكل (1-18) يوضح توقيت فتح وغلق الفتحات لمحركات البنزين ثنائية الشوط .



شكل(1-18) مخطط فتح وغلق فتحات محرك الدورة الثنائية (إشعال بالشرارة)

8-1 مقارنة بين المحركات رباعية الشوط والمحركات ثنائية الشوط:

جدول رقم (1-1) يوضح الاختلاف بين المحركات رباعية الشوط والمحركات ثنائية الشوط

جدول رقم (1-1) الاختلاف بين المحركات الرباعية والمحركات ثنائية

نقاط المقارنة	محرك رباعي الأشواط Four-Stroke Engine	محرك ثنائي الأشواط Two-Stroke Engine
التصميم		
عدد الأشواط لكل دورة .	أربعة أشواط	شوطين
شوط قدرة لكل .	دورتين لعمود المرفق720ْ	دورة واحدة لعمود المرفق 360ْ
الاستخدام	- السيارات والشاحنات	- محركات الديزل الكبيرة في السفن، والقاطرات التي يعمل المحرك الثنائي بها على إدارة مولد كهربائي لتسير القطار بالكهرباء . - محركات البنزين الصغيرة، الدراجات النارية، المحركات الصغيرة ، القوارب، ماكينة قص العشب
اختلاف الأجزاء	- يحتوي على نظام تزييت جبري . - يحتوي على صمامات دخول وعادم . - يحتوي على تروس التوقيت وعمود كامات . - معظم المحركات تبريد مياه.	- لايحتوي على نظام تزييت، وإنما يضاف الزيت للوقود . - يحتوي على فتحات لدخول وخروج العادم . - معظم المحركات تبريد هواء .

جدول رقم (2-1) مميزات المحركات الرباعية والثنائية

محرك رباعي الأشواط Four-Stroke Engine	محرك ثنائي الأشواط Two-Stroke Engine
• عمر تشغيلي أعلى . • كفاءة تشغيل أعلى واستهلاك وقود أقل . • أقل تلوث للجو . • اقل ضوضاء . • القدرة القصوى موزعة على مجال واسع من دورات عمود المرفق . • معدل صيانة أقل.	• له قدرة أعلى من المحرك الرباعي الذي له السعة وسرعة الدوران أنفسهما (نظرياً ضعف القدرة بسبب حدوث إشعال مرة لكل دورة لعمود المرفق بدل من دورتين للمحرك الرباعي) . • له نسبة عالية من الوزن إلى القدرة إذ أنه أخف وزن وأكثر قدرة . • أقل تكلفة في الإنتاج، وأرخص سعراً. • يمكن تشغيله في أي وضعية إذ لا يوجد وعاء للزيت مثل الموجود في المحرك الرباعي والذي يحد من وضعيته. • - أقل أجزاء ولذلك أسهل صيانة و أخف وزناً. • خفة الوزن جعلته يستعمل في المعدات التي تحمل باليد (تهذيب الأشجار، المنشار). • تشغيل ناعم إذ الحريق كل دورة، ويحتاج إلى حذافة أصغر بالنسبة للمحرك الرباعي ذات السعة نفسها.

جدول رقم (3-1) عيوب محركات البنزين الرباعية والثنائية

محرك رباعي الأشواط Four-Stroke Engine	محرك ثنائي الأشواط Two-Stroke Engine
• أجزاء أكثر. • أقل قدرة من المحرك الثنائي الذي له السعة نفسها وعند سرعة الدوران نفسها ، شوط القدرة كل دورتين لعمود المرفق. • سعر أعلى . • وزن أثقل .	• تآكل أسرع ، وعمر تشغيلي أقصر، لعدم توفر نظام تزييت مناسب . • يحتاج إلى إضافة زيت للبنزين، يزيد من مصاريف التشغيل (يضاف الزيت للوقود بنسبة 1:16 إلى 1:24). • تلوث أكثر بسبب بساطة التصميم (عدم وجود صمامات) تسرب جزء من الشحنة، كذلك حرق الزيت مع الشحنة. • كفاءة منخفضة، نتيجة التصميم البسيط ، يؤدي إلى استهلاك أعلى للوقود . • صوت مرتفع وضوضاء عالية . • قدرة متدنية عند السرعات البطيئة . • كفاءة امتلاء ضعيفةلهروب الشحنة وبقاء جزء من العادم بالاسطوانة . • أثر سخونة: درجة حرارة عالية لوجود احتراق كل لفة، وعدم وجود وقت كافي للتبريد . • القدرة القصوى مركزة في مجال ضيق من السرعات (دورة/دقيقة) وعند السرعات العالية . • معدل صيانة أعلى.

جدول (1-4) الفرق بين محركات الديزل ومحركات البنزين ثنائية الشوط

محرك بنزين ثنائي الشوط	محرك ديزل ثنائي الشوط
1- الوقود المستعمل بنزين.	1-الوقود المستعمل ديزل .
2- يخلط الوقود مع الهواء خارج الأسطوانة بواسطة المغذي .	2- يخلط الوقود مع الهواء داخل الأسطوانة
3- استعمال الفتحات لدخول الوقود والهواء .	3- استعمال الفتحات لدخول الهواء فقط و استعمال الحاقن لحقن الوقود .
4- لايزود بصمام .	4- تزود الأسطوانة بصمام عادم .
5- يتم الاشتعال بواسطة شمعة الاشتعال .	5- يتم اشتعال الخليط ذاتياً.
6- معدل إستهلاك الوقود كبيراً بسبب استعمال الشحنة الجديدة لطرد غازات العادم .	6- استعمال الهواء فقط لطرد غازات العادم .

المصطلحات الفنية

انكليزي	عربي
Gasoline Engines	محركات البنزين
Diesel Engines	محركات الديزل
Four Stroke Engines	محركات رباعية الشوط
Two Stroke Engines	محركات ثنائية الشوط
Otto Cycle	دورة أوتو
Ideal Cycle	دورة مثالية
Exhaust Stroke	شوط العادم
Intake Stroke	شوط السحب
Compression Stroke	شوط الضغط
Power Stroke	شوط القدرة(شوط التمدد)
Cylinder	الأسطوانة
Piston	المكبس
Timing of Valves	توقيت الصمامات
Intake Valve	صمام السحب
Exhaust Valve	صمام العادم
Variable Valve Timing – intelligent V V T –i	توقيت الصمامات المتغير الذكي

أسئلة الفصل الاول

س1: ما عدد الأشواط التي تكتمل بها الدورة الرباعية للمحركات، أذكرها بالتسلسل.

س2: أرسم المخطط النظري للدورة الرباعية لمحركات الإشعال بالشرارة .

س3: أرسم المخطط العملي لمحرك بنزين رباعي الشوط، مؤشراً على منحنى شوط الضغط.

س4: مالمقصود بتوقيت الشرارة .

س5: أرسم مخطط توقيت الصمامات لمحرك بطئ .

س6: أرسم مخطط توقيت الصمامات لمحرك سريع .

س7: عدد أشواط الدورة الثنائية، وما العمليات المتتالية التي تحدث في كل شوط .

س8: أرسم رسماً تخطيطياً لمحرك ثنائي الشوط ، مؤشراً على أجزائه .

س9: أرسم المخطط النظري لمحرك ثنائي الشوط .

س10: أرسم المخطط العملي لمحرك ثنائي الشوط .

س11: أرسم مخططاً لفتح وغلق فتحات محرك بنزين ثنائي الشوط .

س12: ما الاختلاف بين المحركات البنزين الرباعية والثنائية الشوط من النواحي الآتية:

1- الاستعمال 2- الاجزاء

س13: عدد خمساً من مميزات محركات البنزين ثنائية الشوط .

س14: عدد خمساً من مميزات محركات البنزين رباعية الشوط .

س15: ما عيوب محركات البنزين رباعية الشوط .

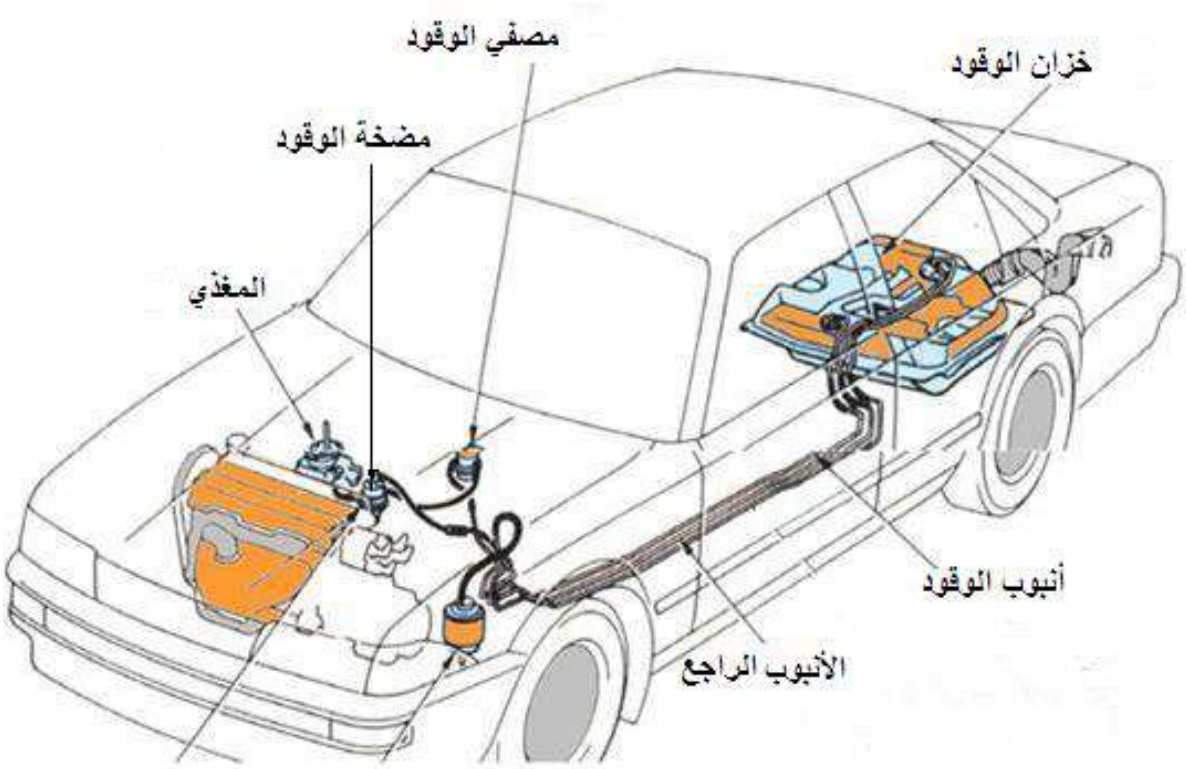
س16: أذكر عيوب محركات البنزين ثنائية الشوط .

س17: ما الفرق بين محركات الديزل ومحركات البنزين ثنائية الشوط .

الفصل الثاني

منظومة الوقود التقليدية

Traditional Fuel System



الأهداف:

بعد الانتهاء من هذا الفصل يصبح الطالب قادراً على أن:

1- يعرف أنواع الوقود المستعملة في محركات السيارات ومركباتها.

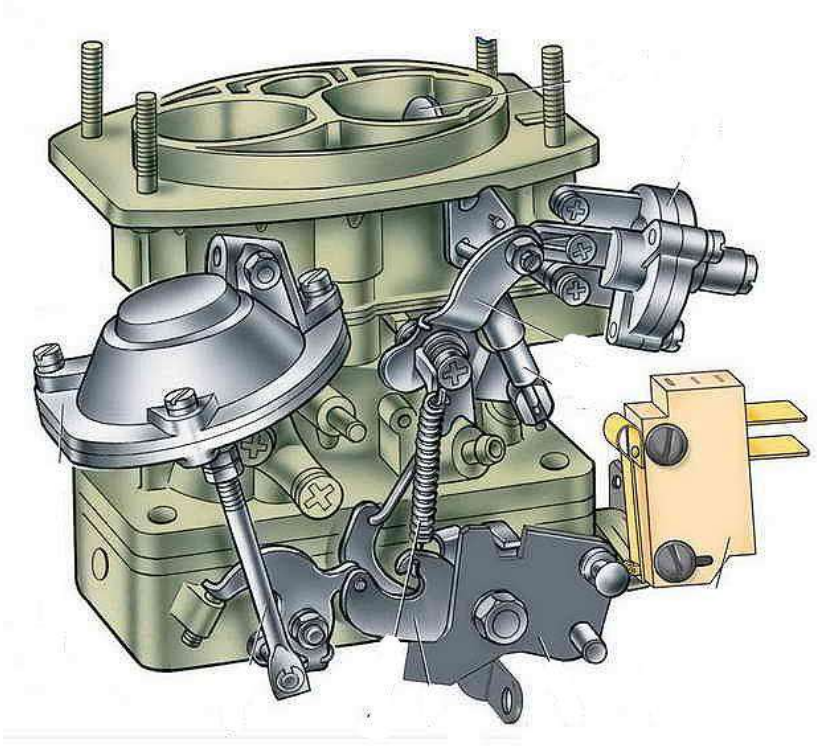
2- يعرف خواص البنزين وملائمته لتشغيل المحرك ومناعته ضد الطرق.

3- يعرف على أنواع الطاقة البديلة ومحافظتها على البيئة من التلوث .

4 - يعرف على أجزاء مجموعة الوقود في محرك البنزين والغرض منها .

5 - يعرف على مبدأ عمل المغذيات وأنواعها ونظرة عمل كل نوع .

6- يعرف الغازات الناتجة من احتراق الوقود في المحركات وتأثيرها .



1-2 الوقود (Fuel) :

الوقود مادة قابلة للاحتراق عند اتحادها مع الأوكسجين في درجة حرارة معينة تعتمد قيمتها على درجة اتقاد الوقود فتتحول الطاقة الحرارية الناتجة من احتراقه في اسطوانة محرك الأحتراق الداخلي الى طاقة ميكانيكية ومن أنواع الوقود المستعملة في محركات السيارات هي :

أ- بنزين.

ب- زيت الغاز .

ج- الغاز السائل .

د- الايثانول .

ومن الجدير بالذكر أن هناك اهتماماً بتطوير سيارات تعمل بـ:

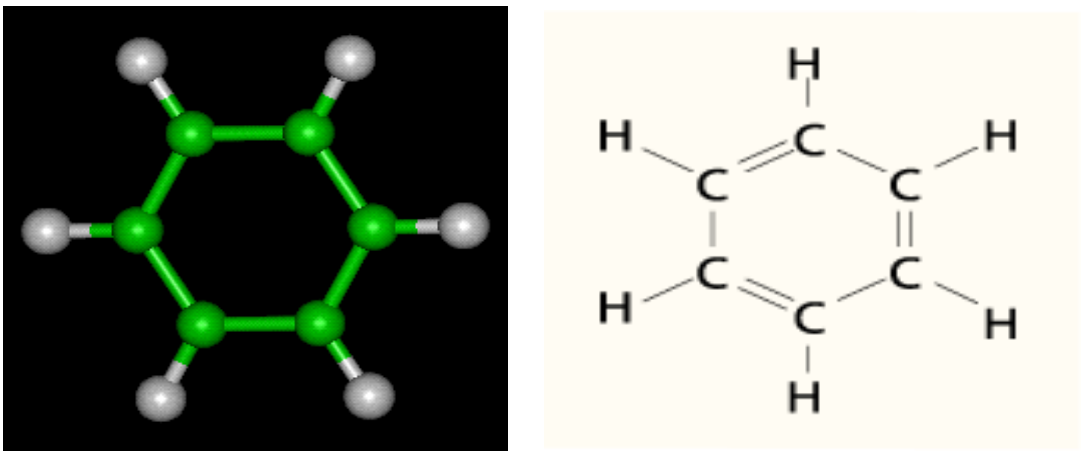
أ- الطاقة الكهربائية.

ب- الطاقة الشمسية .

لرخص ثمن هذه الأنواع من الطاقة وعدم وجود العوادم الملوثة حفاظاً على البيئة .

2-2 البنزين (Gasoline) :

البنزين مادة هيدروكربونية (تتكون من مركبات الهيدروجين والكربون) والصيغة الكيمياوية له(C_6H_6)وشكل السلسلة للجزيئة موضح في الشكل (2-1) وعند احتراقها تتفكك إلى ذرات هيدروجين وذرات كربون وتتحد هذه الذرات مع ذرات الأوكسجين الموجودة في الهواء مكونة ماء وثاني أوكسيد الكربون ويكون الماء على شكل بخار؛ لأن عملية الاحتراق تتم بدرجات حرارية عالية ويتم طرد بخار الماء وثاني أوكسيد الكربون من المحرك عن طريق مجموعة غازات العادم .أما الحصول على البنزين فيتم بواسطة عمليات تكرير معقدة للبـــترول بعد إستخراجه من باطن الأرض.



شكل (2-1) التركيب الكيماوي لجزيئه البنزين

1-2-2 قابلية البنزين للتطاير:

المقصود بالتطاير هو معدل تبخرالبنزين أي تحوله من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية والمعروف أن السائل يتبخر عند درجة غليانه إلا أن البنزين لا يتبخر جميعه عند درجة واحدة إذ تختلف درجة تطايره من نوع لآخر لاختلاف نسب المواد الهيدروكربونية المختلفة الداخلة فى تركيبه .

إن البنزين يحضر بخلط بعض المركبات الهيدروكربونية المختلفة ،ولكل مركب منها قابلية تطاير ودرجة غليان تختلفان عن المركب الآخر ، وتبدأ درجة حرارة تطايرها من (30- 200) درجة مئوية. ويجب أن تكون نسبة المركبات ذات القابلية العالية للتبخرالى المركبات ذات القابلية الضعيفة للتبخر نسبة صحيحة ، وذلك لكي يمكن الحصول على نتائج جيدة تلائم ظروف التشغيل المختلفة للمحرك ،

وهي كالآتي :

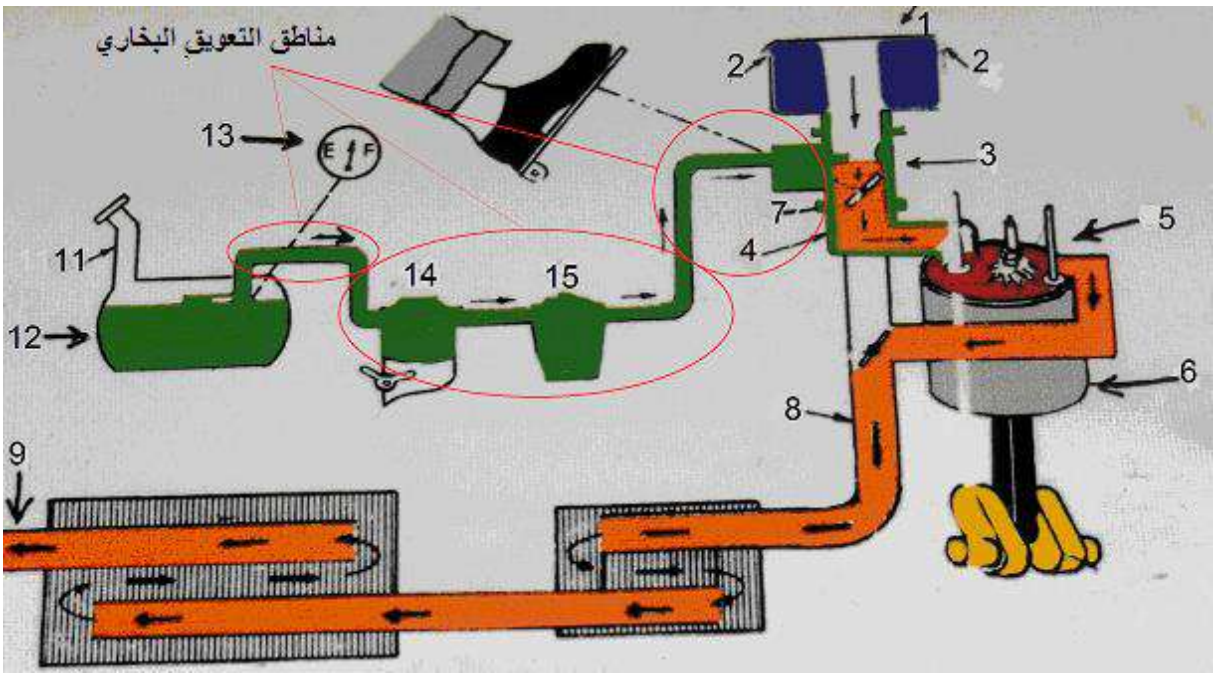
1- سهولة بدء إدارة المحرك:

لتسهيل بدء إدارة المحرك البارد يحتاج الى بنزين ذي قابلية عالية للتطاير، بحيث يسهل تبخره عند درجات الحرارة المنخفضة نسبياً وعلى ذلك يجب أن يكون البنزين محتوياً على مركب شديد القابلية للتطاير بنسبة مئوية معينة كما يجب أن تزيد هذه النسبة في المناطق التي يكون فيها الجو باردا ً عنها في المناطق الدافئة .

2- فقاعات بخار الوقود :

بما أن البنزين له قابلية للتبخر شديدة جدا ً فقد تتسبب حرارة المحرك في تسخينه وتبخيره في الأنابيب الناقله وفي مضخة الوقود ، إن وجود بخار البنزين بهذه الطريقة يمنع سريان الوقود إلى المغذي (المبخر)

ويسمى بالتعويق البخاري المؤشرة بالشكل (2-2) وينتج عنه توقف دوران المحرك ، ولذلك يجب أن تحدد المواد شديدة القابلية للتبخر بحيث لايتسبب عنها توقف سريان الوقود لوجود أبخرة وفقاعات في الانابيب



1- مصفي الهواء.
2- هواء.
3- مغذي .
4- مجمع مجاري السحب .
5- محرك.
6- مكبس.
7- صمام الحاكم .
8- مجمع مجاري العادم .
9- أنبوب العادم .
10- العادم.
11- أنبوب الملء .
12- خزان الوقود .
13- عداد كمية الوقود .
14- مضخة الوقود .
15- مصفي الوقود.

شكل (2-2) منظومة التغذية ومناطق التعويق البخاري

3- سرعة التسخين:

تعتمد سرعة تسخين المحرك على النسبة المئوية من البنزين الذي يتبخر مباشرةً عند بدء دوران المحرك ، وكذلك تساعد في الدوران العادي له ، وليس من الضروري أن تكون قابلية البنزين للتطاير كبيرة جداً مثلما تتطلبه سهولة بدء دوران المحرك ولكن يكفي أن تكون كبيرة إلى الحد الذي يضمن سرعة تسخين المحرك في بدء الدوران.

4- سلاسة الحركة أثناء زيادة السرعة (التعجيل):

عندما يفتح صمام الخانق في المغذي لزيادة السرعة عند التعجيل تزداد فجاءة كمية الهواء المار في المبخرة وفي الوقت نفسه تورد مضخة التعجيل (مضخة زيادة السرعة) كمية إضافية من البنزين هذه

الكمية إذا لم تتبخر بسرعة تحدث لحظة يكون فيها مخلوط الهواء والبنزين ضعيفاً ينتج عن ذلك تردد المحرك في دورانه وبعدها يبدأ البنزين بالتبخر ويصبح المخلوط غنياً جداً ولفترة قصيرة وبذلك يكون الاحتراق غيرجيد ويتردد المحرك مرة أخرى ، لهذا يجب توفر كمية كافية من البنزين سريع التبخر لضمان سلاسة دوران المحرك في أثناء زيادة السرعة .

5- الأقتصاد في إستهلاك الوقود :

إذا كانت القيمة الحرارية للوقود مرتفعة وقابليته للتطاير ليست شديدة نحصل على مسافة أكبر لكل لترمن البنزين أما إذا زادت قابلية البنزين للتطاير أصبح مخلوط الهواء والوقود غنياً بداعٍ وبدون داع في أغلب ظروف دوران المحرك مما يقلل من القيمة الأقتصادية للبنزين بينما البنزين ذو قابلية التطايرغيرالشديدة يكون اقتصادياً ويحتوي على كمية حرارية أكبر.

ولكن وكما تم توضيحه إن البنزين ذو القابلية الضعيفة للتبخر يؤدي الى زيادة في صعوبة بدء إدارة المحرك كما يقلل من سرعة تسخينه ولا يساعد على سهولة إدارة المحرك في أثناء التعجيل وزيادة السرعة وبذلك يجب الإكتفاء بنسبة معينة من المركبات ضعيفة القابلية للتبخر في وقود المحركات .

6- عدم تخفيف زيت التزييت :

يحدث تخفيف زيت التزييت عندما يدخل جزء من البنزين ضعيف التطاير الى إسطوانة المحرك على شكل سائل ولايحترق ويعمل على غسل الزيت من فوق جدران الأسطوانة بسريانه على سطحها وعندما يتسرب الى وعاء الزيت يؤدي الى تخفيفه وبذلك يعمل على تآكل جدران الأسطوانة والمكبس وحلقات المكبس كما يفقد زيت التزييت جزء كبير من قدرته على تزييت أجزاء المحرك المختلفة نتيجة لتخفيفه ولتلافي الأضرار الناتجة عن تخفيف زيت التزييت في وعاء الزيت بعلبة عمود المرفق يجب أن يكون البنزين قابلاً للتبخر بسرعة ولا يدخل الأسطوانة على شكل سائل .

2-2-2النقاوة :-

يجب أن يكون الوقود خالياً من الشوائب والترسبات والرطوبة والشحم والذرات المعدنية وعدم تركه للترسبات الكربونية المؤثرة على المحرك أوالمواد المسببة للتآكل هذا فضلاً عن صفة عدم تركه للدخان بعد الأحتراق وصفة الأحتراق الكامل وقلة نسبة المواد الملوثة مثل (H و C و CO و CO_2).

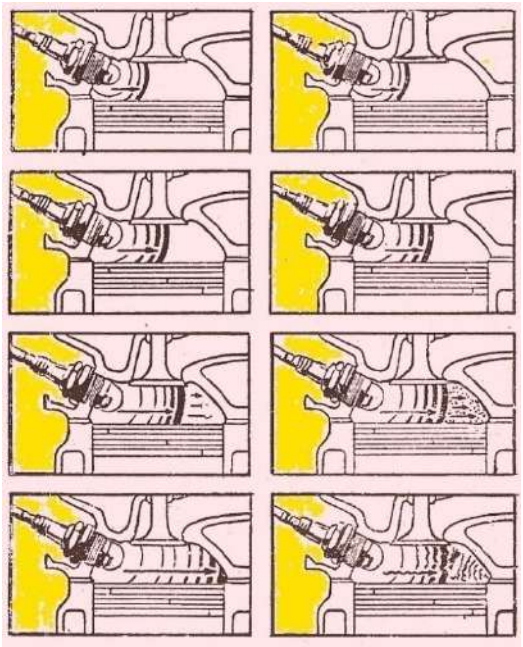
3-2-2 مناعة البنزين ضد الطرق :

عند الاحتراق الاعتيادى داخل إسطوانة المحرك يرتفع الضغط بشكل منتظم ، وعند احتراق البنزين بسرعة شديدة يؤدي الى زيادة مفاجئة للضغط وبسرعة عالية ويحدث حملاً كبيراً ومفاجئاً على المكبس ينتج عنه صوتاً أشبه بالطرق المعدني وكأنّ رأس المكبس قد طرق بمطرقة معدنية ، ويسبب أضراراً بأجزاء المحرك ويحدث تآكلاً سريعاً فيها وقد تنكسر بعض أجزائه كما أن أزدياد الضغط

المفاجىء لايسمح باستغلال جميع الطاقة الموجودة في الوقود أي أن البنزين يفقد جزء من الطاقة الموجودة فيه . وقد وجد أنّ هناك بعض الأنواع من البنزين تحترق بسرعة كبيرة داخل إسطوانة المحرك مسببةً طرقاً ضاراً وهناك أنواع أخرى تحترق بسرعة بطيئة تقل قابليتها لأحداث الطرق .كما وجد ان بعض المواد الكيمياوية لوأضيفت للبنزين تقلل من قابليته للطرق .

4-2-2 أسباب حدوث الطرق :

في الحالة الأعتيادية لاحتراق الوقود في غرفة الاحتراق يبدأ الاشتعال عند حدوث الشرارة من شمعة الاشتعال ومن مكان حدوث الشرارة تنتشر جبهة اللهب في جميع الاتجاهات ويستمر هذا الانتشار خلال الخليط المضغوط حتى يتم إحتراق الشحنة كلها وتسمى سرعة إنتشار مقدمة اللهب خلال غرفة الاحتراق بمعدل تقدم اللهب والشكل (2-3 أ) يوضح الاحتراق العادي .وعندما يتحرك اللهب خلال الخليط بسرعة كبيرة جداً أي تكون سرعة تقدم اللهب كبيرة جداً تحدث زيادة سريعة في الضغط وارتفاع في درجة حرارة البقية الباقية من الشحنة (بسبب حرارة الانضغاط) التي لم تحترق بعد ونتيجة لذلك تنفجر بقية الشحنة قبل وصول مقدمة اللهب الشكل (2-3 ب) محدثة صوتاً يشبه الطرق بالمطرقة ويكون مفعول هذا الانفجار كما لو طرق رأس المكبس بمطرقة ثقيلة وتسبب الصدمات القوية المفاجئة الناتجة من الطرق تآكلاً شديداً في الكراسي كما يؤدي الى تحطم بعض أجزاء المحرك عندما يزداد الطرق ويصبح عنيفاً. والطرق هو صوت الارتطام الواقع على المكبس وجدران الاسطوانات والناتج من الاحتراق المفاجئ للجزء الأخير من الشحنة مصحوباً بموجات تضاغطية مضادة ذات ضغط قوى ودفع مرتفع وسرعة عالية جداً لا تستطيع المكابس مجاراتها خلال شوط القدرة أو الشوط الفعّال.



(ب) الأشتعال غيرالمنتظم (أ) الأشتعال المنتظم (الطبيعي)

شكل (2-3)

5-2-2 العلاقة بين نسبة الانضغاط والطرق :

كلما زادت نسبة الانضغاط زادت قابلية المحرك على إحداث الطرق ، وتفسيرذلك هوعند وصول المكبس الى النقطة الميتة العليا ينضغط الخليط بشدة بعد إشعاله بالشرارة ،وتصبح درجة حرارته عالية ،وعندما تكون نسبة الانضغاط في المحرك كبيرة فأن درجة الحرارة الأبتدائية عالية ،وكذلك الضغط الأبتدائي عالٍ وهو ما يؤدي الى يمكن الوصول إلى درجة الحرارة التي يحدث عندها الطرق وتكون عندئذٍ المحركات ذات نسبة الانضغاط العالية أكثر عرضة لحدوث الطرق . ولهذا استحدثت أنواع من الوقود تناسب المحركات ذات نسبة الانضغاط العالية إذ تكون لها القدرة على مقاومة الانفجار الناتج عن درجة حرارة الانضغاط وتعتمد عند إحتراقها على مقدمة اللهب التى تتقدم خلال الخليط بشكل جبهات منتظمة .

6-2-2 مصطلح رقم الأوكتين لوقود البنزين .

يعدُّ هذا الرقم من أهم الصفات النوعية للوقود المستعمل فى محركات الاشتعال بالشرارة إذ يتخذ كمقياس لجودة البنزين ضد الصفع(الدق) أو للدلالة على مقدار مقاومة البنزين للاحتراق اللحظي والانفجار المفاجيء تحت الضغوط العالية والحرارة المرتفعة في أثناء عملية الاحتراق في المحرك وكلما كان الرقم الأوكتيني للبنزين عالياً كان البنزين ذا مناعة كبيرة ضد الدق وصالحاً للاستعمال في المحركات ذات نسبة الانضغاط العالية ،وكما يؤدي الى زيادة جودة المحرك ،ويقل معدل استهلاكه للبنزين ويسهل حدوث الدق أو الطرق إذا كان الوقود ذا رقم أوكتين صغير .فالوقود الذي يسمى أيزو-أوكتين يكون ذا مناعة عالية ضد الطرق ويعطى رقم أوكتين (100%) .

أما الوقود الذى يسمى هبتين بأستعماله يسهل حدوث الطرق ويعطى رقم أوكتين (صفر%).

والمخلوط الذي نصفه أيزو- أوكتين ونصفه الآخر هبتين (بالنسبة الحجمية) يسمى (50%) أوكتين .

ومخلوط (75%)أيزو- أوكتين و(25%) هبتين يكون معايرته (75)أوكتين .ويستعمل وقود الأيزو-أوكتين ووقود الهبتين كمرجع فقط ، أي أنهما يستعملان لأيجاد رقم الأوكتين لأنواع الوقود المختلفة .

7-2-2 الإضافات المستعملة لتحسين خواص البنزين :

هناك بعض المواد الكيمياوية التي لو أضيفت الى البنزين تعمل على رفع رقم ألاوكتين له . أي تعمل على منع حدوث الطرق أي أنها تعمل على إبطاء سرعة تقدم مقدمة اللهب مما يمنع الأرتفاع السريع المفاجئ للضغط وهذه المواد هي :

1-البترول الناتج عند استخراج غاز الفحم ،وهو ذو رقم أوكتين عال ، ويستعمل بإضافة نسبة حجميه تصل إلى (20%) مع البنزين .

2-الكحول الايثيلى والميثيلى الناتج من تخمير المواد النباتية أو المصنوع من بعض المنتجات البترولية ويستعمل مع البنزين بنسب حجميه تصل إلى (15%).

3- رابع ايثيل الرصاص بنسبة حجميه تصل إلى (5%) لتقليل تأثير مركبات الكبريت و يلون البنزين الممتاز الذي أضيف إليه سائل الايثيل باللون الأحمر لتمييزه ولمراعاة الحذر التام عند تداوله إذ أن سائل الايثيل سام جدا.

4- رابع كلوريد الرصاص .

5- إضافة مادة عضوية تتكون من الكربون والهدروجين والأوكسجين فقط واسمها ثلاثي (بيونال الأثير المثيلي (بدلا من رابع ايثيل الرصاص)مما يحول دون انبعاث اكاسيد الرصاص ويقلل من انطلاق أول أوكسيد الكربون بنسبة 30% مع العادم ، وهكذا يقل التلوث الذي يضر بصحة الإنسان ، ويسمي البنزين المضافة إليه هذه المادة بالوقود النظيف أو البنزين الأخضر (و يُميّز باللون الأخضر) ذي الاوكتين (91) .

8-2-2 العلاقة بين الطرق وخاصية الأشعال المبكر :

كما تبين سابقاً ان الطرق يحدث نتيجة للانفجار المفاجئ للشحنة الباقية قبل وصول مقدمة اللهب اليها هذا النوع من الطرق يحدث بانتظام ويتم ملاحظته بوضوح عند التعجيل أوعند الصعود لمرتفع أوعند الأحمال الكبيرة إذ يكون صمام الخنق مفتوحاً بالكامل،وتدخل المحرك شحنة كاملة من الوقود والهواء لكل شوط من أشواط السحب ، وعندما يرتفع المكبس لنهاية شوط الضغط يصل الضغط الى أعلى مايمكن ، وباشتعال جزء من الشحنة بالشرارة الكهربائية ، وهنا يحتمل حدوث الطرق . وفي هذه الحالة يسمى بالطرق (المنتظم) .

أما عندما يبدأ إشتعال خليط الوقود والهواء بغير شرارة كهربائية كأن يتم الاشتعال بواسطة الكربون المتوهج المترسب فوق رأس المكبس قبل حدوث الشرارة أو قد يحدث الاشتعال المبكر نتيجة لوجود جزيئات الكربون المتحركة خلال الشحنة في غرفة الاحتراق أو يحدث بسبب إرتفاع درجة الحرارة لصمام العادم أولطرفي شمعة الاشتعال هذا النوع من الطرق الحاصل نتيجة الاشتعال المبكر يكون غير منتظم ويسمى بالطرق (غير المنتظم) إذ أنه قد يحدث في أي وقت أبتداءً من لحظة فتح صمام السحب ودخول الشحنة الجديدة .

9-2-2 العوامل التي تتحكم في الطرق :

إن العوامل التي تؤثر في قابلية حدوث الطرق بالمحرك هي :

1- إرتفاع درجة حرارة الهواء يعمل على زيادة إحتمال حدوث الطرق .

2- زيادة رطوبة الهواء تقلل إحتمال حدوث الطرق .

3- زيادة الرواسب الكربونية داخل غرفة الاحتراق تزيد من إحتمال حدوث الطرق .

4- زيادة تقديم توقيت شرارة الاشعال تزيد من إحتمال الطرق .

5- ضعف خليط البنزين والهواء يزيد من إحتمال حدوث الطرق .

هذه العوامل تشير الى ضرورة العناية بخدمة المحركات الحديثة ذات نسبة الأنضغاط العالية ، وعليه يمكن التقليل من إحتمالات حدوث الطرق بالعوامل الآتية :

1- إزالة الترسبات والصدأ من مجموعة التبريد لزيادة جودتها .

2- إزالة الترسبات الكربونية من غرفة الاحتراق .

3- التوقيت الصحيح لشرارة الاشعال .

4- صيانة أنابيب الوقود والمغذى من الانسداد الذي يضعف الخليط .

5- استعمال بنزين ذي رقم أوكتين عالٍ .

هذا بالأضافة الى عوامل تصميمية خارج نطاق الخدمة والصيانة بإمكانها التقليل من القابلية على الطرق .

10-2-2 المواد الكيماوية الضارة والمواد الصمغية:

يجب أن يكون البنزين مقاوماً لتكوين الصمغ ، وعدم احتوائه على مركبات كيمياوية ضارة أو مواد تكون مركبات صمغية ، لأنها تترسب في دوائر المغذي ومواسير دخول شحنة الهواء والوقود والصمامات والمكبس وحلقاته ،كما يجب أن يخلو البنزين من مركبات الكبريت إذ أن الكبريت يتلف ممرات ومجاري الوقود ،وكذلك مضخة الوقود وقد يتحدُّ الكبريت مع الأوكسجين مكوناً أحماضاً آكلة لمعدن المحرك وعليه يجب أن لاتزيد نسبة الكبريت في البنزين على (1%).

3-2 وقود محركات الديزل (Diesel-Engine Fuel) :

الوقود المستعمل لمحركات الديزل هو زيت الغاز ، ويسمى كذلك بزيت الوقود إذ يذرى في الهواء المضغوط في غرفة الاحتراق في نهاية شوط الضغط أما إشتعاله فتتم عن طريق حرارة الانضغاط . يكون زيت الغاز خفيفاً نسبياً وذا لزوجة منخفضة .

1-3-2 درجة لزوجة زيت الغاز المستعمل كوقود في محركات الديزل :

تعرف اللزوجة بأنها قابلية السائل على مقاومة الانسياب ولزوجة زيت الغاز يجب أن لا تقل عن حد معين ؛لان وقود الديزل يستعمل لتزييت وحدات الحقن في مضخة الحقن الرئيسة وأجزاء الرشاشات كما أن لزوجة زيت الغازتوثر كثيراً على شكل تذرية الوقود الخارجة من الرشاش داخل غرفة الاحتراق فالوقود الأقل لزوجة تكون مسافة الحقن أقصر وذراته أدق حجماً مما يسهل اختلاطه بالهواء واحتراقه بشكل جيد . وأذا زادت لزوجة زيت الغاز بشكل كبير فيصبح من الصعب تذريته وبذلك يكون الاحتراق رديئاً .

2-3-2 رقم السيتين لوقود الديزل (Cetane Number Of Diesel Fuel) :

تؤثر خصائص وقود الديزل (زيت الغاز) على أداء المحرك ، وأهم هذه الخصائص هي نوع الاشتعال إذ أنَّ الوقود الجيد يشتعل ذاتياً عند درجات الحرارة المنخفضة نسبياً فيتحسن أداء المحرك ويكون أسهل في بدء التشغيل واقل انتاجا للدخان و يعبر عن ذلك برقم او عدد معين يسمى بالعدد السيتيني الذي يرمز الى السهولة التي يحدث بها إحتراق وقود الديزل وهو يماثل في الاستعمال عدد الاوكتان للبنزين والعدد السيتيني هو خليط من هيدروكاربونيين نقيين هما السيتين ($C_{16}H_{34}$) له اشتعال عالٍ ويختار لتمثيل قمة القياس (100) و الفامثيل نفثالين ذا اشتعال واطئ جدا وهو يمثل قاع المقياس صفر فمثلا الوقود الحاوي على (30%) سيتين و (70%) الفامثيل نفثالين يعطى له عدد سيتيني (30). وكلما كان الرقم السيتين كبيراً أحترق الوقود بسهولة نسبياً(عند درجة حرارة منخفضة نسبياً) .وإذا قل رقم السيتين أرتفعت درجة الحرارة التي يشتعل عندها الوقود إشتعالاً ذاتياً وزادت قابلية الوقود للطرق .

4-2 الغاز السائل (وقودغازات البترول المسيلة بالضغط) :

ويسمى بالوقود الغازي فهو يحقق كفاءة مثالية عند الأحتراق وذلك لأنه لايترك نواتج ورواسب ؛ولكنه محدود الأستخدام في المحركات بسبب صعوبة تخزينه وكذلك لخطورته .

وفي الآونة الأخيرة شاع إستعماله كوقود بتلافي هذه الصعوبات . يكون الوقود الغازي سائلاً عندما يكون تحت الضغط وإذا ما خف الضغط عليه تبخر، ولهذا يجب أن يكون خزان الوقود المسيل بالضغط خزاناً محكماً لايتسرب منه الوقود وأن يتحمل الضغط اللازم للأبقاء على الوقود بشكل سائل والشكل(2-4) يوضح مكان خزان الوقود الغازي في السيارات التي تعمل محركاتها على الغاز .

شكل (2-4) مكان تثبيت خزان وقود الغاز

5-2 الإيثانول :

هو مركب كيميائي عضوي ينتمي إلى فصيلة الكحوليات له الصيغة الكيمياوية (C_2H_5OH) ويسمى كحول الايثانول، وهي مادة قابلة للاشتعال ،عديمة اللون ،تتكون من تخمرالسكر،يستعمل في صناعة العطور وفي مواد التعقيم ويستعمل كوقود للمحركات يسمى في هذه الحالة بالوقود الحيوي ؛لأنه ينتج من النباتات ، في البرازيل أكبر مخازن ومحطات وقود في العالم تنتج وتستهلك الايثانول كوقود للسيارات والطائرات ذات الوزن الخفيف وبقرار يجب أن يمزج (25%) من الايثانول بكل لتر واحد من البنزين لتخفيض تكلفته والتقليل من تلوث البترول .واليوم أكثر من (50%) من السيارات في البرازيل مجهزة بمحرك يسمى محرك فليكس يعمل على خلط البنزين والايثانول . وفي الشكل (2-5) سيارة تعمل بوقود الأيثانول .

يتم استخراج الإيثانول من العشب سريع النمو، لكنها عملية معقدة ومكلفة عند مقارنتها بعملية أستخراجه من القمح والذرة ، إن (الجيل الثاني) من الوقود الحيوي (الإيثانول) يتم أستخراجه من سيقان واوراق نبات القمح والذرة وليس الحبوب فقط فيما لو ذللت المصاعب وهذا يوفر كميات أكبر من الطاقة ، لأن النبتة تستعمل كليا.

شكل (2-5) سيارة تعمل بوقود الأيثانول

6-2 الطاقة الكهربائية :

السيارة الكهربائية هي السيارة التي تعمل باستخدام الطاقة الكهربائية وهنالك العديد من التطبيقات لتصميمها وأحد هذه التطبيقات يتم باستبدال المحرك الأصلي للسيارة ووضع محرك كهربائي مكانة وهي أسهل الطرق للتحول من البترول للطاقة الكهربائية مع المحافظة علي المكونات الأخرى للسيارة ويتم تزويد المحرك بالطاقة الكهربائية اللازمة عن طريق بطاريات تخزين التيار الكهربائي وتختلف السيارة الكهربائية عن المركبة الكهربائية حيث أن السيارات الكهربائية خاصة للأشخاص ، أما العربة أو المركبة ألكهربائية فهي للاستخدام الصناعي أو نقل الأشخاص في إطار النقل العام . وتتكون السيارة الكهربائية من محرك يعمل بالطاقة الكهربائية ونظام تحكم كهربائي وبطارية قوية يمكن إعادة شحنها مع المحافظة على خفض وزنها وجعل سعرها في متناول الجميع . وتعتبر السيارة الكهربائية أنسب من السيارات ذات محرك الأحتراق الداخلي من ناحية الحفاظ على البيئة حيث لا ينتج عنها مخلفات ضارة.

ويكاد ينحصر التطور الحالي بالنسبة للسيارات الكهربائية على سيارات صغيرة قصيرة المدى ، حيث تحتاج إلى بطاريات ثقيلة ومرتفعة الثمن و مدى تلك السيارات التجريبية لا زال تحت 200 كيلومتر. والشكل (2-6) يبين سيارة تعمل بالطاقة الكهربائية وطريقة شحن بطاريتها.

(أ) طريقة شحن بطارية السيارة الكهربائية

(ب) سيارة كهربائية

شكل (2-6)

7-2 الطاقة الشمسية :

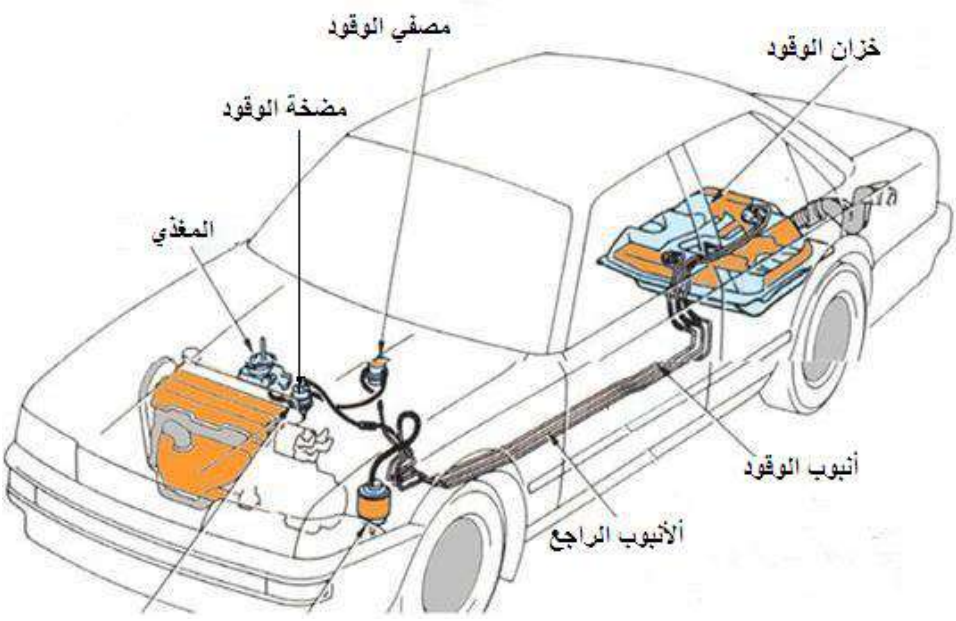
أولت الشركات المصنعة للسيارات اهتمام كبير بالسيارة التي تعمل بالطاقة الشمسية كون الطاقة الشمسية مجانية يتم الحصول عليها من أشعة الشمس بالإضافة إلى عدم وجود العوادم الملوثة للبيئة ورخص ثمنها . وقد أنتجت شركة (أودي) سيارة مزودة بسقف يحتوي على خلايا لتوليد الطاقة من الشمس وتقوم السيارة الموضحة في الشكل (2-7) بتوليد الطاقة الكهربائية وخزنها في بطاريات

خاصة متصلة بنظام الدفع للسيارة . كما أوجدت الشركات الأخرى تصاميم مختلفة للسيارة التجريبية التي تعمل بالطاقة الشمسية ومحاولة تطويرها .

شكل (2-7) سيارة تعمل بالطاقة الشمسية

2-8 مجموعة الوقود :

2-9 الغرض من مجموعة الوقود:

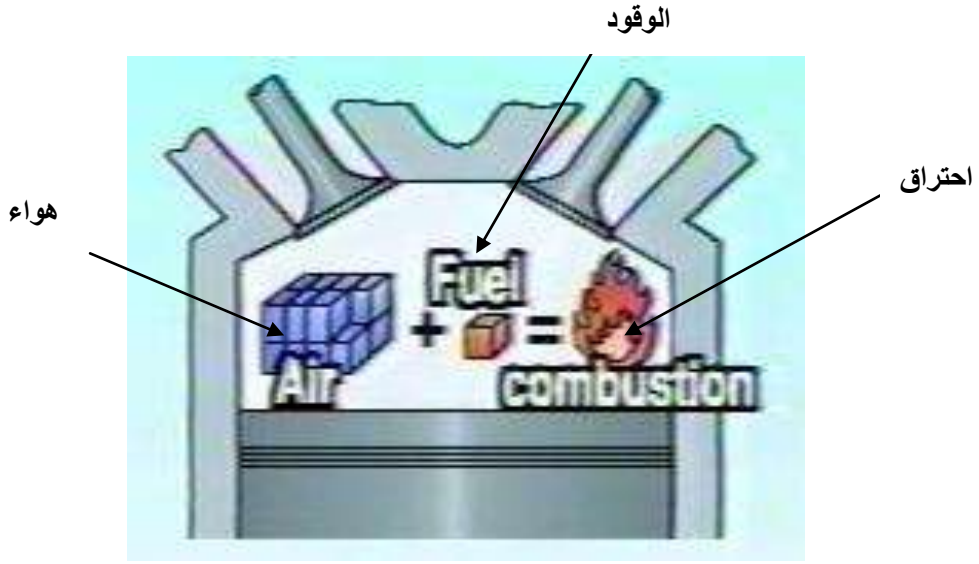


شكل (2-8) مجموعة الوقود

إن وظيفة مجموعة الوقود المبينة في الشكل (2-8) ،هي تزويد المحرك بالكمية التي يحتاجها من البنزين بواسطة مضخة الوقود التي تسحبه من خزان الوقود وتدفعه الى المغذي ليتمَّ خلطه بالهواء وبالنسب التي تلائم إحتياجات المحرك في ظروف الإدارة المختلفة ، وكالأتي :

- عند بدء إدارة المحرك إذ يكون بارداً يحتاج خليطاً غنياً أي تكون نسبة الوقود الى الهواء كبيرة بما يعادل (9 -1) .
- ما أن يصبح المحرك دافئاً بإمكانه أن يدور بطريقة مرضية إذا كان خليط الوقود والهواء أضعف وبما يعادل (15 -1) .
- وعند الأسراع والسرعات العالية وكذلك الحمل الكامل يجب أن يكون الخليط غنياً مرة أخرى .

والشكل (2-9) يبين النسب الحجمية للمزيج في أسطوانة المحرك .

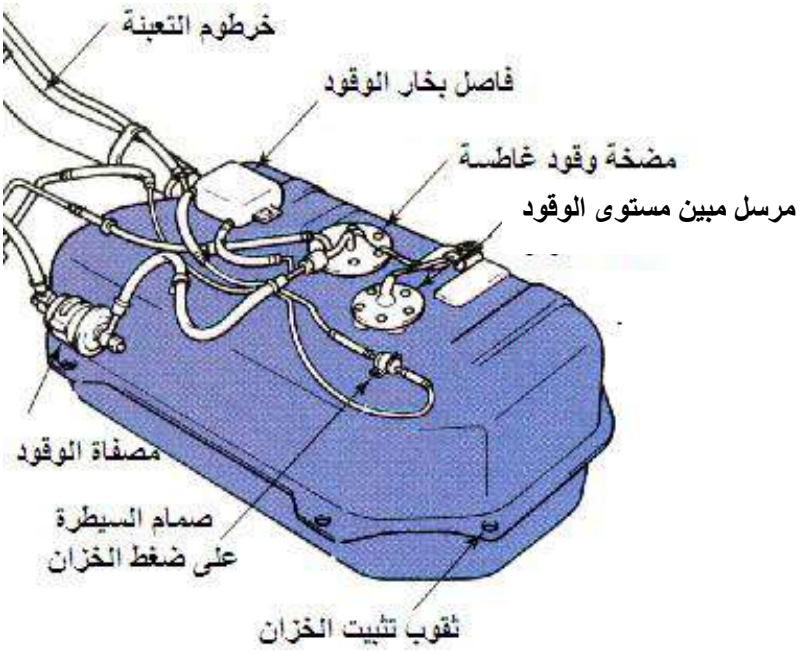


شكل (2-9) النسب الحجمية للمزيج

2-10 أجزاء مجموعة الوقود في محرك البنزين :

1-10-12 خزان الوقود (Fuel tank): يصنع خزان الوقود من الصفائح المعدنية و يوضع في الجزء الخلفي للسيارة ويثبت في الأطار المعدني لهيكل السيارة ويصمم بحيث يستوعب كمية كافية من الوقود يكفي لسيرالسيارة لمسافة (400-500) كم ، تغلق فتحة الملئ للخزان بواسطة غطاء .

كما توجد فتحة تنفيس مسيطر عليها لمنع التلوث ،كما يحتوي الخزان على عوارض مفتوحة من الأسفل تسمح بمرورالبنزين وتمنع تلاطم الوقود والحفاظ على مستواه في أثناء أستدارة السيارة ،وكذلك يحتوي على أنبوبة لسحب الوقود تمتد الى قاعه وتنتهي بمصفاة وفي بعض الخزانات تستبدل تلك الأنبوبة بمضخة كهربائية غاطسة . ويحتوي الخزان على طوافة تتصل بمقاومة متغيرة لارسال إشارة لتبين كمية الوقود أمام السائق ،والشكل (2-10) يوضح خزان الوقود .



شكل (2-10) الشكل الخارجي لخزان الوقود

2-10-2 أنابيب التوصيل :

هي خطوط الوقود التي تصل بين الخزان والمضخة والمغذي وتصنع من الفولاذ أو المطاط وتكون مقاومة للصدأ ولاتتعرض للحني ومحكمة لمنع التسرب والنضوح ويجب تثبيتها جيداً حتى لاتتعرض للأهتزازات .

طرق تغذية الوقود:

أ- طريقة التغذية بالتثاقل :

وهي من الطرق القديمة وفيها يثبت خزان الوقود في مستوى أعلى من المغذي ،وأحسن موضع له أن يكون خلف لوحة القيادة التي أمام السائق ويتم إيصال البنزين الى المغذي بالتثاقل من الأعلى الى الأسفل وبتأثير الجاذبية .

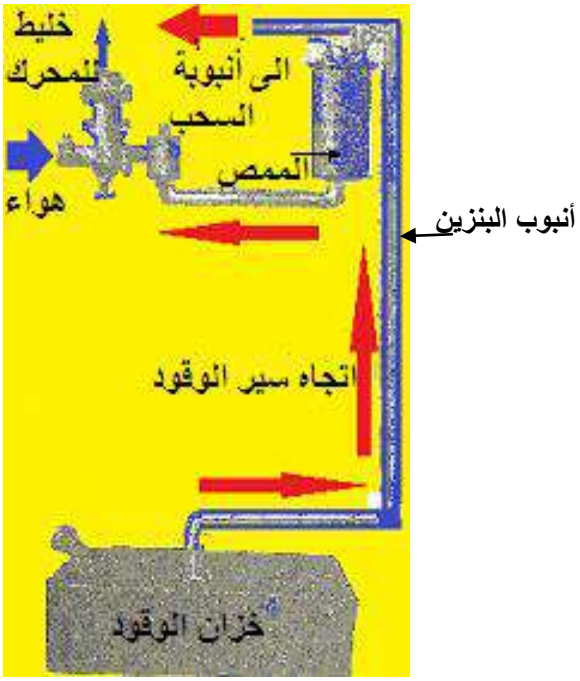
عيوب هذه الطريقة:

1- حجم الخزان محدود بسبب ضيق المكان الموضوع فيه .

2- قرب الخزان من المحرك وأرتفاع درجة حرارته بمجرد دورانه يجعل البنزين عرضة لاشتعال النار فيه عند وقوع حادثة قريبة منه .

ب- طريقة التغذية بالمص :

في هذه الطريقة القديمة يركب خزان البنزين في موضع أوطأ من مستوى المغذي فيوضع تحت مقعد السائق أو في مؤخرة السيارة وبتأثير التخلخل الجزئي في ماسورة السحب يتم إمتصاص البنزين وسحبه إلى أعلى من مستوى الخزان الرئيس إلى خزان تخلخل صغير ضمن جهاز خاص يطلق عليه أسم (الممص) مكانه عادةً تحت غطاء المحرك خلف لوحة القيادة ويصل البنزين بالأنسكاب من الخزان الصغير إلى المغذي بطريقة التثاقل وتتصل ثلاثة أنابيب بجهاز الممص واحدة منها تتصل بخزان البنزين والثانية تتصل بالمغذي والثالثة بماسورة السحب المتصلة بأسطوانات المحرك ،وكما موضح في الشكل (2-11).



شكل(2-11) طريقة التغذية بالمص

ج- طريقة التغذية بالضغط :

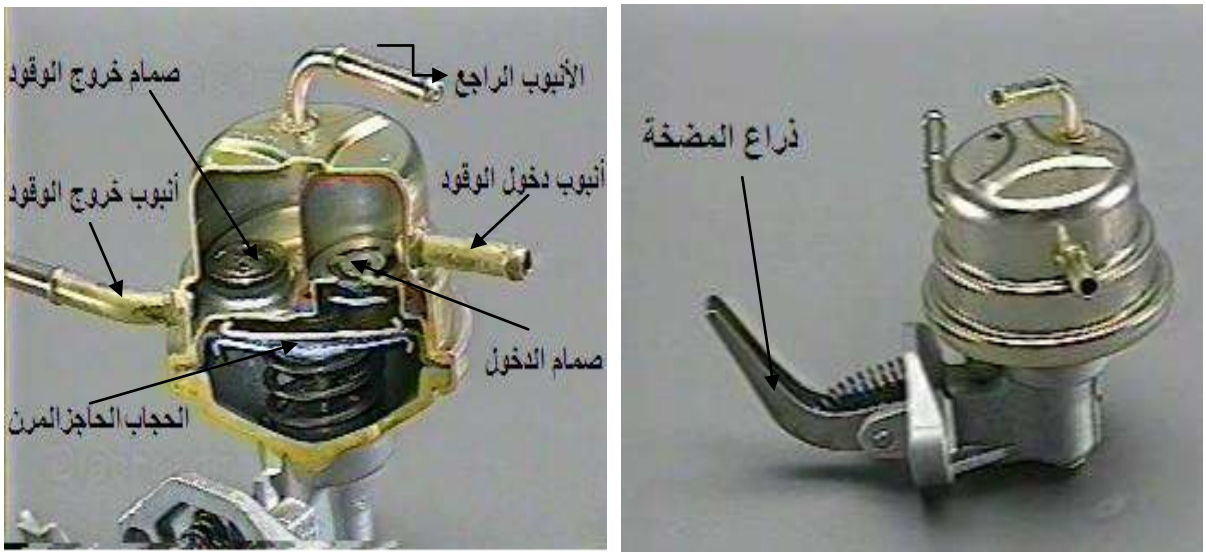
تستعمل طريقة التغذية بالضغط في السيارات الحديثة ؛لأنها تحتاج الى خزانات ذات سعة تؤمن لها السير لمسافات قد تصل إلى (400-500 كم) كما أن إستهلاك السيارات الكبيرة للوقود يكون أسرع ولايمكن تركيب خزان في مثل هذا الحجم خلف لوحة القيادة كما في طريقة التثاقل إضافة لخطورة مكانه لقربه من المحرك وعليه وجد من الأنسب وضع خزان البنزين في أسفل مؤخرة السيارة وبذلك يكون وضعه أوطأ من مستوى المغذي فيحتاج الأمر الى أستعمال الضغط لرفع البنزين من الخزان الى المغذى عن طريق مضخات الوقود :

3-10-2 مضخات الوقود(Fuel Pumps) :

1- مضخة الوقود الميكانيكية.

2- مضخة الوقود الكهربائية.

أولاً : مضخة الوقود الميكانيكية :



شكل (2-12) مضخة الوقود الميكانيكية

تقوم المضخة بسحب الوقود من الخزان وتوصيله الى المغذي خلال مصفى ناعم جداً. وتركب مضخة الوقود الميكانيكية الى جانب كتلة الأسطوانات للمحرك ذات الأسطوانات المرتبة على خط مستقيم واحد ويتصل بالمضخة ذراع ذوحركة ترددية يمتد الى داخل كتلة الأسطوانات خلال فتحة بها . ويستند هذا الذراع على عجلة لامركزية على عمود الكامات .

أو تركب المضخة بين خطي الأسطوانات في المحركات ذات الأسطوانات المرتبة بشكل (V) ويكون ذراع الحركة الترددية مستنداً على عمود دفع ترتكزنهايته السفلى على قرص لامركزي موجود على عمود الكامات .

عند دوران عمود الكامات يعمل القرص اللامركزي أوالعجلة اللامركزية على تحريك ذراع الحركة الترددية الى الأمام والى الخلف . والنهاية الداخلية لذراع الحركة الترددية تتصل بحجاب حاجز مرن يفصل بين جزئي المضخة العلوي والسفلي ، ويستند الحجاب الحاجز على نابض للابقاء عليه مشدوداً ويعمل على ارجاعه عند زوال تأثير العجلة اللامركزية أي يتحرك ذراع الحركة الترددية بتأثير العجلة اللامركزية في عمود الكامات ،وتعمل النهاية الداخلية للذراع على سحب الحجاب الحاجزالى الأسفل ضد النابض وبذلك تتولد خلخلة جزئية في الحيز الموجود أعلى الحجاب الحاجزتعمل على سحب الوقود تحت تأثير الضغط الجوي من الخزان الى أنابيب التوصيل والمصفاة خلال صمام الدخول في

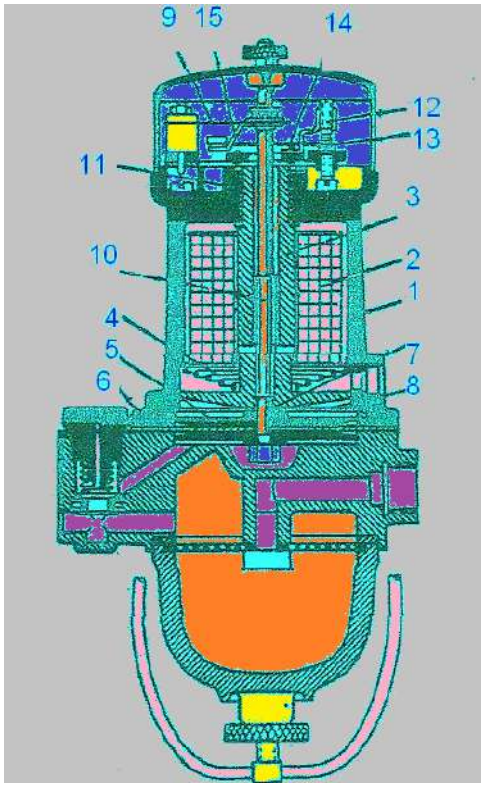
المضخة الذي يكون مفتوحاً الى الحيز أعلى الحجاب الحاجز ،أما صمام الخروج للمضخة فيكون مغلقاً بفعل الخلخلة . وعند زوال تأثير العجلة اللامركزية على ذراع الحركة الترددية يتمدد النابض دافعاً الحجاب الحاجزالى الأعلى مولداً ضغطاً في الحيز الموجود أعلى الحجاب الحاجز، ينتج عن ذلك غلق صمام دخول الوقود في المضخة وفتح صمام الخروج ويندفع الوقود من المضخة الى المغذي . والشكل (12-2) يبين مضخة الوقود الميكانيكية .

وعندما تمتلئ غرفة الطوافة يقفل صمام الأبرة فيقف دخول البنزين ، وعندئذ لاتستطيع المضخة إرسال بنزين الى المغذي .وفي هذه الحالة يستمر ذراع الحركة الترددية في حركته ويبقى الحجاب الحاجز عند أو قرب نهاية حركته الى الأسفل ، ولا يستطيع النابض من دفع الحجاب الحاجز الى الأعلى ما دامت غرفة الطوافة بالمغذي مليئة ولاتستطيع إستقبال المزيد من الوقود . وعندما يستهلك المغذي بعض ما به من وقود يفتح صمام الأبرة مرة أخرى ،ويمر الوقود ثانيةً الى غرفة الطوافة في ذلك الوقت يتحرك الحجاب الحاجزبقوة النابض نحو الأعلى دافعاً مقدارمن الوقود الى غرفة الطوافة بالمغذي .

2- مضخة الوقود الكهربائية : وتكون على نوعين هما :

أ- مضخة الوقود الكهربائية الخارجية:

وتربط على خط الوقود خارج خزان الوقود وتحتوي مضخة الوقود الكهربائية الخارجية على منفاخ معدني مرن يتحرك بتأثير مغناطيس كهربائي فعند توصيل دائرة الاشتعال فإن عضو الأستنتاج المسطح ينجذب نحو المغناطيس الكهربائي (نحو الأسفل) ساحباً معه المنفاخ المعدني فيتمدد ويحدث داخله خلخلة ونتيجةً لذلك يدخل الوقود من خلال صمام الدخول في المضخة . وعند وصول عضو الاستنتاج المسطح الى نهاية حركته الى الأسفل تفتح نقاط التلامس فينقطع سريان التيار الكهربائي عن الملف فيفقد المغناطيسية ويندفع عضو الاستنتاج الى الأعلى بواسطة النابض ضاغطاً على المنفاخ فيندفع الوقود نتيجةً لذلك عن طريق صمام الخروج للمضخة ومن ثم الى المغذي وعندما يصل عضو الاستنتاج الى النهاية العليا تتصل نقاط التلامس فيمر التيار الكهربائي بالملف فيتمغنطً جاذباً عضو الاستنتاج الى الأسفل مرة أخرى وتتكرر هذه العملية مع بقاء مفتاح الاشعال مقفلاً .لاحظ الشكل (2-13) .



(أ) رسم تخطيطي لمضخة الوقود الكهربائية الخارجية

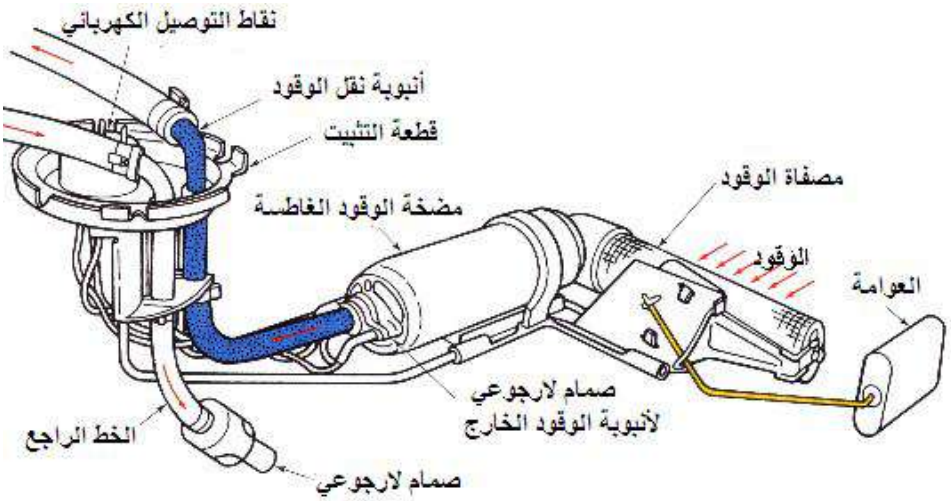
(ب) مضخة الوقود كهربائية الخارجية

1- ملف لولبي
2- ملف كهربائي
3- القلب
4- نابض
5- عضو أنتاج
6- قرص مرن
7- عمود عضو الأنتاج
8- قضيب دليلي
9- قطعة ربط
10- جلبة مغناطيسية
11- عضو أنتاج مساعد
12- مسمار تلامس
13- قطعة تلامس
14- نابض قرصي
15- ذراع

شكل (2-13) مضخة الوقود كهربائية خارجية

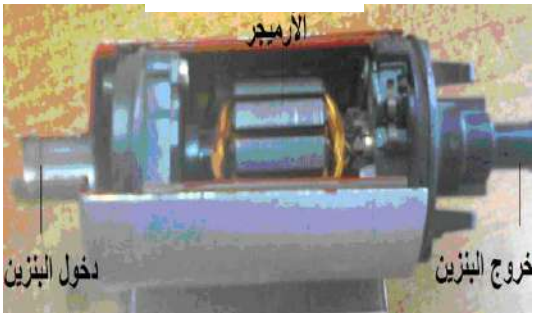
ب- مضخة الوقود الكهربائية الغاطسة:

يوجد هذا النوع غاطساً في خزان الوقود الشكل (2-14) أما طريقة عملها فتعتمد على قرص ذي ريش (البشارة) التي يديرها محرك كهربائي صغير تعمل على تخلخل الضغط وسحب البنزين من الخزان وضغطه الى المغذي وعملها يشبه عمل مضخة الماء .ويجب أن تكون المضخة مفرغة من الهواء كي لايحدث حريقاً عند وجود شرارة كهربائية .



(أ)

عضو الانتاج



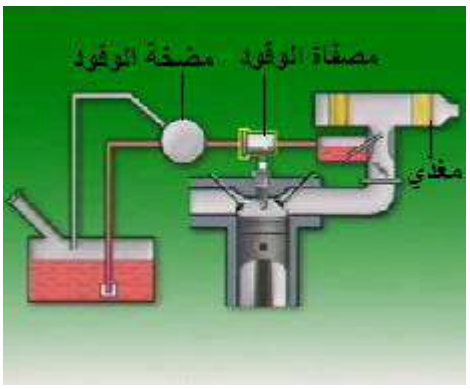
(ب)

(ج)

شكل (2-14) مضخة الوقود الكهربائية الغاطسة

4-10-2 مرشحات و مصافي الوقود (Fuel Filters) :

يركب على أنابيب الوقود بين المضخة والمغذي لاحظ الشكل (2-15) ويتكون من علبة بلاستيكية أو معدنية لها مدخل ومخرج للوقود وبداخل العلبة مرشح ورقي كما في الشكل (2-16) والغرض من هذه المصافي والمرشحات هو تنظيف الوقود من الشوائب ومنع دخولها إلى المضخة أو المغذي ,لأن الشوائب تمنع هذه الوحدات من العمل بشكل جيد مما يسبب إدارة غير صحيحة للمحرك . وكذلك يزود مدخل الوقود للمضخة والمغذي بمرشحات اضافية .



شكل (2-15) موقع المصفى في المنظومة

شكل (2-16) مقطع لمصفي الوقود

5-10-2 المغذي(The Carburetor) :

إن الوظيفة التي يقوم بها المغذي المبين - في الشكل (2-17) - هي تذرية البنزين وتبخيره وخلطه مع الهواء بنسب تتلائم مع متطلبات التشغيل المختلفة للمحرك من بدء الحركة والتشغيل بدون حمل والقدرة والسرعة المتوسطة والسرعة العالية .

شكل (2-17) الشكل الخارجي للمغذي

11-2 المتطلبات والشروط التي يجب أن يحققها المغذي :

1- سهولة تشغيل المحرك في درجات الحرارة المختلفة .

2- سهولة تغيير نسبة الخليط بما يتلائم ومتطلبات التشغيل المختلفة للمحرك .

3- نعومة تشغيل المحرك عند الاحمال والسرع المختلفة وجودة التعجيل .

4- في الحمل الكامل يجب أن يعطي المحرك أعلى قدرة.

5- الأقتصاد في إستهلاك الوقود .

12-2 تصنيف المغذيات:

تصنف المغذيات على أساس إتجاه الهواء أوالشحنة (الهواء والوقود) في صمام الخانق وطريقة ربطها على المحرك الى الأنواع الأتية :

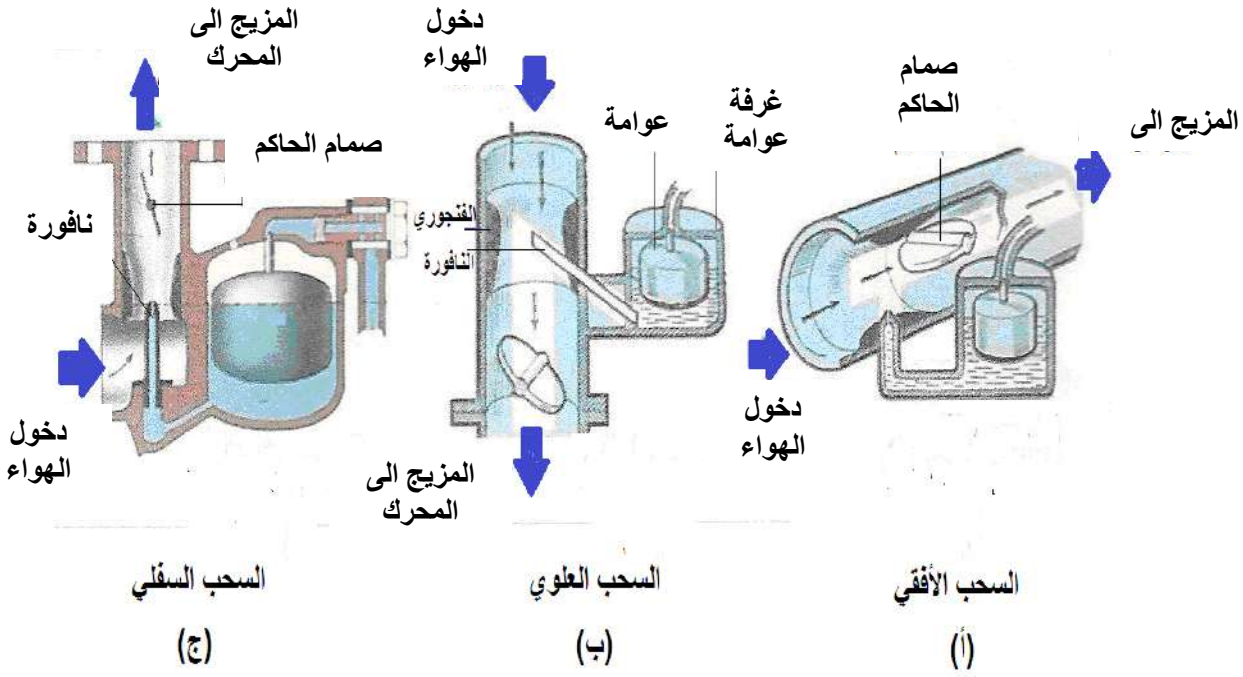
1- السحب الطبيعي الأفقي : يركب هذا النوع من المغذيات في أعلى المحرك الشكل (2-18-أ) ويستفاد من حرارة المحرك في تسخين الهواء الداخل أو الشحنة وهو أسهل تصميم إذ يتم دخول الهواء

بسرعة عكس اتجاه سير السيارة ،كما يتميز بمجرى دخول قصير،ويعطي قدرة عالية للمحرك ،ولكن هنالك صعوبة في تركيب مصفاة الهواء .

2- السحب العلوي : وهو الشائع والملائم لسهولة تركيب مصفاة الهواء في الأعلى ،وهذا النوع يعتمد على الجاذبية في سير الشحنة وتنزل الشحنة من الأعلى الى الأسفل . وكما موضحة في الشكل (2-18-ب) .

3- السحب السفلي : وهذا النوع المبين في الشكل (2-18-ج) يستعمل في المحركات ذات القدرة العالية والسرعة العالية .

كما تصنف المغذيات على أساس عدد الأنابيب التي يدخل منها الهواء (عدد الأبواق) البوق الواحد، والبوقان، والأربعة أبواق.وكذلك تصنف على أساس الفنجوري ثابت أو متغير .



شكل (2-18) تصنيف المغذيات

13-2 أنواع المغذيات (Type Of Carburetor) :

من المغذيات الشائعة الاستعمال هي :

1- المغذي البسيط.
2- مغذي زينث .
3- مغذي سولكس .
4- مغذي التخلخل الثابت.

14-2: المغذي البسيط (Simple Carburetor) :

1-14-2 نظرية عمل المغذي البسيط :

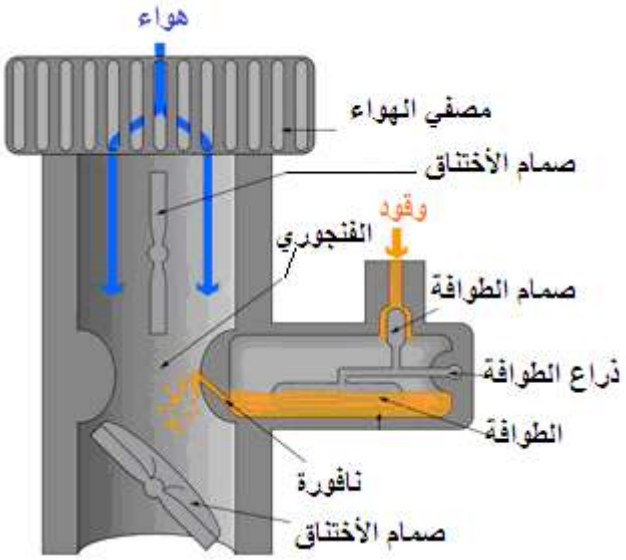
تعتمد نظرية عمل المغذي مبدأ الفنشوري لخلط الهواء مع البنزين ،وكما موضح في الشكل (2-19) . نتيجة حركة المكبس من (ن م ع) الى (ن م س) داخل أسطوانة المحرك يدخل الهواء في بوق أو أنبوبة المغذي فتزداد سرعته في منطقة التخصر ويقل ضغطه ، وحدوث التخلخل فيها يؤدي الى تحرك الوقود من غرفة الطوافة المعرضة للضغط الجوي عن طريق أنبوبة تنفيس الى نافورة المغذي الواقعة في منطقة التخصر المتخلخلة والمتصلة بالوقود في غرفة الطوافة لمعادلة الضغط مع الضغط الجوي فيختلط الهواء مع البنزين ويمر الى مجمع مجاري السحب ليدخل الى أسطوانات المحرك عن طريق صمام الدخول ويمكن السيطرة على الهواء الداخل الى المحرك بواسطة صمام الحاكم ، وكلما زادت كمية الهواء التي تمرفي المغذي زادت كمية الوقود الخارجة من النافورة بسبب زيادة سرعة الهواء في منطقة الخصر بسبب زيادة فرق الضغط بين هذه المنطقة والضغط الجوي المسلط على الوقود في غرفة الطوافة

هذا يمثل فكرة مبسطة لعمل المغذي البسيط ،وهو مبدأعمل لكل المغذيات الحديثة والتي تحتوي على تقنيات تلائم تطور السيارات ولكي توفي بالغرض المطلوب زودت بالمنظومات الآتية :

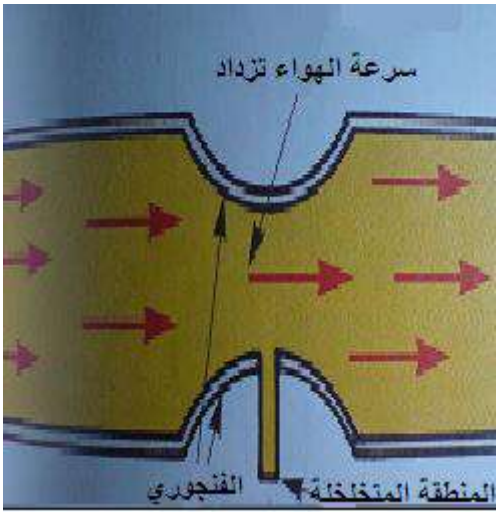
1- منظومة السرعة البطيئة (منظومة التكاسل) .

2- منظومة السرعة العالية .

3- منظومة التعجيل .



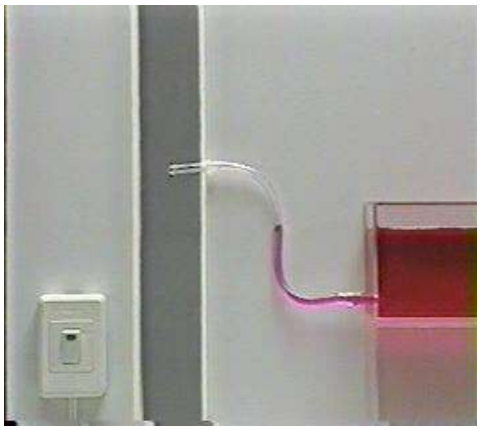
شكل (2-19) المغذي البسيط



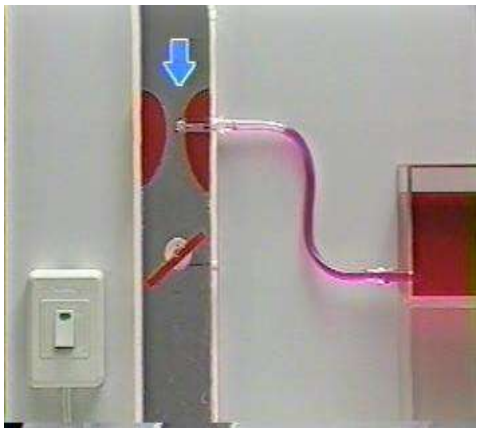
شكل (2-20) طريقة الفنجوري

2-14-2 تأثير الفنجوري (Venture Effect) :

عند مرور الهواء في منطقة ضيقة (فنشوري)، وكما في الشكل (2-20) تزداد سرعته ويقل ضغطه عن الضغط الجوي أي تحدث خلخلة في تلك المنطقة ونتيجة لهذه الخلخلة يتم سحب البنزين ويرش من النافورة في تيار الهواء المار.عندما يتحرك الهواء تكون سرعات جزيئاته متساوية ولكن إذا مرت جميعاً في فتحه ضيقة فيجب عليها أن تسرع كي تمر جميعاً خلال هذه الفتحة الضيقة فتحدث الخلخلة والشكل (2-21) يوضح تجربة تبين تأثير الفنشوري على سحب السائل من الخزان عبرالماسورة . ففي (أ) لايوجد تخصرفي الأنبوبة ،ونتيجة لذلك لايوجد منطقة متخلخلة وفي (ب) يوجد التخصر؛ ولكنه الأنبوبة مغلقة بالصمام وفي (ج ، د) حيث التخصرموجود والصمام مفتوح وتدفق السائل للأنبوبة لأن الضغط في المنطقة الضيقة أصبح أقل من الضغط الجوي بفعل زيادة سرعة الهواء المار لاحظ الشكل (هـ) .

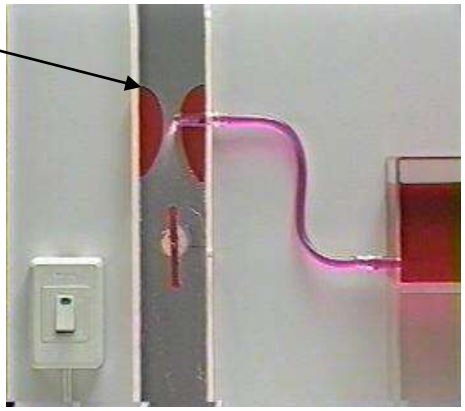


(أ) عدم وجود تخصر في الأنبوبة لذلك لايوجد تخلخل في الضغط والسائل لايتدفق.

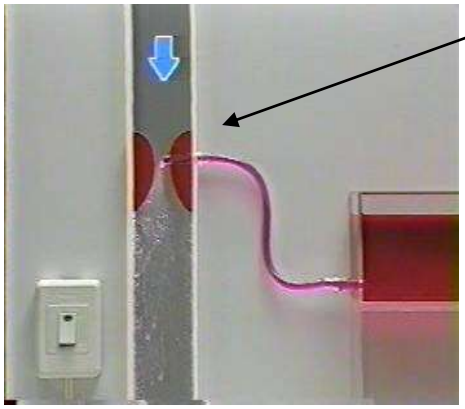


(ب) وجود التخصر والسائل لايتدفق لأن الأنبوبة مغلقة بالصمام الذي يمثل الصمام الحاكم في المغذي

تدفق السائل



(ج) الصمام مفتوح والهواء يمر بسرعة خلال التخصر محدثاً ضغط متخلخلاً يؤدي الى سحب السائل وتدفقه من منفذ الماسورة

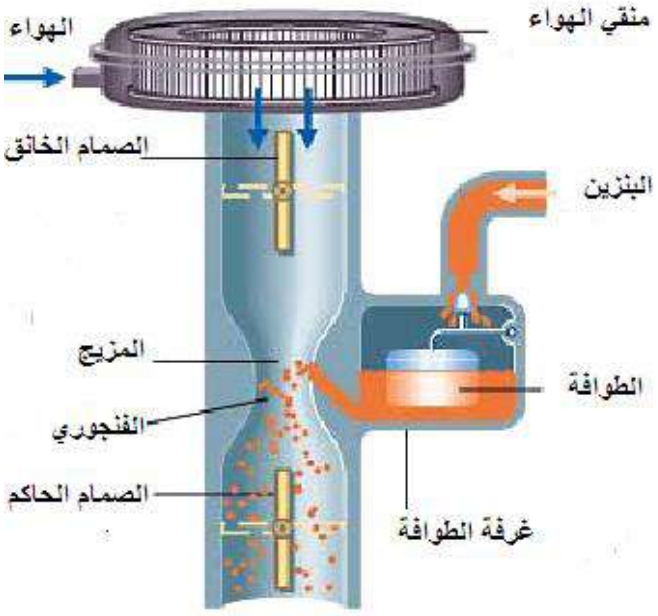


(د) لايوجد صمام والهواء يمر عبرالتخصر فتزداد سرعته ويكون الضغط متخلخلاً يؤدي الى سحب السائل وتدفقة من منفذ الماسورة

(هـ) خروج السائل نتيجة أزدياد سرعة الهواء (بالنفخ)

شكل (2-21) تأثير الفنجوري

ويتكون المغذي البسيط من الأجزاء الآتية الشكل (2-22) :



شكل (2-22) المغذي البسيط

1-أنبوبة الخلط : أسطوانة دائرية وهي ممر الهواء الوحيد الى المحرك عبر منقية الهواء وتركب على مجمع مجاري السحب وتتكون من :

أ- ماسورة الأختناق (الفنجوري) : وهي الجزء الضيق الذي يعمل على سحب البنزين نتيجة سرعة الهواء وانخفاض ضغطه .

ب- صمام الحاكم : وهو على شكل قرص يتحرك حول محوره لغلق وفتح مدخل الهواء يسيطر على كمية المزيج المار الى المحرك والسيطرة على سرعة المحرك ويتصل بدواسة القدم أو بعتلة يتحكم بها السائق ، فإذا ماأديرالصمام ليكون بوضع أفقي فإنه يغلق الأسطوانة، وإذا حُرِك يكون بوضع غير أفقي، فإنه يسمح بدخول المزيج .

ت-النافورة : وهي ماسورة توصل البنزين من غرفة الطوافة الى ماسورة الأختناق عن طريق منفذها الضيق . يكون أحد طرفيها متصل بغرفة العوامة، اما طرفها الآخر الذي ينتهي بمنفذ الضيق فيوجد في المكان الذي تحدث به خلخلة داخل الفنشوري . يندفع الوقود بتأثير الضغط الجوي إلى منفذ النافورة، ثم إلى تيار الهواء الذي يمر بالأسطوانة على شكل رذاذ ويتحول بسرعة الى بخار . يزداد تدفق الوقود في الأسطوانة كلما زاد مقدار الهواء المار فيها لازدياد الخلخلة عند الفنجوري .

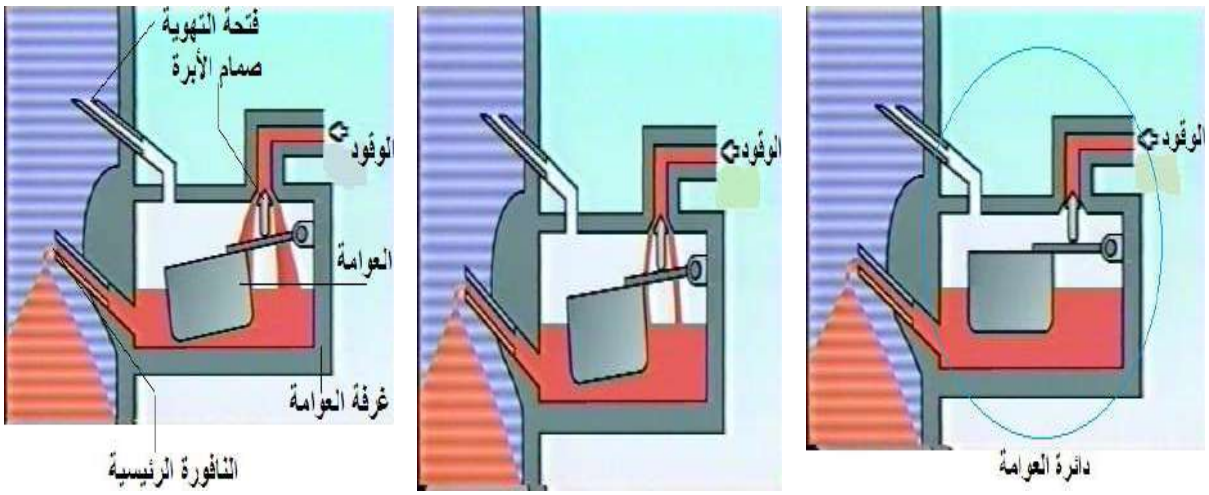
2-دائرة الطوافة: وتحتوي على:

أ-غرفة الطوافة :يأتي اليها البنزين من الخزان الرئيس عن طريق مضخة الوقود ، ويخرج منها الى ماسورة الاختناق عبر النافورة .

ب-الطوافة (العوامة) :تحافظ على مستوى ثابت للبنزين في غرفة الطوافة على أرتفاع (1.5-3 ملم) أدنى من مستوى منفذ النافورة .

ج- صمام الأبرة : وظيفته فتح وغلق فتحة دخول البنزين فإذا دخل البنزين إلى غرفة الطوافة بمعدل أكبر من اللازم أرتفع مستواه فيرفع الطوافة دافعة صمام الأبرة لغلق فتحة دخول البنزين فيتوقف عن التدفق . وإذا أنخفض مستوى البنزين تحركت الطوافة إلى الأسفل ليهبط صمام الأبرة مبتعداً عن فتحة دخول البنزين ليسمح للوقود بالدخول إلى غرفة الطوافة . كما يعمل صمام الأبرة على فتح فتحة دخول البنزين جزئياً ليعوض كمية الوقود الخارجة وبذلك يحتفظ الوقود بمستوى ثابت داخل غرفة الطوافة.

الشكل (2-23) يوضح دائرة الطوافة .



(أ) صمام الأبرة مغلق (ب) صمام الأبرة مفتوح جزئياً (ج) صمام الأبرة مفتوح بالكامل

شكل (2-23) دائرة الطوافة

2-15 مغذيات زينث (Zenith Carburetor) :

2-16 نظرية عمل مغذي زينث :

2-16-1 التغذية عند بدء الإدارة :

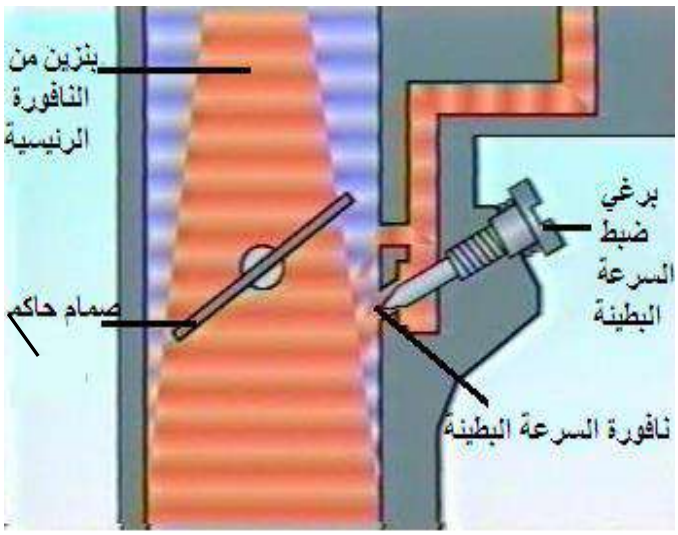
يجب أن يكون مزيج الهواء والبنزين غنياً عند بدء الإدارة وخاصة في الأجواء الباردة لصعوبة تبخر البنزين وتكثف جزء منه في مجمع مجاري السحب وداخل أسطوانات المحرك وللحصول على مزيج غني يتم باستعمال جهاز بدء التشغيل الذي يتكون من صمام الخانق في أعلى غرفة الخلط أسفل منقية الهواء يعمل يدوياً أو تلقائياً وعند ما يغلق يؤدي إلى تدفق البنزين من النافورة الرئيسة بكمية كبيرة إضافة إلى البنزين المتدفق من نافورة السرعة البطيئة، وكما موضحة في الشكل (2-24) .

2-16-2 التغذية عند السرعة البطيئة (اللاحمل) :

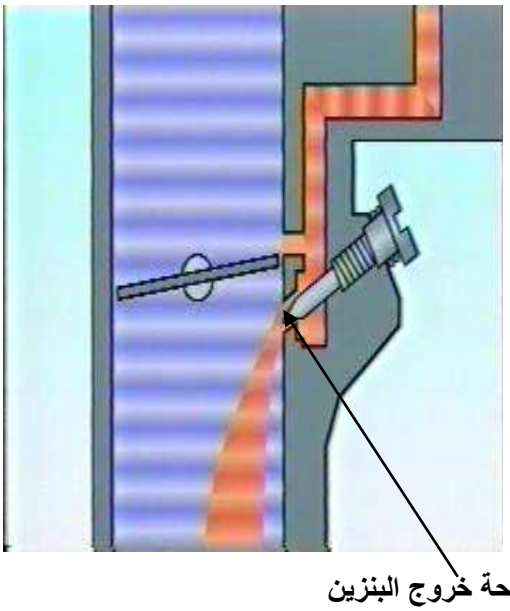
عندما يدور المحرك بعد بدء التشغيل وصمام الخانق مفتوحاً بشكل كامل، وصمام الحاكم مغلق؛ لعدم الضغط على دواسة القدم يكون تيار الهواء المار في ماسورة الأختناق بطيئاً بحيث لايستطيع من سحب البنزين من النافورة الرئيسة ولامن النافورة المعوضة بكمية كافية . أن سحب المحرك للهواء يؤدي إلى تخلخل كبير فوق سطح البنزين بممر نافورة السرعة البطيئة حيث يدخل الهواء من الفتحة عن طريق مسمار ضبط خليط السرعة البطيئة ويختلط بالبنزين مكوناً خليطاً مناسباً للسرعة البطيئة ويخرج من الفتحة الموضحة في الشكل (2-25) إلى مجمع مجاري السحب ثم إلى أسطوانات المحرك .

3-16-2 ضبط خليط السرعة البطيئة :

تضبط النسبة الصحيحة للخليط عندما يكون المحرك ساخناً بواسطة برغي ضبط الهواء الذي يتحكم طرفه المسلوب بمقدار الهواء المطلوب للسرعة البطيئة الشكل (2-25). ويتم الضبط بتدوير البرغي بمفل إلى الداخل حتى نهايته ثم تدويره إلى الخارج ببطيء وبلفة ونصف وبأستمرار التدوير حتى ينتظم دوران المحرك . إن تدوير البرغي إلى الداخل يضيق فتحة دخول الهواء فيزداد التخلخل ويكون المزيج غنياً . أما أذا كان البرغي للخارج فيحدث العكس .



شكل (2-24) التغذية عند
بدء أدارة المحرك



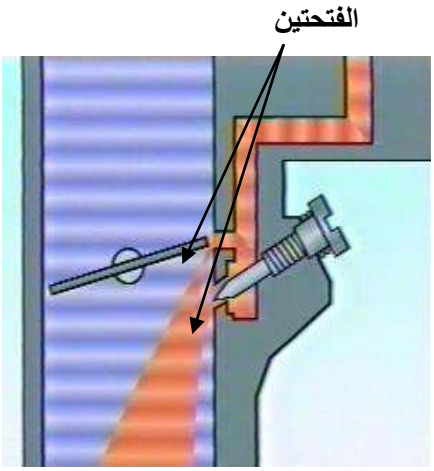
شكل (2-25) التغذية عند
السرعة البطيئة (اللاحمل)

4-16-2 التغذية عند السرعة العادية والحمل الجزئي :

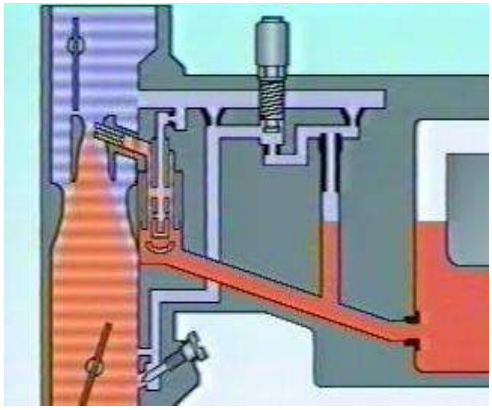
عندما يتم الضغط على دواسة القدم يفتح صمام الحاكم قليلا فيكشف عن فتحة أخرى تكون معرضة لسحب المحرك فيسحب الهواء كمية أضافية من البنزين إضافةً إلى كمية البنزين الخارجة من نافورة السرعة البطيئة وبذلك يكون الخليط الخارج من الفتحتين مناسباً لهذه السرعة، وكما مبين في الشكل (2-26 أ).

5-16-2 التغذية عند السرعة العادية والحمل الكامل :

باستمرار الضغط على دواسة القدم يفتح صمام الحاكم فتحة أكبر وتزداد سرعة المحرك ويمر الهواء بسرعة اكبر عند الاختناق، فيقل ضغطه ويخرج البنزين من القناة الرئيسة ويتدفق من النافورة الرئيسة ويختلط مع الهواء المار ليكون مخلوطاً مناسباً للسرعات العالية، وكما موضح بالشكل (2-26ب).

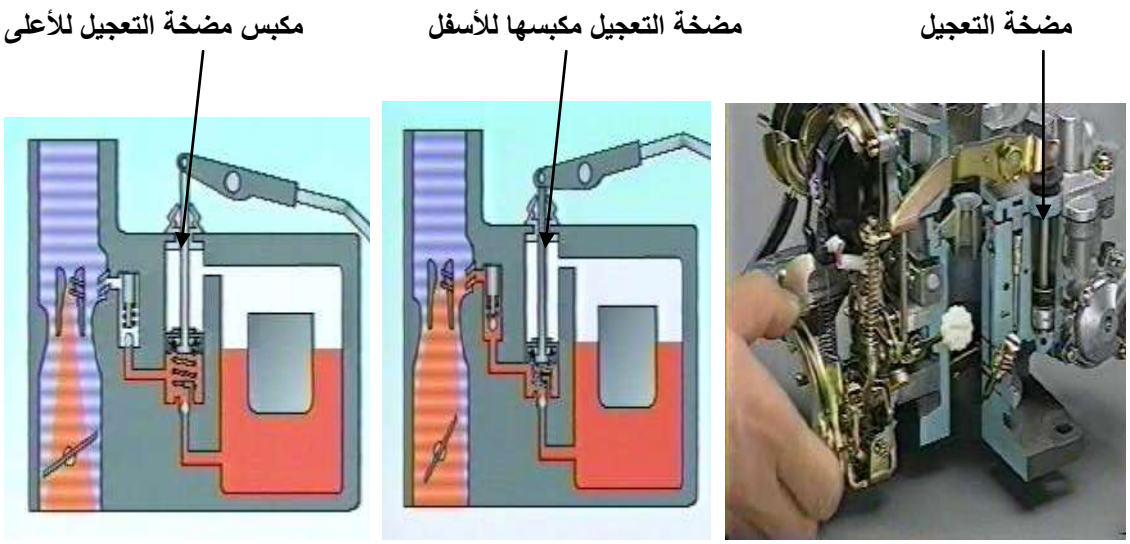


شكل (2-26 أ) التغذية العادية عند الحمل الجزئي



شكل (2-26 ب) التغذية عند السرعة العادية والحمل الكامل

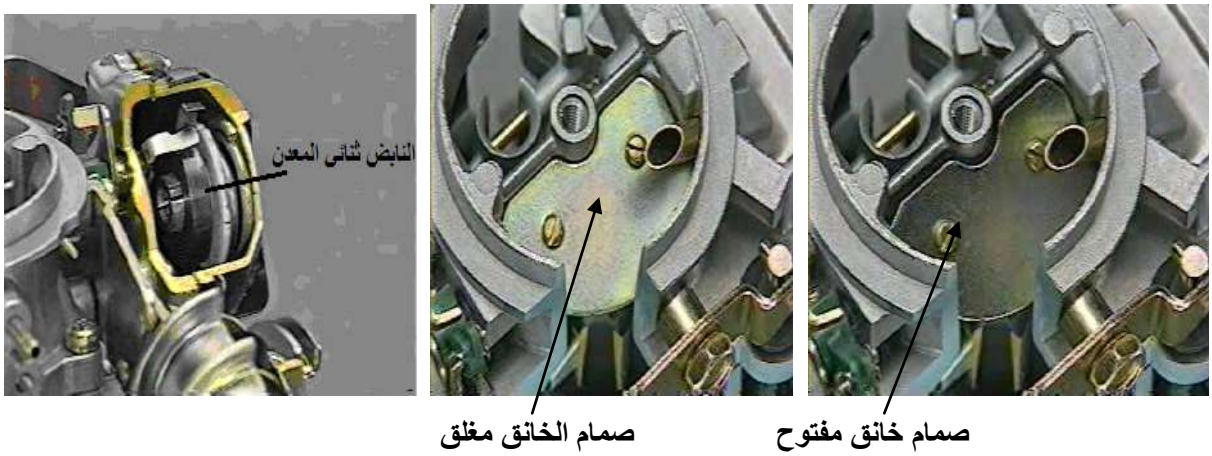
6-16-2 التغذية عند التعجيل : عند الضغط على دواسة البنزين دفعة واحدة لتعجيل السيارة كي تتجاوز سيارة أخرى يفتح صمام الحاكم بالكامل مرة واحدة فيندفع الهواء في أنبوبة المغذي، لكنه لا يأخذ الكمية الكافية من الوقود مناسبة للتعجيل الفجائي، فيكون المزيج ضعيفاً قد ينتج عنه توقف المحرك، لذلك توجد مضخة تدعى مضخة التعجيل المبينة في الشكل (2-27أ) يتحرك مكبسها إلى الأسفل كما في الشكل (2-27 ب) ضاغطاً على البنزين الموجود في أسفله فيفتح ضغط البنزين صمام الطرد ويمر من خلاله إلى نافورة التعجيل ويتدفق إلى أنبوبة المغذي ليختلط بالهواء المار فيها وبذلك يتكون الخليط المناسب لهذه الحالة ويتمكن المحرك من زيادة سرعته في زمن قصير. وعند انتهاء التعجيل يتحرك مكبس المضخة إلى الأعلى الشكل (2-27 ج) لأتصاله بصمام الحاكم ويمتلئ أسفله بالبنزين مرة أخرى عن طريق صمام السحب.



شكل (2-27) مضخة التعجيل

7-16-2 صمام الخانق الأوتوماتيكي لبدء التشغيل (Choke Automatic) :

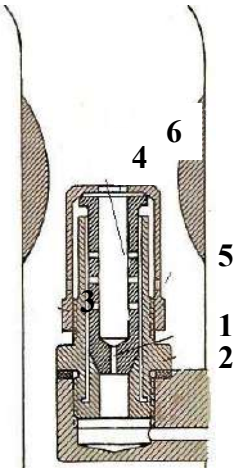
يستعمل هذا الصمام لسهولة بدء تشغيل المحرك أوتوماتيكيا إذ تستعمل درجه حرارة المحرك للتحكم في فتح وغلق صمامات الخنق الأوتوماتيكية المبين في الشكل (2-28).



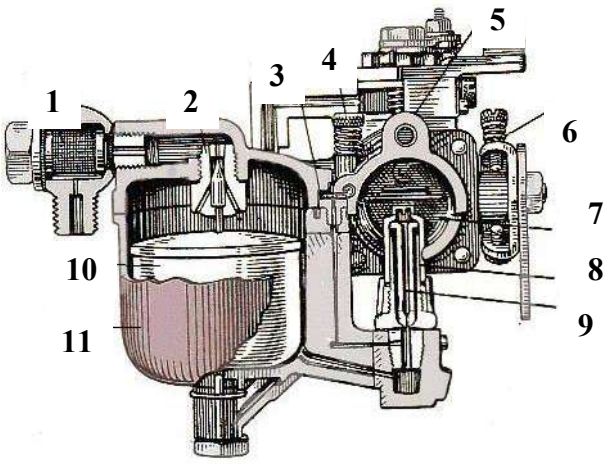
شكل (2-28) صمام خانق بدء التشغيل في المغذي

17-2 مغذي سولكس (Solex Carburetor) :

في شوط السحب يسحب المحرك الهواء الخارجي عن طريق مدخل المغذي، فتزداد سرعته، ويقل ضغطه في الموضع الضيق (منطقة التخصر) الموجود فيها ، يؤدي الى خروج البنزين من منفث النافورة بشكل رذاذ مكوناً خليط الوقود والهواء المطلوب . ويمكن التحكم عادة فى هذا الخليط الوارد للمحرك وبالتالى كمية الوقود عن طريق صمام الحاكم المركب فى مدخل سحب الوقود بالمغذي في موضع بينه وبين المحرك .ويوضح الشكل (2-29) نظرية عمل المغذي . الجزء الضيق الموجود في مدخل المغذي يعرف بأسم أنبوبة فنجوري (7) كما تعرف فتحة مرورالوقود باسم المنفث (9) . ويتصل هذا المنفث بغرفة الطوافة (11) التي تحتوى على عوامة (10) تعمل على الإحتفاظ بالوقود فى مستوى ثابت (حتى لا يفيض من المنفث) . وعندما يصل مستوى الوقود إلى أقصى حد له تقوم العوامة بإغلاق فتحة الدخول المتصلة بخزان الوقود أو بمضخة الوقود، وذلك بواسطة صمام الأبرة (2) . والشكل (2-30) يوضح تكوين مجموعة النافورة



1- المنفث الرئيسي
2- حامل المنفث
3- غطاء النفث
4- فتحات
5- فتحات
6- متصلة بالهواء الخارجي



1- مصفاة 2- صمام الابرة 3-منفث موجة 4- منفث هواء سرعة البطيئة
5-مسار وصول انبوب الفنجوري6 -مسار ضبط سرعة التباطؤ7-انبوب الفنجوري
8- غطاء المنفث9 -المنفث الرئيسي10 -غرفة العوامة 11- العوامة

شكل (2-29) مقطع لمغذي سولكس **شكل (2-30) النافورة المركبة**

إنّ منفث النافورة يقع في المنطقة الضيّقة من ماسورة الاختناق وتكون معرضة لانخفاض الضغط بينما تقع الثقوب (5) للغطاء الخارجي في أسفل ماسورة الاختناق ومعرضة للضغط الجوي وعند تدفق الهواء حول منفث النافورة الذي يزداد كلما كبرت فتحة صمام الحاكم يقوم بسحب البنزين من فتحة النافورة (6) ونتيجة لذلك يهبط مستوى البنزين في النافورة ويستمر بالهبوط بزيادة السرعة الى أن تنكشف أعلى الثقوب (4) فيدخل الهواء من الثقوب الجانبية للغطاء الخارجي (5) الى داخل النافورة من الثقوب (4) وينسحب الهواء الداخل من النافورة الى الأعلى بتأثير التخلخل حاملاً معه بنزيناً ويخرج من منفث النافورة (6) وتنكشف الثقوب المختلفة (4) تدريجيا بازدياد سرعة الهواء وهبوط مستوى البنزين وهكذا يمكن أمداد المحرك بنسب خليط (الوقود بالهواء) تتلائم مع مدى واسع من سرعات المحرك وحمله بالإستعانة بهذه المجموعة ، وتحتوى النافورة على جميع الأجزاء التى تتحكم فى تكوين الخليط . ويمكن المحافظة على ثبات نسبة خلط الوقود بالهواء فى مدى واسع من سرعات المحرك وحمله بالاستعانة بهذه المجموعة ، مع الاختيار المناسب لفتحات المنفث . وحتى يوفى المغذى بجميع المتطلبات يجب تزويده ببعض العناصر التكميلية ، وفى مقدمتها العناصر المتعلقة ببدء حركة المحرك ، والحصول على بعض سرعات التباطؤ المحددة ، والأداء الجيد عند التعجيل .

18-2 مغذي SU(SU Carburetor) :

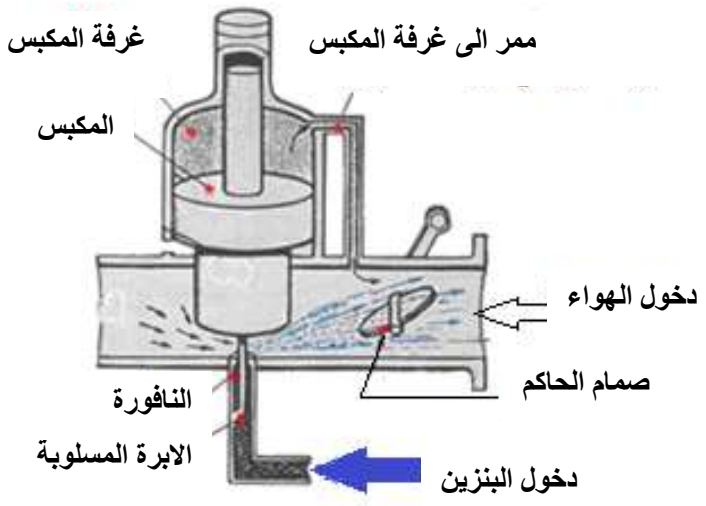
هو مغذي يشتغل على نظام التخلخل الثابت، أي أن خروج البنزين من النافورة يكاد يكون ثابتاً تحت تأثير سرع وأحمال المحرك المختلفة، ويختلف هذا المغذى عن المغذيات السابقة فى أن مقدار فتحة خانقه ليست ثابتة؛ بل تتغير بحيث يكون التخلخل ثابتاً فى الخانق مهما كانت سرعة المحرك، كما أن فتحة النافورة ليست ثابتة أيضاً، بل إنها تتغير تبعاً لتغير فتحة الخانق، وبذلك نحصل على خليط مناسب لكل أحمال وسرع المحرك المختلفة . و يحتوي مغذي SU على نافورة واحدة بينما المغذيات التي مر ذكرها تحتوي على ثلاث نافورات .

19-2 التركيب :

- أنبوبة المغذي وتكون أفقية والخانق عبارة عن المكبس الذي يتحرك حركة ترددية مع قرص إلى الأعلى والى الأسفل داخل أسطوانة أو دليل.

- مكبس يوجد به ثقب من الأسفل لمعادلة الضغط يتصل بأنبوبة المغذي في الموضع الذي يكون فيه الضغط منخفض ويتصل المكبس بقرص من الأعلى يتحرك داخل أسطوانة محكمة (دليل) يتصل بممر من الأعلى يؤدي الى غرفة الخلط وثقب في أسفله تحت القرص كما في الشكل (2-31).

- أبرة مسلوبة تثبت أسفل المكبس تتحرك حركة ترددية معه داخل فتحة النافورة وبواسطة الأبرة المسلوبة تتحدد فتحة النافورة وكمية البنزين المار منها. الذي يصل إليها من غرفة الطوافة .والشكل (50) يبين أجزاء المغذي.



شكل (2-31) مخطط لمقطع مغذي S U

20-2 الغازات الناتجة من احتراق الوقود في المحركات (الخارجة من أنبوبة العادم) وتأثيرها:

1- غاز النيتروجين (N_2) : ليس له تأثير ضار .

2- بخار الماء (H_2O) : ليس له تأثير ضار .

3-غاز ثاني أوكسيد الكربون (CO_2): يعمل على رفع درجة حرارة الغلاف الجوي (ظاهرة الأحتباس الحراري)

4- أول أوكسيد الكربون (CO): وهو غاز عديم اللون وعديم النكهة وعديم الرائحة وهو سام ويسبب الوفاة خلال نصف ساعة عندما تكون نسبته (0.3 %) في هواء الغرفة .ينتج عن الأحتراق غير الكامل للوقود (عند ندرة الأوكسجين) .

5- أكاسيد النتروجين(NO_x) : ومن أحد مركباتها غاز ثاني أوكسيد النيتروجين NO_2 له لون بني ضارب الى الحمرة ويتميز برائحة قوية وهو غاز سام ومن أكثر ملوثات الهواء وضوحاً

6- الهيدروكربونات : وهو وقود غير محترق يخرج من أنبوبة العادم على هيئة غاز متطاير والمضار التي يسببها هي الأورام الخبيثة .والجدول رقم (5) يبين الغازات المنبعثة .

جدول رقم (2-1) مكونات غاز العادم في الحالات المختلفة للمحرك

حالة السير / غازات العادم	الحمل الخالي	التسارع	السرعة الثابتة	التباطؤ
هيدروكربون P P M	1000 - 300	800 -300	550 -250	12000 -3000
أول أوكسيد الكربون CO %	9 -4	8 -1	7 -1	4 -3
ثاني أوكسيد الكربون CO_2%	10	12	12.5	6
أوكسيد النيتروجين P P M	50 -10	4000 -1000	3000 -1000	50 -5
الأوكسجين O_2%	2	1.5	1.5	8

حيث ان P P M: جزء لكل مليون جزء = 1/ 000 000 1 .

المصطلحات الفنية

اللغة الانكليزية	اللغة العربية
Flame Propagation	تقدم اللهب
Fuel	وقود
Fuel System	منظومة الوقود
Fuel Tank	خزان الوقود
Filters	مرشحات
Fuel Pump	مضخة الوقود
The Carburetor	المغذي
Simple Carburetor	المغذي البسيط
Zenith Carburetor	مغذي زينث
Solex Carburetor	مغذي سولكس
Su Carburetor	مغذي التخلخل الثابت
Carburetor Idling	دائرة السرعات البطيئة
Float Circuit	دائرة العوامة
Choke	صمام الخنق
Jet	نفاث

أسئلة الفصل الثاني

س1: عرف الوقود . وما أنواع الوقود المستعملة في محركات الاحتراق الداخلي .

س2: عدد العوامل التي تتحكم في ظاهرة الطرق .

س3: أذكر العوامل التي تقلل من احتمالات حدوث ظاهرة الطرق .

س4: ما تأثير قابلية البنزين للتطاير على :

1- سهولة بدء ادارة المحرك . 2- تكون فقاعات بخار البنزين في منظومة الوقود .

3- سرعة تسخين المحرك . 4- سلاسة الحركة في أثناء زيادة سرعة المحرك (التعجيل).

5- الاقتصاد في استهلاك الوقود .

س5: ما لمقصود بالرقم الأوكتيني للبنزين ؟.

س6: ما وظيفة منظومة الوقود ؟ وما أجزائها ؟.

س7: عدد طرق تغذية الوقود . وما المضخات المستعملة في المحركات الحديثة ؟

س8: ما الأساس التي تصنف عليه المغذيات ؟ وما أصنافها ؟ مع ذكر المساوئ والمحاسن لكل نوع .

س9: عدد المتطلبات والشروط التي يجب أن يحققها المغذي ؟

س10: ما أجزاء المغذي البسيط ؟

س11: عدد أنواع المغذيات شائعة الأستخدام ؟

س12: أشرح نظرية عمل المغذي البسيط ؟

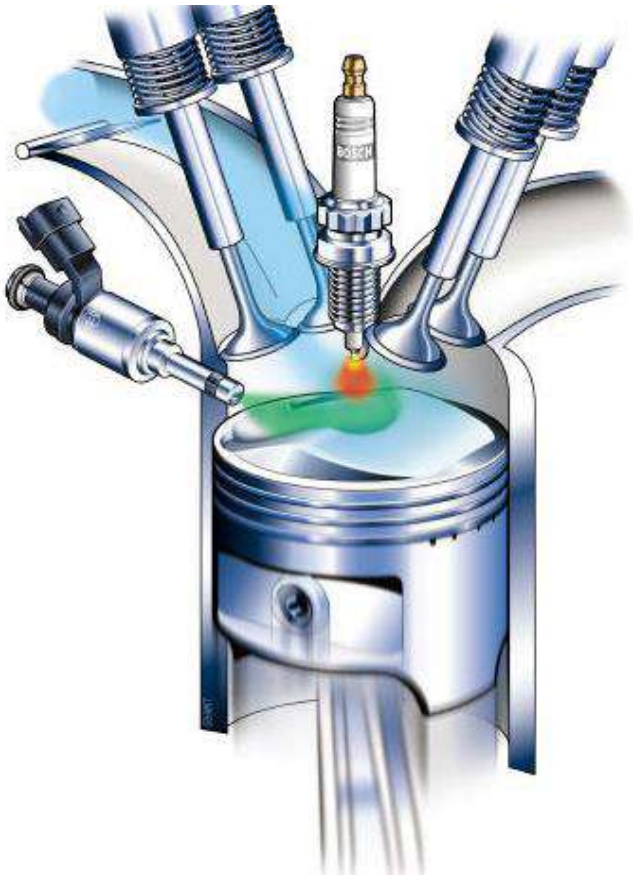
س13: ما المنظومات التي زودت بها المغذيات كي تتلائم وتطور المحركات ؟

س14: عدد الغازات الخارجة من أنبوبة العادم للمحرك، وما تأثيرها ؟

الفصل الثالث

منظومة الحقن الوقود الالكتروني

Electronic Fuel Injection System



الأهداف

بعد ان ينهي الطالب هذا الفصل سوف يكون قادرا على ان :

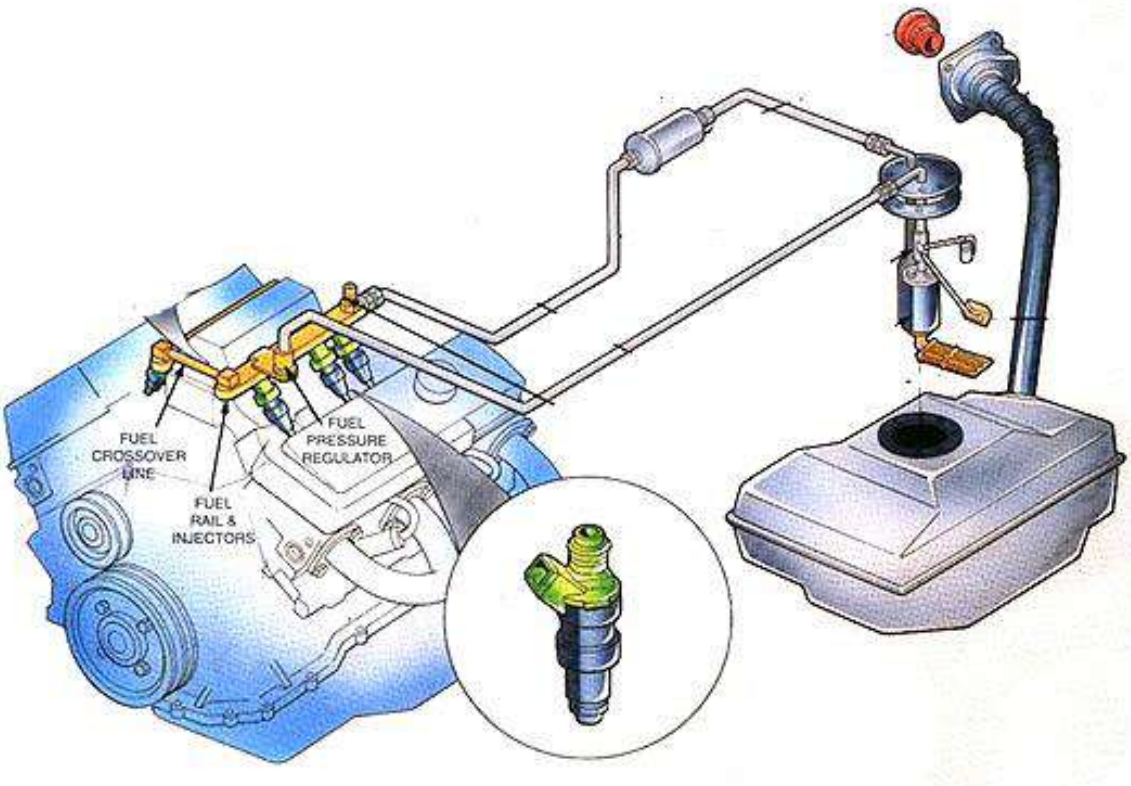
1- يعرف مكونات منظومة الحقن الالكتروني في محركات البنزين

2- يتعلم كيف تتم السيطرة وحدة التحكم الالكتروني على المحرك Electronic Control Unit

3- يعرف مكونات منظومة التحكم الالكتروني - الذكي في صمام الخانق

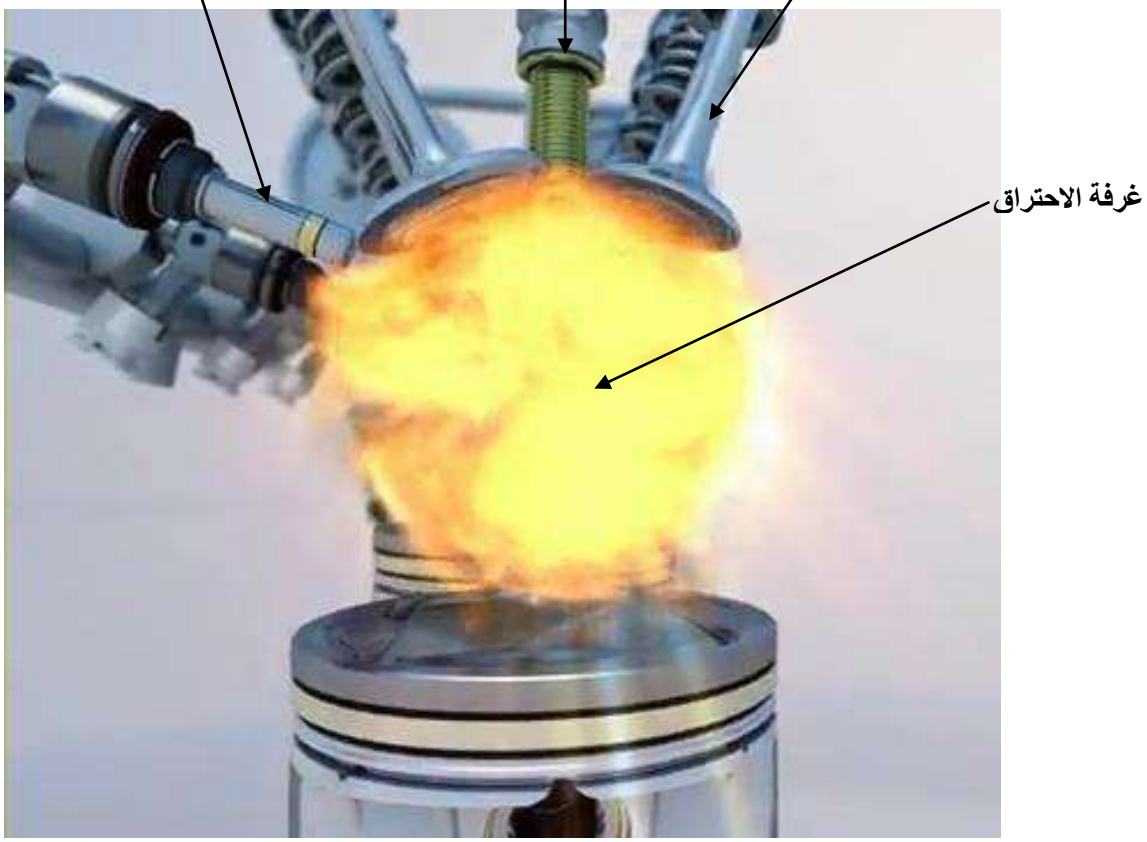
4- يعرف مبدا العمل نظام السيطرة بواسطة مفتاح التشغيل على نظام الحقن الالكتروني

5- يعرف مكونات التحكم الالكتروني بغازات العادم


FUEL
CROSSOVER
LINE
FUEL
RAIL &
INJECTORS
FUEL
PRESSURE
REGULATOR

1-3 منظومة الحقن الالكتروني في محركات البنزين (Electronic Fuel Injection System):

تستخدم هذه المنظومة أجهزة تحسس في محركات البنزين ،كما موضحا بالشكل (1-3). وأطلق عليها تسمية منظومة الحقن الالكتروني، لأن عملية الحقن تتم السيطرة عليها الكترونيا، وأصبح هذا النظام شائعا في عدد من السيارات الحديثة للحصول على عوادم اقل تلوث للبيئة ،وكذلك السيطرة على نظامي الإشعال ونظام حقن الوقود، لتحسين أداء المحرك لرفع قدرته وتقليل استهلاك الوقود إلى جانب القليل من انبعاث غاز العادم



شكل (1-3) منظومة الحقن الالكتروني في محركات البنزين

مكونات نظام الحقن الالكتروني

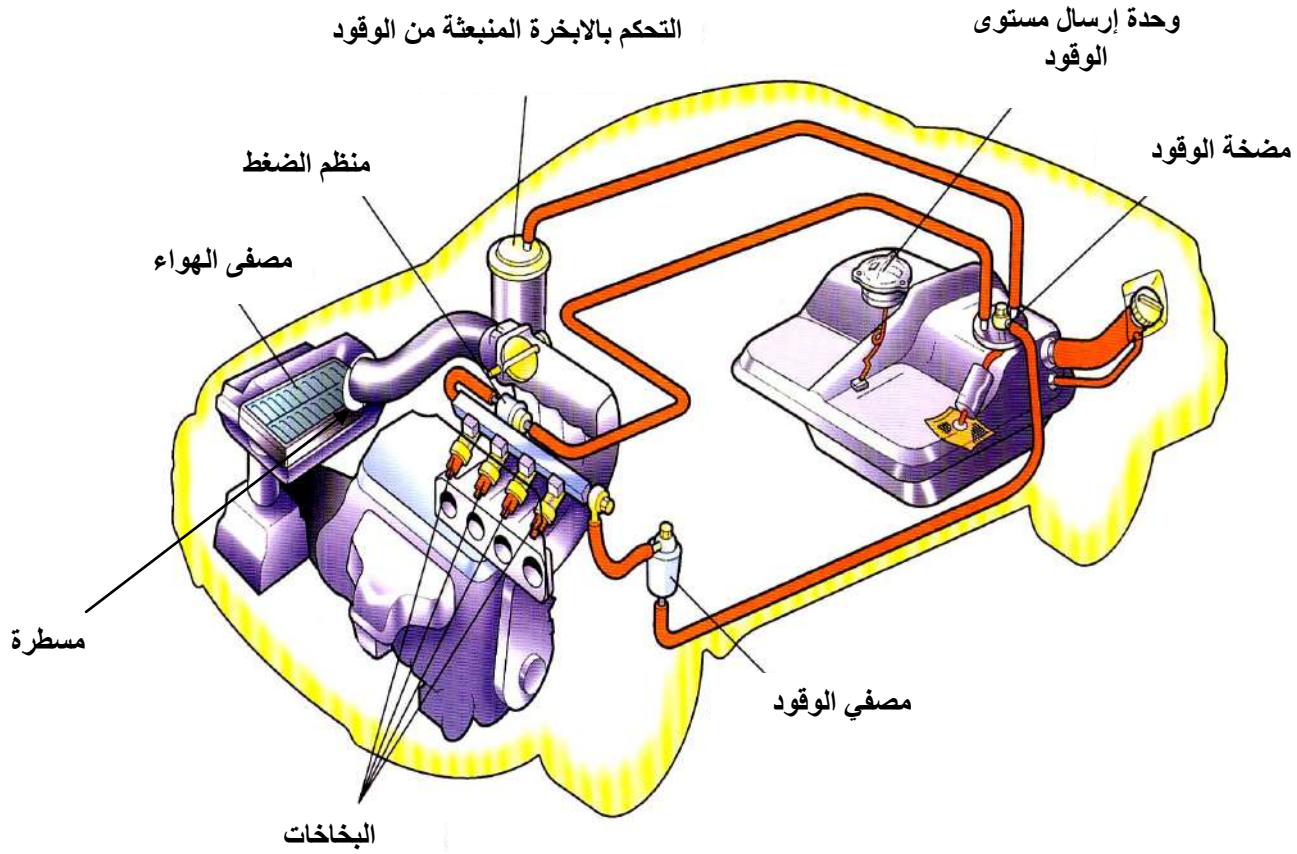
1 - منظومة الوقود

2- منظومة الهواء

3 - منظومة السيطرة

2-3 منظومة الوقود (Fuel System) :

ان عمل منظومة الوقود هو تغذية الوقود بسحب الوقود من الخزان بواسطة مضخة الوقود الكهربائية وعبر مصفي الوقود الى انابيب التوصيل الى مسطرة التوزيع من ثم الى البخاخ الذي يعمل بالقوة المغناطيسية الكهربائية اذ يصل الوقود مضغوطا إلى البخاخات بضغط ثابت عند لحظة فتح للبخاخات يتم التحكم في زمن الفتح الكترونيا للبخاخ بواسطة وحدة التحكم الالكتروني وعند وصول ضغط الوقود داخل منظومة الحقن الالكتروني اعلى من الضغط المقرر له يفتح منظم ضغط الوقود لرجوع الوقود الزائد الى الخزان، كما موضح في الشكل (3-2).



شكل (3-2) اجزاء منظومة الوقود

1-2-3 اجزاء منظومة الوقود تتكون من :

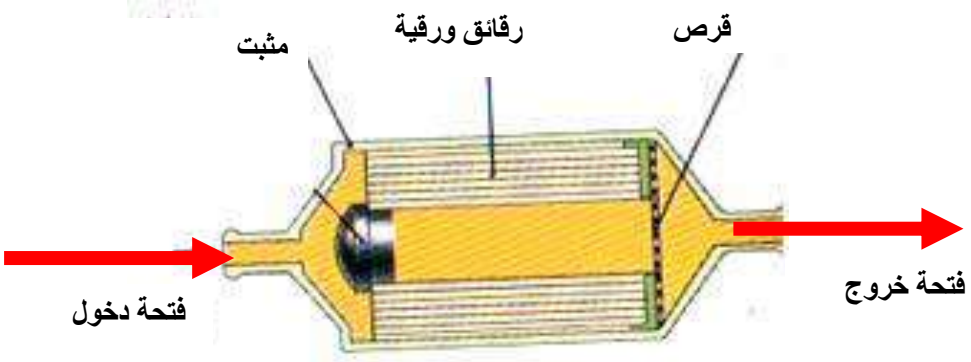
1-خزان الوقود (Fuel Tank) :

وظيفته خزن الوقود والحفاظ على مستواه ،كما موضح في الشكل (3-3) يثبت في خزان الوقود مضخة الوقود الكهربائية لدفع الوقود من الخزان.

شكل (3-3) خزان الوقود

2-مصفي الوقود (Fuel Filter):

وظيفته تصفية الوقود من الشوائب والاوساخ وارساله الى البخاخات تلافيا من انسداد البخاخات ويتكون مصفي الوقود من الاجزاء الاتية 1- رقائق ورقية 2- مثبت3- وفتحة الدخول والخروج كما موضح في الشكل (3-4) .



شكل (3-4) مصفي الوقود

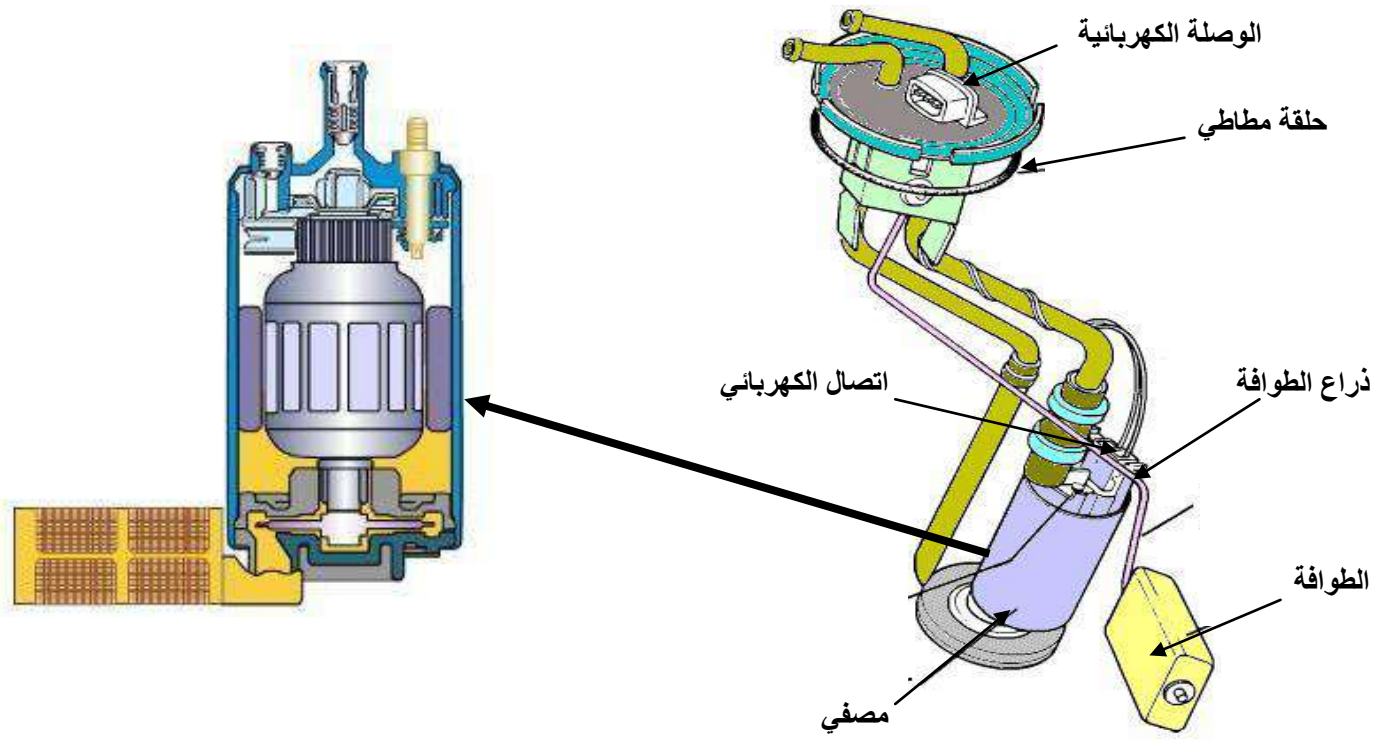
3-مضخة الوقود (Fuel pump) : يوجد نوعان من مضخات الوقود

أ- مضخة تركب داخل خزان الوقود

ب - مضخة الوقود خارج خزان الوقود

أ-مضخة الوقود المركبة داخل الخزان:

هو النوع الاكثر استعمالا في السيارات الحديثة الذي يركب داخل خزان الوقود يحتوي عادة على اجزاء إضافية هي مصفاة وقود أولية في قاع الخزان كما موضح في الشكل (3-5) ، ومقياس لمدى الامتلاء (طوافة) ووعاء دوار يستعمل بمثابة خزان وقود، وتوجد اجزاء اخرى تكون في الخارج، مثل الوصلات الكهربائية، وبما ان هذه المضخة تركب داخل الخزان فان ضوضاءها قليل جدا تدارهذه المضخة بواسطة محرك كهربائي، وهي من النوع التوربيني المضخة مزودة بصمام عدم رجوع ،وبصمام تصريف وكلها موجودة ضمن كتلة واحدة ويفتح صمام التصريف ويسمح بعودة الوقود الفائض الى الخزان عندما يصل الضغط الى،(6 kg\cm^2)-(3.5 kg\cm^2) ولذا فان هذا الصمام بمثابة صمام امان يمنع ارتفاع الضغط فوق هذا الحد اما صمام عدم الرجوع فيفتح تحت ضغط المضخة ويسمح للوقود بالخروج الى البخاخات ويغلق هذا الصمام عند توقف المضخة وهو يحافظ على ضغط دائم داخل خط الوقود عند إيقاف المحرك وبمساعدة منظم الضغط .

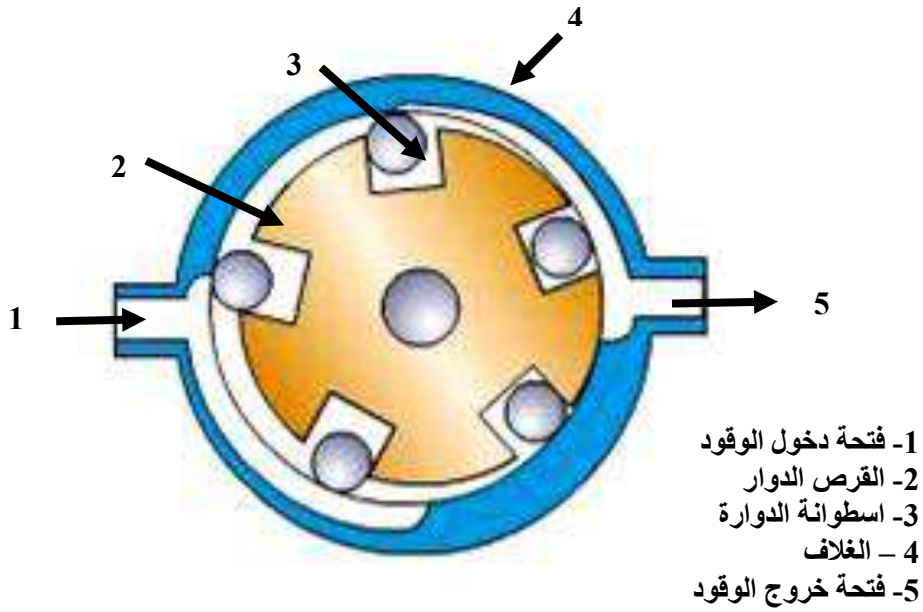


شكل (3-5) مضخة الوقود المركبة داخل الخزان

ب -مضخة الوقود خارج خزان الوقود :

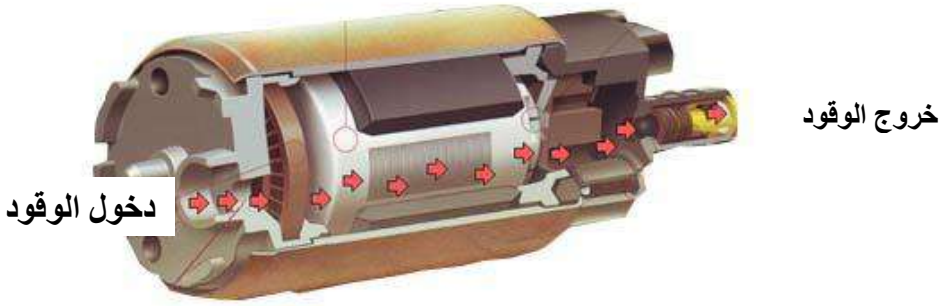
تركب مضخة الوقود في هذا النوع خارج الخزان الوقود ،وهذا مايعرف كما في الشكل(3-6) بالمضخات ذات الخلايا الدائرية (ألدلفينيه) اذ تدار بواسطة محرك كهربائي ذي مغناطيس دائم يدير قرص لامركزي داخل المضخة وعلى محيط الاقرص اللامركزية كريات تتحرك إلى الخارج تحت تأثير قوه الطرد المركزية التي تعمل كسداده محكمه حيث ينحصر الوقود في التجاويف بين الكريات وعندما يدور القرص اللامركزي تتدحرج الكريات حتى تتعدى فتحة الدخول ،دافعه أمامها الوقود مما يزيد في ضغط الوقود عند فتحه الخروج كما هو موضح بالشكل (3-7).

شكل (3-6) تركيب مضخة الوقود خارج خزان الوقود

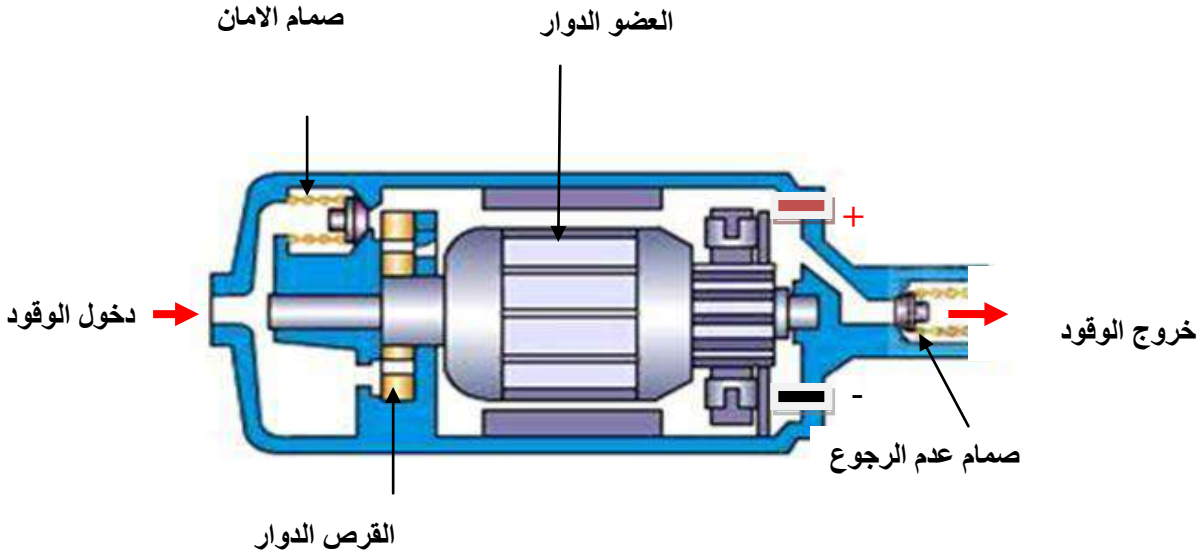


شكل (3-7) الجزء الدوار لمضخة الوقود

وكما نعلم أن الوقود ينساب حول العضو الدوار للمضخة الكهربائية ولكن لا يوجد خطورة من حدوث اشتعال وذلك لعدم وجود خليط قابل للاشتعال داخل المضخة، كما هو موضح بالشكل (3-8). ومن مميزات مضخة الوقود الكهربائية أنها تزود المحرك بأكثر مما يحتاج من الوقود لذا سوف يكون ضغط النظام مرتفع أثناء ظروف تشغيل المحرك المختلفة ومن مميزاتها أيضا وجود صمام اللا رجوع، لمنع رجوع الوقود إلى الخزان في أثناء إطفاء المحرك ويعمل كمقارن بين ضغط النظام وضغط المضخة .كما يوجد صمام أمان داخل المضخة يعمل عند زيادة الضغط عن الحد المعين ، بحيث انه عندما يزيد الضغط يفتح الصمام ويبدأ الوقود في الدوران في دورة مغلقه داخل المضخة .وتعمل مضخة الوقود بمجرد فتح مفتاح الإشعال ثم تنطفئ بعد 3 ثواني وذلك لرفع ضغط الوقود إلى الحد المطلوب ثم تستأنف عملها بعد تشغيل المحرك ، عند بدء الحركة فأن وحدة التحكم الالكتروني تقوم بتشغيل المضخة ،كما هو موضح بالشكل (3-9).



شكل (3-8) مضخة الوقود محاط بالوقود



شكل (3-9) أجزاء مضخة الوقود

4-منظم ضغط الوقود (Fuel Pressure Regulato) :

يقوم منظم بتنظيم ضغط الوقود للبخاخات ويحافظ على الوقود تحت ضغط ثابت داخل المنظومة كما موضح في الشكل (3-10) ويكون الضغط داخل منظومة الوقود حوالي ($2-3kg\backslash cm^2$)

شكل (3-10) منظم ضغط الوقود

2-2-3 يتكون المنظم من الاجزاء الاتية :

1- جسم المنظم

2- النابض

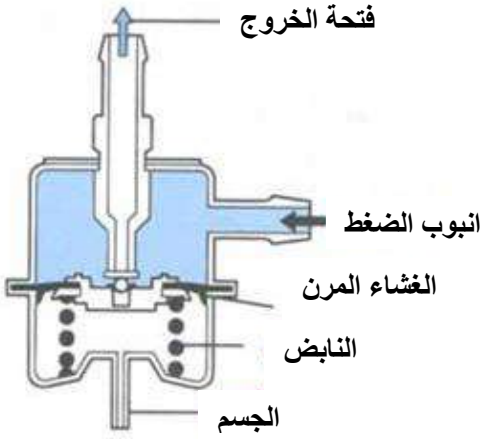
3- لولب معايرة وصامولة

4- غشاء مرن

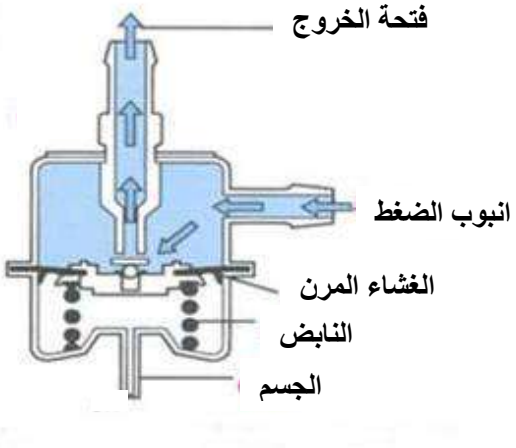
5- انبوب خروج الوقود الزائد

3-2-3 عمل منظم الضغط :

عندما يكون الضغط القادم الى البخاخات في ضمن الحدود المسموحة بها تكون قوة مرونة نابض المنظم اكبر من قوة ضغط الوقود على الغشاء المرن و الصمام وبالتالي وانه يغلق فتحة انبوب الوقود الزائد، كما موضح في الشكل (3-11). وعندما يزداد الضغط داخل منظومة الحقن فوق الحدود المسموح بها تجمع قوة ضغط اكبر من قوة مرونة نابض المنظم فتدفع الغشاء المرن وتكشف فتحة انبوبة الوقود الزائد وتخرج كمية من الوقود عبر أنبوبة الخروج ،كما هو موضح في الشكل (3-12) الى الخزان هذا يقلل من ضغط الوقود في مسطرة البخاخات .



شكل (3-11) غلق فتحة الزائد



شكل (3-12) كشف فتحة الزائد

5- البخاخات (Injector) :

تعمل البخاخات كمشغلات فعندما تصل الاشارات الخارجة من وحدة التحكم الالكتروني الى بخاخات الوقود ،كما هو موضح في الشكل (3-13)تقوم بحقنه مباشرة داخل غرفة الاحتراق عند استعمال نظام الحقن المباشر.

شكل (3-13) البخاخ

4-2-3 اجزاء البخاخات كما هو موضح في الشكل (3-14)

1- ملف.

2- طرف ابرة البخاخ.

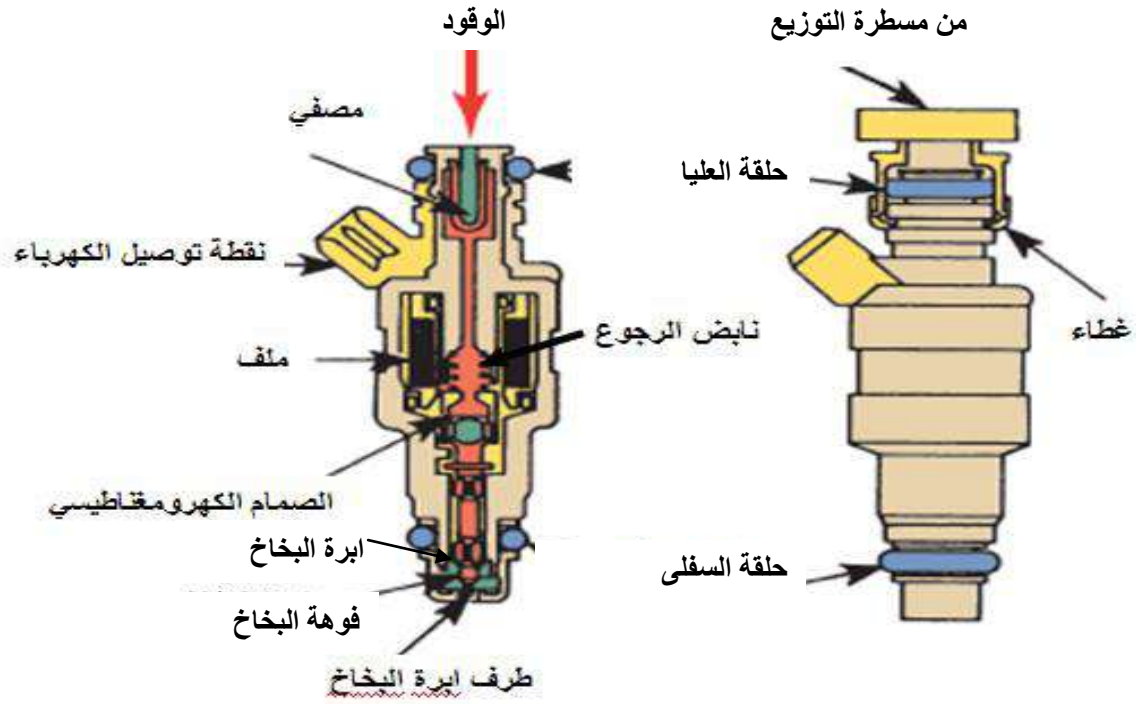
3- ابرة البخاخ.

4- نابض الرجوع .

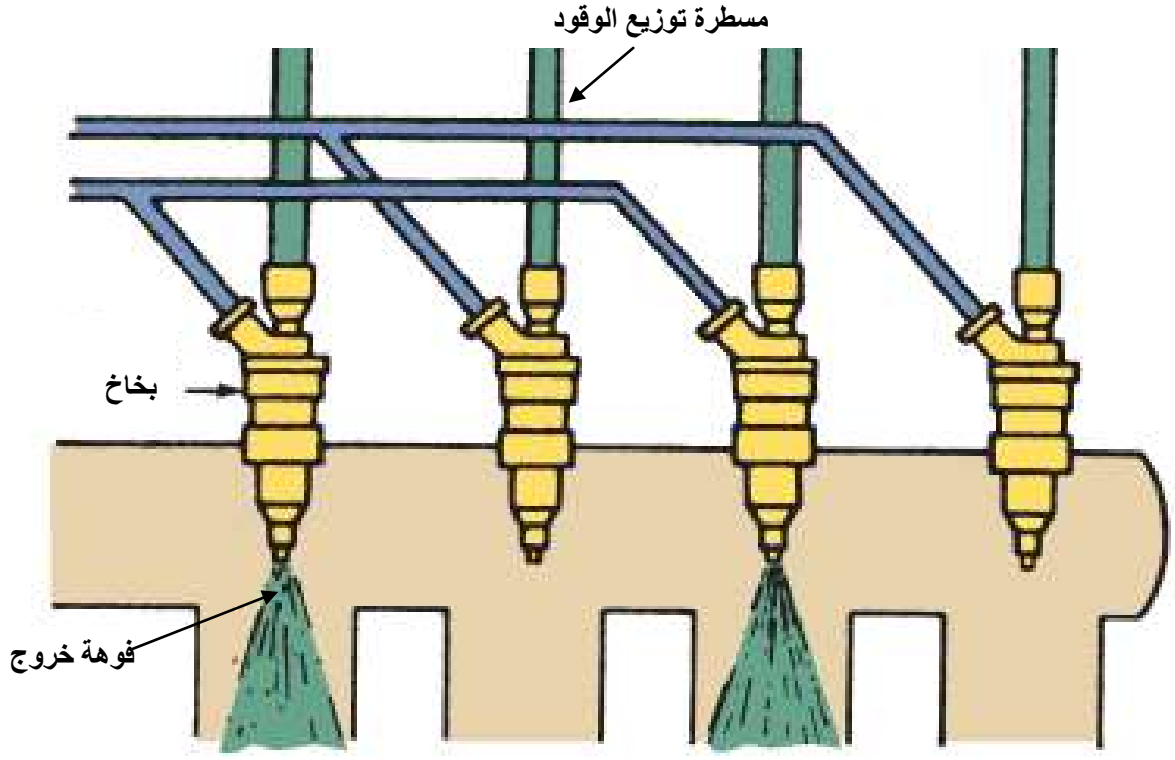
5- نقطة توصيل الكهرباء.

6- فتحة دخول.

7- مسطرة الوقود موضح في الشكل (3-15).



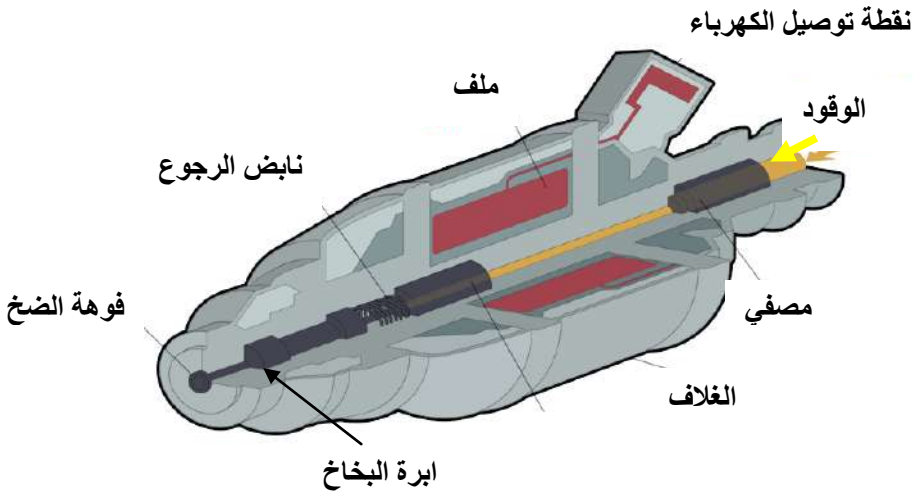
شكل(3-14) اجزاء البخاخات



شكل(3-15) مسطرة الوقود

5-2-3 عمل البخاخات :

ان مبدا عمل البخاخات تعمل بنظام الكهرومغناطيسي ،كما هو موضح في الشكل (3-16) وان القاعدة الاساسية لعمل هو مرورتيار كهربائي في الملف مما يترتب عليه توليد مجال مغناطيسي قوي في القلب الحديدي الذي يجذب الجرء المتحرك (إبرة البخاخ) داخل القلب الحديدي مقاوما قوة النابض مسببا فتحة لخروج الوقود التي تتحكم في كمية الوقود المحقون تبعا لتغيير فترة الحقن التي يمكن التحكم بها بواسطة وحدة التحكم الالكتروني زمن حقن الوقود يختلف طبقا لنوع الخليط المطلوب سواء اكان غنيا ام فقيرا تتراوح الفترة الزمنية التي يبقى بها البخاخ مفتوحا من(1.5) إلى 10ملي في الثانية وتختلف البخاخات من محرك الى اخر حسب نوع الحقن اذا كان نظام الحقن متعدد للبخاخات او نظام الحقن المنفرد الوقود للبخاخ من نقطة واحدة .



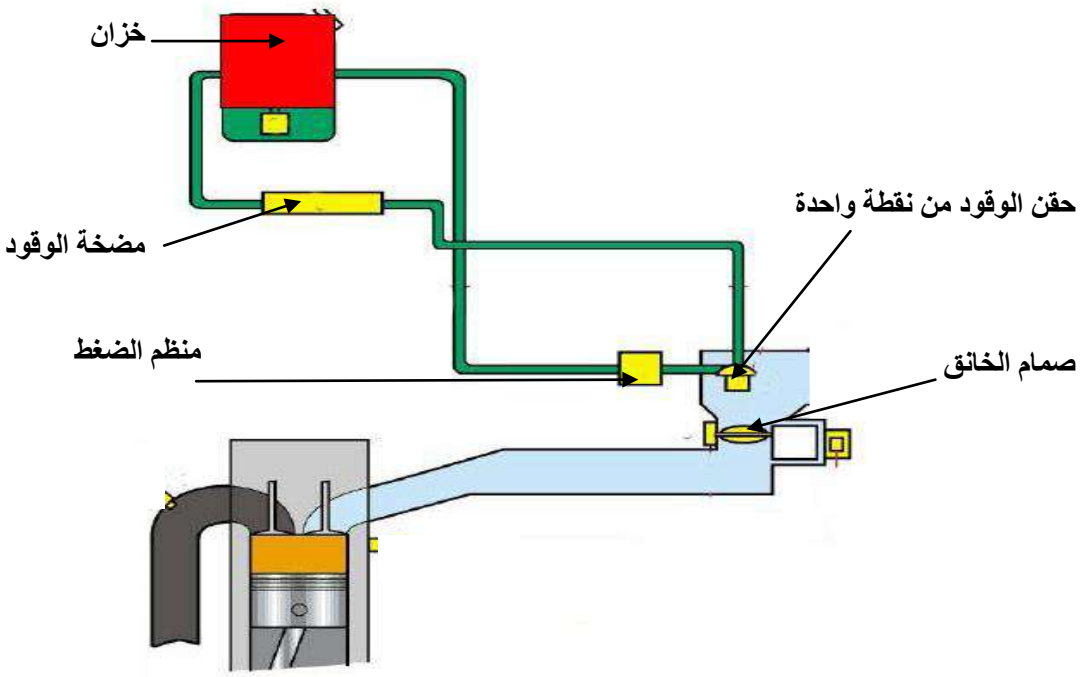
شكل (3-16) عمل البخاخ

3-3 انواع حقن الوقود

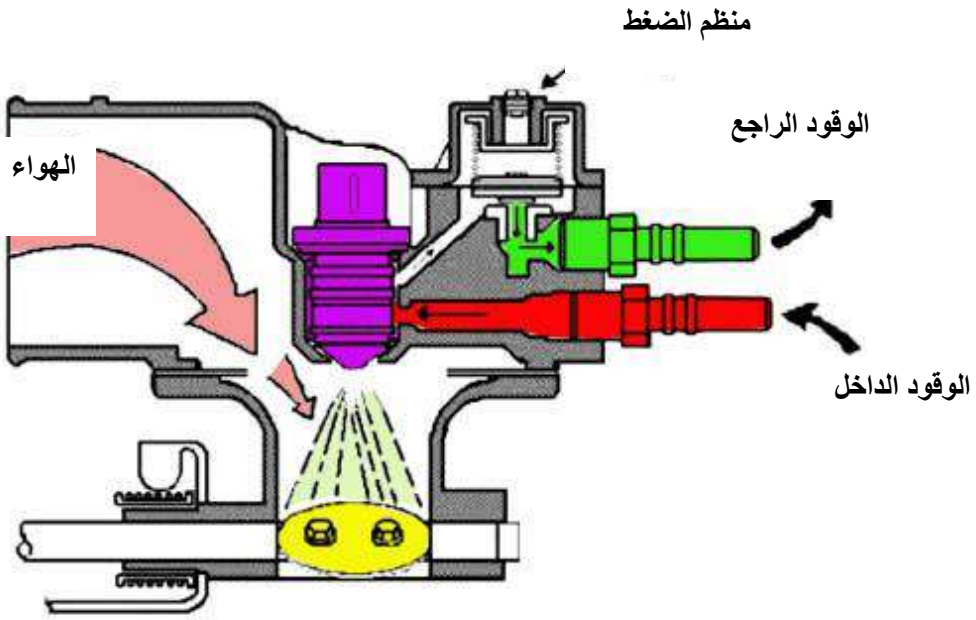
1)حقن الوقود غير المباشر في اسطوانة المحرك : وفي هذا النوع يتم حقن الوقود خارج غرفة الاحتراق وتقسم على نوعين :

أ- حقن الوقود من نقطة واحدة (دوش) (injection single point) :

يعتبر النظام المركزي من انظمة الحقن غير المباشر كما هو موضح في الشكل (3-17) حيث يوجد بخاخ واحد اواثنين يعمل على تذرية الوقود في مجمع السحب كما هو موضح في الشكل (3-18) لجميع الاسطوانات ويشبه نظام الخلط بالمغذي، لكن هذا النظام يتحكم به الكترونيا ويستعمل في سيارات متعددة اسطوانات اقل من ست اسطوانات .



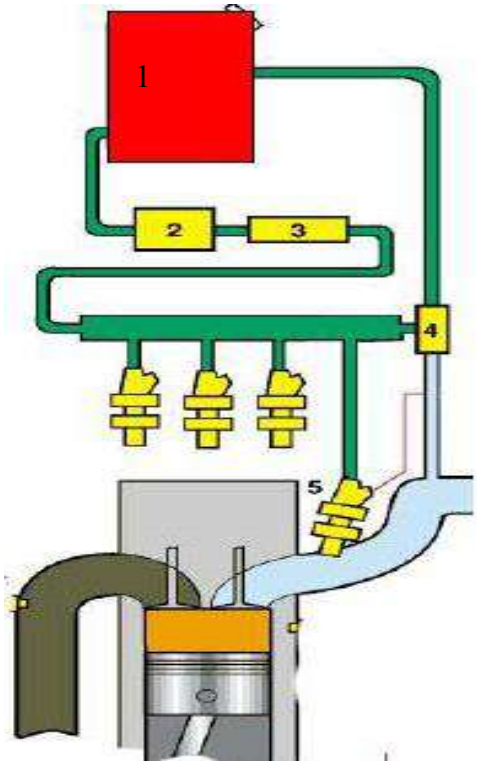
شكل (3-17) نظام حقن الوقود من نقطة واحدة (دوش)



شكل (3-18) الحقن على صمام الخانق

ب-حقن الوقود متعدد النقاط (Multi-point injection):

يتم حقن الوقود من بخاخات متعددة في مجاري السحب (على مسطرة البخاخ) ويكون عدد البخاخات مساوي لعدد الاسطوانات، كما هوموضح في الشكل (3-19) وهذا النظام يتحكم بالوقود والاشتعال معا ويكون وظيفة البخاخات تذرية الوقود في مجمع السحب.

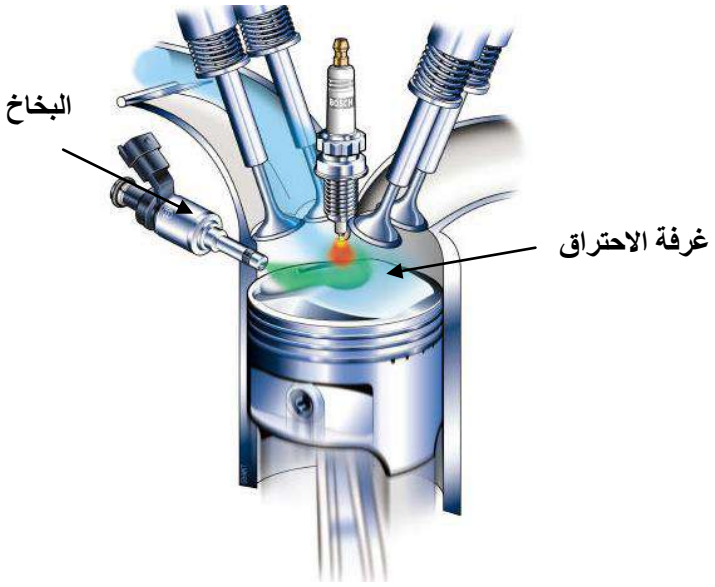


1- خزان الوقود
2- مضخة الوقود
3- مصفي الوقود
4- منظم الضغط
5- البخاخ

شكل (3-19) نظام حقن الوقود

2- الحقن المباشر (Direct injection) :

يتم حقن الوقود مباشر في غرفة الاحتراق كما هو موضح في الشكل (3-20) ، والبخاخات يكون عددها مساويا لعدد اسطوانات المحرك



شكل (3-20) نظام حقن الوقود

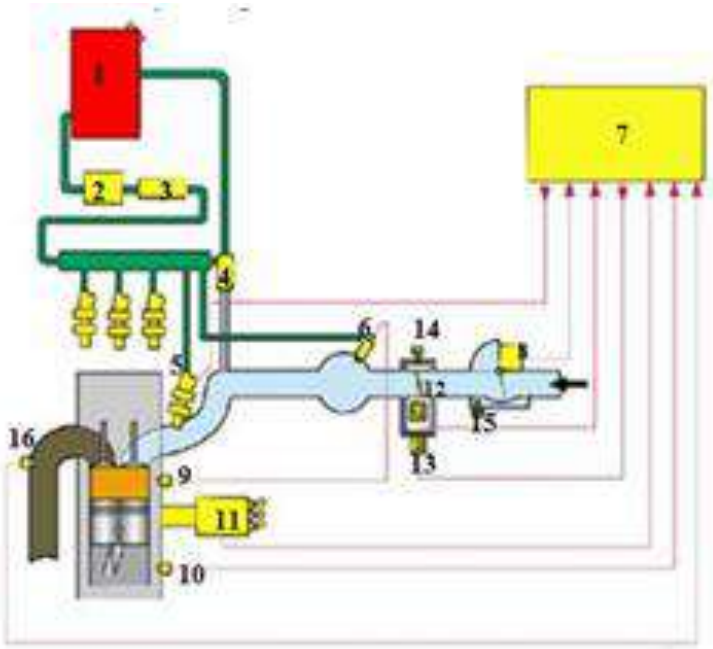
6 - فلتر التحكم بالابخرة المنبعثة من الوقود(Control Emissions From Fuel):

تجهز المركبات الحديثة بنظام التحكم بالابخرة، لتقليل الابخرة الهيدروكربونية المنبعثة من خزان الوقود اذ يكون خزان الوقود متصلا بنظام التحكم بالابخرة لتقليل التلوث.

7- التشغيل البارد

في بعض منظومات الحقن يستخدم بخاخ لتشغيل المحرك، اذا كان بارداً كما هو موضح في الشكل (21-3) ويستعمل البخاخ لزيادة فترة البخ للحصول على وقود غني داخل اسطوانة المحرك عندما يكون المحرك بارد ويتم التحكم بهذا البخاخ بواسطة مفتاح زمني حراري الذي يربط في الجيوب المائية للمحرك لمعرفة درجة الحرارة ماء المحرك، إما اذا كانت درجة الحرارة ماء المحرك عالية فيقوم المفتاح الزمني الحراري بإرسال إيعاز عدم اشتغال البخاخ البارد وان منظومة تشغيل البخاخ البارد(سائل التبريد) تتكون من :

1- بخاخ تشغيل بارد.
2- حساس درجة حرارة سائل التبريد.
3- وحدة تحكم الالكتروني بالمحرك.



1-خزان الوقود
2-مضخة الوقود
3-مصفي الوقود
4-منظم الضغط
5-البخاخ
6- بخاخ تشغيل بارد
7- وحدة تحكم الالكتروني
8- حساس تدفق الهواء
9- مفتاح زمني
10-حساس درجة حرارة المحرك
11- اشارة لسرعة المحرك
12-حساس موقع الخانق
13- صمام التحكم بالهواء عند سرعة الحياد
14- برغي تنظيم التحكم بالهواء
15- برغي تنظيم حساس تدفق الهواء
16- حساس الاوكسجين

شكل (3-21) التشغيل البارد

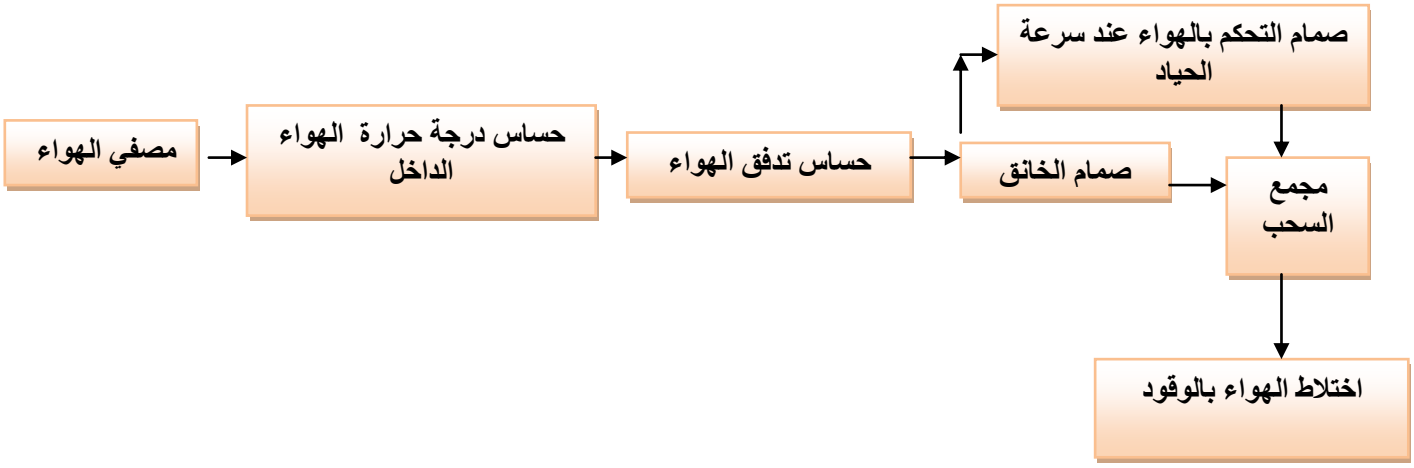
وان اسباب وضع بخاخ التشغيل البارد هي :

1- التقليل من ملوثات غازات العادم .
2- صعوبة تبخر الوقود في الاجواء الباردة.
3- التقليل من تاكل الاجزاء المتحركة للمحرك.
4- ارتفاع كثافة الهواء في الاجواء الباردة وبذلك تقل سرعة انسياب الهواء .

4-3 منظومة الهواء (Air System) :

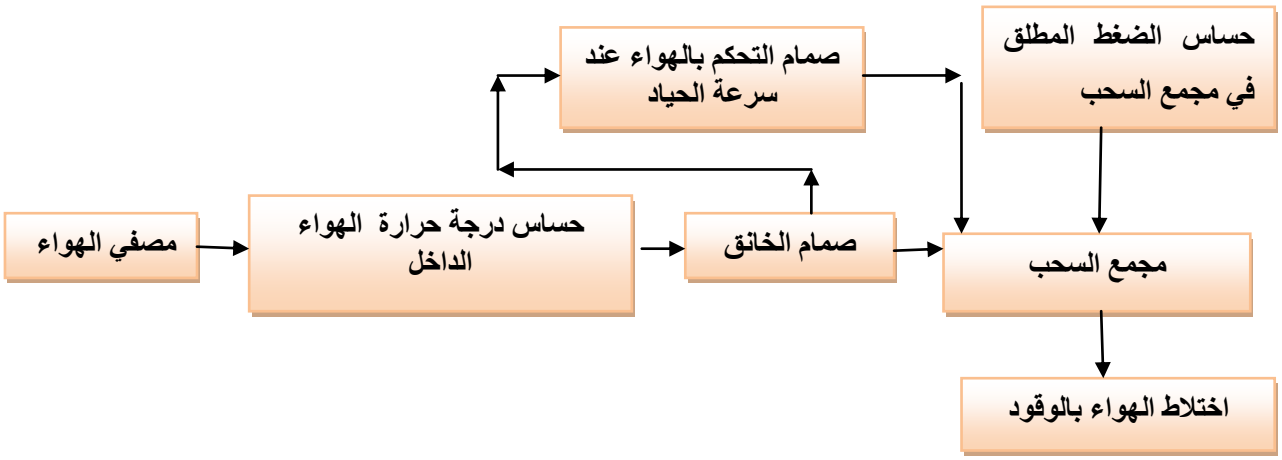
تقوم منظومة الهواء بتزويد اسطوانات المحرك بالهواء، وحسب تصميم الشركة المصنعة للسيارة وهناك نظامان أساسيان لمنظومة الهواء هما :

أ- منظومة التحكم بالهواء بواسطة مقياس تدفق الهواء: كما موضح في الشكل (3-22)



شكل (3-22) مخطط منظومة التحكم بالهواء بواسطة مقياس تدفق الهواء

ب منظومة التحكم بالهواء بواسطة حساس الضغط : كما موضح في شكل (3-23)

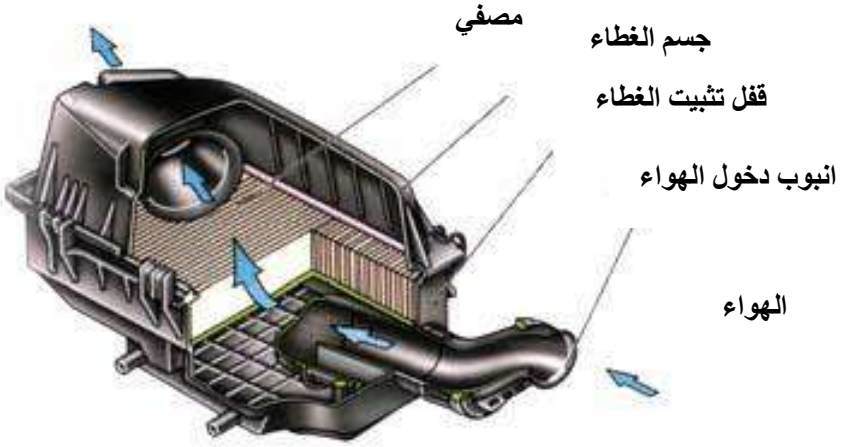


شكل(3-23) مخطط منظومة التحكم بالهواء بواسطة حساس الضغط

5-3 وتتكون منظومة الهواء من الاجزاء التالية :

1- مصفى الهواء (Air Filter) :

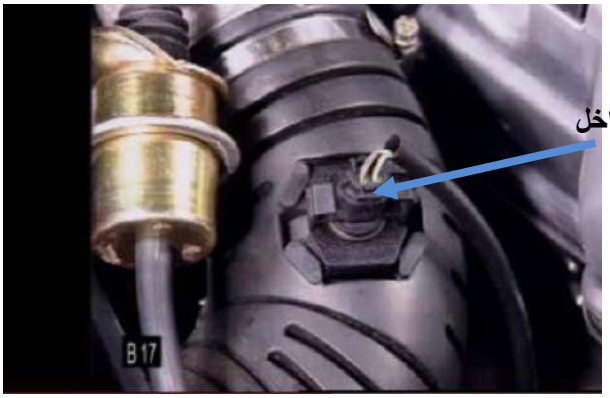
يتصل هذا المصفي بمنظومة الهواء فمن خلاله تمر كمية كبيرة من الهواء ووظيفته هي تنقية الهواء قبل دخوله منظومة الهواء، ويقلل من معدل تأكل المحرك، وذلك لمنع دخول الأتربة والذرات الرملية ،كما يعمل على تقليل من ضوضاء الهواءفي اثناء التدفق ويستعمل مصفي الهواء ذات التدفق الخطي، كما موضح في الشكل (3-24) في منظومة الحقن الالكتروني الحديثة .



شكل (3-24) مصفى الهواء

2- حساس درجة حرارة الهواء الداخل (Intake Air Temp Sensor) :

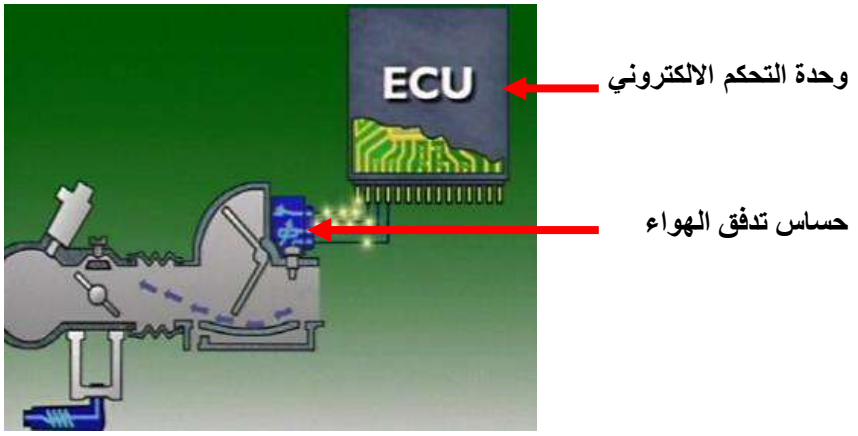
هو عبارة عن مقاومة حرارية معاملها الحراري سالب، اي ان مقاومتها تنخفض بارتفاع درجة الحرارة ويستعمل هذا الحساس في تصحيح كمية الهواء المسحوب من المحرك اذ ان الهواء البارد يحتاج الى كمية وقود اكبر من الهواء الساخن، كماهو موضح في الشكل (3-25)



شكل (3-25) حساس درجة حرارة الهواء الداخل

3- حساس تدفق الهواء :

وظيفة الحساس قياس كمية الهواء منه (حجمية او كتلة) الداخلة للمحرك وارسالها في صورة اشارة كهربائية الى وحدة التحكم الالكتروني، كماهو موضح في الشكل (3-26) ، لتساعد في تحديد كمية الوقود المناسبة لكمية الهوء الداخل للمحرك



شكل (3-26) حساس تدفق الهواء

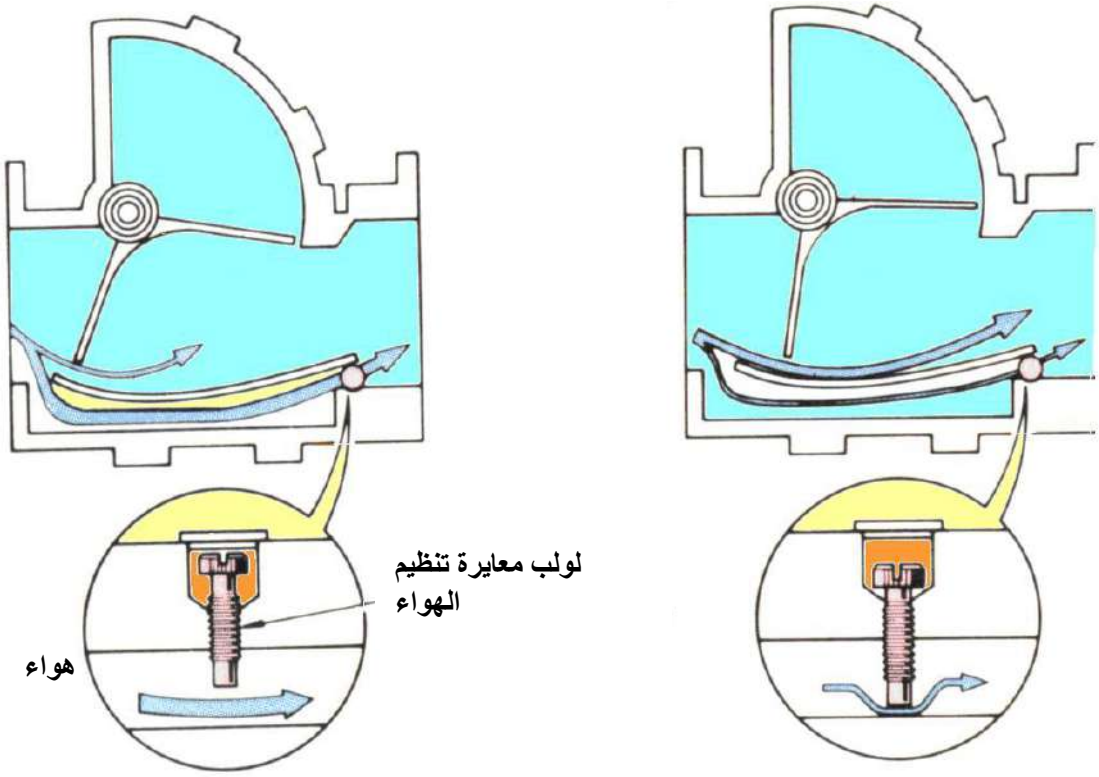
وهناك نوعان من حساس مقياس تدفق الهواء:

أ- حساس مقياس تدفق حجم الهواء (Air Flow Volume Sensor) :

دقة مبدأ العمل هو القياس الذي يعتمد على القوة التي تظهر خلال دفع صفيحة لقياس تدفق الهواء، كما موضح في الشكل (3-27) ويقوم حساس تدفق الهواء بقياس كمية الهواء وارسال اشارة كهربائية بمقدار كمية الهواء الداخلة لمنظومة الهواء الى وحدة التحكم الالكتروني بشكل فولتية ليساعد الحاسوب في تحديد كمية الوقود اللازمة

شكل (3-27)حساس مقياس تدفق حجم الهواء

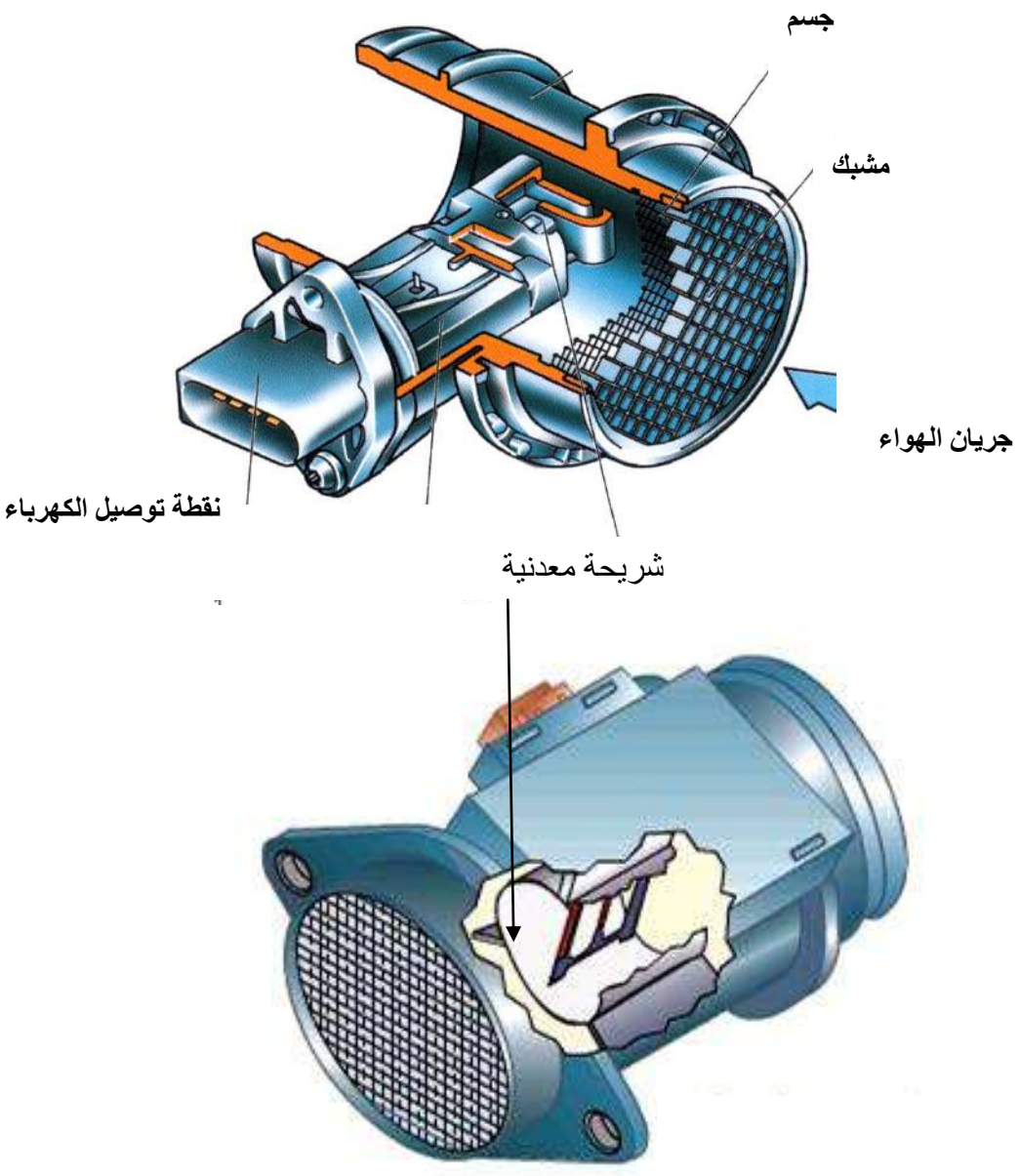
يحتوي مقياس تدفق الهواء الحجمي على قناة اضافية ،كما في الشكل(3-28) (في بعض المحركات) خاص بمرور الهواء دون المرور عبر المدخل الرئيس للبوابة حساس مقياس تدفق ويوضع على الممر الخاص بالقناة الاضافية للهواء لولب معايرة بضبط التحكم فية وتقليل من مقدار مجرى الممر وبذلك تقل كمية الهواء المارة فيه مما يؤثر بضبط نسبة الخليط في السرعة البطيئة وهذه الكمية من الهواء التي مرت عبر الممرالجانبي تعد قيمة غير مقاسة من حساس تدفق الهواء (مقدار غير محسوب ولاتصل اشارة الى وحدة التحكم الالكتروني، ولذلك تم في بعض الانظمة الغاء هذا الممر) وبذلك يجعل عملية التعديل في نسبة المزيج في السرعة البطيئة فقط، لانه اذا كانت زاوية فتح البوابة القياس كبيرة فان كمية الهواء من الممر الجانبي تصبح لاشيئاً بالنسبة لهواء الممر الرئيس للبوابة حساس مقياس تدفق الهواء الحجمي.



شكل (3-28) قناة إضافية حساس مقياس تدفق حجم الهواء

ب- حساس مقياس تدفق كتلة هواء (Air Flow Mass Sensor) :

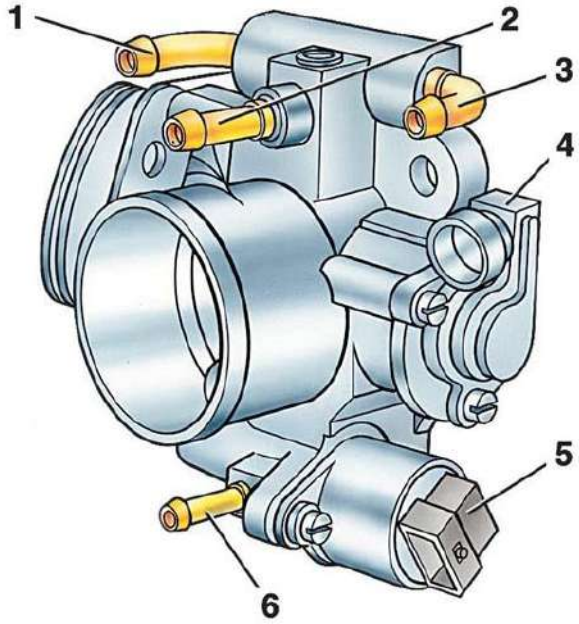
يستعمل في هذا الحساس سلك مقاومة وشريحة معدنية يمر من خلالها تيار كهربائي ليحافظ على ثبات درجة حرارة معينة، فكلما زادت كتلة الهواء الملامسة للحساس ،كلما وجب زيادة التيار المار من خلال السلك اوالشريحة للحفاظ على ثبات هذه الدرجة ومن خلال ارسال الايعازات لوحدة التحكم الالكتروني. ان كتلة الهواء ازدادت فزيادة انسياب الهواء بحاجة الى تيار اكبر ونقصان الانسياب بحاجة الى تيار اقل، كما هوموضح في الشكل (3-29).



شكل (3-29) حساس مقياس تدفق كتلة

4 - جسم الخانق (Throttle Body) :

يحتوي جسم الخانق على صمام للتحكم بكمية الهواء المسحوب خلال فتحة صمام الخانق لمرور الهواء بشكل تيارات وكذلك يوجد ممر خاص لمرور الهواء من خلال صمام للتحكم بالهواء في اثناء سرعة الحياد الذي يسمح بتدفق الهواءعند السرعة الحياد ويحتوي جسم الخانق على موقع حساس الخانق، وكذلك، كماهو موضح في الشكل (3-30)



1-مدخل مياه التبريد
2- نظام تهوية لعلبة المرفق
3- مخرج مياه التبريد
4-حساس موقع الخانق
5- صمام التحكم بالهواء بسرعة الحياد
6-انبوب تخلخل

شكل (3-30) جسم الخانق

يحتوي كذلك على لولب لتنظيم تحكم سرعة الحياد والأجزاء الرئيسة لجسم الخانق وهي :

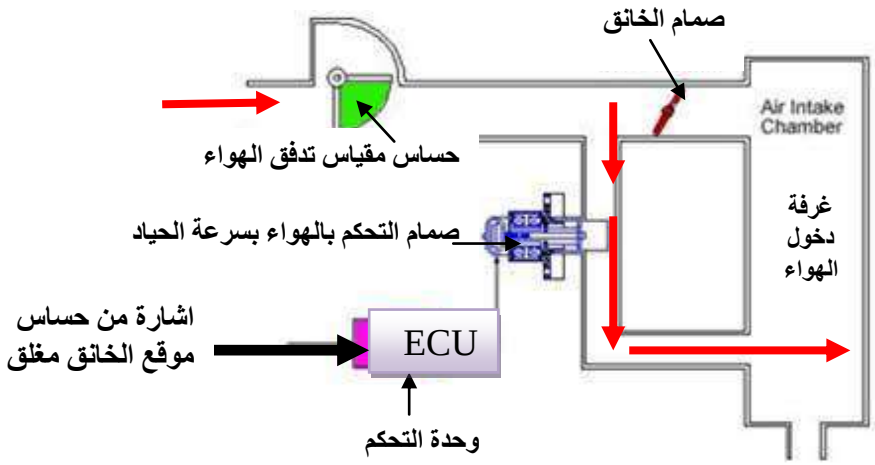
أ) حساس موقع الخانق

ب) صمام التحكم بالهواء بسرعة الحياد

حساس موقع الخانق :هوحساس يقوم بقياس زاوية صمام الخانق وتحويلها إلى إشارة كهربائية عند جميع السرع يتم تغذية وحدة التحكم الالكتروني ويتم التحكم حركة صمام الخانق عن طريق عتلة ميكانيكية موجودة على صمام خانق الحركة بواسطة دواسة الوقود(القدم).

صمام التحكم بالهواء بسرعة الحياد (Idle air control) :

هوعبارة عن صمام الالكتروني مرتبط بممار خاص في جسم الخانق وظيفته امرار الهواء في حالة غلق صمام الخانق ويقوم هذا الصمام بالتحكم بمعدل السرعة المنخفضة بمعنى تثبيت سرعة دوران المحرك على اقل دوران(700 rpm)مثلا في حالة درجة الحرارة القياسية، كماهو موضح في الشكل (3-31).



شكل (3-31)صمام التحكم بالهواء بسرعة الحياد

5-حساس الضغط المطلق في مجمع السحب (Manifold Absolute Pressuer Sensor) :

وظيفة هذا الحساس هوقياس الضغط داخل مجمع السحب وارسال اشارة كهربائية الى وحدة التحكم الالكتروني كمؤشر على الحمل وفي حالة الضغط العالي في مجمع السحب يقوم الحساس بارسال اشارة كهربائية الى وحدة التحكم الالكتروني تقوم وحدة التحكم الالكتروني بتجهيز خيط غني من الوقود (المزيج) اما في حالة الضغط المنخفض في مجمع السحب يقوم الحساس بارسال اشارة كهربائية الى وحدة التحكم الالكتروني تقوم وحدة التحكم الالكتروني بتجهيز خليط فقير من الوقود (المزيج) ، كماهو موضح في الشكل (3-32).

شكل (3-32) حساس الضغط المطلق في مجمع السحب

6-3 منظومة السيطرة (Electronic Control Unit) :

عبارة عن حاسوب صغير مرتبط بحساسات عن طريق أسلاك الظفيرة ،كماهو موضح في الشكل (33-3) وظيفة هذه المنظومة هي اتخاذ الاوامر الالكترونية لبداية دوران المحرك والتحكم بمواعيد حقن الوقود ومواعيد الإشعال ومستوى سرعة دوران المحرك عند سرعة الحياد وموعد عمل مضخة البنزين، وفي بعض السيارات فهم طبيعة قيادة الشخص للسيارة لمعرفة نوعية قيادته وتسخير تعامله مع الطريق على الكيفية التي يريدها السائق وتستقبل وحدة التحكم الالكتروني المعلومات الالكترونية الواردة من مجموعة حساسات المحرك ،ثم تترجم داخله إلى أوامر الكترونية صادرة للبخاخات ومجموعة الاشعال ومضخة حقن الوقود.

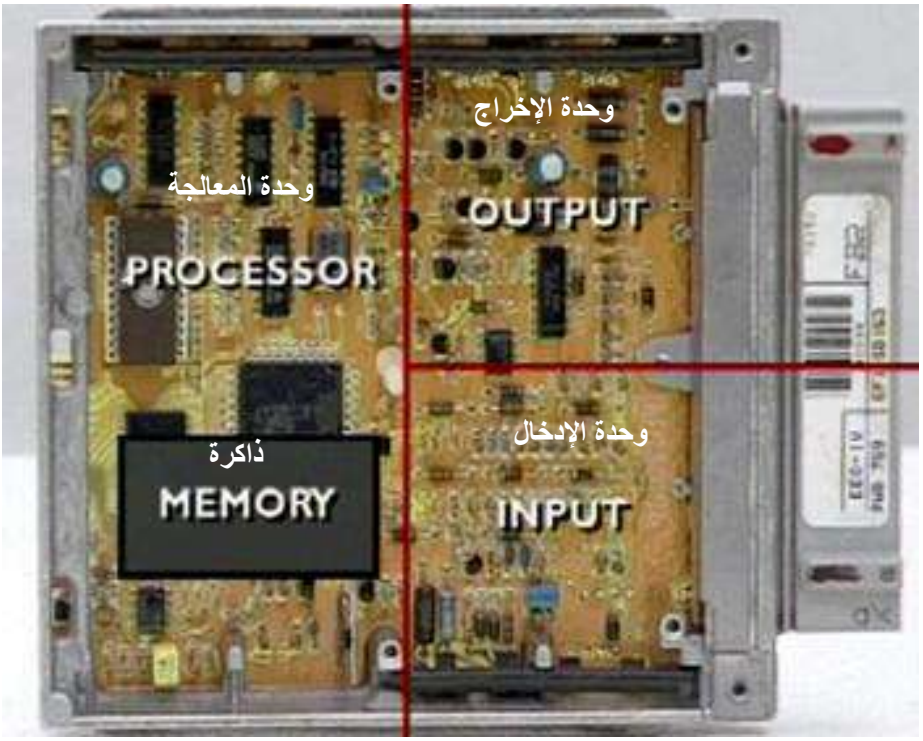
شكل (33-3) وحدة التحكم الالكتروني

تقسم وحدة التحكم الالكتروني على ثلاثة أجزاء رئيسة : كما موضح في الشكل (34-3)

وحدة الإدخال (Input Unit) :هي عملية تحويل حالة الاوامر إلى إشارة كهربائية عن طريق الحساسات .

وحدة الإخراج (Output Unit) :إن الحاسوب يتيح أوامر تكون على شكل تيار كهربائي يصل الى المشغلات التي تترجم هذه الأوامر إلى حركات للقيام بعمل ما.

وحدة المعالجة (Processor Unit) :هي عملية يقوم بها الحاسوب بتحليل الإشارات الرقمية القادمة من الحساسات وإصدار الاوامر المناسبة للمشغلات .



شكل (3-34) اجزاء وحدة التحكم الالكتروني

3-6-1 حساسات الادخال في المحرك ، كما هوموضح في الشكل (3-35):

1- حساس مقياس تدفق الهواء.

2- حساس درجة حرارة الهواء.

3- حساس موقع صمام الخانق.

4- حساس الضغط المطلق.

5- حساس الصفع.

6- حساس درجة حرارة ماء المحرك.

7- حساس الاوكسجين.

8- حساس موقع عمود الحدبات.

9- حساس موقع عمود المرفق.

3-6-2 حساسات الاخراج في المحرك كما موضح في الشكل (3-35)

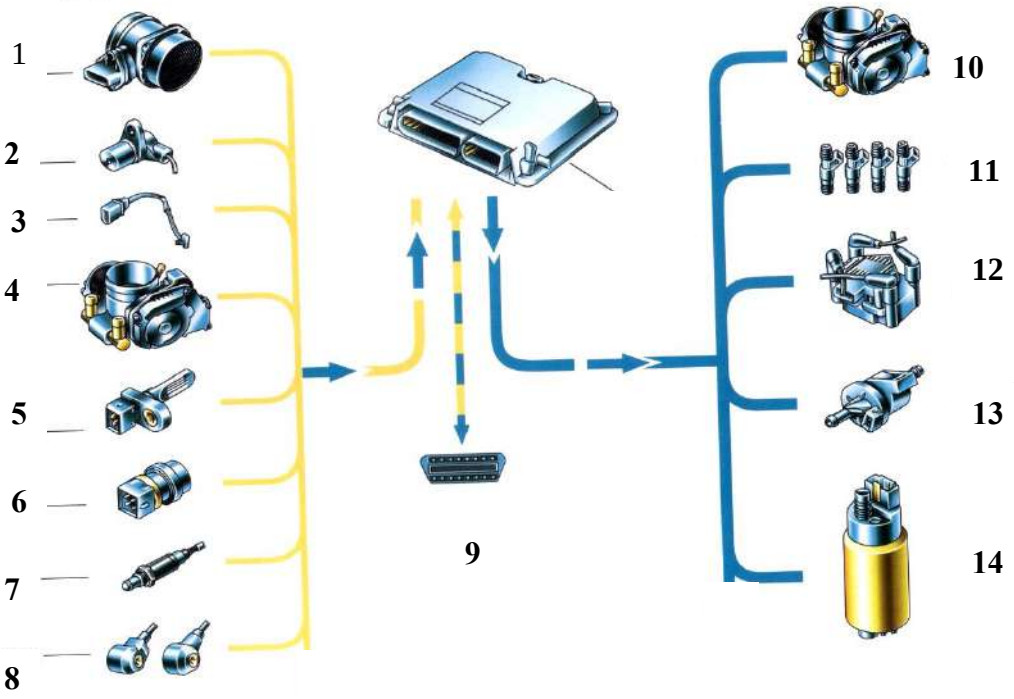
1- ملف الاشعال الالكتروني .

2- صمام التحكم بالهواء عند سرعة الحياد.

3- البخاخات .

4- مرحل مضخة حقن الوقود.

حساسات الإدخال في المحرك وحدة التحكم الالكتروني حساسات الإخراج في المحرك



1.حساس مقياس تدفق الهواء 2.حساس عمود المرفق 3.حساس درجة حرارة الهواء 4.حساس موقع صمام الخانق
5. حساس موقع عمود الحدبات 6. حساس درجة حرارة ماء المحرك 7 .حساس الأوكسجين 8. حساس الصفع
9.توصيلة تشخيص الأعطال 10. صمام التحكم بالهواء عند سرعة الحياد 11.البخاخات 12. ملف الاشعال الالكتروني
13.صمام اعادة تدوير العادم 14. مرحل مضخة حقن الوقود

شكل (3-35) ايعازات دخول والخروج لحساسات المحرك من وحدة التحكم الالكتروني

3-6-3 فوائد وحدة التحكم الالكتروني :

1-القيام بالفعاليات بسرعة قصوى مما يحسن كفاءة المحرك.

2- دقة التحكم في نسبة هواء الوقود مما يقلل استهلاك الوقود.

3- دقة التحكم في توقيت الإشعال مما يزيد القدرة الناتجة ويقلل تلوث البيئة.

4- يعمل على إيجاد العطل بسرعة عن طريق توصيلة لتشخيص الأعطال.

7-3 مقارنة بين نظام المغذي ونظام الحقن الالكتروني من حيث :

أولا – إنتاج مزيج الوقود والهواء :

1- في المغذي : عند السرعة البطيئة (حالة اللاحمل) تتغير كمية الهواء المسحوبة حسب تغير الضغط (التخلخل) حول الفتحات الخاصة . وعند التشغيل العادي تقاس كمية الهواء المسحوب بمقدار التخلخل الحاصل في انبوبة الاختناق في ماسورة المغذي وتسحب الكمية المناسبة من الوقود عبر النافورة الرئيسة التي تصب في ماسورة الاختناق.

2- في الحقن الالكتروني : في نظام الحقن الالكتروني حساس لقياس كمية الهواء المسحوب. وتقاس كمية الهواء المسحوب بوساطة حساس تدفق الهواء وارسال اشارة الى وحدة التحكم بمقدار الهواء الداخل لحساب كمية الوقود المجهزة للاسطوانة

ثانيا – ظروف القيادة ونسبة المزيد عند التشغيل:

أ-عند الإقلاع:

عند بدء تشغيل المحرك يلزم خليط غني للحصول على أداء جيد خصوصا إذا كان الجو باردا ، لان الحرارة المنخفضة تجعل تبخر البنزين سيئا.

1- في المغذي:

عندما تكون الحرارة منخفضة يكون صمام الهواء مغلقا، بقصد التقليل من الحصول على كمية الهواء للحصول على مزيج غني بما فيه الكفاية. وبعد تشغيل المحرك يفتح صمام الهواء يدويا او أليا.

2- في الحقن الالكتروني:

عند الأدارة تعطي إشارة الى وحدة التحكم الالكتروني الذي يعطي امرا الى بخاخ التشغيل على البارد، والذي يعمل فقط عندما تكون درجة الحرارة منخفضة، لزيادة كمية الوقود المحقون والحصول على مزيج غني.

عندما يكون المحرك باردا:

عندما يكون المحرك باردا فان تبخر الوقود ضعيفا. فمن الضروري وجودخليط (هواء –بنزين) غني داخل الاسطوانة .

1- المغذي:

عندما يكون المحرك باردا والحرارة منخفضة يغلق صمام الهواء اليا او يدويا لتجهيز خليط غني. في النظام اليدوي يفتح السائق الصمام بعد تشغيل المحرك وارتفاع حرارته.

2- الحقن الالكتروني:

تقاس درجة حرارة الماء بوساطة حساس درجة ماء المحرك الذي يتحسس برودة سائل التبريد ويكون الحساس المصنوع من اشباه الموصلات فيكون مقاوم للحرارة و تتغير بشدة مع تغير حرارة سائل التبريد. ويتم تحويل التغير في درجة حرارة سائل التبريد الى اشارة كهربائية ترسل الى وحدة التحكم الالكتروني الذي يعطي امراً الى الحاقن لزيادة كمية الوقود.

جـ - في حالة التسارع :

في حالة زيادة السرعة من السرعة المنخفظة تزداد كمية الهواء الداخلة مباشرة بنسبة مماثلة لزيادة السرعة ، لكن الوقود اثقل من الهواء (وزنه النوعي اكبر) وبالتالي يحصل تأخير لحظي في تغذية الوقود ، اي يكون المزيج فقيراً.

1-في المغذي :

لمنع حدوث ضعف شديد في نسبة المزج في الخليط عند التسارع تحقن مضخة التسارع ، التي تزود بها المغذي ، كمية معينة من الوقود عبر ممر خاص لتعويض تأخير وصول الوقود من النافورة الرئيسة

2- في الحقن الالكتروني :

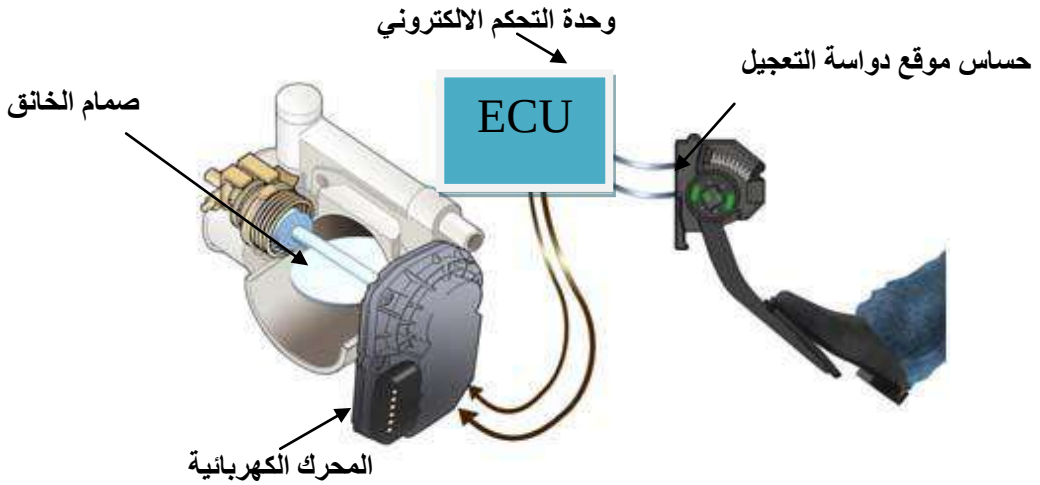
بخلاف المغذي فأن نظام الحقن الالكتروني لا يعمل اي تصحيح خاص عند التعجيل (التسارع) لان نظام الحقن الالكتروني يصحح نسبة المزيج فوراً باعطائه كمية مناسبة من الوقود المضغوط تناسب التغير في كمية الهواء المسحوب، ولذلك يقوم حساس تدفق الهواء باشارة الى وحدة التحكم الذي يعطي الاوامر البخاخ بزيادة كمية الوقود

د- في حالة قطع الوقود عند التباطؤ :

عندما يراد التباطؤ في الحركة يقلل السائق من كمية الوقود المعطاة، ولكن المحرك يجري بسرعة عالية حتى ولو انغلق صمام الخانق وانقطع الوقود عنه (طبعاً حسب ظروف الطريق)فتقل كمية الهواء المسحوب في الاسطوانات لكن التخلخل في مجرى السحب يزداد ازديادا كبيرا وفي المحركات ذات المغذي يتبخر البنزين الموجود في مجرى السحب نتيجة لارتفاع التخلخل المفاجئ في مجرى السحب مما ينتج خليطاً غنياً جداً واحتراق غير كامل مما يترتب عليه زيادة في كمية البنزين غير المشتعل في غازات العادم وزيادة تلوث البيئة .اما في نظام الحقن الالكتروني للوقود فأن حقن الوقود يتوقف عندما ينغلق صمام الخانق والمحرك يدور بسرعة اعلى لذلك فأن كثافة بخار الوقود في العادم تقل ويستهلك وقوداً اقل.

8-3 منظومة التحكم الالكتروني - الذكي في الخانق Electronic Throttle Control System-Intelligent :

في هذا النظام يتم تحويل عملية الضغط على دواسة البنزين الى أشارات كهربائية اذ تستعمل وحدة التحكم الالكتروني للتحكم في فتح وغلق صمام الخانق عن طريق تشغيل محرك صغيرمرتبط مع صمام الخانق نقل الاشارات الكهربائية من الدواسة البنزين عن طريق حساس موجود في نهاية الدواسة يعرف بحساس موقع دواسة التعجيل ، كما في الشكل (3-36)



شكل (3-36)عمل نظام التحكم الالكتروني - الذكي في الخانق

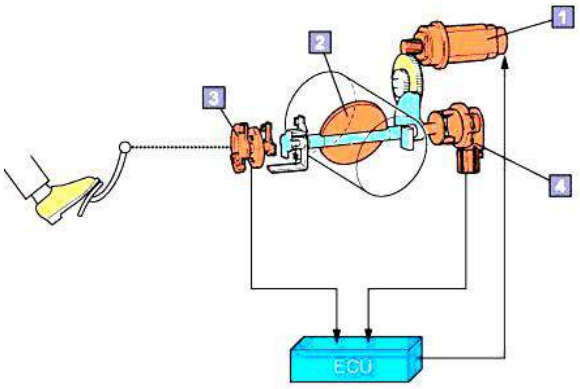
3-8-1 اجزاء نظام التحكم الالكتروني _ الذكي في الخانق كما في الشكل (3-37)

1- المحرك الكهربائية الصغيرالمرتبط مع صمام الخانق .

2- صمام الخانق.

3- حساس موقع دواسة التعجيل.

4- حساس موقع الخانق.



1- المحرك الكهربائي الصغير للخانق

2-صمام الخانق

3- حساس موقع دواسة التعجيل

4-حساس موقع الخانق

شكل (3-37) اجزاء نظام التحكم الالكتروني الذكي في الخانق

2-8-3 مزايا منظومة التحكم الالكتروني الذكي في الخانق هي :

1- التخلص من الحركة الميكانيكية من خلال الغاء العمل سلك نقل الحركة بين دواسة البنزين وصمام الخانق.

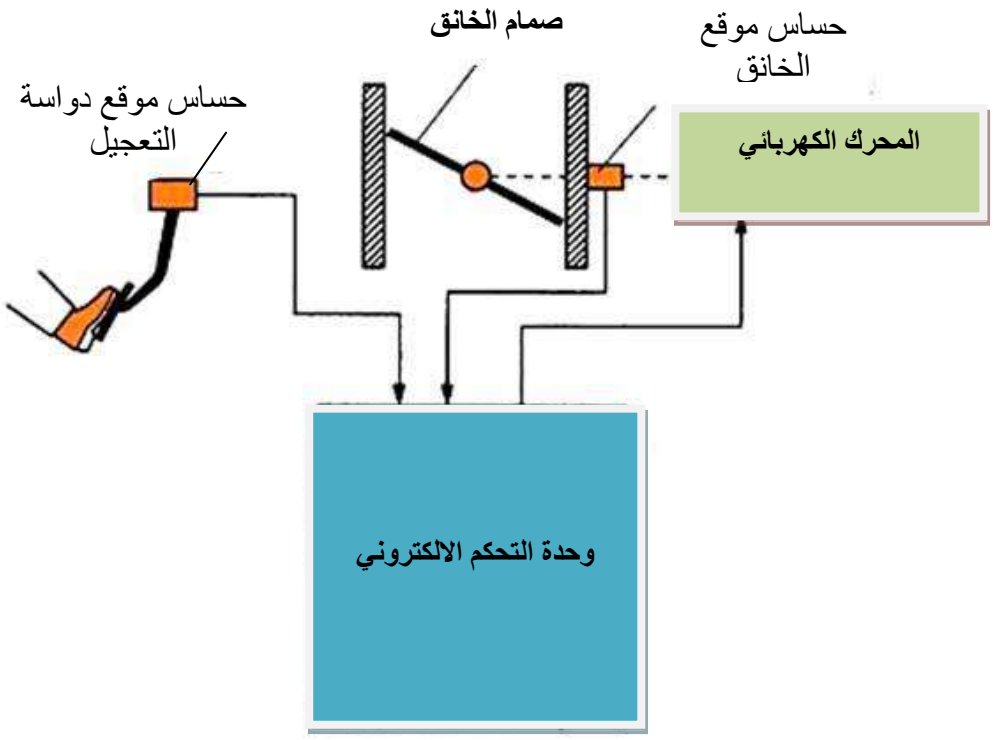
2- تحكم جيد في حركة صمام الخانق في جميع الظروف التشغيلية للمحرك .

3- استجابة سريعة للتغير لنقل الايعازات لصمام الخانق عن طريق الدواسة

4- في النظام الميكانيكي يتم التحكم بصمام الخانق بناء على الجهد المبذول على دواسة البنزين اما في المنظومة التحكم الالكتروني الذكي يتم التحكم بالخانق من حيث عملية الفتح والغلق لصمام الخانق بناء على اشارات تحكم تم حسابها بدقة من خلال وحدة التحكم الالكتروني كما في الشكل المرسلة من حساس موقع دواسة التعجيل (3-38).

5- يتم التحكم من خلال هذه المنظومة بمنظومات السرعة البطيئة ومنظومة استقرار المركبة ومنظومة السحب .

6-في حالة فشل العمل بهذا النظام يتم التحويل مباشر بالعمل بنظام الطوارى الذي يتم تشغيله من قبل وحدة التحكم الالكتروني.

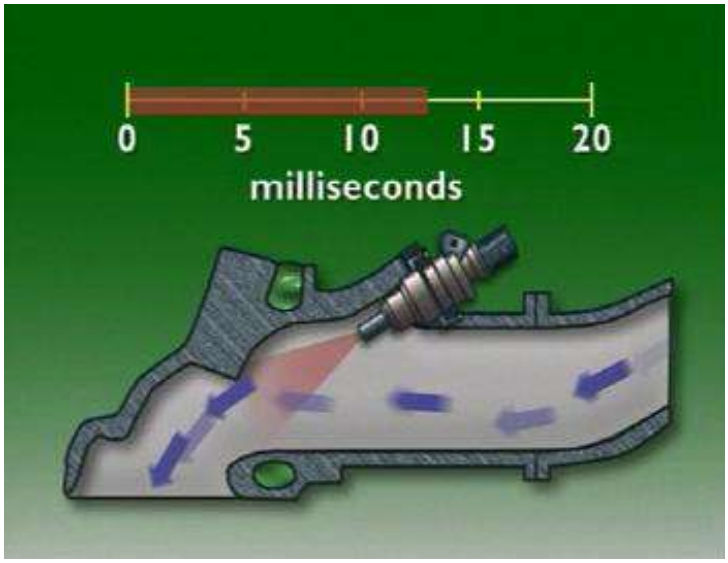


شكل (3-38) اشارة من وحدة التحكم الى صمام الخانق

3-9وحدة التحكم الالكتروني للسيطرة على تغذية المحرك

أ) تشغيل المحرك على البارد

يحتاج المحرك الى كمية وقود اضافية لفترة محددة في حالة تشغيل المحرك على البارد، لان الخليط الذي يصل الى غرفة الاحتراق يكون فقيرا نتيجة قله تبخره وتكثفه على الجدران الداخلية لمجمع السحب، لذلك تزيد وحدة التحكم فترة زمن فتح البخاخ ،كما في الشكل (3-39) في انظمة حقن البنزين الالكترونية معتمدة على حساسات درجة الحرارة وعدد دورات المحرك واشارة التشغيل التي تصل وحدة التحكم من مفتاح التشغيل .



شكل (3-39) فترة زمن فتح البخاخ

ب) مابعد التشغيل على البارد

يجب زيادة كمية الوقود بعد بدء دوران المحرك على البارد حتى تسخن غرفة الاحتراق وهذا يؤدي الى زيادة عزم المحرك والى الانتقال إلى سرعة اللاحمل المطلوبة بشكل أفضل وأيضا يتحكم في ذلك وحدة التحكم بالاعتماد على حساسات درجة الحرارة وعدد دورات المحرك.

ج) حالة التسخين (الإحماء)

هذه الحالة تتبع حالة تشغيل المحرك على البارد وما بعد التشغيل على البارد وبلحظات يكون المحرك بحاجة الى خليط غني يقل شيئا فشيئا ،لان جدران الاسطوانات باردة وان جزء من الوقود يستمر بالتكثيف على جدرانها، ولان الوقود مازال متكثفا على الجدار الداخلي لمجمع السحب ويبقى المحرك بحاجة إلى خليط غني حتى تسخن الاسطوانات ويتبخر الوقود المكثف على الجدار الداخلي لمجمع السحب وأيضا تتحكم في ذلك وحدة التحكم في أنظمة حقن البنزين الالكترونية معتمدة على حساس درجة حرارة المحرك.

د) حالة الحمل الجزئي

تعطى الأولوية لمعايرة الخليط على أساس اقل استهلاك للوقود في هذه الحالة التي يكون فيها صمام الخنق مفتوحاً جزئيا حيث تكون لمبدا (λ=1) يتحكم في ذلك وحدة التحكم معتمدة على حساس صمام الخانق وتعرف لمبدا(λ): هي النسبة بين كمية الهواء المسحوب على كمية الهواء القياسية .

ه) حالة الحمل الكلي

يعطى المحرك الحد الاعلى للعزم عندما يفتح صمام الخنق كليا مما يجعل المحرك بحاجة الى اغناء الخليط اذ تكون(λ = 0.85 – 0.9)ويعطى حساس الخانق معلومة لوحدة التحكم فتعمل على زيادة زمن فتح البخاخ لاغناء الخليط.

و) حالة التسارع

يصبح الخليط فقيرا عندما يفتح صمام الخنق فجاة بسبب اعاقة تبخر الوقود في مجمع السحب الناتج من المعدلات العالية للتفريغ الهوائي داخل مجاري السحب وحتى يحصل استجابة جيدة يجب ان يتم اغناء الخليط حسب درجة الحرارة وتعتمد وحدة التحكم على حساس كمية او كتلة الهواء وحساس صمام الخنق وحساس درجة الحرارة لزيادة زمن فتح البخاخ .

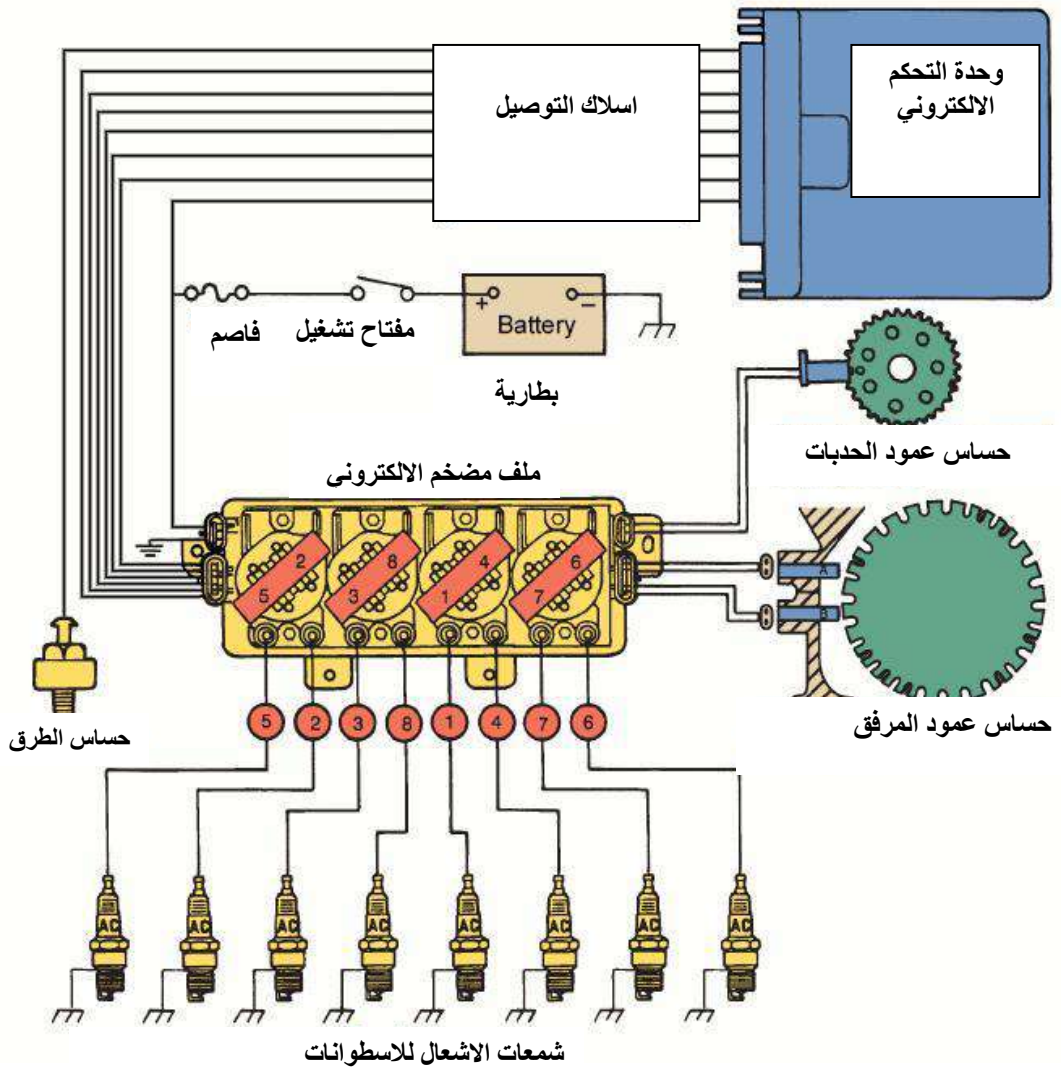
10-3 وحدة التحكم الالكتروني للسيطرة على الاشعال الالكتروني

وتتكون من الأجزاء الأتية:

1- وحدة التحكم والسيطرة المركزية (الحاسوب)

2- وحدة تحكم بالاشعال تعمل على التحكم بتقسيم الاشعال وتوقيتها وتقديم الشرارة وتربط بوحدة التحكم المركزية، وهذه تحل مكان الموزع في الانظمة التقليدية، وتعمل ايضا على ضبط توقيت الشرارة تحت سرعة(400 r.p.m).

3-حساسات تحديد وضعية الشرارة الكهربائية وتقطيعها ،كحساس وضعية عمود المرفق ،وعمود الحدبات، وحساس الطرق في تغذية الحاسوب بالمعلومات الضرورية لاحداث الشرارة في الوقت المناسب . وتزود بعض الانظمة الحديثة كل اسطوانة او اسطوانتين بملف خاص بالاشعال، اما في انظمة الاشعال التي تستعمل ملف مضخم لكل شمعة فان وحدة التحكم بالاشعال هنا تحدد متى يجب على كل شمعة ان تعطي الشرارة؟ وتتحكم ايضا في فترة استمراريته ،كماهو موضح في الشكل (3-40) امافي الانظمة التي يكون لها مضخم لكل شمعتي اشعال فان كل نهاية من الملفات الثانوية للمضخم توصل شمعة اشعال وكل مضخمات (ملفات) يتصل بزوج من شمعات الاشعال للاسطوانات التي تكون فيها حركة المكابس متزامنة للاعلى وللاسفل وتستعمل في هذه الحالة طريقة الشرارة الضائعة في التوزيع .



شكل (3-40) وحدة التحكم الالكتروني للسيطرة على الاشعال الالكتروني

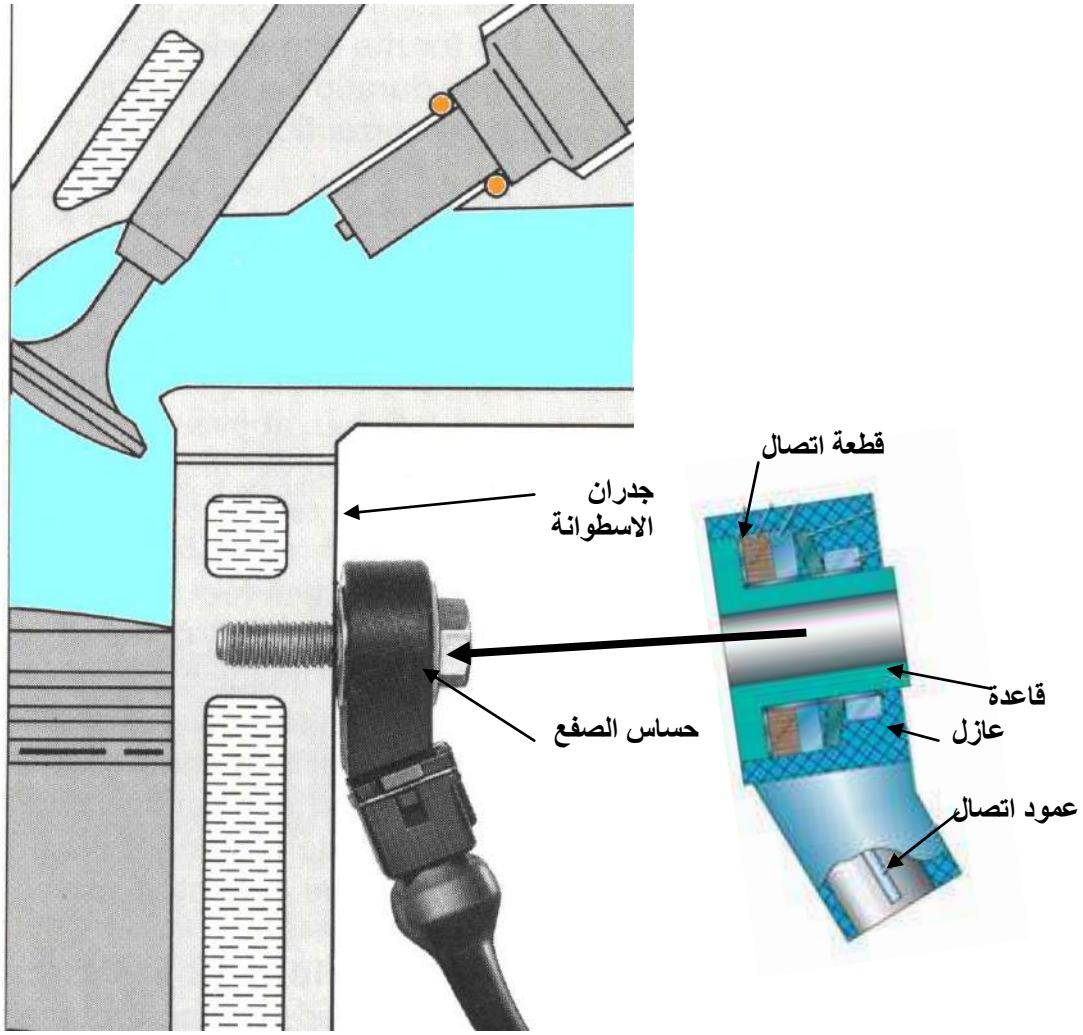
11-3 طريقه عمل حساس عمود المرفق في نظام الاشعال الالكتروني

يركب حساس عمود المرفق بأتجاه اسنان ترس الحذافة حسب التصميم . عندما يمر سن من تروس عجله التقاطع بين قطبين المغناطيس يتولد مجال مغناطيسي يزداد شده هذا المجال عندما يكون السن بكامله بين طرفي قطبي المغناطيس ويقل بدرجه كبيره عندما يبعد عن قطبيه المغناطيس وكنتيجة لهذا التغير الذي يحدث في المجال المغناطيسي يتولد جهد يرسل الى وحده التحكم الالكتروني التي تقوم بمعالجه هذه الاشارة وتحليلها لتحديد عدد دورات المحرك (الوضع الدوراني) وبمساعدة الساعة الرقمية يتم تحديد سرعه دوران المحرك لضبط كميه الحقن وتوقيت الإشعال كما في الشكل (3-41).

شكل (3-41) حساس عمود المرفق

12-3 طريقه عمل حساس الصفع في نظام الاشعال الالكتروني

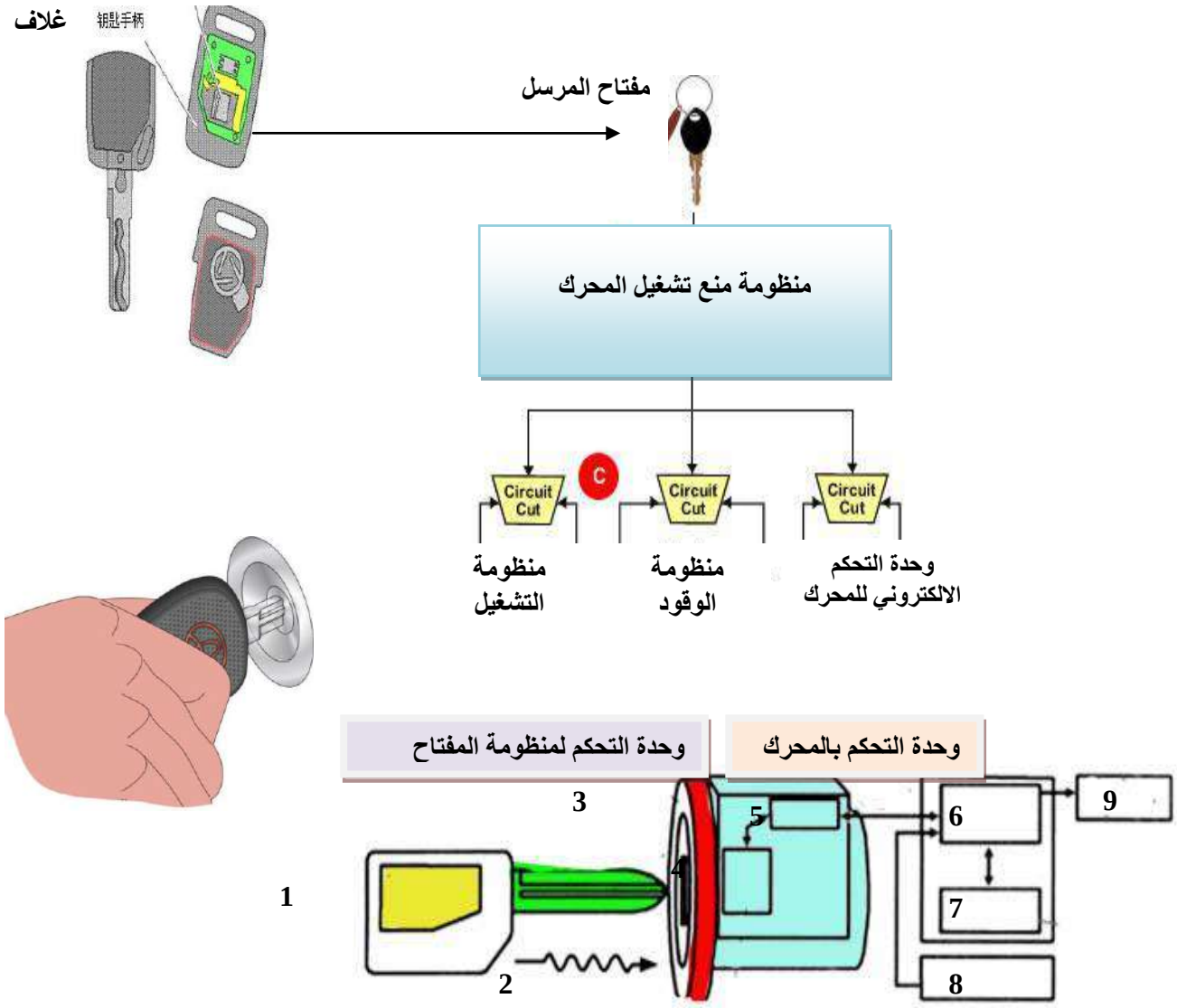
ان الصفع في المحرك ليس مقداراً ثابت القيمة ،ولكن يعتمد على ظروف تشغيل المحرك .وبواسطة حساس الصفع يمكن قياس الذبذبات الناتجة من عملية الاحتراق في المحرك كما في الشكل (3-42) وتحديد القيم العملية لها .ويمكن التحكم في الصفع .حيث تقوم الوحدة الالكتروني بمعالجه وتحليل الاشاره الصادرة من الحساس .وعند حدوث الصفع فأن دائرة التحكم تقوم فورا بتأخير توقيت الإشعال في الاسطوانة التالية مباشرا طبقا لتوقيت الإشعال (حوالي1.5درجه من درجات عمود المرفق) وتكرر هذه العملية في الإشعال المتتالي كلما كان هناك إشارة تدل على حدوث الصفع حيث تقوم وحده التحكم الالكتروني بتقديم توقيت الإشعال (شرارة) مره أخرى.



شكل (3-42) موقع حساس الصفع

13-3 نظام السيطرة بواسطة مفتاح التشغيل على نظام الحقن الالكتروني

هو نظام الكتروني وظيفته منع تشغيل المحرك اذا لم يتم استعمال المفتاح الصحيح عمله عند ادخال مفتاح تشغيل السيارة تقوم وحدة التحكم في نظام المفاتيح الممغنطة بامداد اشارة برقم الشفرة ID Code ويقوم بتغذية الملف الموجود بالشريحة بداخل المفتاح بالجهد الكهربائي بواسطة الحث المغناطيسي ثم يقوم باستلام الاشارة الواردة من المفتاح وارسالها الى الوحدة التي تقوم بمقارنة هذه الشفرة مع الشفرات المختزنة بالذاكرة في حالة التعرف على المفتاح تقوم هذة الوحدة بارسال اشارة (طلب) للسماح بادارة المحرك الى وحدة التحكم في المحرك اوخط الحقن في منظومة الحقن الالكتروني، كما هو موضح في الشكل (3-43).



1- مفتاح التشغيل 2-رقم الشفرة 3 - شبكة حلقية 4 - دائرة تردد عالي 5 - وحدة المعالجة المركزية
6 - وحدة المعالجة المركزية للمحرك 7- الذاكرة 8- الاطراف الداخلة 9- منظومة الحقن الالكتروني

شكل (3-43) نظام السيطرة بمفتاح التشغيل على نظام الحقن الالكتروني

14-3 التحكم الالكتروني بغازات العادم :

يعد استعمال المحركات مصدرا من مصادر تلوث البيئة نتيجة وجود غازات العادم والناتجة من حرق المزيج (هواء+بنزين) داخل غرفة الاحتراق، ومن هنا تأتي اهمية طرق التحكم الالكتروني بغازات العادم للحد من تلوث البيئة .

1-14-3 تتكون نواتج العادم المتولد من المحرك كما يلي:

1- ماء H_2O.

2- أول وكسيد الكاربون CO غاز سام عديم اللون والرائحة.

3- ثاني وكسيد الكاربون CO_2 غاز خانق عديم اللون والرائحة.

4- اكاسيد النتروجين NO_4 غاز ضار على طبقة الأوزون.

5- الهيدروكاربون HC مركب ضار يصنعه الإنسان ويسبب السرطان.

2-14-3 تتكون منظومة العادم من الأجزاء الأتية ،كما هو موضح في الشكل (3-44)

1- مجمع العادم .

2- حساس الاوكسجين الابتدائي.

3- المحول الحفاز.

4- حساس الاوكسجين الثانوي.

5- انبوب خروج العادم خارج السيارة.

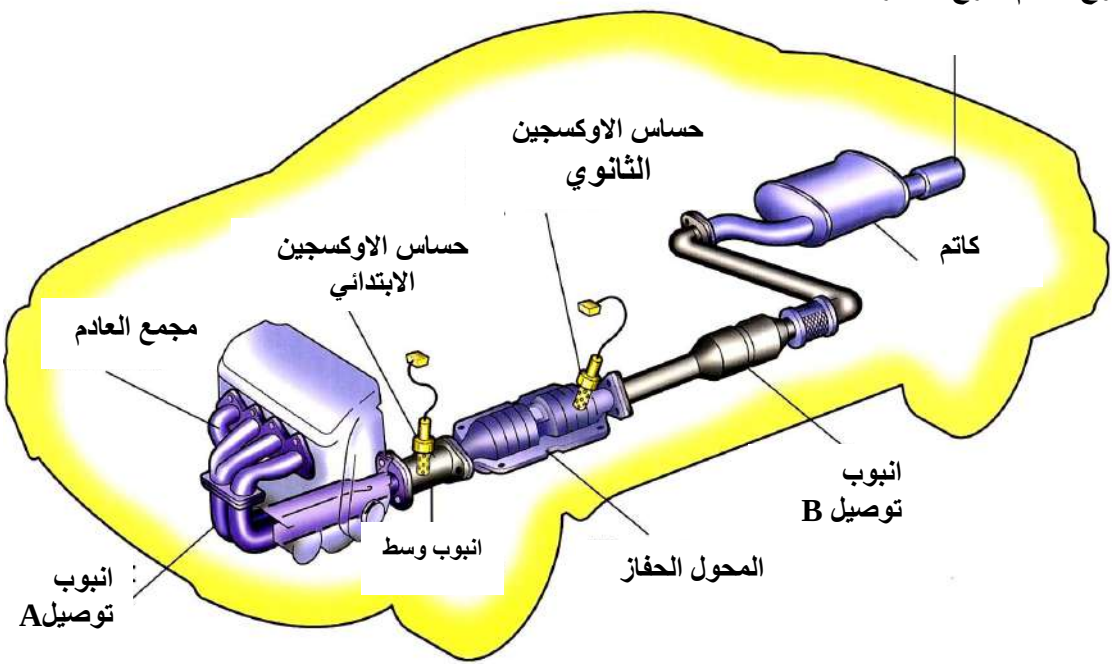
6- كاتم

6- انبوب التوصيل A

8- انبوب التوصيل B .

9- انبوب وسط.

انبوب خروج العادم خارج السيارة



شكل (3-44) اجزاء منظومة العادم

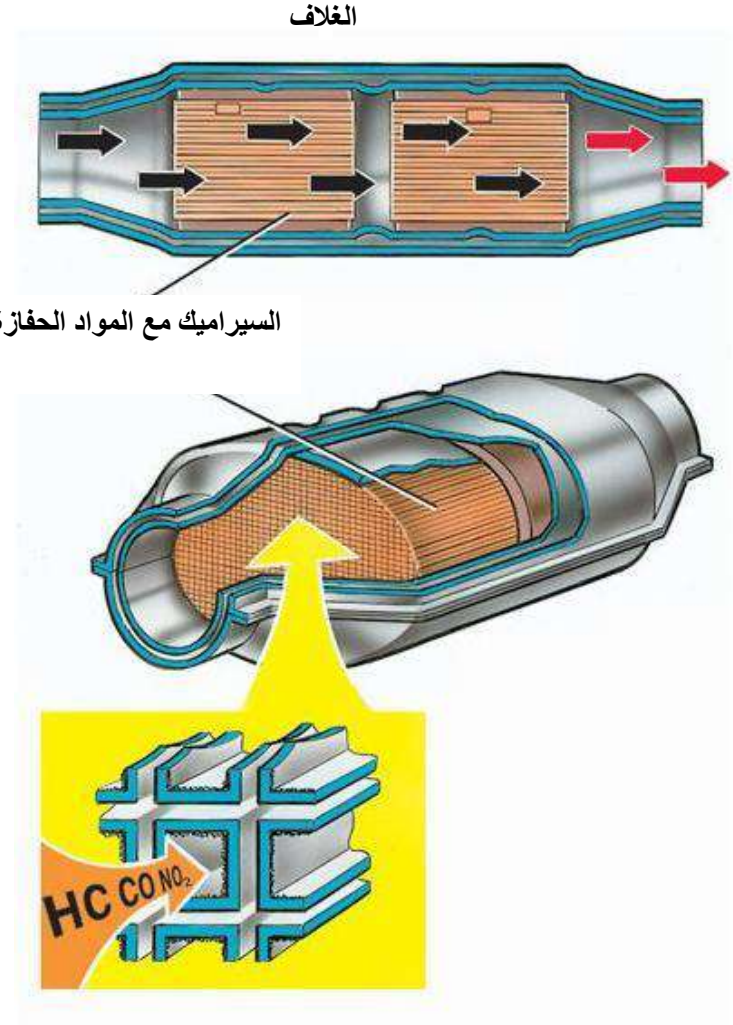
3-14-3 طريقة التحكم الالكتروني بغازات العادم:

1- يصدر حساس الأوكسجين إشارة كهربائية اقل من القيمة المحددة في ذاكرة وحدة التحكم الالكتروني يعني إن نسبة الهواء فقيرة وتعمل وحدة التحكم الالكتروني بإرسال إشارة إلى البخاخات لزيادة كمية حقن الوقود.

2- إذا كانت الإشارة الصادرة من حساس الأوكسجين اكبر من القيمة المحددة في ذاكرة وحدة التحكم الالكتروني ويعني إن الوقود غني فتعمل وحدة التحكم بإرسال إشارة كهربائية إلى البخاخات لتقليل فترة حقن الوقود وبهذه الطريقة يمكن تقليل نسبة التلوث في غازات عادم المحرك.

3-14-4 معالجة غازات العادم بواسطة محول الحفاز (Catalytic Convertor) :

يعتبر محول الحفاز من اهم أجزاء منظومة العادم في السيارة ويعمل على تقليل انبعاث ملوثات غازات العادم للمحرك، كما هوموضح في الشكل (3-45) وتستعمل السيارات أنواع مختلفة من محولات الحفاز، ولكن الأكثر انتشار هو الحفاز المصنوع من السيراميك والمركب من ثلاث عناصر (مغنيسيوم ، ألمنيوم ، سيليكات).



شكل (3-45) محول الحفاز

هناك ثلاث عمليات تحدث داخل محول الحفاز هي :

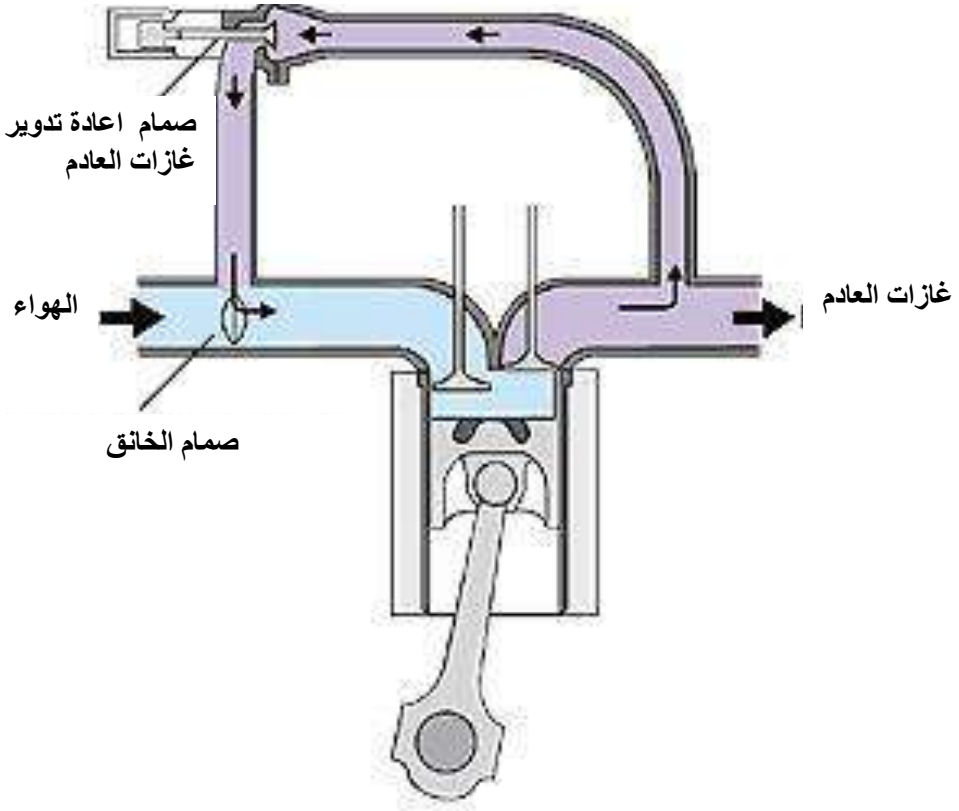
1) $2\ CO + O_2 \rightarrow 2CO_2$

2) $2\ C_2H_6 + 2CO \rightarrow 4\ CO_2 + 6H_2O$

3) $2NO + 2CO \rightarrow N_2 + 2CO_2$

تستعمل هذه التقنية في اعادة تدوير غازات العادم للتقليل من نسبة اكاسيد النتروجين، وذلك للسماح بمرور جزء من غازات العادم إلى داخل الاسطوانة لتقليل درجة حرارة غرفة الاحتراق مما يؤدي إلى انخفاض تكون اكاسيد النيتروجين، ويتم التحكم في ذلك بواسطة صمام تدوير غازات العادم التحكم الالكترونية، كما في الشكل (3-46) الذي يقوم بإرسال إشارة كهربائية تتحكم بتشغيل صمام تدوير غازات العادم على الإشارات القادمة من الحساسات المختلفة وخاصة حساس الأوكسجين وحساس درجة حرارة المحرك، وكلما زادت نسبة غازات العادم في غرفة الاحتراق قلت نسبة اكاسيد النيتروجين NO_Xولكن تزداد كمية الهيدروكاربونات HC ومعدل استهلاك الوقود

،ولهذا السبب يستعمل نظام التحكم الالكتروني للتحكم في تشغيل صمام تدوير غازات العادم هناك نوعان من صمام اعادة تدوير غازات العادم بالضغط ،كما هوموضح في الشكل (3-47) وصمام اعادة تدوير غازات العادم الكهربائي كما موضح بالشكل (3-48)



شكل (3-46) طريقة عمل صمام اعادة تدوير غازات العادم

شكل (3-47)
صمام اعادة تدوير غازات العادم بالضغط

شكل (3-48)
صمام اعادة تدوير غازات العادم الكهربائي

وقد تعددت تصميمات هذه الانظمة في السيارات الحديثة ،ولكن ستناول بعض منها:

1- نظام الحقن ك ـ جيترونك (K-Jetronic) :

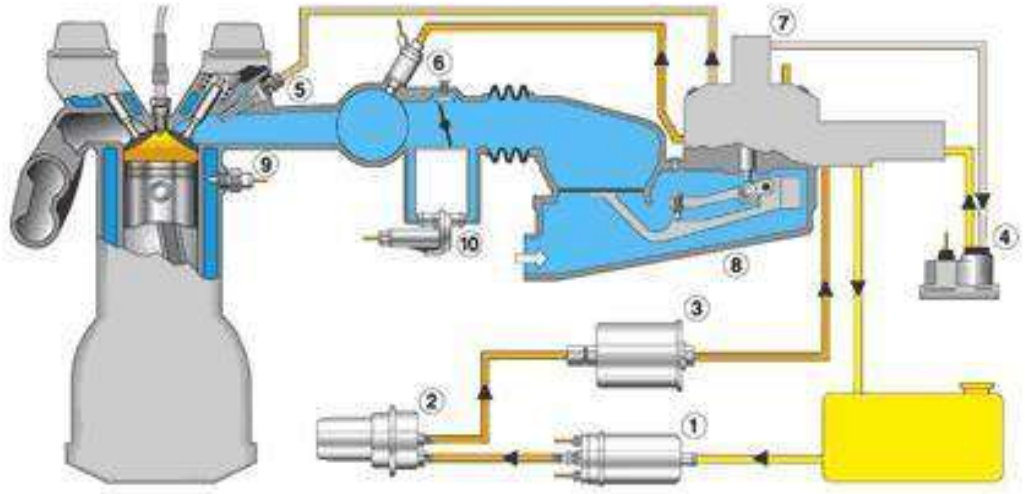
قد تكون التسمية مضللة للان كلمة جيترونك قد يفهم منها نظام محكوم إلكترونياً، لكنه في الحقيقة هو نظام ميكانيكي . وهو أحد أبسط أنظمة الحقن غير الالكتروني ويختلف عن أنظمة الحقن الميكانيكية الأخرى بثلاث نقاط :-

1- يحقن الوقود بصورة متواصلة

2- عدم استعمال جهاز إدارة ميكانيكي.

3- معايرة الوقود معتمدة على معايرة انسياب الهواء الإجمالي .

إن العمل الأساسي للتحكم بنسبة المزيج (الهواء + الوقود) حسب حالات عمل المحرك هو قياس انسياب الهواء المسحوب إلى المحرك . لا يمكن قياس هذا الانسياب بالوزن لكن يمكن قياسه بالحجم (متر مكعب /دقيقة)أو(لتر /دقيقة) أو(قدم مكعب /دقيقة) وبإجراء عملية قياس دقيقة لحجم الهواء المنساب داخل المحرك يكون بالاستطاعة معايرة الوقود تلقائياً. تم في عام (1982)تجهيز مجموعة حقن البنزين الميكانيكية ك ـ جيترونك بمنظومة إلكترونية كما موضح في الشكل (3-49) . وهي منذ ذلك الوقت تستعمل من قبل شركات إنتاج السيارات المختلفة (مثل مرسيدس) تحت اسم ك ـ جيترونك

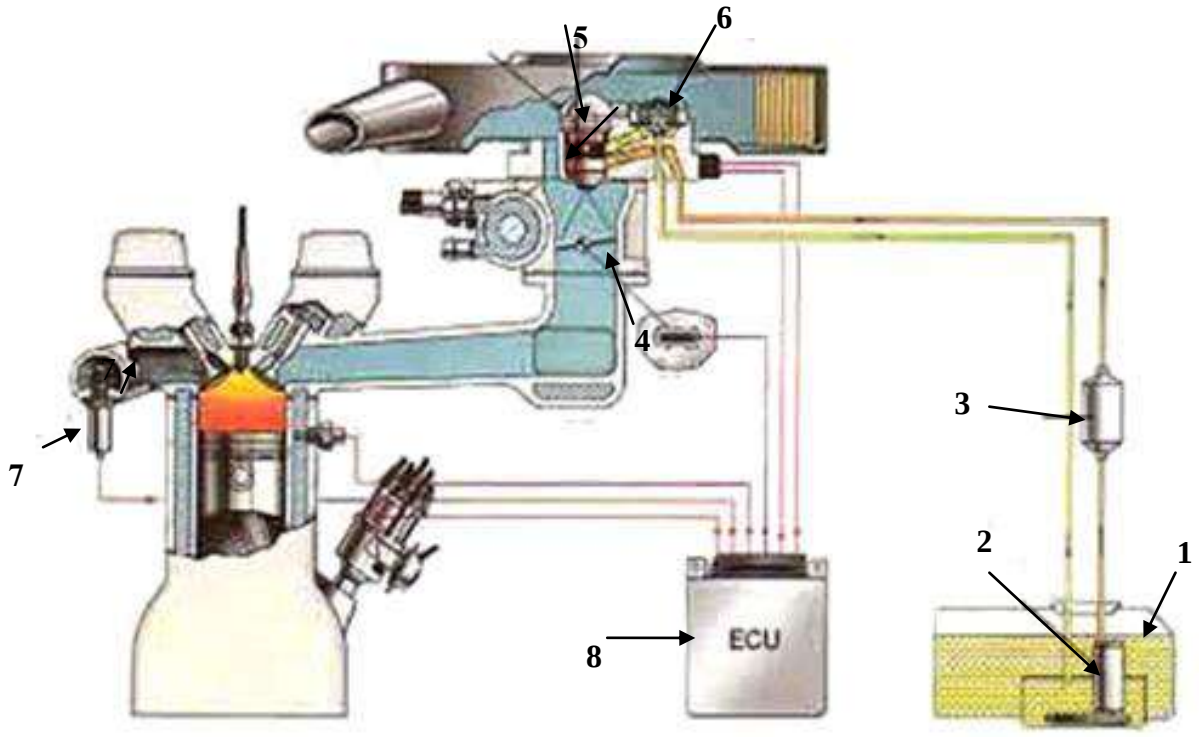


1- مضخة الوقود
2 - مركم الوقود
3- مصفي الوقود
4- منظم تسخن
5- البخاخ
6- لولب ضبط سرعة الحياد
7- موزع الوقود
8- مقياس تدفق الهواء
9- مفتاح زمني حراري
10- منظم الهواء الضافي

شكل (3-49) مكونات نظام الحقن ك ـ جيترونك

2- نظام مونو _جيترونك (Mono-Jetronic) :

هو مجموعة الحقن ذات نظام مركزي تعمل تحت ضغط منخفض. ومن مكونات النظام الأساسية (مونو_جيترونك) وهو عبارة عن صمام حقن مركزي يعمل بمبدأ الكهرومغناطيسية ويمتاز هذا النظام (مونو) باستبدال البخاخات الفردية لكل اسطوانة من المحرك ببخاخ واحد مركزي يسيطر على اسطوانات المحرك من حيث التغذية أما جهاز انسياب الهواء فهو مماثل للجهاز المستعمل في نظام (ك.جيترونك)موقع الحقن الكهرومغناطيسي المركزي هو حملة الحقن الذي يقوم بحقن الوقود بشكل متقطع فوق موقع الخانق في مجرى السحب للمحرك وهو القطعة الأساسية لجملة الحقن مونو جيترونك . وتتم عملية توزيع الوقود المحقون على الاسطوانات المختلفة بالتساوي بواسطة مجاري السحب، وذلك للحصول على خليط قابل للاحتراق يتناسب مع صروف تشغيل المحرك وتقوم وحدة التحكم الالكتروني بحساب الإشارات الداخلة لها وحساب المقادير من الحساسات وترجمتها إلى حساسات الإخراج المتمثلة بالنجاح المركزي كما يوضح الشكل (3-50).

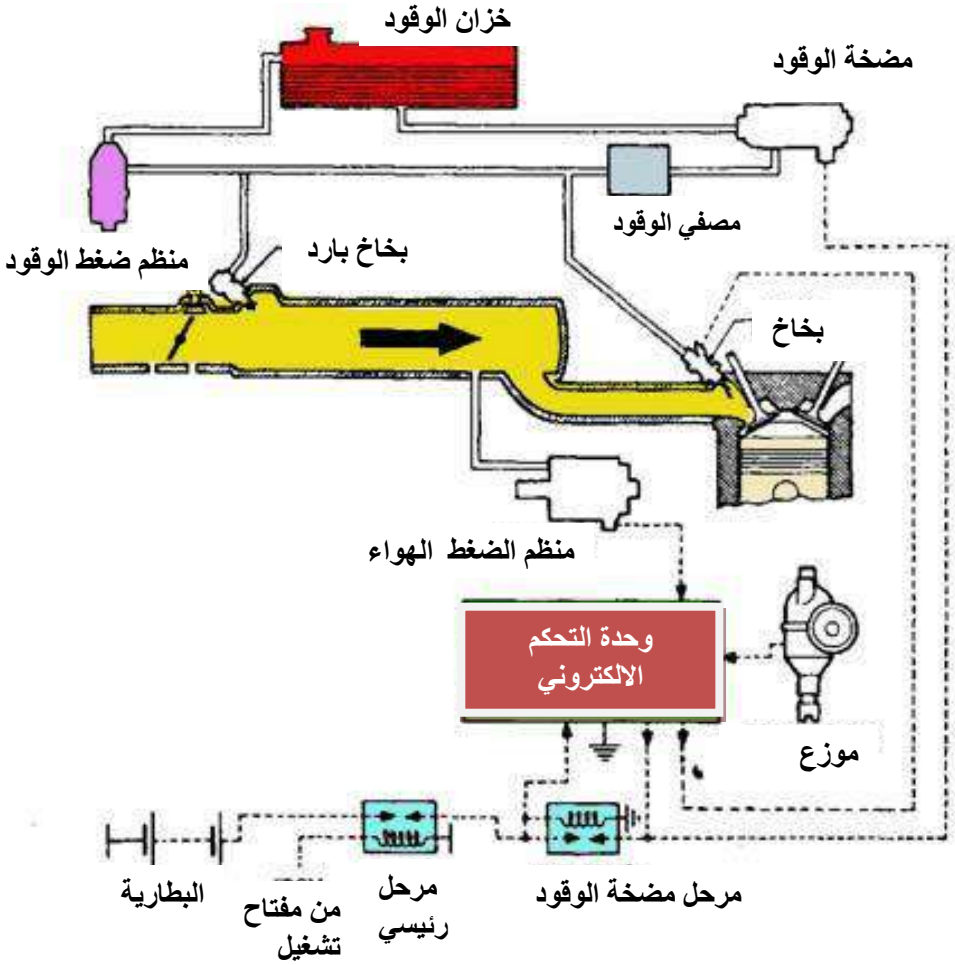


1 -خزان الوقود
2- مضخة الوقود
3- مضخة الوقود
4- موقع حساس الخانق
5 - بخاخ
6- منظم الضغط
7-حساس الاوكسجين
8-وحدة التحكم الالكتروني

شكل (3-50) مكونات نظام الحقن نظام مونو _جيترونك

3- نظام الحقن د ي- جيترونيك (D- Jetronic)

يتم التحكم بمضخة حقن الوقود في هذا النظام عن طريق الضغط في مجرى السحب، ولهذا سمي دي- جيترونيك، لان هو الحرف الأول من الكلمة الألمانية . وتعني الضغط. أنتجت شركة بوش هذا النظام لأول مره عام 1966 .وهو أول جهاز الالكتروني لحقن البنزين ، وابتدأت بتصنيع هذا الجهاز على نطاق واسع لاستعماله في محركات فولكس فاكن كان الهدف الأول من حقن البنزين هو رفع استطاعة المحرك وتخفيض الاستهلاك النوعي للوقود. كما موضح في الشكل (3-51)

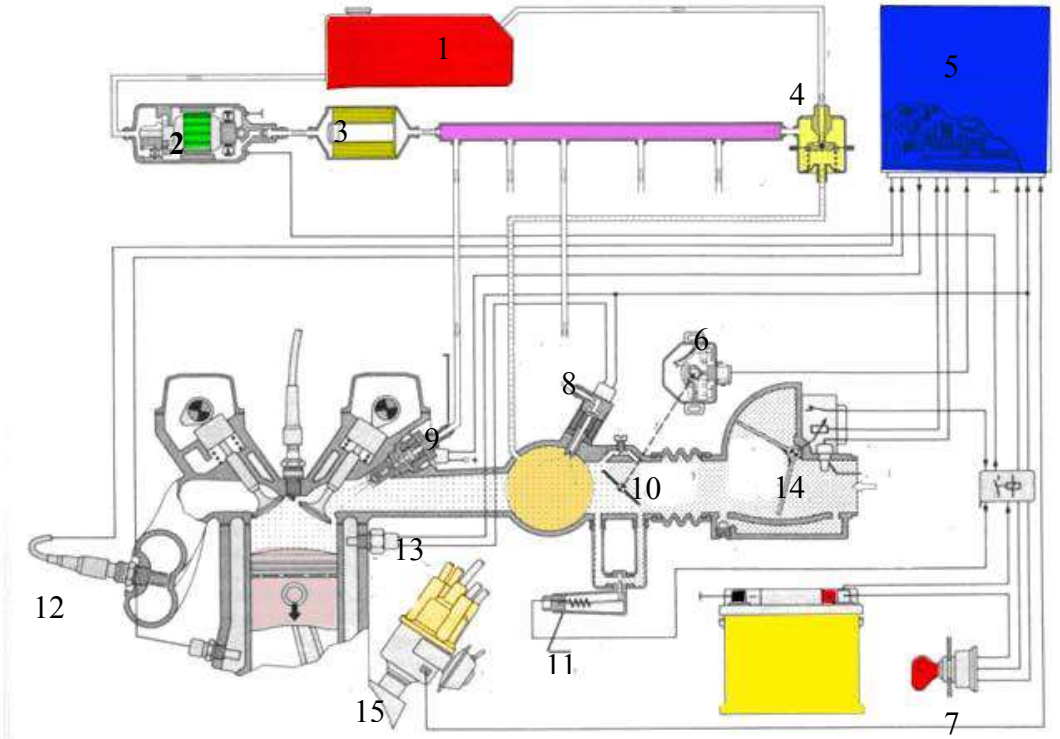


شكل (3-51) مكونات نظام الحقن د ي- جيترونيك

4- نظام الحقن ا ل – جيترونيك (L-Jetronic) :

ان نظام ا ل - جيترونيك هو نظام مطور لنظام د ي- جيترونيك اذ استبدلت ثلاث مجموعات بدوائر متكاملة تتماثل في كل من ا ل - جيترونيك و د ي- جيترونيك طرق معايرة الوقود ومنظم الضغط ومجس درجة حرارة التبريد ومفتاح التخنيق وتامين الحقن المتقطع داخل فتحات المأخذ عند ضغط منخفض يعتمد في نظام ا ل - جيترونيك على حجم الهواء الممتص لتحديد كمية الوقود

لمعايرة انسياب الهواء الإجمالي كمتغير دخل رئيس من اجل تحديد كمية الوقود الواجب حقنها . تم اضافة دائرة الحساس الاوكسجين و يتم التحكم في نظام ا ل - جيترونيك بوساطة كميات الهواء، ولذلك سميت ا ل - جيترونيك، لان حرف Lهو الحرف الأول من الكلمة الألمانية وتعني الهواء في نظام د ي- جيترونيك تتم معايرة الهواء بالاعتماد على ضغط مجرى السحب بوساطة متحسس ضغط أنبوبة السحب لتحديد كمية الوقود للمحرك . ولذلك اعتمادا على انه في حين يسود الضغط الجوي المحيط إمام صمام الخانق يكون هناك خلف صمام الخانق تفريغ (تخلخل)ويتغير هذا التخلل وفق لوضعية صمام الخانق . ويمكن استعماله كعامل لتحديد الحمل على المحرك إضافة لحجم هواء الاحتراق الذي جرى إدخاله إلى الاسطوانات ولذلك اعتمدت فكرة إن ضغط أنبوبة السحب يعطي قياسا تقريبيا لكمية الهواء الذي يستهلكه محرك ما . ادت عملية معايرة انسياب الهواء إلى إعطاء مزايا رئيسة للتحكم بالمزيج ، كما هوموضح في الشكل (3-52)

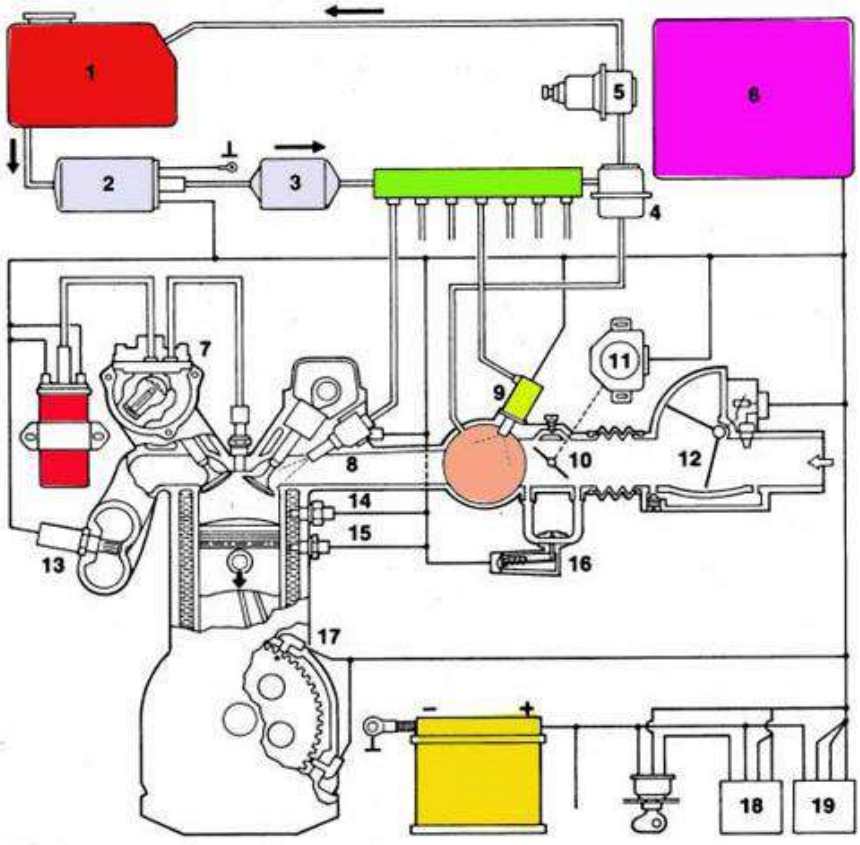


1- خزان الوقود
2- مضخة الوقود
3- مصفي الوقود
4- منظم ضغط الوقود
5- وحدة التحكم الالكتروني
6- مفتاح صمام الخانق
7- مفتاح التشغيل
8 - بخاخ تشغيل بارد
9 – البخاخ
10- صمام الخانق
11 - صمام الهواء تنظيم السرعة الحياد
12- حساس الاوكسجين
13حساس درجة حرارة ماء المحرك
14 مقياس تدفق الهواء-
15موزع الاشعال

شكل (3-52) مكونات نظام الحقن ال - جيترونيك

5-- نظام الحقن موترونيك (Motronic) :

أول ما استعمل هذا النظام هو من قبل BMWفي عام 1977، ليس هذا النظام نوعا جديدا من أنظمة الحقن بالوقود ، لكنه ائتلاف من مجموعة الإشعال الالكترونية مع نظام L-Jeteonic . يجمع نظام موترونيك إشارات وظائف المحرك كافة ويوحد التحكم بتوقيت الشرارات (الإشعال الالكتروني) ومعايرة الوقود في المعالج الصفري نفسه في وحدة التحكم بالإشعال- الحقن.ويؤمن ذلك بإبقاء المحرك معدلا بشكل مضمون بمواجهة متغيرات السرعة كافة والحمل المحتملة . كما تتيح هذه الطريقة وضع المحرك بظل تعديل جيد ومتواصل بخصوص الاحتراق الفعال (استهلاك أدنى للوقود) ومكونات الغازات المطرودة وطاقة أداء السيارة وقدرة التحكم بقيادتها كما هوموضح في الشكل (3-53)



1-خزان الوقود
2-مضخة الوقود
3-مصفي الوقود
4--منظم الضغط
5-ممتص لاهتزازات الوقود
6--وحدة التحكم الالكتروني
7-موزع الاشعال
8- البخاخ
9- بخاخ تشغيل بارد
10- صمام الخانق
11-مفتاح صمام الخانق
12 -مقياس تدفق الهواء
13 -حساس الاوكسجين
14مفتاح زمني حراري
15-حساس درجة الحرارة المحرك
16-صمام الهواء تنظيم السرعة الحياد
17-حساس توقيت الاشعال

شكل(3-53) مكونات نظام الحقن موترونيك

مزايا انظمة حقن الوقود الالكتروني

1) تخفيض استهلاك الوقود.
2) تقليل تلوث غازات العادم للبيئة.
3) زيادة عزم وقدرة المحرك.
4) تشغيل افضل للمحرك في الظروف المختلفة.
5) التقليل من تاكل الاجزاء المتحركة للانظمة الاخرى لكي يزيد العمر الافتراضي لاجزاء انظمة الحقن الالكتروني.

عيوب انظمة حقن الوقود الالكتروني

1) كثرة اجراءه (مكونات) خاصة نظام حقن البنزين الكترونيا، وبذلك تزيد كلفة المحرك.
2) يحتاج الى صيانة دورية منتظمة.

مصطلحات الفنية

انكليزي	عربي
Electronic Fuel Injection System	منظومة حقن الوقود الالكتروني
Injection Single Point	نظام بخاخ واحد
Multi-Point Injection	نظام متعدد البخاخات
Direct Injection	الحقن المباشر
Fuel System	منظومة الوقود
Air System	منظومة الهواء
Control System	منظومة السيطرة
Fuel Tank	خزان الوقود
Fuel Filter	مصفي الوقود
Fuel Pump	مضخة الوقود
Fuel Pump Mounted Inside Tank	مضخة تركب داخل خزان الوقود
Type Installed In The Fuel Line	مضخة تركب في خط
Fuel Pressure Regulato	منظم الضغط الوقود
Injector	البخاخ
Solenoid Coil	ملف كهرومغناطيسي
Control Emissions From Fuel	التحكم بالابخرة المنبعثة من الوقود
Air Flow Volume Sensor	حساس تدفق الهواء الحجمي
Air Flow Mass Sensor	حساس تدفق الهواء الكتلي
Throttle Body	جسم الخانق
Idle Air Control	صمام السيطرة بالهواء عند سرعة الحياد
Manifold Absolute Pressuer Sensor	حساس الضغط المطلق في مجمع السحب
Electronic Throttle Control System Intelligent	نظام التحكم الالكتروني الذكي في الخانق
Catalytic convertor	محول الحفاز
Exhaust Gas Recirculation EGR	صمام اعادة تدوير غازات العادم

اسئلة الفصل الثالث

س1: وضح نظام مونو جيترونك (Mono- Jetronic).

س2: مقارنة بين المغذي والحقن الالكتروني من حيث إنتاج مزيج الوقود والهواء.

س3:عدد مزايا ا نظمة حقن الوقود الالكتروني.

س4:اشرح منظومة الوقود في الحقن الالكتروني.

س5: بّين عمل مضخة الوقود الكهربائية المركبة داخل الخزان.

س6:عدد اجزاء منظم ضغط الوقود وكيفية عمله داخل منظومة الوقود .

س7: عدد اجزاء البخاخات المتعدد الحقن.

س8: عدد انواع حقن الوقود من حيث تجهيز الوقود للمحرك.

س9:ما فائدة بخاخ التشغيل البارد ؟

س10: ارسم مخطط منظومة التحكم بالهواء بواسطة مقياس تدفق الهواء.

س11:ما وظيفة حساس مقياس تدفق حجم الهواء؟

س12: اشرح مع الرسم عمل صمام التحكم بالهواء بسرعة الحياد.

س13:عرف منظومة السيطرة للمحرك.

س:14- تنقسم وحدة التحكم الالكتروني على ثلاثة أجزاء رئيسة عددها ..

س15- ما هي ايعازات الخارجة من وحدة التحكم الالكتروني للمحرك .

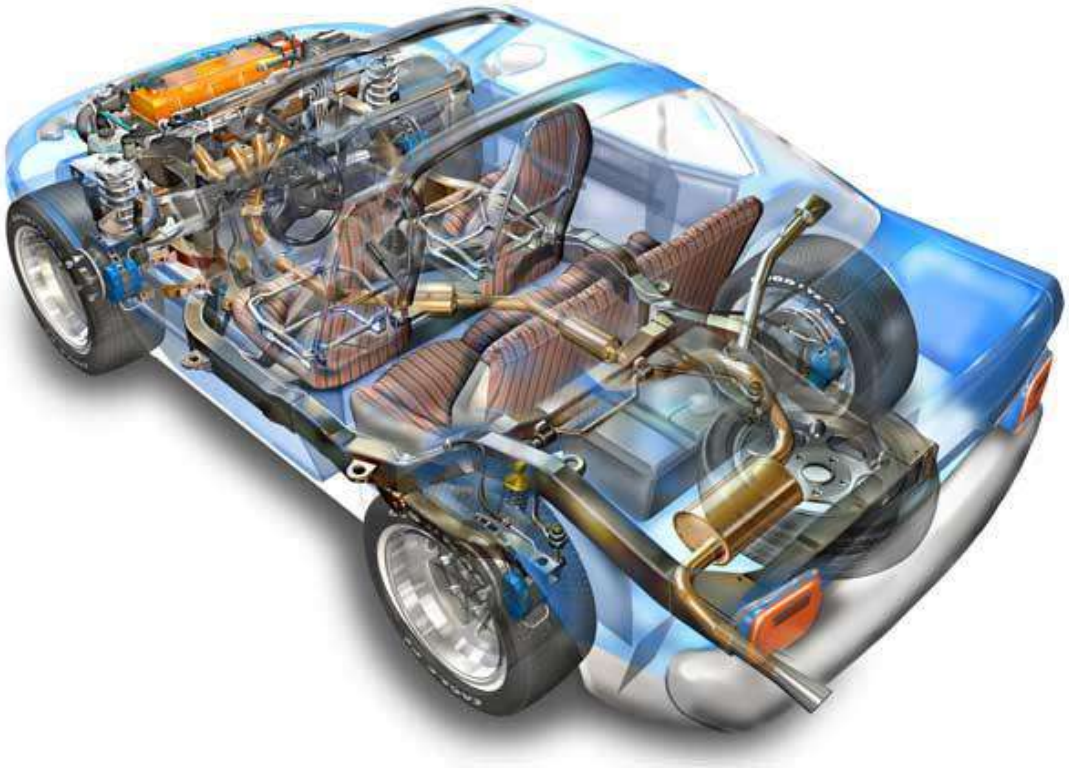
س16:ما فائدة وحدة التحكم الالكتروني .

س17: اشرح مع الرسم عمل نظام التحكم الالكتروني الذكي في الخانق.

س18: اشرح طريقه عمل حساس عمود المرفق في نظام الاشعال الالكتروني.

س19:تكلم عن نظام السيطرة بواسطة مفتاح التشغيل على نظام الحقن الالكتروني .

س20:عدد نواتج العادم المتولد من المحرك واشرح عمل محول الحفاز.



الفصل الرابع
منظومة التزييت

Lubricating System

الاهداف

بعد ان ينهي الطالب هذا الفصل سوف يكون قادرا على ان :

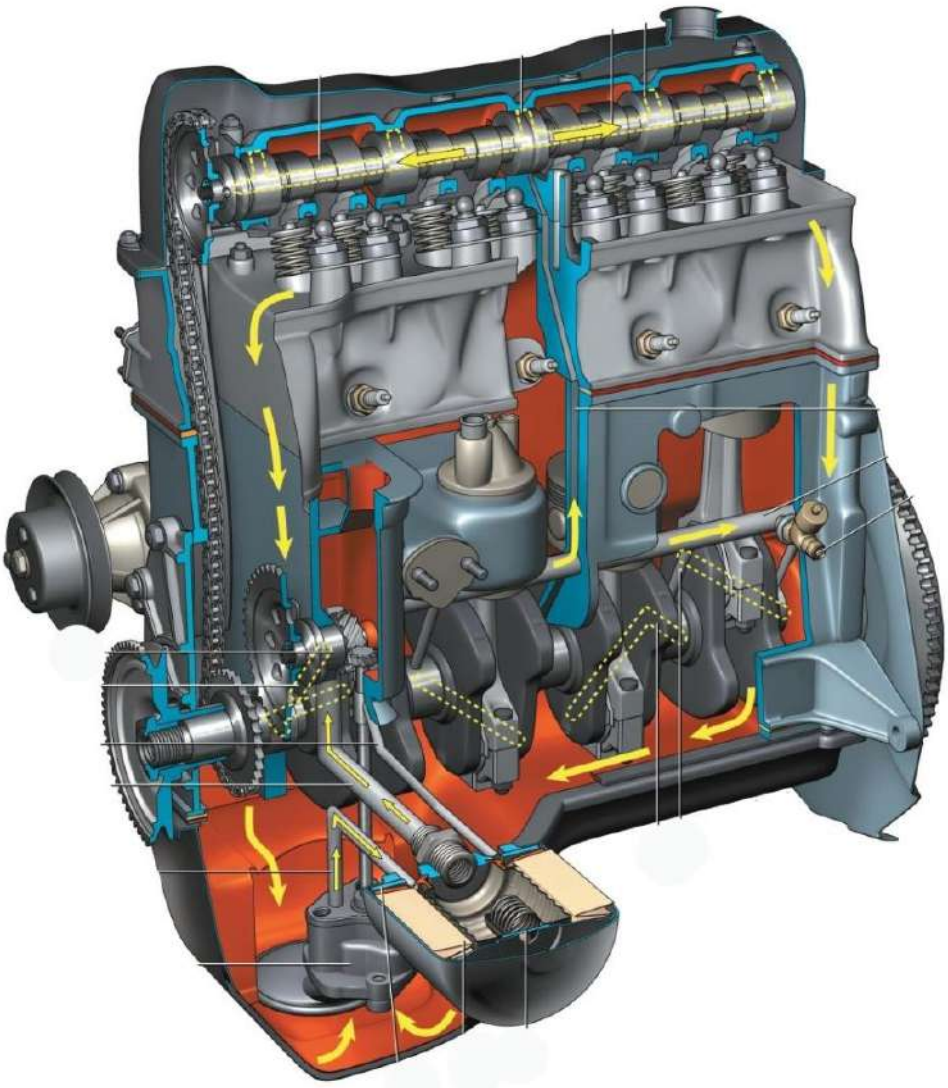
1- يعرف اجزاء منظومة التزييت في المحرك

2- يعرف تأثير درجات الحرارة على الزيت المحرك في الأجواء(الحارة والباردة)

3- يعرف منظومات ترشيح زيت التزييت

4- يعرف انواع طرق التزييت المحرك

5- يعرف عمل منظومة التزييت



1-4منظومة التزييت (Lubricating System)

عملية التزيت هي وضع غشاء رقيق من الزيت بين سطحين متلاصقين يتحرك إحداهما بالنسبة للآخر حتى يحول الزيت دون تلامسهما أثناء الحركة وتقل المقاومة الاحتكاكية التي تنشأ بينهما تلافياً للتآكل الذي يحدث حتماً، إذا كان تلامس معدني مباشر دون غشاء أو طبقة من الزيت بينهما يؤدى إلى تلفهما ويفضل الزيت كأداة للتزييت بسبب خاصية تلاصقه مع السطوح وخاصية لزوجته اذ يتكون غشاء الزيت المتواجد بين السطحين من عدة طبقات تلتصق طبقاته الخارجية مع سطح المعدن المجاور لها بخاصية الالتصاق – بينما تتماسك طبقاته الداخلية مع بعضها بخاصية اللزوجة و التي تحول دون انفصال أو قطع أو شرخ هذه الطبقات عن بعضها عند ازلاقها أو تدحرجها فوق بعضها تحت ضغط في أثناء حركة الأجزاء المتحركة ،كما في الشكل (4-1) .

شكل (4-1) عملية تزيت الأجزاء المتحركة للمحرك

2-4 الغرض من منظومة التزييت

1-تخفيف الاحتكاك والتاكل بين الاجزاء المتحركة .

2-المساعدة في نقل الحرارة وتبريد اجزاء المحرك .

3-تنظيف المحرك من الداخل بازالة ملوثات المعدن والاوساخ والجزيئات الاخرى.

4-تخفيض فاقد القدرة في اثناء الاحتكاك لزيادة توفير للوقود .

5-امتصاص الصدمات بين الاجزاء المتحركة للمحرك.

3-4 صيانة معايرة الزيت :

هي مجموعة أحرف مطبوعة على علبة الزيت للدلالة على الأداء العالي للزيت تحت ظروف التشغيل المختلفة، وهذه مجموعة أداء معاييراته حددت من قبل معهد النفط الأمريكي API إما فئات المعايرة هي:

1- SA ادنى نوعية من الزيت ينصح بعدم استعمالها في محركات السيارات

2- SB ادنى نوعية من زيت محرك السيارات العاملة على البنزين تحت ظروف صيانة معتدلة لاينصح باستعمالها

3- SC تتطابق مع متطلبات ضمانة زيت سيارات البنزين العاملة من سنة 1964 – 1967

4- SD تتطابق مع متطلبات ضمانة زيت سيارات البنزين العاملة من سنة 1968 -1970

5- SE تتطابق مع متطلبات ضمانة زيت سيارات البنزين العاملة من سنة 1972 -1979

6- SF تتطابق مع متطلبات ضمانة زيت سيارات البنزين العاملة من سنة 1980

7- SG تتطابق مع متطلبات ضمانة زيت سيارات البنزين المصنوعة من سنة 1987

8- SH أفضل درجة زيت حاليا يوصى باستعماله للسيارات الحديثة العاملة البنزين

9- CA – CG4 زيت يوصى للمحركات العاملة على البنزين

ملاحظة : حرف **S** يمثل زيوت محركات البنزين

حرف **C** يمثل زيوت محركات الديزل

4-4 الخصائص الواجب توافرها فى زيوت التزييت :

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

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

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

4-مقاومة للرغوة: يجب ألا يكون حدوث رغوة تشبة رغوة بياض البيض عند ضربه بالمضرب من جراء اهتزازه بعلبة المرفق وتلاطم عمود المرفق معه وخلطه بالماء الناتج عن درجات الحرارة

المنخفضة كإحدى نواتج الاحتراق أو من تكثف الماء المصاحب لهواء تهوية علبة المرفق وتعمل هذه الرغاوى على زيادة حجم الزيت وبالتالي انسكابه من فتحة تهوية علبة المرفق فتقل كفاءة عملية التزييت. ويمنع تكون المواد الغروية بتغيير الزيت كل فترة زمنية قصيرة أو بالسير بالسيارة مسافات طويلة من حين لآخر للتخلص من الماء الوارد إلى علبة المرفق وتبخره بالإضافة إلى الطرق الحديثة لتهوية علبة المرفق.

5-4 الزوجة الزيت (Oil Viscosity) :

لزوجة الزيت المسماة ايضا كثافة الزيت هو سمك الميوعة (مقدار المائع) لزيت المحرك فاذا كان الزيت مرتفع اللزوجة سيكون كثيفا كالعسل ويقاوم التدفق، اما الزيت غير الكثيف فيكون رقيقا ومنسابا اشبه بالماء وتستعمل منظومة ترقيم اللزوجة لقياس كثافة زيت المحرك ويشير الرقم المرتفع الى الزيت الاكثر كثافة والرقم المنخفض يشير الى الزيت الاقل كثافة وقد وجدت جمعية مهندسين المركبات مقاييس درجة الكثافة تكتب على علبة زيت المحرك قد تكون SAE50 , SAE30, SAE40

مقارنة بين زيوت محركات البنزين والديزل

زيوت البنزين	زيوت الديزل
1) رقم زيت SEA30	1) رقم الزيت SEA50
2) لزوجة الزيت قليلة	2) لزوجة الزيت عالية
3) يتحمل درجة حرارة اقل من زيوت محرك الديزل	3) تتحمل درجات حرارة اعلى من زيت الديزل

6-4 إضافات الزيوت : تضاف المواد الاتية لغرض تحسين خصائص لكي تعمل بشكل افضل في محرك وتطيل من عمره وكما يلي:

1- إضافات مانعة التأكسد .

2- إضافات مانعة للرغاوى.

3- إضافات مانعة للشمعيات و الصمغيات.

4-إضافات مانعة للتآكل.

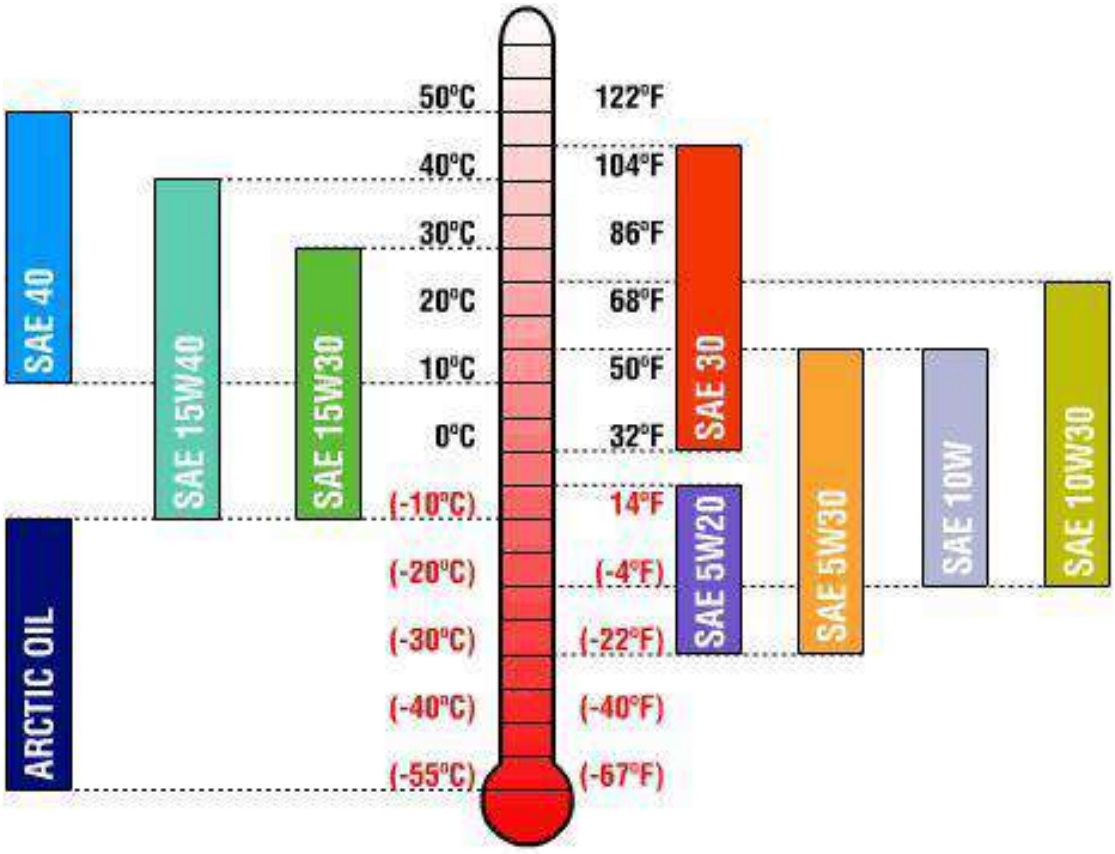
5- إضافات تحسين معامل اللزوجة.

6- إضافات التنظيف.

7- إضافات مانعة للصدأ.

7-4 تأثير درجات الحرارة على الزيت في الأجواء(الحارة والباردة)

عندما يكون الزيت باردا يتكثف ويصعب انسيابه ،وعندما يسخن يخف ويصبح منسابا ،ويمكن إن يحدث مشكلة فقد يكون الزيت في المحرك باردا وكثيفا لدرجة تجعل بدء تشغيل المحرك صعبا فلا يضخ الزيت عبر المحرك بانتظام هذا قد يزيد من سحب بادئ التشغيل ويتسبب في نقص في التزييت.وعندما يسخن المحرك يرق غشاء الزيت وإذا أصبح رقيقا جدا وساخنة فقد يتحلل غشاء الزيت ويسبب في تماس بين المكونات المتحركة .ويعرض الزيت المتعدد اللزوجة أو المتعدد الوزن خصائص تشغيلية لزيت رقيق خفيف الوزن عندما يكون باردا وكثيفا وثقيلا عندما يكون ساخنا هو الزيت ذو جودة عالية يحافظ على اللزوجة ذاتها مع تغيير درجات الحرارة فعلى سبيل المثال ينساب الزيت ذو لزوجة SEA 30 بسهولة مثل زيت SEA 10 عند بدء تشغيل محرك بارد فهو يتصرف عندئذ مثل زيت أكثر كثافة وعندما تصل درجة حرارة المحرك الى درجة التشغيل هذا يجعل بدء تشغيل المحرك أكثر سهولة في الطقس البارد كما يؤمن غشاء ذا كثافة مناسبة عندما يصل المحرك الى درجة حرارة تشغيل كاملة وفي الشكل (2-4) يبين توزيع لزوجة الزيت بالنسبة لدرجات الحرارة.



شكل (2-4) توزيع لزوجة الزيت بالنسبة لدرجات الحرارة

4-8 وظائف زيت التزييت:

1- التزييت : يمنع الزيت دون احتكاك الأسطح المعدنية ببعضها فيمنع تآكل سطوحها أو حدوث خدوش عليها

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

3- الإحكام : يملئ الزيت الفراغ بين الاسطوانات ومكابسها لحلقات المكبس ومجاريها وبذلك يحول دون تسرب غازات الاحتراق إلى الخارج.

4-التنظيف : يختلط الزيت بالكربون والاتربة و المواد الصمغية وغيرها من المواد الغريبة التي تتكون داخل المحرك ويحملها معه إلي خزان الزيت بعلبة المرفق اذ تترسب الجزيئات الكبيرة فى قاعه ويتم التخلص من الجزيئات الصغيرة العالقة به بواسطة مرشح الزيت.

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

6- ردع الصدمات : يعمل كوسادة تردع الأصوات الناتجة عن حدة الصدمات التي تحدث بين الأجزاء المتحركة من جراء التغير الفجائي فى الضغط عند الاحتراق مما يساعد على الأداء الهادئ

4-9 الأجزاء المتحركة التي تتطلب التزييت :-

1- كراسي محاور المرفق.

2- محور المكبس.

3- جدران الاسطوانات.

4- كراسي عمود الحدبات.

5- عمود روافع الصمامات .

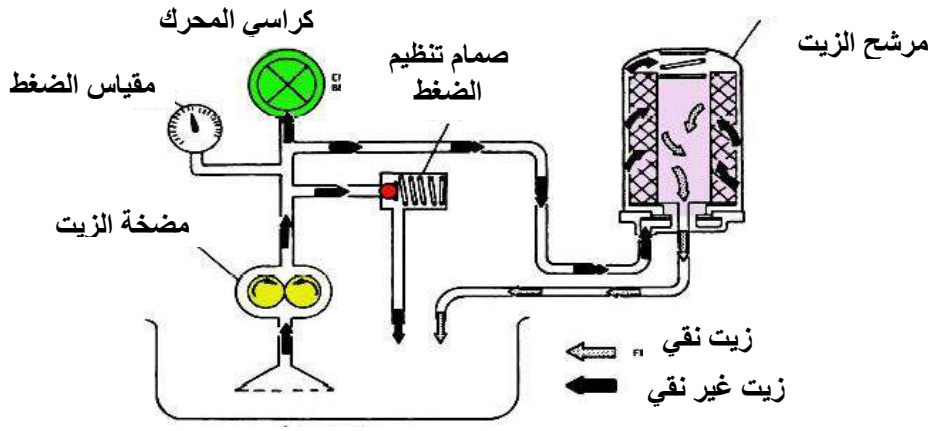
6- دليل الصمامات.

7- تروس التوقيت.

10-4 منظومات ترشيح زيت التزييت:

1- منظومة الترشيح الجزئي للزيت (Bypass System) :

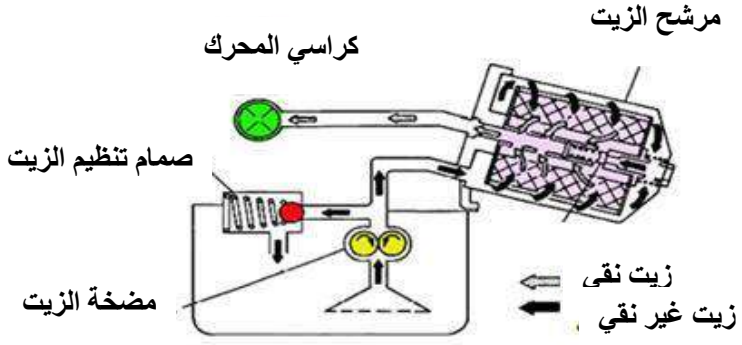
تتكون منظومة الترشيح الجزئي من ممرين منفصلين للزيت يتصل احدهما يتصل بالمرشح، والاخر يتصل بكراسي المحرك في البداية فان حجم الزيت المنقى اكبر من الزيت المحول ،ولكن عندما يصبح المرشح مسدودا فان الزيت المنقى ليذهب الى لكراسي يقلل تدريجيا حتى يصل الى الانقطاع ومع ذلك يستمر وصول الزيت الى الكراسي رغم انه غير منقى كما هوموضح في الشكل (4-3)



شكل (4-3) منظومة الترشيح الجزئي للزيت

2- منظومة الترشيح الكلى للزيت (Full Flow System) :

وفيها يمر الزيت فى ممر واحد اذ يمر الزيت الوارد من المضخة كله عبر المرشح الكلى للزيت لينساب خلال مادة الترشيح ليخرج بعد تنقيته إلى كراسي المحرك ويحتوى المرشح الكلى على صمام تحويل مسار الزيت حتى يسمح بمروره عبر المرشح فى حالة انسداد مادة الترشيح تماما اذ يفتح الصمام عند زيادة ضغط الزيت الوارد ليمر الزيت بالمرشح ويكمل دورته دون ترشيح وهكذا يحول الصمام دون انقطاع الزيت عن كراسي المحرك عند انسداد مادة الترشيح ومن الاهمية تبديل الزيت مع المرشح بصورة دورية منتظمة تفاديا لما يحدث نتيجة سوء الترشيح، كما موضح في الشكل (4-4).

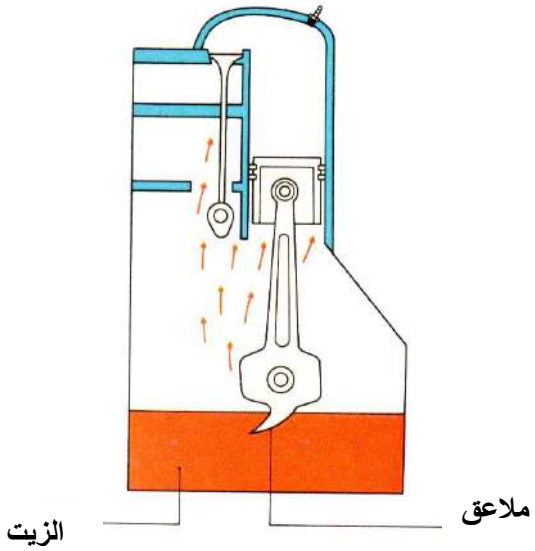


شكل (4-4) منظومة الترشيح الكلى للزيت

11-4 طرق التزييت

أولا : التزيت بالطرطشة (Oil Splash) :

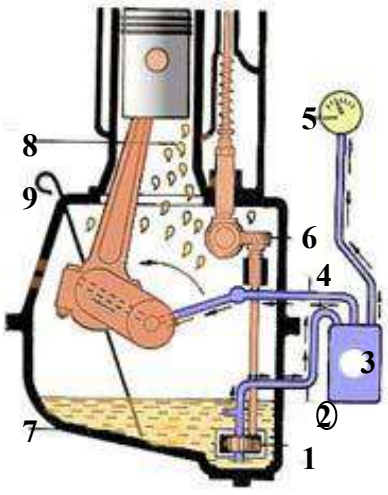
عند حركة عمود المرفق تملأ الملاعق بالزيت من علبة المرفق الى مستوى مناسب بحيث تنغمس فيها ملاعق نهايات أذرع التوصيل الكبري – كما موضح في الشكل (4-5) وتقوم بارسال الزيت الى اجزاء المحرك، كما توجد أحواض فرعية مجهزة بعلبة المرفق تملأ زيت بواسطة مضخة تدور عن طريق ترس مشكل علي عمود الحدبات وتعمل هذه الأحواض على ثبات منسوب الزيت .



شكل (4-5) التزيت بالطرطشة

ثانيا : التزيت الجبري بالضغط

تعمل جميع المحركات المزودة (كراسى التحميل) العادية بنظام التزييت الجبرى . اذ يدفع الزيت المضغوط عن طريق مضخة الزيت ذات الترسين التى يدور ترساهما بإحكام داخل غلافها ومنه عبر مرشح الزيت لتزيت اجزاء المحرك. ، كما موضح في الشكل (4-6).



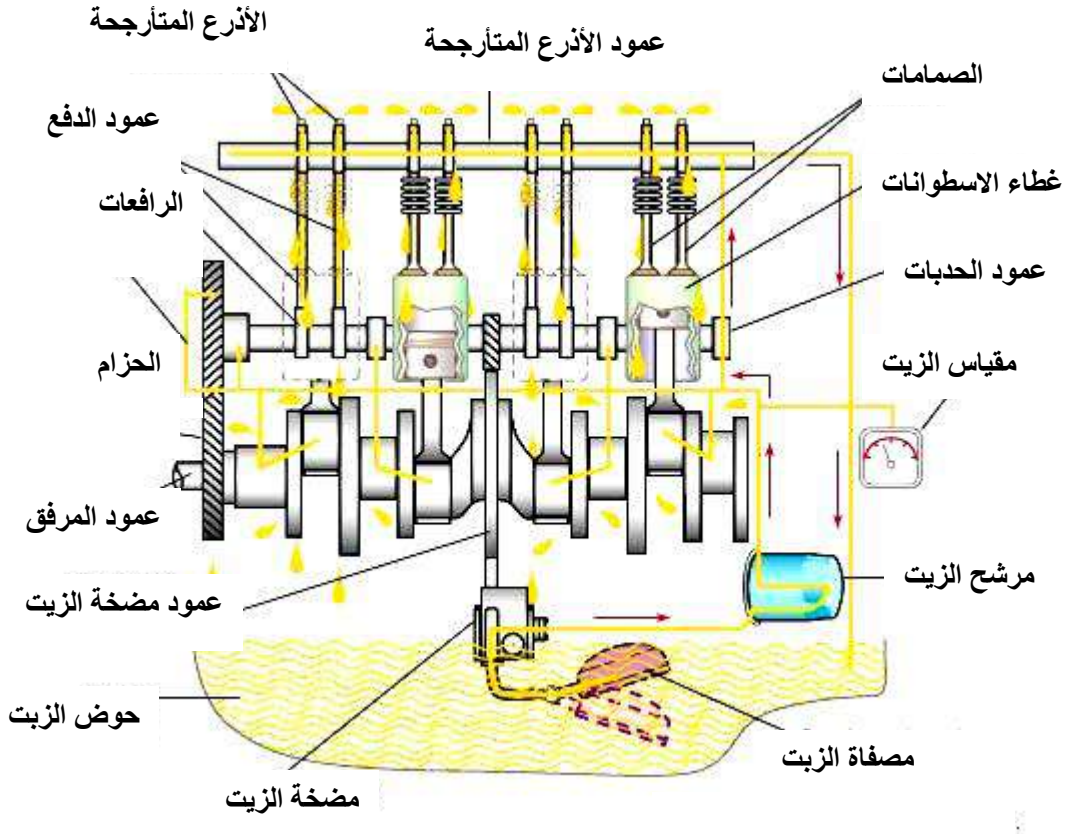
1- مضخة الزيت
2- انبوب التوصيل A
3- مرشح الزيت
4- انبوب التوصيل B
5- مقياس ضغط الوقود
6 -ترس ادارة مضخة الزيت
7- زيت التزيت
8- حركة الزيت
9- مقياس مستوى الزيت

شكل (4-6) التزيت الجبري بالضغط

12-4 تشغيل منظومة التزييت:

عندما يكون المحرك في وضع التشغيل "تسحب مضخة الزيت زيت المحرك من حوض الزيت كما موضح في الشكل (4-7) عبر المصفاة الموجودة عند أنبوب توصيل الزيت الى المضخة لالتقاط الجسيمات الكبيرة من الزيت قبل إن يدخل المضخة وتدفع المضخة الزيت عبر مرشح الزيت وجيوب الزيت ويقوم المرشح بتنظيف الزيت ويتدفق الزيت المصفى إلى عمود الحدبات وعمود المرفق والرافعات والأذرع المتأرجحة والأجزاء المتحركة الأخرى.

وعندما يرشح الزيت من محامل المحرك يرش السطح الخارجي لأجزاء المحرك الداخلية فعلى سبيل المثال عندما يرشح الزيت من محامل المحرك يرش على حيطان الاسطوانة ويزيت حلقات المكبس ومحاور المكبس والاسطوانات وفي النهاية ينسحب الزيت عائدا إلى حوض الزيت لإعادة الدورة .



شكل (4-7) تشغيل منظومة التزييت

13-4 أجزاء منظومة التزييت :

1.زيت المحرك(زيت للأجزاء المتحركة في المحرك).

2.حوض الزيت(منطقة تخزين زيت المحرك).

3.مضخة الزيت(تدفع الزيت إلى جميع أجزاء المحرك الداخلية).

4.مرشح الزيت(يصفي الزيت من الشوائب).

5.جيوب الزيت(ممرات الزيت عبر المحرك).

6.صمام تنظيم ضغط الزيت.

7.صمام تهوية علبة عمود المرفق الايجابيPCV

8.عصا قياس مستوى الزيت.

9.جهاز مفتاح لبيان ضغط الزيت.

حوض الزيت (Oil pan) :

وهو الوعاء الذي يتجمع فيه زيت تزييت المحرك ،والغرض منه خزن زيت المحرك، كما في الشكل (4-8) والحفاظ على مستوى الزيت بحيث يكون ثابتا ومناسبا بالنسبة للمضخة في اثناء هبوط او صعود المرتفعات، لذا تكون قاعدته ذات مستويين مختلفين، كما يحتوى على سدادة تفريغ فى ادنى نقطة فيه حتى يمكن تفريغ زيت المحرك بعد رفع او فك هذه السدادة .

شكل (4-8) حوض الزيت

مصفاة الزيت (Oil Strainer) :

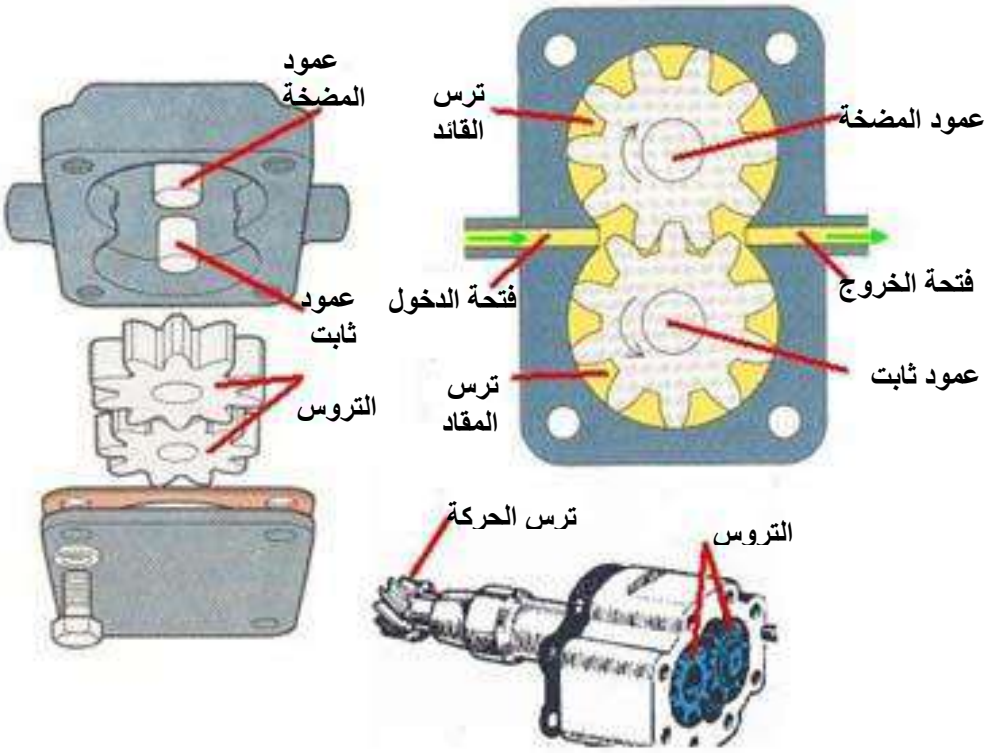
هي عبارة عن شبكة سلكية معدنية دقيقة الثغرات توضع فى غلاف تربط اسفل مضخة الزيت بحيث تكون على بعد مناسب من قاع وعاء الزيت، كما موضح في الشكل (4-9) تفاديا لالتقاط الرواسب المعدنية الناتجة اثناء تشغيل المحرك التي تتراكم داخل الوعاء اذ تعمل المصفاة على تنقية الزيت من المواد الغريبة الكبيرة نسبيا من الوصول إلى ارجاء المحرك مع تيار الزيت.

شكل (4-9) مصفاة الزيت

مضخة الزيت :

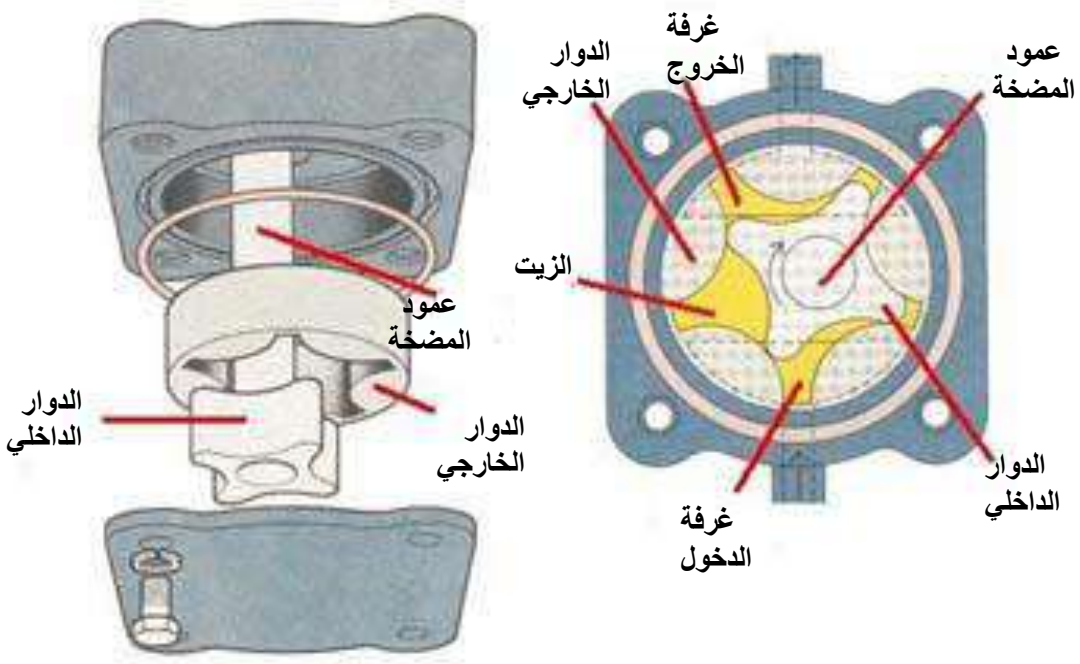
تعمل على سحب زيت التزييت من خزان الزيت عبر المصفاة وتدفعه تحت الضغط للمنقي ومن ثم الى اجزاء المحرك الواجب تزييتها وان انواع مضخات زيت المحرك كما يلي :

أ-مضخة الزيت الترسية (Gears oil Pump): تتكون من زوج من التروس داخل جسم المضخة وتزود بفتحتين احدهما للسحب والاخرى للتصريف ،كما في الشكل (4-10):



شكل (4-10) مضخة الزيت الترسية

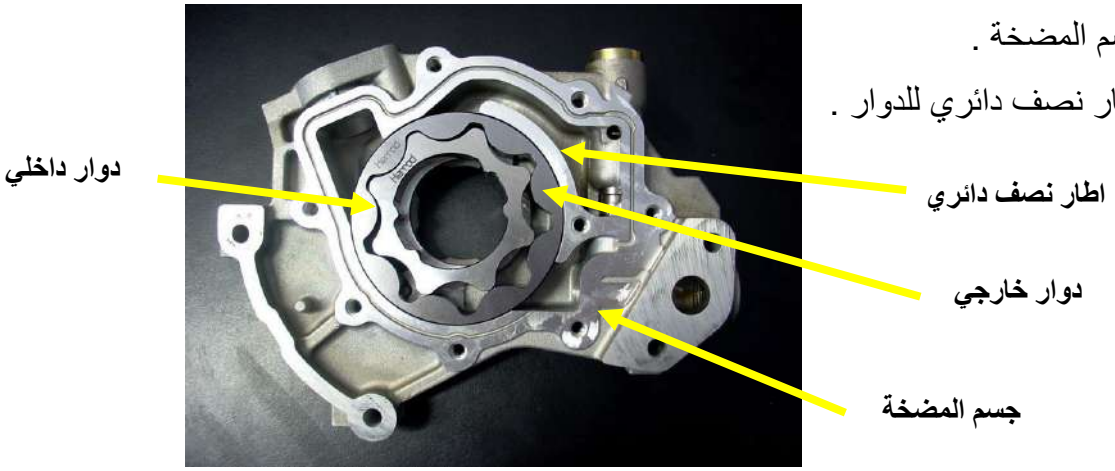
ب-مضخة الزيت ذات العضو الدوار (Rotor oil Pump) : تتكون من عضويين معشقيين مع بعضهما داخل جسم المضخة احدهما ثابت ،والاخر متحرك ،كما في الشكل (4-11).



شكل (4-11) مضخة الزيت ذات العضو الدوار

ج-مضخة الزيت المركبة على عمود المرفق: وتستمد معظم مضخات الزيت حركتها من عمود الحدبات، اما في المحركات المزودة لعمود الحدبات والبعض الاخر مباشرة من عمود المرفق.وتكون هذه المضخة مركبة على عمود المرفق وتعمل بطريقة لامركزية وتدفع الزيت من الخزان إلى اجزاء المحرك للتزييت، كما في الشكل (4-12) وتتالف من .

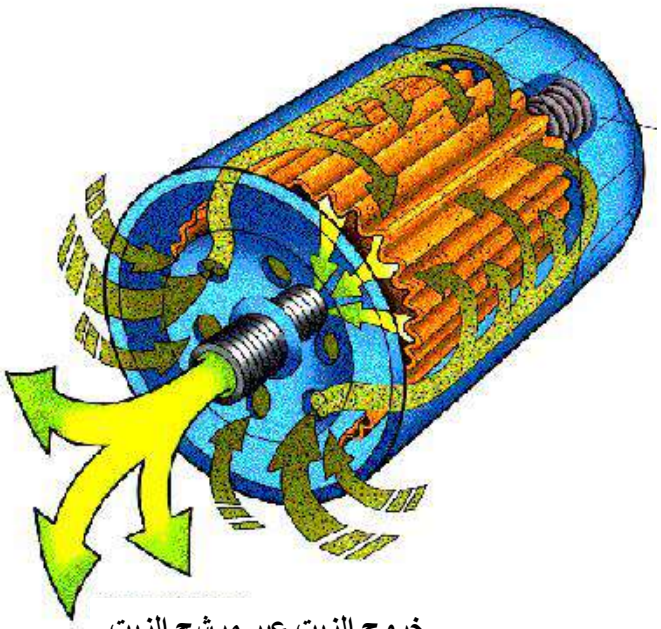
1) دوار خارجي .
2) دوار داخلي .
3) جسم المضخة .
4) اطار نصف دائري للدوار .



شكل (4-12) مضخة الزيت المركبة على عمود المرفق

مرشح الزيت (Oil Filter) :

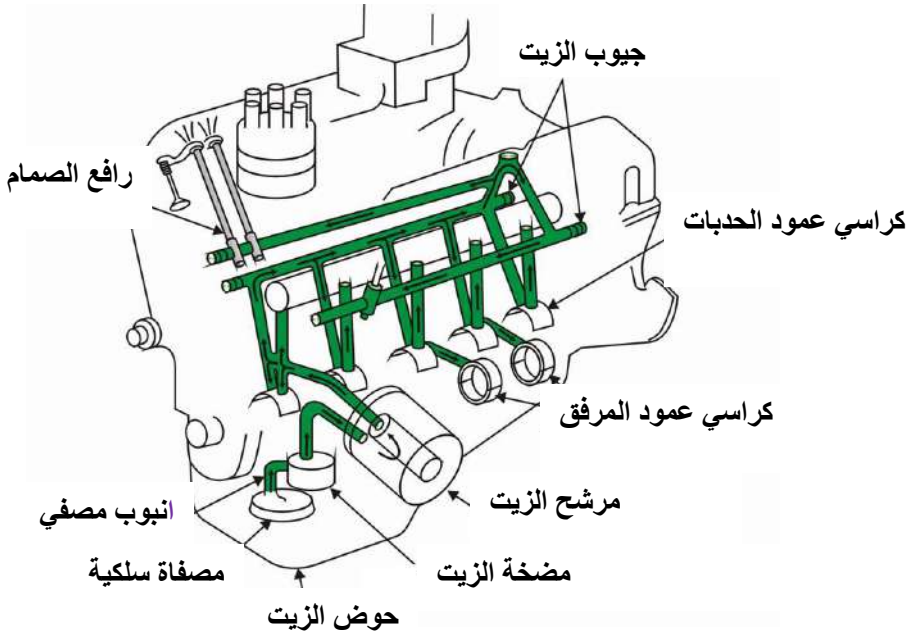
يثبت مرشح الزيت في دورة التزييت في المحرك ويستعمل ستخدم لتصفية الزيت من مختلف الشوائب والبرادة و الأتربة التي بمرور الزمن تؤدي الى انسداد مسامات المرشح ،كما في الشكل (4-13). ومقدار هذه الشوائب تعتمد على التشغيل الجيد للسطوح الملساء (المضادة للاحتكاك) والخلوص في الكراسي ومقدار التحميل والسرعة وتصنف المصافي على اساس حجم المسامات في نسيجه ،فهنالك المرشح الناعم والمرشح الخشن.



شكل (4-13) مرشح الزيت

جيوب الزيت (Oil Lines) :

تقوم مضخة الزيت بسحب الزيت من علبة عمود المرفق، ومن ثم دفعه إلى مجاري خاصة للزيت ،كما في الشكل (4-14) ومن ثم الى مجاري عمود المرفق وعمود الحدبات وكراسي عمود المرفق وعمود الحدبات ومن ثم الى ثقوب داخل ذراع التوصيل لإيصال الزيت إلى المكبس لتزييت الاسطوانة من الداخل .



شكل (4-14) جيوب الزيت

صمام تنظيم ضغط الزيت (Pressure Oil Regulating Valve):

يتكون هذا الصمام من نابض ذي ضغط معين، يمكن معايرته بدفع صمام كروي عند زيادة الضغط يتغلب ضغط الزيت على ضغط النابض اذ يفتح جزئيا مجرى الى خزان الزيت، وبذلك يكون قد قلل من ضغط الزيت بالمقدار المطلوب ويزداد ضغط الزيت عند درجات الحرارة الواطئة وبالأخص في بداية تشغيل المحرك أو عند السرعات العالية.

تهوية علبة المرفق

للحفاظ على الضغط داخل علبة المرفق وضمان عدم نقص كمية الزيت بها وذلك بالتخلص من الابخرة الضارة والحفاظ على خواص زيت التزييت والضمان تزييت جيد لاجزاء المحرك وذلك بالتخلص من المواد الضارة الناتجة اثناء التشغيل . يجب عدم ادارة المحرك على سرعات بطيئة لمدة طويلة الا بعد ان تصل درجة حرارته إلى درجة حرارة التشغيل و التي عندها يتبخر كل من الماء و الشحنة المتسربة و بالتالي يمكن التخلص منهما عن طريق حرقها داخل الاسطوانة لضمان عدم تاثيرها على البيئة .

وسائل تهوية علبة المرفق Pcv (Positive Crankcase Ventilation) :

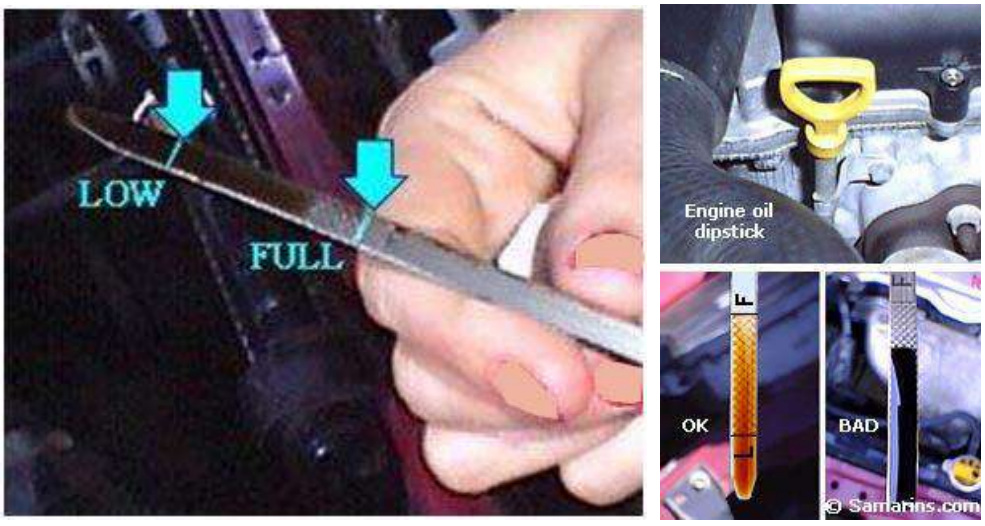
تحتوى دائرة تهوية علبة المرفق عامة على فتحة لدخول الهواء الي المحرك وفتحة لخروج الهواء من المحرك –وسائل تدوير الهواء بين الفتحتين وتستعمل فى تهوية المحركات الحديثة علبة مرفق محكمة لذا يطلق على نظام تهويتها بنظام التهوية الموجبة للعلبة ، كما في الشكل (4-15) وفيه يتم

ادخال تيار هواء التهوية من المرشح الرئيسي للهواء مباشرة والذى يدفع الابخرة المتجمعة بعلبة المرفق من فتحة الخروج الجانبية بالعلبة الي انبوبة خاصة تتصل بالمغذى او مشعب السحب لاعادتها ثانية إلى غرف الاحتراق مع مخلوط الهواء و الوقود عبر صمام التهوية الموجبة لعلبة المرفق.

شكل (4-15) صمام التهوية الموجبة للعلبة

مقياس مستوى الزيت (Oil Stick):

هو عبارة عن عمود معدني طويل يستعمل لمعرفة عمق كمية الزيت الموجود داخل وعاء الزيت بالمحرك ويدخل هذا الساق في المحرك من خلال انبوبة مثبتة على كتلة الاسطوانات اذ تغطس نهاية المقياس داخل الزيت وهي مدرجة بعلامات تظهر مستوى الزيت فى الحوض ، ويجب فحص مستوى الزيت بصورة دورية قبل تشغيل المحرك ويجب ان يكون مستوى الزيت على المقياس بين العلامتين اللتين تشيران إلى اعلى مستوى واقل مستوى للزيت ولا ينصح بتشغيل المحرك اذا كان الزيت اقل او اكثر من المستوى المطلوب ،كما موضح في الشكل (4-16).



شكل (4-16) مقياس مستوى الزيت

اجهزة الامان فى دوائر التزييت :

تزود دوائر التزييت الجبرية(بالضغط) بأجهزة ووسائل امان يمكن بها حماية دورة التزييت من الانقطاع وضمان توافر الزيت و استمراريته لتادية وظيفته في تزييت الاجزاء المتحركة بالمحرك

وهى:

1- منظم ضغط الزيت (صمام الامن بالدائرة)

2- مبين ضغط الزيت الميكانيكي

منظم ضغط الزيت صمام الامان بالدائرة:

والغرض منه الحفاظ على ضغط الزيت بحيث يظل ثابتا ومناسبا للوصول إلى الاجزاء المتحركة بالمحرك بغض النظر عن درجة حرارة الزيت او سرعة دوران المضخة التي تدفع الزيت بضغط عال كلما زادت سرعة دوران المحرك

.

مبين ضغط الزيت الميكانيكي:

تزود دوائر التزييت بمبين خاص ببيان ضغط الزيت يثبت على لوحة القيادة حتى يتمكن السائق من رؤيته ويلفت نظره اذا ما حدث عطل او خلل فى الدائرة يحول دون وصول الزيت إلى الاجزاء المتحركة بالمحرك ويتصل هذا المبين باحد فروع الانبوبة الرئيسة الخارجة من مضخة الزيت .

كيف يعمل مبين الزيت الميكانيكي:

عند توارد الزيت المدفوع او المضغوط من المضخة إلى الماسورة ينضغط الهواء المحصور بداخل الانبوبة نحو نهايتها المغلقة التي تنفرد بتاثير الهواء المحبوس تبعا لزيادة الضغط وعند انفراد هذه النهاية الحرة إلى الخارج تتحرك معها الرافعة المفصلية لتحرك القطاع المسنن حول محور ارتكازه ليدير الترس ومعه المؤشر ليبين مقدار ضغط الزيت على تدريج في لوحة المبينات.

مصطلحات الفنية

انكليزي	عربي
Lubricating System	منظومة التزيت
Oil Pan	وعاء الزيت
Oil Strainer	مصفاة الزيت
Oil Filter	مرشح الزيت
Oil Lines	جيوب الزيت
Pressure Regulating Valve	صمام تنظيم ضغط الزيت
Positive Crankcase Ventilation Pcv	تهوية علبة المرفق
Oil Stick	مقياس مستوى الزيت
Oil Pressure Indicator	مبين ضغط الزيت الميكانيكي
Society Automotive Engineering (SAE)	جمعية مهندسين السيارات للزوجة
Viscosity	اللزوجة
Bypass System	منظومة الترشيح الجزئي للزيت
Full Flow System	منظومة الترشيح الكلى للزيت
Rotor Pump	المضخة ذات العضو الدوار
Gears Pump	المضخة الترسية
Install The Oil Pump ON Crankshaft	مضخة الزيت على عمود المرفق
Oil Splash	ملعقة التزييت

أسئلة الفصل الرابع

س1: عرف الزيت ،وما هي مقاومته للاحتكاك.

س2: ما لغرض من منظومة التزييت لمحرك السيارة.

س3: ما تأثير درجات الحرارة على الزيت في الأجواء(الحارة والباردة) .

س4: ما الخصائص الواجب توافرها فى زيوت التزييت.

س5: عرف الزوجة الزيت .

س6: مقارن بين زيوت محركات البنزين والديزل.

س7: ما هي المواد التي تضاف لتحسين خصائص زيت المحرك.

س8: عدد وظائف زيت التزييت.

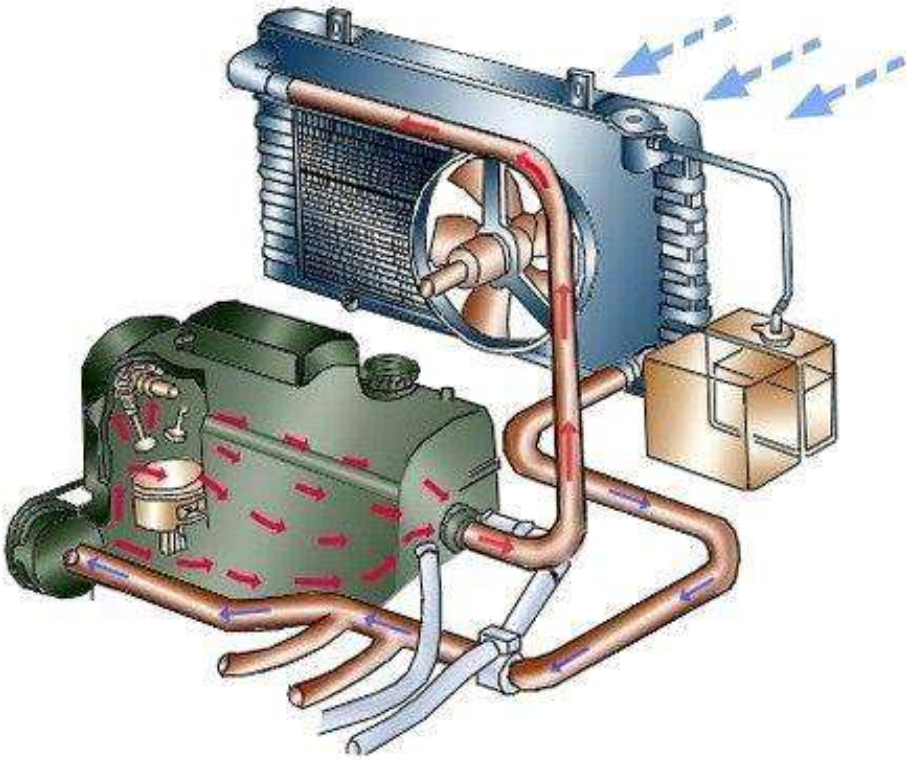
س9: عدد أجزاء المتحركة للمحرك التي تتطلب التزييت .

س10: اشرح مع الرسم دائرة الترشيح الكلى للزيت.

س11: عدد مع الرسم طرق التزييت

س12: اشرح عمل منظومة التزييت.

س13: عرف مايأتي 1-وعاء الزيت 2- مصفاة الزيت 3 -مرشح الزيت 4- جيوب الزيت 5 - مقياس مستوى الزيت .



الفصـــل الخامس
منظـــومـة التبريد
Cooling System

الاهداف :

بعد أن ينتهي الطالب من هذا الفصل يكون قادراً على أن :

1- يعرف طرق تبريد المحركات في السيارة.

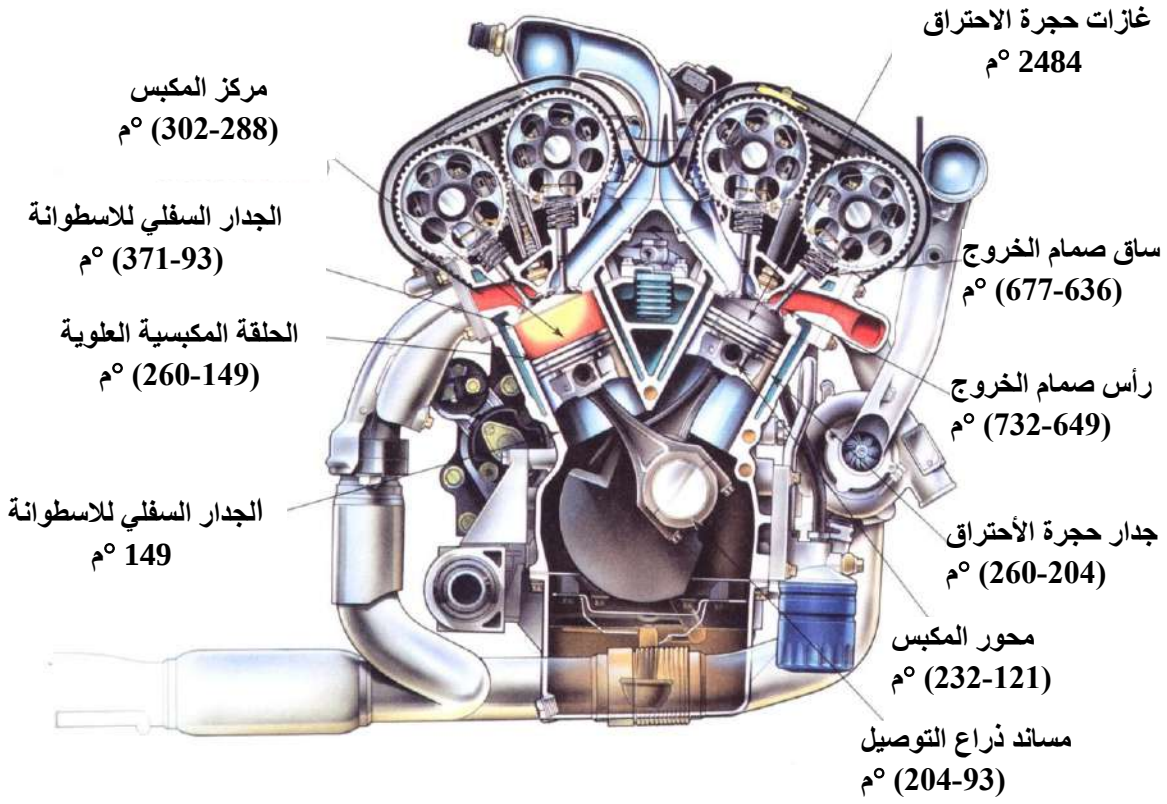
2- يعرف اجزاء منظومة التبريد بالماء ووظيفة كل جزء.

3- يعرف اجزاء منظومة التبريد بالهواء ووظيفة كل جزء.

4- يقارن بين منظومة التبريد بالماء ومنظومة التبريد بالهواء.

1-5 الغرض من عملية التبريد:

الغرض من عملية التبريد هو إحتفاظ المحرك بدرجة حرارة مناسبة في أثناء إدارته بحيث يعمل بأحسن جودة عند كل سرعات المحرك وظروف إدارته. عندما تحدث عملية احتراق الوقود داخل أسطوانة المحرك تنتج كمية كبيرة من الحرارة تؤدي الى رفع درجة حرارة الأسطوانة والمكبس وتصل درجة الحرارة الى (2484) درجة مئوية، لذا يجب مد هذه الأجزاء بوسيلة للتبريد حتى لاتصل درجة حرارتها الى درجات حرارة عالية للغاية (لاحظ الشكل 5-1).



شكل (1-5) درجات الحرارة داخل المحرك

والحرارة هي أحد العوامل الرئيسة التي تؤثر على عمل المحرك و تؤثر على صمام العادم الذي يتعرض للغازات الساخنة مما يرفع درجة حرارة رأس الصمام. وكمية الحرارة الكبيرة التي يجب التخلص منها في جسم الاسطوانة ورأسها تقتضي وجود مجموعة تبريد تعمل على تبريد المحرك إما بالماء أو الهواء و يجب الاّ ترتفع درجة حرارة الاسطوانة عن (200) درجة مئوية الى (260) درجة مئوية فإذا ارتفعت درجة الحرارة عن هذا الحد تحطمت طبقة زيت التزييت الرقيقة الموجودة على سطح وجدران الاسطوانة وبذلك تفقد طبقة الزيت قدرتها على التزييت مما يسبب احتكاكاً زائداً واهتراء سريعا لجدران الأسطوانة والمكبس. وبما أن

المحـرك يكـون مـنخفض الجـودة عنـدما يكـون بـارداً فيجـب ان تحتـوي مجموعـة التبريـد علـى أجهـزة توقـف عمليـة التبريـد العاديـة عنـدما يكـون المحـرك فـي دور التسـخين وتسـمح هـذه الأجهـزة للأجـزاء المختلفـة فـي المحـرك أن تصـل إلـى درجـة حـرارة الإدارة العاديـة بسـرعة وتقلـل مـن المـدة التـي يعمـل فيهـا المحـرك بـارداً. وعليـه فعنـدما تصـل درجـة حـرارة المحـرك الـى درجـة حـرارة الإدارة تبـدأ مجموعـة التبريـد فـي أداء عملهـا . ويزيـد معـدل التبريـد عنـدما يكـون المحـرك سـاخناً ويكـون التبريـد بطيئـاً او قـد لا يكـون هنـاك تبريـد مطلقـاً عنـدما يكـون المحـرك فـي دور التسخين عند بدء إدارة المحرك أو في الجو البارد.

2-5 أنظمة التبريد المستخدمة في المحركات:

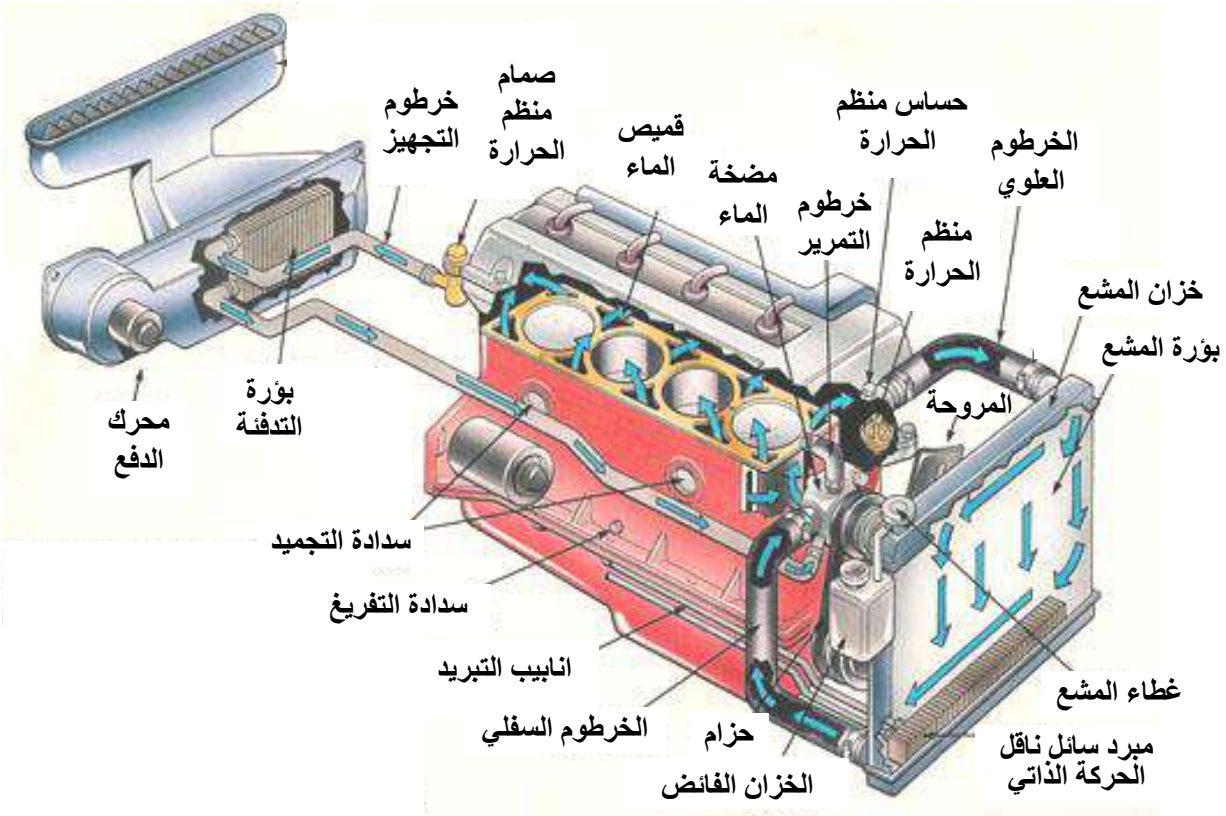
عنـد تبريـد أي جسـم وهـو سـاخن فـإن أول مـا يعملـه الإنسـان هـو نفـخ الهـواء أو صـب المـاء علـى ذلـك الجسـم وبأسـاليب مشـابهة لهـذه الطريقـة تـتم عمليـة تبريـد المحركـات. فالمحركـات التـي تبـرد بـالهواء تحـوي أسـطوانات منفصـلة غيـر مجمعـة فـي جسـم واحـد كـي ينفـذ الهـواء ويمـتص الحرارة.وتكـون أغطيـة هـذه الاسـطوانات علـى شـكل زعـانف لتزيـد مـن مسـاحات أسـطح التبريـد. أمـا فـي المحركـات التـي تبـرد بالمـاء فـإن المـاء يجـري حـول الأجـزاء الأكثـر سـخونة فيسـخن بسـبب امتصاصـه كميـة مـن الحـرارة ثـم يـتم تبريـده فـي المشـع بـالهواء ويعـود مـرة ثانيـة حـول الأجزاء الساخنة لتبريدها وهكذا.

3-5 مجموعة التبريد المائي للمركبات:

أجـزاء مجموعـة التبريـد:

يحوي نظام مجموعة التبريد بالماء الأجزاء الموضحة بالشكل رقم (5-2):

1- قمصان الماء.
2- مضخة الماء.
3- مروحة المحرك.
4- المشع.
5- مبرد زيت ناقل الحركة الذاتي.
6- الخراطيم.
7- المنظم الحراري.
8- بؤرة التدفئة.

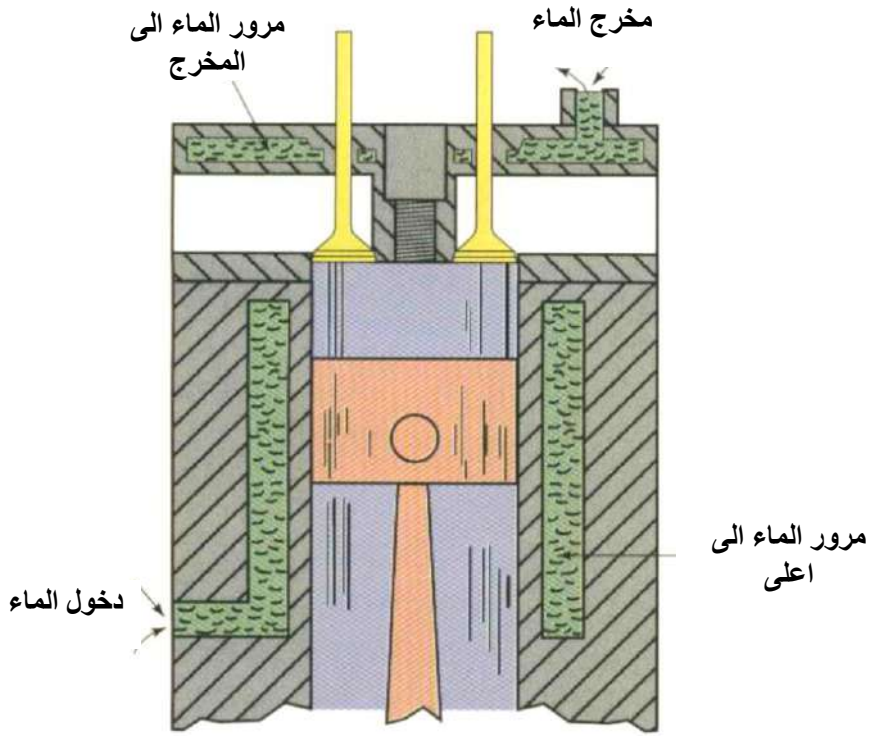


شكل (5-2) أجزاء منظومة التبريد

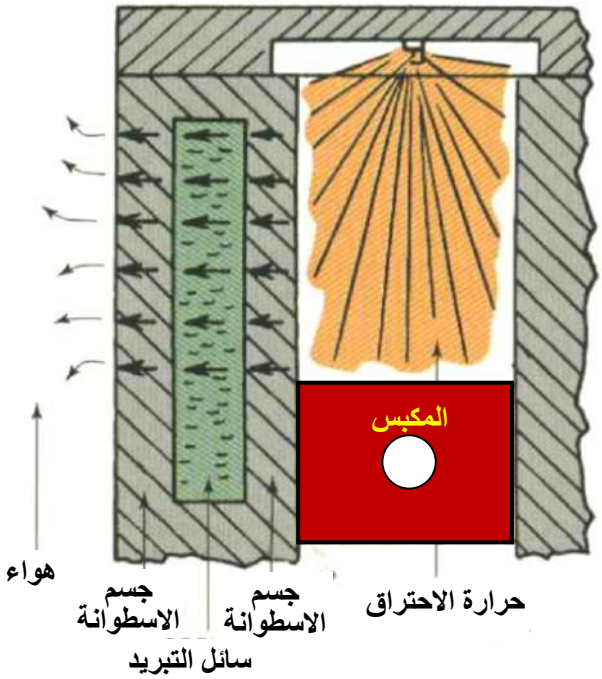
5-3-1 قمصان الماء (Water jackets):

تحوي محركات التبريد بالماء على ممرات مائية تجري خلال جسم ورأس الأسطوانة إذ تلامس جدران الأسطوانة وقواعد الصمامات ودليلها وحجرة الاحتراق.

وتكون قمصان الماء في المحرك حول جسم الأسطوانة ورأسها لتبريدها وعند امتلاء الممرات بالماء تكون أسطوانات المحرك محاطة بالماء، كما يحيط القميص بالجسم ومن هنا جاءت التسمية (قمصان الماء)، كما هو موضح في الشكل (5-3). وحين تمتص أجزاء المحرك حرارة الوقود المحترق تنتقل الحرارة من السطوح الداخلية لها الى السطوح الخارجية الملامسة للماء فيمتصها ثم ينقلها الى المشع ومنه الى الهواء الخارجي المحيط به (لاحظ الشكل 5-4).



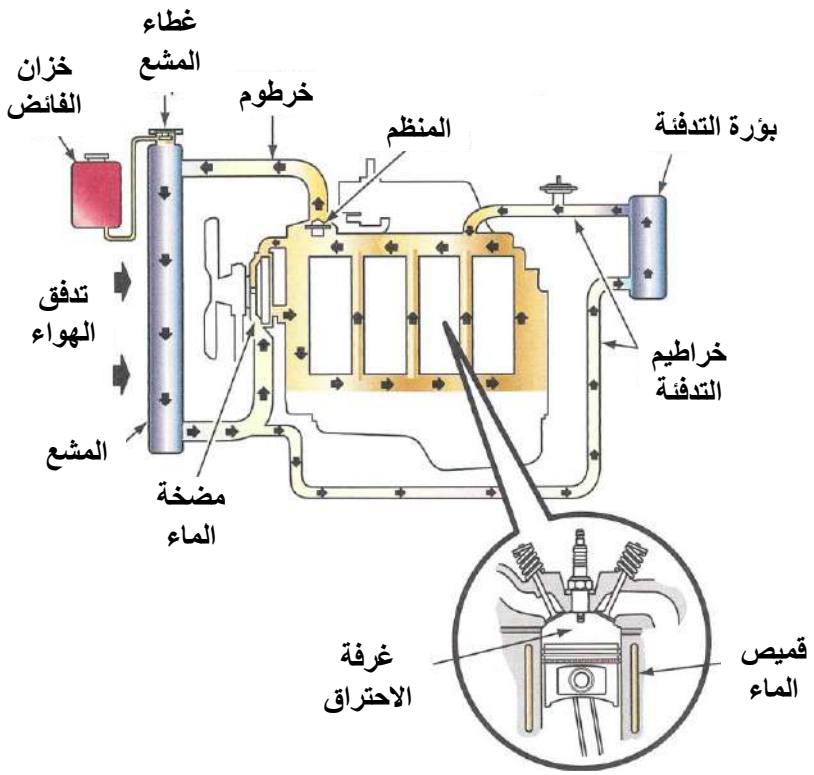
شكل (5-3) قميص التبريد



شكل (5-4) انتقال الحرارة الى سائل التبريد

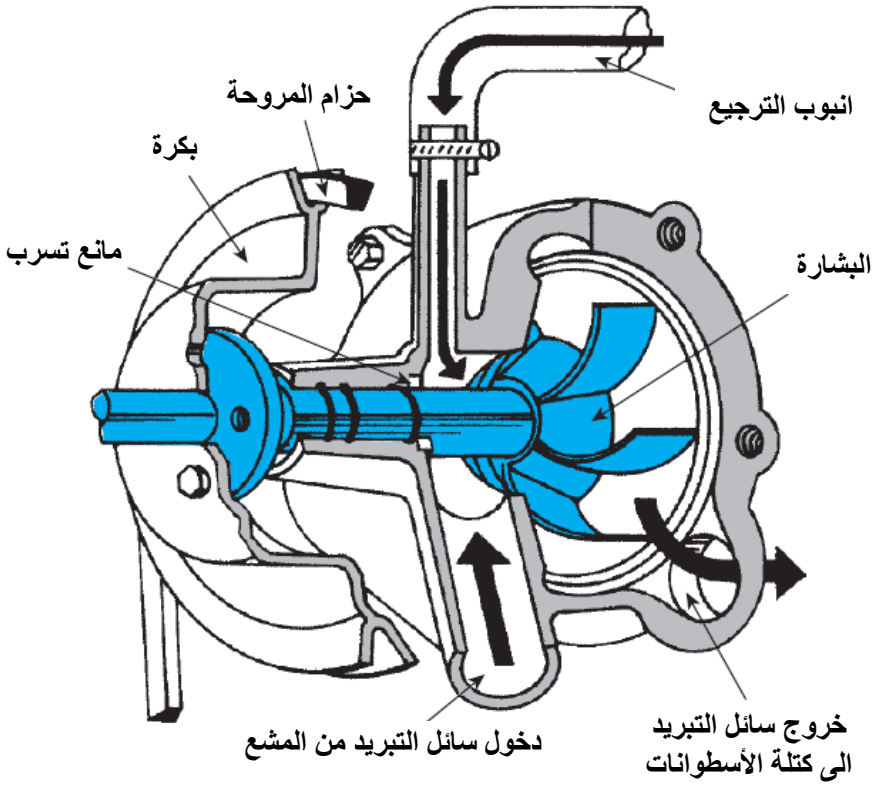
2-3-5 مضخة الماء (Water pump) :

إن الحرارة التي يمتصها الماء تكون بقدر معين وإن زادت الحرارة عن هذا القدر يأخذ الماء بالغليان إن بقي الماء ساكنا في مكانه، لذلك لا تتم عملية التبريد ولا يستفاد من الماء كعامل مبرد إلا إذا تمت عملية جريان الماء وتقليبه لذلك يجب استبدال الماء الساخن بآخر أبرد منه عندما ترتفع درجة حرارة الماء داخل المحرك ولا يتم هذا الأمر إلا بوجود مضخة تقوم بهذا العمل . والغرض من مضخات التبريد المستعملة حالياً هو ضخ الماء حول المحرك والمشع وتحوي هذه المضخات عادة عضواً مروحياً دواراً (البشارة) يعمل على دفع الماء في مجموعة التبريد. وتركب المضخة على جسم الأسطوانة فيما بين جسم الأسطوانة والمشع (لاحظ الشكل 5-5) وهي تتكون من جسم خارجي به فتحتان واحدة لدخول الماء، والثانية لخروجه، والبشارة التي هي عبارة عن قرص مسطح عليه مجموعة من الريش وهي موضحة بالشكل رقم (5-6).

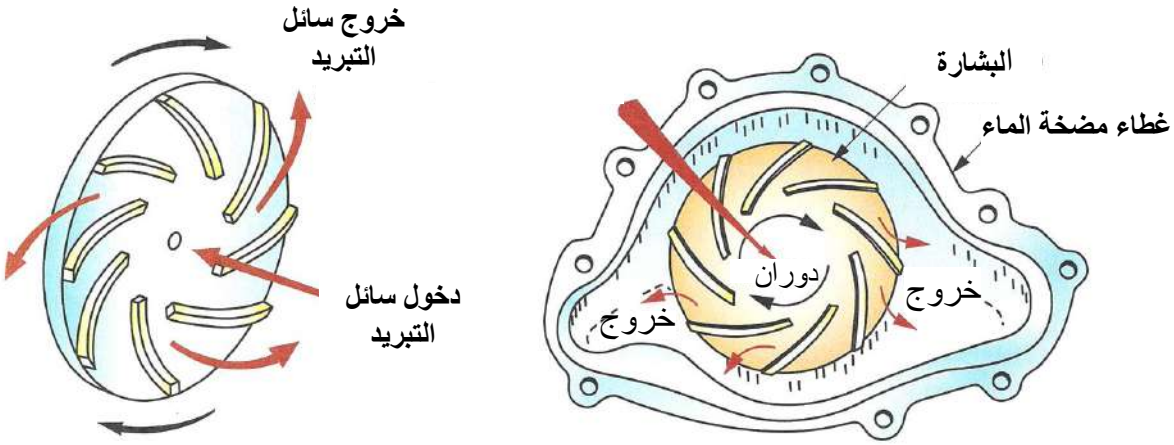


شكل (5-5) دورة تبريد المحرك

وعندما تدور البشارة فإنها تقذف الماء الموجود بين الريش بواسطة القوة الطاردة المركزية وبذلك يندفع الماء من فتحة الخروج متجهاً الى كتلة الاسطوانات (الشكل 5-7). ويرتكز العمود الدوار للمضخة على محمل أو أكثر وتستمد المضخة حركتها من سير يلف حول بكرة مركبة في مقدمة عمود المرفق.



شكل (5-6) مضخة الماء



شكل رقم (5-7) مبدأ عمل البشارة

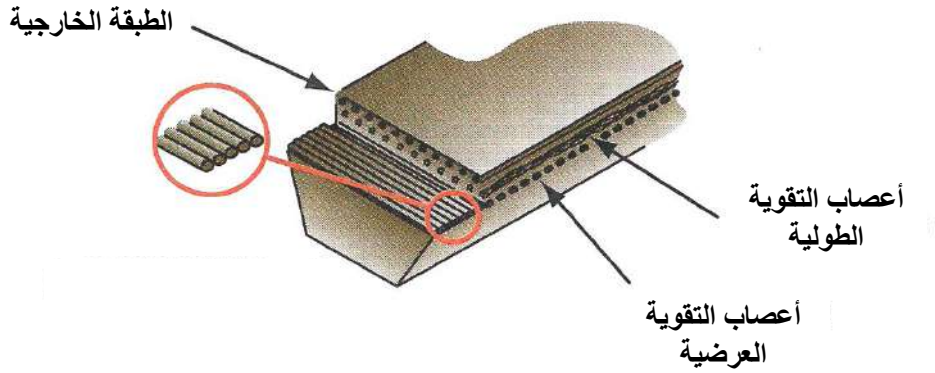
5-3-3 مروحة المحرك (Fan):

تقوم مروحة التبريد بسحب الهواء وتوزيعه خلال قلب المشع والمحرك للتخلص من الحرارة، وهي تدار بواسطة حزام المروحة او بواسطة محرك كهربائي. تعمل المروحة على زيادة حجم الهواء المنساب إلى المشع وخصوصاً عندما تكون السيارة متوقفة.

1-3-3-5 المروحة المدارة بواسطة المحرك :

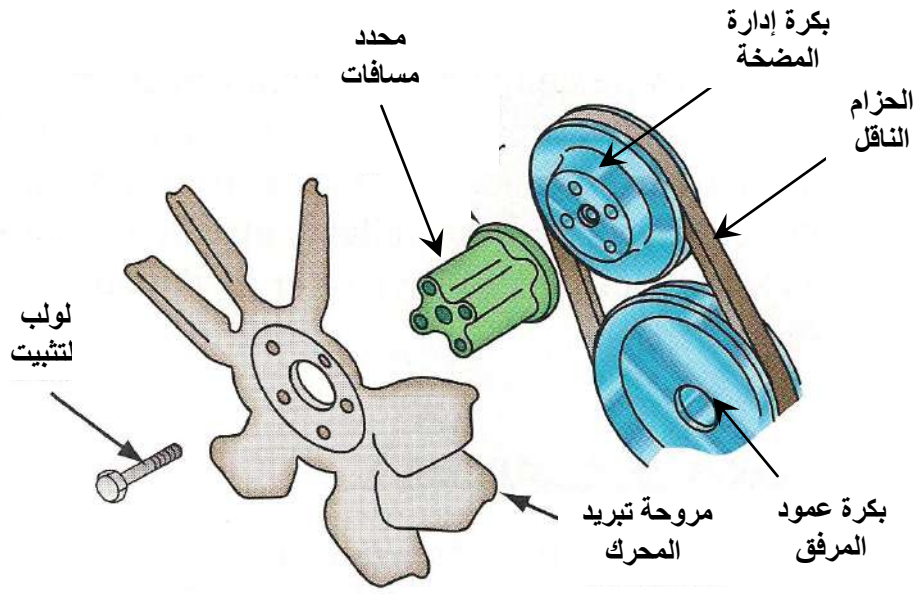
تدار مروحة المحرك من الحزام الناقل الذي ينقل الحركة الى المضخة وتركب المروحة في العادة على امتداد عمود دوران مضخة الماء والغرض من المروحة هو إيجاد تيار هوائي شديد ليمر خلال المشع. ويركب في العادة غلاف موجه حول المروحة لزيادة جودتها وللتأكد من مرور الهواء المندفع بواسطة المروحة خلال الراديتر (لاحظ الشكل 5-8) وأكثر الاحزمة الناقلة المستعملة في إدارة المروحة تكون على شكل حرف (V)(لاحظ الشكل 5-9) ويعمل الاحتكاك بين جانبي الحزام وجانبي المجاري الموجودة في البكرة على نقل القوة من بكرة الى أخرى.

شكل (5-8) موجه هواء المروحة



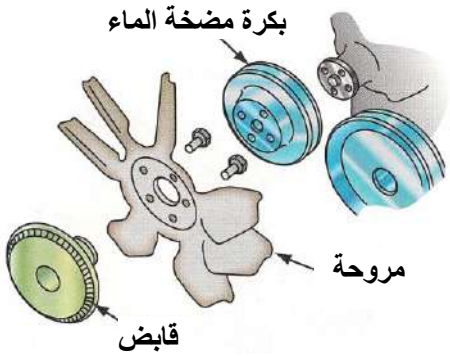
شكل (5-9) الحزام الناقل حرف (V)

وباستعمال سير على شكل (V) تصبح مساحة التلامس كبيرة وبذلك تكون القوة المنقولة كبيرة. ويعمل السير على شكل (V) كخابور في مجاري البكرة فلا يحدث اي انزلاق والشكل (5-10) يوضح ذلك.

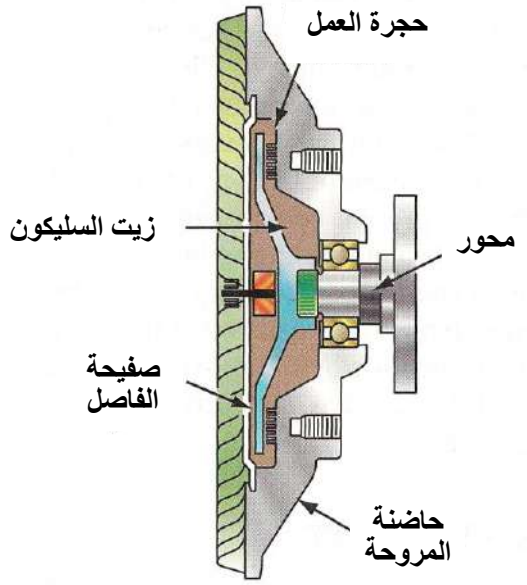


شكل (5-10) مروحة المضخة

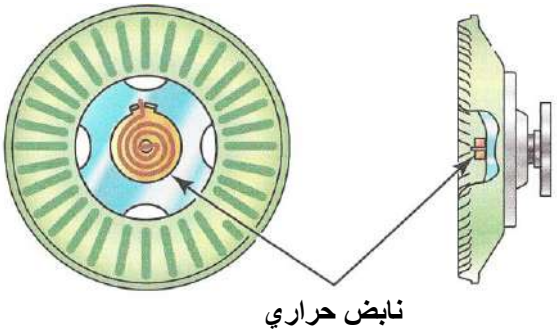
تحتوي بعض أنواع مراوح التبريد على قابض مصمم بحيث ينزلق عند السرعات العالية (لاحظ شكل 5-11)، وفائدته لتقليل الضوضاء وتقليل الحمل على المحرك وهو على نوعين، الأول عبارة عن قابض هيدروليكي يحتوي على سائل عبارة عن زيت السليكون. فعند زيادة درجة حرارة المحرك فان الزيت سوف يتمدد ويضغط على صفيحة القابض فيتم توصيل المروحة بقاعدة مضخة الماء وتدور المروحة بنفس سرعة المضخة وعند انخفاض درجة حرارة المحرك فان الزيت سوف يتقلص وتنفصل صفيحة القابض عن المضخة وسوف تدور المروحة بالسرعة العادية، وكما موضح بالشكل (5-12). أما الثاني فيستعمل قابض حراري مصنوع من معدن مزدوج للتحكم في عمل المروحة، شكل (5-13). يتحكم النابض في سريان الزيت بقابض المروحة، فعند البرودة يتسبب النابض في انزلاق القابض فلا تدور المروحة مما يؤدي الى تسارع عملية بدأ إدارة المحرك، وبعد الوصول إلى حرارة التشغيل يعشق النابض فتقوم المروحة بأداء عملها.



شكل (5-11) يستعمل القابض لتقليل الضوضاء وتقليل الحمل على المحرك



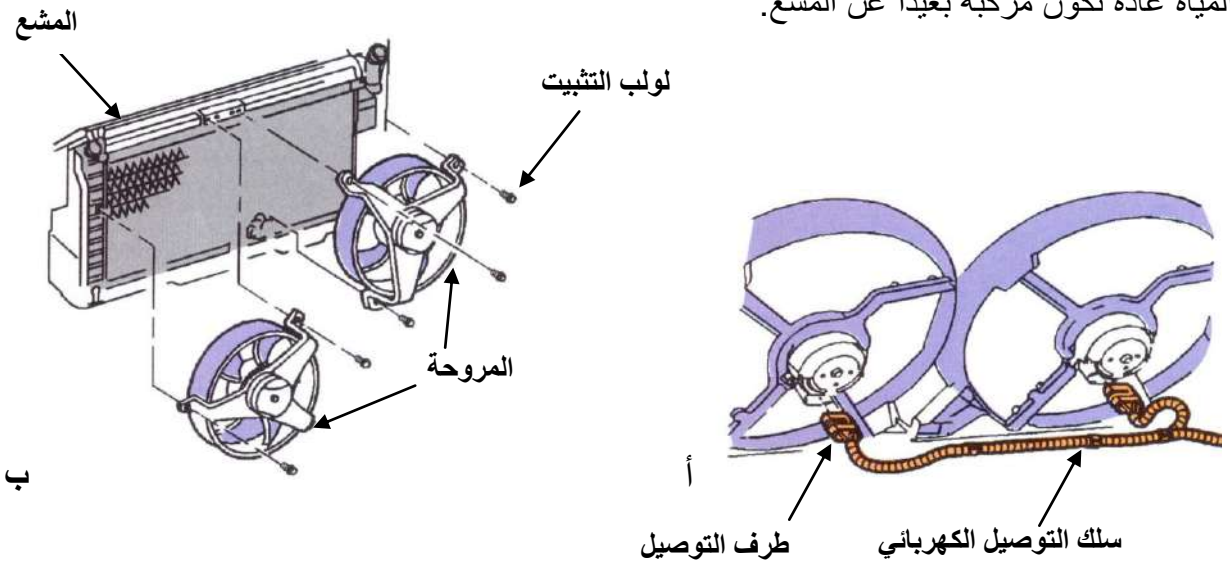
شكل (5-12) قابض المروحة الهيدروليكي



شكل (5-13) قابض المروحة الحراري

5-3-3-2 المروحة المدارة بواسطة محرك كهربائي:

تستعمل المروحة المداراة بواسطة محرك كهربائي مفتاحاً حرارياً كهربائياً للتحكم في عمل المروحة، شكل (5-14)، وتستمد الطاقة اللازمة من البطارية أو المولد. وتتطلب السيارات ذات الدفع الأمامي، التي يكون المحرك بها مركباً بالعرض مروحة تدار بالكهرباء. ومضخة المياه عادة تكون مركبة بعيداً عن المشع.

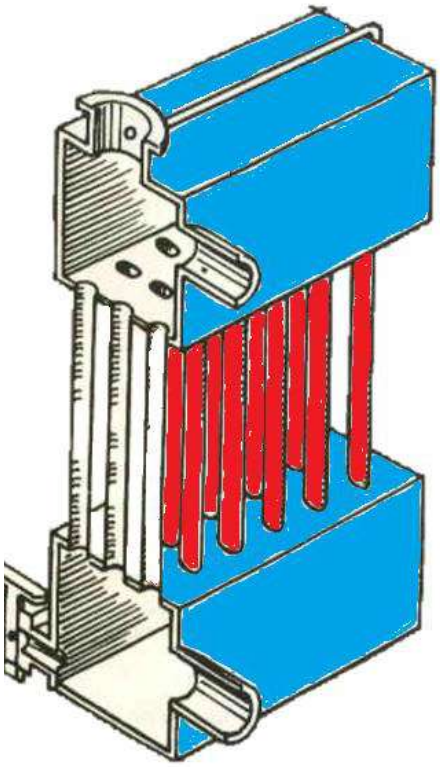


شكل (5-14) مروحة مدارة بواسطة محرك كهربائي

4-3-5 المشـع (Radiator):

يكـون المـاء الـذي يتـرك المحـرك حـاراً،إذ تصـل درجـة حرارتـه (93) درجـة مئويـة فـاذا ضـخ فـوراً الـى المحـرك وهـو بهـذه الحالـة فانـه سـيغلي ويصـبح عـديم الجـدوى كعامـل مبـرد لـذلك يجـب تبريـده قبـل اسـتعماله مـرة اخـرى. وتـتم عمليـة التبريـد هـذه بعـد خـروج المـاء مـن المحـرك ووصوله الى المشع.

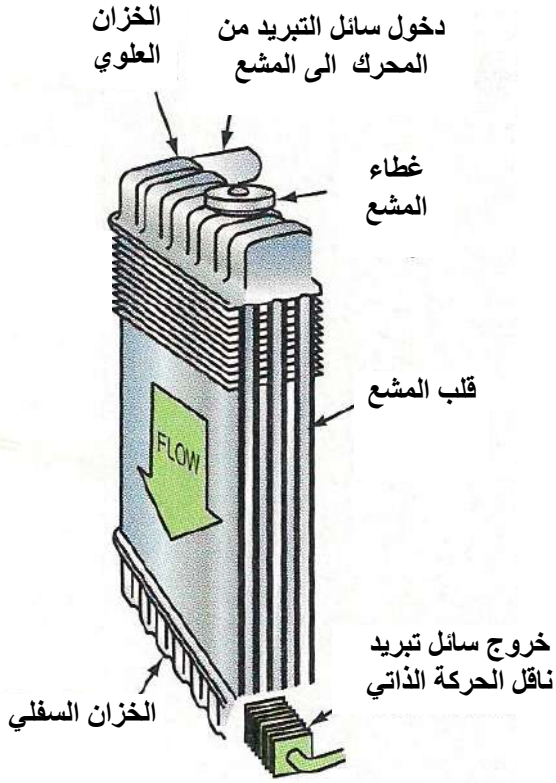
والمشـع جهـاز يحتـوي علـى كميـة كبيـرة مـن المـاء تنتقـل حرارتـه عبـر سـطح المشـع المعـدني الى الهواء الخارجي المحيط به، والشكل (5-15) يوضح منظرمقطعي عام للمشع.



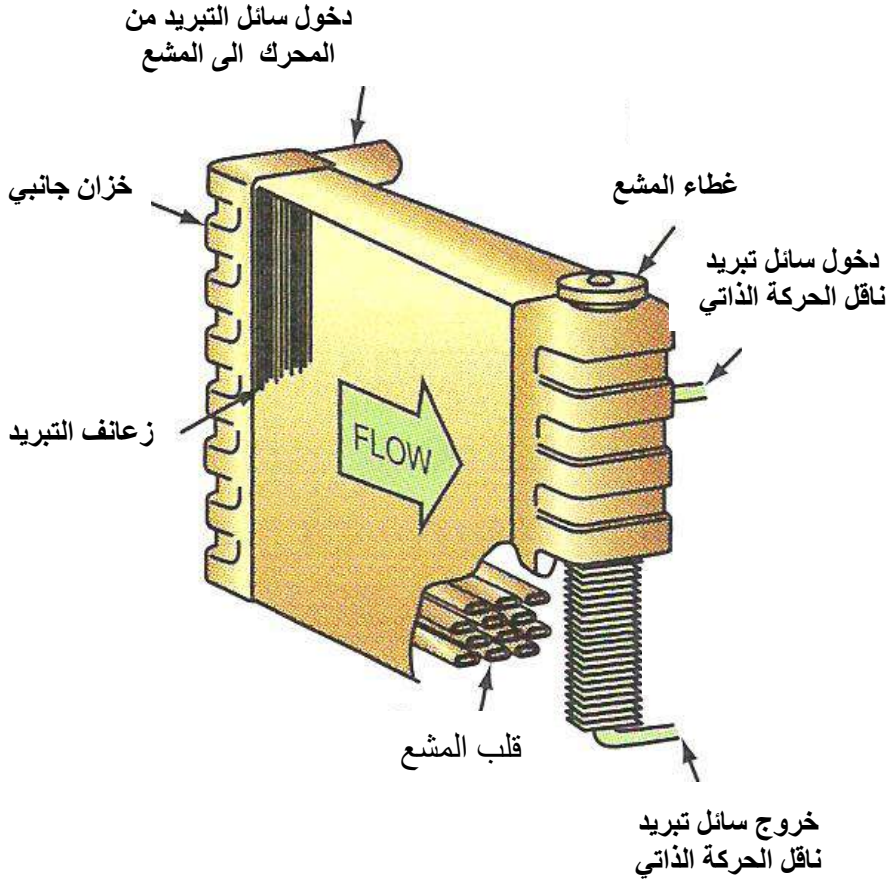
شكل (5-15) منظر مقطعي للمشع

يوجـد نوعـان مـن المشـع المسـتعمل مـع محركـات السـيارات، المشـع ذو السـريان العمـودي أو الرأسي، شـكل (5-16) والمشـع ذو السريان العرضـي أو الأفقـي، شـكل (5-17).

فـي السـريان العمـودي ينسـاب السـائل مـن الأعلـى إلـى الأسـفل، أمـا فـي السـريان الأفقـي، فينسـاب السـائل مـن أحـد جـانبي المشـع إلـى الجانـب الآخـر عرضـياً. يوجـد المشـع ذو السـريان العمـودي فـي السـيارات القديمـة، والمشـع الافقـي أكثـر اسـتعمالاً فـي السـيارات الحديثـة نظـراً لانخفـاض مقدمـة تلك السيارات.



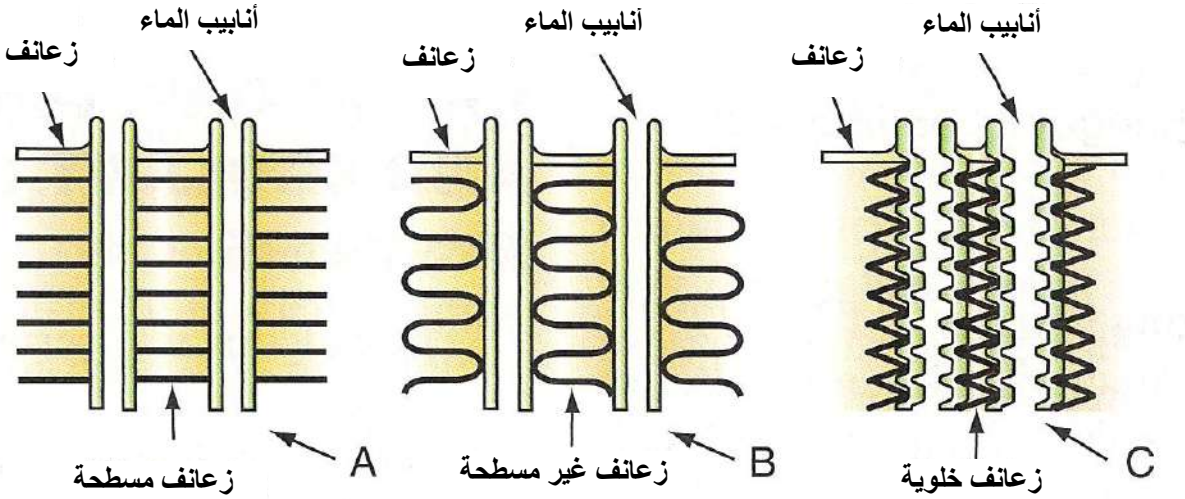
شكل (5-16) المشع ذو السريان العمودي



شكل (5-17) المشع ذو السريان الأفقي

وتتلخص طريقة عمل المشع بالسماح للهواء الخارجي بتبريد السائل الخارج من المحرك، بواسطة سريان سائل التبريد داخل الانابيب. مع سريان السائل خلال الأنابيب واندفاع الهواء حولها، يتم أنتقال الحرارة من السائل الساخن الى الهواء. هذه العملية تسمى بالمبادلة الحرارية، وفي هذه الحالة يحدث تبادل للحرارة من السائل (سائل التبريد) إلى الهواء. شكل (18-5) يبين مقطعاً داخلياً لثلاثة أنواع شائعة للمشع.

وللخزان العلوي في المشع غطاء يمكن فكه لتعبئة المشع بالماء او لإضافة كمية من الماء تعوض ما يفقد بالتبخر أو التسرب. وحجم المشع والحرارة الناتجة من المحرك وكمية الماء الموجود في نظام التبريد جميعها عوامل تتحكم في درجة حرارة المحرك.



شكل (18-5) الانواع الثلاثة الشائعة لقلب المشع

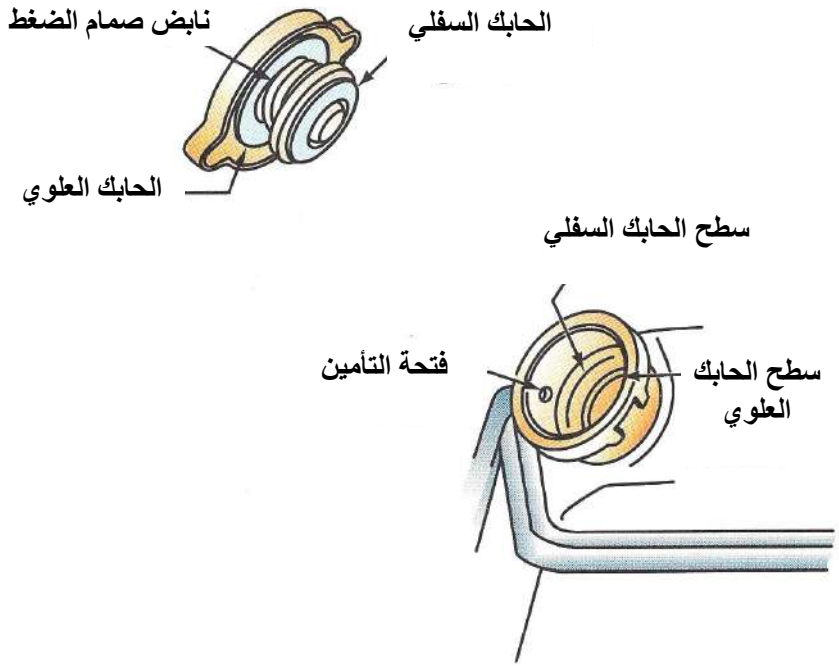
5-3-5 غطاء المشع (Radiator cap):

كانت السيارات في السابق تحوي أنبوب تنفيس يتصل بعنق المشع في نقطة قريبة من غطائه وظيفته ان يسمح للماء والبخار المتمدد بالهروب خارج المشع فعندما تصل درجة حرارة المحرك الى (100) درجة مئوية يغلي الماء ويسري ما يفيض منه مع البخار خلال أنبوب التنفيس الى الخارج وحيث أن هذا يسبب نقصاً في كمية الماء المستعملة في نظام التبريد لذلك نستعمل للمشع في كثير من السيارات الحديثة غطاء الضغط من أجل تحسين الجودة ومنع التبخير. إن وجود غطاء الضغط على المشع يعمل على زيادة ضغط الهواء داخل مجموعة التبريد . وعلى ذلك يمكن للماء ان يدور في المجموعة عند درجات أعلى بدون غليان فيدخل الماء في المشع عند درجة حرارة عالية ويكون الفرق بين درجة حرارة الهواء

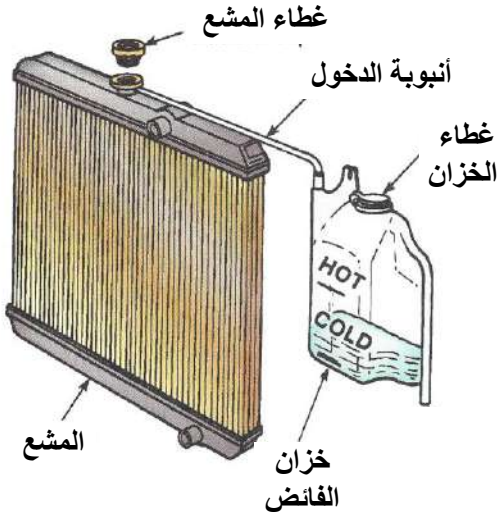
والمـاء كبيـراً وبـذلك تنتقـل الحـرارة مـن المـاء الـى الهـواء بطريقـة أسـرع فتتحسـن جـودة التبريـد. وكلمـا زاد الضـغط ارتفعـت درجـة غليـان المـاء وقـل تبخـره وبـنفس النسـبة وعلـى سـبيل المثـال تـزداد درجـة حـرارة غليـان المـاء بمقـدار(1.5) درجـة مئويـة لكـل زيـادة فـي الضـغط مقـدارها (6.9) كيلـو باسـكال وضـغط غطـاء المشـع يتـراوح بـين (83) الـى (110) كيلوباسـكال (الكيلـو باسـكال وحـدة لقيـاس الضـغط فـي النظـام المتـري) وهـذا يـؤدي إلـى زيـادة نقطـة الغليـان الـى مـا بـين (121) إلـى (127) درجـة مئويـة . ويعمـل غطـاء الضـغط علـى منـع فقـدان المـاء عنـدما يحـدث تغييـر مفـاجيء فـي سـرعة السـيارة ويركـب غطـاء الضـغط فـوق أنبوبـة التعبئـة فـي أعلـى المشـع ويكون محكماً حول حوافه والشكل (5-19) يوضح ذلك.

إذا زادت حـرارة المحـرك وزاد الضـغط عـن ضـغط غطـاء المشـع، فـأن صـمام ضـغط الغطـاء سـوف يفـتح ويقـوم الضـغط الزائـد بـدفع السـائل للخـارج الـى خـزان الفـائض عبـر أنبوبـة الفـائض. وهذا يمنع تاثير الضغط العالي من إحداث تلف بالمشع والخراطيم.

يفـتح صـمام التهويـة بغطـاء المشـع للسـماح بالسـريان العكسـي للسـائل مـن الخـزان إلـى المشـع عنـدما تـنخفض درجـة حـرارة سـائل التبريـد بعـد إطفـاء المحـرك، وصـمام التهويـة هـو صـمام صـغير مركب عند المركز بالنهاية السفلى للغطاء، انظر الشكل (5-20).



شكل (5-19) أجزاء غطاء المشع

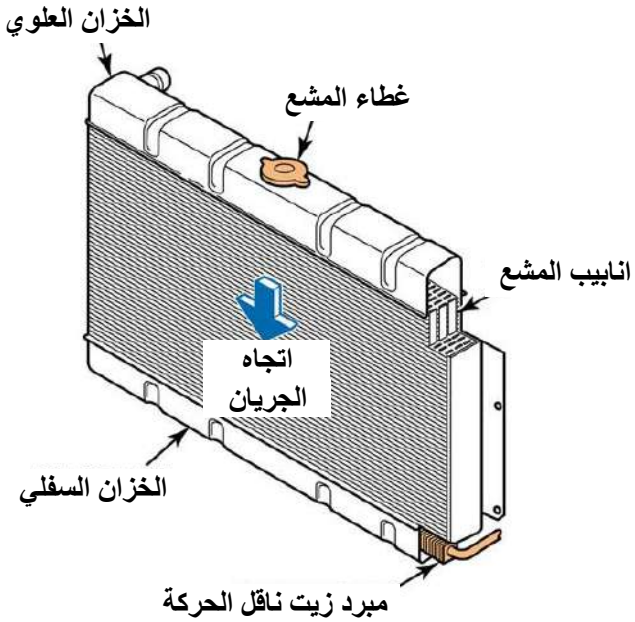


شكل (5-20) عمل غطاء المشع

6-3-5 مبرد زيت ناقل الحركة الذاتي (Transmission Oil Cooler)

يستعمل مبرد زيت ناقل الحركة الذاتي في السيارات التي تستعمل ناقل حركة ذاتي ويركب داخل خزان الخروج بالمشع حيث يتم تبريد الزيت بواسطة تمريره من ناقل الحركة الى المبرد حيث تجري عملية التبادل الحراري بين الزيت وسائل التبريد، ثم يعود بعد ذلك الى ناقل الحركة.

يركب المبرد داخل الخزان السفلي في المشع ذي الجريان العمودي (الشكل 5-21) ، وفي الخزان الجانبي في المشع ذي الجريان الافقي.



شكل (5-21) موضع مبرد زيت ناقل الحركة الذاتي

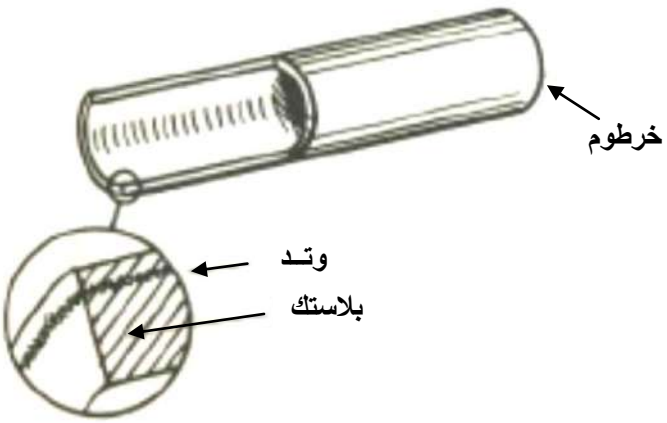
7-3-5 الخـــراطيـــم (Hoses):

يـتم إتصـــال المشـع بكـل مـن المحـرك ومضـخة المـاء بواسـطة خـراطيم مطاطيـة، كمـا هـو موضـح فـي الشـكل (5-22) وتوجـد هـذه الخـراطيم بأقطـار مختلفـة وتختلـف مـن نـوع إلـى آخـر حسب نوع المحركات والخراطيم المستعملة حالياً ثلاثة أنواع هي :

شكل (5-22) خرطوم سائل التبريد

1-7-3-5 الخراطيم العامة (Common type hose):

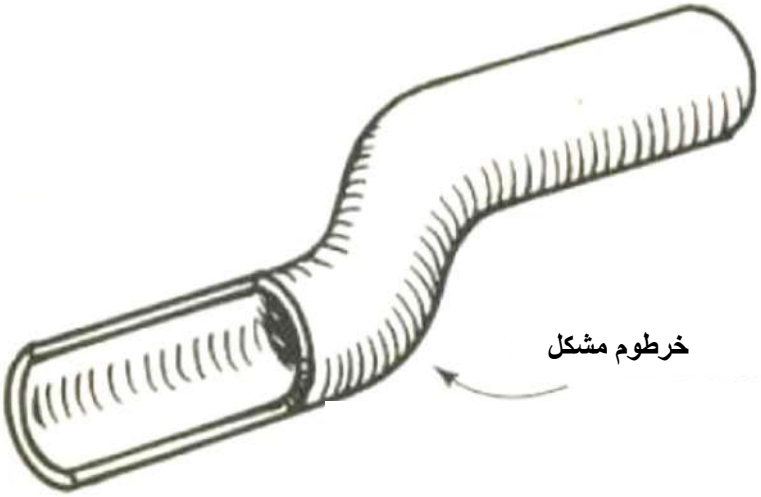
وهـي مسـتقيمة الشـكل تصـنع مـن المطـاط وتحـوي طبقـة أو طبقتـين مـن النسـيج لتقويتهـا ولا يتحمل هذا النوع الانحناء كثيراً دون أن يتقلص والشكل(5-23) يبين هذا النوع.



شكل (5-23) الخرطوم العام

2-7-3-5 الخراطيم المشكلة (Molded or shaped type Hose):

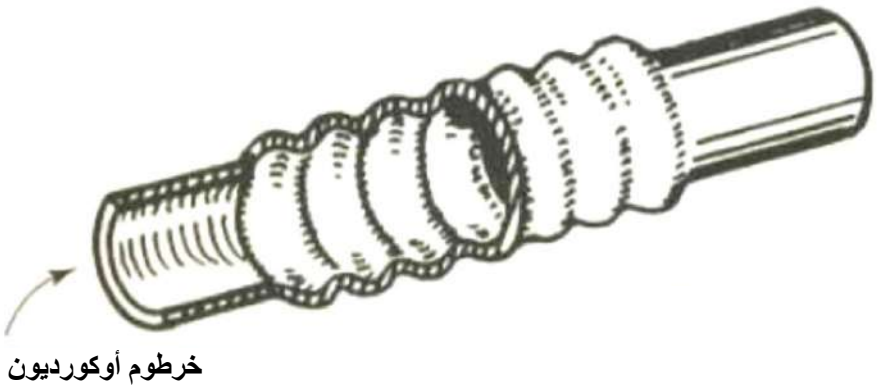
وهي تشبه الخراطيم السابقة في كيفية الصنع إلا أن جميع الانحناءات فيها تأخذ شكلها النهائي عند صناعتها وصبها في قوالب التشكيل، ولذلك لا يتعرض هذا النوع من الخراطيم لعوامل التقلص والشكل (5-24) يبين ذلك.



شكل (5-24) الخرطوم المشكل

3-7-3-5 خراطيم نوع الأوكورديون (Accordion type Hose):

يتحمل هذا النوع جميع الانحناءات الشديدة دون أن يتاثر، كما أنه يخفف من حدة الاهتزازات فيما بين المحرك والمشع والشكل (5-25) يبن ذلك.

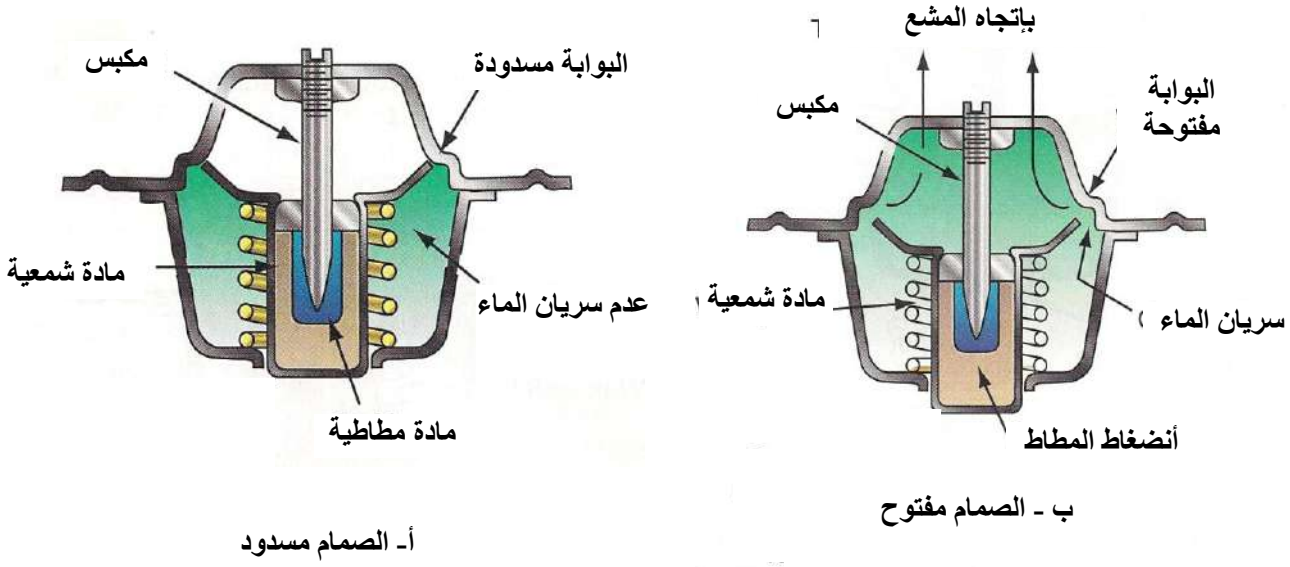


شكل (5-25) خرطوم الأوكورديون

8-3-5 المنظم الحراري(الثرموستات) (Thermostat):

يوضع المنظم الحراري في مجرى الماء الموجود بين رأس الأسطوانة وأعلى المشع، والغرض منه هو إقفال ذلك المجرى عندما يكون المحرك بارداً حتى يوقف سريان الماء؛ وبذلك تصل درجة حرارة المحرك إلى الدرجة الحرارية الاعتيادية اللازمة للتشغيل.

تصمم المنظمات الحرارية بحيث تفتح عند درجة حرارة معينة، ويختلف مدى فترة الفتح حسب تصميم الصمام، ويتراوح هذا المدى بشكل عام بين (71-82) درجة مئوية، فالمنظم الحراري المكتوب عليه (71 °م) يجب أن يبدأ في الفتح في درجة حرارة قريبة من (71) درجة مئوية، وعند درجة حرارة (82) درجة مئوية يجب أن يكون مفتوحاً تماماً، وكذلك الحال إذا كان مكتوباً عليه (82°م)، فإنه يجب أن يبدأ الفتح في درجة حرارة (82) درجة مئوية وأن يكون مفتوحاً كلياً عند (93) درجة مئوية وتختار المنظمات الحرارية بحيث تناسب ظروف العمل في المحركات عندما يكون المحرك بارداً يكون الصمام مقفلاً، وتعمل مضخة الماء على دفع الماء خلال جسم الأسطوانة ورأسها. شكل (5-26) يبين طريقة عمل منظم الحرارة عند الفتح والغلق. توضع مادة شمعية في مركز الثرموستات محتواة بإحكام داخل كوب من النحاس عالي التوصيل للحرارة. المادة الشمعية، التي يطلق عليها أيضاً "المحرك الحراري"، موضوعة داخل سائل تبريد المحرك ومتصلة بصمام من خلال مكبس. ومع سخونة سائل التبريد، يتمدد الشمع ويؤثر على المكبس فيسحبه ليفتح الصمام، شكل (5-26 أ)، فيسمح بالسريان إلى المشع. عندما يبرد سائل التبريد يعيد النابض الصمام إلى الوضع الأصلي (الوضع المغلق) ولا يستطيع السائل السريان الى المشع، شكل (5-26 ب)، وبدلاً من ذلك يسري السائل من خلال المسار التحويلي (من خلال صمام أولي) إلى جسم المحرك وكتلة الاسطوانات ومجمع السحب حتى يتم تسخين المحرك.



شكل (5-26) طريقة عمل الصمام

9-3-5 المحاليل المانعة للتجمد (Ethylene Glycol Based Antifreeze):

عندما يتجمد الماء داخل المحرك تنتج قوة تمدد كافية لشرخ جسم المحرك والمشع لذلك تم أستعمال محاليل مانعة للتجمد تضاف للماء.

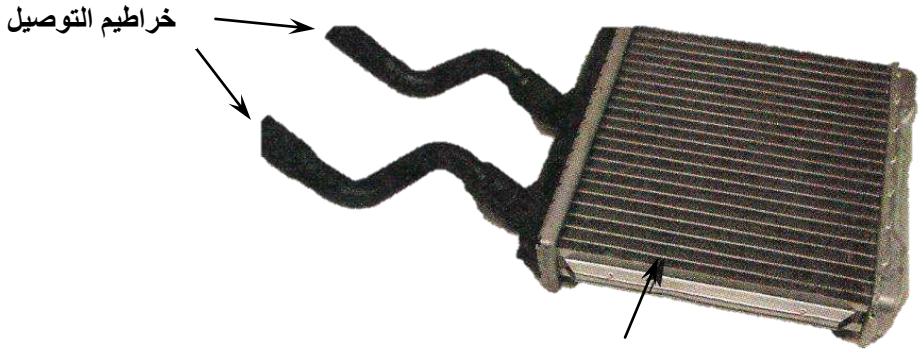
والمحلول الجيد المانع للتجمد ذو قدرة على الذوبان في الماء ويمنعه من التجمد عند أقل درجة حرارة يمكن أن يتعرض لها المحرك مع سهولة سريانه خلال مجموعة التبريد، ويجب ألاّ تسبب تلك المحاليل المانعة للتجمد أي تآكل في مجاري مجموعة التبريد أو فقدان لمفعولها في حماية الماء من التجمد بعد استعمالها لمدة كبيرة نسبيا والمحلول المانع للتجمد المستعمل بكثرة هو الكحول أو المحاليل ذات القاعدة الكحولية او مادة اثيلين جليكول. والمحاليل الكحولية تمنع التجمد لفترة قصيرة، اذ انها تتبخر عند درجات حرارة أقل من درجة غليان الماء وتتلاشى تدريجياً، لذلك يجب عند استعمال مثل هذه المواد أن تضاف كمية منها من وقت لآخر حتى يمكن الاحتفاظ بنسبة فعالة من المادة الكحولية في الماء.

أما المحلول إثيلينجليكول، شكل (5-27)، فهو من المواد الثابتة، لأنه يبقى سائلاً عند درجة غليان الماء ودرجة تجمده منخفضة، ويتم خلط المواد المانعة للتجمد بنسب مختلفة تبعاً لمقدار الانخفاض المتوقع في درجة الحرارة فكلما قلت درجة الحرارة ارتفعت النسبة المئوية للمحلول المانع للتجمد في الماء لمنع تجمده، فعلى سبيل المثال عند إضافة المحلول الى الماء بنسبة 50 % ترتفع درجة غليان الماء الى (107) درجة مئوية وتنخفض درجة تجمد الماء الى(37-) درجة مئوية .

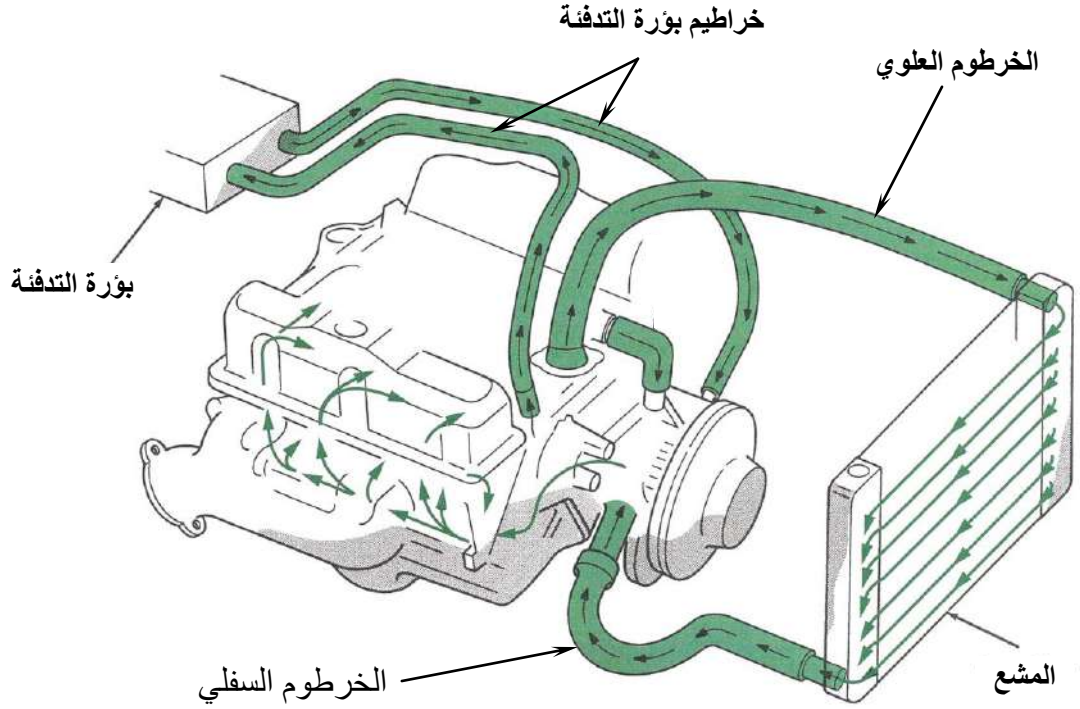
شكل (5-27) مانع التجمد

10-3-5 بؤرة التدفئة (Heater core):

تعدُّ بـؤرة التدفئـة جـزءاً مـن نظـام التبريـد بالسـيارة (لاحـظ الشـكل 5-28) وتركـب عـادة بـداخل فتحـة بـاللوح الـذي يفصـل بـين داخـل السـيارة والمحـرك. يمـر سـائل التبريـد السـاخن عـن طريـق خـراطيم وصـمام الـتحكم الـى البـؤرة وينـدفع الهـواء خلالهـا الـى داخـل السـيارة حيـث يكتسـب حـرارة تعمـل علـى تدفئـة الركـاب وكمـا موضـح بالشـكل (5-29)، وهنـاك بوابـات متحركـة يمكـن التحكم فيها لخلط هواء بارد بالهواء الساخن للتحكم في درجة الحرارة داخل السيارة.



شكل (5-28) بؤرة التدفئة



شكل (5-29) دورة التدفئة

11-3-5 مبينات درجة حرارة المحرك (Engine temperature gauge):

يوجد نوعان من المبينات الكهربائية لدرجة حرارة الماء الكهربائي، وهما:

أ- نوع ملف التوازن.

ب- نوع حراري ذو معدنين.

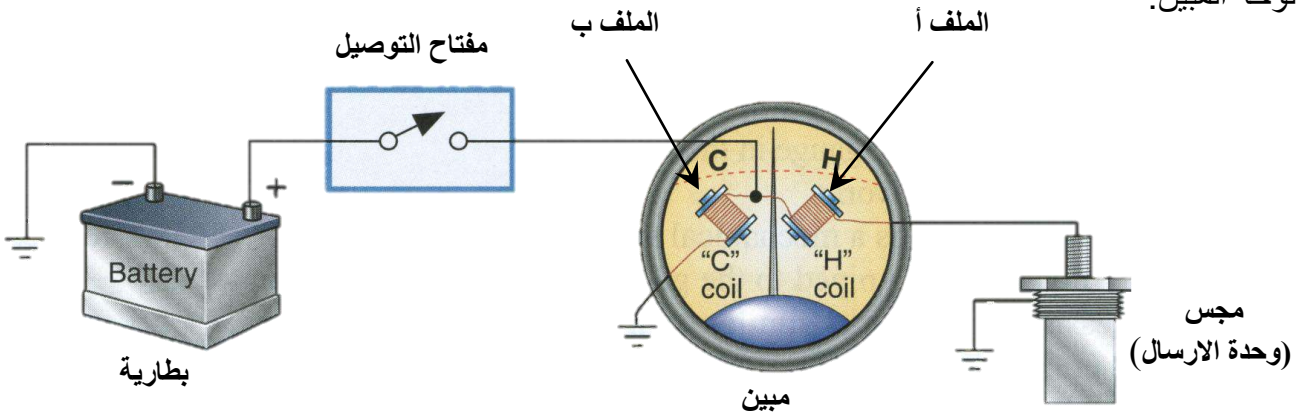
1-11-3-5 مبينات درجة حرارة المحرك (سائل التبريد) ذو ملف التوازن:

وهي تتركب كما في الشكل (5-30) من وحدتين، وحدة المبين ووحدة المجس، او المرسل وتركب بأعلى نقطة حرارية في المحرك بحيث تغمر في مياه التبريد. تستلم وحدة الارسال التيار من وحدة المبين عن طريق طرف التوصيل (لاحظ الشكل 5-31) ومن ثم خلال المقاومة المتغيرة الى جسم المحرك (الارضي).وحدة الارسال (المجس) تحتوي على مقاومة من مادة نصف موصلة ومن خصائصها أن مقاومتها للتوصيل الكهربائي تقل عند ارتفاع درجة حرارتها. فلذلك عند ارتفاع درجة حرارة المحرك فان المقاومة المتغيرة لوحدة الارسال تقل ويزداد التيار المار خلال الدائرة الكهربائية.

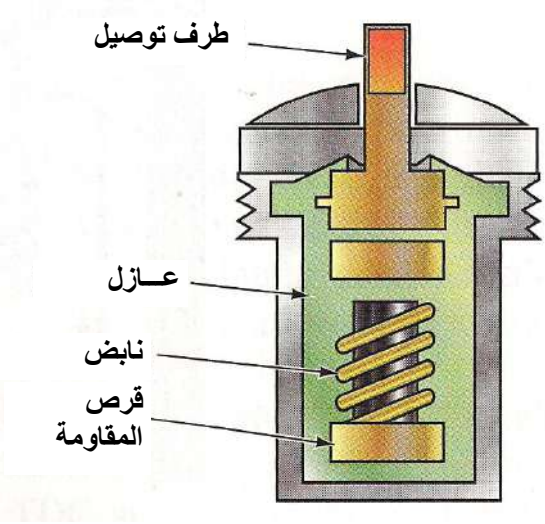
طريقة عمل المبين:

عندما تكون درجة حرارة سائل التبريد منخفضة تزداد مقاومة الملف (أ) الذي يتصل مع مجس قياس درجة حرارة المحرك بالتوالي فتقل شدة التيار به بينما تزداد شدة التيار المار في الملف (ب) الذي يتصل مع مجس قياس حرارة سائل التبريد المحرك بالتوازي، ويقوى الجذب المغناطيسي للملف (ب) على جذب المنتج والمؤشر ويتجه ناحية اليسار أي نحو الجهة الباردة (C).

وعندما يكون الماء ساخنا تقل مقاومة مجس درجة الحرارة فتزداد تبعا لذلك شدة التيار المار بالملف (أ) بينما تقل شدة التيار المار في الملف (ب) ويقوى الجذب المغناطيسي للملف (أ) على جذب المنتج والمؤشر ويتجه جهة اليمين او جهة الساخن (H) على تدريج لوحة المبين.



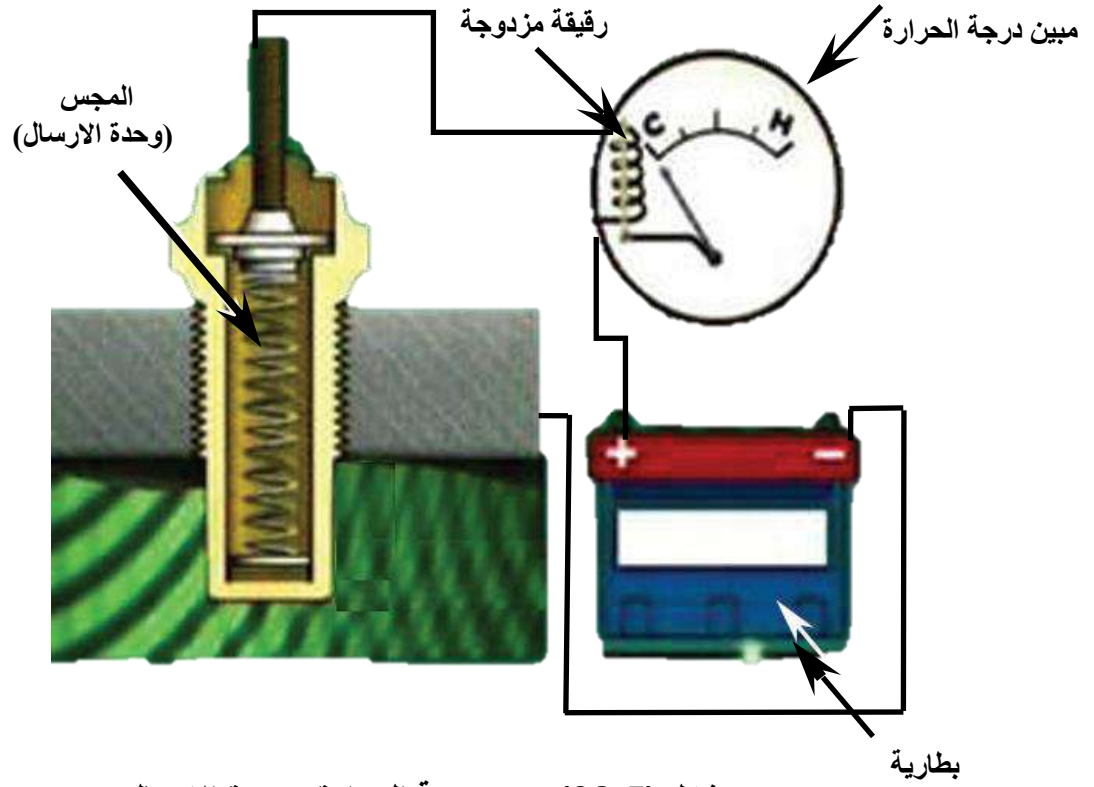
شكل (5-30) مبين درجة الحرارة ذو الملفين



شكل (5-31) وحدة الارسال

5-3-11-2 مبين درجة حرارة الماء (النوع الحراري):

وهو يتركب كما في الشكل (5-32) من وحدتين. مجس قياس درجة حرارة سائل التبريد وهي الوحدة نفسها المستعملة في المبين ذي ملف التوازن (شكل 5-31) السابق بينما تتركب وحدة المبين من رقيقة مزدوجة (ثنائي المعدن) من معدنين مختلفين توضع داخل ملف حراري، وتؤثر نهاية الشريحة المزدوجة على ذراع التوصيل الذي يحرك المؤشر على تدريج يبين مقدار درجة حرارة سائل التبريد، ويتصل بجهاز منظم لتنظيم شدة التيار في الدائرة وحماية أجزائها من التلف.



شكل (5-32) مبين درجة الحرارة ووحدة الارسال

4-5 ارتفاع درجة حرارة المحرك بسبب اختلال نظام التبريد:

يسخن المحرك للأسباب الآتية:

1- نقص كمية الماء في المشع.

2- انسداد مجاري الماء وتشمل القمصان المائية في الأسطوانات ورأس المحرك وزعانف المشع.

3- انسداد زعانف المشع بالمواد الغريبة.

4- قطع او ارتخاء سير المروحة.

5- عدم إشتغال المنظم الحراري.

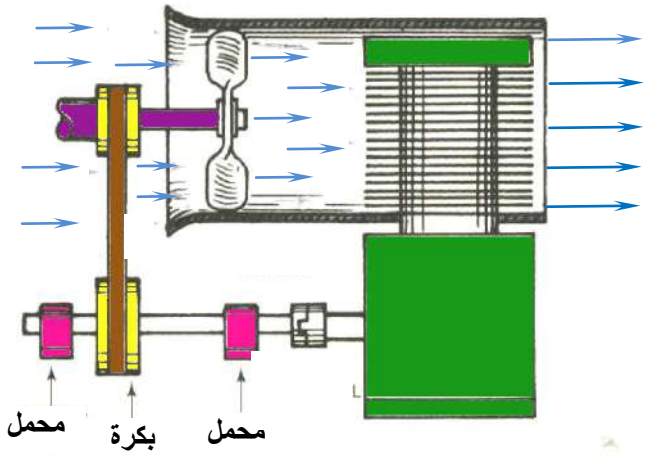
6- عطل في مضخة الماء.

7- توسيع في خراطيم الماء في الداخل نتيجة الحرارة الزائدة.

8- استعمال غطاء مشع ذي نابض أقوى من المقرر.

5-5 مجموعة التبريد الهوائي للمركبات (Air cooled engine):

لقد ازداد استعمال أسلوب التبريد في الهواء خاصة في مجال المحركات الصغيرة كما شاع استعمالها في بعض المحركات الكبيرة. إن المحركات المبردة بالهواء هي محركات ذات فعالية جيدة ويمكن الاعتماد عليها وبوجه عام فإن هذا النوع من المحركات يسخن بسرعة ويعمل بدرجات حرارة أعلى نسبياً من محركات التبريد . والشكل (5-33) يبين مجموعة التبريد بالهواء.



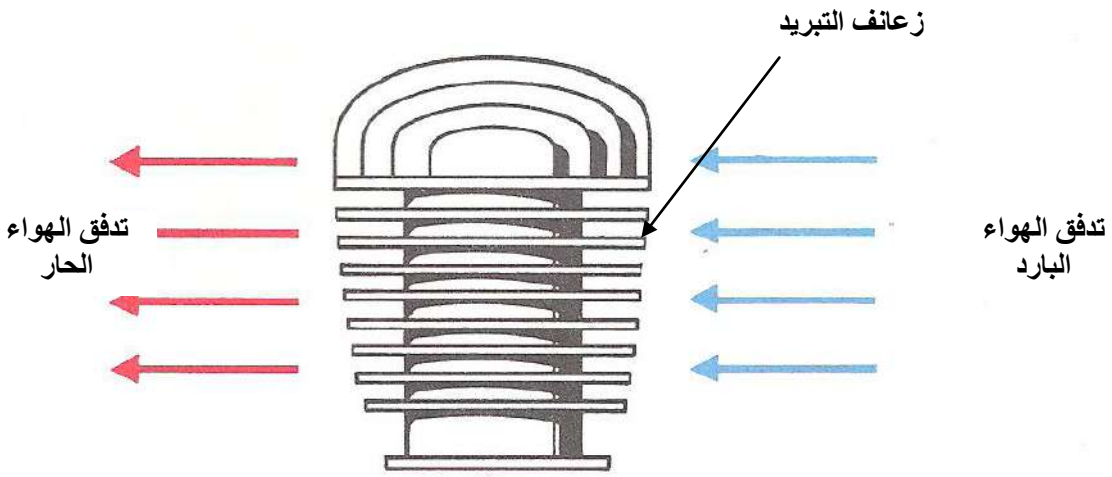
شكل (5-33) مجموعة التبريد بالهواء

تحوي المحركات المبردة بالهواء زعانف على رأس المحرك وجسمه ويوجد بها مروحة لدفع هواء التبريد، ولها موجه يعمل على توجيه الهواء نحو الزعانف . وتحوي هذه

المحركات في بعض الأحيان منظماً لكمية الهواء . وفيما يأتي أهم اجزاء مجموعة التبريد الهوائي للمحركات:

1-5-5 الزعانف (Fins):

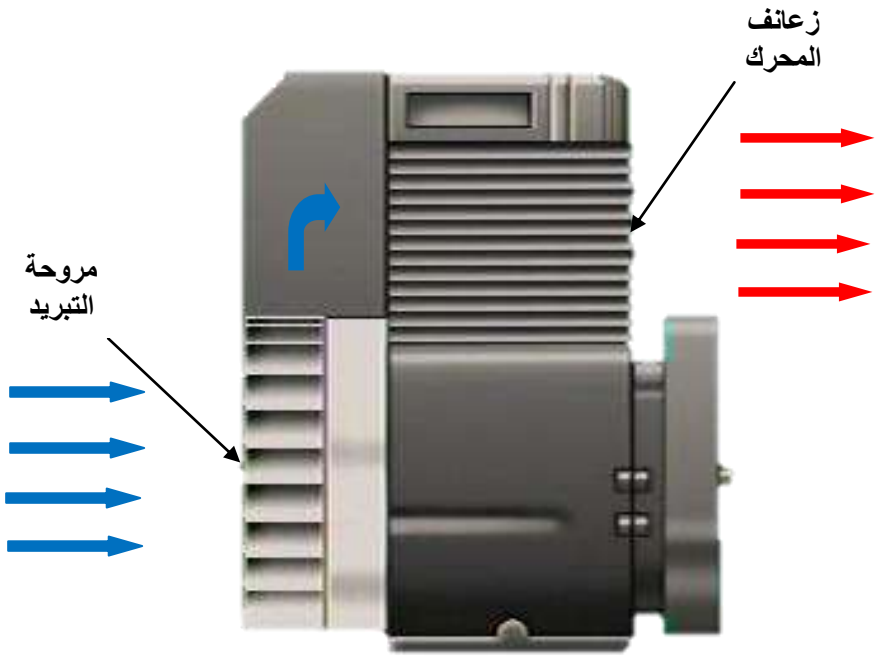
تسبك الزعانف هذه مع المحرك عند صناعته، ومن الضروري أن يحوي جسم المحرك ورأسه عدداً من زعانف التبريد العميقة. الشكل(5-34) يبين ذلك والقصد من استعمالها زيادة الأسطح المعرضة للهواء لزيادة سرعة التبريد. يتم ذلك بإنتقال الحرارة المتولدة في حجرة الاحتراق إلى جسم المحرك ثم بعيداً عنه بواسطة الهواء فإذا لم يتم التخلص من هذه الحرارة بسرعة فإنه لن يمضي وقت طويل حتى ينصهر المعدن. وعليه فإن السرعة التي يبرد بها جسم المحرك تعتمد بدرجة كبيرةعلى المساحة السطحية المعرضة للهواء من ذلك المحرك. ولهذا فان زيادة عدد الزعانف المستعملة فيه تزيدمن ملامسة سطحه للهواء. أي ان مساحة أسطح التبريد تزداد وتتحسن جودة التبريد والشكل (5-34) يوضح ذلك.



شكل (5-34) أسطوانة محرك مبرد بالهواء تقع الزعانف في اتجاه تدفق الهواء

2-5-5 المروحة (Fan):

مع استعمال الزعانف في التبريد وجد أنه من الضروري إضافة مروحة او نافخ لإنتاج تيار هواء متحرك، لأن الهواء المحيط بالمحرك يسخن بسرعة إن لم يتحرك ويصبح غير صالح لتبريد السطوح المزعنفة. وتستعمل طرق عدة لتحريك الهواء وتوجيهه. منها إضافة المروحة أو النافخ أو سبك مروحة مزعنفة مع الحذافة، لاحظ الشكل (5-35).



شكل (5-35) المروحة المستخدمة في محركات التبريد بالهواء

6-5 مقارنة بين انظمة التبريد بالهواء والتبريد بالماء

نظام التبريد بالهواء	
الميزات	**العيوب**
1. البساطة وخفة الوزن.	1. اكثر ضوضاء.
2. لا يحتاج صيانه بكثرة.	2. اسطوانات اكبر نتيجة تركيب زعانف التبريد.
3. يسخن بسرعة عند بدأ الادارة في البرودة.	3. صعوبة الحفاظ على درجات حرارة متساوية للاسطوانات.
4. لا يحتاج مانع التجمد.	4. معرض للزيادة الكبيرة في الحرارة عند الاحمال العالية والخدمة الشاقة.
5. على الاغلب يستعمل في محركات الدورة الثنائية.	

نظام التبريد بالماء	
الميزات	**العيوب**
1. توزيع الحرارة على الاسطوانات بالتساوي.	1. المحرك اثقل في الوزن.
2. مروحة التبريد اقل ضوضاء وتستهلك قدرة اقل.	2. المحرك ياخذ وقتا اطول للوصول الى حرارة التشغيل عند بدأ الادارة.
3. كتلة اسطوانات المحرك اقل في الحجم.	3. احتياج اكثر للصيانة لانه معرض اكثر لتسريب الماء.
4. نظام التبريد يسمح بمرونة اكثر في التصميم.	4. يمكن ان يتلف المحرك اذا تجمد سائل التبريد.
5. اسهل في الوصول للاجزاء لعمل الصيانة.	
6. تخميد الضوضاء نتيجة لوجود المياه في القميص المائي.	
7. تبريد افضل عند الاحمال الزائدة والخدمة الشاقة.	
8. على الاغلب يستعمل في محركات الدورة الرباعية.	

مصطلحات فنيـــة

انكليزي	عربي
Accordion type Hose	خرطوم الاوكورديون
Air cooled	تبريد هواء
Belts	احزمة
Cellular core fins	زعانف خلوية
Common type hose	الخرطوم العام
Coolant	سائل التبريد
Cooling fan	مروحة التبريد
Cooling system	نظام التبريد
Ethylene glycol based antifreeze	المحاليل المانعة للتجمد
Fins	الزعانف
Flat plate core fins	زعانف مسطحة
Hoses	الخراطيم
Molded or shaped type Hose	الخرطوم المشكل
Radiator	المشع
Radiator cap	غطاء المشع
Recovery tank	خزان الفائض
Serpentine core fins	زعانف غير مشكلة
Thermostat	المنظم الحراري
Water jackets	قميص التبريد
Water pump	مضخة الماء

أسئلـــة الفصل الخامس

س1:ما الغرض من وجود مجموعة التبريد في المحرك.

س2:عدد انوع مجموعات التبريد.

س3:ما هو قميص الماء اشرحه مع الرسم.

س4:ما وظيفة مضخة الماء وما هي اجزائها.

س5:أين تركب مضخات الماء في المحركات وكيف تدار.

س6:ما اهمية مروحة المحرك وفي اي وقت تعمل.

س7:ما وظيفة المنظم الحراري اشرحه مع الرسم.

س8:لماذا تستعمل السوائل المانعة للتجميد.

س9:ما هي انوع الخرطيم المستخدمة في منظومة التبريد اشرحها مع الرسم.

س10:ما وظيفة الزعانف وفي اي نوع من المحركات تستعمل .

س11:اشرح مع الرسم الية عمل مجس الحرارة في منظومة التبريد.

س12: اذكر مع الرسم طريقة عمل مبين درجة حرارة الماء الحراري.

س13:اذكر اسباب ارتفاع درجة حرارة المحرك.

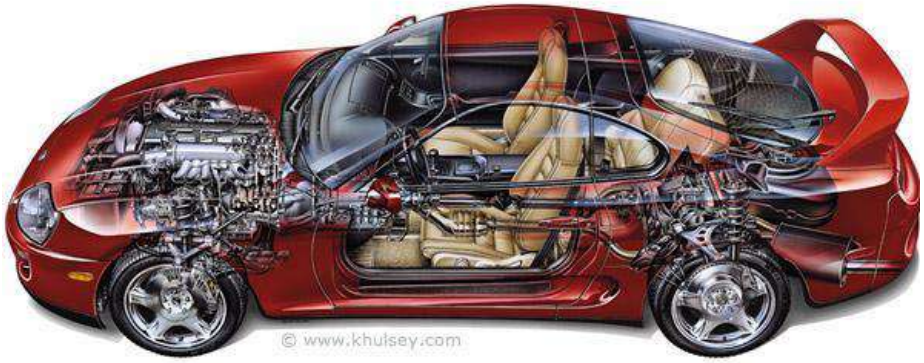
س14:اذكر ميزات التبريد بالماء والتبريد بالهواء.

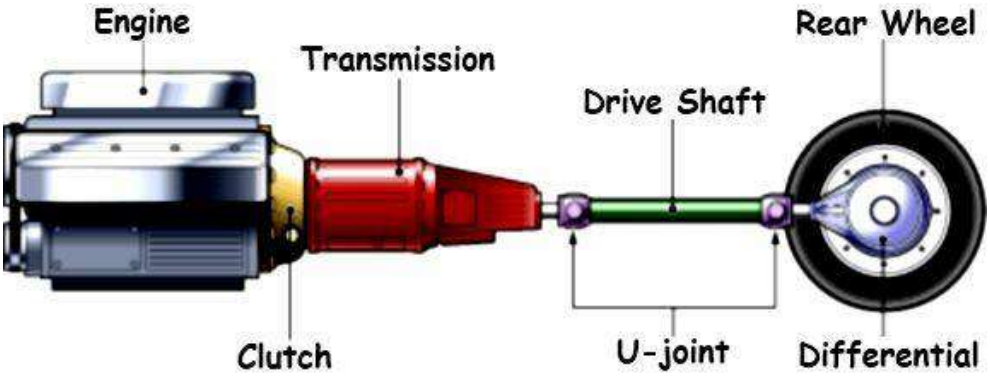
س15:اذكر عيوب التبريد بالماء والتبريد بالهواء.

الفصل السادس

أجهزة نقل الحركة

TRANSMISSION





الأهداف

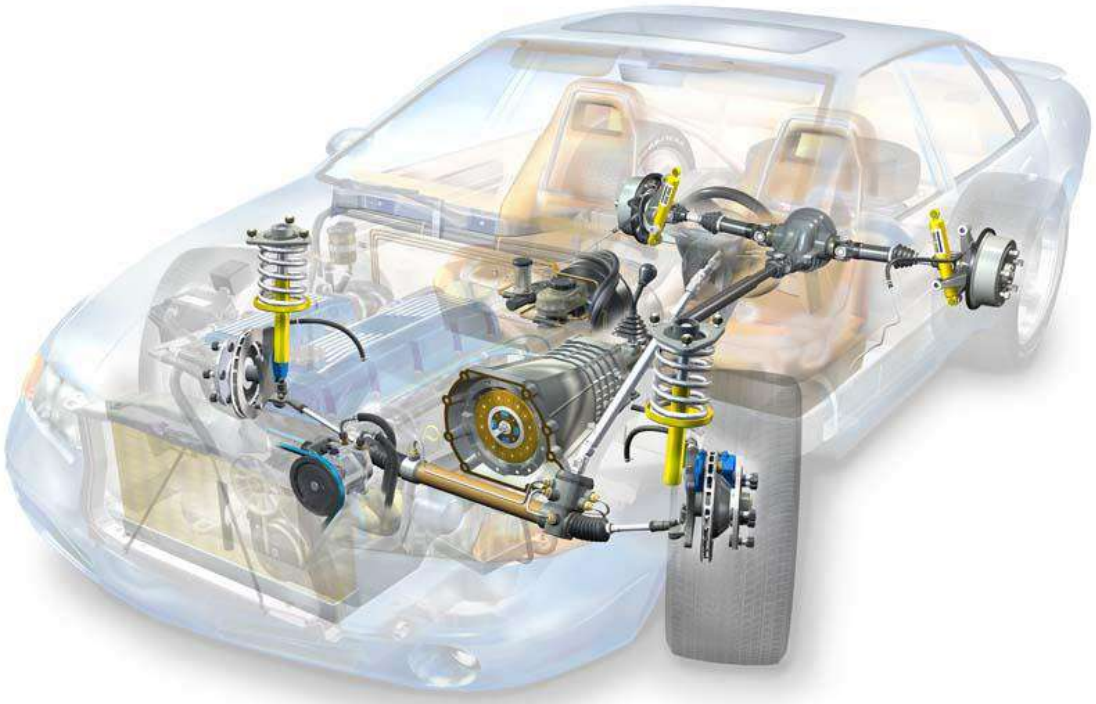
بعد أن ينتهي الطالب من هذا الفصل يكون قادراً على أن :

1- يتعلم ميكانيكية نقل الحركة في السيارة .

2- يفسر طريقة نقل الحركة من المحرك الى عجلات السيارة .

3- يتعلم المصطلحات ألمتداولة في مجال إصلاح السيارات .

4- يميز مكونات اجهزة نقل الحركة .



أجهزة نقل ألحركة (TRANSMISSION) :

1-6 الغاية من أجهزة نقل ألحركة

تكمن الغاية من أجهزة نقل الحركة في تنفيذ المهام الرئيسة الآتية :

1- وصل وفصل الحركة من عمود المرفق (المحرك) عن أجهزة نقل الحركة ألأخرى .
2- تغيير سرعة الدوران والعزم للمحرك والواصلين إلى عجلات السيارة حسب الحاجة ومتطلبات الطريق .
3- نقل الحركة الدائرية من صندوق السرع إلى مجموعة النقل النهائية في المحور الخلفي تحت زاوية ميل معينة (كون المحور الخلفي يقع في منطقة أخفض من صندوق السرع).
4- إنشاء فرق في سرعتي دوران العجلتين ، الخارجية والداخلية ، للعجلات القائدة للسيارة عند الانعطاف .

2-6 مكونات أجهزة نقل الحركة (Components Of Transmission):

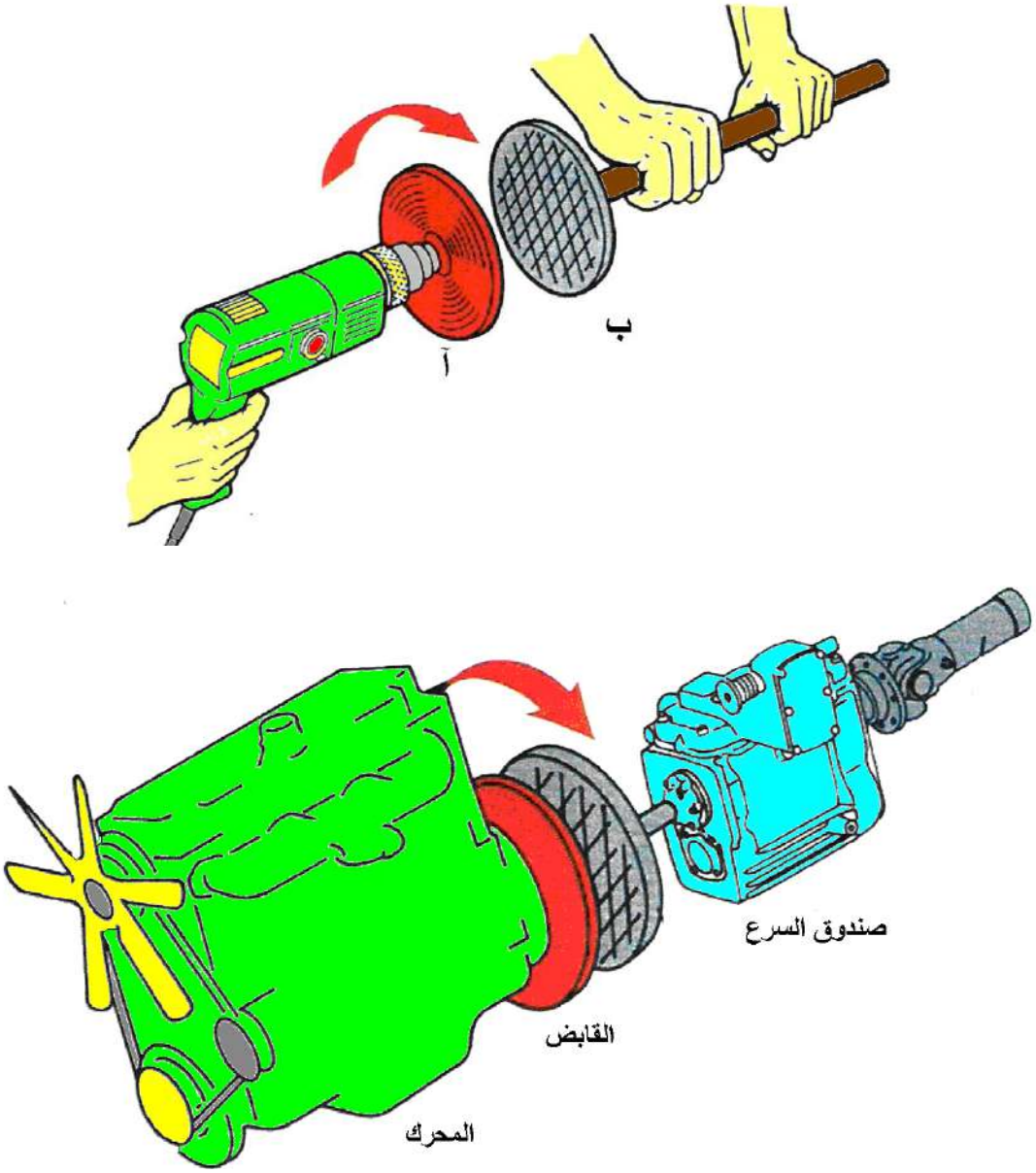
1- **القابض** : يعمل على فصل ووصل حركة المحرك عن ومع صندوق السرع والأجزاء الأخرى لأجهزة نقل الحركة .
2- **صندوق السرع** : يعمل على تغيير السرع حسب الحاجة وحسب متطلبات الطريق .
3- **عمود الإدارة** : يعمل على نقل الحركة الدائرية من صندوق السرع إلى مجموعة النقل النهائية في المحور الخلفي تحت زاوية ميل معينة .
4- **مجموعة النقل النهائي والجهاز التفاضلي** : تعمل على تخفيض السرعة وزيادة العزم، وتعمل على إنشاء فرق بين سرعتي دوران العجلتين ، الخارجية والداخلية ، في أثناء الانعطاف .

1-2-6 القابض (الفاصل) (Clutch) :

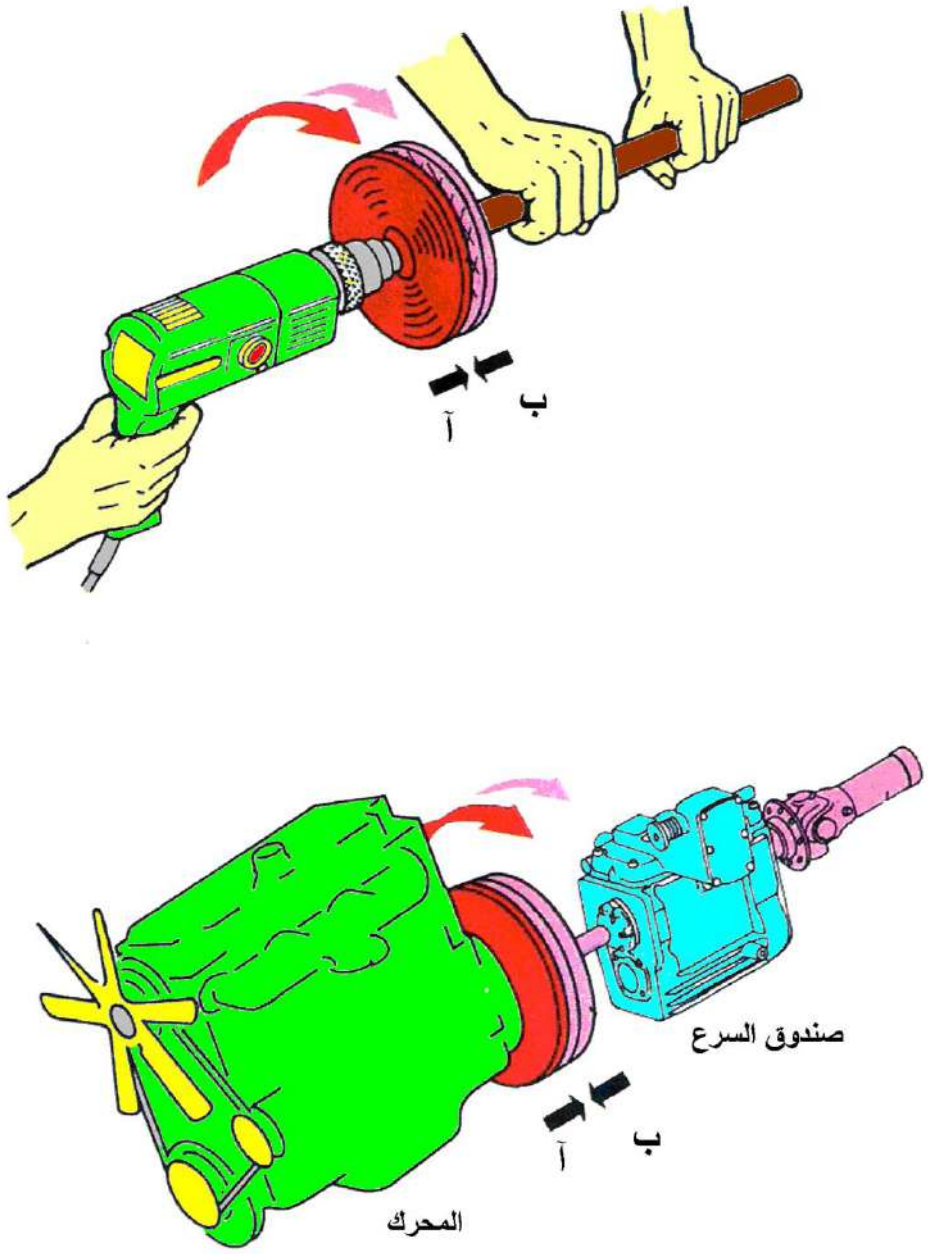
أن الغرض الأساسي من القابض هو فصل ووصل حركة المحرك عن باقي أجزاء نقل الحركة حتى يمكن تعشيق السرعات المختلفة بنعومة للأمام وللخلف .

يمكن توضيح طريقة نقل القابض للحركة لو تصورنا المخطط في الشكل (6-1).

القرص المدار (أ) يماثل حدافة المحرك التي يديرها محرك السيارة. وبفرض اقتراب قرص آخر (ب) من القرص (أ) واحتكاكه به فإنه أيضا يدور ولكن بسرعة اقل شكل (6-2) .بازدياد الضغط على القرص (ب) فأن القرصين (أ ، ب) يدوران كجسم واحد ، وذلك ما يحدث تماماً في قابض السيارة.



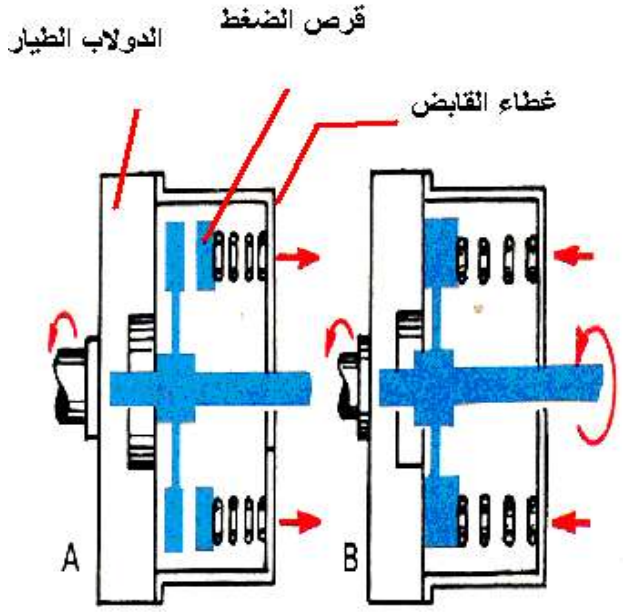
شكل (6-1) طريقة نقل القابض للحركة



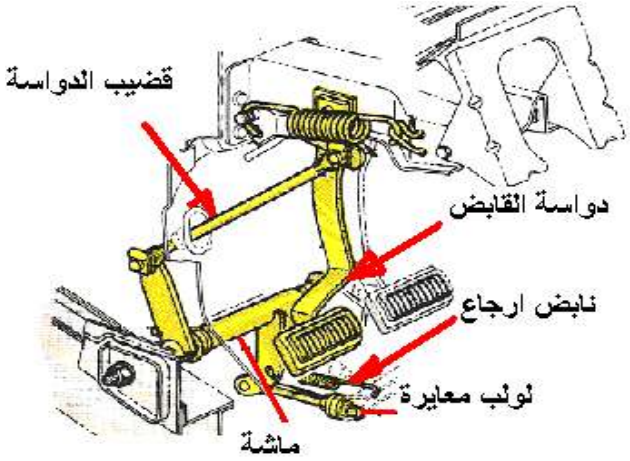
شكل (6-2) زيادة الضغط على القرص ب

6-2-1-2 أهمية القابض – تعريفه- عمله :

تراعى في تصميم المحرك إمكانية استمرار دورانه في حالة وقوف السيارة ، ويقال عندئذ بأن المحرك يدور حراً ، وللتمكن من وصل المحرك بمجموعة الحركة تستعمل وسيلة تسمح بالاتصال بينهما ، وهذه الوسيلة هي القابض ، فالقابض جهاز ينقل حركة المحرك (عمود المرفق) إلى صندوق السرع (عن طريق عمود القابض) أو يفصل الحركة (ولهذا يسمى الفاصل الواصل) شكل(6-3) . ويتصل القابض بدواسة يطلق عليها اسم دواسة القابض شكل(6-4) ، وتوجد أمام القدم اليسرى للسائق.



شكل(6-3) مخطط فصل ووصل الحركة من المحرك



شكل (6-4) دواسة الفاصل

6-2-1-3 عمل القابض

عندما يضغط السائق على دواسة القابض ينفصل جزء القابض المتصل بالمحرك (سطح الحذافة) عن جزء القابض المتصل بصندوق التروس ، مما ينتج عنه دوران المحرك وهو مفصول عن صندوق التروس وبقية أجهزة نقل الحركة .

أما عندما يرفع السائق قدمه عن دواسة القابض فتنقل حركة عمود المرفق إلى صندوق التروس .

ويجب أن يقوم القابض بتأدية وظيفته بكل نعومة ولطف دون أي ارتجاج ، ويتم ذلك إذا سلطت قوته (قوة الاحتكاك) عند الوصل تدريجياً ويحدث بطبيعة الحال بعض الانزلاق بين سطحي الاحتكاك عند تسليط قوة القابض تدريجياً فيكتسب عمود القابض سرعته من حالة السكون حتى تتساوى مع سرعة عمود المرفق . أما إذا سلطت قوة القابض عند الوصل دفعة واحدة فإنه لايحدث هناك أي انزلاق بين سطحي الاحتكاك ويتسبب ذلك بدفع السيارة بشدة عند قيامها من حالة السكون .ويجب في الوقت نفسه عدم حدوث أي انزلاق بين سطحي الاحتكاك في أثناء السير ، لأن هذا يسبب فقداً في نقل القدرة من المحرك إلى العجلات .

4-1-2-6 متى يستعمل القابض :

يستعمل القابض كلما رغب السائق في تغيير تعشيق في صندوق التروس لتغيير سرعة السيارة في أثناء سيرها أو عند تعشيق التروس عندما تكون السيارة ثابتة والمحرك دائراً استعداداً لتحرك السيارة أو عند وضع التروس موضع الحياد ليظل المحرك دائراً والسيارة في حالة سكون .

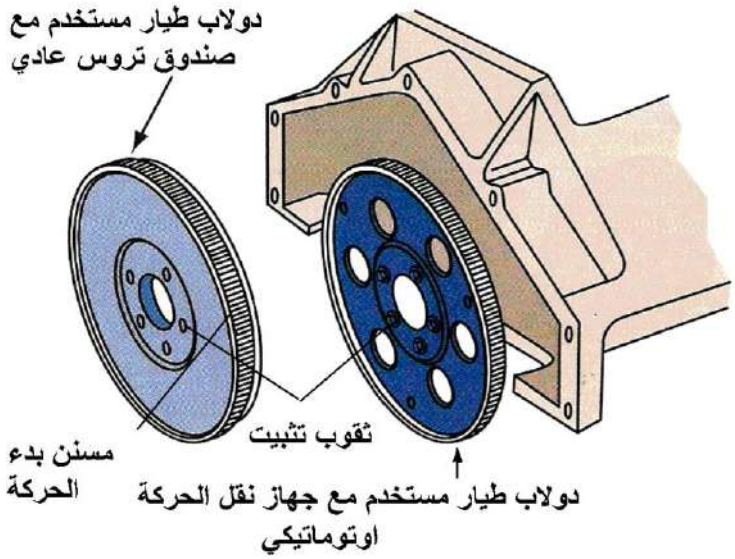
5-1-2-6 أجزاء القابض (Parts Of Clutch):

1 - الحذافة (الدولاب الطيار) (Fly wheel)

يعدُ الدولاب الطيار الجزء المشترك بين المحرك والقابض إذ يقوم بخزن الطاقة لديمومة عمل الأشواط الأربعة ومنها ، الأشواط الثلاثة المتبقية . السحب ، العادم ، الضغط .

يعمل الدولاب الطيار كمأخذ للقدرة وبشكل دورات لنقلها إلى صندوق التروس . الدولاب الطيار يحتوي على مسنن بدء التشغيل ، في وسطه كرسي كريات أو جلبة أو كرسي ابري كمسند لمحور القابض لاحظ الشكل (5-6) .

تركب حلقة مسنن الحذافة (مسنن بدء التشغيل) ، وذلك بتسخين الحلقة لكي تتمدد ثم تركيبها على الحذافة وطرقها إذ أنها تتماسك مع الحذافة عندما تبرد وذلك بسبب التقلص .



شكل (6-5) الدولاب الطيار

2- قرص الاحتكاك (Friction Disc)

يتكون قرص الاحتكاك من قرص معدني ، في مركزه صرة مسننة من الداخل تسمح للقرص بالحركة الأفقية على محور القابض وفي الوقت نفسه تسمح له بالحركة الدورانية . تثبت على الجزء الخارجي من القرص مادة احتكاكية لها مواصفات معينة لاحظ الشكل (6-7).

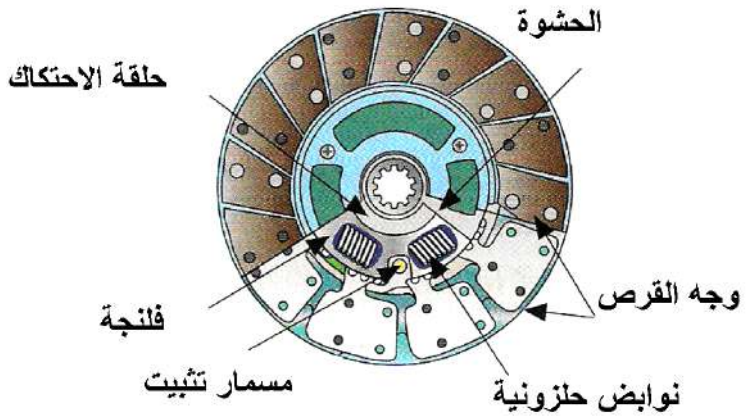
يعمل قرص الاحتكاك كمانع للاهتزازات التي تنشأ بسبب :

1- احتراق غير منتظم في عدة اسطوانات.

2- خلوص بين أسنان تروس صندوق السرعات.

3- ظروف الطريق.

لتقليل هذه الاهتزازات ومنع الضوضاء الناتجة عنها يتم عزل أقراص القابض بنوابض حلزونية.



شكل (6-7) مكونات قرص الاحتكاك

مواصفات المادة الاحتكاكية (Qualification Of Friction Material) :

1- غير قابلة للاحتراق.
2- لها معامل احتكاك عال.
3- لاتتآكل بسهولة.
4- عدم القابلية على الانضغاط.

6-1-2-6 طرق تثبيت بطانة الاحتكاك على قرص الاحتكاك

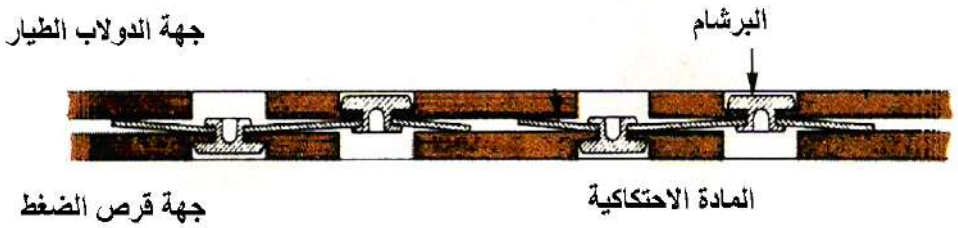
يغطى قرص الاحتكاك من الوجهين بمادة الاحتكاك (بطانة الاحتكاك)المتكونة من مادة الاسبستوس التي تثبت على القرص المعدني بالطريقتين الآتيتين .

أ- طريقة اللصق :

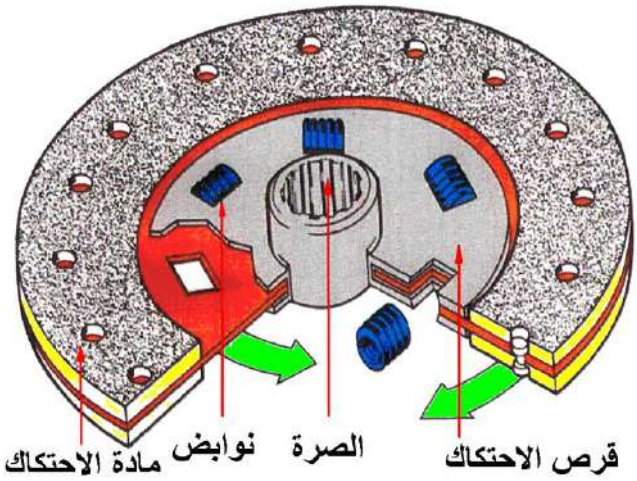
حيث تلصق هذه المادة بواسطة الحرارة والضغط عن طريق مادة كيماوية لاصقة . تعدُ هذه الطريقة اقتصادية عن غيرها ، إذ تستعمل فيها المادة الاحتكاكية (البنز) إلى أقصى ما يمكن (أقل سمك ممكن منها) وهي أمينة من ناحية عدم إتلافها للأجزاء الباقية من القابض في حال استهلاكها .

ب- طريقة البرشام :

طريقة البرشام ، وكما في الشكل (6-8) والشكل (6-9) ، تتم بعمل ثقوب بأعماق معينة ، يستعمل البرشام لتثبيت مادة الاحتكاك على المعدن إذ تسمح الأعماق المعينة لاستعمال المادة الاحتكاكية لأقصى ما يمكن وحيث تظهر المسامير بعدها ما يستدعي تبديل المادة الاحتكاكية بإزالة القديمة وتركيب بطانة جديدة .



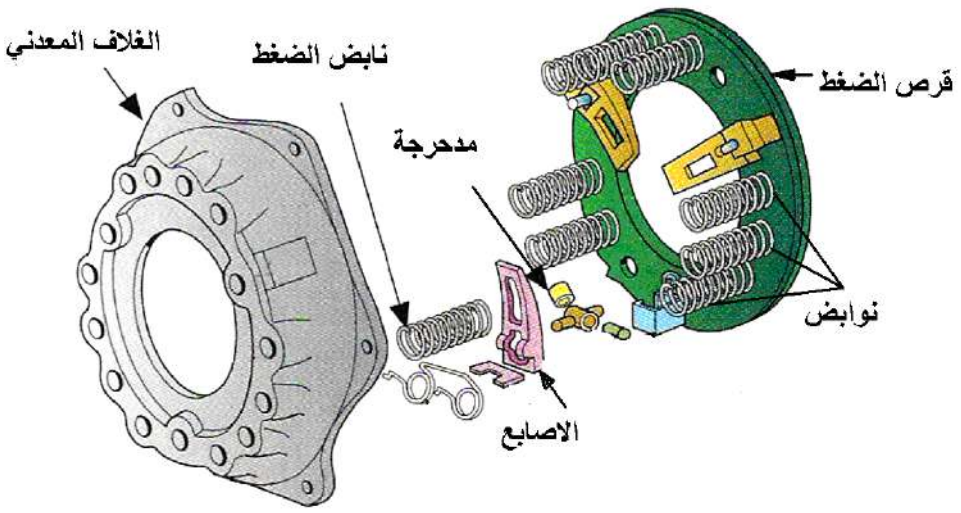
شكل (6-8) استعمال البرشام في تثبيت المادة الاحتكاكية



شكل (6-9) أماكن تثبيت المادة الاحتكاكية بواسطة البرشام

3- قرص الضغط (Pressure Plate) :

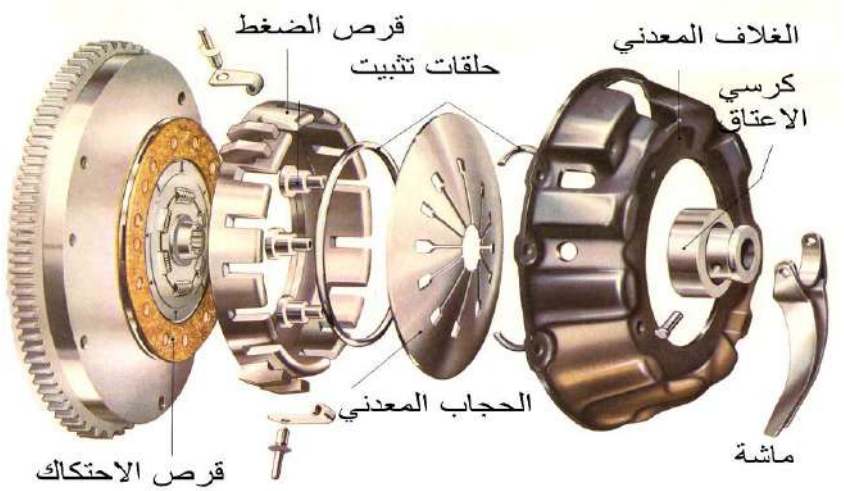
يتكون قرص الضغط من غلاف معدني يثبت على الدولاب الطيار بواسطة براغي محيطية ، كما يحتوي على قرص معدني سميك يقوم بالضغط على قرص الاحتكاك شكل (6-10) . المسبب لهذا الضغط هو النوابض المحيطية أو المشط في بعض الأنواع التي تعمل كنابض بواسطتها تتحقق حالة الوصل وبانكماشها نحصل على حالة الفصل .



شكل (6-10) قرص الضغط

هناك عتلات تسمى الأصابع التي تقوم بالضغط وتحرير الضغط عن النوابض . وهناك نوع آخر من أقراص الضغط يتألف تقريباً من الأجزاء نفسها ما عدا الأصابع والنوابض إذ يستعاض عنها بحجاب معدني يقوم بالضغط على قرص الضغط وتحقيق حالة الوصل وبعكس الحركة نحقق حالة الفصل .

النوع ذو الحجاب المعدني شكل (6-11) وهو النوع الشائع الاستعمال في السيارات الحديثة ، حيث لايحتاج إلى معايره الأصابع لعدم وجودها .



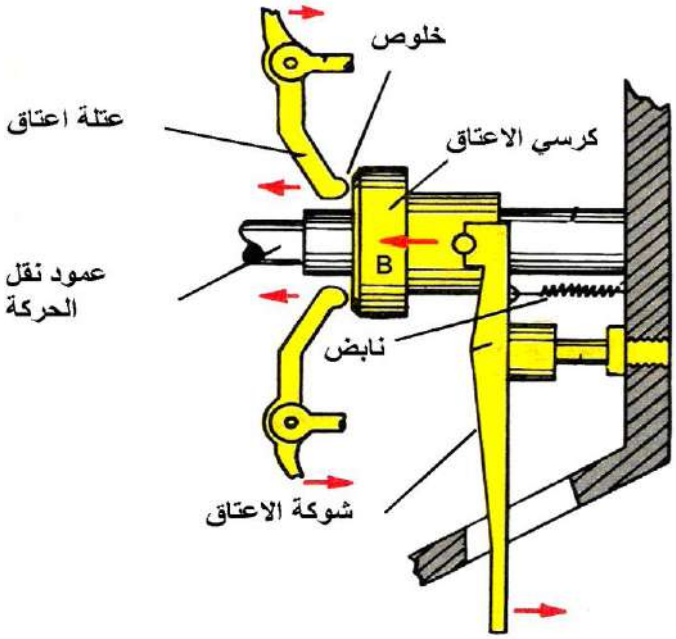
شكل (6-11) القابض ذو الحجاب المعدني

4- كرسي الإعتاق (كرسي الدفع) (Throw Out Bearing):

يقوم كرسي الدفع بدفع أصابع القابض في النوع ذي النابض ، ودفع المشط المعدني في النوع ذي الغشاء، وهو عبارة عن كرسي كريات (بولبرن) يعمل أفقيا ليحقق انكماش النوابض في أثناء الدوران ليفصل حركة المحرك عن صندوق التروس (الفصل) .

يستعمل هذا الكرسي في أثناء الرغبة في حالة الفصل ، ومن ثم يتوقف عن الدوران والعمل ، إذ يجب إن تكون مسافة خلوص بينة وبين الأصابع لتلافي احتكاكه المستمر وتلفه بغير سبب العمل ، وكما مبين في الشكل (6-12) .

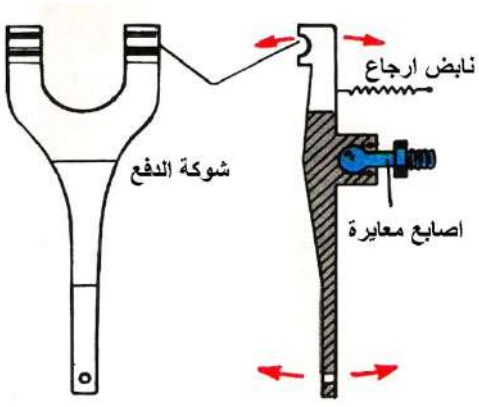
هناك نوع من كراسي الدفع عبارة عن قرص من الكرافيت يستعمل للدفع وهذا النوع ليس فيه كريات ولا يزيت ولا يشحم .



شكل (6-12) كرسي الإعتاق

5- ذراع الدفع (شوكة الدفع – الماشة) (Fork) :

عبارة عن عتلة تسيطر على كرسي الدفع أو قرص الكرافيت حيث تحركها إلى الأمام والخلف ، للحصول على حالتي الوصل والفصل ، وترتبط من الجهة الأخرى بوسيلة من وسائل السيطرة أو نقل الحركة إلى القابض . تتم معايرة الخلوص بين ذراع الدفع وكرسي الإعتاق وكما مبين في الشكل (6-13) وحسب التعليمات الموجودة في كتيب تشغيل السيارة وإصلاحها حيث تتم في الورش مع مراعاة مسافات الخلوص الموصى بها .



شكل (6-13) ذراع الدفع (شوكة الدفع)

6-2-1-7عمل القابض القرصي الاحتكاكي

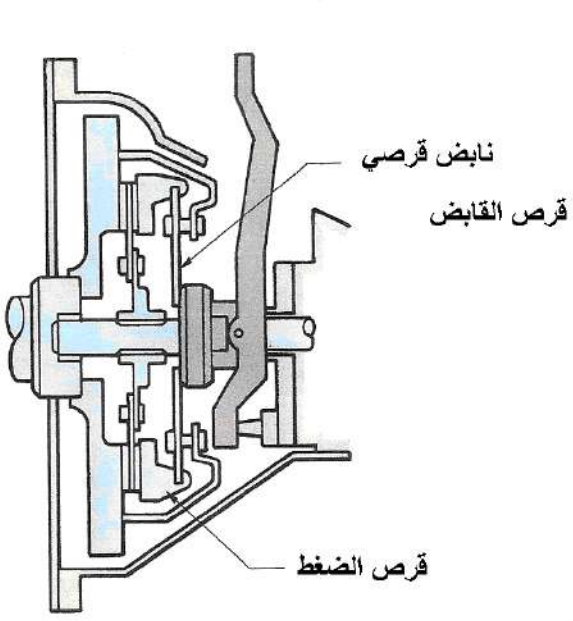
يمكن شرح عمل القابض في حالتين هما الوصل والفصل .

حالة الوصل

عند دوران المحرك تنتقل الحركة من الدولاب الطيار إلى قرص الضغط ومن ثم إلى قرص الاحتكاك لأنها دائمة التعشيق معه في حالة الدوران، وبعدها إلى عمود القابض ومنه إلى صندوق التروس (السرع) عن طريق عمود القابض الذي ينتهي بترس قائد ، دائم التعشيق في داخل صندوق التروس ، وكما مبين في الشكل (6-14ب).

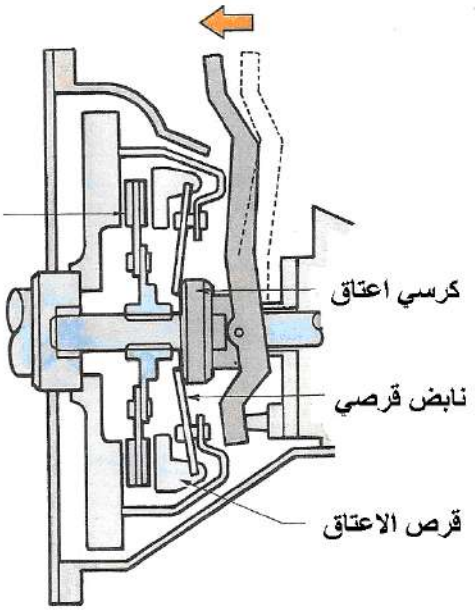
حالة الفصل

عند الضغط على دواسة القابض فان الأصابع تقوم بكمش النوابض مما يؤدي إلى عدم الضغط على قرص الاحتكاك ، لذا فان حركة المحرك تنتقل إلى قرص الضغط فتبقى هناك دون الانتقال إلى قرص الاحتكاك ،حيث نحقق حالة الفصل وكما في الشكل (6-14أ) .



حالة الوصل : النابض القرصي يضغط على قرص الضغط

شكل (6-14ب)



حالة الفصل : بضغط كرسي الاعتاق على النابض القرصي ويحرر قرص الضغط

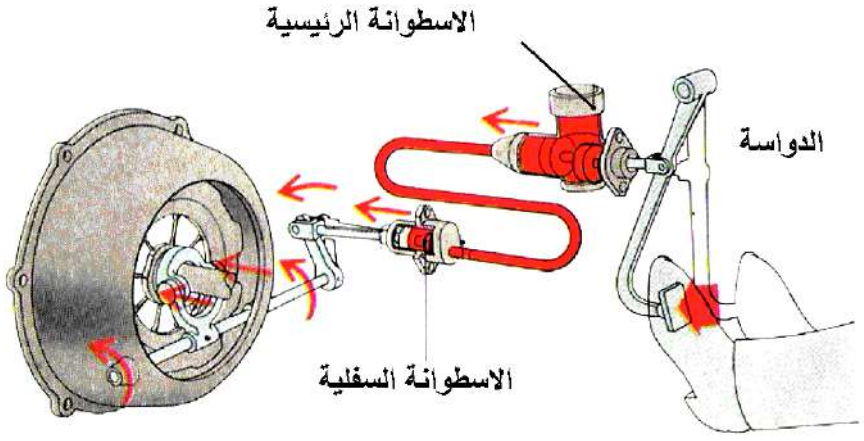
شكل (6-14آ)

8-1-2-6 طرق إيصال الحركة إلى القابض القرصي (Clutch Linkage) :

هناك عدة طرق لإيصال الحركة من دواسة القابض إلى ذراع الدفع في القابض الاحتكاكي المفرد القرص منها :

1- الطريقة الهيدروليكية (Hydraulic) :

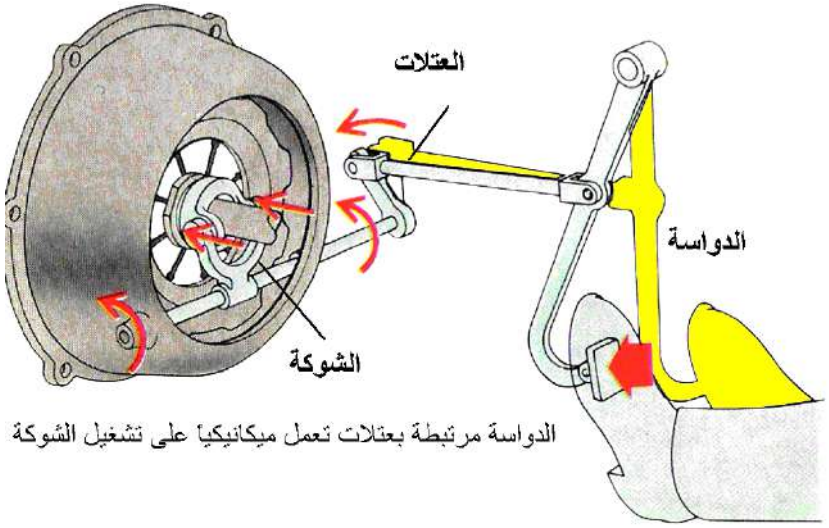
تطبق في هذه الطريقة قاعدة باسكال في نقل وتضخيم القوة ، إذ نحتاج إلى جهد قليل من السائق للضغط على دواسة القابض تقوم عندها مكابس بالضغط على سائل الموقفات الذي يقوم بدوره بنقل القدرة إلى مكبس حيث يقوم بتحريك ذراع الدفع (الماشة) للوصل والفصل ، كما مبين في الشكل (15-6) .



شكل(6-15) الطريقة الهيدروليكية

2- الطريقة الميكانيكية (Mechanical Linkage) :

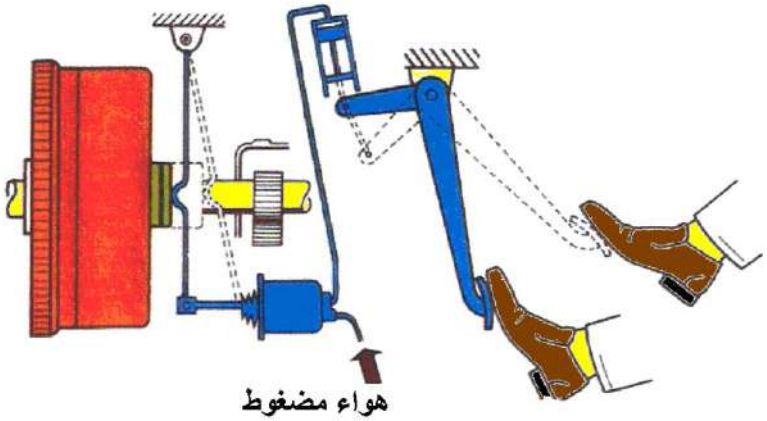
يبين الشكل (6-16) ارتباط دواسة الفاصل بعتلات تعمل ميكانيكياً على دفع وتشغيل الشوكة،حيث يؤدي الضغط على دواسة الفاصل باتجاه الأسفل إلى دفع العتلات من اجل تدويرمحور الشوكة ، مما يؤدي إلى تفعيل شوكة الفصل وتحريكها باتجاه الأسهم لتقوم بتحريك كرسي الدفع من اجل إتمام عملية الفصل .



شكل (6-16) الطريقة الميكانيكية

3- تشغيل هوائي بمساعدة هيدروليكية (Air Boster):

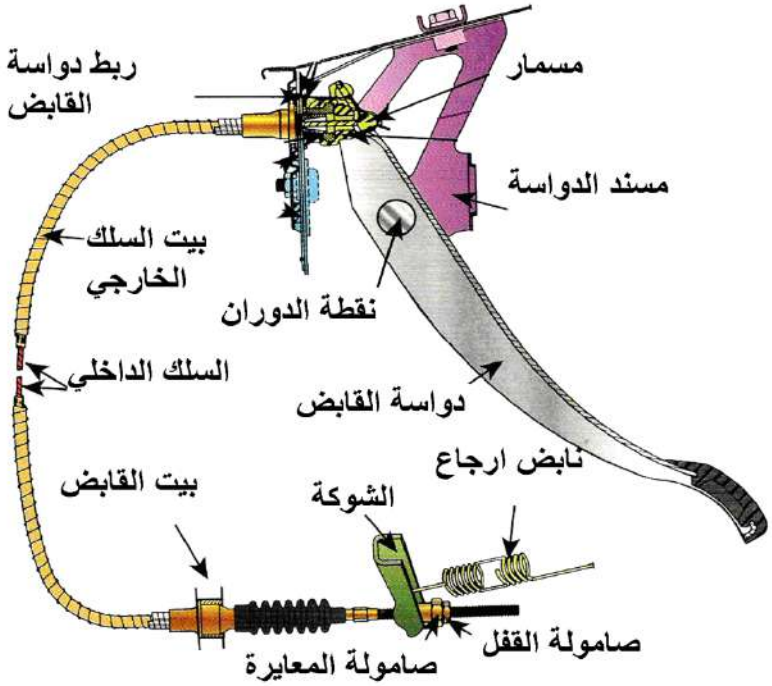
في هذه الطريقة يعمل الهواء المضغوط على دفع وتشغيل شوكة الفاصل بمساعدة سائل الهيدروليك ، وهي تشبه الطريقة الهيدروليكية شكل (6-17) .



شكل (6-17) تشغيل هوائي بمساعدة هيدروليكية

4- الطريقة السلكية (Cable Linkage):

حيث يعتمد سلك مرن يتحرك داخل غلاف يستعمل في سيارات الفوكسواكن (برازيلي) وكما مبين في الشكل (6-18) .



شكل (6-18) الطريقة السلكية

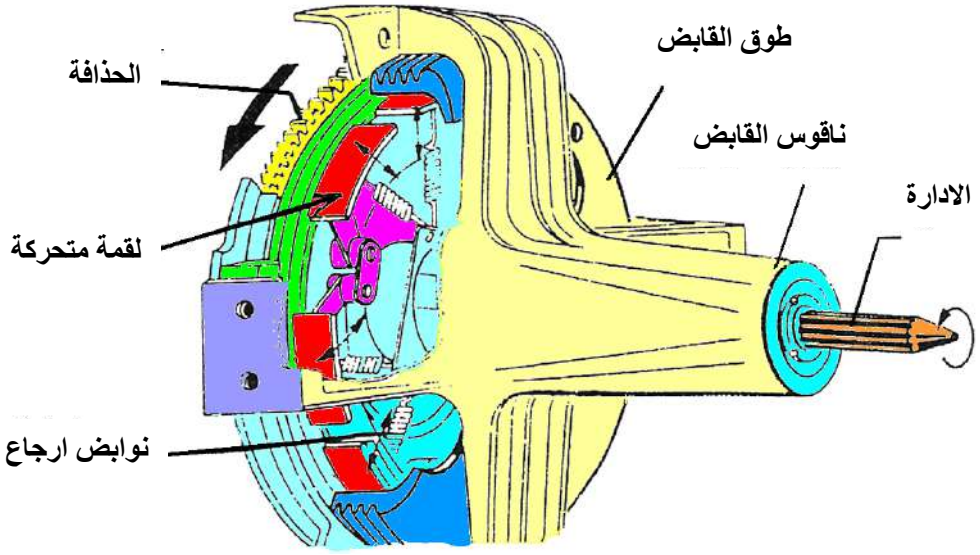
9-1-2-6 أنواع القوا بض (types Of Clutch) :

هناك عدة أنواع من القوا بض مستعملة في أنواع مختلفة من السيارات ، وحسب الحاجة إليها أو حسب الطلب ، ومن هذه الأنواع :

1- قابض احتكاكي ذو قوة الطرد مركزي (Centerfugal Clutch):

يستعمل هذا النوع من القوا بض في الدراجات النارية وسيارات السباق الصغيرة ، وتكون كفاءة النقل 50% عند سرعة(1200 r.p.m) وتصل إلى 100% عند سرعة(1800 r.p.m) إلى (200 r.p.m) يعتمد هذا النوع من القوابض قوة الطرد المركزي التي تعمل على ضغط اللقم فوق سطح الطوق الداخلي . يتكون هذا النوع من طوق يدور مع المحرك ، وعدد من اللقم ذات بطانة احتكاك تتحرك داخل دليل إلى الخارج عند دوران الطوق بفعل الطرد المركزي ، تعمل جميع اللقم على تدوير الطوق الذي يتصل بالعمود المدار كما هو موضح في الشكل (6-19).

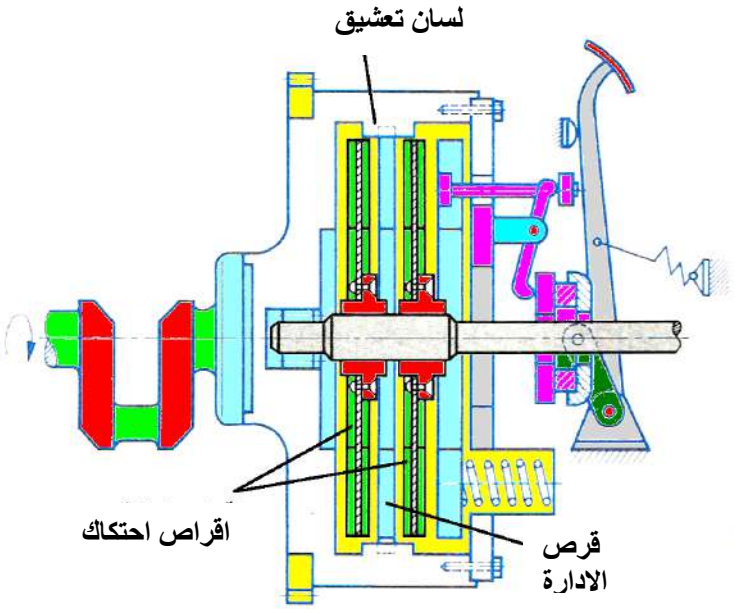
وكلما زادت السرعة الدورانية زاد التصاق اللقم بالطوق لتزداد كفاءة القابض . وعند انخفاض السرعة الدورانية تعمل النوابض على سحب اللقم لفصل الحركة لأن الطوق يبقى حر الحركة.



شكل (6-19) قابض احتكاكي طرد مركزي

2- القابض القرصي ثنائي القرص (Double Disc Clutch) :

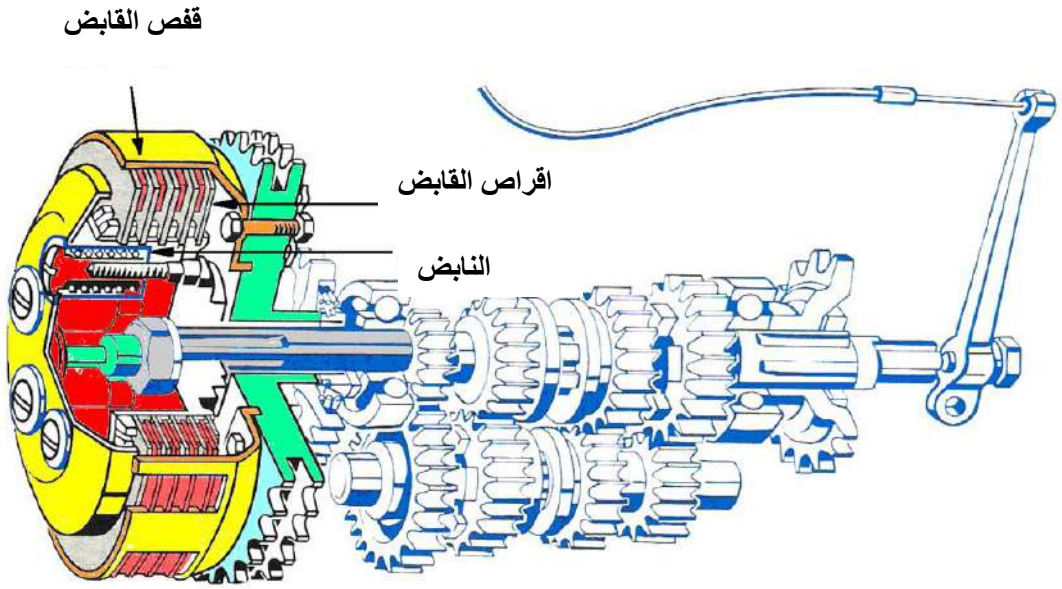
يستعمل هذا النوع من القوابض ، عندما تتعدى قيم عزم الدوران للتحميل المتوسط 600 Nm وللتحميل العالي حوالي 800 Nm شكل (6-20) .



شكل (6-20) القبض القرصي ثنائي القرص

3- القابض متعدد الأقراص (multi Disc Clutch) :

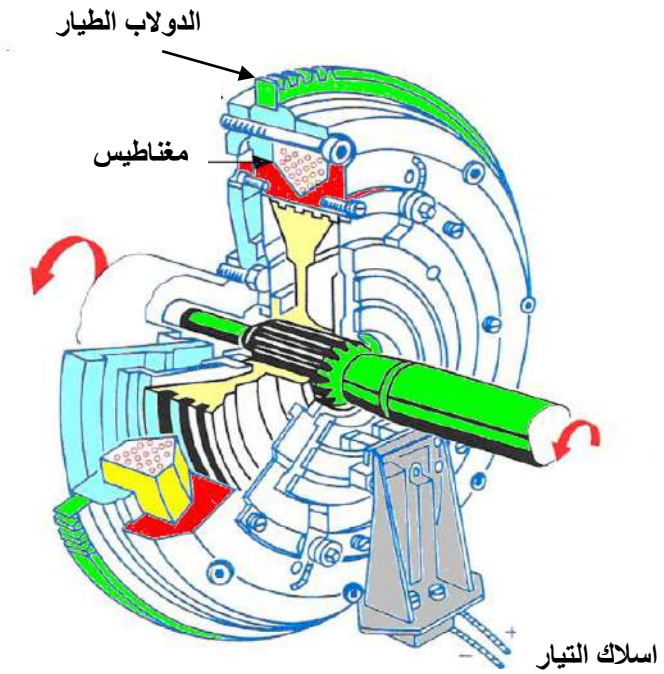
ويسمى أيضاً بالقابض الرقائقي ، ويعمل إما جافا أو في زيت . ويكون هذا القابض ذا قطر صغير ويشتمل على عدد كبير من أزواج أسطح الاحتكاك ، ولا تجهز به سوى المركبات ثنائية العجلات (الدراجات النارية) . تثبت أقراص مع قفص القابض ومع الصرة بحيث تكون قابلة للانزلاق محورياً في مجار باستمرار شكل (6-21) . ففي وضع السير تضغط مجموعة من النوابض – أو يضغط نابض مركزي – على مجموعة الرقائق لتضمها على بعضها البعض ، حتى لا يكون هناك انقطاع في انتقال القوة . وبتشغيل القابض يتم التغلب على قوة النوابض وتحرر الأقراص.



شكل (6-21) قابض متعدد الأقراص

4- القابض الكهرومغناطيسي (Electromagnatic Clutch) :

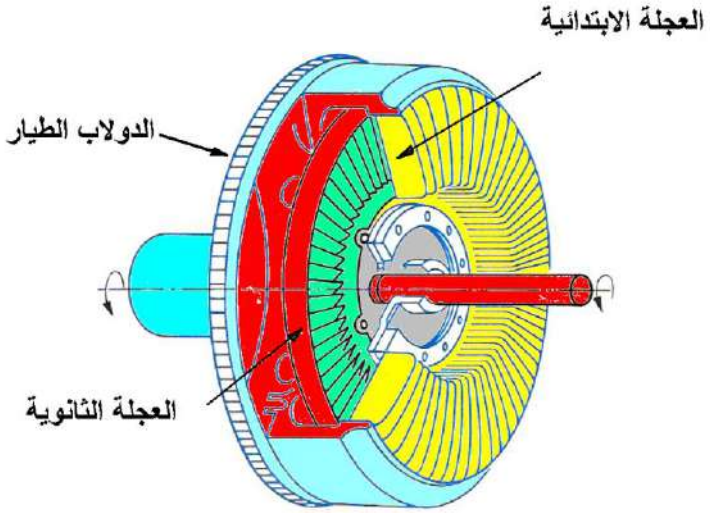
اثبت هذا النوع من القوابض صلاحيته عند استعماله في السيارات إذ يمكن التوصل إلى تشغيل ذاتي (أوتوماتيكي) تام للمركبة يستغنى فيه عن دواسة الفاصل شكل (6-22) .



شكل (6-22) القابض الكهرومغناطيسي

5- القابض الهيدروليكي (Hydraulic Clutch) :

يتكون هذا النوع من القوابض من مضخة أو عجلة ابتدائية متصلة بعمود المرفق ، فضلاً عن عجلة توربينية أو عجلة ثانوية مثبتة بعمود إدارة صندوق التروس ، وليس بين العضوين الدوارين أي اتصال محكم . وهما مركبان في مبيت مغلق واحد . وتدفع مضخة كمية محددة من الزيت إلى الحيز الواقع بين العجلتين المحتويتين على ريش ، فتؤدي الحركة الدورانية للعجلة الابتدائية إلى دفع العجلة الثانوية معها شكل(6-23) وبذلك تتم عملية الإقران .



شكل (6-23) القابض الهيدروليكي

2-2-6 صندوق التروس (صندوق السرعة) (Gear Box) :

إن الغاية من صندوق السرع هي تحويل سرعة المحرك إلى سرعات مختلفة تتوافق مع المقاومات التي تتعرض لها السيارة عند مسيرها في الطريق . ومن هذه المقاومات ، تحريك السيارة من حالة السكون وعند صعودها طريقاً منحدرة . أي إنه :

يمكن تغيير سرعة السيارة دون إحداث تغيير في سرعة المحرك .

إمكانية الحصول على سرعة عكسية (خلفية) للسيارة .

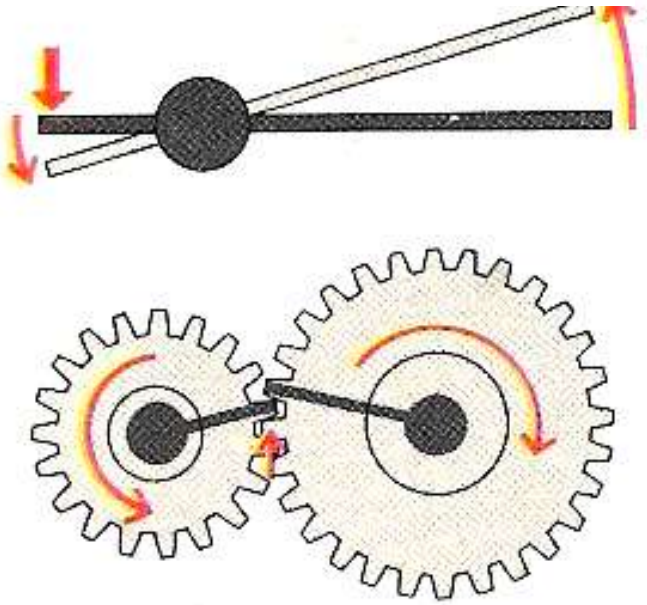
إمكانية حفظ السيارة في حالة سكون في حين يكون المحرك دائراً ، وذلك بوضع التروس المسننة في وضعية الحياد .

1-2-2-6 نسب التروس والعزم

تتغير نسبة تخفيض التروس مع اختلاف عدد أسنان المسننات المعشقة وفي الوقت نفسه يتغير العزم المنقول ، وعملها هو كما تعمل العتلات الشكل (6-24) .

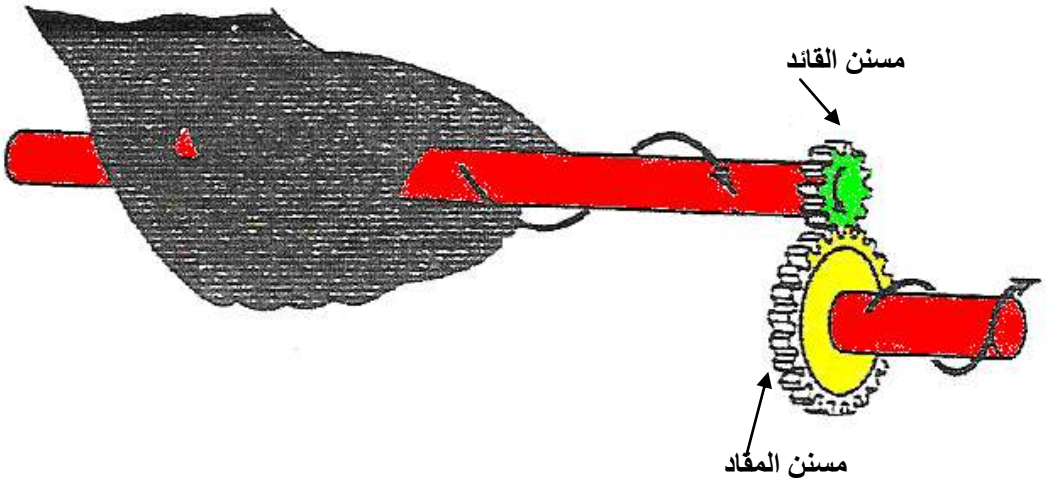
اثنان أو أكثر من المسننات المعشقة في منظومة تروس تخفيض السرعة ، يقترن مع زيادة العزم والعكس فان زيادة السرعة يعني انخفاض العزم فمثلاً ، زيادة العزم في سيارة نسبة التخفيض في تروسها 1:12 من صندوق السرع إلى عجلات الطريق يعني تخفيض السرعة عند العجلات وزيادة العزم .

العتلات في التروس



شكل (6-24) تعمل المسننات كما تعمل العتلات

من ملاحظة الشكل (6-25) يحتاج المسنن الصغير إلى الدوران مرتين لإدارة الترس الكبير دورة واحدة ،أي أن نسبة التخفيض هي 1:2 بمعنى أن المسنن القائد يدور دورتان بينما يدور المسنن المقاد دورة واحدة ولكن بعزم أعلى .



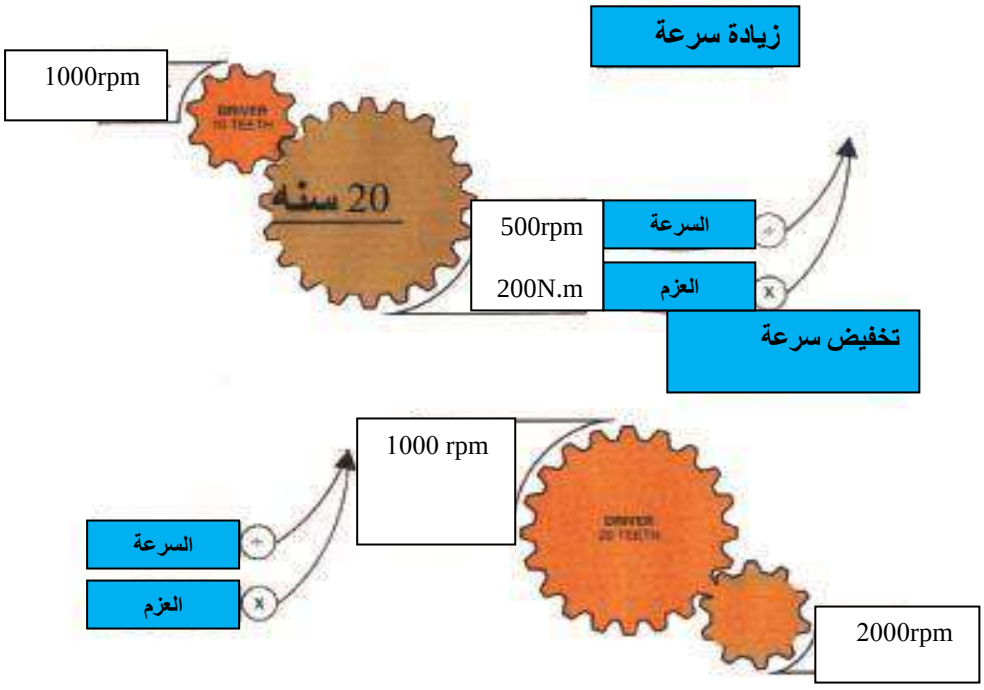
شكل (6-25) التخفيض بين المسننات

6-2-2-2 مفاهيم أساسية للتروس

- الترس الذي ينقل القدرة يسمى الترس القائد ، ويسمى الترس الآخر الترس المنقاد .
- تتحدد نسبة التخفيض لترسين طبقاً لعدد الأسنان وقطري الترسين .
- يتم عكس اتجاه الحركة بين الترسين إذ أن كلاً من الترسين يدور في اتجاه عكس اتجاه الآخر شكل (6-26).
- نسبة التخفيض هي العامل الذي يحدد العزم والسرعة الناتجين عن صندوق التروس ، شكل (6-27) .

شكل (6-26) مفاهيم أساسية للتروس

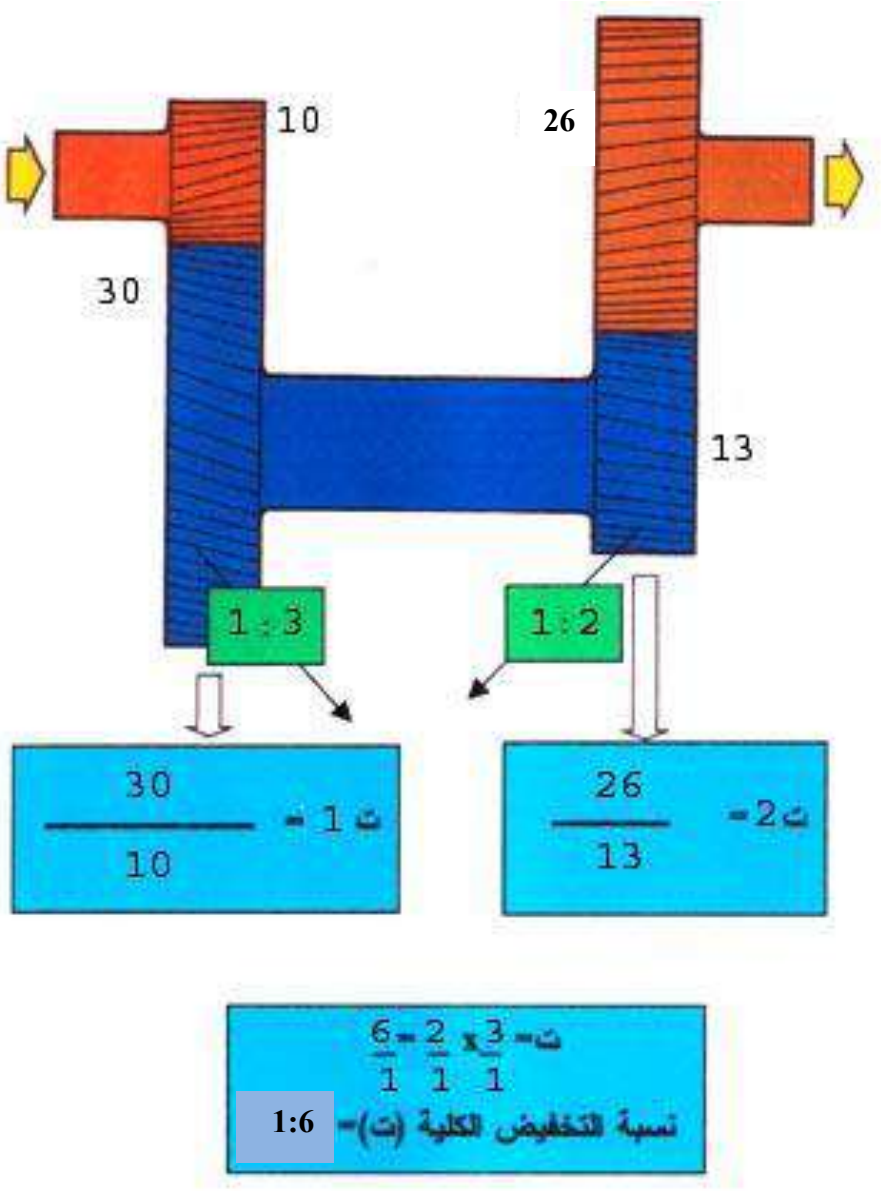
$$\text{نسبة التخفيض (ت)} = \frac{\text{عدد أسنان الترس المنقاد}}{\text{عدد أسنان الترس القائد}}$$



شكل (6-27) نسبة التخفيض

188

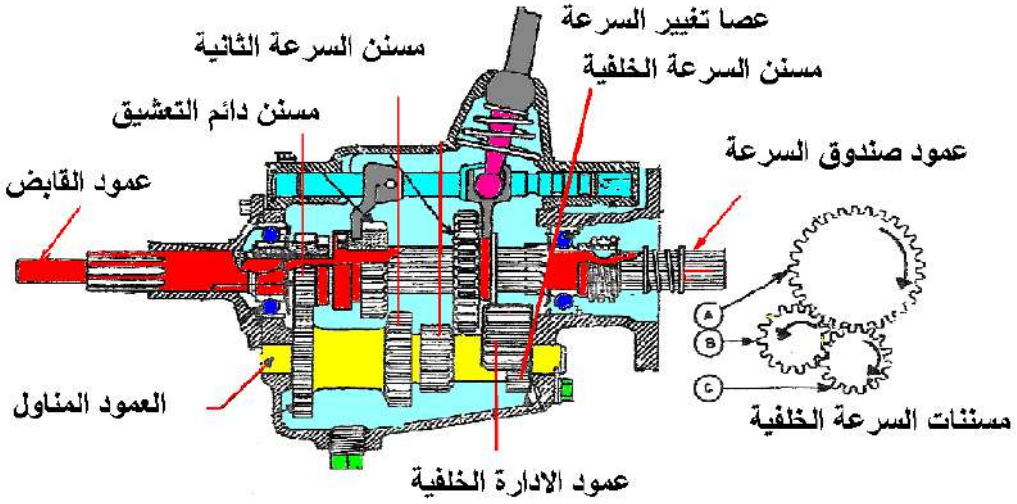
- عندما يتكون صندوق التروس من زوجين من التروس يتم حساب نسبة التخفيض الكلية ، كما في المثال الآتي الذي يوضح تخفيض السرعة شكل (6-28) :



شكل(6-28)

1-2-2-6 مكونات صندوق التروس (Components Of Gearbox) :

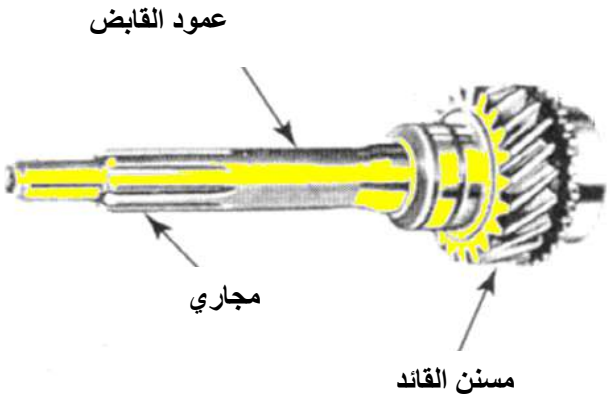
إن صندوق التروس يصنع من الحديد الزهر أو الألمنيوم ويحتوي على الأجزاء الآتية الشكل(6-29) :



شكل (6-29) صندوق تروس ذو ثلاث سرع أمامية وواحدة خلفية

1- عمود القابض (Clutch Shaft) :

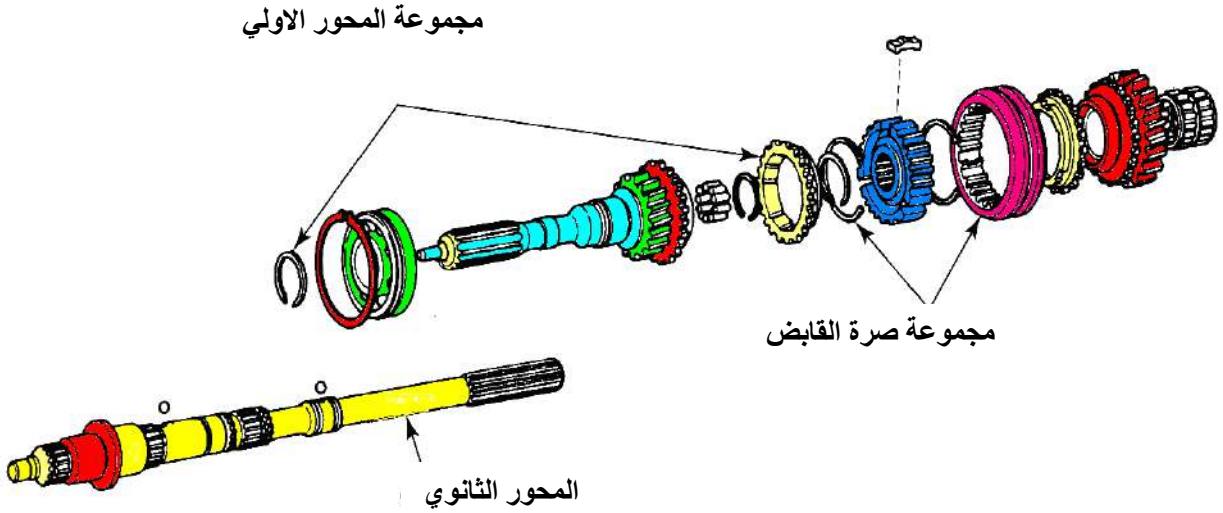
يسمى بالعمود القائد يركب على طرفه الأمامي قرص القابض ويدور هذا العمود بدوران قرص القابض عند تعشيق القابض بينما يركب على الطرف الخلفي للعمود ترس مسنن يسمى ترس القابض شكل(6-30).



شكل(6-30) عمود القابض (طابكير شفت)

2- عمود صندوق التروس (Input Shaft) :

يسمى بعمود مجموعة نقل الحركة الرئيسي أو العمود الثانوي (المحور الثانوي) أو العمود القائد ، على سطح هذا العمود مراود ينزلق عليها التروس . يتصل عمود صندوق السرعة بالأعمدة والتروس التي تتصل في النهاية بالعجلات شكل(6-31).



شكل(6-31) عمود صندوق التروس

3- العمود المناول (Counter Shaft) :

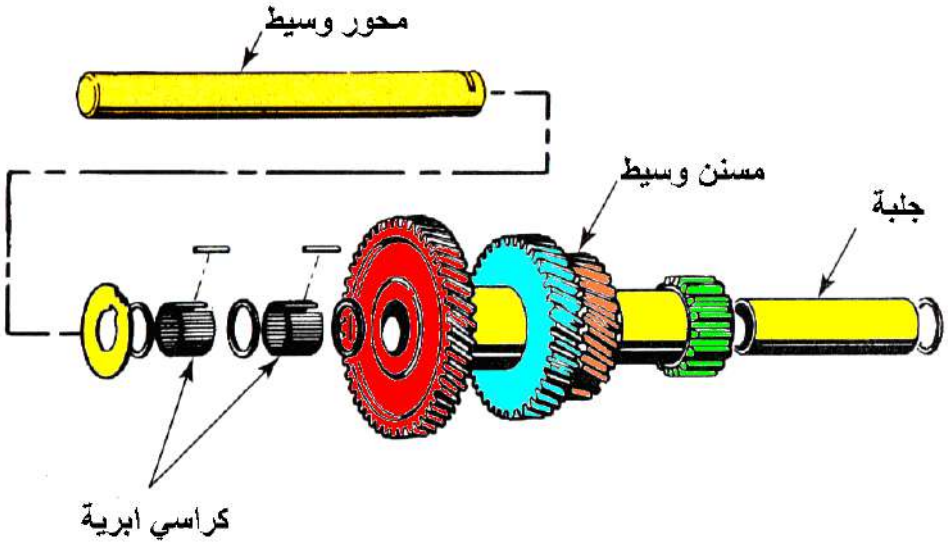
يسمى العمود الوسيط شكل(6-32) ،تركب عليه أربعة تروس مسننة مائلة هي :

1- ترس إدارة العمود المناول وهو ذو تعشيق دائم مع ترس القابض .

2- الترس المناول لترس السرعة الثانية .

3- الترس المناول لترس السرعة الأولى .

4- الترس المناول لترس السرعة الخلفية .



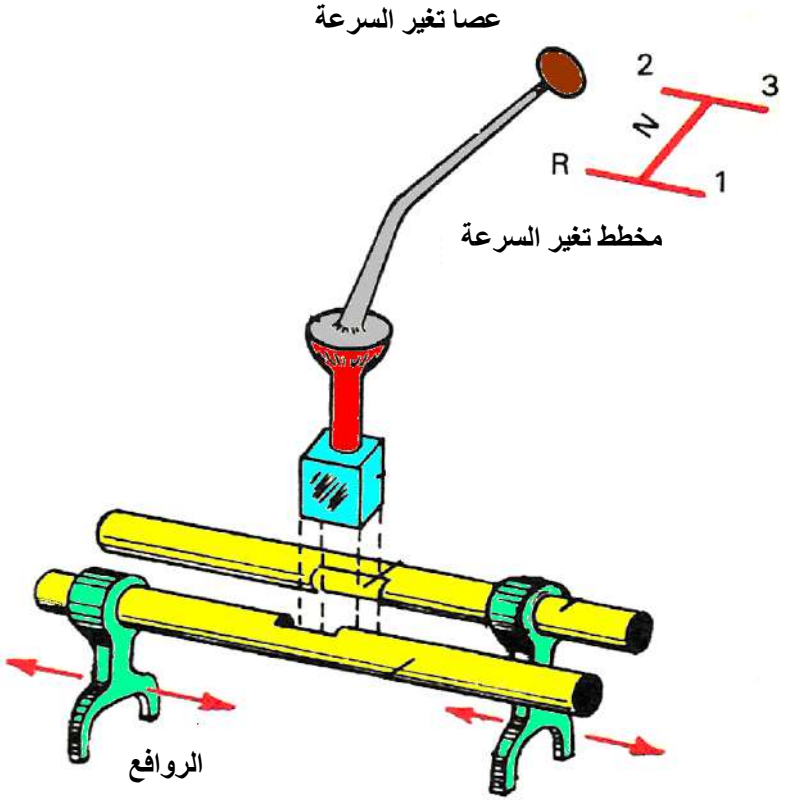
شكل(6-32) العمود المناول

4- عمود الإدارة الخلفية (Prop Shaft) :

وهو عمود قصير يركب عليه ترس مسنن صغير يسمى ترس السرعة الخلفية .

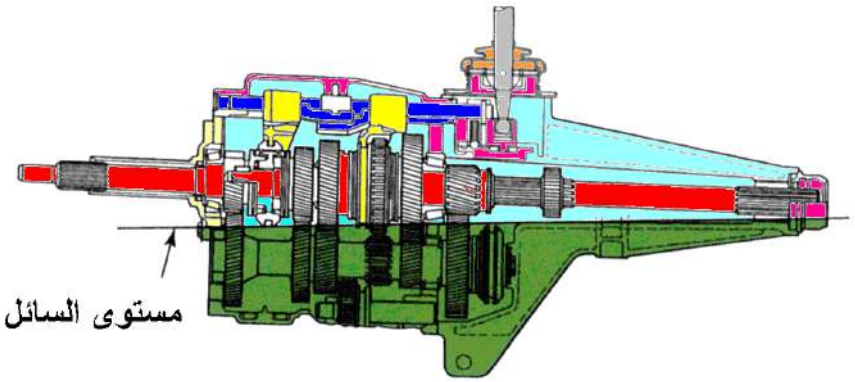
5-رافعة (عصا) تغيير السرعة (Shifting Stick) :

يتم تغيير السرعة بواساطتها وتتصل هذه الرافعة بمجموعة صندوق السرعة عن طريق شوكة اختيار تتركب من ذراعين في كل منهما لاحظ الشكل(6-33) .



شكل (6-33) روافع تغيير السرعة

وتوجد رافعة تغيير السرعة غالباً إلى جانب مقعد السائق ، وفي هذه الحالة لايتمكن السائق من الدخول إلى السيارة والخروج منها عن طريق الباب الثاني إلا بصعوبة ولهذا فإنه من الأفضل وضع رافعة تغيير السرعة على عمود التوجيه تحت عجلة القيادة . ويملأ صندوق التروس حتى مستوى معين تحدده سدادة جانبية بزيت تروس خاص ذي لزوجة عالية 90 (سي اويل) يمنع تآكل التروس والأعمدة وكراسيها ، شكل (6-34) .



شكل (6-34) مستوى زيت التروس

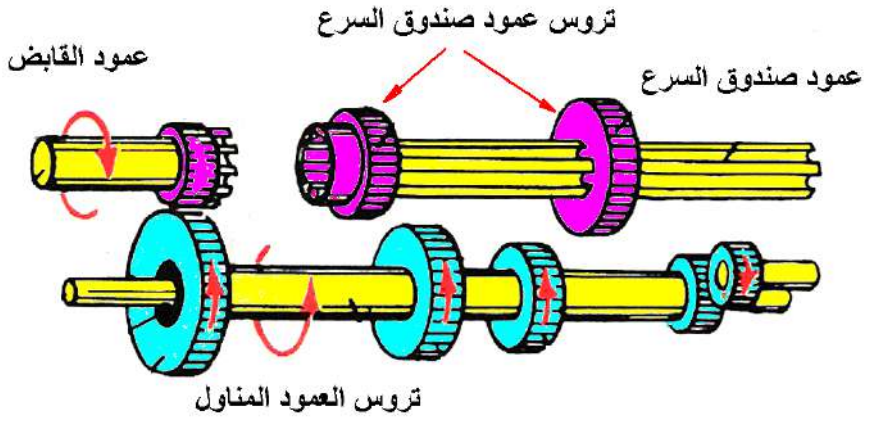
6-2-2-4 صندوق التروس ألانزلاقي (Sliding Gearbox) :

يعد صندوق التروس ذو التعشيق ألانزلاقي من أرخص وأقدم أنواع صناديق التروس ، دراسة هذا النوع من صناديق التروس يسهل فهم الأنواع الحديثة المتطورة من صناديق السرع . تزود بعض السيارات بصندوق سرعة ذي ثلاث سرعات أمامية ، وواحدة خلفية . في حين تزود بعض السيارات الأخرى بصندوق سرعة يعطي أربع سرعات أمامية ، وواحدة خلفية إلا أن نظرية العمل واحدة شكل (6-29) .

6-2-2-5 أداء صندوق التروس

1- وضع الحياد (Neutral) :

يستقر وضع رافعة (عصا) تغيير السرعة في هذا الوضع بحيث لايحدث تعشيق بين تروس عمود صندوق السرعة ، وترس العمود المناول ، ولا بين عمود صندوق السرعة وعمود القابض الشكل (6-35) .

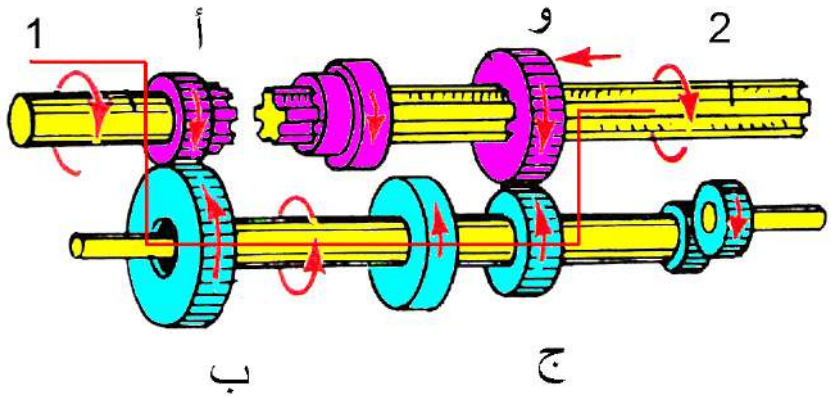


شكل (6-35) صندوق السرعة في وضع الحياد

وفي هذه الحالة عندما يدور المحرك ويدور معه عمود القابض ، يدور ترس القابض ويدير معه ترس العمود المناول الذي هو في تعشيق دائم معه مما يسبب دوران العمود المناول مع جميع التروس المثبتة فيه ، ولعدم تعشيق تروس العمود المناول مع أي مسنن آخر يدور المحرك دون أن تنتقل الحركة منه إلى العجلات .

2- السرعة الأولى (First Gear) :

عندما تحرك رافعة تغيير السرعة إلى وضع السرعة الأولى تحرك الترس الكبير (و) وهو ترس السرعة الأولى والموجود على عمود صندوق التروس (2) ويكون القابض غير معشق في أثناء عملية نقل الترس المذكور وذلك كي يقف تحرك عمود القابض والعمود المناول . وعندما يعشق القابض مرة ثانية تنتقل الحركة الدورانية خلال صندوق التروس المؤشر بالخط الأحمر وكما مبين في الشكل (6-36) .عمود القابض (1) ترس إدارة العمود المناول (ب) الترس المناول للسرعة الأولى (ج) ترس السرعة الأولى (و) الذي يدير عمود صندوق التروس (2) ثم تنتقل الحركة إلى العجلات عن طريق الوصلات المفصلية وعمود الإدارة .

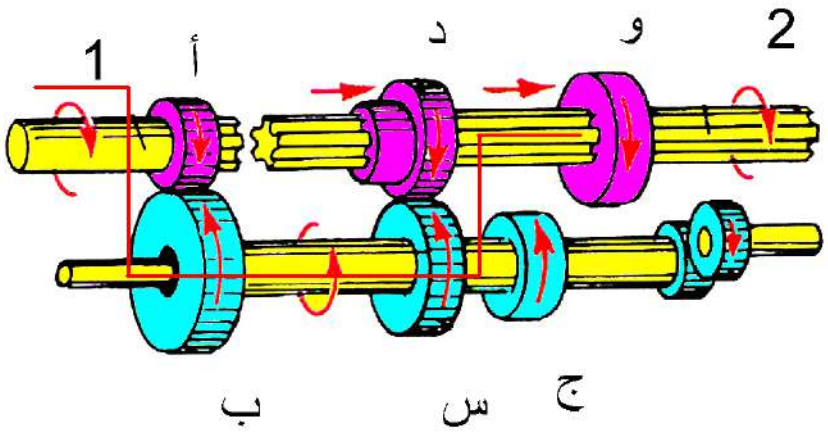


شكل (6-36) تعشيق التروس في صندوق التروس في وضع السرعة الأولى

3- السرعة الثانية (Second Gear) :

إذا أراد سائق السيارة تغيير السرعة من السرعة الأولى إلى السرعة الثانية ، يفصل تعشيق القابض بالضغط بقدمه على دواسة القابض ، ثم يحرك رافعة تغيير السرعة باتجاه السرعة الثانية ، شكل (6-37) فينفصل في هذه الحالة تعشيق ترس السرعة الأولى (الترس الكبير) (و) الموجود على عمود صندوق التروس ويبتعد عن الترس المناول للسرعة الأولى (ج) (الترس الصغير) وينزلق ترس السرعة الثانية (د) على عمود صندوق السرعة ، ليتصل مع الترس المناول للسرعة الثانية (س)

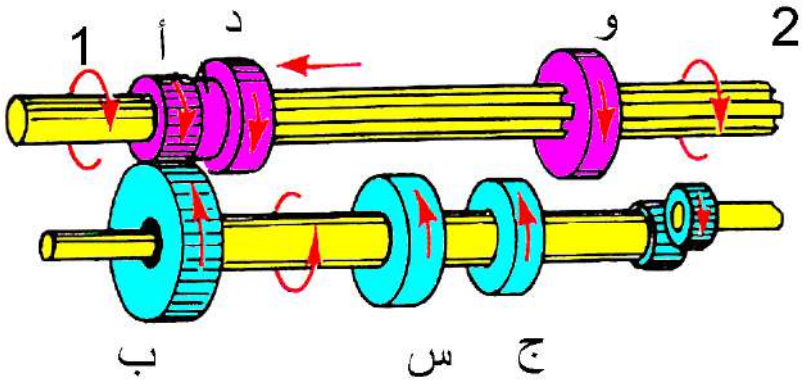
وعند تعشيق القابض مرة ثانية تنتقل الحركة الدورانية خلال صندوق السرعة وفق ما يأتي:
عمود القابض (1) – ترس القابض (آ) – ترس إدارة العمود المناول (ب) – الترس المناول للسرعة الثانية (س) – ترس السرعة الثانية (د) الذي يدير عمود صندوق السرعة (2) عن طريق المراود الموجودة في كل منها .



شكل(6-37) تعشيق التروس في حالة السرعة الثانية

4- السرعة الثالثة (السرعة المباشرة) (Third Gear) :

إذا أراد السائق زيادة السرعة للسيارة من السرعة الثانية إلى السرعة الثالثة ضغط بقدمه على دواسة القابض لفصل حركة المحرك عن صندوق السرعة وحرك ذراع تغيير السرعة إلى وضع السرعة الثالثة (السرعة العليا أو المباشرة في صندوق السرعة ذي الثلاث سرعات أمامية) ففي هذه الحالة يفصل تعشيق الترس المسنن للسرعة الثانية (د) عن الترس المناول للسرعة الثانية ويتحرك مسنن السرعة الثانية (د) وهو أيضاً مسنن السرعة الثالثة منزلقاً على عمود صندوق السرعة في اتجاه ترس القابض لتعشق الأسنان الجانبية له مع الأسنان الجانبية الموجودة على ترس القابض (آ) شكل (6-38) ويتعشق المسننان معاً ويدوران بالسرعة نفسها (عند تعشيق القابض ثانية) وتنتقل الحركة إلى عمود صندوق السرعة عن طريق المراود الداخلية الموجودة في ترس السرعة الثالثة ويكون عمود القابض وعمود صندوق السرعة جزءاً واحداً في هذه الحالة وهو ما يسمى بالنقل المباشر.



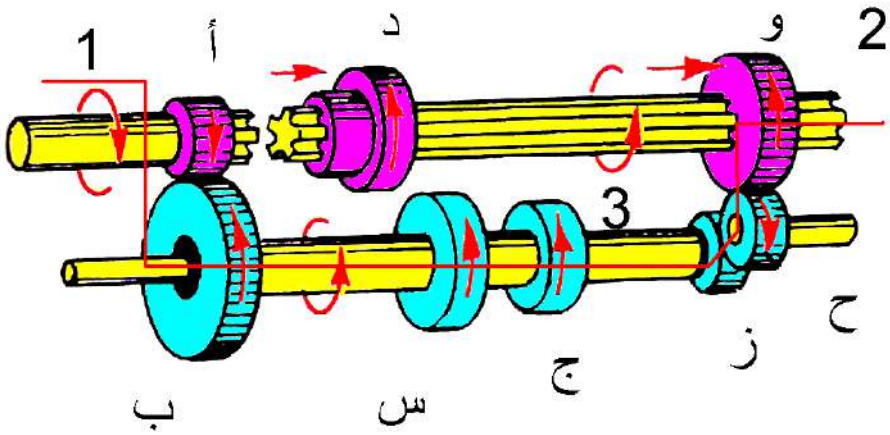
شكل(6-38) تعشيق التروس في صندوق التروس في وضع السرعة الثالثة

5- السرعة الخلفية (Reverse) :

عندما يريد السائق تغيير رافعة السرعة إلى السرعة الخلفية ، عليه أن يوقف السيارة ، ويضغط بقدمه على دواسة القابض ، لفصل تعشيقه ويحرك رافعة تغيير السرعة إلى وضع السرعة الخلفية

شكل(6-39) في هذه الحالة يتحرك ترس السرعة الأولى (وهو ترس الحركة الخلفية) بحيث ينزلق على عمود صندوق التروس ويعشق مع ترس السرعة الخلفية (ح) وعند إعادة تعشيق القابض مرة ثانية تنتقل الحركة الدورانية خلال صندوق السرعة على النحو التالي .

عمود القابض (1) ترس القابض (آ) ترس إدارة العمود المناول (ب) الترس المناول لترس السرعة الخلفية (ز) ترس السرعة الخلفية (ح) الترس (و) وهو ترس التحرك للخلف هنا .



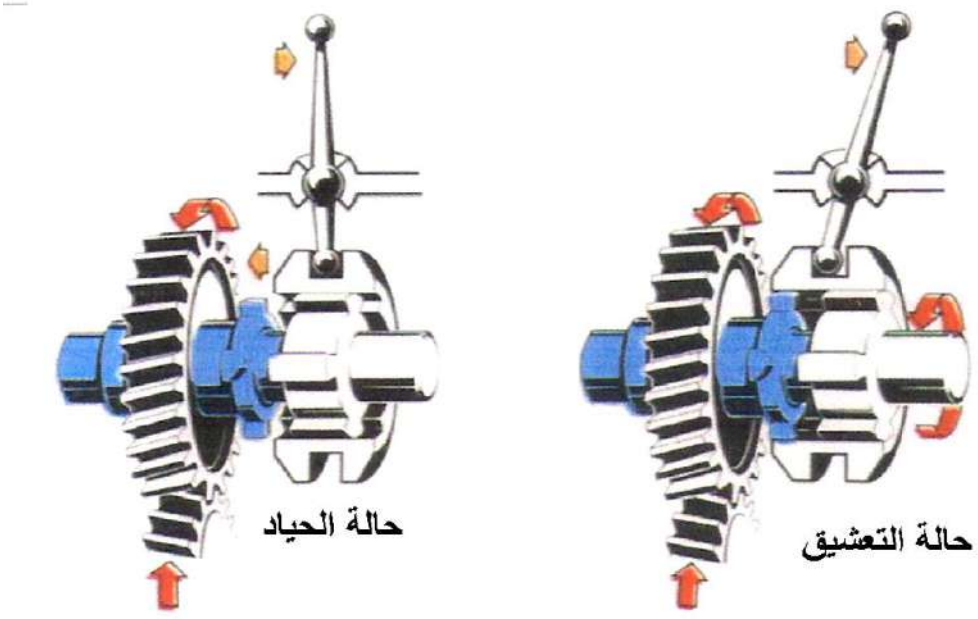
شكل (6-39) تعشيق التروس في صندوق التروس في وضع السرعة الخلفية

6-2-2-6 صندوق التروس دائم التعشيق (التوافقي) (Constant Mesh) :

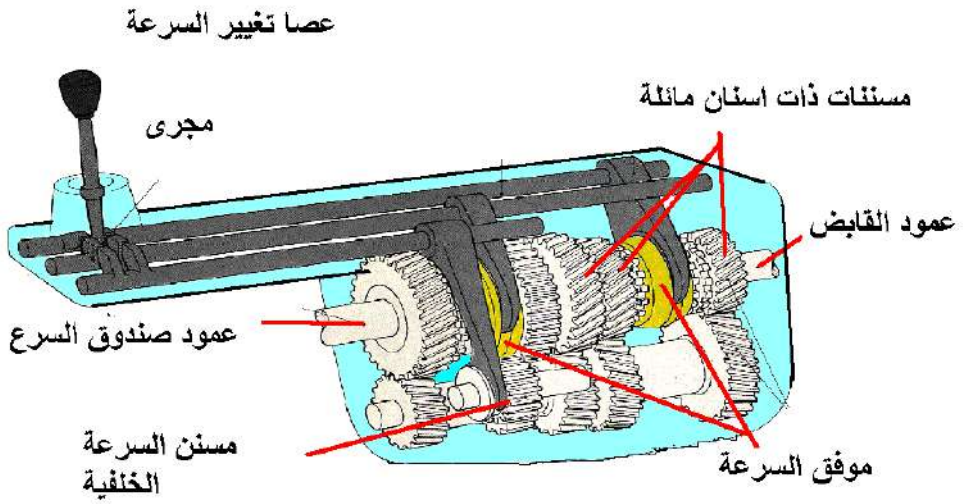
تزود صناديق تروس السيارات وعلى العموم سيارات الركوب وعربات النقل بنظام توافقي ، حيث التوافق يعني توحيد سرعتي جزأين ليكون التعشيق بينهما عند تغيير السرع أكثر سلاسة شكل (40-6) .

في صندوق تروس ذي ثلاث سرعات لاتشغل الأنظمة التوافقية الا للسرعتين الثانية والثالثة . هذا النظام ليس ضرورياً للسرعة الأولى أو السير إلى الخلف إذ أن السيارة تكون واقفة عند تعشيق إحدى هاتين السرعتين ، وبذلك يبقى التشغيل والتحكم في السرعة الأولى وفي السير إلى الخلف ، وكما هو الحال في صندوق تروس عادي .

كما مبين لنا في الشكل (41-6) تظل دائماً تروس السرعة الثانية معشقة ، بينما يمكن لترس العمود الثانوي أن يدور حول هذا العمود داخل جلبة ولمنعه من ذلك نثبته مع العمود الثانوي بواسطة النظام التوافقي . ويمكن لهذا النظام أيضا أن يثبت العمود الثانوي مع العمود الرئيسي (نقل مباشر) بواسطة أسنان جانبية .



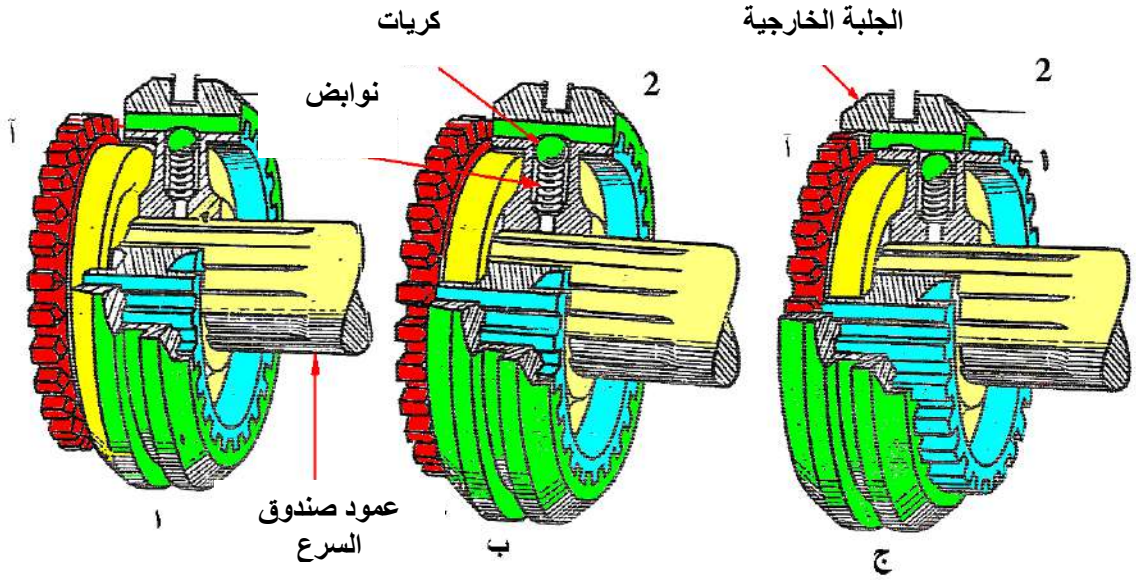
شكل(40-6) توحيد سرعتي جزأين باستعمال موفق السرع



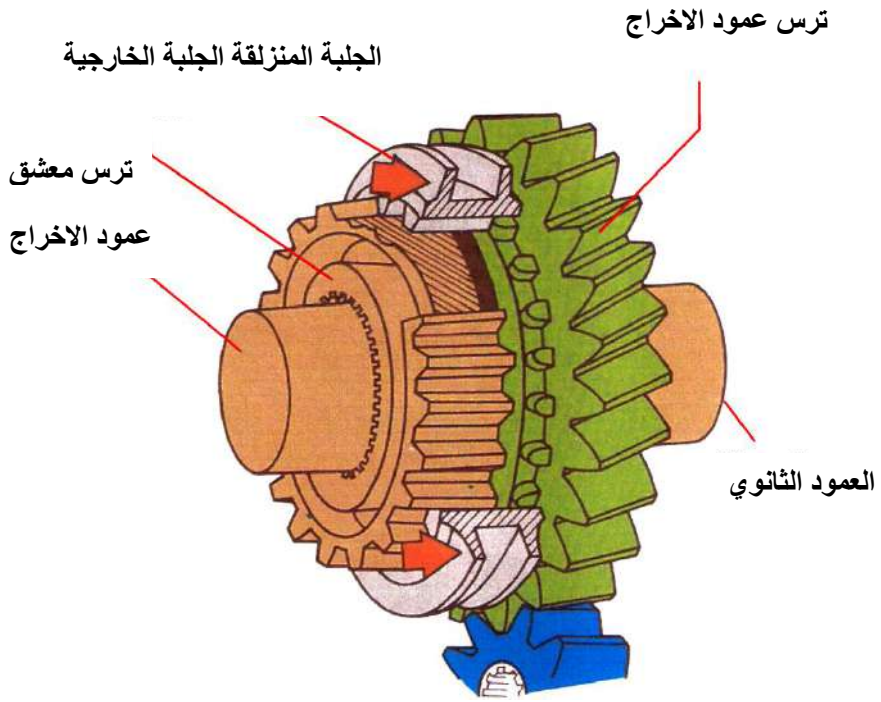
شكل (6-41) صندوق تروس توافقي

6-2-2-7 ميكانيكية عمل موفق السرع

تتلخص نظرية عمل هذا الجهاز في توفيق وتناسب سرعة دوران كل من الترسين المطلوب تعشيقهما للحصول على السرعات المطلوبة إذ يقوم الجهاز بعمله قبل تعشيق الترسين وهكذا فإن العمود الناقل للحركة (القائد) سوف يرفع سرعة الترس حر الحركة إلى المقدار الملائم فيتم التعشيق بنعومة وهدوء تام.وبديهي أن القابض يجب أن يكون معزولاً في أثناء القيام بنقل الحركة. والشكل(6-42)، والشكل (6-43) يبين الجهاز التوافقي في ثلاثة أوضاع مختلفة فالجلبة الداخلية (1) منزلقة على عمود صندوق السرعة والجلبة الخارجية (2) منزلقة على الجلبة (1) وتضم الجلبتان بعضهما إلى بعض بواسطة حوالي 6 كريات تضغط كل واحدة منها بواسطة نابض وتزود الجلبة الداخلية عند طرفيها بجزء مخروطي ، فلو أزيحت الجلبة الخارجية بوساطة رافعة تغيير السرعة تتحرك معها الجلبة الداخلية وحينئذ يتلامس المخروط الداخلي لهذه الجلبة مع المخروط الخارجي للترس(آ) الذي سيعشق معه ويدور المخروطان بفعل الاحتكاك بالسرعة نفسها شكل(6-42- ب) ولو تابعنا إزاحة رافعة تغيير السرعة بقوة أكبر فإن الجلبة الخارجية تضغط الكريات وتنزلق على الجلبة الخارجية تضغط الكريات وتنزلق على الجلبة الداخلية (1) حيث تتعشق مجاري الجلبة (2) مع أسنان المسنن (آ) مع بقاء مجاري الجلبة (2) معشقة مع مجاري الجلبة (1) كما هو واضح في الشكل (6-42- ج) ويقاد الآن عمود صندوق السرعة بوساطة المسنن (آ) .

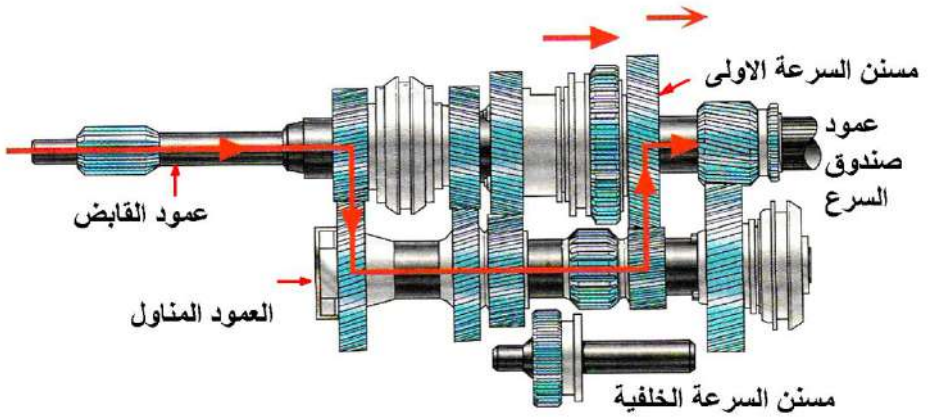


شكل(6-42) مكونات وعمل موفق السرعة في ثلاث أوضاع

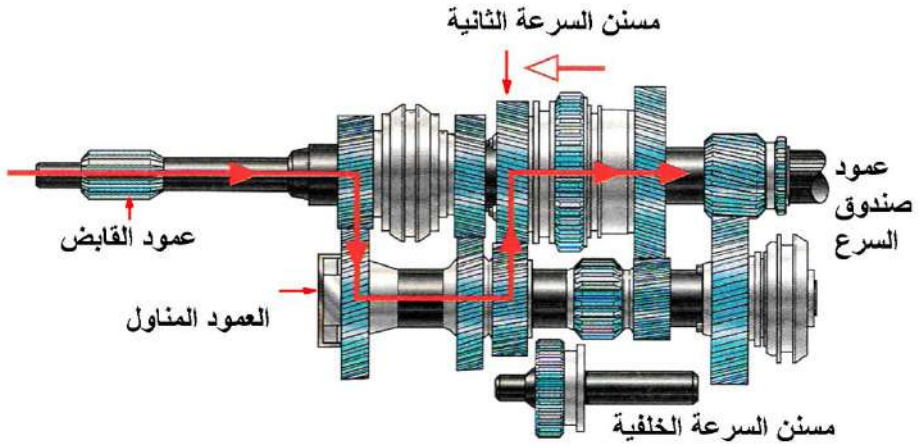


شكل(6-43) موفق السرعة

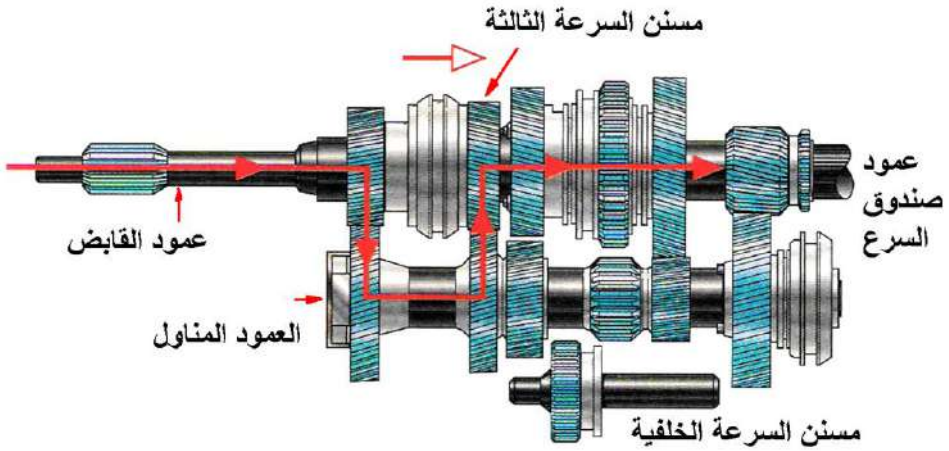
وحتى يتسنى تغيير السرعة يجب ألا ينزلق كل ترس تعشيق ، بل ينبغي أن يدور أيضا بخفة ليتمكن من التعشيق في الترس الثابت المناظر له .هذا الدوران ممكن لان مجاري العمود الثانوي هي أيظاً حلزونية . تتم هذه العملية مع السرع المبينة في الشكل (6-44) إلى الشكل (6-48) .



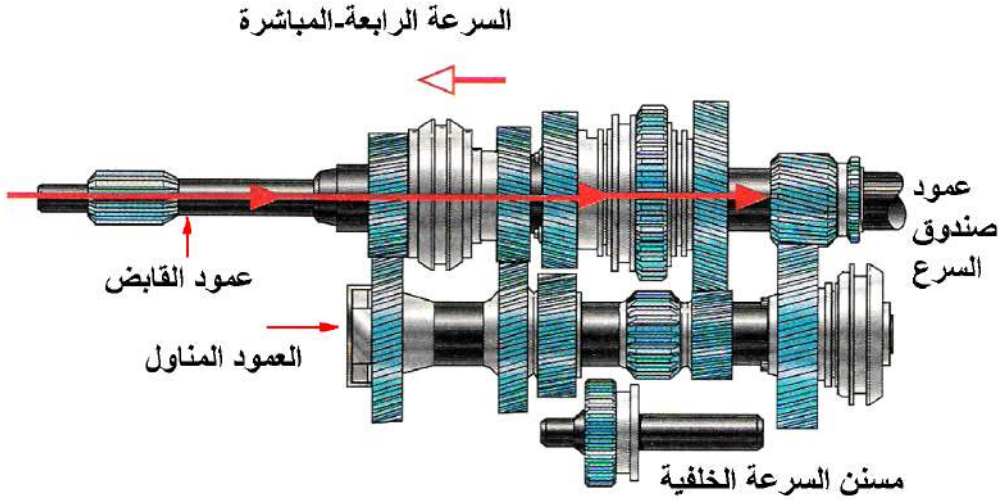
شكل(6-44) السرعة الأولى لصندوق سرع ذو تعشيق دائم (توافقي)



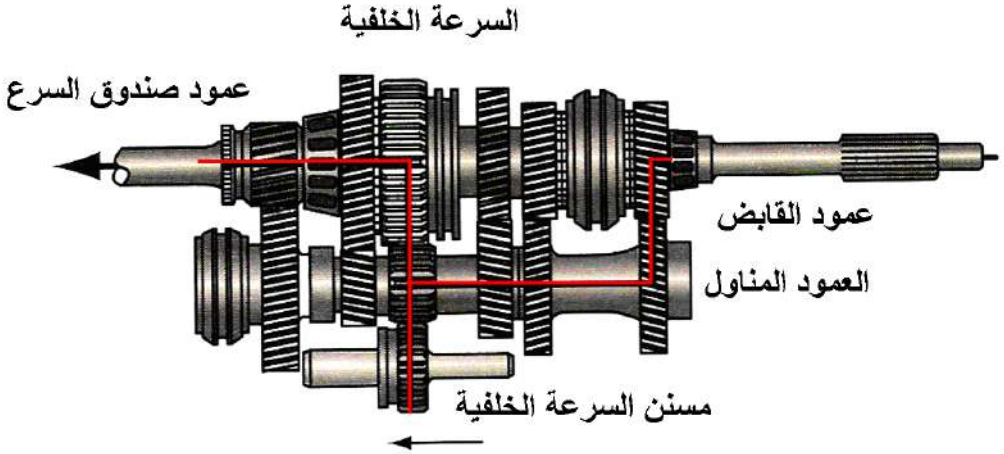
شكل (6-45) السرعة الثانية لصندوق سرع ذي تعشيق دائم (توافقي)



شكل(6-46) السرعة الثالثة لصندوق سرع ذي تعشيق دائم (توافقي)



شكل(6-47) السرعة الرابعة لصندوق سرع ذي تعشيق دائم (توافقي)

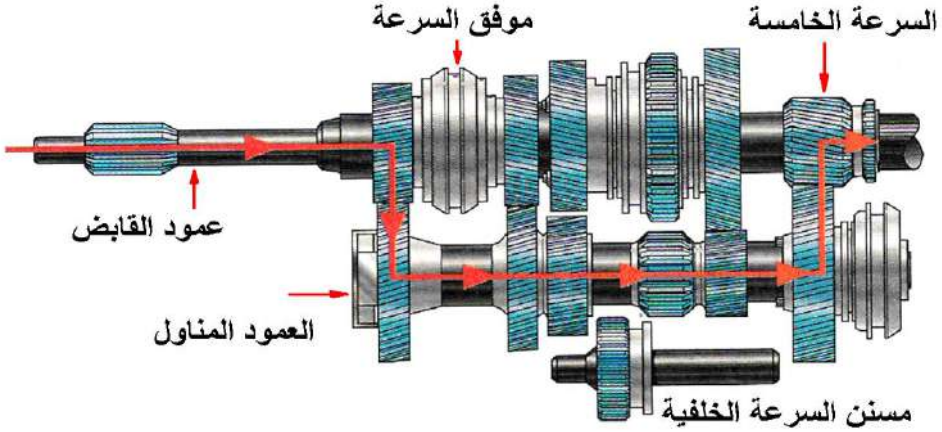


شكل(6-48)السرعة الخلفية لصندوق سرع ذي تعشيق دائم (توافقي)

8-2-2-6 السرعة الخامسة (السرعة الاقتصادية) (Fifth Gear) :

لتستعمل السرعة الخامسة أو مابعد السرعة المباشرة في السيارات ، على وفق شروط منها ، اجتياز المركبة السرعة 80 كم \ ساعة وعدم استعمالها في الأراضي المتموجة إذ أنها تسمى أحيانا بالسرعة الاقتصادية . أما سبب تسميتها بهذا الاسم، فيتبع وكما مبين في الشكل (6-49) . إذ تنخفض عندها سرعه المحرك وتزداد سرعه السيارة، وذلك لان ترس القائد في هذه السرعة يكون اكبر من ترس المقاد إذ عندها تزداد السرعة، ولكن ينخفض عزم المركبة ، وبانخفاض سرعة المحرك فان استهلاكه من الوقود ينخفض بالاستعمال الاعتيادي وبالسرعات الطبيعية .

أما سبب عدم استعمالها بأقل من السرعة 80 كم \ ساعة، وهو ما ذكر عن انخفاض العزم (عزم المركبة) .



شكل(6-49)السرعة الخامسة لصندوق سرع ذي تعشيق دائم (توافقي)

3-6 عمود الإدارة الخلفي (Prop Shaft) :

يطلق عليه تسميات مختلفة فيسمى عمود نقل الحركة وعمود الكاردن وشجرة نقل الحركة وعمود الإدارة . ولقد أطلق عليه عمود الكاردن ، وذلك نسبة إلى العالم الفرنسي الكاردن الذي كان له الفضل في اختراع أهم أجزاء الآلية، وهو عمود (الكاردن) الذي تكمن وظيفته في نقل الحركة الدورانية ما بين عمودين لايقع محوراهما على خط مستقيم واحد .

1-3-6 وظيفة عمود الإدارة الخلفي

تكمن وظيفة عمود الإدارة في نقل الحركة الدورانية من العمود الثانوي في صندوق التروس أو علبة التروس المساعدة إلى المحور الخلفي أو الأمامي (سيارات الدفع الرباعي) .

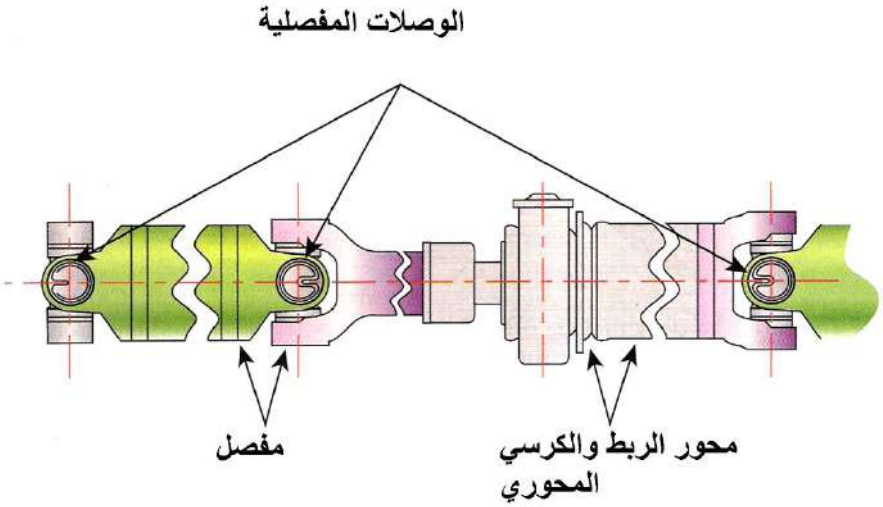
2-3-6 مواصفات عمود الإدارة الخلفي (Qualification Of Propshaft) :

1- خفيف الوزن حيث يكون مجوفاً ، لهذا السبب يقلل من عزم القصور الذاتي .

2- قوي بما فيه الكفاية لنقل العزوم من صندوق التروس ومقاوم للانحناء والالتواء،لذا فإنه يصنع من الفولاذ.

3- متوازن نظراً لدورانه عدد من الدورات مساوية أو أكثر أحيانا من عدد دورات المحرك ، لذلك يجب إن يكون موازناً لكي لا يسبب الارتجاجات ، و من الطبيعي إن نجد قطع معدنية ملصقة لغرض موازنته .

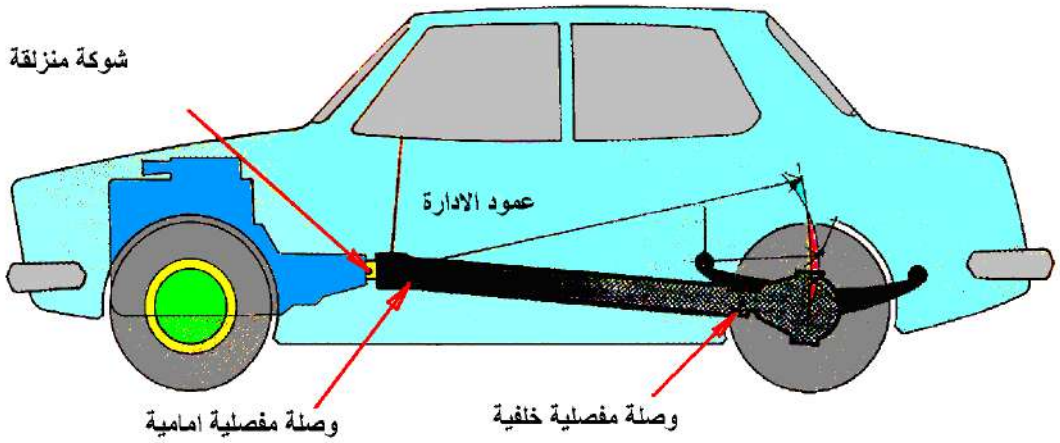
4- يمكن أن يستطيل أو يقصر حسب متطلبات وضع الطريق، هذا ما يوفره العمود ذو الأخاديد الداخلية والخارجية الذي يعمل كما يعمل التلسكوب ، لاحظ الشكل (6-50) .



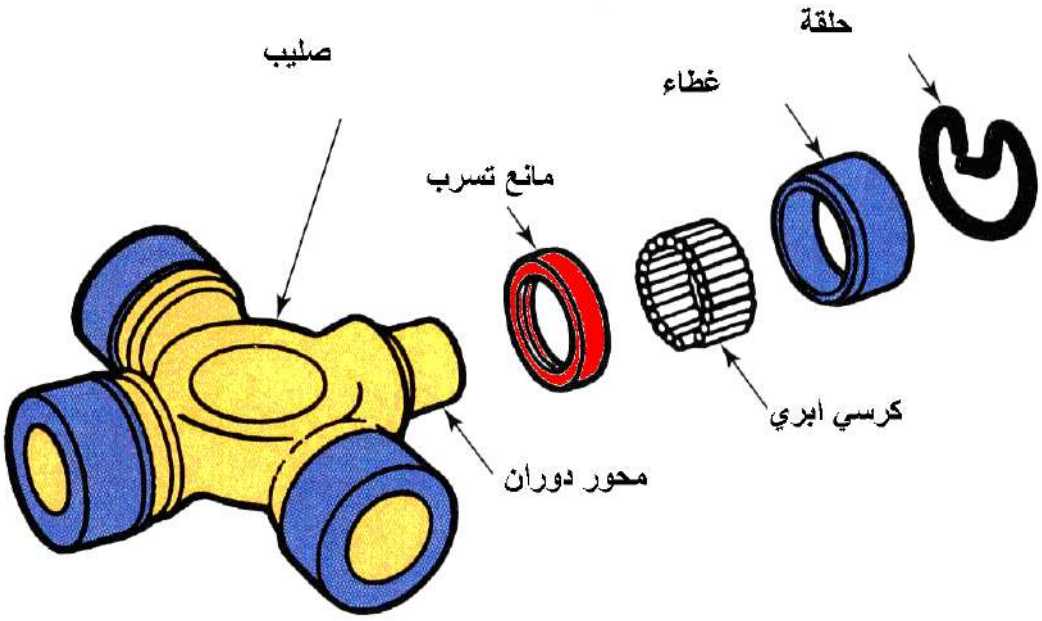
شكل (6-50) عمود الإدارة الخلفي

3-3-6 الوصلة المفصلية (Universal Joint) :

عندما تسير السيارة في طريق ما . فإن المحور الخلفي والأمامي يرتفع وينخفض تحت تأثير النوابض شكل(6-51) . ولما كان صندوق التروس مثبت في الإطار المعدني للسيارة ،فإن عمود الإدارة قد يميل قليلاً أو كثيراً . لذلك يجب وضع وصلتين مفصليتين على عمود الإدارة شكل(6-52) بطريقة تسهل دورانه في الوضع المائل بالنسبة للعمود الثانوي لصندوق التروس .



شكل (6-51) عمود الإدارة الخلفي مزود بوصلات مفصلية



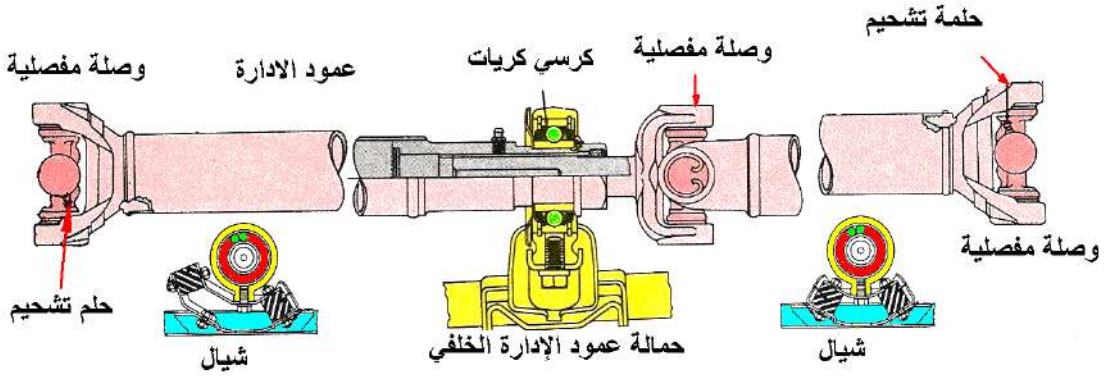
شكل (6-52) أجزاء الوصلة المفصلية (الصليب)

6-3-4 حماله عمود الاداره الخلفي (شيال) PROP MOUNT(SUPPORT) :

يتكون عمود الاداره في السيارات الطويلة من قطعتين أو ثلاث ، موصل بعضها ببعض بواسطة وصله نقل (حمالة عمود الإدارة) مثبته في المساند العرضيه لإطار السيارة المعدني الشكل (6-53) . ومن اجل الحصول على نقل للحركة دون ضجيج ، تعلق أحيانا هذه الحمالات في كتل من المطاط ، وإذا احتوى عمود النقل على وصلتين، فيجب أن توجد الشوكات في المستوى نفسه على عمود النقل .

وفي هذه الحالة فقط يدور عمود الاداره بانتظام ، وكذلك العمود الثانوي لصندوق تروس السرعات مع ضمان انه لم تحدث ذبذبات التواء . سبب تقطيع عمود الإدارة إلى جزأين أو ثلاث هو لتلافي إضافة تأثير انحناء الأعمدة الطولية المتسبب لمزيد من الاهتزازات في العمود، فكلما قصر العمود قل انحناءه وتولد الاهتزازات في العمود .

لتجنب أي خطا ، توضع علامة على عمود النقل وجلب الوصله الأولى بواسطة سهام يجب إن تتواجه رؤوسها عند التركيب .

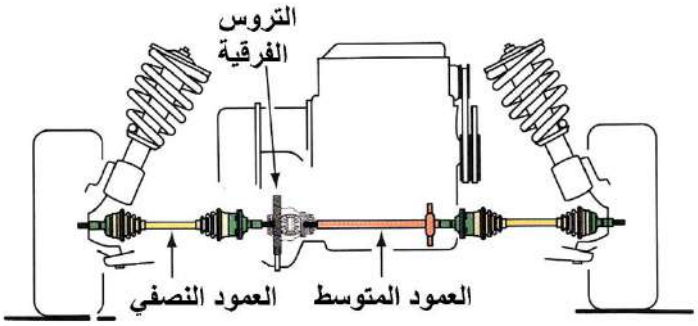


شكل(6-53) حمالة عمود الإدارة الخلفي

4-6 إيصال الحركة إلى العجلات في سيارات السحب الأمامي FWD

المركبات الحديثة تستعمل العجلات الأمامية لتحريك السيارة وتوجيهها في الوقت نفسه ، مما يجعل عملية نقل الحركة لا تحتاج إلى عمود إدارة خلفي ، إذ إن الحركة تخرج مباشرة من صندوق النقل (Drive Shafts TransAxle) لتدخل إلى العجلات الأمامية من خلال المحاور الأمامية

راجع الشكل (6-54)، إذ أنها تقوم بإدارة العجلات لتسيير السيارة وفي الوقت نفسه تسمح بتوجيهها من خلال الوصلات المفصلية (قارنه مفصلية) .

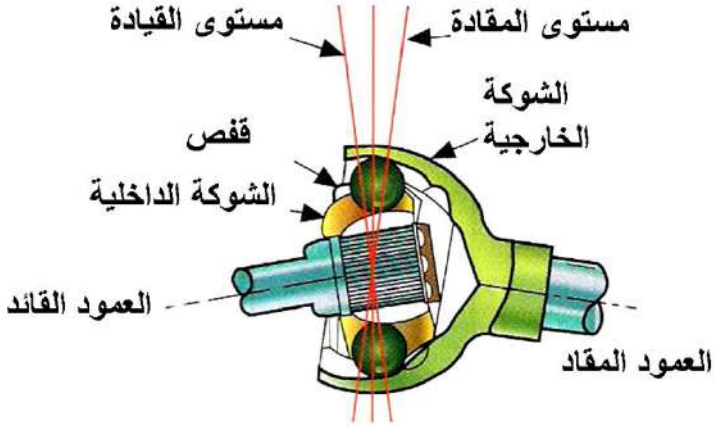


شكل (6-54) أعمدة إدارة متماثلة في الطول

1-4-6 الوصلة المفصلية الخارجية (رأس درايف شفت) (Cv Joint):

الوصلة المفصلية الخارجية المستعملة بشكل واسع جدا في السيارات التي تدعى شيبا (التسمية العالمية للوصلة المفصلية) . وهي مصممة لتحريك وإدارة عمود الإدارة في سرعة ثابتة أثناء انحنائها لحد زاوية 40 درجة .

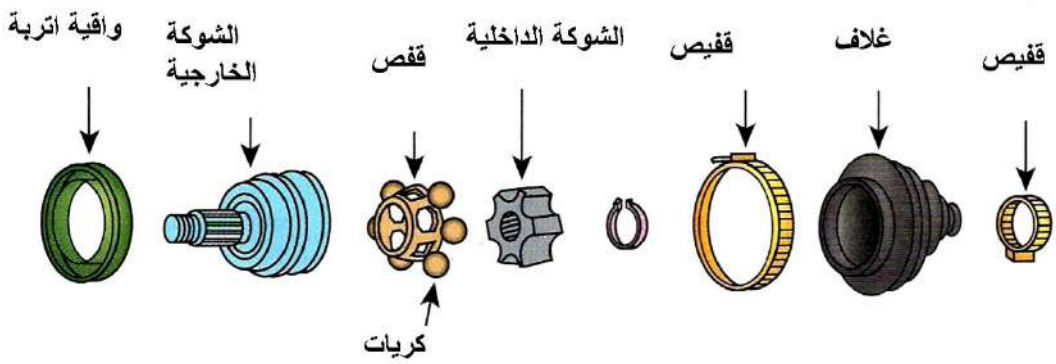
الوصلة المفصلية (شيبا) الشكل (6-55) والشكل (6-56) تحتوي على ست كريات فولاذية تتحرك في مجرى منحني بين الجزء الخارجي والداخلي . وهناك قفص يحافظ على وضع الكريات في الوصلة .



شكل(6-55) الوصلة المفصلية الخارجية (راس درايف شفت)

العزم ينتقل من خلال الجزء الداخلي الى الكرات ومن ثم إلى الجزء الخارجي من الوصلة .

تقوم الكرات الفولاذية بتقسيم الزاوية بين العمود القائد والعمود المقاد، مما يتيح للعمود المقاد بالدوران بسرعة ثابتة بالرغم من تغير زاوية القيادة .

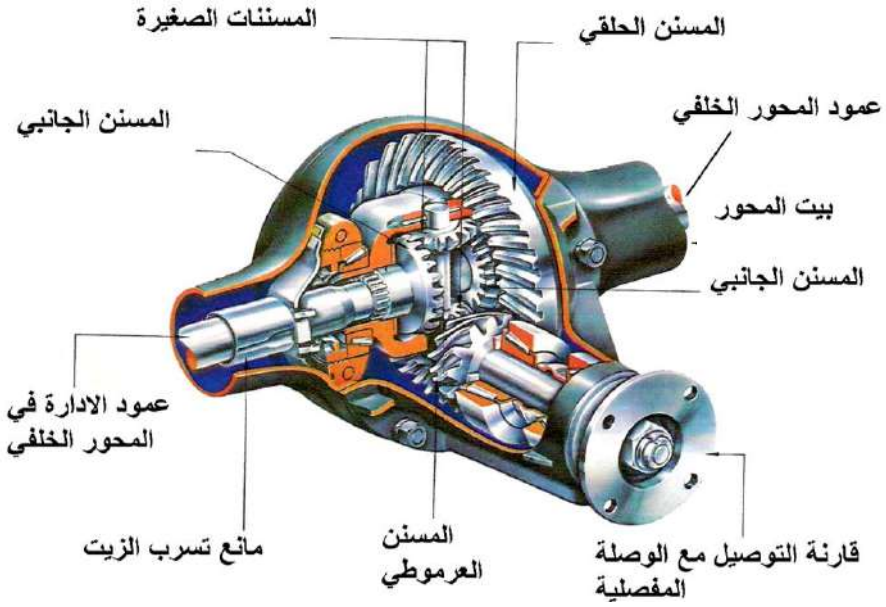


شكل (6-56) أجزاء الوصلة المفصلية

2-4-6 المحور الخلفي (rear Axle) :

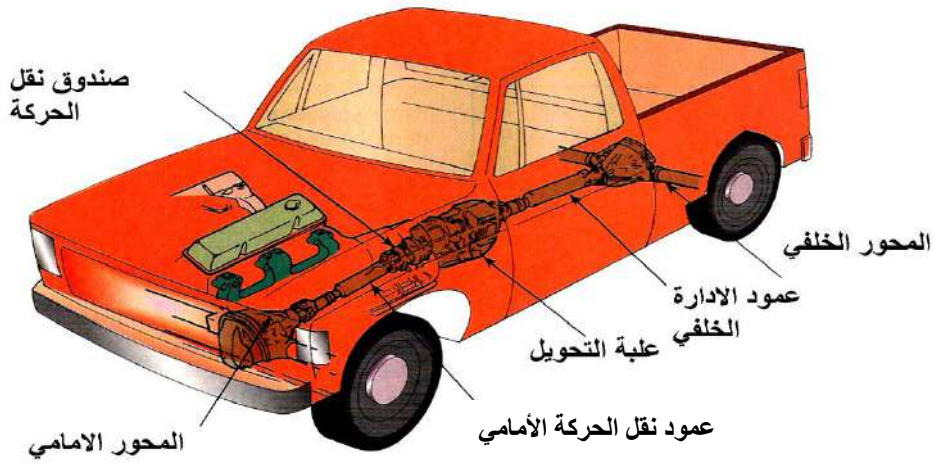
يتكون المحور الخلفي في سيارات الدفع بالعجلات الخلفية من علبة مصنوعة من الصلب المكبوس ، توضع داخلها مجموعة التروس الفرقية ومجموعة النقل والعمودان النصفيان .

يبين الشكل (6-57) تركيب التروس . يتكون المحور الخلفي غالباً من أجزاء مختلفة مجمعة بوساطة اللحام أو بوساطة براغي وصواميل .



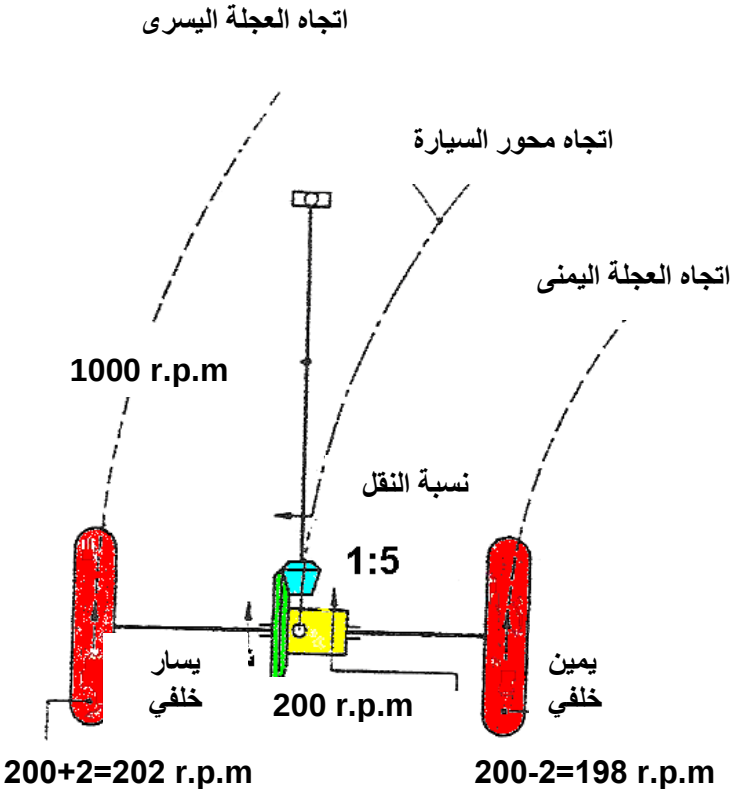
شكل (6-57) الجزاء الرئيسة للمحور الخلفي

في حالة الدفع في العجلات الأربع ، يوضع هذا الجزء أما إلى اليمين أو اليسار . وهذا ضروري إذ أن الأعمدة التي تتحكم في العجلات الأمامية والخلفية توجد بجانب المحرك وصندوق التروس ، ويركب على الناحيتين ، قرص لملاقاة لوح تثبيت الفرامل شكل (6-58).



شكل(6-58) سيارة دفع بالعجلات الأربعة

يعمل المحور الخلفي على نقل الحركة الدورانية من عمود الإدارة إلى العجلتين الخلفيتين ، كما يعمل على زيادة سرعة دوران العجلة الخارجية الشكل (6-59) عند انعطاف السيارة عن سرعة العجلة الداخلية القريبة من مركز الدوران ، فضلاً من حمل مؤخرة السيارة .

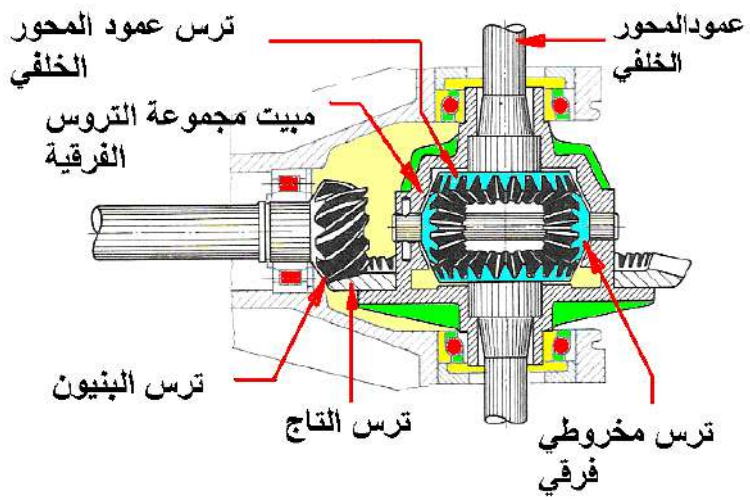


شكل (6-59) رسم تخطيطي يبين اختلاف في عدد دورات العجلات اليمنى واليسرى

5-6 أجزاء المحور الخلفي (Parts Of Rear Axle) :

1-5-6 ترس الإدارة وترس التاج (Crown And Pinion Gear) :

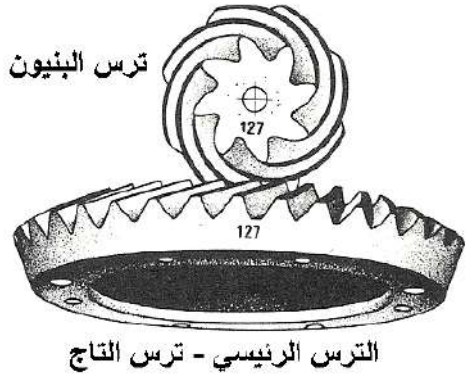
ترس الإدارة (البنيون) وهو ترس مخروطي صغير متصل مع عمود الإدارة الخلفي ويعمل على نقل حركته إلى ترس التاج (وهو ترس مخروطي أيضاً) المتعامد معه والذي يحمل علبة التروس الفرقية التي تقوم بنقل الحركة إلى العجلات عن طريق الأعمدة النصفية ، وبما أن عدد أسنان ترس التاج أكبر من عدد الأسنان الموجودة على ترس الإدارة الصغير، لذلك تكون نسبة تخفيض السرعة في مجموعة التروس الفرقية كبيرة الشكل(6-60) .



شكل (6-60) أجزاء المحور الخلفي

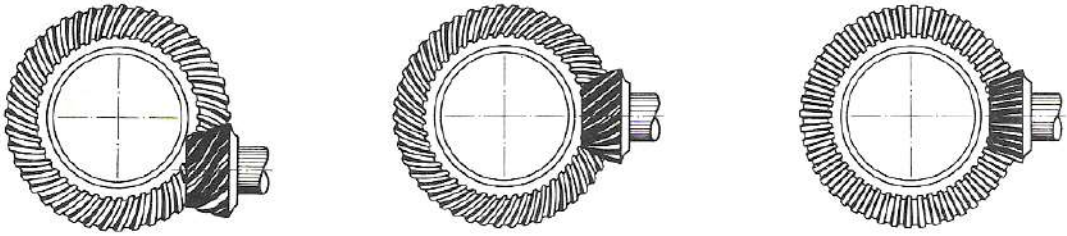
وتختلف نسبة السرعة باختلاف تصميم السيارة وتتراوح نسبة نقل التروس بين 3.36 : 1 أو 5 : 1 في سيارات الركوب أي إن ترس التاج يحوي عدداً من الأسنان يساوي من 3.36 إلى 5 مرات عدد أسنان ترس البنيون بحيث يدور ترس الإدارة الصغير 3.36 إلى 5 دورات (حسب نسبة السرعة) حتى يدور ترس التاج مرة واحدة . وفي سيارات النقل الثقيلة تكون نسبة التروس 1:9 ويمكن الحصول على مثل هذه النسبة العالية باستعمال تخفيض مزدوج.

استعملت في التصميمات الحديثة تروس حلزونية أحرف أسنانها حلزونية أو منحنية ، ويسمح ذلك باشتباك أكثر من زوجين من الأسنان في الوقت نفسه، وبذلك يصبح التآكل منتظماً وتتم عملية نقل الحركة دون حدوث أصوات عالية وإذا مد محور العمود الحامل لترس الإدارة فإنه يقطع خط المنتصف لمحاور العجلات الشكل (6-61) .



شكل (6-61) تروس مخروطية حلزونية

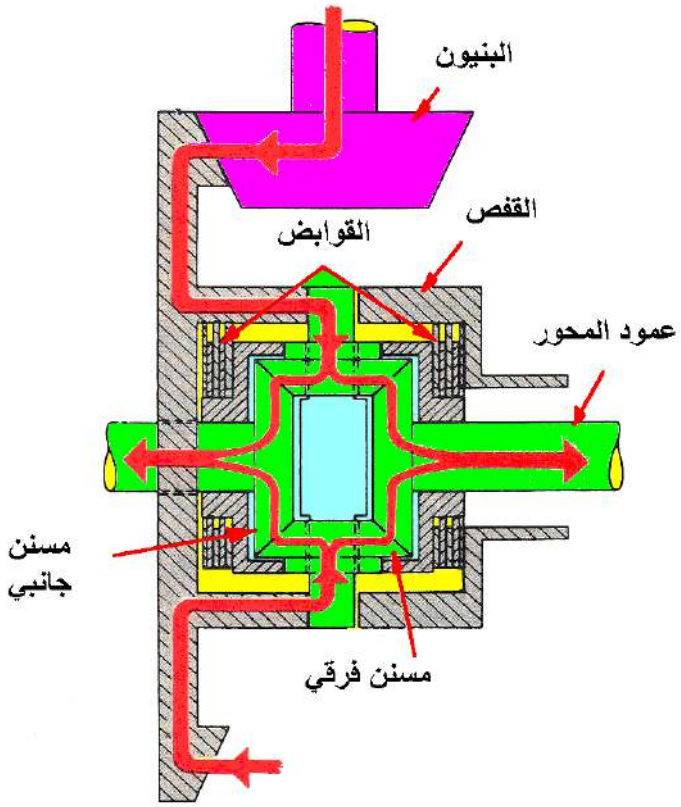
تمتاز السيارات الحديثة بانخفاض جسمها وقربه من سطح الأرض . وحتى لايتداخل جسم السيارة مع عمود الإدارة استعملت التروس المنخفضة المركز (هايبويد) في مجموعة التروس الفرقية، شكل (6-62)، وتشبه هذه التروس إلى حد ما التروس الحلزونية إلا أن تكوين الأسنان يسمح لعمود تروس الإدارة بالانخفاض عند مستوى محور ترس التاج، ونتيجة هذا الوضع المميز لترس الإدارة بالنسبة إلى ترس التاج، لايتم اتصال الأسنان بوساطة الدحرجة فقط ، ولكن يتم جزئياً بوساطة الانزلاق ، مما يستدعي استعمال زيت خاص له مزية استبقاء طبقة الزيت في وضعيتها طيلة مدة عمل الأسنان دحرجة وانزلاقاً وبشكل عام استخدام مادة التزييت الهيبودية أو متعددة الأغراض بالمسننات محدداً وموصى به .



شكل (6-62) أنواع مختلفة لتروس الإدارة

6-5-2 طريقة عمل المجموعة الفرقية (Differential) :

عند وصول الحركة إلى عمود الإدارة، فإنه يقوم بتدوير ترس البنيون، وهذا يسبب دوران الترس التاجي وغلاف المجموعة الفرقية ، مع الغلاف يدور أيضاً عمود التروس الفرقية، وبسبب تعشيق التروس الفرقية مع التروس الجانبية سوف تجبر الأخيرة على الدوران عند سير السيارة بصورة مستقيمة إن التروس الفرقية و التروس الجانبية تدور كوحدة واحدة مع غلاف المجموعة دون أي حركة بين الأسنان . عند استدارة السيارة يستمر الغلاف بالدوران، وتستمر التروس الفرقية بالدوران مع محورها وإذ أن العجلة الخارجية يجب أن تدور أسرع من الداخلية ففي هذه الحالة فإن التروس الفرقية لن تستمر في الدوران مع محورها، وإنما ستدور حوله أيضاً وبذلك تسمح للترسين الفرقيين ليس فقط بتدوير الترسين الجانبيين، وإنما السماح لأحدهما بالدوران أسرع من الأخرى شكل (6-63) .



شكل(6-63) عمل المجموعة الفرقية

6-5-2 الأعمدة النصفية (أعمدة إدارة العجلات) (Half Shafts) :

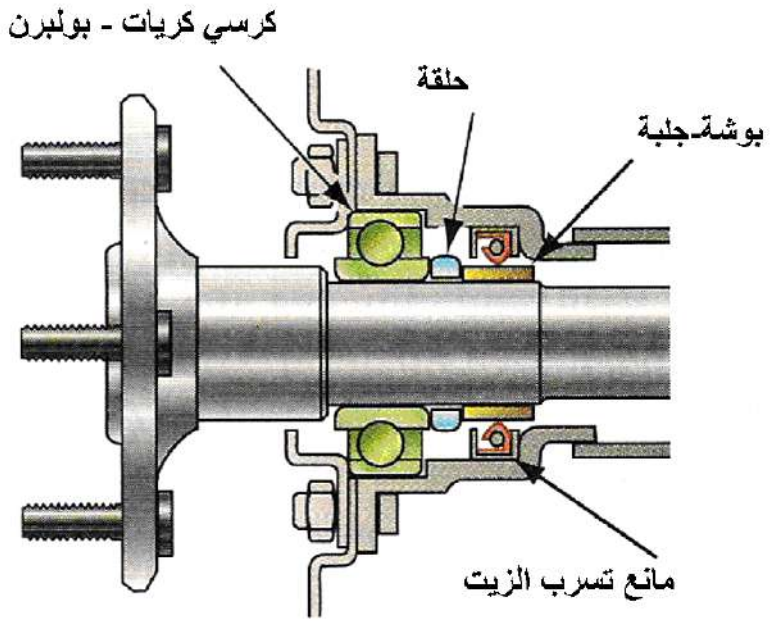
تقسم الأعمدة النصفية التي تدير عجلات السيارة حسب طريقة ارتكازها على ثلاثة أنواع :

1- الأعمدة نصف الطافية (Half Flooting) :

يبين الشكل (6-64) عموداً نصفياً مستنداً على كرسي مخروطي ، يتحمل هذا العمود ثقل السيارة ويتحمل عزم الانحناء . وينقل هذا العمود عزم الإدارة أيضاً ويقاوم حركات اللي الناتجة عن الدفع الجانبي عند سير السيارة في اتجاه منحن أو في أثناء انزلاقها .

أما طرف العمود النصفي من جهة مجموعة التروس الفرقية، فإنه يتصل بها بوساطة وصلة ذات مراود ويرتكز كل من الترس الجانبي (المخروطي) والعمود النصفي على غلاف التروس الفرقية الذي يرتكز بدوره على كراسي في جسم مجموعة التروس وبذلك يمكن القول إن طرف العمود النصفي ناحية المجموعة الفرقية (طاف) لأنه لايحمل بطريقة مباشرة ثقل السيارة .

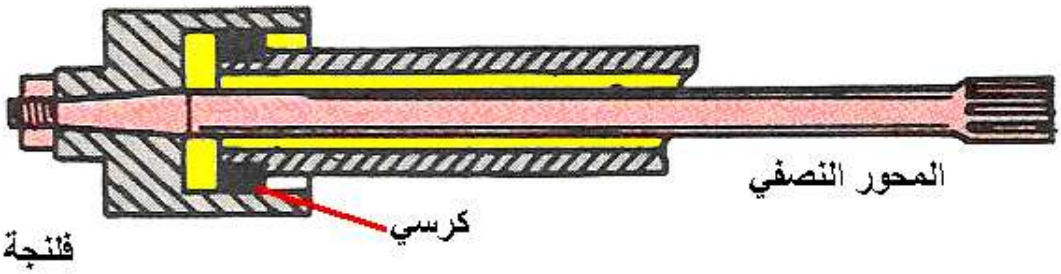
أما طرف العمود من جهة العجلة فهو الذي ينقل عزم الإدارة ويتحمل ثقل السيارة، لذلك يسمى هذا النوع من الأعمدة نصف الطافية .



شكل (6-64) عمود نصف طافي

2- الأعمدة 4\3 طافية (Three Quarter Flooting) :

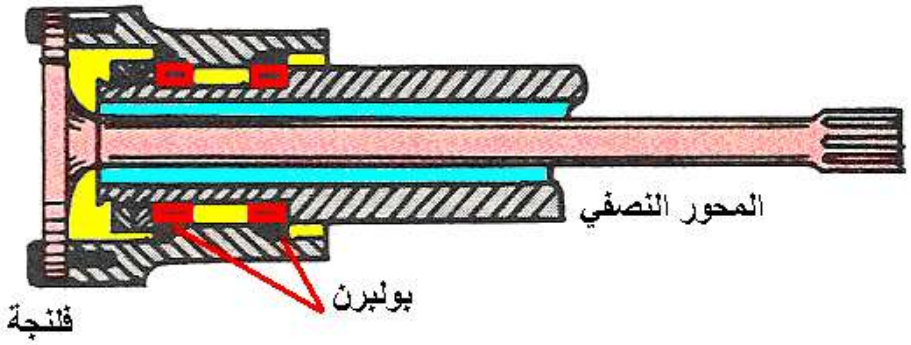
يشبه طرف العمود 4\3 طاف من جهة مجموعة التروس الفرقية الوضع نصف الطافي ، أما طرف العمود من جهة العجلة فيركب في سرة العجلة وترتكز العجلة على كرسي موجود في الجهة الخارجية لغلاف المحور شكل (6-65) وهذا يخلص العمود من ثقل السيارة إذ يحمل الكرسي الموجود على غلاف المحور ذلك الحمل . وينقل هذا النوع من الأعمدة النصفية عزم الإدارة ويقاوم حركات اللي الناتجة عن الدفع الجانبي عند السير بالسيارة في اتجاه منحن أو في أثناء انزلاقها، ويستعمل هذا النوع من الأعمدة النصفية في السيارات الكبيرة، وفي بعض السيارات المتوسطة .



شكل (6-65) العمود 4\3 طافي

3- الأعمدة الطافية (Full Flooting) :

في هذا النوع من الأعمدة يعوم طرف العمود الموجود جهة المجموعة الفرقية، بينما يتصل طرف العمود من جهة العجلة، بسرة العجلة وترتكز العجلة على غلاف المحور الخلفي بطريقة تشبه الطريقة المستعملة في النوع 4\3 طاف ، ترتكز العجلة بوساطة كرسيين على غلاف المحور الخلفي (كراسي بلحية مخروطية) تحمل ثقل السيارة وتعمل على حفظ العجلة في مكانها الصحيح وبذلك تعفي العمود النصفي من مهمة حمل جزء من السيارة ومقاومة حركة اللي التي يتعرض لها بنتيجة الدفع الجانبي ويصبح للعمود مهمة واحدة فقط هي نقل عزم الدوران إلى العجلة، ويستعمل هذا النوع من الأعمدة في سيارات النقل الثقيلة والباصات شكل (6-66) .



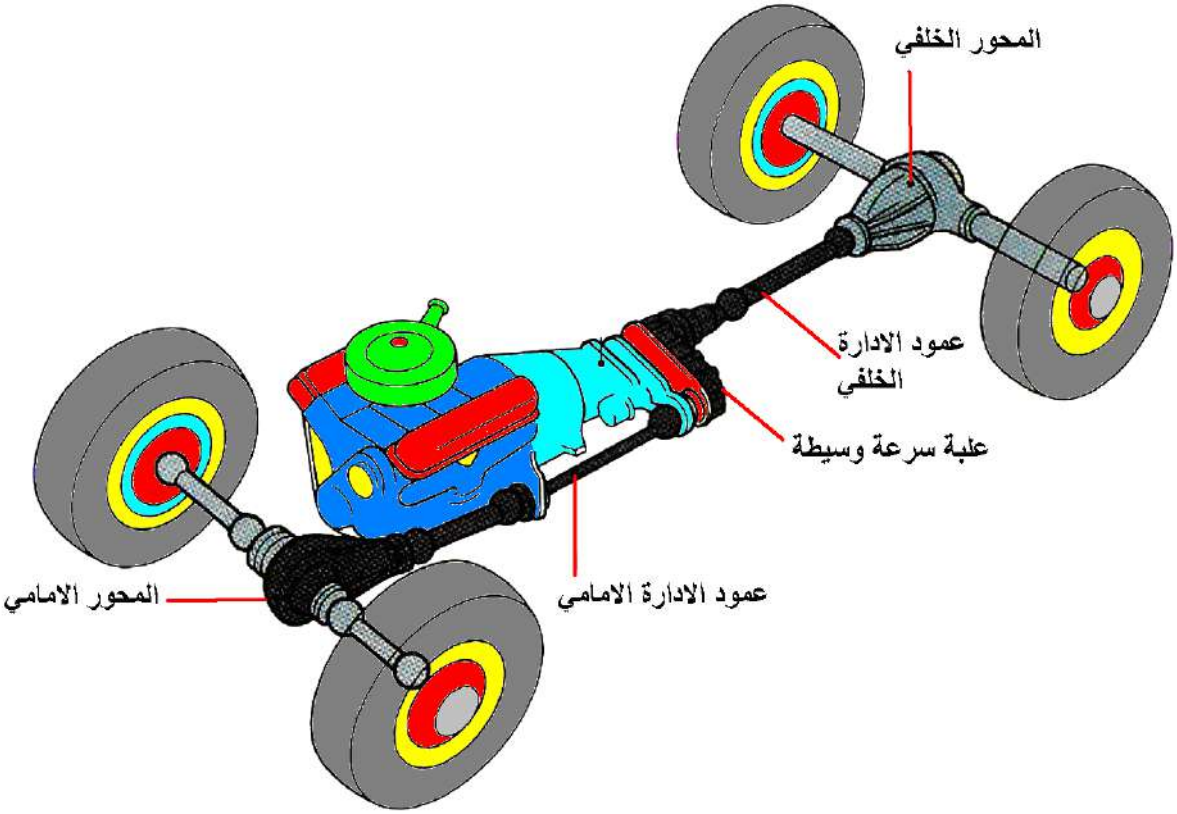
شكل (6-66) العمود الطافي

6-5-4 الدفع بالعجلات الأربعة (Four Wheel Drive)

معظم سيارات الركوب الصغيرة تسير بوساطة عجلتين ، أما بالعجلتين الخلفيتين أو العجلتين الأماميتين . في حال تغيير نوع الطريق في ظروف معينة مثل الصقيع والوحل والأمطار التي عندها يكون الطريق منزلقاً بسبب عدم توفر الكمية الكافية من الاحتكاك بين الطريق والعجلات الدافعة للسيارة عندها تنزلق إحدى العجلات أو كلا العجلات . وبسبب عدم المسك الجيد بين العجلات والأرض .

عند قيادة السيارة بالعجلات الأربع فان تماسك العجلات والأرض تكون أفضل وخاصة في الطرق الزلقة، وذلك لأن وزن السيارة نستفاد منه في زيادة القوة المبذولة في دفع السيارة على العجلات الأربع .

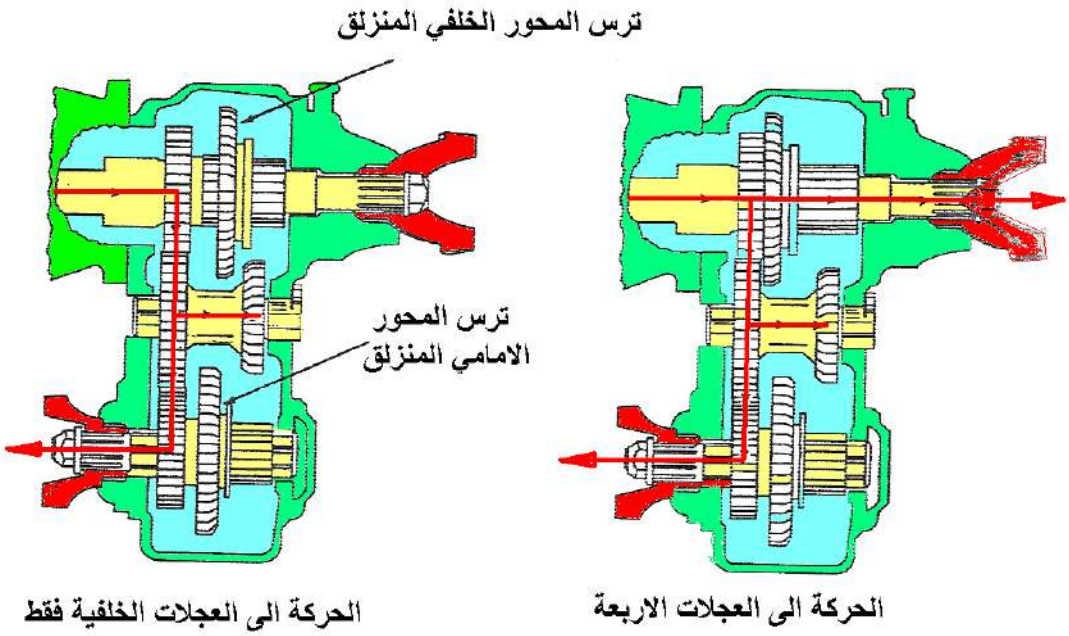
هناك نوع من المركبات نحتاج فيها إلى نقل الحركة إلى العجلات الاربع أو المحور الأمامي والمحور الخلفي في الوقت نفسه شكل (6-67) . إذ يكون هناك ما يساعد على ذلك الذي هو عبارة عن جهاز مساعد لصندوق التروس (علبة تحويل الحركة) شكل(6-68) يقوم بتوزيع الحركة إلى المحور الأمامي والخلفي وحسب الطلب .



شكل (6-67) نقل الحركة إلى المحور الخلفي والأمامي في الوقت نفسه

6-5-4-1 علبة تحويل الحركة لسيارات الدفع الرباعي (Transfer Case) :

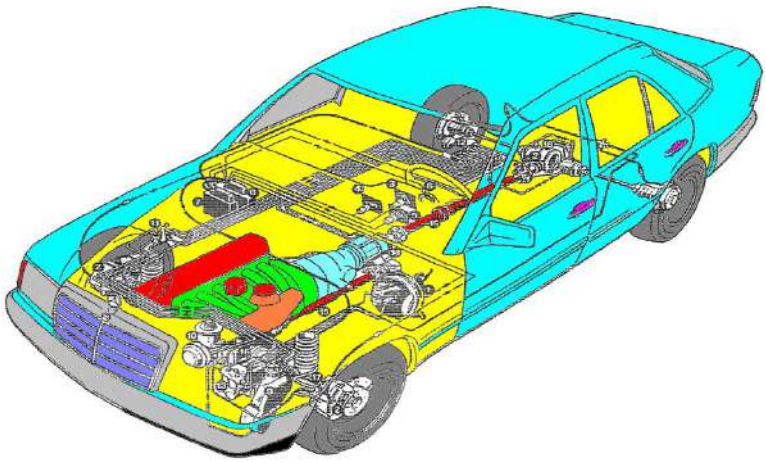
تستعمل جميع علب تحويل الحركة مسننات مستقيمة في تحويل الحركة شكل(6-68) ماعدا العلب التي تحتوي على مسننات كوكبية في تحويل الحركة . تستعمل علبة تحويل الحركة لسيارات الدفع الرباعي في تخفيض السرعة إلى العجلات الأمامية والخلفية لزيادة عزم العجلات في تجاوز العقبات عند الحاجة إليها وخاصة في استعمالها خارج الطرق التقليدية .



شكل (6-68) علبة تحويل الحركة

6-5-4-2 منظومة التعشيق الأوتوماتيكي للعجلات الأربعة (4 Matic) :

إن الوظائف الرائدة لمنظومة (4 matic) تقوم على أساس استعمال الحاسوب للسيطرة شكل (6-69). فخلافاً للمفاهيم الأخرى عن السحب بجميع العجلات ، فإنها منظومة سيطرة دقيقة التنسيق ، لاتقوم بتعشيق العجلات الأربع وإقفال التروس الفرقية إلا عندما يترتب على هذا التعشيق منافع فعلية تضمن حالة أفضل من السحب والتصاق السيارة بالطريق ، و زيادة في مستوى الأمان . إن هذه المنظومة تعمل بالضبط وفقاً لما تمليه ظروف القيادة وبمراحل متصاعدة وبدون أي تأخير كان، ومن المنطق فان (4 matic) يفصل التعشيق مباشرة عندما لاتتطلب إليه الحاجة.



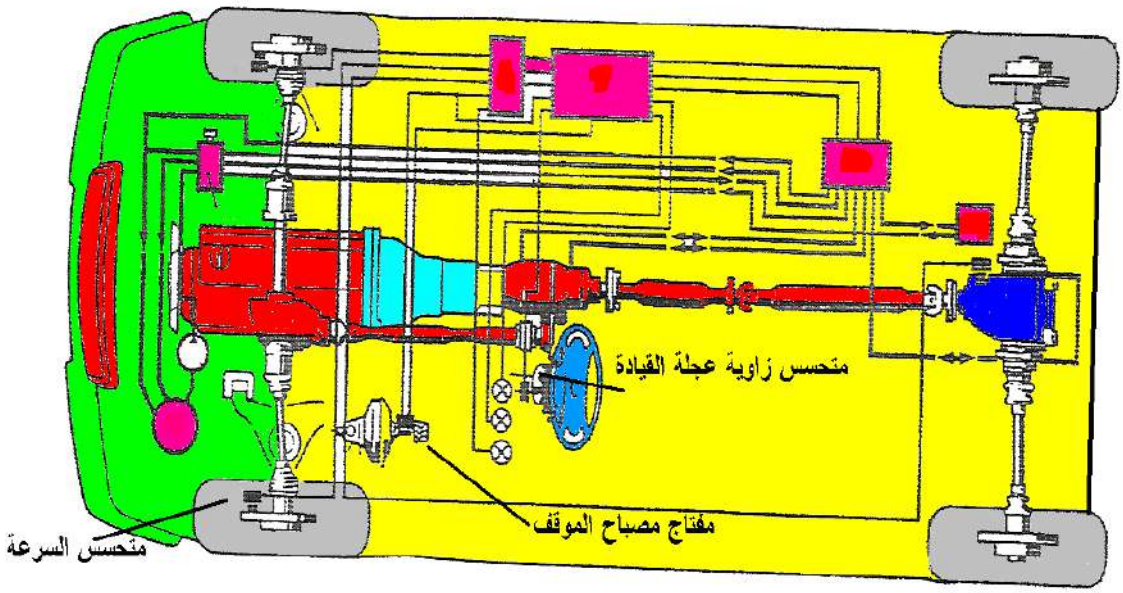
شكل (6-69) منظومة التعشيق الأوتوماتيكي للعجلات الأربعة 4 matic

باستعمال السحب الخلفي التقليدي تقرر المنظومة على أساس ذلك وخلال عشر من الثانية ، فيما إذا كان من الضروري تعشيق العجلات الأمامية وإقفال التروس التوافقية ، وبذلك تضمن التصاقاً امثل بالطريق واستقرارية ممتازة في الاتجاه حتى في ظل الظروف الصعبة للطريق ، ووفق المعايير الرئيسة الآتية الشكل (6-70).

1- الانزلاق
2- سرعة السير على الطريق
3- زاوية عجلة القيادة
4- التعجيل
5- الوقت
6- تشغيل الموقف

ويستلم الحاسوب الإشارات المطلوبة من

1- متحسس السرعة الدورانية الموجودة في العجلات الأمامية وفي المجموعة المركزية للمحور الخلفي
2- متحسس زاوية عجلة القيادة
3- مفتاح مصباح الموقف



شكل (6-70) مخطط يبين مواقع أجزاء منظومة التعشيق الأوتوماتيكي للعجلات الأربع

6-6 جهاز نقل الحركة الذاتي (Automatic Transmission) :

إن حوالي 90% من السيارات المنتجة حديثاً في الولايات المتحدة الأمريكية ، تحتوي على محول سرعة ذاتي ، وذلك لرغبة مالكي السيارات بالقيادة السهلة . إضافة إلى إن النقل الأوتوماتيكي يوفر عمر أطول لمحرك السيارة وعمر أطول لمجموعة النقل النهائي مقارنة بالسيارات ذات أجهزة نقل يدوي ، وذلك لعدم السماح له بالتحميل الزائد .

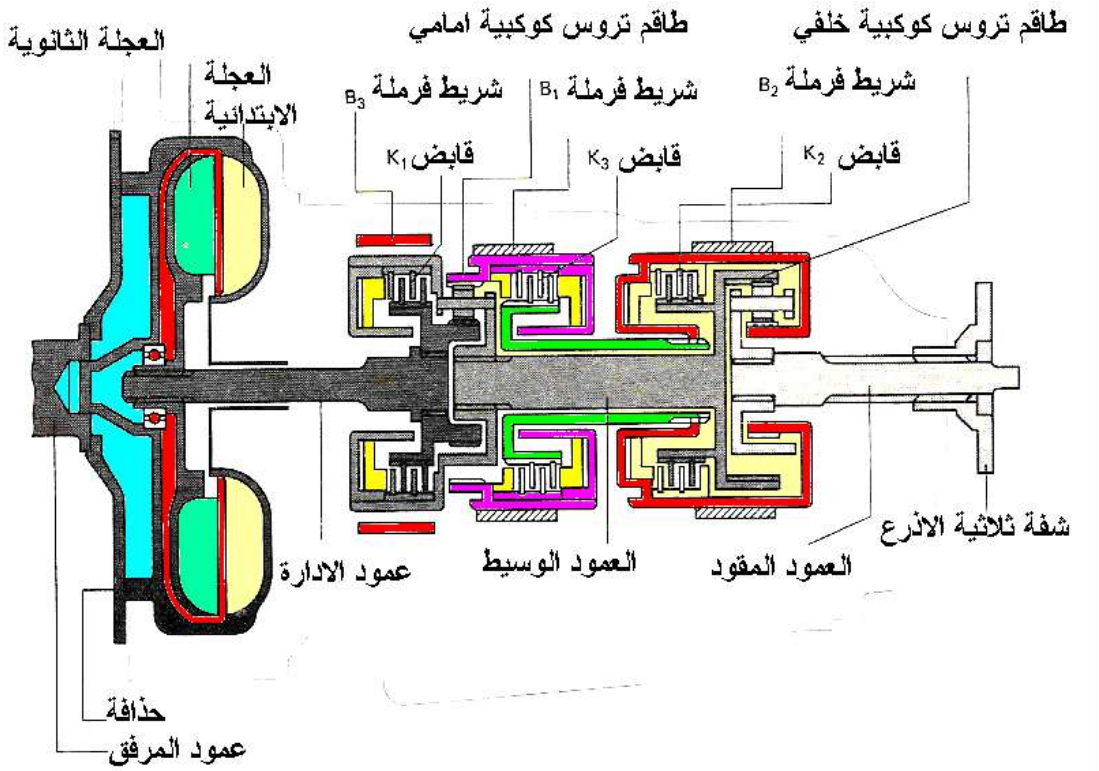
معظم مجاميع النقل الذاتية تختلف في الشكل والتصميم ولكنها تشترك في الأجزاء الأساسية الآتية الشكل (71-6) :

1- واحد أو أكثر من وصلة نقل بالسوائل أو محول العزم

2- واحد أو أكثر من التروس الكوكبية

3- صمامات مناسبة لتوجيه سريان سائل (زيت) أجهزة النقل

4- مجموعة من صمامات السيطرة الهيدروليكية

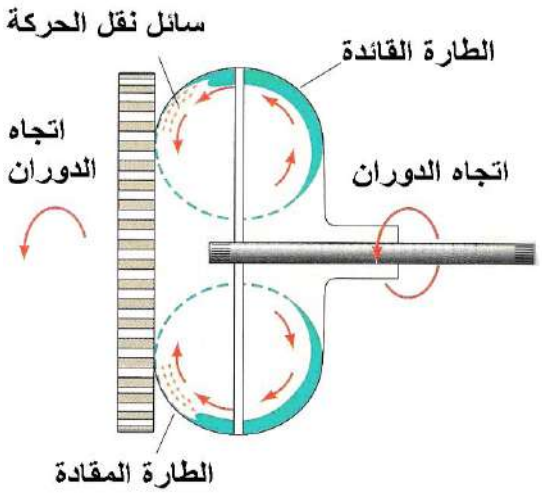


شكل (6-71) الأجزاء الأساسية لمجموعة النقل الذاتية

1-6-6 منظومة التوصيل بالسائل (Fluid Coupling) :

تستعمل منظومة التوصيل بالسائل بشكل واسع مع أجهزة نقل الحركة الذاتية وشبة الذاتية ،في أثناء عمل المنظومة ،فأنها تعمل وكأنها قابض ذاتي الحركة ، يوصل ويفصل الحركة ذاتياً ، إذ ينزلق في السرعات المحايدة والواطئة، وتقوم بنقل الحركة مع زيادة سرعة المحرك .

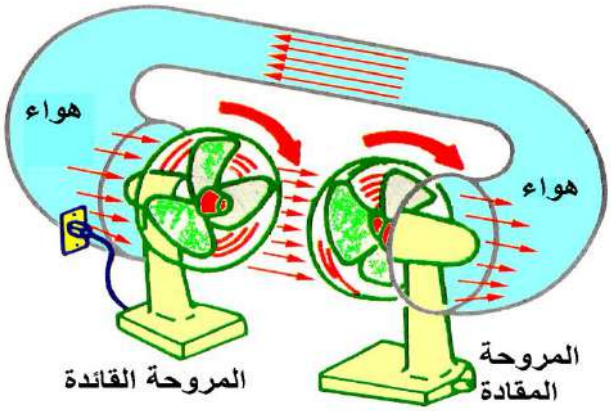
القدرة في هذه المنظومة تنقل من خلال زيت ، حيث لايوجد أي اتصال فيزياوي بين المحرك ومحور نقل الحركة كما هو مبين في الشكل (6-72) فان جهة من المنظومة مربوطة بالمحرك (الدولاب الطيار) بينما الجهة الثانية ترتبط بمحور نقل الحركة .



شكل (6-72) التوصيل بالسائل

2-6-6 مبدأ عمل الوصلة الهيدروليكية :

تخيَل مروحتين موضوعتين بشكل متقابل على بعد صغير من بعضهما البعض ، فإذا أديرت إحدى المروحتين، فإن الهواء المندفع منها يسبب دوران المروحة الأخرى.

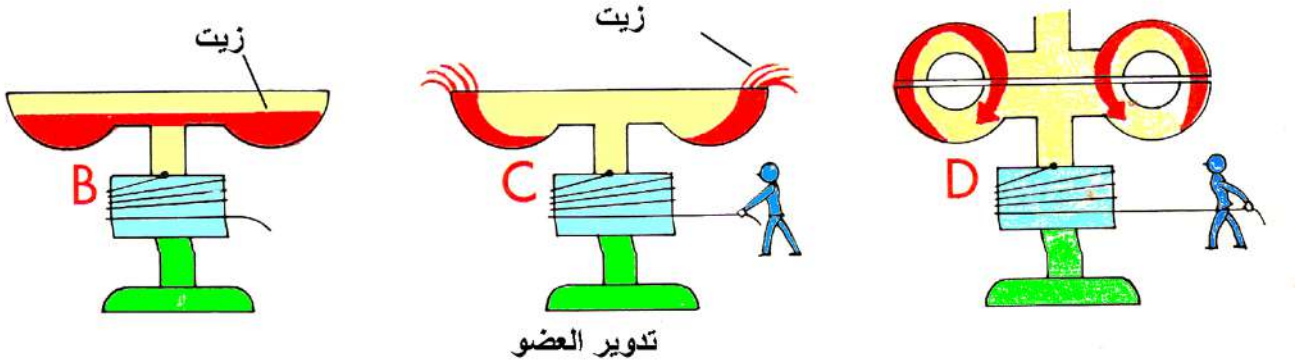


شكل (6-73) فهم أساس عمل الوصلة الهيدروليكية

تسمى المروحة الأولى بالمروحة القائدة، وتسمى المروحة الأخرى بالمروحة المنقادة، كما في الشكل (6-73) . يقوم الهواء هنا مقام وسيط لنقل القدرة . وبما أن المروحتين تقعان في مكان مفتوح فإن المفاقيد تكون كبيرة و لن يكون نقل القدرة فعالاً جداً .

تعمل الوصلة الهيدروليكية إلى حد ما على المبدأ نفسه. لكن يستعمل الزيت بدلاً من الهواء . وبما أن العضوين المقاد والقائد، مركبان بشكل قريب جداً من بعضهما، وفي مكان مغلق فإن نقل القدرة من القائد إلى المقاد يكون فعالاً جداً.

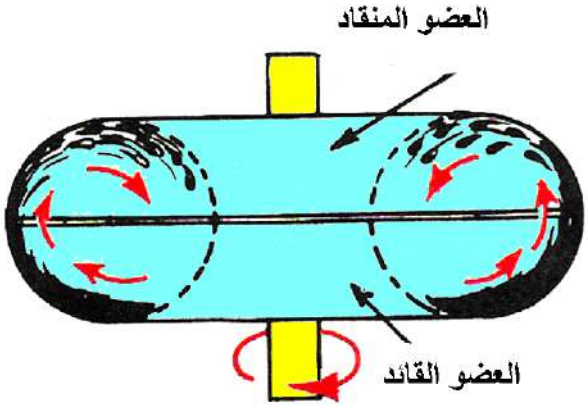
إذا وضع زيت في وعاء أفقي (يشبه العضو القائد) كما في الشكل (6-74) ، وأدير هذا الوعاء فإن الريش ستحرك الزيت حولها بسرعة عالية . وحركة الزيت هذه تسمى حركة دورانية . تنشأ عن الحركة الدورانية قوة طاردة مركزية تسبب تطاير الزيت إلى الخارج نحو الأعلى . وعند وضع وعاء آخر (عضو آخر) مشابه له فوقه فإن الزيت المتطاير المندفع للخارج من العضو القائد سيدير العضو المقاد .



شكل (6-74) قوة الطرد المركزي تسبب تطاير الزيت

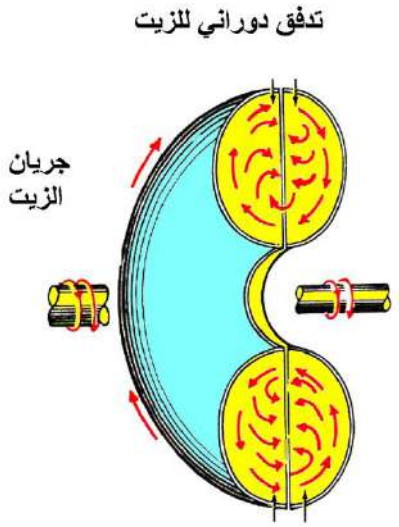
6-6-3 طريقة عمل الوصلة الهيدروليكية :

الوصلة الهيدروليكية هي عبارة عن عضوين قائد ومقاد . يصطدم الزيت المتناثر من العضو القائد للخارج بقوة بالريش الموجودة في العضو المقاد . وبعد اصطدامه بالريش ينتقل للأعلى ثم يعود للأسفل إلى داخل العضو القائد . وهكذا فإنه طالما يدور العضو القائد فإن الزيت يقذف للخارج والأعلى مقابل ريش العضو المقاد . الشكل (6-75) .

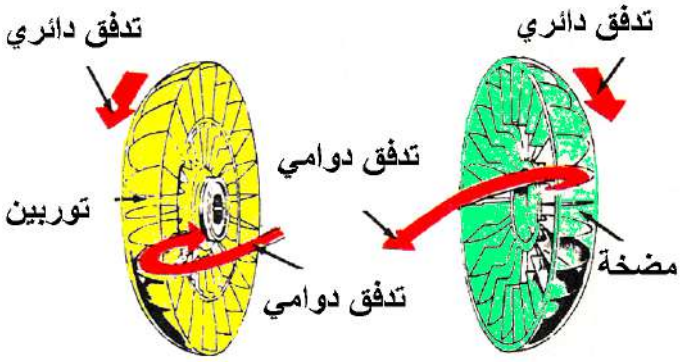


شكل (6-75)

وتسمى هذه الحركة الدائرية للزيت بالحركة الدوامية أو التدفق ألدوامي ، وتحدث الحركة نفسها عندما يكون جزءا العضوين في الوضع العمودي، كما في الشكل (6-76) والشكل(6-77):



شكل (6-76) التدفق الدائري للزيت



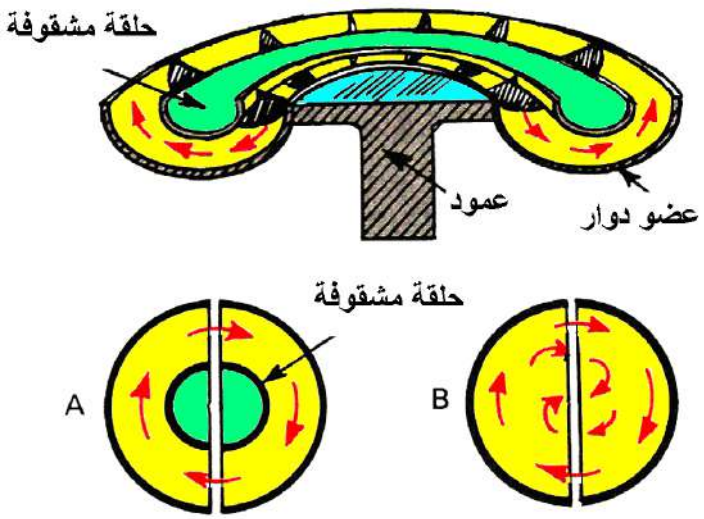
شكل (6-77) التدفق الدوامي للزيت

وعندما تزداد سرعة العضو القائد فإن التدفق الدوامي والدائري للزيت يصبحان أكثر عنفاً ، وهذا ينتج عنه دوران أسرع للعضو المنقاد .

وفي النهاية فإن سرعة العضو القائد والعضو المنقاد تصبح متعادلة . وعند هذه النقطة يكون التدفق الدوراني ثابتاً ، أما التدفق ألدوامي فيكون قليلاً أو معدوماً .

وبما أن التدفق الدوامي ينتج عن القوة الطاردة المركزية التي تقذف الزيت باتجاه الخارج فإن كان الجزآن يدوران بالسرعة نفسها ، فإن كل جزء سوف يحاول أن يقذف زيتاً إلى الجزء الآخر ، موقفاً بذلك التدفق الدوامي . ولمساعدة الزيت في المحافظة على التدفق المنتظم .

توضع أحياناً حلقة جوفاء في كل عضو . ويوجد حولها ، وفائدة هذه الحلقة منع الزيت من الدوران حول المنطقة المركزية حتى لايتسبب في عرقلة التدفق الدوامي كما في الشكل (6-78) .



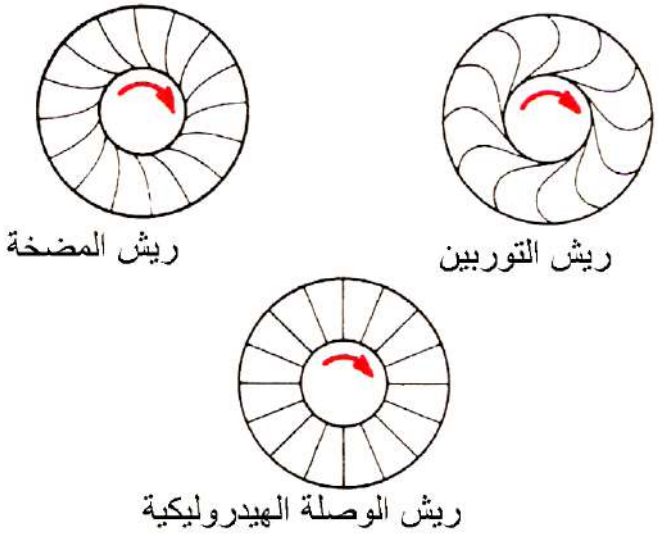
شكل (6-78) استعمال حلقة مشقوقة لتنعيم التدفق ألدوامي

6-7-1 محولة العزم (Torque Converter) :

يشبه محول العزم الوصلة الهيدروليكية ، مع فرق واحد مهم جداً ، فالوصلة الهيدروليكية يمكنها أن تنقل كل عزم المحرك المتوافر ، ولا يمكنها أن تضاعف هذا العزم . ، أما محول العزم فإنه يقوم بمضاعفة هذا العزم ، مقدار المضاعفة يتوقف على نوع وتصميم المحول المستعمل فضلاً عن سرعات المحرك والطريق .

والقابلية لمضاعفة العزم في المحول تمكن من تقليل عدد المسننات في صندوق السرعة الأوتوماتيكية المستعملة مع محول العزم .

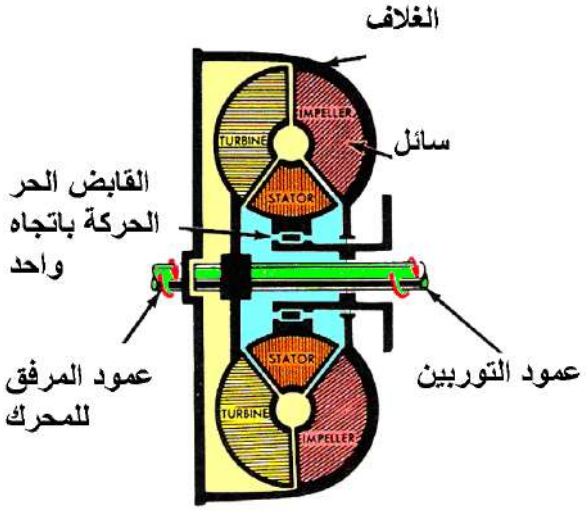
ويستعمل في محول العزم عضو قائد وعضو منقاد ، ولكن في هذه الحالة ، يطلق عليها اسم المضخة (القائد) والتوربين (المنقاد) ، وفي بعض الحالات يستعمل أكثر من مضخة واحدة وتوربين واحد .
وتكون شفرات محول العزم أو الريش منحنية لتسهيل التدفق الدوامي . وتكون ريش المضخة منحنية باتجاه معين ، وريش التوربين،تكون منحنية بالاتجاه الآخر، كما في الشكل (6-79).



شكل (6-79)

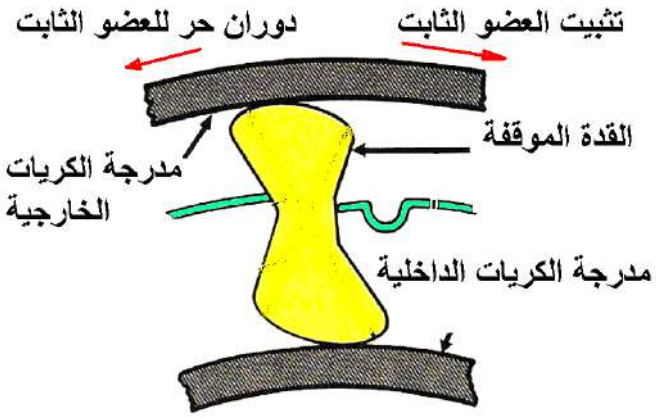
6-7-2 العضو الثابت (Stater) :

يكمن سر مضاعفة العزم في استعمال عضو ثابت واحد أو أكثر الشكل (6-80) ، والعضو الثابت عبارة عن طارة صغيرة عليها عدد من الريش . ووظيفته هي اعتراض الزيت المقذوف من التوربين وإعادة توجيه مساره ليدخل إلى المضخة بنعومة .
ويكون العضو الثابت مركباً بين المضخة والتوربين على قابض حر الحركة باتجاه واحد . وحالما تبدأ المضخة بالدوران ، فإن الزيت يقذف للخارج وإلى داخل الريش المنحنية للتوربين .
عندئذ يدور الزيت حول وخلال ريش التوربين . وبدلاً عن عودته ثانية إلى داخل ريش المضخة (كما هو الحال في الوصلة الهيدروليكية) فإن الزيت يمر أولاً خلال ريش العضو الثابت وفي الوصلة الهيدروليكية ، التي لايستعمل بها عضو ثابت ، فان جودة نقل العزم ومضاعفته تتعرقل بسبب دخول زيت التوربين إلى المضخة على زوايا مختلفة ، وذلك اعتماداً على حالات السرعة والحمل .



شكل (6-80) محول العزم

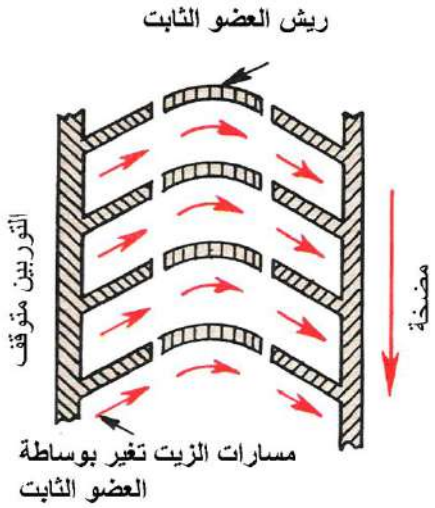
يتم الحصول على مفعول التثبيت للعضو الثابت عن طريق استعمال القابض الحر الحركة باتجاه واحد ذي القدرة الموقفة شكل (6-81) أو القابض ذي الأسطوانات الدوارة .



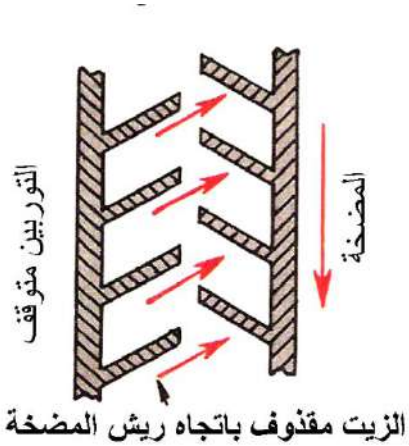
شكل (6-81) تركيب القابض ذي القدرة الموقفة

6-7-2-1 أهمية العضو الثابت :

بما أن ريش التوربين المنحنية تفرغ الزيت باتجاه معاكس لدوران المضخة فإن ذلك سيعيق عمل المضخة ، لأن الزيت لا يستطيع أن يعود لدخول ريش المضخة بنعومة ، وكنتيجة لهذا ، فإن التدفق الدوامي سيكون أقل كفاءة وتهبط قيمة العزم المنقول شكل (6-82) بينما تكون ريش العضو الثابت منحنية على زاوية معينة، حيث تعترض الزيت الذي يترك ريش التوربين ثم توجهه في الاتجاه الذي يسمح لتيار الزيت أن يدخل إلى ريش المضخة بنعومة .



شكل (6-82)

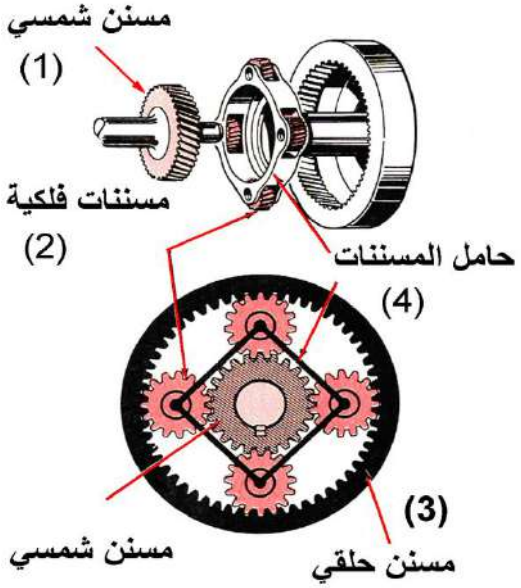


شكل (6-83)

عندما يترك الزيت ريش التوربين يضرب ريش العضو الثابت، وتحني الريش تيار الزيت بحيث يدخل المضخة بزاوية مناسبة يساعد المضخة ، كما سيدخل إلى المضخة بسرعة ابتدائية ما فإن هذا يزيد كلاً من قوة المضخة والسرعة الدوامية شكل (6-83) .

4-6-6 صندوق التروس الفلكية (صندوق التروس الكوكبية) PLANETRY GEARS

سميت بالمجموعة الفلكية، لأن عملها يشبه نظام المجموعة الشمسية في دورانها، وترتيب أجزائها الشكل (6-84)، وهي تتألف من المسنن الشمسي (1)، ومسننات فلكية (قمرية أو كوكبية)، (2) ويكون عددها اثنين أو ثلاثة أو أربعة والمسنن الحلقي ،(3) وحامل المسننات الفلكية (4) .



شكل (6-84) التروس الكوكبية

تعمل صناديق التروس العادية للمركبات بأعمدة متراصة إلى جانب بعضها بعضاً ، إذ تستقر عليها تروس تتعاشق أزواج منها مع بعضها بعضاً. أما في صناديق التروس الكوكبية ، فإن التروس تدور حول بعضها . وتتصف هذه المجموعة بتصميمها الصغير الحجم مع ارتفاع مقدرتها على التحميل . ويمكن استعمال مجموعة التروس الكوكبية للحصول على نسب مختلفة لنقل الحركة عن طريق تثبيت أو تعشيق التروس .

1- في حالة تثبيت الترس الحلقي (Holding Ring Gear) :

تدار التروس الكوكبية بوساطة الترس الشمسي ، وتتدحرج على الأسنان الداخلية للترس الحلقي . ويدور حامل التروس الكوكبية وعموده في اتجاه الدوران نفسه ، وبهذا يتم الحصول على نسبة تخفيض كبيرة للحركة ، كما في الشكل (6-85) :

شكل (6-85) حالة تثبيت الترس الحلقي

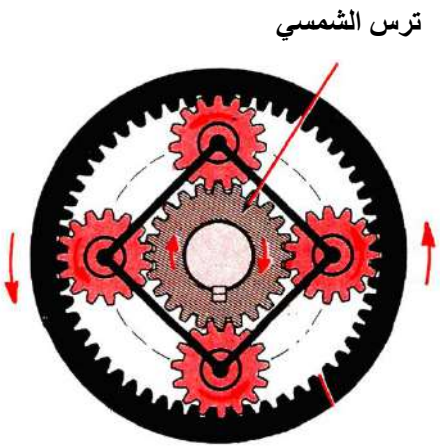
2- في حالة تثبيت الترس الشمسي (Holding Sun Gear) :

تدار التروس الكوكبية بوساطة الترس الحلقي . وتتدحرج هذه على الترس الشمسي ، ويدور حامل التروس الكوكبية وعموده في الاتجاه نفسه . وبهذا يتم الحصول على نسبة تخفيض أقل للحركة ، كما في الشكل (6-86) :

شكل (6-86) حالة تثبيت الترس الشمسي

3- في حالة تثبيت حامل التروس الكوكبية (Holding Pinions Carrier) :

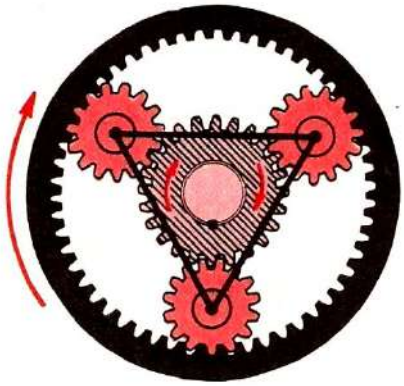
تدار التروس الكوكبية حول محورها بوساطة الترس الشمس. إذ أن حامل التروس الكوكبية مثبت، فلابد للتروس الكوكبية من أن تدور في اتجاه معاكس لدوران الترس الشمسي ، و تأخذ معها الترس الحلقي . وبهذا يتم الحصول على دوران عكسي (السرعة الخلفية) مع تخفيض للسرعة ، كما في الشكل (6-87) :



شكل (6-87) حالة تثبيت حامل التروس الكوكبية

4- في حالة تثبيت الشمسي مع الترس الحلقي وإدارتهما معاً :

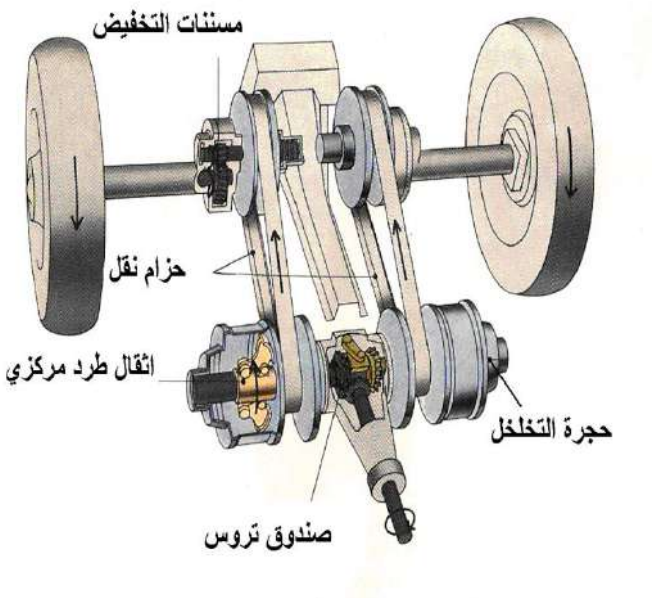
لا تستطيع التروس الكوكبية الدوران ، فتتحرك معاً مع كل من الترس الشمسي، والترس الحلقي . وتكون سرعتا دوران العمودين القائد والمقاد متساويتين . الشكل (6-88) .



شكل (6-88) حالة تثبيت الترس الشمسي مع الترس الحلقي (السرعة المباشرة)

8-6 مجموعة التغيير المتدرج للسرعة (Variomatic Belt Drive) :

وهو نوع من أجهزة نقل الحركة الأوتوماتيكية المستعملة في السيارات الصغيرة . يجهزكل من عمود الإدارة القائد والعمود المقود ببكرات سير شكل حرف V وتتركب من قرصين مخروطيين أحدهما قابل للانزلاق على محوره ويتم نقل الحركة بين الكرات بوساطة سيور ذات مقطع شبه منحرف من المطاط بأنسجة عالية الجودة والمتانة لاحظ الشكل (6-89) :



شكل (6-89) مجموعة التغيير المتدرج

مصطلحات فنية

انكليزي	عربي
Clutch	القابض
Clutch pedal	دواسة الفاصل
Fly wheel	الحدافة (الدولاب الطيار)
Ball Bearing	كرسي كريات
Friction Disc	قرص الاحتكاك
Pressure Disc	قرص الضغط
Throw-Out Bearing	كرسي الإعتاق
Throw-Out Fork	ذراع الدفع
Gearbox	صندوق التروس
Gear	مسنن (ترس)
Driving Gear	المسنن القائد
Driven Gea	المسنن المقاد
Input Shaft	عمود القابض
Counter Shaft	العمود المناول
Reverse	السرعة الخلفية
Top Gear (Direct)	السرعة العليا
Neutral	وضع الحياد
Synchronizer	موفق السرعة
Prop Shaft	عمود الإدارة الخلفي
Universal Joint	الوصلة المفصلية
Support Bearing	حمالة عمود الإدارة
Drive Shaf	محور الإدارة
Pinion	ترس العرموطة
Crown	ترس التاج

Oil seal	مانع تسرب الزيت
Differential Gears	التروس الفرقية
Torque Convertor	محولة العزم
AutoTransmission	جهاز نقل ذاتي
Planetry Gears	التروس الفلكية

اسئلة الفصل السادس

س1 : ما الغاية من أجهزة نقل الحركة.

س2 : عدد أجزاء أجهزة نقل الحركة مع شرح مبسط لكل جزء .

س3 : ما أهمية الفاصل.

س4 : متى يستعمل القابض.

س5 : عدد أجزاء القابض القرصي الاحتكاكي المفرد .

س6 : ما مواصفات المادة الاحتكاكية المستعملة في قرص القابض الاحتكاكي.

س7 : عدد مع الشرح طرق تثبيت بطانة الاحتكاك على قرص الاحتكاك .

س8 : اشرح حالة الوصل في القابض القرصي الاحتكاكي .

س9 : اشرح حالة الفصل في القابض القرصي .

س10 : ارسم القابض القرصي المفرد مجمعاً في حالة الفصل .

س11 : عدد مع الرسم طرق إيصال الحركة إلى القابض القرصي .

س12 : ما الغاية من صندوق التروس.

س13 : عدد مع شرح مبسط لمكونات صندوق التروس .

س14 : اشرح مع الرسم صندوق تروس في حالة الحياد .

س15 : اشرح مع الرسم صندوق تروس في حالة السرعة الأولى .

س16 : اشرح مع الرسم صندوق تروس في حالة السرعة الثانية .

س17 : اشرح مع الرسم صندوق تروس في حالة السرعة المباشرة .

س18 : اشرح مع الرسم صندوق تروس في حالة السرعة الخلفية .

س19 : ما الغرض من استعمال موفق السرعة.

س20 : ما وظيفة عمود الإدارة، اشرح مع الرسم، مؤشراً على الأجزاء .

س21 : ما مواصفات عمود الإدارة الخلفي.

س22 : ارسم مؤشراً على الأجزاء الوصلة المفصلية .

س23 : عدد أجزاء ومكونات الوصلة المفصلية الخارجية .

س24 : عدد أجزاء المحور الخلفي مع الرسم المبسط ، مؤشراً على الأجزاء .

س25 : عدد مع الرسم الأعمدة النصفية (أعمدة إدارة العجلات) .

س26 : عدد الأجزاء الأساسية التي يتكون منها صندوق نقل الحركة الذاتي .

الفصـــــل السابع
النوابض وروادع الارتجاج

Springs and Shock Absorbers

الاهداف :

بعد أن ينتهي الطالب من هذا الفصل يكون قادراً على أن :

1- يعرف أنواع النوابض المعدنية المستخدمة في منظومة التعليق للسيارة وطريقة عملها.

2- يعرف أنواع النوابض الغير معدنية المستخدمة في منظومة التعليق للسيارة وطريقة عملها.

3- يعدد انواع روادع الارتجاج المستعملة في السيارة.

4- يشرح رادع الارتجاج ذو الانبوب المفرد ورادع الارتجاج ذو الانبوب المزدوج.

5- يشرح روادع الارتجاج الغازية ، الهوائية والمطاطية.

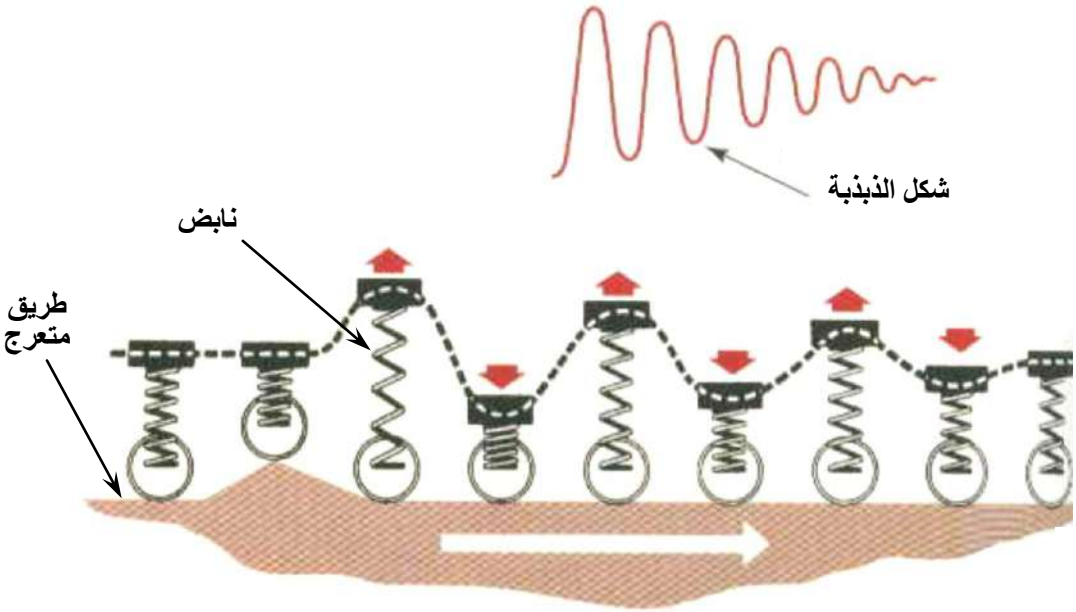
الفصـــل السابع

النوابض وروادع الارتجاج (Springs and Shock Observers)

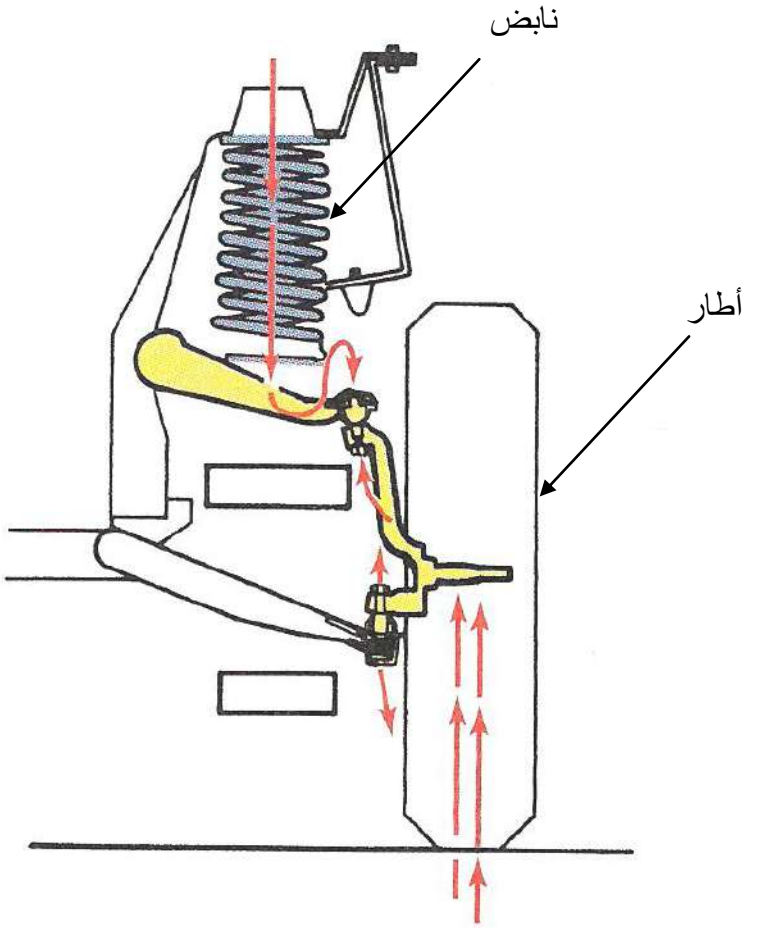
1-7 النوابض (Spring):

تقع الأحمال الآتية على إطار هيكل السيارة (المحرك، الأجزاء المختلفة لنقل القدرة وجسم السيارة والركاب). ويحمل إطار الهيكل بدوره على نوابض وتوضع النوابض بين إطار الهيكل ومحاور العجلات.

تستعمل النوابض على شكل ملفات في المقدمة، ونوابض على شكل رقائق (وركات) في الخلف. ومهما يكن شكل النابض فانه يعمل بالطريقة نفسها.عندما تقابل السيارة أجزاء غير مستوية من الطريق (حركة موجية)، لاحظ الشكل (7-1)، يمكن للعجلات أن تتحرك إلى أعلى وإلى أسفل بطريقة مستقلة عن إطار الهيكل، مما يسمح للنوابض بامتصاص جزء كبير من حركة العجلات إلى أعلى وإلى أسفل فلا تنتقل الحركة إلى إطار هيكل السيارة ومن ثم الى الركاب والشكل (7-2) يبين كيف تعمل النوابض وموضعها في السيارة.



الشكل (7-1) تاثير الطريق على النابض



الشكل (7-2) عمل وموقع النابض (وتاثير قوى الطريق والوزن على محور النابض)

7-1-1 خواص النوابض:

إن نابض السيارة المثالي هو ذلك النابض الذي يمتص صدمات الطريق بسرعة ثم يعود إلى وضعه العادي ببطء. إلا أنه من المستحيل وجود مثل هذا النابض المثالي.

إن النابض المرن ،مرونة اكثر من اللازم، يسبب حركة كثيرة أما النابض غير المرن فيسبب ركوباً خشناً في السيارة ويكون غير مريح. وللحصول على ركوب مريح فإنه يستعمل نابض مرن إلى حد ما فضلا عن استعمال روادع الارتجاج.

7-1-2 أنواع النوابض:

تستعمل في السيارات أنواع عدة من النوابض معدنية وغير معدنية وسوف نتطرق إلى أكثرها استعمالاً في السيارات.

نوابض معدنية وتشمل:

1- النوابض الحلزونية أو اللولبية.

2- النوابض الورقية وتكون على شكل رقائق.

3- النوابض المستعملة في أنظمة التعليق فيطلق عليه أعمدة اللي.

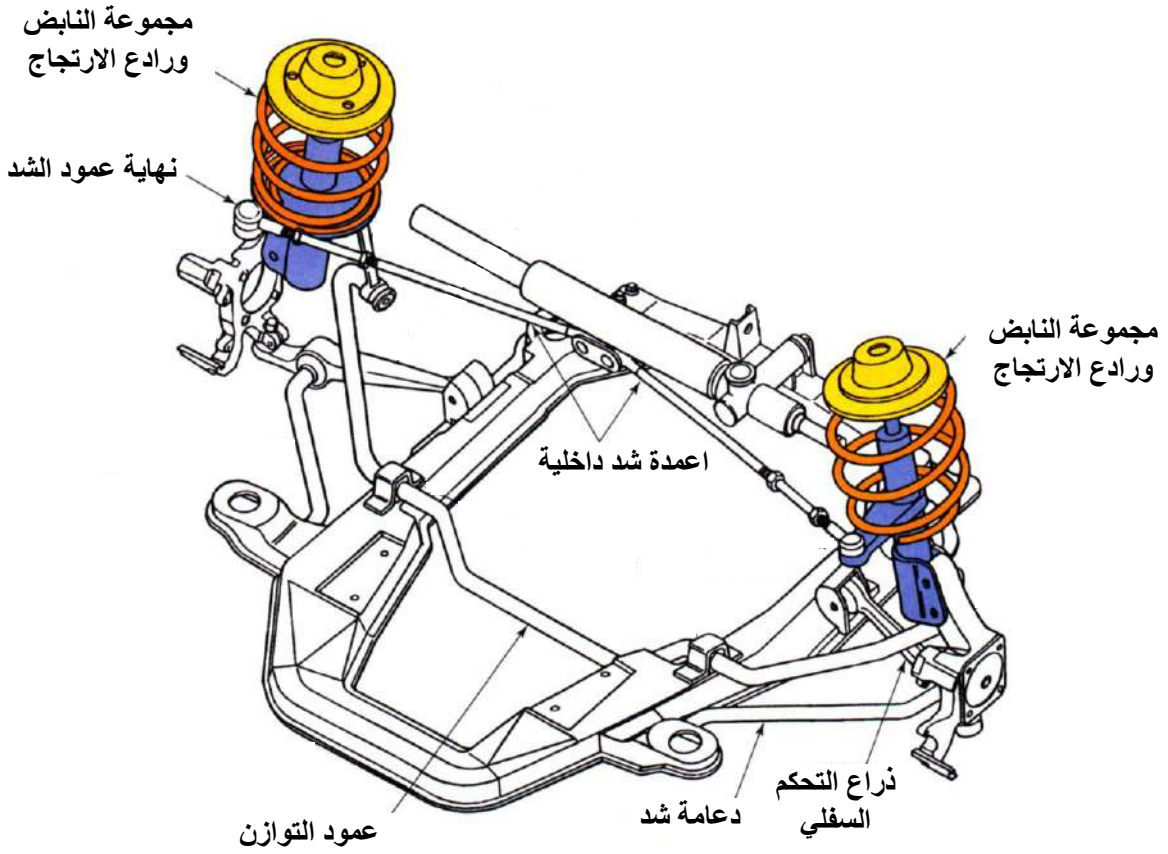
نوابض غير معدنية وتشمل:

1- النوابض الهوائية.

2- النوابض الهيدروهوائية.

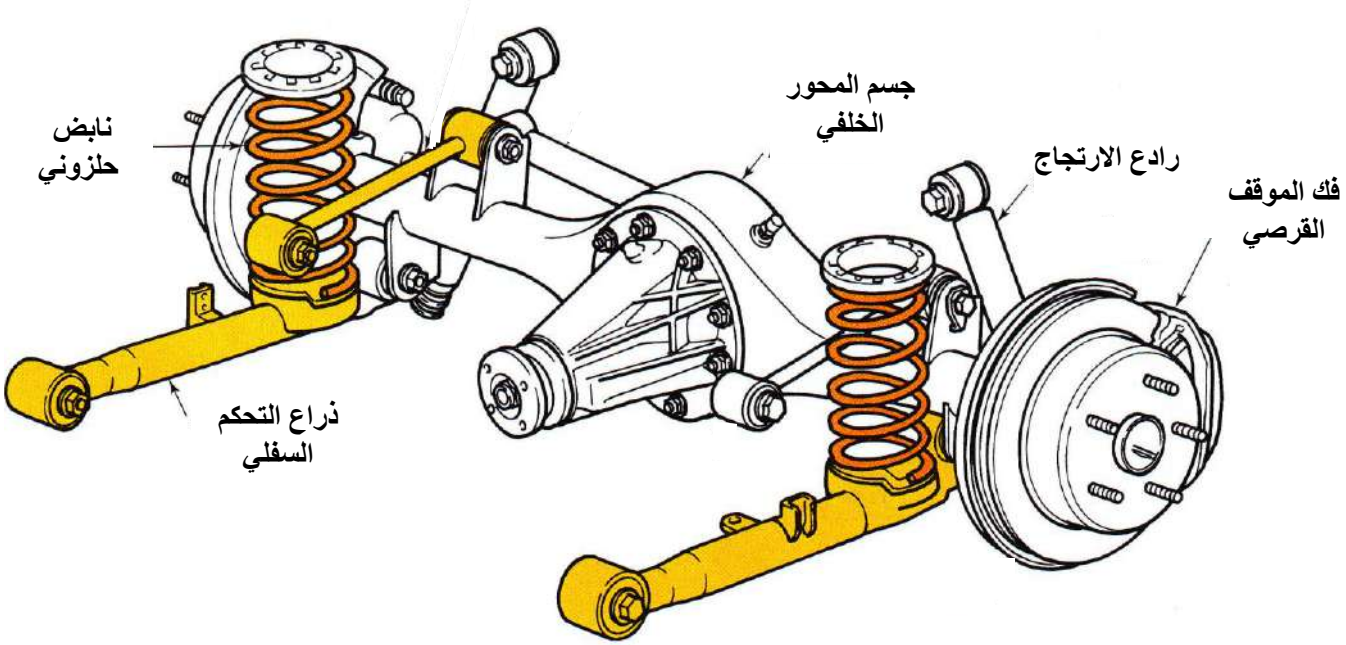
3- النوابض المطاطية.

يستعمل في أكثر السيارات النوابض الحلزونية، وتثبت في مقدمة السيارة، كما هو موضح بالشكل رقم (7-3).



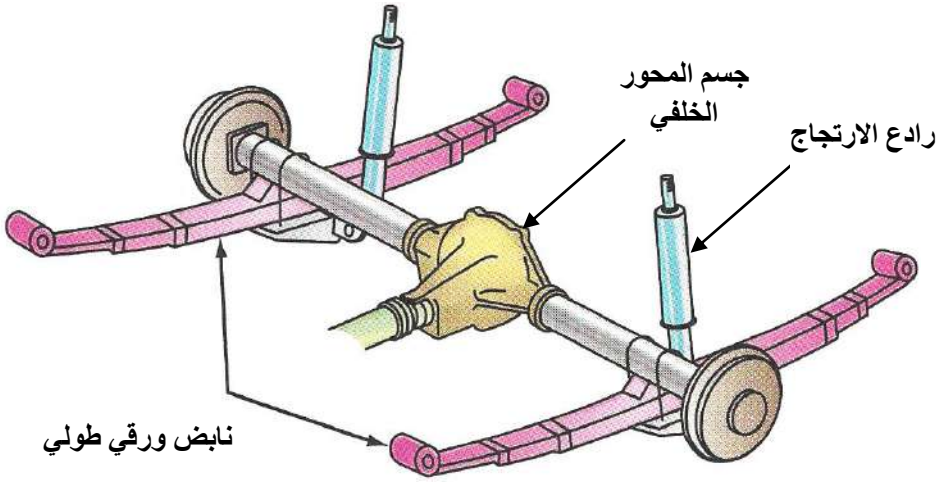
الشكل (7-3) منظومة تعليق امامي

ويستعمل في بعض السيارات النوابض الحلزونية التي تثبت في مؤخرة السيارة والشكل (7-4) يبين نابضاً حلزونياً مثبتاً عند العجلة الخلفية.



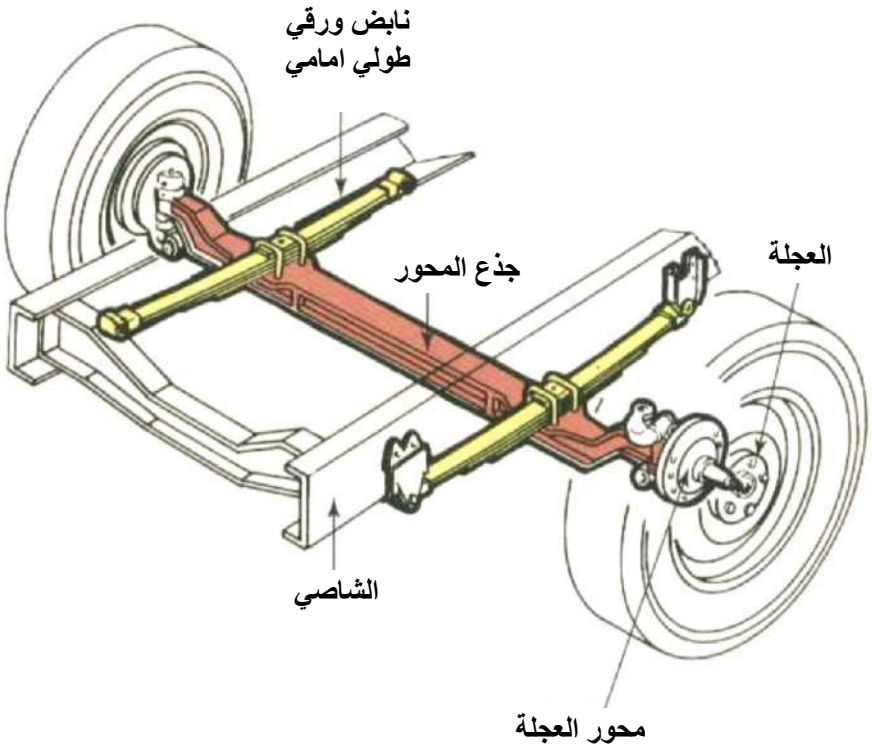
الشكل (7-4) منظومة تعليق خلفي

أما البعض الآخر من السيارات، فإنه يستعمل نوابض ورقية على شكل رقائق (ورقات) ثبتت في الخلف، كما هو موضح في الشكل (7-5).



الشكل (7-5) نابض ورقي خلفي

وهنـاك عـدد قليـل مـن السـيارات وخاصـة سـيارات الخدمـة الثقيلـة التـي تسـتعمل نـوابض ورقيـة في المقدمة،كما هو موضح بالشكل (7-6).



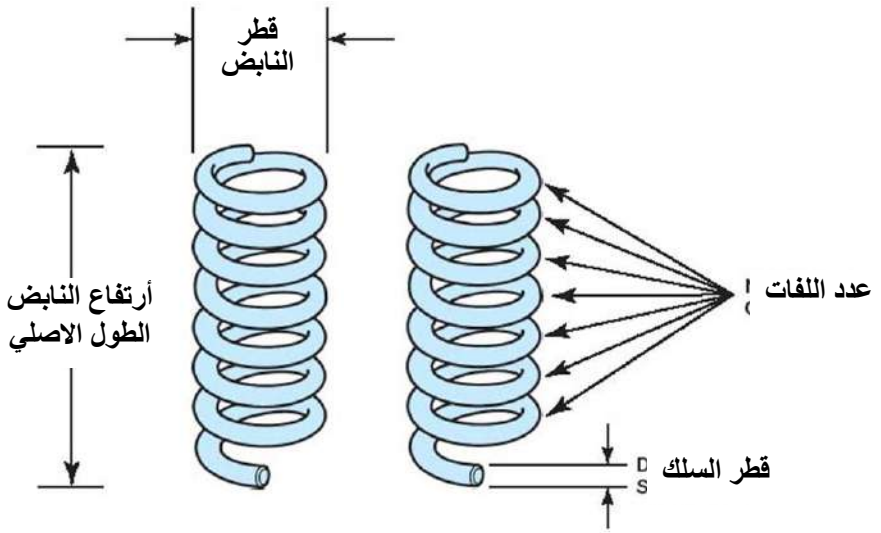
الشكل (7-6) نابض ورقي أمامي

تسـتعمل حاليـاً أعمـدة اللـي فـي سـيارات الركـاب، وقـد سـبقت السـيارات الاوربيـة مثيلاتهـا مـن السيارات الامريكية في استعمال هذا النوع من النوابض.

7-1-3 النوابض المعدنية (Metal spring):

7-1-3-1 النوابض الحلزونية (Coil spring):

تصـنع النـوابض الحلزونيـة مـن قضـبان مـن الصـلب الخـاص ذات المقطـع الـدائري، كمـا فـي الشـكل (7-7) وتشـكل القضـبان عنـد درجـات حـرارة عاليـة ثـم تبـرد بعـد تشـكيلها ومعاملتهـا حرارياً لكي تكتسب صفات النوابض المطلوبة.



الشكل (7-7) نابض حلزوني

ثابت النابض الحلزوني:

يحسب ثابت النابض من المعادلة الآتية:

$$K = \frac{Gd^4}{8ND^3}$$

حيث :

K = ثابت النابض.

D = قطر النابض.

d = قطر السلك الذي يصنع منه النابض.

N = عدد لفات النابض.

G = ثابت الجساءة لمعدن السلك (79300000000) نيوتن/م^2 (هو قابلية المعدن لمقاومة الالتواء ووحداته نيوتن/م^2).

مثال: احسب ثابت النابض الحلزوني اذا علمت ان قطر سلك النابض (0.0016) م، قطر النابض (0.018) م، عدد اللفات (9) و معامل الجساءة (79300000000) نيوتن/م^2 .

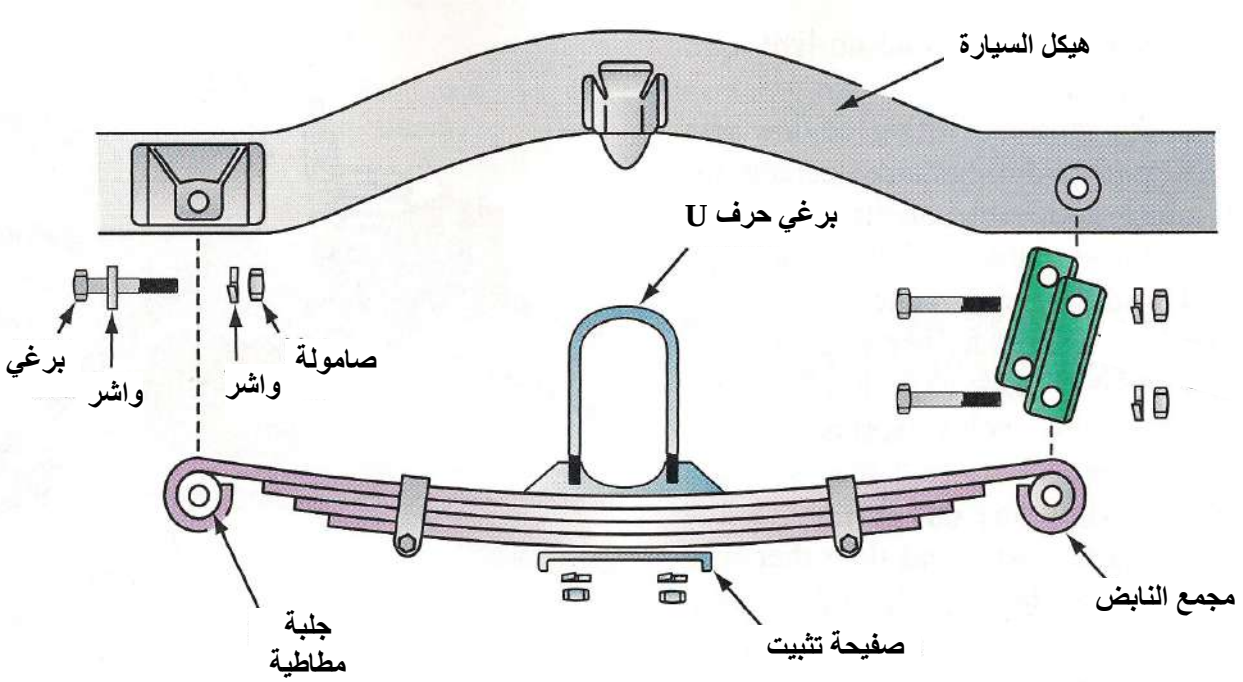
الجواب :

$$K = \frac{Gd^4}{8ND^3}$$

$$K = \frac{79300000000 \times (0.0016)^4}{8 \times (0.018)^3 \times 9} = 1238$$

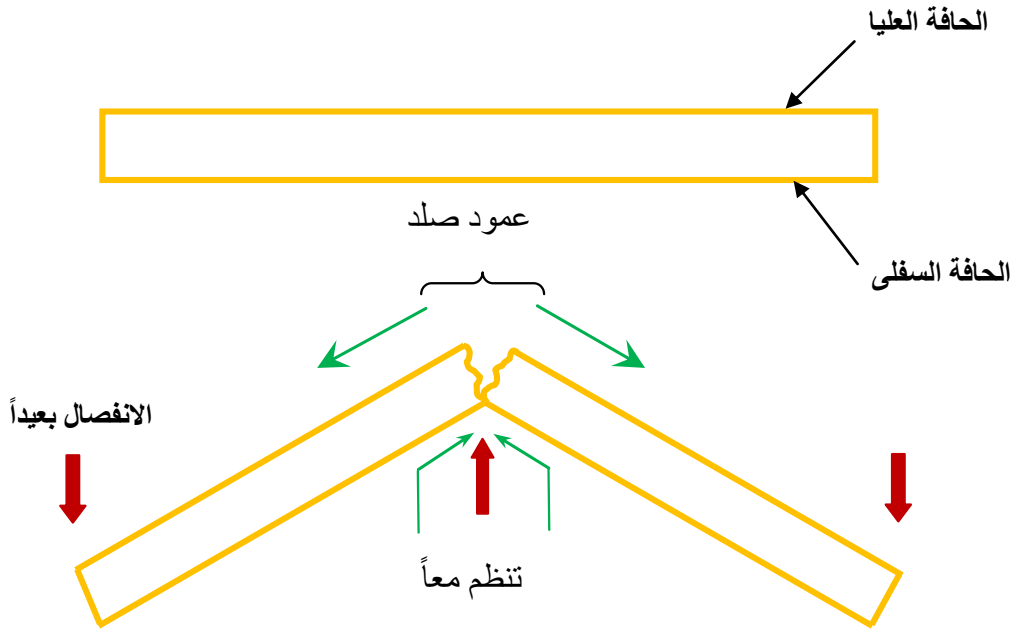
2-3-1-7 النوابض الـورقية (Leaf spring):

يتكـون النـابض الـورقي مـن مجموعـة مـن شـرائط مـن الصـلب تتـدرج أطوالهـا وتوضـع بعضـها فـوق بعـض كمـا هـو موضـح فـي الشـكل (7-8). تـربط الأوراق(الرقـائق) مـع بعضـها الـبعض بواسـطة برغـي يمـر فـي ثقـوب تقـع جميعهـا فـي وسـط الرقـائق. توضـع مشـابك فـي مسـافات معينـة لتحتفظ الرقائق بأوضاعها بالنسبة لبعضها بعضاً.



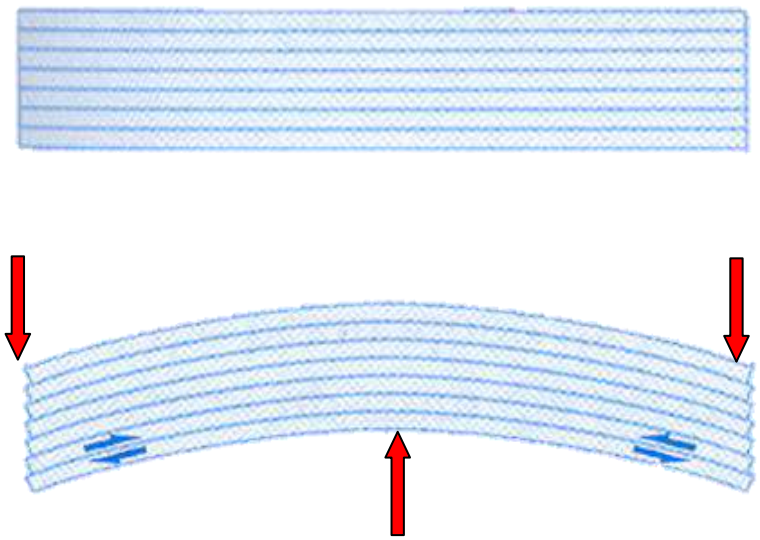
الشكل (7-8) نابض ورقي

يعمـل مـن طرفـي أطـول الرقـائق أي (الرقيقـة الرئيسـة) وهنـاك حلقتـان تـدخل فيهمـا البراغـي التـي تسـتعمل فـي تثبيـت النـابض فـي مكانـه. وتلـف الرقيقـة الثانيـة الاقـل طـولا حـول عيـون الرقيقـة الرئيسـة لتقويتهـا. يقـوم النـابض الـورقي فـي أثنـاء العمـل كعمـود مـرن . فـإذا فـرض أن هنـاك عمـوداً مـن الصـلب، وكـان مـن القـوة بحيـث يكفـي لحمـل ثقـل السـيارة بغيـر ان يثنـى فإنـه لا يكـون مرنـاً، وذلـك لأنـه فـي أثنـاء انثنـاء العمـود الموضـح بالشـكل (7-9) تحـاول الحافـة العليـا التمـدد بحيث تصبح طويلة في حين تحاول الحافة السفلية تقصير نفسها.



الشكل (7-9) تمدد الحافة العليا وانضمام الحافة السفلى

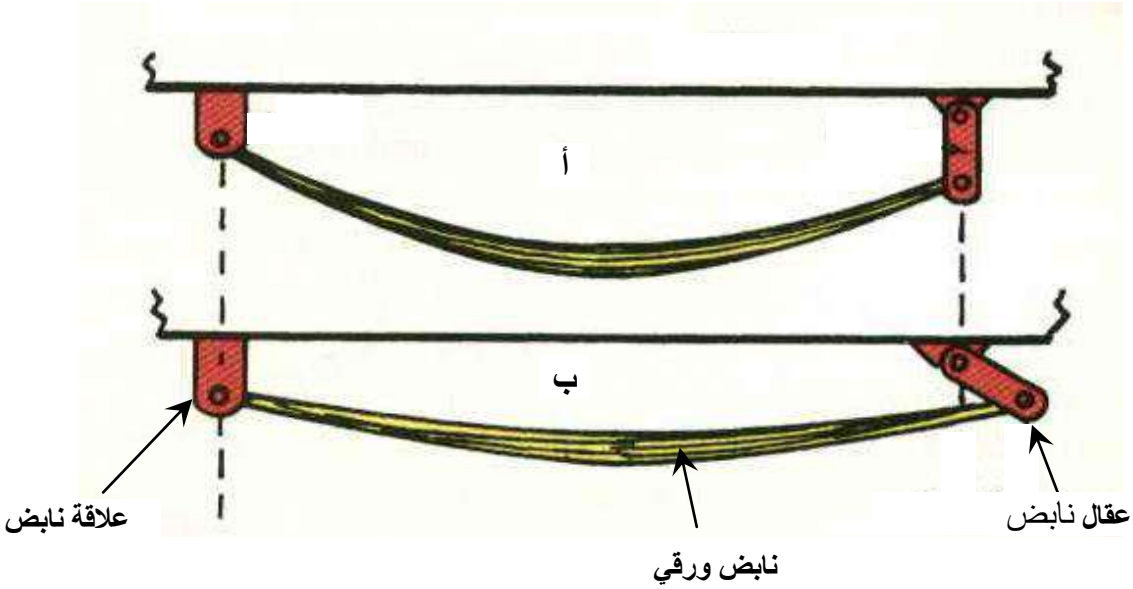
أي يكون هناك محاولة للتمدد في المستوى العلوي للعمود، ومحاولة للانضمام في المستوى السفلي فيؤدي الى الكسر العمود، إذا زاد العزم الواقع عليه إلا أن صنع العمود من ورقات أو رقائق واحدة فوق الأخرى كما في الشكل (7-10) يعمل على انزلاق الرقائق بعضها على بعض تحت تأثير محاولة التمدد في المستوى العلوي، ومحاولة الانضغاط في المستوى السفلي. إن الرقائق المبينة في الشكل أدناه ذات طول متساوي وتبين المسافة التي تبرزها الرقيقة السفلى عند ثنيها مقدار الانزلاق.



الشكل (7-10) التشوه في النابض الورقي

طريقـة تعليق النوابض:

يتصـل أحـد طرفـي النـابض بعلاقـة مثبتـة فـي إطـار الهيكـل، وذلـك بواسـطة برغـي وصـامولة تـدخل فـي عـين النـابض ونتيجـة لانثنـاء النـابض تـدور عـين النـابض إلـى الخلـف وإلـى الأمـام بالنسـبة لعلاقـة النـابض، ويجـب أن تسـمح الصـامولة والبرغـي بمثـل هـذه الحركـة والشـكل (7-11) يبين ذلك.

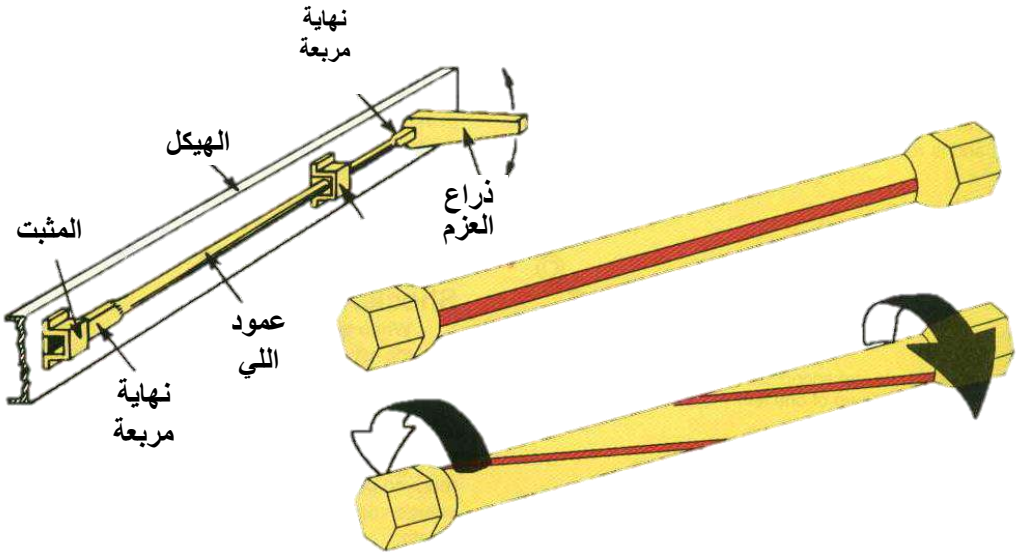


الشكل (7-11) عمل النابض الورقي أ- الحالة العادية. ب- عند انضغاط النابض.

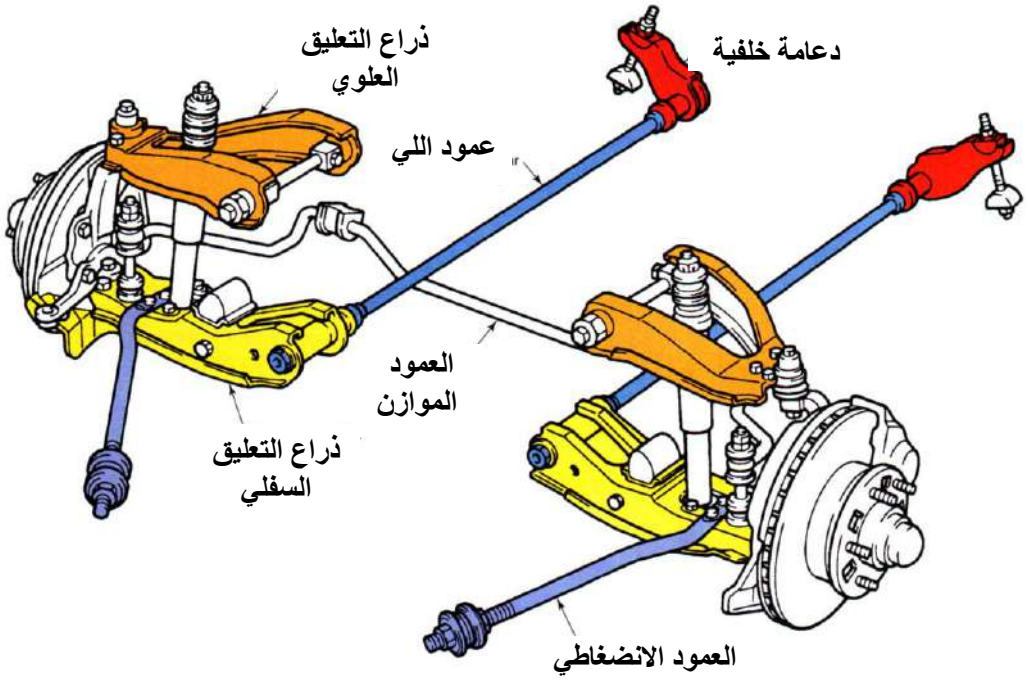
7-1-3-3 أعمـــدة اللي (Torsion bar):

إذا كـان التعليـق بوسـاطة عمـود اللـي، فـإن العمليـة النابضـية تتولـد بواسـطة عمـود طويـل لاحـظ الشـكل (7-12). يوجـد عمـودان لـي رئيسـان يقـع كـل واحـد منهمـاعلى أحـد جـانبي إطـار هيكـل السـيارة إذ ترتكـز عجلتـان علـى كـل عمـود مـن أعمـدة اللـي. يوجـد فـي مقدمـة عمـود اللـي رافعـة تشـير إلـى الخـارج وتتصـل باللسـان السـفلي للتعليـق الأمـامي كمـا يوجـد فـي مـؤخرة عمـود اللـي رافعة تشير إلى الداخل وتتصل بمنتصف ذراع عزم المحور الخلفي (لاحظ الشكل 7-13).

إن حمـل السـيارة يلـوي عمـود اللـي فـي أحـد الاتجاهـات عنـد المقدمـة فـي الاتجـاه المقابـل عنـد المـؤخرة ويعتمـد مقـدار اللـي علـى العـزم الواقـع علـى عمـود اللـي.فمثلاً إذا تسـلقت العجلـة الاماميـة نتـوءاً كـان لـي عمـود اللـي أكبـر وبـذلك ينـتج التـأثير النابضـي. إن زيـادة اللـي علـى العمـود المركـب فـي المقدمـة تتسـبب فـي زيـادة مماثلـة فـي المـؤخرة والزيـادة فـي المـؤخرة تعـوض عـن الحركـة فـي المقدمة، وبذلك يمكن الحصول على قيادة سلسة .



الشكل (7-12) عمود اللي



الشكل (7-13) ترتيبة عمود اللي

وفي بعض مجموعات التعليق ذات اعمدة اللي يستعمل عمود لي خاص بكل عجلة وفيها تتصل نهاية المجموعة الموجودة تجاه العجلة بالعجلة نفسها بواسطة رافعة ترتكز عليها العجلة، ويثبت الطرف الآخر لعمود اللي بإطار السيارة، وبذلك يكون لي العمود بمقدار أكبر أو أصغر حسب الحمل الواقع على العجلة.

4-1-7 النوابض غير المعدنية (Non-Metal spring):

1-4-1-7 النوابض الهوائية (Air spring):

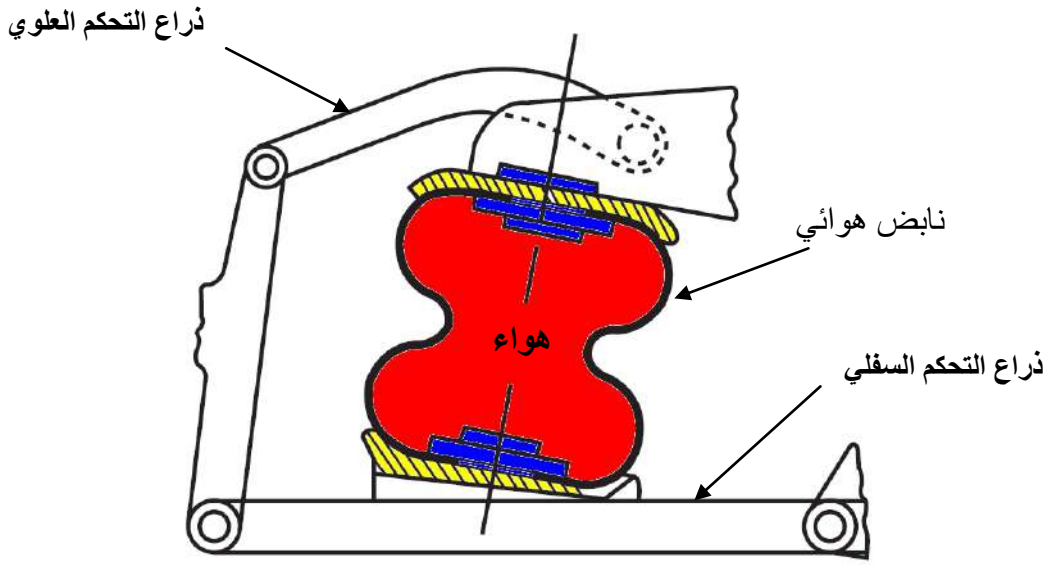
لقد استعملت النوابض الهوائية لاول مرة في الولايات المتحدة الامريكية في سنة 1958 ولكن أُهمل استعمالها بعد سنتين نظراً لتعقيدها وصعوبة صيانتها آنذاك. وفي الوقت الحاضر نشاهد استعمالها في سيارات مرسيدس وكذلك في معظم الحافلات الحديثة.

ومن أهم مزايا النوابض الهوائية ثبوت التردد الطبيعي لجسم السيارة بغض النظر فيما اذا كانت المركبة فارغة أو محملة. ومن المزايا الاخرى أمكانية تغيّر ارتفاع جسم المركبة عن الارض تبعا للثقل المحمل عليها.

ان استعمال هذه النوابض في السيارات الصغيرة الحجم والوزن غير مناسبة نظراً لتعقيد هذه الاجهزة ووزنها الكبير نسبيا وسعرها العالي، لذلك فقد اقتصر استعمالها فقط في السيارات الكبيرة والحافلات.

ويتلخص عمل النابض الهوائي في أن حجم الهواء في مجال مغلق يتناسب عكسيا مع الضغط الداخلي فيه، وفي الشكل (7-14)، نشاهد مقطعاً لنابض هوائي دائري المقطع يتكون من زوجين من الحشوات المطاطية على شكل اطار سيارة ترتبط نهايتهما بجسم السيارة وبجسم المحور الامامي أو المحور الخلفي بواسطة أقراص معدنية تمنع تسرب الهواء الى الخارج. ففي حالة مرور اطار السيارة على طريق متعرج تنتقل الازاحة الى الاعلى، وبذلك ينكمش حجم الهواء المحصور ويزداد ضغطه وتمتص جزء من الطاقة الحركية قبل ان تنتقل الازاحة الى جسم السيارة. وفي حالة التمدد تكون العملية معكوسة. ويتراوح ضغط الهواء من 5 الى 8 كلغم \ سم^2.

تزود النوابض الهوائية عادة بجهاز ضاغط وظيفته ضخ الهواء الى النوابض في حالة تحميل المركبة، وكذلك يمكن بواسطته تحديد المسافة بين جسم السيارة الارض.

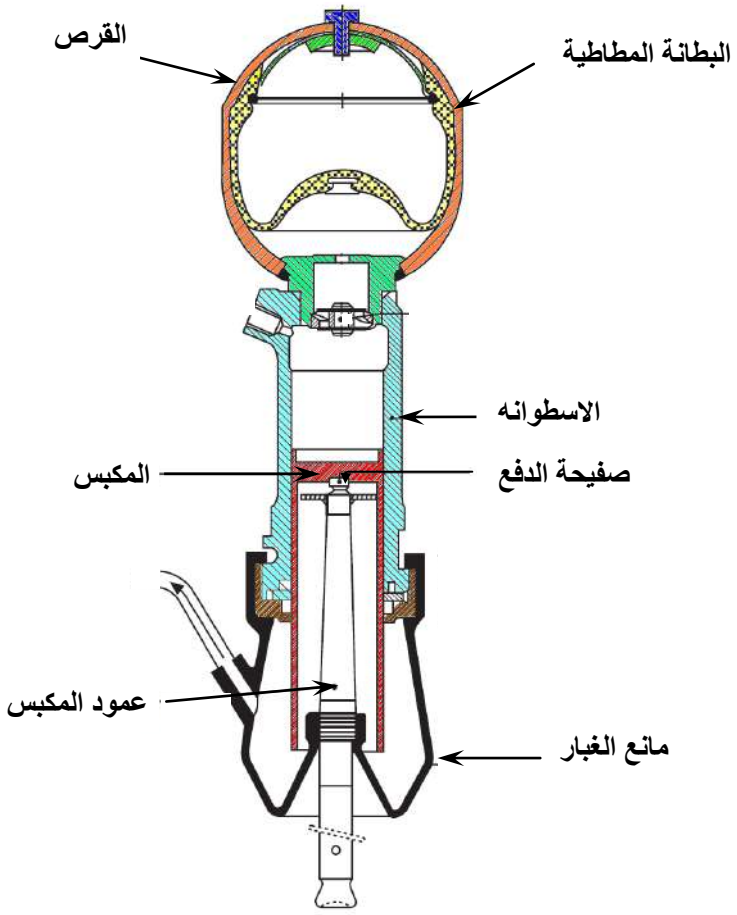


الشكل (7-14) نابض هوائي دائري المقطع

7-1-4-2 النوابض الهيدروهوائية (Pneumatic spring):

لقد استعملت النوابض الهيدروهوائية لأول مرة من شركة سيتروين الفرنسية في سياراتها (DS19). وتستعمل كذلك في هذا النوع الهواء المضغوط او غاز النايتروجين. وتنتقل الازاحة الى النابض بواسطة سائل يكون مفصولا عن المجال الغازي عن طريق غشاء مطاطي. ويمكن استعمال خواص السائل لتخميد الاهتزازات الآتية من العجلات اي انه يؤدي وظيفة رادع الارتجاج . يصل ضغط الهواء فيه الى ما يقارب الـ (100 بار) اي أكبر بمقدار عشرين مرة من ضغط الهواء في النوابض الهوائية السابقة الذكر. وفي الشكل (7-15) نشاهد مقطعا لنابض هيدروهوائي مستعمل في سيارات سيترون يتكون من الاجزاء الاتية:

1- كرة معدنية مجوفة ذات نصفين : النصف الاول يحتوي على هواء او غاز مضغوط والنصف الثاني يحتوي على زيت يفصل بينهما الغشاء المطاطي.
2- اسطوانة معدنية مثبتة مع النصف الثاني تحتوي زيتا ويتحرك بداخلها مكبس يرتبط مع العجلة بواسطة ذراع.



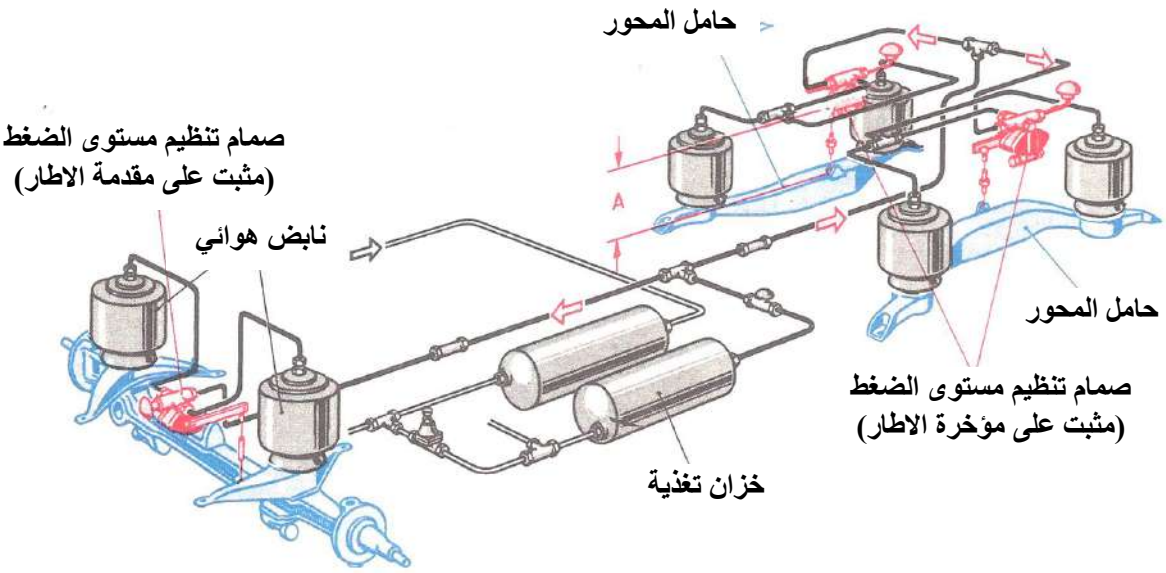
الشكل (7-15) نابض هوائي مع مكبس

يتلخص عمل النابض الهيدروهوائي بما يلي:

في حالة مرور العجلة فوق طريق متعرج تنتقل الازاحة الى الذراع ومنه الى المكبس الذي يدفع الزيت الى المجال الزيتي من خلال صمام الضغط، وبذلك يندفع الغشاء الى المجال الغازي، فيقل بذلك حجمه ويزداد ضغطه . وفي خلال هذه العملية تمتص جزءا من الطاقة الحركية من تيار الزيت المتدفق من خلال الصمامات وبذلك يعمل المجال الزيتي، كمخمد بينما يعمل المجال الغازي كنابض. وفي حالة حركة العجلة الى الاسفل تكون العملية السابقة معكوسة.

وتزود هذه النوابض بمضخة لضخ الزيت المفقود الى الاسطوانة ثانية بعد تسربه من خلال المكبس. وعند ايقاف هذا النوع من السيارات مدة طويلة من الزمن ينخفض جسم السيارة الى الاسفل الى ان يتكيء على المحاور، وبعد تشغيل المحرك يندفع تيار الزيت من المضخة الى الاسطوانات عبر انابيب فيرتفع جسم السيارة الى المستوى المطلوب. وفي الشكل (7-16) نشاهد رسما تخطيطيا لمنظومة نوابض هيدروهوائية متكاملة لحافلة. يتدفق الزيت من

المضخة الى الخزان الرئيس الذي يشبه النابض الهيدروهوائي من ناحية التصميم، ووظيفته هو الحفاظ على ضغط معين في انابيب الزيت. ويتوزع الزيت الى النوابض الامامية والنوابض الخلفية بواسطة انابيب. وقبل الوصول الى النوابض يوجد صمام لتحديد ضغط الزيت ومستوى جسم السيارة. وفي حالة تسرب الزيت من خلال المكابس او الصمامات توجد انابيب اخرى وظيفتها اعادة الزيت الى الخزان.



الشكل (7-16) منظومة نابض هيدروهوائي لحافلة

ومن اهم المزايا الاخرى للنوابض الهيدروهوائية بقاء جسم السيارة في حالة افقية باستمرار عند المرور فوق طريق متعرج او عند الاستدارة في منعطف حيث لا يميل الجسم نهائيا ما يزيد من راحة المسافرين ويسهل قيادة هذا النوع من السيارات. وهذه الخاصية ناتجة من ترابط نوابض العجلات مع بعضها البعض بواسطة انابيب الزيت المذكورة سابقا. ففي حالة مرور احدى العجلات فوق حجر مثلا تنتقل هذه القوة الى جميع العجلات الاخرى عن طريق انابيب الزيت مما يسبب ارتفاعا لجسم السيارة في جميع نقاط الارتكاز بنفس النسبة وبذلك يبقى مستوى الجسم افقيا.

المساوئ والاعطال المحتملة في النوابض الهوائية والهيدروهوائية:

1. الاغشية المطاطية قابلة للتلف وتتحمل فقط عددا معينا من التردد.
2. تسرب الزيت من الانابيب محتمل الحدوث وخاصة في درجات الحرارة العالية.
3. تجمد قطرات ماء داخل المجال الهوائي في فصل الشتاء مما يعيق عمل النابض.
4. صيانة هذه الاجهزة تكون صعبة نظرا لتعقيدها.

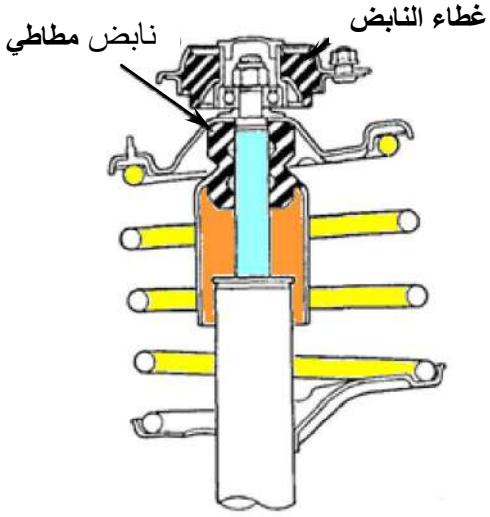
5. يكـون وزن هـذه الاجهـزة اكبـر مـن وزن النـوابض المعدنيـة الاعتياديـة ممـا يزيـد مـن وزن المركبة الكلي.
6. تحتـاج مضـخة الزيـت الـى قـدرة معينـة تاخـذها مـن قـدرة المحـرك كـذلك الحـال بالنسـبة الـى الضاغط المستعمل في النوابض الهوائية.
7. تكاليف تصنيع هذه الاجهزة تكون باهظة مما يزيد من ثمن السيارة.

3-4-1-7 النوابض المطاطية (Rubber spring):

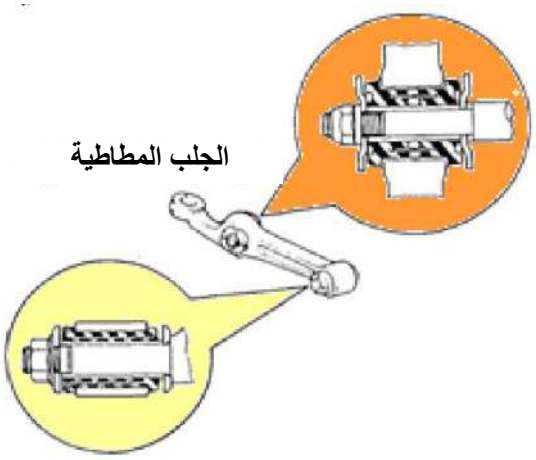
تصـنع مـن المطـاط تمـتص التذبـذبات بواسـطة توليـد احتكـاك داخلـي عنـدما تـنكمش بواسـطة قـوة خارجية. من اهم مميزات النوابض المطاطية:

1. يمكن صناعتها على أي شكل.
2. لا يصدر عنها صوت في أثناء عملها.
3. لا تحتاج إلى تزييت.
4. بها نسبة تخميد داخلي.

النـوابض المطاطيـة غيـر مناسـبة لتحميـل أحمـال ثقيلـة. إذاً فـإن النـوابض المطاطيـة تسـتعمل فقـط كنـوابض أو فرعيـة أو جلـب كماسـافات أو حـواجز أو داعمـات لأجـزاء التعليـق والشـكل (7-17) يوضـح اسـتعمال النـابض المطـاطي مـع النـابض الحلزونـي والشـكل (7-18) يوضـح اسـتعمال النوابض المطاطية مع كراسي التحميل.



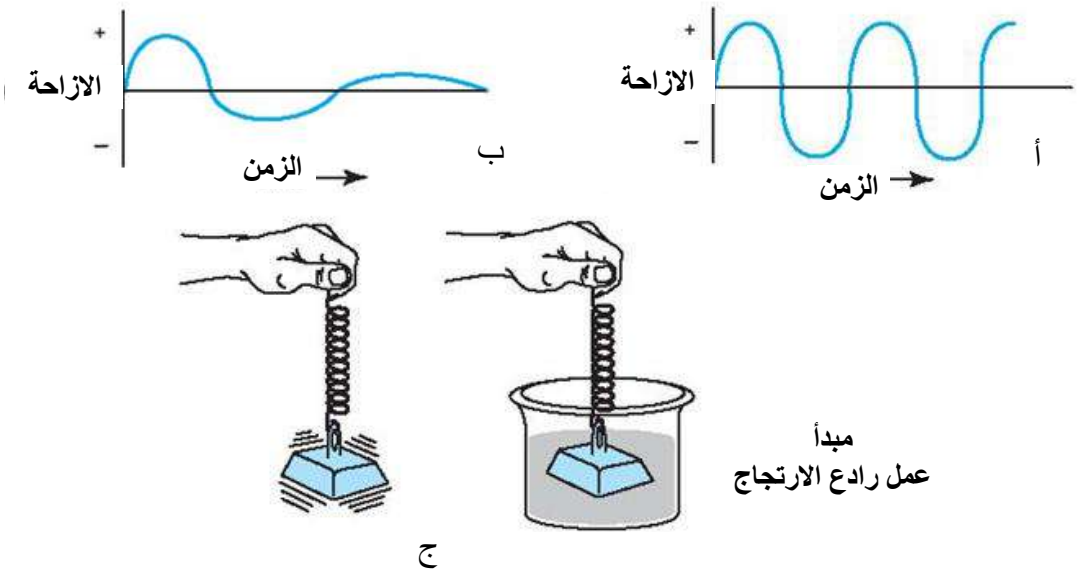
الشكل (7-17) نابض مطاطي مع نابض حلزوني



الشكل (7-18) النوابض المطاطية تستعمل كجلب

2-7 روادع الارتجاج (Shock absorber):

لا تفي النوابض تماماً بما هو مطلوب من مجموعة التعليق، فالنابض يجب أن يكون معتدلاً في مرونته وقساوته. فإذا كانت مرونته زائدة ومرت السيارة فوق نتوء او حفرة تلقى النابض الصدمة وبعد مرور العجلات يضغط جسم المركبة على النابض ويبدأ هذا بالتذبذب الى الاعلى والى الأسفل. ويستمر اهتزاز جسم المركبة حتى يتوازن وزنها مع رد فعل النابض.لذلك يكون الركوب غير مريح في الطريق كثير النتوءات، وخاصة عند المنحنيات إذ تزيد الذبذبة فلا يستطيع السائق أن يتحكم في قيادة مركبته وتوجيهها. وهذه الذبذبة هي المرونة النابضية . وهذا يبين أهمية استعمال روادع الارتجاج التي تعمل على امتصاص وخزن طاقة الحركة وتحويلها إلى حرارة يتم تسريبها إلى المحيط الخارجي، هذا هو مبدأ عمل الروادع وهو التقليل من ذبذبة النابض الى الحد الأدنى. وتركب روادع الارتجاج في المركبات بين هيكل المركبة والنوابض ففي هذا المكان يمكن للروادع أن تتحكم في حركة النابض وتضبطها. ويبين الشكل(7-19- أ) ذبذبة نابض بدون مخمد(رادعة الارتجاج) والشكل (7-19- ب) بعد تركيب المخمد.ومعظم روادع الارتجاج من النوع الذي يحتوي بداخله على سائل هيدروليكي يقاوم ذبذبة النابض عن طريق ضغط السائل خلال فتحات صغيرة تعمل على مقاومة حركة النابض.

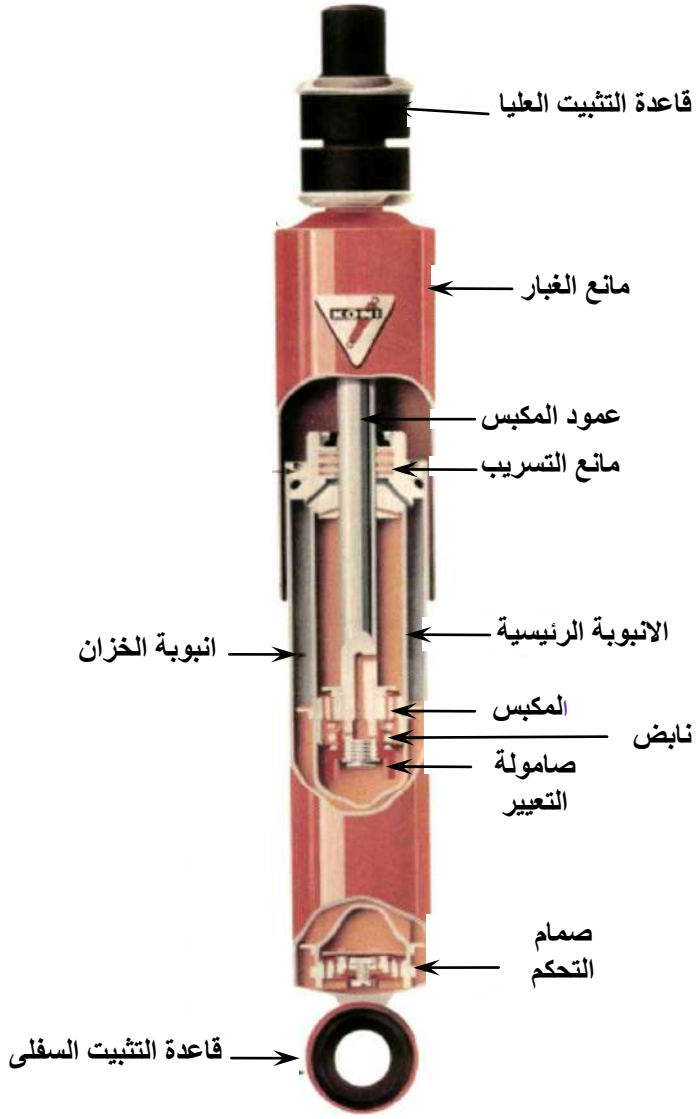


الشكل (7-19) تاثير وجود المخمد (رادع الارتجاج) على ذبذبة النابض

1-2-7 الأجزاء الرئيسة:

في الشكل (7-20) نشاهد مقطعا حقيقيا لرادع ارتجاج ذي الانبوب المزدوج ويتألف من الأجزاء الاتية:

1. عمود المكبس الذي يربط بين المكبس و قاعدة التثبيت العليا لربطه بجسم السيارة.
2. المكبس الذي يتكون من قرص فيه مجموعتان من الثقوب لحالتي الضغط والسحب.
3. صمام نابضي لحالة الضغط وظيفته فتح ثقوب الضغط في حالة الضغط، وسدها في حالة السحب.
4. صمام نابضي لحالة السحب ويكون مشابهاً لصمام الضغط الا ان وظيفته هو فتح ثقوب السحب في حالة السحب، وسدها في حالة الضغط.
5. الأنبوبة الرئيسة تكون مملوءة بزيت في المجال فوق وتحت المكبس.
6. خزان وهو عباره عن أنبوبة خارجية تحيط بالأنبوبة الرئيسة يستعمل كمخزن لتخزين السائل الداخل والخارج من الانبوبة.
7. صمام التحكم وظيفته توليد قوى الامتصاص (الزيت) في أثناء انضغاط رادع الصدمات في أثناء الانضغاط.
8. مانع الغبار وظيفته المحافظة على الانبوبة ومنع تسرب الاوساخ اليها من خلال عمود المكبس.



الشكل (7-20) أجزاء رادع الارتجاج

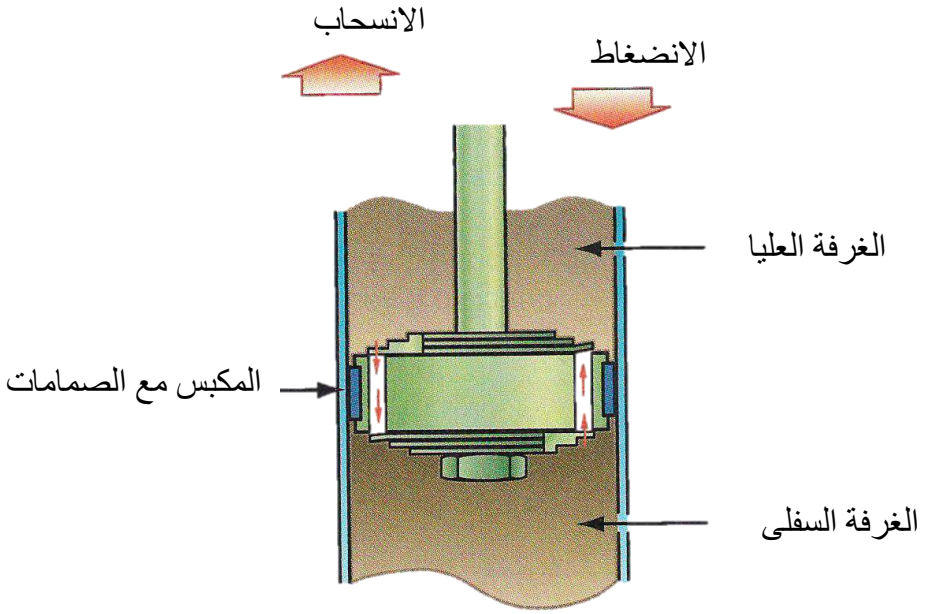
7-2-2 أنواع روادع الارتجاج:

1. **رادع ارتجاج ذو انبوب مفرد.**
2. **رادع ارتجاج ذو انبوب مفرد ومكبس عائم.**
3. **رادع ارتجاج ذو انبوب مزدوج.**
4. **رادع ارتجاج ذو سيطرة الكترونية**

7-2-2-1 رادع ارتجاج ذو انبوب مفرد (Single-tube shock absorber):

يعدُّ هذا النوع من أكثر الأنواع استعمالاً في مجموعات التعليق الأمامية والخلفية، وفيه تركب النهاية السفلى على النابض أو على ذراع التعليق، وتركب النهاية العليا على هيكل المركبة، ويتركب هذا النوع من أسطوانة تملأ بالسائل ومكبس، وغطاء، وهناك ثقوب

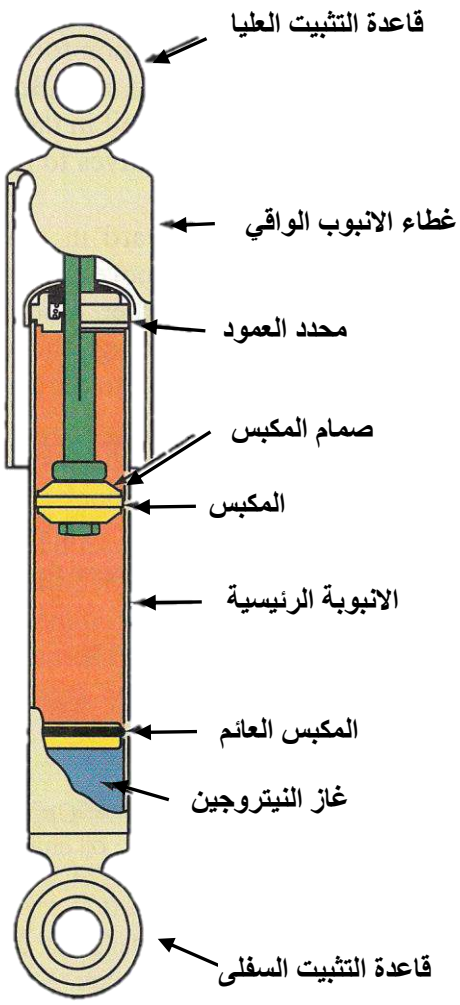
(صمامات) صغيرة في المكبس لمرور السائل من خلالها، فعندما يضغط النابض إلى الأعلى، يبدأ عمل المكبس بالانزلاق إلى الأسفل داخل الأسطوانة ضاغطاً السائل الموجود بالغرفة السفلى. ونتيجة لحركة المكبس يبدأ السائل في التسرب إلى الغرفة العليا من خلال الفتحات. ويتم عكس هذه العملية في حالة تحرك النابض إلى الأسفل،إذ يضغط المكبس السائل الموجود فوقه فيتسرب الأخير من خلال الفتحات إلى تحت المكبس. وهكذا تقاوم حركة النابض إلى الأسفل وإلى الأعلى وتمنعه من التذبذب، وكما هوموضح في الشكل (7-21).



الشكل (7-21) طريقة عمل رادع ارتجاج ذو انبوب مفرد

7-2-2-2 رادع ارتجاج ذو انبوب مفرد ومكبس عائم (Single-tube shock absorber with floating piston)

يشابه هذا النوع في تركيبه تركيب النوع ذي الانبوب المفرد إذ يوجد فيه صمامات تعمل في أثناء الضغط والسحب ويوجد مكبس آخر أسفل الأنبوبة بمكبس عائم تحته غاز الذي يشحن بضغط عالٍ من غاز النيتروجين الخامل بحوالي ($20kg\backslash cm^2$) الى ($30kg\backslash cm^2$) كما في الشكل (7-22). يشحن أحد أطراف الأنبوبة بغاز ضغط عالي وقد قفل تماماً من السائل بواسطة المكبس الحر. هذا يضمن أن التجويف والتهوية لن يحدثا في أثناء العمل وبذلك يتم امتصاص أكثر أتزانا، وان درجة الصوت أثناء العمل تقل بدرجة كبيرة. الطول الكلي لرادع الارتجاج أكبر من الرادع التقليدي بسبب أن مخزن الغاز في غرفة منفصلة.



الشكل (7-22) رادع ارتجاج ذو انبوب مفرد ومكبس حر

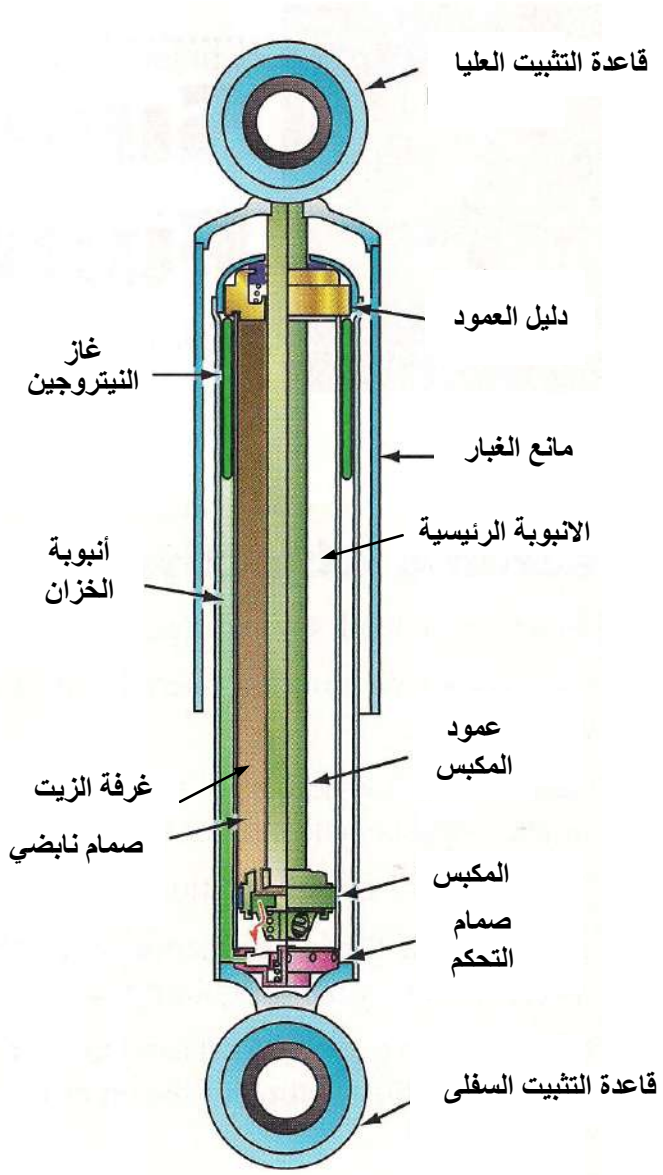
7-2-2-3 رادع ارتجاج ذو انبوب مزدوج (Double-tube shock absorber):

يختلف هذا النوع عن النوع السابق بانه يتكون من انبوبين متداخلين ويكون المكبس الثاني معدوماً فيه ويحل محله قرص اخر يشكل الجزء السفلي من الانبوب الداخلي كما هو موضح في الشكل (7-23). ويكون للقرص ثقوب خاصة لحالة السحب، ولحالة الضغط. اما الانبوب الخارجي فيحتوي الجزء السفلي منه زيتا، والجزء العلوي منه يحتوي غازا، ولا يفصل بين المجالين شيء.

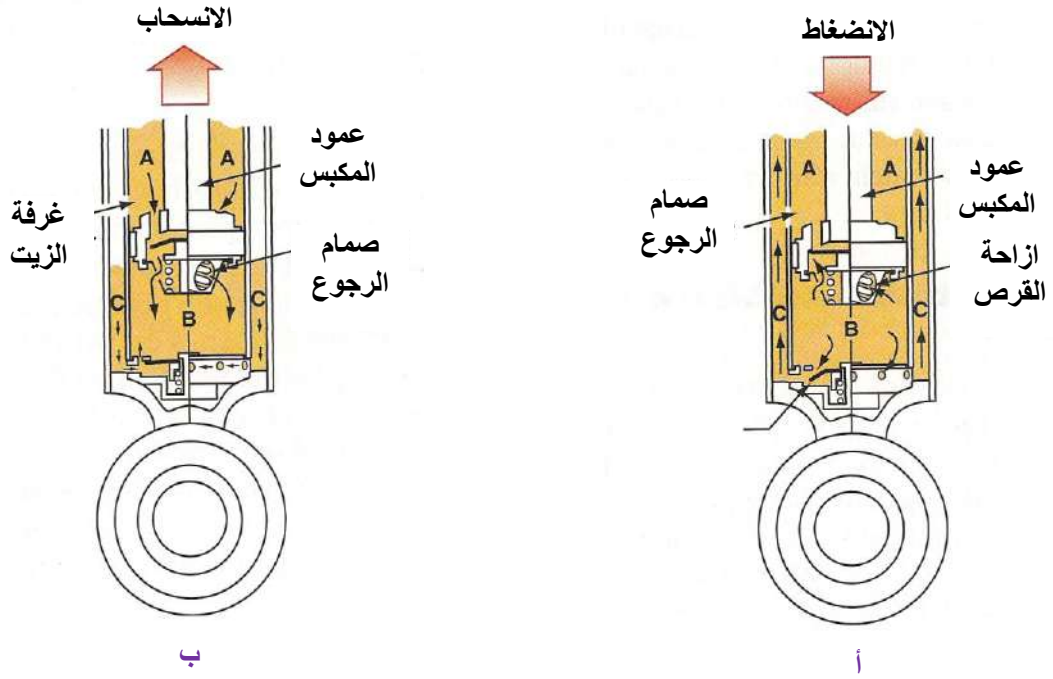
ويتلخص عمل رادع الارتجاج ذي الانبوب المزدوج بما يأتي:

في حالة اندفاع المكبس الى اسفل،اي شوط الضغط، يزداد ضغط الزيت في الغرفة السفلى لذلك يندفع الزيت من الغرفة السفلى الى الغرفة العليا عبر فتحات الضغط في المكبس.ونظراً لدخول احجام جديدة من عمود المكبس الى الغرفة العليا وبما ان الزيت غير قابل للانكماش في الانبوب الداخلي المغلق، لذلك يتسرب جزء من الزيت من الغرفة السفلى الى المجال الموجود في الانبوب الخارجي عبر فتحات الضغط في القرص ويسبب هذا انكماشا في المجال

الغـازي، كمـا هـو موضـح فـي الشـكل (7-24- أ). فـي حالـة شـوط السـحب تكـون العمليـة معكوسـة تمامـا. ومـن اهـم مزايـا هـذا النـوع مقارنـة مـع النـوع (2) هـو الـتخلص مـن مشـكلة عـزل المجـال الزيتي عن المجال الغازي بوساطة المكبس الثاني (7-24- ب).



الشكل (7-23) أجزاء رادع الارتجاج ذي الانبوب المزدوج

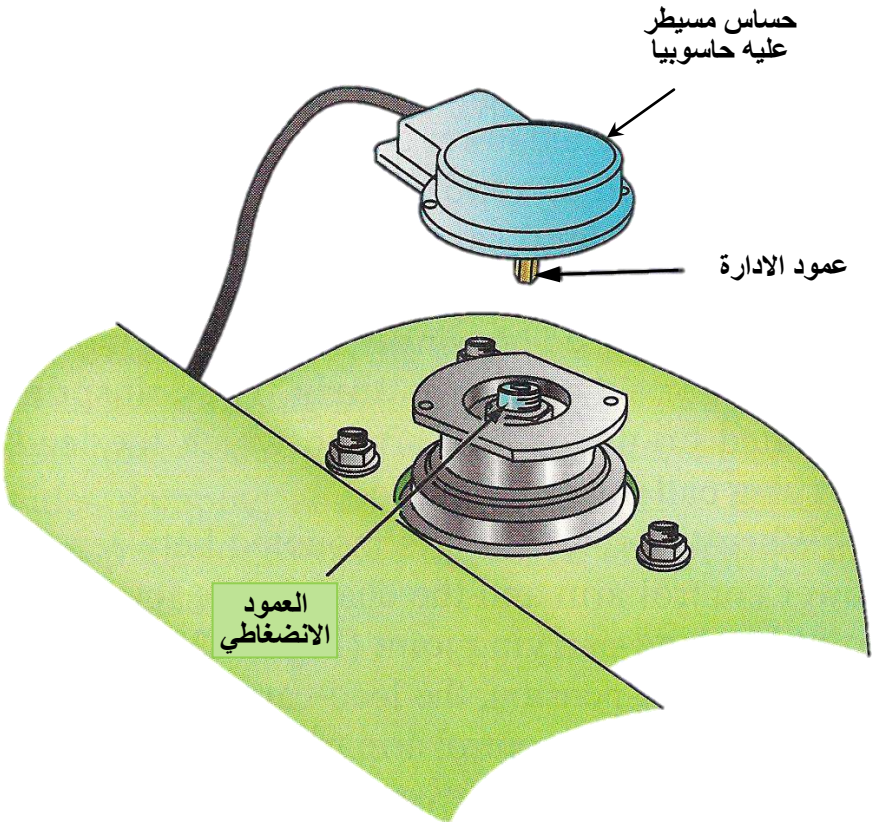


الشكل (7-24) أ- شوط الانضغاط. ب- شوط الانسحاب.

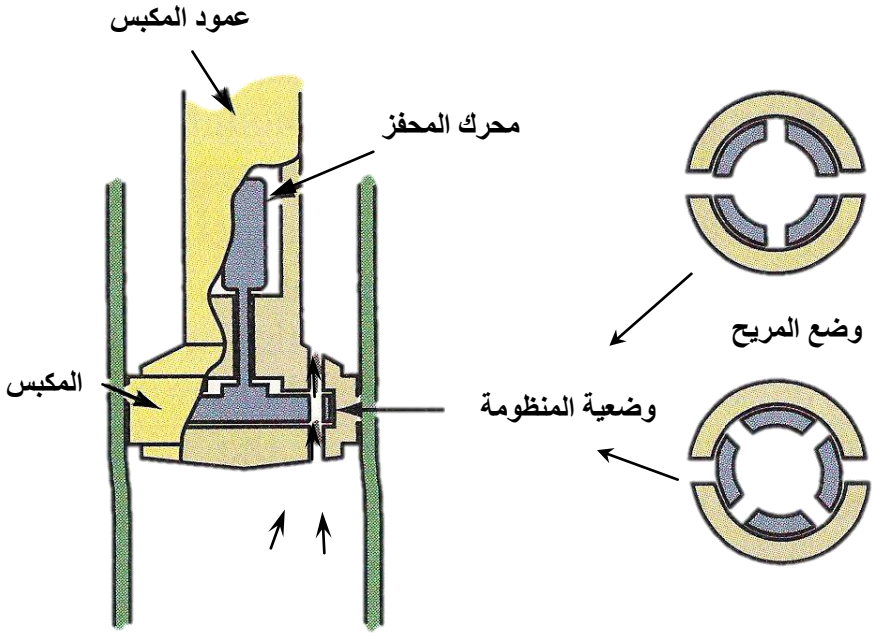
7-2-2-4 رادع ارتجاج ذو سيطرة الكترونية (Electronically controlled shock absorbers)

تجهز اكثر السيارات اليوم بمنظومة سيطره حاسوبية على منظومة التعليق. في هذه المنظومة هناك حساس الكتروني يقع في اعلى كل رادع ارتجاج (لاحظ الشكل 7-25) إذ يقوم بتدوير عمود داخل عمود المكبس ويكون متصلاً بصمام رادع الارتجاج.

هناك وضعان لهذه المنظومة، الوضع الناعم والوضع المتين. في الوضع الناعم يقوم المحفز بالتحكم بموقع صمام المكبس بحيث يحدد حركة الزيت داخل المكبس. اما في الوضع المتين فهناك تحديد اضافي لحركة الزيت داخل المكبس، مما يؤدي الي قيادة متينة (لاحظ الشكل 7-26).

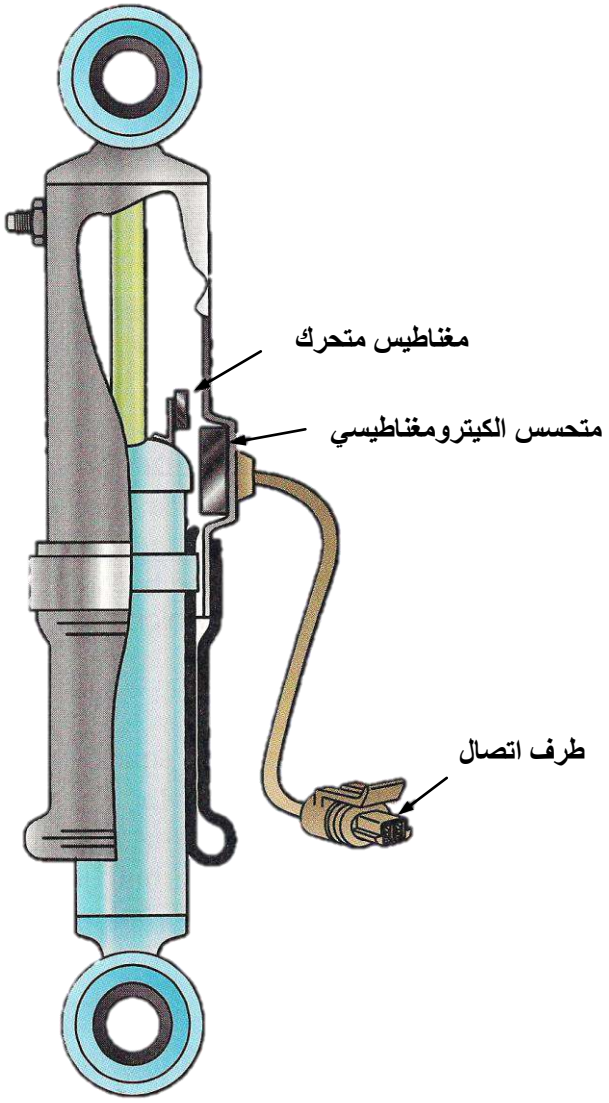


الشكل (7-25) رادع ارتجاج ذو سيطره حاسبوية



الشكل (7-26) وضعي صمام المكبس الناعم والمتين

واخيـراً يُسـتعمل الان فـي بعـض السـيارات الحديثـة رادع ارتجـاج يحتـوي علـى منظومـة لمراقبـة مسـتوى السـيارة (لاحـظ الشـكل 7-27)، تحتـوي هـذه المنظومـة علـى متحسـس للارتفـاع إذ يقـوم بارسـال اشـاره الـى وحـدة السـيطرة الالكترونيـه عـن حالـة ارتفـاع السـيارة، فـاذا تطلـب الامـر يوجـه اشـارة الـى المضـخة لزيـادة ضـغط الهـواء داخـل رادع الارتجـاج لزيـادة ارتفـاع المركبـة، وفـي حالـة ارتفـاع المركبـة يوجـه اشـارة الـى ملـف الـدوران لتفريـغ الهـواء، وهكـذا يقـوم بالحفاظ على مستوى ثابت للسيارة بغض النظر عن الاحمال.



الشكل (7-27) رادع ارتجاج ذي متحسس ارتفاع

مصطلحات فنيــة

عربي	انكليزي
اسطوانة	Cylinder
الانسحاب	Rebound
جلب	Bushing
رادع ارتجاج او ماص صدمات	Damper or shock absorber
صمام	Valve
ضاغط	Compressor
عمود الربط	Strut rod
عمود المكبس	Piston rod
عمود لي	Torsion bar
مكبس	Piston
نابض	Spring
نابض حلزوني	Coil spring
نابض مطاطي	Rubber spring
نابض هوائي	Air spring
نابض ورقي	Leaf spring
هوائي	Pneumatic

أسئلـــة الفصل السابع

س1: ما الغرض من نوابض السيارة.

س2: أذكر أنواع النوابض.

س3: ما عمود الي اشرحه مع معززا اجابتك بالرسم.

س4 : ما النوابض الورقية وما هي اجزاؤها.

س5: ما الفرق بين النوابض الهوائية والنوابض الهيدروهوائيه.

س6: اشرح مع الرسم طريقة عمل النابض الهيدرو هوائي.

س7 : ما الغرض من روادع الارتجاج.

س8: اذكر أنواع روادع الارتجاج .

س9: اشرح طريقة عمل رادع الارتجاج ذي الانبوب المفرد مع الرسم.

س10 :ما الفرق بين رداع الارتجاج ذي الانبوب مفرد ورادع الارتجاج ذي الانبوب مزدوج.

س11: اشرح طريقة عمل رادع الارتجاج ذي السيطرة الكترونية مع الرسم.