جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

العلـــوم الصناعيـــة
الصناعي /السيارات
ا لأول

تـأليف

الدكتور المهندس سعد عباس خضر — الدكتور المهندس عمار علي حسين
المهنـدس وليـد احمـــد الجـــراح — المهندس صبـــاح حســـــن مصراع
المهندس دريـد خليـل ابراهيـــم

الطبعة السادسة — 1447 هـ - 2025 م

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

بسم الله الرحمن الرحيم

{ وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون }

صدق الله العظيم

تم انجاز الكتاب الموسوم (العلوم الصناعية) الصف الأول سيارات لحاجة طلبتنا الأعزاء في الاعداديات المهنية له لما يضمه من معلومات حديثة وضمن خطة تطوير الكتب المنهجية للاختصاصات المهنية كافة بالتعاون مع اساتذة الجامعات والمعاهد العراقية المتخصصين في هذا المجال، فقد عملت لجنة التأليف على تحقيق الأهداف المعرفية والمهارية والوجدانية للطالب، لغرض الوصول به الى انفع الطرائق والوسائل للإفادة القصوى من هذه المبادئ الاساسية والضرورية في مادتي العلوم الصناعية، والتدريب العملي لتحقيق افضل المستويات لهم من أجل خدمة بلدنا العزيز.

ويتضمن هذا الكتاب ثمانية فصول. تطرقنا في الفصل الأول لموضوع الخامات والمعادن وانواع الحديد، وانواع سبائك الالمنيوم والمواد المعدنية واللامعدنية، وفي الفصل الثاني المحرك والاجزاء الرئيسة للمحرك، والاجزاء الثابتة والمتحركة في المحرك. اما الفصول من الثالث الى الثامن تطرقنا الى كهربائية السيارة من البطارية، ومنظومة الاشعال ومنظومة التشغيل، والشحن ومنظومة الانارة والمنظومات الكهربائية المساعدة.

وآخر دعوانا ان الحمد لله رب العالمين، ونتمنى أنْ يوفقنا الله سبحانه وتعالى في تقديم خدمة الى طلبتنا الاعزاء، والى بلدنا العزيز، ونتأمل من المدرسين والمعلمين القائمين على تدريس هذه المادة أن يسهموا في تطوير وتحسين هذا الكتاب برفد المديرية العامة للتعليم المهني/ شعبة المناهج بما لديهم من ملاحظات وافكار للأخذ بها في الطبعات القادمة.

ومن الله التوفيق

المؤلفون

المحتويات

الموضوع	الصفحة
الفصل الاول: خامات ومعادن	9
المعادن	10
المواد الصناعية وطرق تقسيمها	10
المواد المعدنية	11
المواد غير المعدنية	12
الحديد الصناعي	13
العمليات التجهيزية	15
الفرن العالي	15
انواع الحديد	17
حديد الزهر	18
الحديد المطاوع	20
الصلب (الفولاذ)	22
الصلب الكربوني	24
الصلب المنخفض الكاربون	25
الصلب متوسط الكاربون	26
الصلب عالي الكاربون	27
تاثير بعض العناصر على الصلب الكاربوني السبائكي	27
السبائك	28
الصلب السبائكي	28
سبائك الالمنيوم	30
سبائك المعدن الابيض	32
سبائك النحاس	32
اسئلة الفصل	39
الفصل الثاني: المحرك	41
نبذ ة تاريخية عن تطور السيارات	42
الاجزاء الرئيسية للسيارة	50
المحرك	52
اجزاء المحرك الثابتة	54
غطاء الاسطوانة	54
كتلة الاسطوانات	54
حوض الزيت	57
مجمع مجاري السحب والعادم	58
الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة
اجزاء المحرك المتحركة	60
المكبس	60
ذراع التوصيل	66
عمود المرفق	68
عمود الحدبات	74
الصمامات	77
مجموعة الية تحريك الصمامات	80
حذافة	83
تروس التوقيت	84
الاجزاء الحديثة في محرك السيارة	85
انواع الحساسات في المحرك	86
تصنيف المحركات	87
مصطلحات فنية	88
اسئلة الفصل	90
الفصل الثالث: دورات المحرك	91
دورات تشغيل المحرك	92
المحركات رباعية الاشواط	92
المحركات ثنائية الاشواط	95
الحسابات النظرية للمحرك	97
مصطلحات فنية	102
اسئلة الفصل	103
الفصل الرابع: البطارية	114
البطارية	105
الاجزاء الرئيسية للبطارية	106
مواصفات البطارية الحامضية	108
جهد البطارية	108
سعة البطارية	108
العناصر الكهربائية لدائرة الكهربائية لسيارة	110
الرموز و ألوان أسلاك التوصيل كهربائية	110
المنصهرات ومفتاح الكهربائي	111
بيت مفتاح التشغيل المحرك يحتوي على اوضاع المرحل	112
مصطلحات فنية	113
اسئلة الفصل	114
	115

الموضوع	الصفحة
الفصل الخامس: منظومة الاشعال	116
منظومة الاشعال	117
منظومة الاشعال بالبطارية	118
نظرية عمل منظومة الاشعال بالبطارية	119
شمعة القدح	122
المكثف	124
منظومة الاشعال الالكترونية	125
منظومة الاشعال المغناطيسي الماكنيت	126
مبدأ عمل منظومة الاشعال بالماكنيت	127
جهاز الاشعال المغناطيسي ذو عضو الانتاج الدوار	128
مقارنة بين منظومة الاشعال بالمغناطيس و منظومة الاشعال بالبطارية	128
عملية الاشعال في محركاتGM الاولدز موبيل والسلبرتي	132
عمل الدائرة الابتدائية لمنظومة الاشعال المباشر	135
مصطلحات فنية	137
اسئلة الفصل	139
الفصل السادس: منظومة التشغيل والشحن	141
دائرة التشغيل	142
مكونات منظومة بدء التشغيل	142
مبدأ عمل المحرك الذاتي	142
مسنن بدء الحركة	144
اجزاء محرك بدء التشغيل	146
عضو الانتاج	147
ملف المجال	148
موحد التيار	149
مفتاح التوصيل المغناطيسي	149
جهاز بندكس	150
المحرك الذاتي دوالتروس للتروس المساعدة	152

دائرة الشحن	153
اجزاء دائرة الشحن	153
مولد التيار المستمر	154
اجزاء مولد التيار المستمر	154
مولد التيار المتناوب	156
تركيب مولد التيار المتناوب	157
منظمات مولدات التيار المتردد	158
المنظم الترانزستوري الكامل	160
منظم الفولتية	160
مصطلحات فنية	162
اسئلة الفصل	163
الفصل السابع: منظومة الانارة	164
منظومة الانارة	165
مفتاح الانارة	166
المصابيح	168
المصابيح الخارجية	168
المصابيح الداخلية	169
المصابيح الامامية	170
الدائرة الكهربائية الرئيسية للانارة الامامية	174
المصابيح الخارجية عدا الامامية	176
مصطلحات فنية	180
اسئلة الفصل	181
الفصل الثامن: المنظومات الكهربائية المساعدة	182
المنظومات الكهربائية المساعدة	183
المنبه الصوتي	183
منظومة ماسحة الزجاج	184
منظومةالتدفئة	188
منظومة تكيف الهواء	189
منظومة دائرة الراديو والمسجل	192
اجهزة البيان	194
مبين ضغط الزيت	194
مبين مستوى الوقود	196

مبين درجة حرارة سائل التبريد وانواعه	200
مبينات سرعة السيارة وتسجيل المسافات المقطوعة	201
مصطلحات فنية	203
اسئلة الفصل	204

الـفـصل الأول

خامات ومعادن (Ores And Minerals)

الاهداف:

بعد انتهاء من هذا الفصل سيصبح الطالب قادراً على أن:

1- يعرف المواد الصناعية وطرق تقسيمها.

2- يعرف العمليات التي تجري على خامات الحديد.

3- يعرف أنواع الحديد المختلفة.

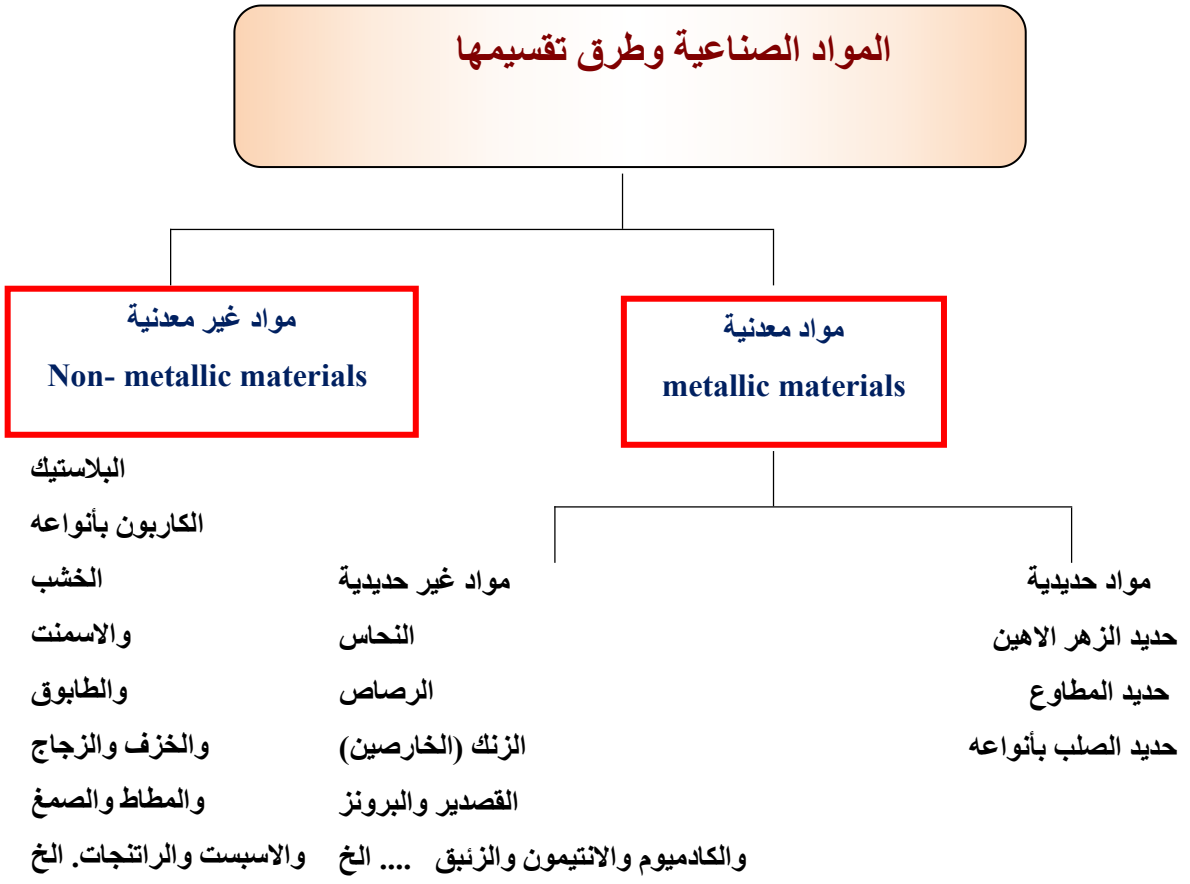
5- يعرف السبائك وأنواعها.

المعـــادن

المعـــادن

تؤدي المعادن بصورة خاصة دورا هاما في حياتنا اليومية في الوقت الحاضر، ويصعب تصور حضارة اليوم من غير وجود المعادن. فالصلب يدخل في نحو 90% من الصناعات فهو أساس قيام الصناعة.

كما أن الألمنيوم والنحاس والمغنسيوم يتم استخدامهم في صناعة الطائرات والسيارات وذلك لخفة وزن سبائكها. و أن التطور الذي حدث في علم الفضاء لم يكن بالمستطاع الوصول إليه من غير استخدام المعادن وخاصة المعادن غير الحديدية.



مخطط (1) تقسيم المواد الصناعية

1- المواد المعدنية (المعادن) Metallic Material :

وتعرّف المعادن بأنها مواد بلورية ذراتها منتظمة في نمط معين تكون فيه كثافة التراص عالية. وتقسم المواد المعدنية إلى مواد حديدية ومواد غير حديدية.

أ- المواد الحديدية Ferrous Materials :

وهي السبائك التي تحتوي على الحديد كمادة أساسية وتختلف أنواعها حسب نسبة العناصر المتسابكة معه وكيفية وجودها. وتشتمل على الحديد الصناعي بأنواعه المختلفة مثل: الحديد المطاوع والحديد الزهر(الاهين)، وكذلك تشتمل على الأنواع المختلفة للصلب (الفولاذ) مثل: الصلب الكربوني والصلب السبائكي (سبائك الفولاذ)....الخ.

ب- المواد غير الحديدية Non- Ferrous Materials :

وهي السبائك التي لا تحتوي على الحديد في تركيبها، وتشتمل المواد غير الحديدية على النحاس، والألمنيوم، الزنك (الخارصين)، الرصاص، القصدير، النحاس الأصفر، البرونز، السبائك البيضاء,الكادميوم,الانتيمون... الخ.

والجدول رقم (1) أدناه يبين أهم المعادن المستعمله في الصناعه

أهم المعادن المستعملة في الصناعة
(رموزها وكثافتها النسبية ودرجة حرارة انصهارها)

درجة حرارة الانصهار MELTING POINT (^{O})	الكثافة النسبية (RELATIVE DENSITY)	رمزه (SYMBOL)	المعدن (METAL)
680	$^{3}10\times2,7$	Al(Aluminum)	الالمنيوم
271,3	$^{3}10\times9,8$	Bi(Bismuth)	البزموث
320,9	$^{3}10\times8,6$	Cd(Cadminium)	الكادميوم
1890	$^{3}10\times7,1$	Cr(Cromium)	الكروم
1490	$^{3}10\times8,9$	Co(Cobalt)	الكوبلت
1083	$^{3}10\times8,9$	Cu(Copper)	النحاس
1063	$^{3}10\times19,3$	Au(Gold)	الذهب
1535	$^{3}10\times7,9$	Fe(Iron)	الحديد
326,4	$^{3}10\times11,3$	Pb(Lead)	الرصاص
651	$^{3}10\times1,7$	MG(Magnesium)	المغنسيوم
388	$^{3}10\times13,6$	Hg(Mercury)	الزئبق
1458	$^{3}10\times8,9$	Ni(Nickel)	النيكل
1773	$^{3}10\times21,4$	Pt(Platinum)	البلاتين
960	$^{3}10\times10,5$	Ag(Silver)	الفضة
231,9	$^{3}10\times7,3$	Sn(Tin)	القصدير
1725	$^{3}10\times4,5$	Ti(Titanium)	التيتانيوم
3410	$^{3}10\times19,3$	W(Tungsten)	التنجستن
419,5	$^{3}10\times7,1$	Zn(Zinc)	الخارصين

جدول رقم (1)

2- المواد غير المعدنية (Non-Metallic Materials):

وتشتمل المواد غير المعدنية: البلاستيك (اللدائن) بأنواعها المختلفة والاسبستوس، الطابوق

الخشب، الخزف (الفخار) والكاربون بأشكاله المختلفة (الفحم والماس والكرافيت)، الزجاج، الحجارة السمنت والراتنجات وخلات السيليلوز والصمغ..... الخ.

ويبين الجدول رقم (1) طريقة تقسيم المواد الصناعية.

والذي يهمنا في هذا الفصل هو المواد المعدنية فقط بأنواعها المختلفة (المواد الحديدية والمواد غير الحديدية). أما المواد غير المعدنية فسوف لا نتطرق إلى تفاصيلهما.

المواد الحديدية

الحديد الصناعي (Industrial Iron)

تعريف الحديد النقي الخالص:- هو معدن ذو خاصية مغناطيسية لونه فضي مبيض لين وقابل للطرق والسحب والثني وذو متانة عالية ويعد الحديد من المعادن الثقيلة، ودرجة حرارة انصهاره تساوي (1540 C°). ودرجة حرارة غليانه (2450 C°). والحديد يتمغنط بسهولة ويفقد مغناطيسيته بسهولة، حيث يفقدها كليا" بدرجة حرارة (769 C°). قابلية الحديد على التوصيل الحراري أقل من قابلية الفضة للتوصيل الحراري بمقدار (6-7) مرات وأقل من قابلية الألمنيوم للتوصيل الحراري بمقدار مرتين. أما قابلية الحديد للتوصيل الكهربائي فهي أقل من قابلية التوصيل الكهربائي للفضة بمقدار (5-6) مرات وأقل من قابلية التوصيل الكهربائي للألمنيوم بمقدار (5) مرات.

الرمز الكيمياوي للحديد (Fe) مأخوذة من الكلمة اللاتينية (Fe): Ferumm والتكافؤ الكيمياوي للحديد في مركباته أما ثنائي أو ثلاثي التكافؤ. والحديد لا يصدأ في الهواء الجاف ولكنه يصدأ في الهواء الرطب المحتوي على ثاني اوكسيد الكاربون مكونا" اوكسيد الحديد المائي ($2Fe_2O_3.3H_2O$) والمعروف بصدأ الحديد, أما الحديد الساخن فأنه يتفاعل مع بخار الماء ويتحول الى اوكسيد الحديد المغناطيسي Fe_3O_2 ويحرر الهيدروجين.

يتحد الحديد مع الكاربون مكونا" كاربيدالحديد (السمنتايت) Fe_3C وتسمى سبائك الحديد مع الكاربون بالحديد الصناعي مكونا" أنواع مختلفة من سبائك الحديد حسب نسبة الكاربون المتسابك معه وكيفية تواجده. مثل: حديد الزهر (الاهين) والحديد المطاوع وانواع الصلب.

خـامـات الـحديـد (Iron ores)

لا يوجد الحديد في الطبيعة بصورة نقية ولكنه يوجد بشكل خامات تستخرج من باطن الأرض من مناجم خاصة، ويشير مصطلح خام الحديد إلى صخور أو أحجار أرضية تحتوي على نسبة كافية من فلز الحديد تجعله مناسباً لإجراء عملية التعدين وتوجد خامات الحديد بكثرة في أماكن عديدة من العالم ونظراً لتوافر هذه الخامات بكثرة ولسهولة استخلاص الحديد منها، لذا أصبح الحديد أكثر المعادن إستعمالاً في الصناعة في الوقت الحاضر بالاضافة إلى خواصه التكنولوجية كما يعد أرخصها ثمنا.

وتقسم خامات الحديد حسب تركيبها الكيمياوي إلى أربع مجاميع هي:-

1.خامات أكاسيد الحديد المغناطيسية (الماجنتايت Magnetite).

وتكون نسبة الحديد في هذه الخامات 45% - 70% ويوجد الحديد فيها على هيئة اوكسيد الحديد المغناطيسي (Fe_3O_4).

2.خامات الحديد الأحمر (الهماتايت Hematite).

وتكون نسبة الحديد فيها 45% - 65% وهذه الخامات هي اكاسيد الحديد غير المائية (Fe_2O_3).

3.خامات أكاسيد الحديد المائية (الليمونايت Limonite):-

وتكون نسبة الحديد فيها 25% - 50% وتكون على هيئة اوكسيد الحديد المائي ($Fe_2O_3 - 3H_2O$).

4.خامات كربونات الحديد (السبار Spathic Iron Ores):-

ويحتوي السبار على حديد بنسبة 30% - 40% وتكون على هيئة ($FeCo_3$).

ويبين الشكل (1-1) منجم حديد سطحي.

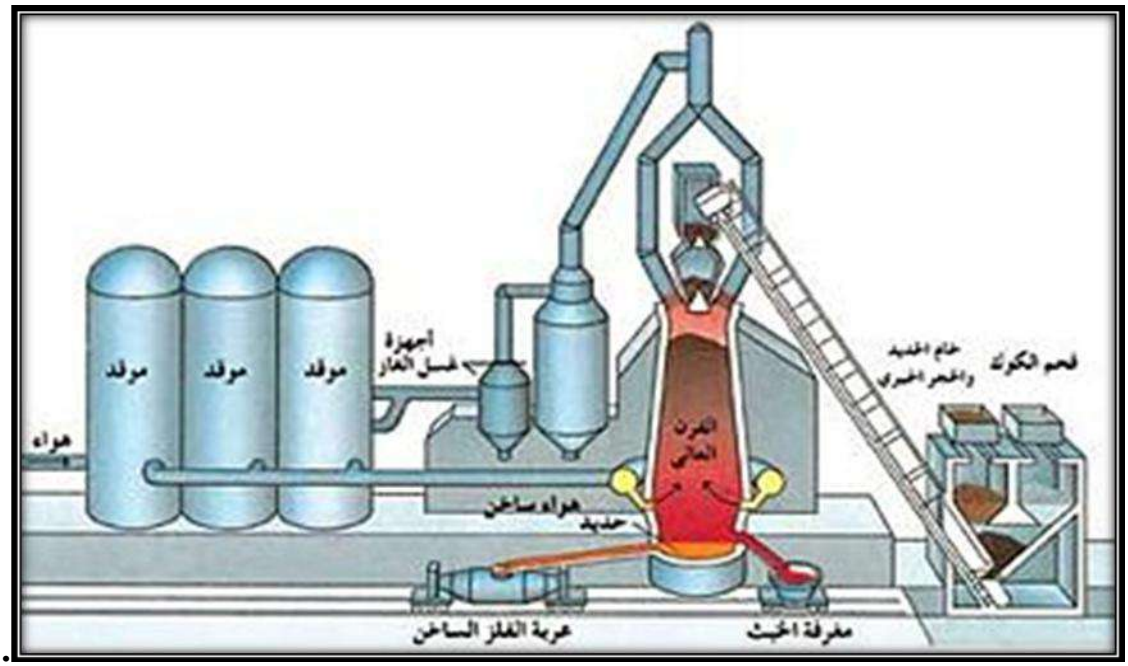
شكل(1-1) منجم سطحي لخامات الحديد

العمليات التجهيزية التي تجري على خامات الحديد:

المقصود بالعمليات التجهيزية للخامات هي العمليات الأولية التي تجري على الخامات المستخرجة من باطن الأرض قبل ارسالها إلى الأفران العالية لاستخلاص الحديد منها فعلياً. وهذه العمليات تعمل على تحضير وتهيئة وتركيز الخامات. وتشمل العمليات التجهيزية: عمليات التكسير،عمليات الفرز (التصنيف)، عمليات التحميص، عملية الغسل، عملية التركيز الكهرومغناطيسي وعملية التلبيد.

الفرن العالي (Blast furnace)

الفرن العالي عبارة عن اسطوانة رأسية ضخمة مصنوعة من الفولاذ ومبطنة بالطوب الحراري (المقاوم للحرارة). يبلغ ارتفاع بعض الأفران العالية إلى (30m) أو أكثر وقطره في حدود (9m) عند القاعدة. وتوجد عند قمة الفرن معدات لشحن (المواد الخام الأولية وفحم الكوك والمواد المساعدة للصهر) الى الفرن واخراج غازات العادم, تعمل الأفران العالية بصورة مستمرة حتى يتآكل الطوب الحراري للبطانة تماماً وينتهي. وتعمل بعض الأفران لمدة عامين قبل توقفها لإجراء عمليات الصيانة. والشكل (1- 2) يوضح الفرن العالي وملحقاته.



الشكل (1-2) الفرن العالي مع ملحقاته

الشحنة: يطلق على المواد الداخلة إلى الفرن العالي اسم (الشحنة) وتعرف عملية التحميل نفسها باسم التغذية أو الشحن. وهذه المواد هي:-

1-فحم الكوك: ويحصل عليه بالتقطير الاتلافي للفحم الحجري في أفران خاصة وأنّ (99%) من عمليات صهر حديد الغفل(Pig Iron) داخل الفرن العالي تتم باستعمال فحم الكوك.

2- فحم الخشب: ويستعمل لصهر الأنواع الجيدة من حديد الزهر.

3-المواد المساعدة للصهر (الفلكس Fluxes): وهي مواد معدنية توضع في الفرن العالي فتتحد مع المواد العاطلة وشوائب الخامات والرماد المتبقي من فحم الكوك مكونة بذلك مواد مساعدة للصهر تسمى الخبث.

استخلاص الحديد الغفل من خامات الحديد بواسطة الفرن العالي:-

يتم استخلاص حديد الغفل من خامات الحديد بواسطة أفران خاصة تسمى بالأفران العالية حيث تجري مجموعة عمليات وتفاعلات كيميائية على الخام داخل الفرن العالي، وبالتالي اختزال مركبات الحديد إلى الحالة الفلزية. (أي حديد الغفل Fe).

نواتج الفرن العالي:-

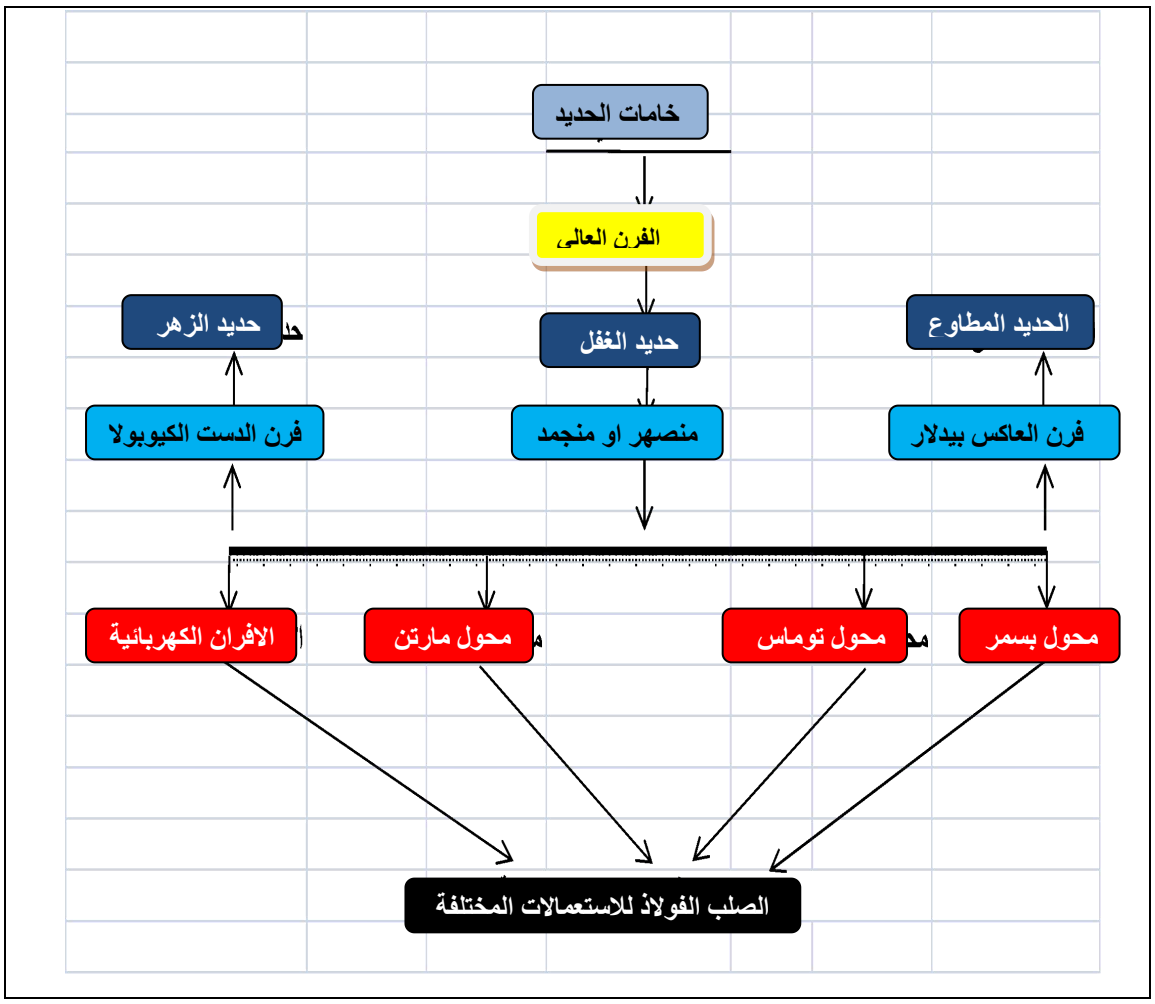
1- **الحديد الغفل (Pig Iron):-** الحديد الناتج من الفرن العالي هو حديد غير نقي يسمى بالحديد الغفل ويكون سهل الانصهار خالٍ من المواد الرملية والحثالات، ويحتوي على بعض الكاربون وبعض الشوائب القليلة كالفسفور والكبريت التي تتحد معه في أثناء سير العمليات. إن الحديد الغفل لا يمكن الإفادة منه مباشرة في الصناعة، ولابد من اجراء عمليات أخرى عليه في أفران خاصة لاجل تنقيته وجعله صالح للصناعة.

2- **الخبث (Slag):-** عباره عن مواد سهلة الانصهار، وينقل الخبث الخارج من الفرن العالي بواسطة عربات الى خزان،أو يفرغ في حوض مملوء بالماء كي يكون الخبث حُبيبي الشكل. يستعمل في صناعة الاسمنت والطابوق والاسمدة وانتاج صوف الخبث كعازل حراري وفي صناعات أخرى.

3- **الغازات (Gases):-** الغازات الناتجة من الفرن العالي هي:- نتروجين, N_2 ميثان CH_4, هيدرجين H_2, أول اوكسيد الكاربون CO, ثاني أوكسيد الكاربون CO_2, وتستعمل هذه الغازات بعد تخليصها من الغبار كوقود لمسخنات الهواء والغلايات.

الأنواع المختلفة للحديد الصناعي

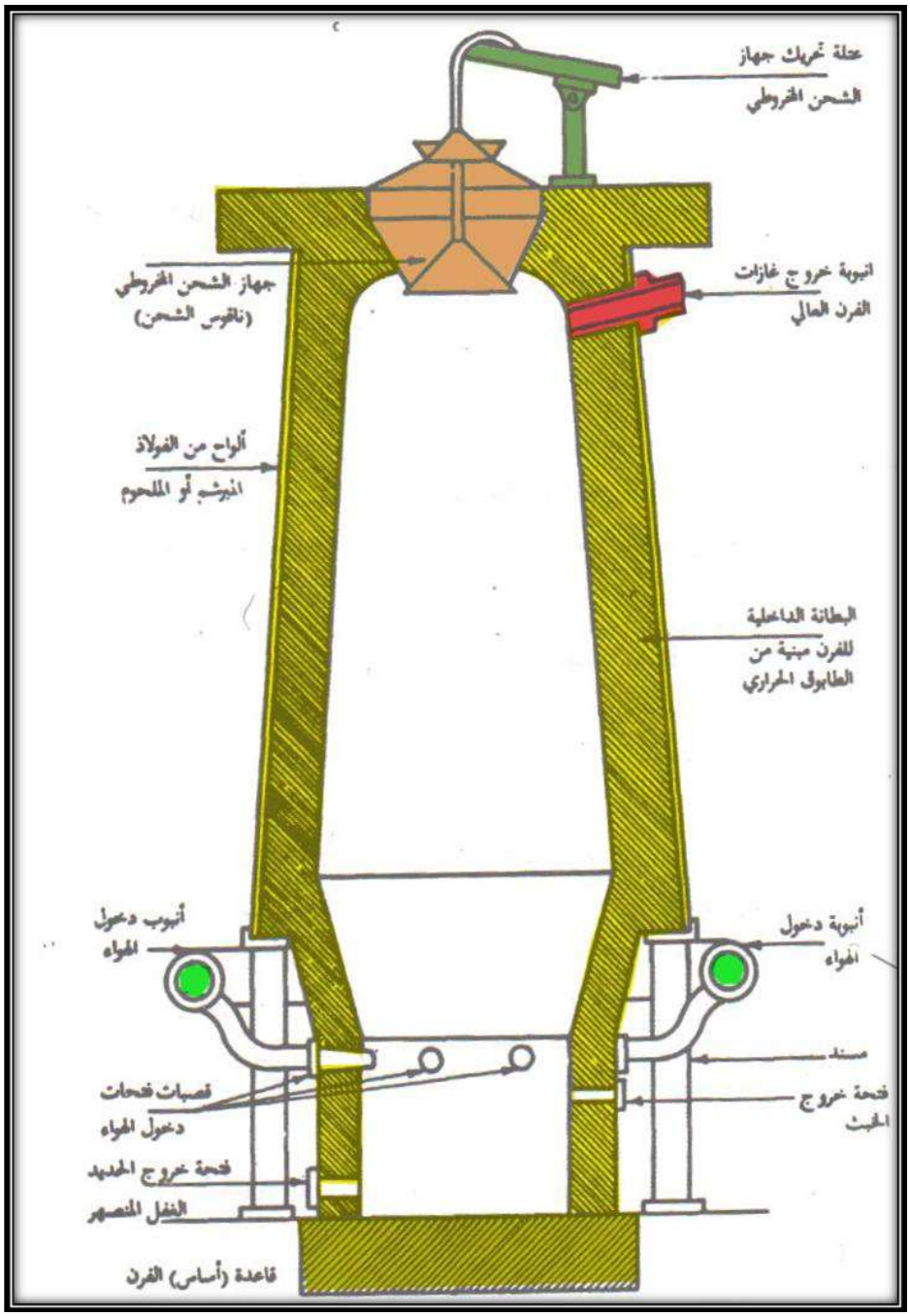
تنتج الأنواع المختلفة للحديد (حديد الزهر والحديد المطاوع والحديد الصلب) بواسطة أفران خاصة لكل منها، حيث يتم اجراء بعض عمليات التكرير على حديد الغفل الناتج من الفرن العالي وكما مبين بالشجرة البيانية في الشكل (1-3).



الشكل (1-3) الشجرة البيانية لإنتاج الأنواع المختلفة للحديد

اولاً:- حديد الزهر(Cast Iron)

يتم استخلاص حديد الزهر من حديد الغفل الناتج من الفرن العالي وذلك باجراء بعض عمليات التنقية والتكرير على حديد الغفل، ويتم ذلك في فرن الدست (الكيوبولا Cupola) والمبين في الشكل (1-4). وكما هو موضح في الشجرة البيانية. ينتج أنواع مختلفة من حديد الزهر ولكل نوع من أنواعه تركيب كيميائي خاص به، كما تختلف خواص الأنواع المختلفة بعضها عن بعض.



الشكل (1-4) فرن الدست (الكيوبولا Cupola) المستخدم لانتاج حديد الزهر

تركيب حديد الزهر (الصب):-

يحتوي حديد الزهر (الصـب) على الكـاربون بنسبة (3% – 4%). ويحتوي على نسب قليلة من السليكون والفسفور والمنغنيز.

خواص حديد الزهر الصب Properties of cast Iron:

1- حديد الزهر قصيف (هشBrittle) وينكسر بسهولة.
2- لايمكن سحبه أو طرقه.
3- لايمكن لحامه، إلا بالاوكسي أستلين.
4- قادرا" على تحمل اجهادات الضغط ولايتحمل اجهادات الشد. ولهذا السبب لايستعمل في صنع البراغي والصواميل المعرضة لأجهادات الشد.
5- لايمكن استعماله في صنع الاعمدة والقضبان المعرضة للحني أو الثني أو الالتواء.
6- الوزن النوعي لحديد الزهر (7.2) تقريبا".
7- مقطعه ذات شكل متبلورلماع وملمسه خشنا" .
8- لونه رمادي ضارب السمرة.
9- يحدث صوتاً غليظاً غير رنان عند طرقه قليلا".
10- يأكل به المبرد بصعوبه.

مميزات حديد الزهر:-

1- رخيص الثمن.
2- انخفاض درجة انصهاره (تتراوح درجة انصهاره بين (1150 C° – 1200)
3- سيولته عند صهره (له القابلية على ملء قالب السباكة جيدا") ولهذا يستعمل في عمل المسبوكات ذات الاشكال المعقدة كأجسام الماكنات والأجزاء الأخرى.
4- يحتوي على الكاربون (كرافيت) وهذا الكرافيت الموجود في حديد الزهر يعمل كمادة مزيتة (يساعد على الانزلاق). ولهذا تصنع منه المنزلقات الكبيرة (سلايدات) للماكنات التي تتحرك بصورة طليقة.

استعمالات حديد الزهر Uses of cast iron:

يستعمل حديد الزهر (الاهين) في السباكة لإنتاج العديد من القطع والأجزاء. وتصنـــــــع المصبوبات بصب الحديد المنصهر الناتج من فرن الدست (الكيوبولا) في قوالب رملية خاصة. وهذه القوالب تصنع بموجب نماذج خاصة مصنوعة من الخشب. وفيما يلي بعض استعمالات حديد الزهر:-

1- يستعمل حديد الزهر في صنع قواعد وفرش ومنزلقات الماكنات وكذلك يستعمل في صنع اجسام الماكنات.

2- يستعمل في صنع اسطوانات ومكابس الماكنات البخارية. ومكائن ذات الاحتراق الداخلي.

3- يستعمل حديد الزهر في صنع اغلفة التربينات واجسام المضخات .

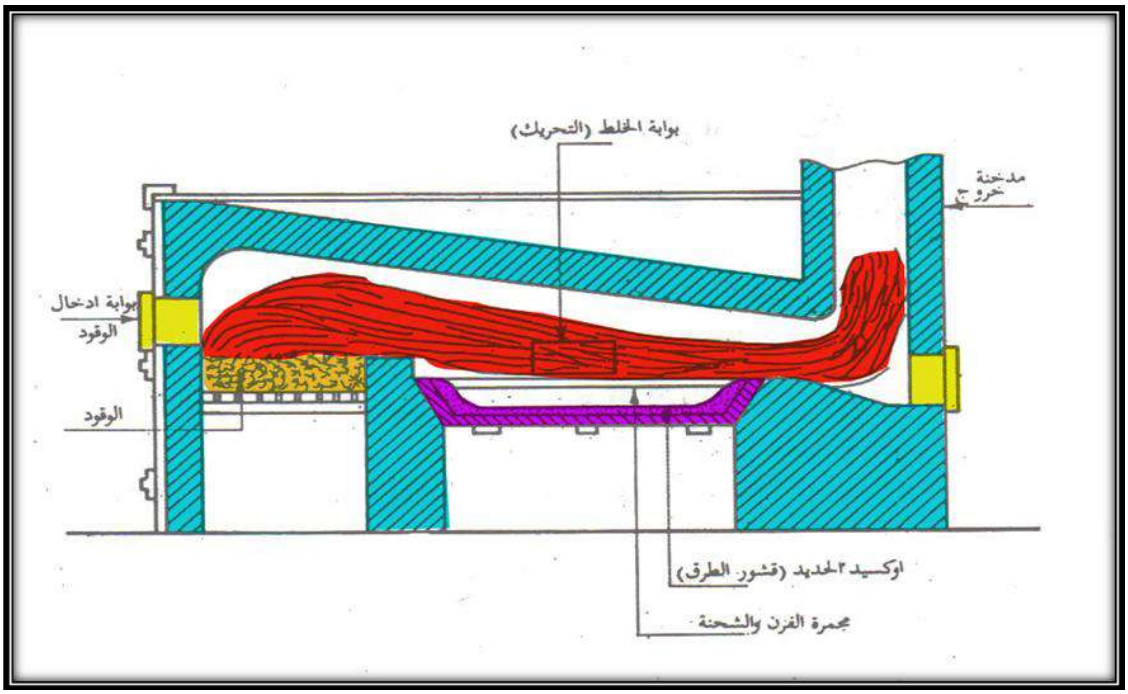
4- يستعمل في صنع أنابيب الغاز وأنابيب الماء كبيرة الحجم نسبيا" وكذلك يستعمل في صنع اجسام الصمامات الكبيرة (الولفات Valves).

5- يستعمل في صنع بعض الأغراض المنزلية مثل الطباخات ومدفئات الحمامات وغيرها.

ثانياً: الحديد المطاوع (Wrought iron)

تركيب الحديد المطاوع:

هو أنقى المعادن الحديدية جميعا" وأقلها احتواءا" على الكاربون وقد تصل نسبة الحديد فيه إلى (99.9 %). أما نسبة الكاربون فيه فانها تتراوح بين (0.02 % – 0.03%) ولاتزيد عن هذا المعدل. ويحتوي الحديد المطاوع على العناصر الأتية:- (سليكون بنسبة 0.09 %). (كبريت 0.02%) (فسفور 0.01%)(منغنيز 0.04 %) ويؤلف الحديد الجزء الباقي وبنسبة نحو (99.73 %). ويستخلص الحديد المطاوع من حديد الغفل بواسطة الفرن العاكس بيدلار المبين في الشكل (1-5).



الشكل (1- 5) الفرن العاكس بيدلار المستعمل لانتاج الحديد المطاوع

خواص الحديد المطاوع Properties of Wrought iron

1- الوزن النوعي للحديد المطاوع يساوي (7.87).

2-يُعد الحديد المطاوع من أطرى أنواع المعادن الحديدية وأكثرها قابلية للسحب والحني والتشكيل.

3- درجة انصهاره تتراوح من (1500 – 1539 C°).

4- يمكن تشكيله إلى الأشكال المطلوبة بسهولة بواسطة طرقه وهو في درجة حرارة الاحمرار.

5- يمكن لحام قطعتين من الحديد المطاوع مع بعضها بالطرق بحيث تصبحان قطعة واحدة وذلك بتسخينها وتنظيفها. وهذا ما يمتاز به الحديد المطاوع عن بقية أنواع المعادن الحديدية الأخرى.

6- إذا تعرض الحديد المطاوع وهو في درجة حرارة الاحمرار الى الهواء الجوي يتأكسد ويتكون عليه اوكسيد أسود يسهل فصله بالطرق. واذا رفعت درجة حرارته إلى اللون الأبيض في أثناء تعرضه للهواء الجوي فأنه يحترق أي يتأكسد داخليا" أيضا" ويصبح غير قابل للتشغيل أو اللحام

7- يُعد الحديد المطاوع من أكثر المعادن الحديدية مقاومة للعوامل الخارجية حيث أن أوكسجين الجو لا يمكنه الوصول إلى الطبقات الداخلية للمعدن.

استعمالات الحديد المطاوع Uses of wrought iron:

1- يستعمل الحديد المطاوع في الحدادة لصنع الأبواب، وملحقاتها وعمل السلاسل، والمفاصل والأجزاء المعقوفة، كما يستعمل أيضا" في صنع بعض المعدات والأدوات الزراعية.

2- يستعمل الحديد المطاوع النقي في عمل بعض أجزاء الماكنات الكهربائية وهذا يشمل الأقطاب المغناطيسية، وقلوب الملفات الكهربائية وصفائح الجزء الدوار في المحركات الكهربائية وبعض أجزاء الأجهزة الكهربائية.

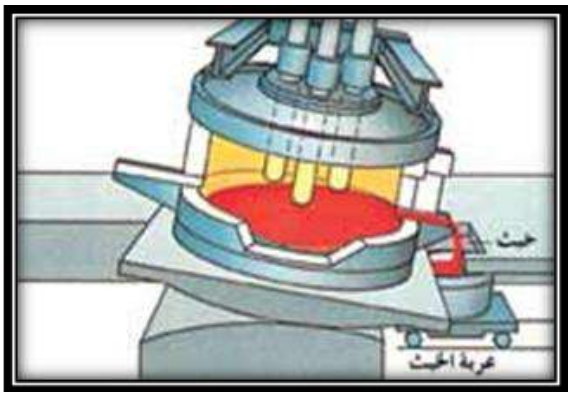
ثالثاً: الصلب (الفولاذ) Steel:

يستخلص الصلب (الفولاذ) من حديد الغفل الناتج من الفرن العالي وكذلك من حديد الخردة. والطرق المستعملة لإنتاج الفولاذ هي:-

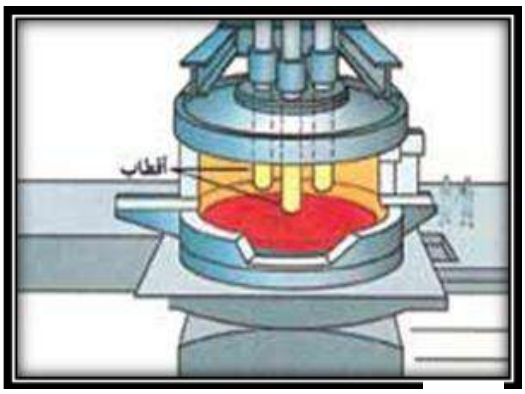
1- طريقة بسمر – طريقة توماس.
2- محول سيمنس – مارتن.
3- الأفران الكهربا ئية.

كما أن الأشكال (1-6، 1-7، 1-8) توضح بعض طرق إنتاج الفولاذ.

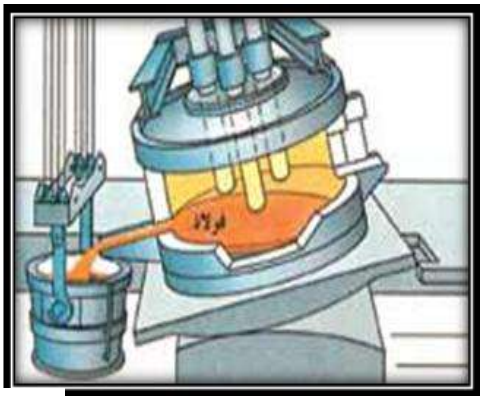
أ



ب

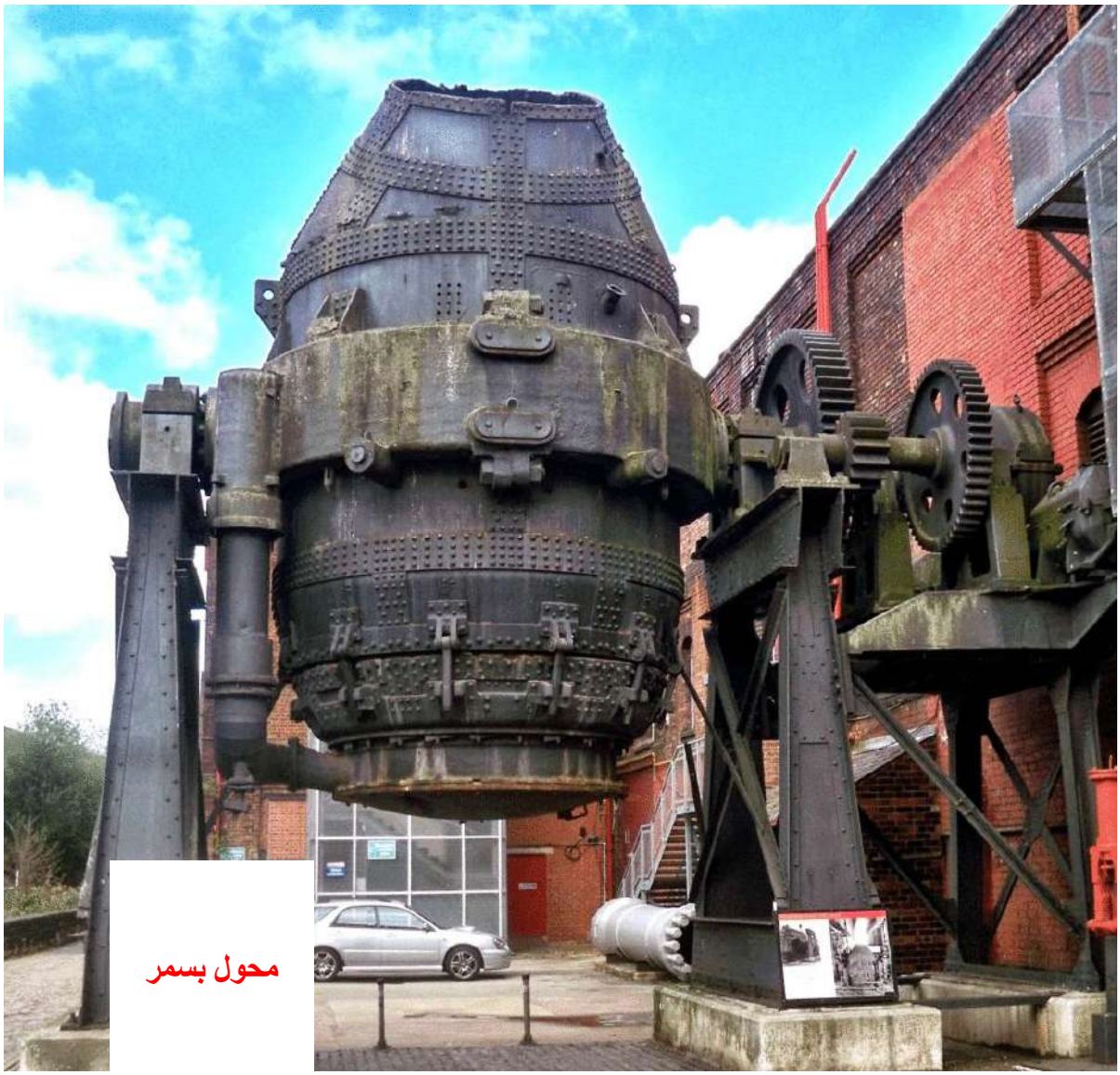


ج

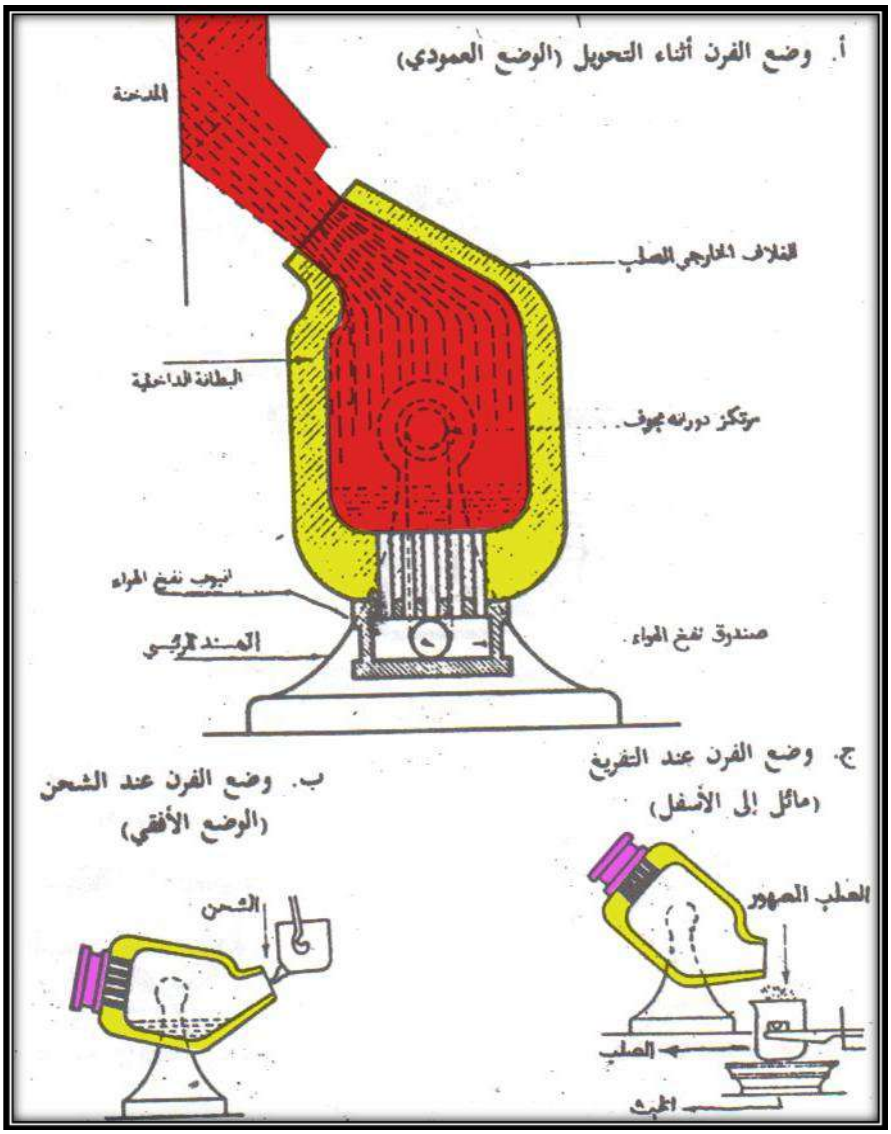


د

الشكل (1- 6) الفرن الكهربائي المستخدم لإنتاج الصلب (الفولاذ)



شكل (1-7) محول بسمر لإنتاج الصلب (الفولاذ)



الشكل (1-8) محول بسمر- توماس لإنتاج الصلب الفولاذ

الصلب الكاربوني (Carbon Steel)

التركيـــب

يحتوي الصلب على الكاربون بصورة متحدة مع الحديد (سمنتيت) تتراوح نسبته من (0.07% - 2%) و يحتوي على نسب صغيرة من الشوائب كالكالسيوم والكبريت والفسفور والمنغنيز.

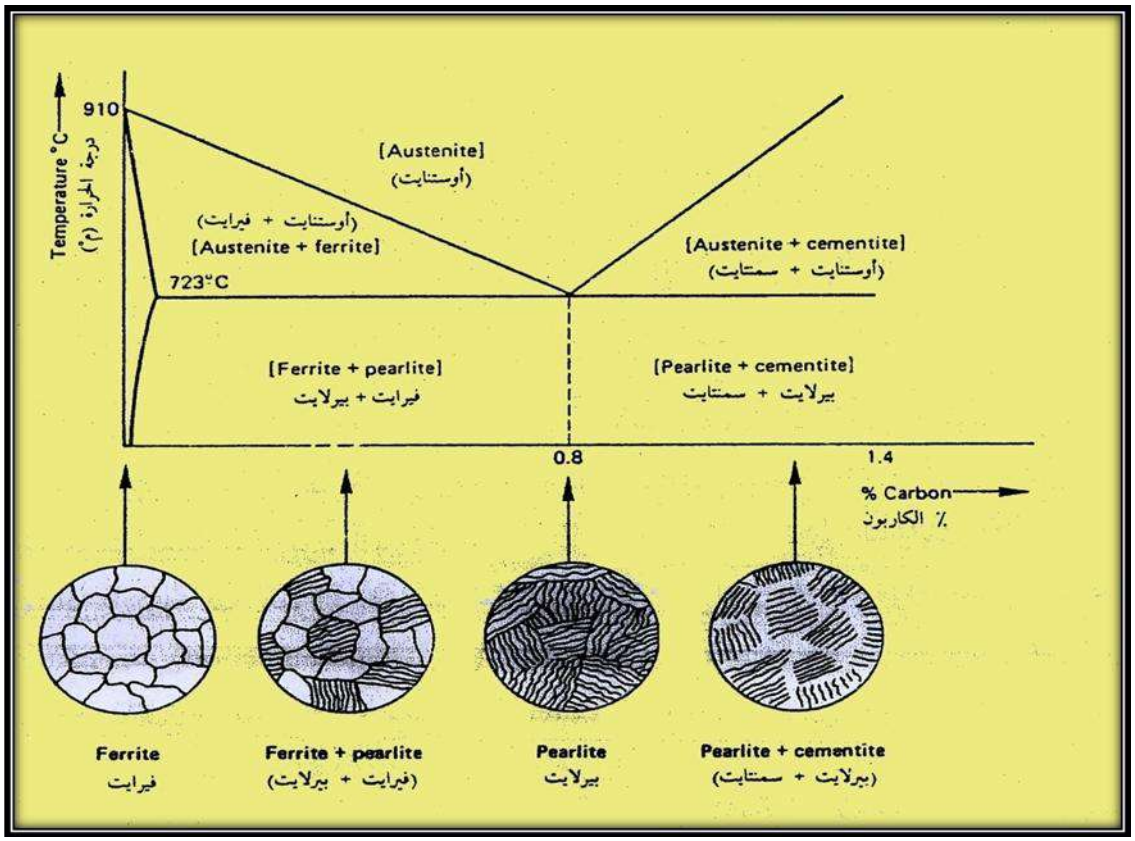
ويمكن تصنيف الصلب الكاربوني الاعتيادي حسب نسبة الكاربون الذي يحتويه إلى الأصناف الآتية:-

1-الصلب الكاربوني منخفض الكاربون.

2-الصلب الكاربوني متوسط الكاربون.

3-الصلب الكاربوني عالي الكاربون

والشكل (1-9) يوضح المخطط للفولاذ الكاربوني بأنواعه.



الشكل (1-9) مخطط الفولاذ الكاربوني مع عينات تظهر التركيب البلوري له

الصلب (الفولاذ) المنخفض الكاربون Low Carbon Steel:

تتراوح نسبة الكاربون فيه بين (0.03% 0.07 %) ويحصل عليه بطريقة المحولات (بسمر, توماس).

خواص الصلب (الفولاذ) المنخفض الكاربون:

قابل للسحب والطرق ويمكن تشغيله على البارد او على الساخن الى الشكل المطلوب كالقضبان والصفائح الفولاذية أو المصبوبات أو القضبان التشكيلية ذات مقاطع على شكل حرف (L) (U) (I) وغيرها.

مميزات الصلب (الفولاذ) المنخفض الكاربون:

أ- ارخص ثمنا" من الحديد المطاوع. ولذلك حل محله في كثير من الاستعمالات.

ب- صلادة الفولاذ المنخفض الكاربون لا تتأثر بتسخينه إلى درجة الاحمرار أو تبريده فجأة في الماء أو الزيت.

ت- يمكن تصليده سطحيا" وغالبا" ما تتم هذه العملية على الفولاذ الذي يحتوي على نسبة (0.15%) كاربون.

استعمالات الفولاذ المنخفض الكاربون:-

1- **فولاذ طري Mild Steel**: نسبة الكاربون تتراوح بين (0.07 % – 0.125%) ويستعمل للأغرض الآتية:- لعمل الأسلاك, الصفائح الرقيقة, الأنابيب الصلبة....الخ.

2- **فولاذ طري**: نسبة الكاربون تتراوح بين (0.15 % – 0.3%) ويستعمل لإنتاج صفيح المراجل واعمال الجسور والإنشاءات الصناعية واعمال الحدادة الخاصة بقوالب التشكيل وأعمال الورش العامة.

الصلب (الفولاذ) المتوسط الكاربون (Medium Carbon Steel)

تتروح نسبة الكاربون فيه بين (0.3% - 0.8%) ويمكن التمييز بينه وبين الفولاذ المنخفض الكاربون بأنّ القشرة الخارجية للأول تكون غامقة أكثر من القشرة الخارجية للثاني.

مميزاته:-

1- اذا سخن الفولاذ المتوسط الكاربون الى درجة الاحمرار، وتم تبريده فجأة في الماء أو الزيت فانّ صلادته تزداد ازدياداً ملحوظاً. وتعتمد الزيادة في الصلادة على نسبة الكاربون وسرعة التبريد.

2- الفولاذ المتوسط الكاربون له مقاومة شد أكبر من الفولاذ المنخفض، وكذلك فإنَّ قابليته على السحب والطرق أقل.

استعمالاته:-

هناك استعمالات مختلفة للفولاذ متوسط الكاربون، وتعتمد على نسبة الكاربون فيه وكما يلي:-

1- فولاذ المتوسط الكاربون: نسبة الكاربون تتراوح بين (0.3 % – 0.5%), ويستعمل لعمل المحاور واشغال الحدادة الخاصة بقوالب التشكيل لعمل الأنابيب والأسلاك المعرضة إلى مقاومة شد عالية كما يستعمل في صناعة العدد الزراعية.

2- فولاذ متوسط الكاربون: نسبة الكاربون تتراوح بين (0.5% - 0.7%), ويستعمل لصنع النوابض, صناعة القطارات, قوالب التشكيل الكبيرة, اسلاك الحبال, المطارق.

الصلب (الفولاذ) العالي الكاربون High Carbon Steel:

تتراوح نسبة الكربون بين (0.8% – 1.5%). إذا سخن الى درجة الاحمرار، وتم تبريده فجأة بالماء البارد او الزيت يصبح صلدا" جدا". ويمكن درفلته على الساخن إلى قضبان ويتحمل الصدمات على البارد ولكنه ينكسر إذا حني قليلا. صعب التشغيل على الماكنات إلا بواسطة التجليخ.

استعمالات الفولاذ العالي الكاربون:

1- الفولاذ عالي الكاربون: نسبة الكاربون تتراوح بين (0.9% – 1.1%) ويستعمل للأغراض التالية:-

في صناعة أقلام تاجين القطع على البارد, قوالب التشكيل بالضغط, صنع البنط, وصنع لقم الدايسات قطع القوالب, صنع عدد القطع المستعملة بالنجارة وعمل الفؤوس وعدد الحفر.

2- الفولاذ عالي الكاربون: تتراوح نسبة الكاربون فيه بين (1.1 % – 1.4%) ويستعمل للأغراض التالية:- في صنع الشفرات والأمواس, المبارد اليدوية, المثاقب (البرايم), اجهزة القياس والضبعات وعدد قطع الحديد.

* تأثير بعض العناصر على الصلب الكاربوني :

تأثير الكاربون على الفولاذ (الصلب الكاربوني):

إنّ أثر الكاربون في الصلب هو زيادة قوة التماسك وزيادة المتانة (Strength)، وفي الوقت نفسه انقاص قابلية السحب ولكن الكاربون يمتاز عن غيره بأنه أقدر المواد على اكساب الصلب صلادته ولذلك كلما زادت نسبة الكاربون في تركيب الصلب زادت قوة تماسكه وصلادته وقلة قابليته للسحب، ولكن هذه القاعدة تتغير تبعا لطرق معالجة الصلب من حيث تبريده بعد تسخينه وغير ذلك.

تأثير السليكون على الفولاذ (الصلب الكاربوني)

من خواص السليكون انقاص قابلية الصلب للسحب ويساعد على عدم وجود فجوات في مسبوكات الصلب.

تأثير الكبريت على الفولاذ (الصلب الكاربوني)

وجود الكبريت بالنسب المعتادة لا يؤثر على خواص الصلب من حيث المتانة وقابلية السحب ولكن إذا ازدادت كمية الكبريت أصبح قصيفاً على الساخن و حساسا للصدمات وكثيراً ما تتشقق حافات كتل الصلب وذلك لتكون كبريتيد الحديد.

تأثير الفسفور على الفولاذ (الصلب الكاربوني)

إنّ وجود الفسفور في الصلب يجعله قصيفا في درجات الحرارة الاعتيادية ولذلك لا يسمح بوجوده في الصلب بأكثر من (0 .05 %) ويكون الفسفورأكثر ضررا في أنواع الصلب التي تزداد نسبة الكاربون فيه.

تأثير المنغنيز على الفولاذ (الصلب الكاربوني)

يدخل المنغنيز في تركيب الصلب الطري بنسبة نحو عشرة أمثال نسبة الكبريت وذلك للتقليل من تأثير الكبريت، كما أنه يزيد من تماسك الصلب ووجود المنغنيز في الصلب قد يزيل اوكسيد الحديد.

السبائك Alloys

كثيرا من الفلزات عند انصهارها تمتزج مع بعضها امتزاجا كليا مكونة ما يسمى بالسبائك وتختلف خواص السبائك عن خواص العناصر المكونة لها اختلافا بارزاً وتستعمل هذه السبائك في الصناعة بشكل واسع وذلك لأنّ خواصها الميكانيكية والكيمياوية أجود من خواص المعادن النقية، ويمكن ضبط خواص الكثير من السبائك بتغيير تركيبها الكيمياوي والبنيان الداخلي لها وتسمى العناصر اللازمة لتكوين السبيكة بمكونات السبيكة وتنقسم السبائك حسب عدد مكوناتها الى ثنائية أو ثلاثية وهكذا.

أولا: الصلب السبائكي:Steel Alloys

الصلب السبائكي: هو صلب كاربوني يحتوي فضلا" عن الشوائب المستديمة فيه على واحد أو أكثر من العناصر الخاصة الآتية:- النيكل, الكروم, تيتانيوم, موليبديوم, كوبلت, تنكستن أو على نسبة عالية من المنغنيز أو السيلكون. ويسمى الصلب السبائكي حسب العنصر المضاف إليه فيقال مثلا" (صلب كرومي أو صلب سيلكوني أوصلب نيكل كرومي أوصلب نيكل – كروم – مولبيدومي)...الخ. إنّ الغرض من اضافة هذه العناصر إلى الصلب الكاربوني هو زيادة مقاومته ومتانته وخاصة مقاومة الصدمات والتآكل وقابليته للتصلد وزيادة مقاومته عند درجات الحرارة العالية.

أنواع الصلب السبائكي:

ينقسم الصلب السبائكي حسب استعمالاته إلى ثلاث مجموعات هي:-

1- **الصلب السبائكي الانشائي**: وهو ذو مقاومة ومتانة عاليتين ويستعمل في صناعة الأنواع المختلفة من أجزاء الماكنات والانشاءات.

2- **صلب العدة السبائكي**: ويستعمل في صناعة العدد والآلات القاطعة مثل اقلام الخراطة والقشط وسكاكين التفريز كما يستعمل في صناعة آلات القياس.

3- **سبائك الصلب الخاصة**: وهي سبائك ذات خواص طبيعية أو كيمياوية خاصة ومن أنواعها الصلب المقاوم للصدأ والصلب المقاوم للحرارة والصلب المقاوم للتأكل والصلب المغناطيسي والصلب ذو المقاومة العالية للكهربائية.

أهم أنواع الصلب السبائكي:-

1- **الصلب النيكلي المنخفض والعالي الكاربون**: ويستعمل المنخفض الكاربون في صناعة السيارات والطائرات أما العالي الكاربون فيستعمل في صناعة صمامات ماكنات الاحتراق الداخلي وأنابيب المراجل البخارية وغيرها.

2- **الصلب الكرومي**: وهو شديد المقاومة للتاكل وشديد الصلادة ويستعمل في صناعة كرات كراسي التحميل وصناعة آلات التكسير.

3- **الصلب النيكلي الكرومي**: وهو شديد الصلادة ومقاومة للصدأ لذلك يستعمل في صناعة السيارات الكبيرة والروافع الضخمة.

4- **الصلب السليكوني**: وهو صلب متوسط الكاربون ويستعمل في صناعة النوابض.

5- **الصلب المنغنيزي**: ويستعمل في صناعة عجلات الجرارات والسكك الحديدية وفكوك الكسارات.

6- **صلب العدة السبائكي**: وهو مقاوم للتآكل وأكثر صلادة من الصلب الكاربوني وذلك لاحتوائه على نسب ضئيلة من عناصر أخرى مثل: التنكستن أو الكروم أو الكوبلت أو المنغنيز أو التيتانيوم. بصورة منفردة أو مجمعة وتستخدم في صناعة عدد القطع.

7- **صلب السرعات العالية**: ويستعمل في صناعة عدد القطع التي تتعرض لسرعات قطع ودرجات حرارة عالية مثل: المثاقب الحلزونية وسكاكين التفريز ولقم قطع اللوالب واقلام الخراطة والقشط وغيرها. وهو يتركب من الصلب والتنكستن والفناديوم والكوبلت والكروم.

8- **سبائك الصلب الخاص**: وتشمل صلب غير القابل للصدأ والصلب المقاوم للتآكل والصلب المقاوم للحرارة.

9- **سبائك الصلب المغناطيسية**:- ويشمل الصلب المغناطيسي اللين ويستعمل في صناعة المغناطيس الكهربائي المستعمل في المحولات الكهربائية والمولدات والمحركات الكهربائية. وكذلك الصلب المغناطيسي القاسي، الذي يكون ذا قوة ممانعة عالية ومعامل نفاذية مغناطيسية منخفض.

10- **سبائك الصلب ذو ا لمقاومة الكهربائية**: وهذه السبائك تحتوي على نسب عالية من النيكل والكروم، وقد تحتوي ايضا" على التنكستن، وتستعمل في اجهزة التسخين في الأفران الكهربائية وغيرها.

ثانيا: سبائك الالمنيوم Aluminum Alloys:

تتكون سبائك الالمنيوم من الالمنيوم كأساس لها وبعض العناصر الأخرى، ومن أهم المعادن التي تخلط مع الالمنيوم لتحسين خواصه هي: السليكون والنحاس والمغنسيوم والخارصين والمنغنيز والنيكل والحديد. ويوضح الشكل (1-10) البنية الدقيقة لأحد سبائك الألمنيوم.

خواص سبائك الالمنيوم:

سبائك الالمنيوم تكون أكثر متانة ومقاومة للتآكل والصدمات من الالمنيوم النقي وهي واسعة الاستعمال في الصناعات المختلفة. وسبائك الالمنيوم تتميز بأنها اخف وزنا" من الصلب الكاربوني وحديد الزهر وسبائك النحاس.

أنواع سبائك الالمنيوم

تصنف سبائك الالمنيوم إلى نوعين أساسيين:-

1- سبائك الالمنيوم المسبكية (سبائك المسابك).

2- سبائك الالمنيوم التشكيلية (سبائك الحدادة والتصفيح).

1- سبائك الالمنيوم المسبكية (سبائك المسابك):

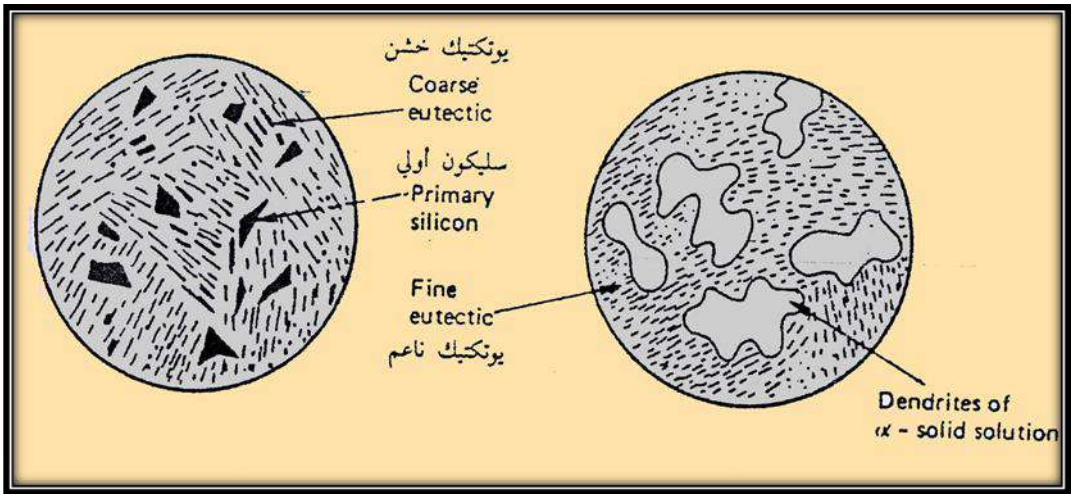
وتشمل هذه السبائك على سبائك الالمنيوم – سليكون (AL-Si)، وسبائك الالمنيوم نحاس (AL-Cu). وسبائك الالمنيوم – مغنسيوم (AL-Mg)، سبائك الالمنيوم - خارصين (AL-Zn) وكذلك السبائك المركبة على اساسها. تصب هذه السبائك في قوالب من الرمل كما يصب حديد الزهر. أو قوالب معدنية يندفع منها المعدن تحت تأثير الضغط. ويمكن الحصول بهذه الطريقة على قطع صغيرة التي تستخدم لاغراض مختلفة مثل سبيكة الالمنيوم والنحاس (AL-Cu) تستخدم في صناعة الأجزاء المهمة من المحركات والمكابس ورؤوس الأسطوانات والأجزاء عالية التحميل.

2- سبائك الالمنيوم التشكيلية:-

تشكل هذه السبائك بالضغط: مثل الدرفلة أوالكبس أوالحدادة وتصنع من هذه السبائك صفائح متعددة القياسات وقطع متنوعة الاشكال والابعاد وتصبح بعد ذلك قابلة لتحويلها الى الاشكال المرغوبة. ويمكن استعمال المعالجات الحرارية مع هذه السبائك او بدونها.

أنواع سبائك الالمنيوم التشكيلية:-

- سبائك الطرق (سبائك الحدادة) التي تستخدم في صناعة المكابس ورؤوس الأسطوانات المكبوسة.
- سبائك الدورلومين (Duralumin) وتُعد من اشهر سبائك الالمنيوم المستعملة في صناعة السيارات والطائرات.



الشكل (1-10) يبين البنية الدقيقة لأحد أنواع سبائك الالمنيوم

ثالثا: سبائك المعدن الأبيض White Metal Alloy :

سبائك المعدن الأبيض، وتسمى بالسبائك المضادة للاحتكاك، وتستعمل بصورة عامة في صناعة كراسي المحاور للسيارات، والمكائن الكهربائية، وتتكون سبيكة المعدن الأبيض من القصدير والرصاص والانتيمون والنحاس.

وتصنف هذه السبائك إلى:

1- سبائك المعدن الأبيض أساسها القصدير، وتسمى هذه السبائك أيضاً (سبائك البابيت).

2- سبائك المعدن الأبيض أساسها الرصاص.

رابعا: سبائك النحاس (البرونز والنحاس الأصفر) Copper allays:

1- البرونز(Bronze):

البرونز عبارة عن سبيكة من النحاس وعناصر اخرى وأهم سبائك البرونز الشائعة الاستعمال هي:-

-**البرونز القصديري (Cu - Sn):**- وهو سبيكة من النحاس، والقصدير، وقد تصل نسبة القصدير إلى 22% وقد تضاف إلى البرونز القصديري بعض العناصر الأخرى كالرصاص ونظراً لمقاومة البرونز العالية للتآكل، لذا تصنع منه الصمامات وتركيبات أنابيب المياه والغاز ونظراً لانخفاض معامل احتكاكه ومقاومته العالية للتآكل لذا يستخدم في صناعة لقم كراسي التحميل والعجلات المعشقة مع التروس الدودية وفي صناعة التروس وغيرها.

-**برونز الألمنيوم (Cu - Al):**- وهو سبيكة من النحاس والالمنيوم وعناصر أخرى فلزية وتتراوح نسبة الالمنيوم فيه بين (4 % - 11%) ويستعمل في الدرفلة والسباكة.

-**البرونز السيلكوني (Cu - Si):**- ويحتوي على (3% - 4%) سيلكون وخواصه تفوق خواص البرونز القصديري من حيث المتانة ومقاومة الصدمات، ويمكن أن تضاف إليه عناصر أخرى بنسب قليلة كالمنغنيز، والنيكل، والخارصين، والرصاص، وبذلك يستخدم كبديل من البرونز القصديري في الصناعات.

-**البرونز البيريليومي (Cu – Be):**- ويحتوي على (2%) بريليوم وهو ذو مقاومة وصلادة عاليتين، ويستخدم البرونز البيريليومي في صناعة النوابض في صناعة الساعات والمقاييس والأجزاء التي تحتاج إلى مرونه.

2-النحاس الأصفر (البراص) (Brass):

النحاس الأصفر هو سبيكة من النحاس والزنك (Cu - Zn) تتراوح نسبة النحاس فيه بين (60%- 90%) أما نسبة الزنك تتروح بين (10% - 40%) ويستخدم في صناعة الوصلات الكهربائية والسخانات والغلايات وفي الصناعة العامة ومن مميزاته إنه يقاوم التأثيرات الجوية والكيميائية.

أنواع النحاس الأصفر

تضاف عناصر مثل السليكون, الالمنيوم, الحديد, النيكل, القصدير, الرصاص الى النحاس الأصفر لرفع خواصه الميكانيكية ولتحسين قابليته التشغيليه ومقاومته للصدأ وفيما يلي بعض أنواع النحاس الأصفر:-

النحاس الاصفر الرصاصي: ويحتوي على (60% - 74%) نحاس و(1% - 3%) رصاص والباقي خارصين.

ويوضح الشكل (1-11) عينات تبين البنية الدقيقة لأحد أنواع النحاس الأصفر.

-**النحاس الأصفر القصديري:** ويحتوي على (62% - 70%) نحاس و(1%) قصدير والباقي خارصين. ويستعمل في صناعة السفن لارتفاع مقاومته للصدأ في ماء البحر.

-**النحاس الأصفر النيكلي:**- ويتكون من (65%) نحاس و (5%) نيكل والباقي خارصين ويستعمل في صناعة كراسي المحاور وغيرها.

-**النحاس الأصفر المسبوك:-** ومن أهم أنواعه:-

1- النحاس الأصفر الألمنيومي.

2- النحاس الأصفر الألمنيومي حديدي.

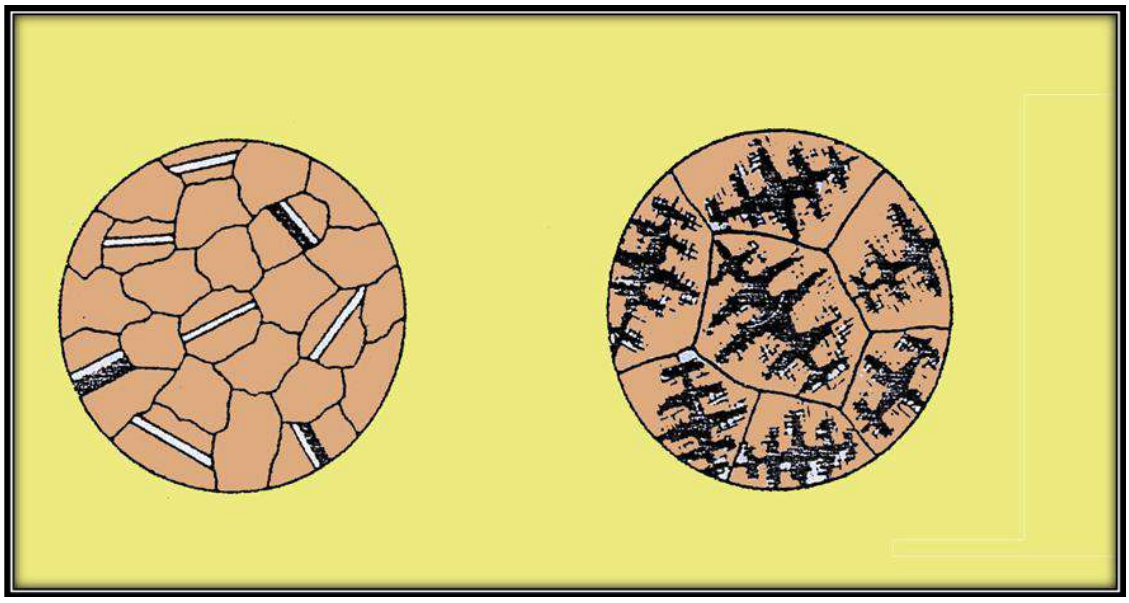
3- النحاس الأصفر المنغنيزي – القصديري – الرصاصي.

4- نحاس أصفر سليكوني.

5- نحاس أصفر سليكوني – رصاصي.

6- نحاس أصفر المنغنيزي – الرصاصي.

ومن استعمالات النحاس الأصفر المسبوك صناعة جلب مسبوكة لكراسي المحاور والوصلات والتروس وغيرها.



(أ) مصبوبة **(ب) مشكل على البارد وملدن**

الشكل(1-11) يبين البنية الدقيقة للنحاس الاصفر 30 / 70

جدول رقم (2)

أهم المواد المعدنية وخصائصها واماكن استخدامها في السيارات

اسم المادة	اهم خصائصها	مواضع استخدامها في السيارة
حديد الزهر الجيد يحتوي على نسبة من النيكل والكروم والمولبدنيوم	- مقاومة التآكل والاحتكاك. - تحمل درجات الحرارة العالية. - المتانة. - تحمل الضغوط العالية.	صناعة كتلة الاسطوانات.
سبائك الالمنيوم.	- مقاومة التآكل والاحتكاك. -المتانة. - خفة الوزن. - التوصيل الحراري (المساعدة في عملية تبريد المحرك).	يستخدم في صناعة كتلة الاسطوانات. وغطاء كتلة الاسطوانات
صفائح الحديد المضغوطة او المكبوسة. من سبائك الألمنيوم.	- المتانة - التوصيل الحراري. - خفة الوزن. - التوصيل الحراري(نقل حرارة الزيت)	حوض الزيت.
سبائك الالمنيوم.	- خفة الوزن - قلة التمدد. - المتانة والصلابة. - مقاومة درجات الحرارة العالية. - التوصيل الحراري الجيد.	صناعة المكبس.
سبائك الصلب المطلي بالكروم.	- الصلابة العالية. - مقاومة الاحتكاك والتاكل.	زر المكبس
سبائك(الصلب - المولبديوم - الكروم) المطلي بطبقة من الكروم.	- المرونة. - الصلابة. - قلة التمدد. - مقاومة الاحتكاك والتآكل السريع - تحمل درجات الحرارة العالية.	حلقات المكبس.
سبائك الصلب الكاربوني مع سبائك المنغنيز والكروم	- مقاومة التآكل السريع. - الصلابة والمتانة.	ذراع التوصيل.

اسم المادة	اهم خصائصها	مواضع استخدامها في السيارة	
سبيكة (الفولاذ – فناديوم - منغنيز) أو سبيكة (الفولاذ- مولبديوم – كروم)	- تحمل الاجهادات. - مقاومة الالتواء والانحناء. - مقاومة التآكل والاحتكاك. - تحمل الاهتزازات. - الصلابة والمتانة.	عمود المرفق.	
- سبيكة (الفولاذ- سليكون – كروم) - سبيكة (الفولاذ- نيكل- كروم)	- تحمل درجات الحرارة العالية. - مقاومة التآكل. - الصلابة والمتانة.	- صمام العادم. - صمام السحب.	
الفولاذ الجيد	- المرونة العالية. - الصلابة.	نوابض الصمامات.	
الفولاذ.	- المرونة والمتانة.	النوابض الحلزونية المستعملة في التعليق.	

مصطلحات فنيـة

اللغة العربية	اللغة الانكليزية
المواد المعدنية	Metallic-Materials
المواد غير المعدنية	Non-Metallic Materials
المواد الحديدية	Ferrous Materials
المواد غير الحديدية	Non- Ferrous Materials
الحديد الصناعي	Industrial Iron
خامات الحديد	Iron Ores
الفرن العالي	Blast Furnace
حديد الغفل	Pig Iron
فلكس	Fluxes
الخبث	Slag
حديد الزهر	Cast Iron
فرن الدست (الكيوبولا)	Cupola
الحديد المطاوع	Wrought Iron
الصلب (الفولاذ)	Steel
الصلب الكاربوني	Carbon Steel
الصلب منخفض الكاربون	Low Carbon Steel

مصطلحات فنيـة

اللغة العربية	اللغة الانكليزية
الصلب متوسط الكاربون	Medium Carbon Steel
الصلب عالي الكاربون	High Carbon Steel
السبائك	Alloys
الصلب السبائكي	Steel Alloys
سبائك الالمنيوم	Aluminum Alloys
سبائك المعدن الابيض	White Metal Alloys
سبائك النحاس	Copper Alloys

اسئلة الفصل الأول

س1: لماذا يستعمل الألمنيوم والمغنيسيوم في صناعة الطائرات ؟

س2: ما طريقة تقسيم المواد الصناعية ؟

س3: عرف المواد الحديدية، وماهي أنواعها المختلفة ؟

س4: عرف المواد غير الحديدية واعط أمثلة لذلك.

س5: عرف الحديد النقي، وماهي درجة حرارة انصهاره ودرجة حرارة غليانه ؟

س6: عدد أنواع خامات الحديد، وماهي نسبة الحديد في كل نوع ؟

س7: عدد العمليات التجهيزية التي تجري على خامات الحديد.

س8: تكلم عن الفرن العالي.

س9: عرف شحنة الفرن العالي وماهي المواد المكونة لها ؟

س10: ما نواتج الفرن العالي ؟

س11: ما أنواع الحديد الصناعي ؟

س12: ارسم الشجرة البيانية لإنتاج الأنواع المختلفة للحديد الصناعي ؟

س13: ما هو الفرن الذي يتم بواسطته الحصول على حديد الزهر ؟

س14: ماهي نسبة الكاربون في حديد الزهر، وما العناصر الأخرى التي يحتوي عليها ؟

س15: ما خواص حديد الزهر ؟

س16: عدد مميزات حديد الزهر.

س17: ما استعمالات حديد الزهر ؟

س18: اذكر نسبة الحديد والكاربون في الحديد المطاوع وما نسبة العناصر الأخرى ؟ ثم اذكر الفرن الذي ينتج الحديد المطاوع.

س19: عدد خواص الحديد المطاوع.

س20: بين أهم استعمالات الحديد المطاوع.

س21: ما الطرق المستعملة لأنتاج الصلب (الفولاذ) ؟

س 22: عدد اصناف الصلب الكاربوني.

س23: ما خواص الصلب (الفولاذ) المنخفض الكاربون ؟

س24: ما مميزات الصلب (الفولاذ) المنخفض الكاربون ؟

س25: ما استعمالات الصلب (الفولاذ)المنخفض الكاربون ؟

س26: ما مميزات واستعمالات الصلب (الفولاذ) المتوسط الكاربون ؟

س27: ما خواص الصلب (الفولاذ) العالي الكاربون ؟

س28: ماهي استعمالات الصلب (الفولاذ) العالي الكاربون ؟

س29: ما هو تأثير العناصر التاليه على الصلب (الفولاذ) الكاربوني ؟

1- الكاربون 2- السلكون 3- الكبريت 4- الفسفور 5- المنغنيز.

س 30: اذكر اهم انواع الصلب السبائكي ؟ وما استعمالات كل نوع ؟

س31: ما مكونات سبائك الألمنيوم ؟ وما العناصرالتي تخلط مع الألمنيوم لتحسين خواصه ؟

س32: ما خواص سبائك الالمنيوم ؟

س33: ما انواع سبائك الألمنيوم ؟

س34: ماهي استعمالات سبائك المعدن الأبيض وما العناصر التي تتكون منها ؟

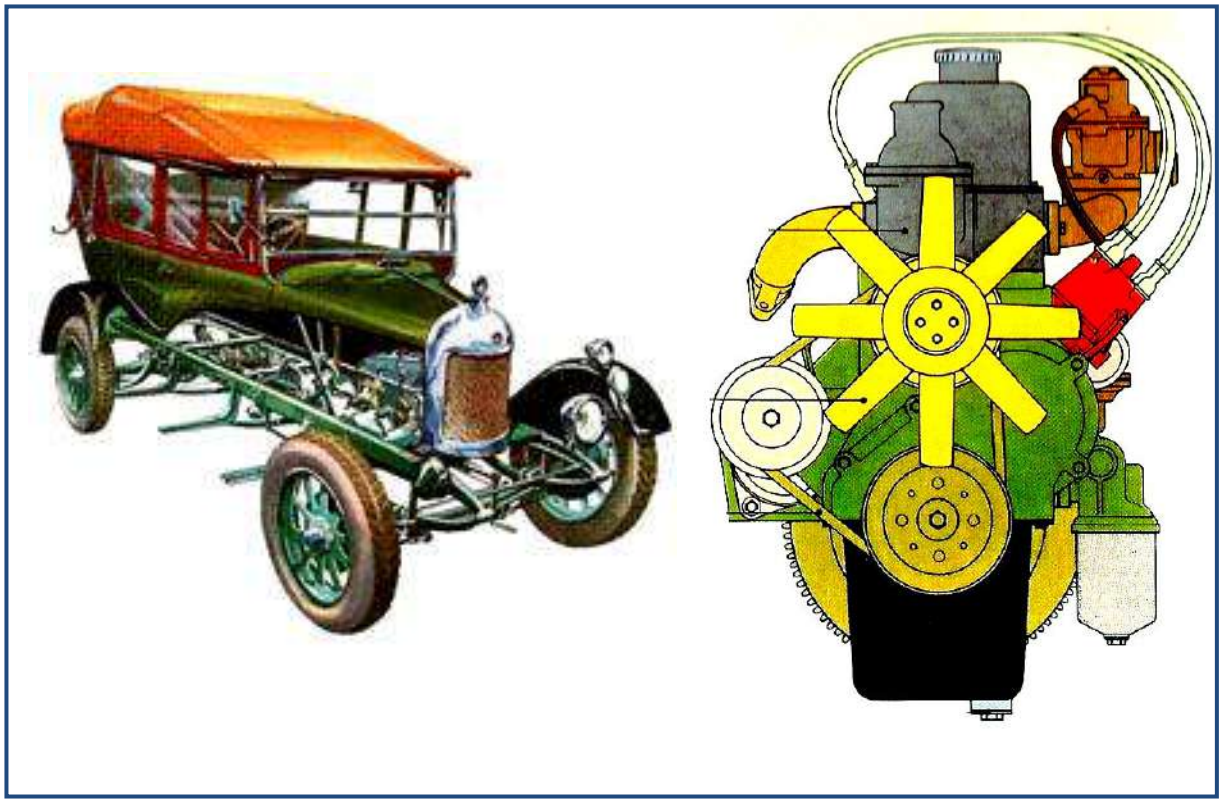
س35: اذكر سبائك النحاس ؟

س36: ما أنواع سبائك البرونز ؟ وما استعمالاتها ؟

س37: ما أنواع سبائك النحاس الأصفر (البراص) وما استعمالاتها ؟

الـفـصل الـثـانـي

المحـرك Engine



الاهداف:

بعد الانتهاء من هذا الفصل يصبح الطالب قادراً على:

1- فهم تسلسل السرد التاريخي لمراحل تطور صناعة السيارات.

2- معرفة الاجزاء الثابتة والمتحركة للمحرك.

3- فهم تصنيفات محرك السيارات.

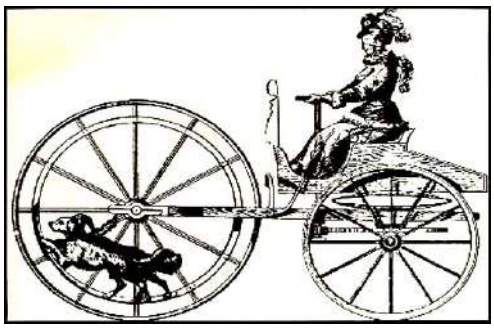
4- معرفة الاجزاء الحديثة في محرك السيارة (حساسات المحرك).

نبذة تاريخية عن تطور السيارات

تعد السيارة من أهم الاختراعات البشرية التي تتصل اتصالا مباشرا بحياتنا اليومية, وكلما ازداد تقدم الشعوب والحضارات ازدادت أهمية السيارة, وازداد اعتماد الإنسان عليها في كافة الأغراض نظرً لتعدد المصـالح, وكثرة الانتقالات, حيث الشكل(2-1) يبين شكل السيارات في بداية القرن الماضـي وهـي مازالت تحمل طابع العربات التي تجرها الخيول ولكنها تطور جدي نحو السيارة الحديثة.

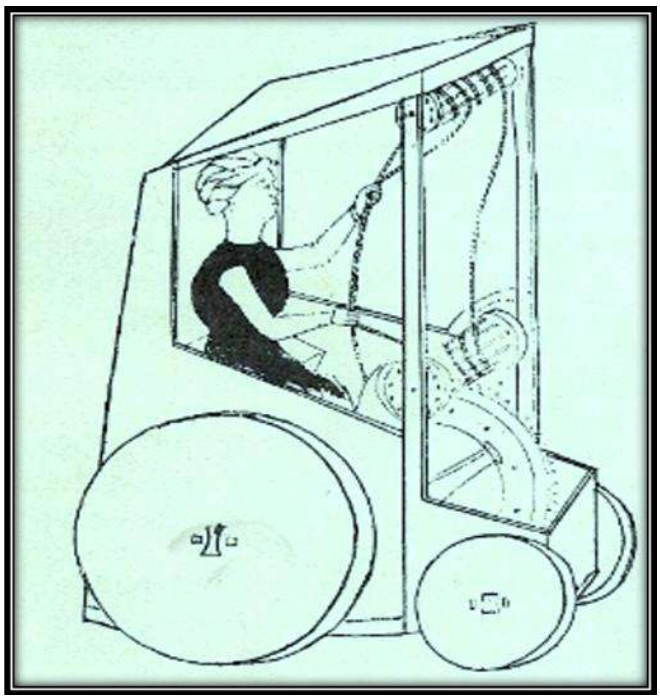
الشكل(2-1) سيارات من بداية الإنتاج التسلسلي

اعتمد الإنسان في بداية حياته على قوته العضلية في نقل حاجاته وأمتعته راحلاً من مكان لآخر. ثم استخدم الحيوانات المعدة للركوب , والنقل.وقد احدث اكتشاف الدولاب (العجلة) تطوراً جديداً,حيث استخدم في العربات التي كان يجرها بنفسه , أو يستعين بقوة العبيد.ثم استخدم الحيوانات لهذا الغرض. ويقال إن الفراعنة هم أول من استخدم العربات التي تجرها الخيول لأغراض النقل والحروب.الشكل (2-2)يبين واحدة من أفكار الإنسان في استخدام الحيوانات في تسيير العربات . وقد أدت هذه العربات دوراً هاماً في حياة الإنسان مما جعله يفكر لإيجاد طريقة ميكانيكية لسحب هذه العربات بدلاً من الخيول, وعندئذ انطلقت فكرة اختراع المحرك.



الشكل (2-2) واحدة من أفكار الإنسان في استخدام الحيوان لجر العربة

لقد سبق السومريون العالم في اختراع العجلة , والتي تعد الأساس للعربة وبالتالي السيارة , حيث سجل أول استخدام للعجلة سنة 3500 قبل الميلاد , وكما مبين في الشكل (2-3) .

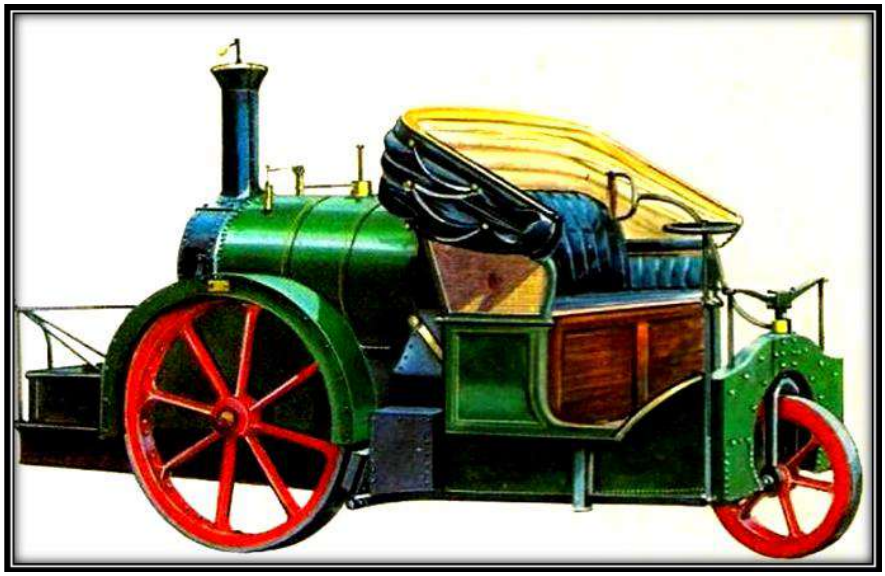


الشكل (2-3) أول استخدام للعجلة سجله السومريون سنة 3500 ق.م

استطاع العالم الهولندي هيجنز (1680) بناء أول محرك يستخدم البارود, وقد أعجب ملك فرنسا لويس الثالث عشر بهذا المحرك وطلب استخدامه في ضخ الماء الذي يخرج من نافورات حدائقه. يمكن تقسيم تطور المحرك إلى عصرين , عصر البخار وعصر الوقود السائل.

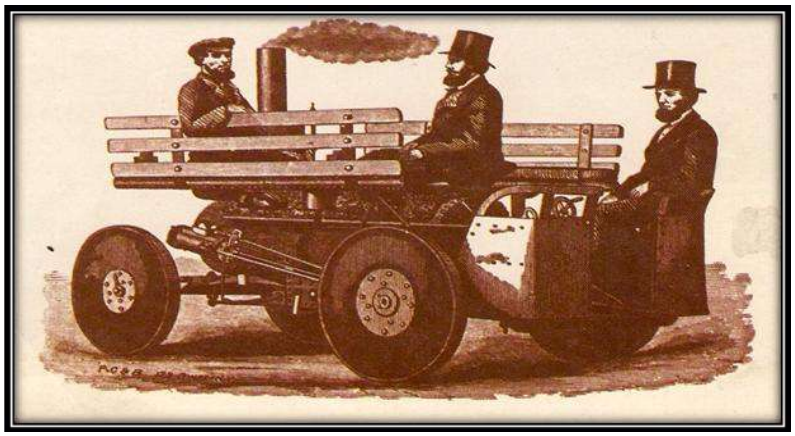
(1) عصر البخار:

بدأ عصر البخار عندما تمكن العالم جيمس واط من تحويل الطاقة الحرارية للفحم إلى طاقه ميكانيكية, واستطاع بناء أول محرك بخاري عام (1763), كان له الأثر الكبير في تقدم الصناعة واستطاع المهندس الفرنسي كاجون من صنع أول سيارة تسير ذاتياً بمحرك بخاري عام (1769) وتتكون من منصة مركبة على ثلاث عجلات يسحبها مرجل بخاري يتغير حسب اتجاه العربة, تتسع لأربعة أشخاص, حمولتها (4.5) طن, سرعتها (5km/h). لاتستمر في السير أكثر من ربع ساعة لمحدودية سعة المرجل, كما في الشكل (2-4).



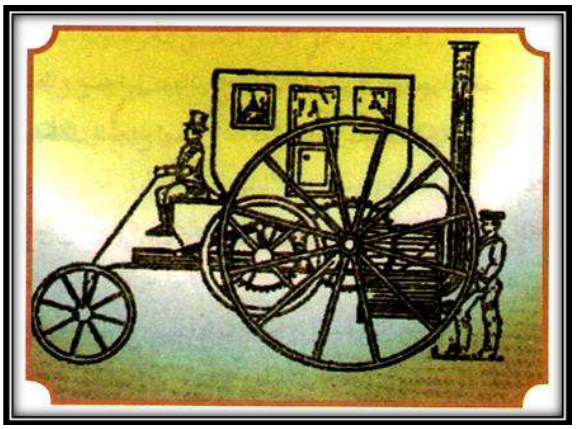
الشكل(2-4) سيارة بخارية تتسع لشخصين (1769)

وفي عام (1828) صنع الفرنسيون عربة بخارية لاتسير على السكة الحديدية حصلت على براءة اختراع الشكل(2-5) وهي لاتزال موجودة في معرض الفنون في باريس.



الشكل (2-5) عربة بخارية حصلت على براءة اختراع فرنسية (1828)

وفي عام (1801) صنع تريفيك الانكليزي سيارة تسير بالبخار , أطلق عليها اسم الشيطان النافخ . سرعتها (16km/h) لها عجلتان خلفيتان بقطر (3m) وعجلة امامية صغيرة , وفي الخلف مدخنة لتصريف البخار والعادم , كما في الشكل (2-6).



الشكل (2-6) سيارة تريفيك, الشيطان النافخ (1081)

وفي عام (1803) تمكن تريفيك نفسه من صنع محرك جديد سرعته (20km/h) يشبه القاطرة إلى حد كبير , وهنا بدأ عصر السكة الحديدية.

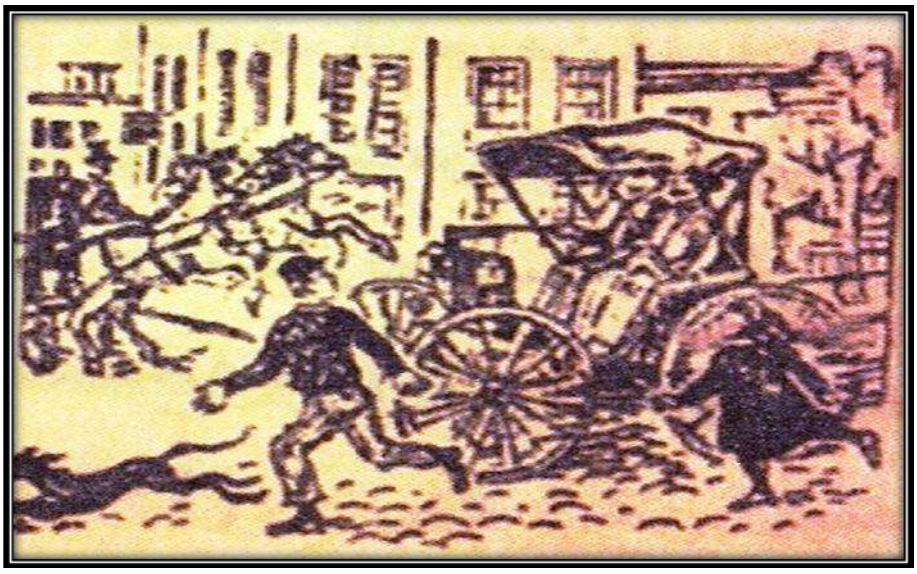
ضجر الناس من حاملات النقل البخارية لأنها ثقيلة تخرب الطرق , بطيئة تحدث الضجيج وتنفث الدخان , وتخوف الناس من انفجار المرجل . لذا كانت المحاربة لهذه الحاملات شديدة وخصوصاً من قبل أصحاب العربات التي تجرها الخيول, عليه اتجه استخدام المحرك البخاري إلى السكك الحديدية, ومع ذلك وصلت نسبه استخدامه إلى (40%) من السيارات آنذاك .

إن الحيز الكبير الذي يشغله المحرك البخاري وملحقاته , جعل البعض يفكر في امكانية حرق الفحم داخل الاسطوانة , ولكن الوقت الطويل اللازم لاشتعال الفحم سبب صعوبة أدت إلى انزواء المحرك البخاري , وظهور محركات البارود مرة ثانية , حيث تمكن (فرش) وهو أحد أساتذة جامعة كمبرج في انكلترا من صنع محرك صغير ذو اسطوانة واحده يعمل بقوه انفجار البارود عام (1820) .

وكذلك استطاع صموئيل براون عام (1830) من صنع محرك يعمل بمسحوق المتفجرات (البارود). لم يكتب النجاح لهذين المحركين بسبب عدم صلاحية البارود من الناحية النظرية والعملية . لذا انزوت محركات البخار والبارود , وهنا ظهر عصر الوقود السائل.

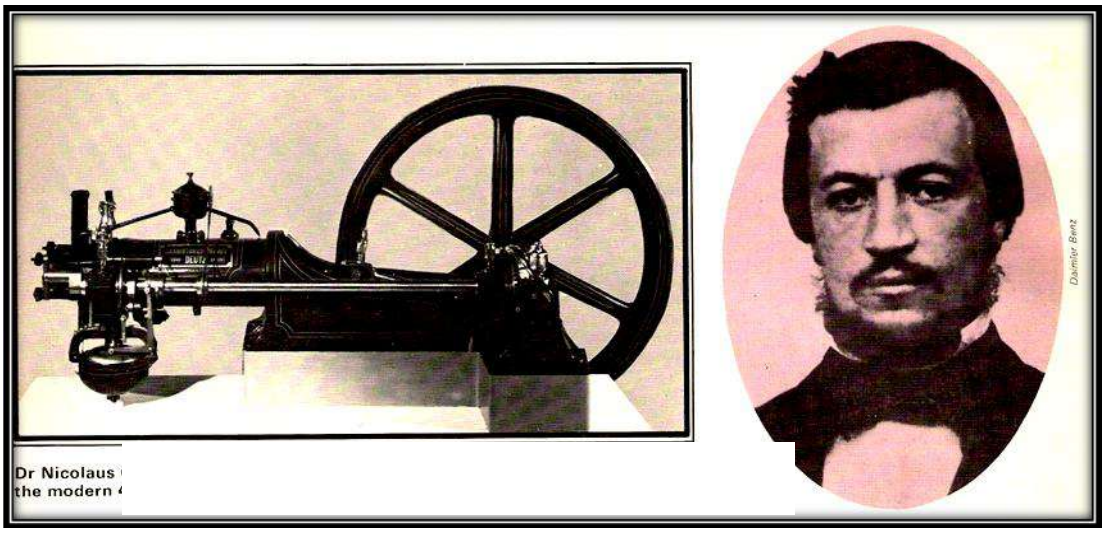
(2) عصر ظهور الوقود السائل :

إن ظهور الوقود السائل (البنزين) ساعد المخترع (دوريا) من تسيير سيارة بمحرك بنزين عندما ظهرت في الشارع أثار هذا المشهد الخيول التي كانت تجر العربات فأجفلت وشبت على أقدامها وسط صرخات المارة وضحكاتهم الساخرة لاحظ شكل (2-7).



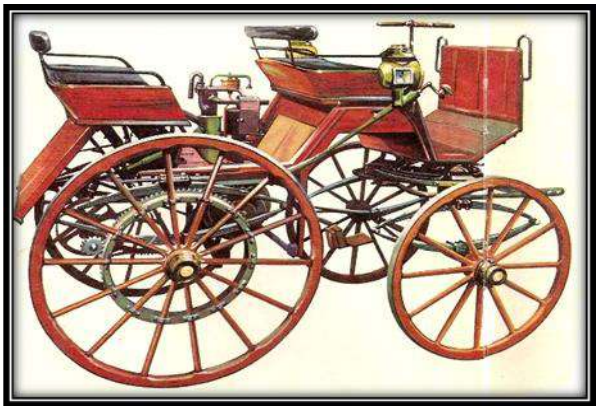
الشكل (2-7) سيارة دوريا التي أفزعت المارة والخيول

كان هذا المحرك مفزعاً واعتبره الناس غير صالحاً من الناحية العملية بسبب قرقعته العالية وخطورته. وقد تنبأت الصحافه بأنه سوف لايدوم طويلاً . حتى عام (1876) عندما تمكن المخترع الألماني (اوتو) من صنع محرك بنزين رباعي الأشواط سمي بمحرك اوتو الصامت شكل(2-8).



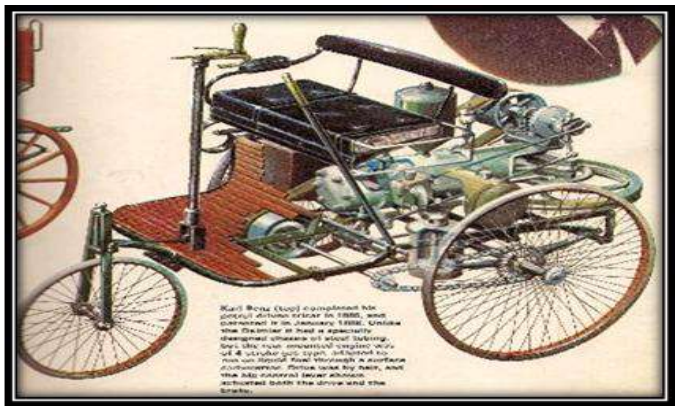
الشكل (2-8) نيكولاس اوتو ومحركه (بنزين ذو 4 أشواط)

يعد(اوتو) الرائد الأول لمحركات البنزين , لم يتلق أي تحصيل علمي , لكن شغل منصب مدير عام شركة (DEUTZ) , وفي عام (1881) صمم المهندس الانكليزي (كليرك) محرك ثنائي الأشواط . واستطاع (ديملر) الألماني من بناء أول محرك بنزين ناجح عالي السرعة (630 rpm) ذو اسطوانة واحدة بحجم ($565cm^3$) . ركب هذا المحرك على عربة بين المقعد الأمامي والخلفي لتكون أول عربة تنقصها الخيول , حيث أصبحت أول سيارة في العالم ذات أربع عجلات مزودة بمحرك بنزين. كما في الشكل(2-9).



الشكل (2-9) سيارة (ديملر) أول سيارة في العالم ذات أربع عجلات مزودة بمحرك بنزين (1886)

في عام (1885) بنى (كارل بنز) في ألمانيا مركبة بثلاث عجلات سرعتها (18km/h) تشمل على محرك , وهيكل, وصندوق تروس . وكما في الشكل (2-10).



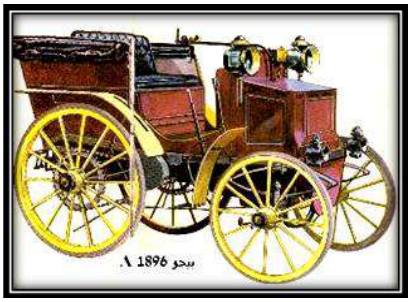
الشكل (2-10) سيارة (كارل بنز) بثلاث عجلات ومحرك 4 أشواط

ظهر محرك المهندس الألماني (رودولف ديزل) عام (1892) الذي يعتمد على الاشتعال الانضغاطي للوقود . سمي باسمه في البداية كادت تجربته أن تودي بحياته بسبب انفجار مسحوق الفحم بعد ضخه إلى الهواء المضغوط . ومن ثم تحقق له النجاح بعد استخدام الوقود السائل (زيت الغاز)

واشترت شركة (M.A.N) بألمانيا هذا الاختراع بمليون دولار . ومن الطرائف صدور قانون الراية الحمراء عام (1896) ورد فيه عند مسير السيارة على الطريق يسير أمامها شخص يحمل علماً احمر نهاراً وضياء احمر ليلاً.

نستطيع أن نقول , بعد ظهور الوقود السائل , وقيام كل من (دنلوب) البيطري الايرلندي ولآخوه (ميشلان) الفرنسيان بإنتاج الإطارات والأنابيب الهوائية تطورت صناعة السيارات , وحسب التواريخ والاشكال الآتية :-

1896 – ساهم بيجو في إنتاج السيارة العصرية , كما في الشكل (2-11) .



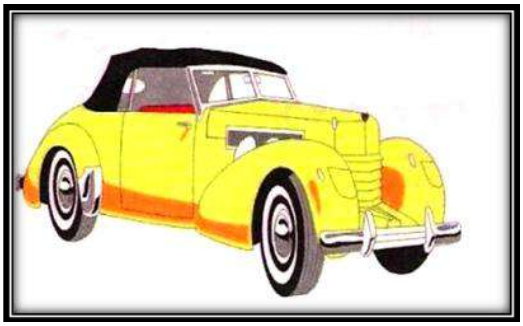
الشكل (2-11) السيارة الفرنسية بيجو1896 **الشكل (2-12) رينو 1898**

1896 – أنشأ اولدز (Olds) في ديترويت مصنع اولدزموبيل وكذلك فعل فورد .

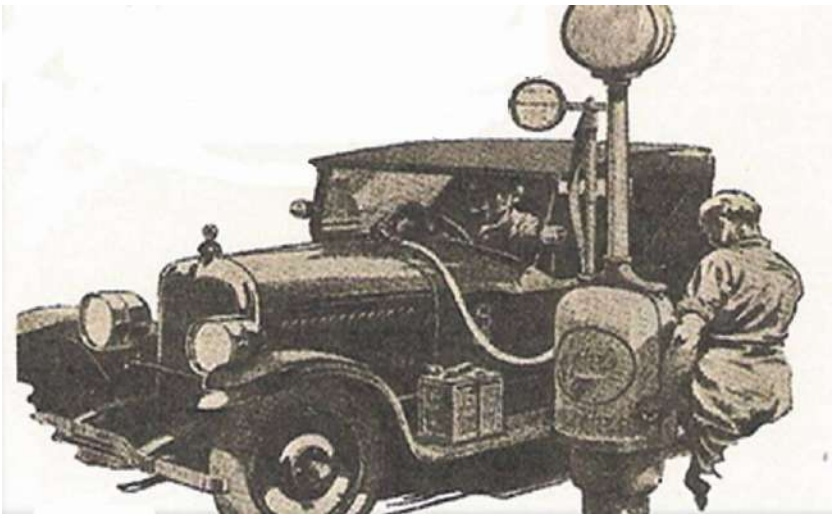
1898 – صنعت سيارة رينو , كما في الشكل(2-12).

1899 – أسس أغنسيلي مصنع سيارات فيات الايطالي.

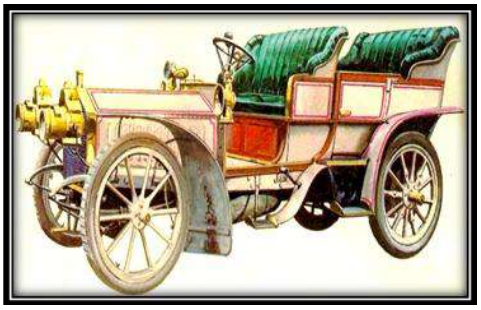
1906 – بدء هيكل السيارة يشبه الهيكل الحالي كما في الشكل (2-13).



الشكل (2-13) الهيكل الجديد للسيارات



الشكل (2-14) أول مضخة بنزين في بداية العشرينات



الشكل (2-15) سيارة الرولز رويس 1903

الشكل (2-16) كرايسلر بعجلات خشبية

الشكل (2-17) سيارة هولدن بداية الخمسينات

الشكل (2-18) سيارة الفولكس واكن 1933

1908 – تأسست شركة جنرال موتورز (GMC).

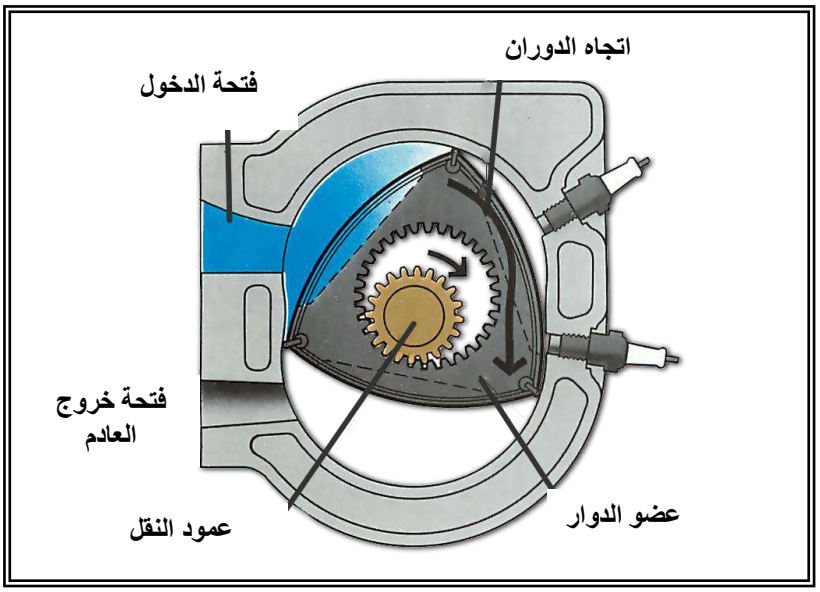
1911 – ظهرت سيارة الشفروليت.

1924 – انتجت شركة مرسيدس بنز و (M.A.N) محرك ديزل.

1937 – صمم الحداد النمساوي فرديناند السيارة (فولكس واكن) كما في الشكل (2-18).

1950- ظهور المحرك التوربيني روفر (ROVER) في انكلترا.

1957 – ظهور محرك وانكل الدائري المستخدم في سيارات (مازدا, ستروين) شكل (2-19)



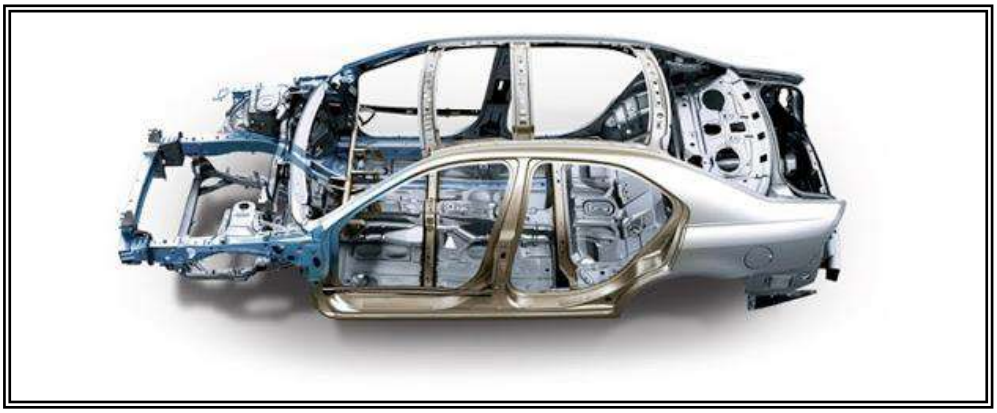
الشكل (2-19) مقطع من محرك وانكل الدائري.

الأجزاء الرئيسية للسيارة

تتكون السيارة من جزئيين رئيسين هما: الجسم أو البدن، ويركب على الاطار المعدني ويثبت باحكام, والجزء الآخر من السيارة هو الهيكل الذي يشمل كل معدات أجزاء السيارة عدا الجسم.

1-الجسم (body)

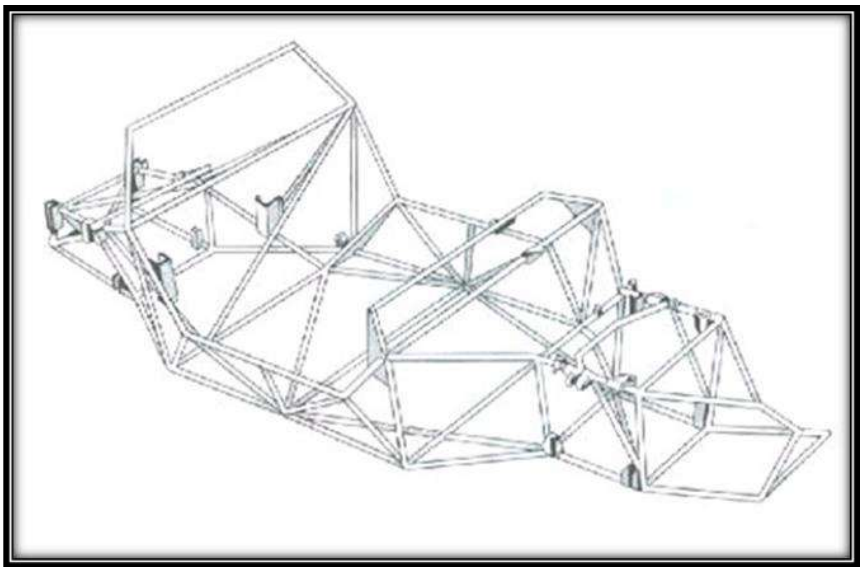
يتكون الجسم من عدة أجزاء ويتوقف تصميمه على الغرض المطلوب منه (سيارة صالون, شحن, نقل) يثبت الجسم على الاطار المعدني. كما في الشكل (2-20) بواسطة البراغي والحلقات المعدنية المطاطية.



الشكل (2-20) جسم السيارة

2- الاطار المعدني (Frame)

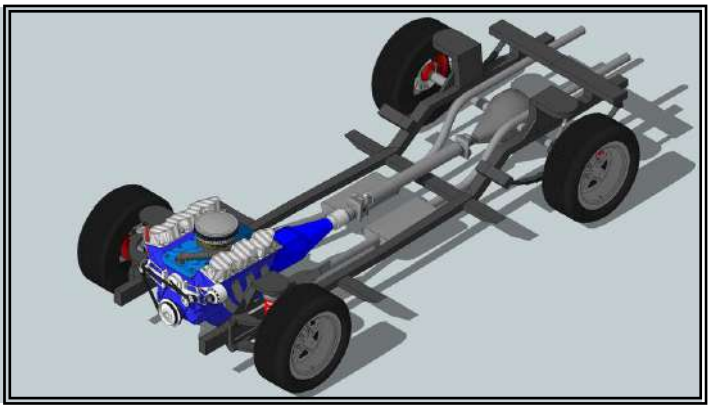
هو الجزء الذي يحمل معدات السيارة،ومن مستلزماته الجودة،والمتانة،والمقاومة لقوى اللي والانحناء وعدم نقل هذه القوى الى جسم المحرك كما في الشكل (2-21). يصنع من سبائك الصلب المعامل حراريا وغالبا مايصمم على شكل حرف (x) ضيق من الأمام و واسع من الخلف لبناء مقصورة واسعة تتسع للركاب والسائق وأحياناً يستبدل الاطار المعدني بلوح معدني سفلي، وأحياناً يلغي الاطار أو اللوح المعدني وعليه يجب أنْ يصنع البدن بدرجة كافية من الصلابة.



الشكل (2-21) الاطار المعدني

3- الهيكل (chassis)

هو المصطلح الذي يطلق في صناعة السيارات على كل معدات أجزاء السيارة ماعدا البدن، وهذه المعدات تركب على الاطار المعدني، كما في الشكل (2-22)



الشكل (2-22) الهيكل

ويتكون الهيكل من الأجزاء الأتية:

1- وحدة توليد القدرة.

2- اجهزة نقل الحركة.

3- الجزء السفلي.

4- الاجهزة الكهربائية.

وحدة توليد القدرة تتكون من الأجزاء الأتية:

1- المحرك ومكوناته.

2- المنظومات (وتتكون من التزييت,التبريد,الوقود,الاشتعال و الشحن).

أجهزة نقل الحركة تتكون من الأجزاء الأتية:

1- القابض.

2- صندوق التروس.

3- عمود نقل الحركة (عمود الادارة) والوصلات المطلقة.

4- علبة تروس المجموعة الفرقية للمحور الخلفي والاعمدة النصفية.

الجزء السفلي يتكون من الأجزاء الأتية:

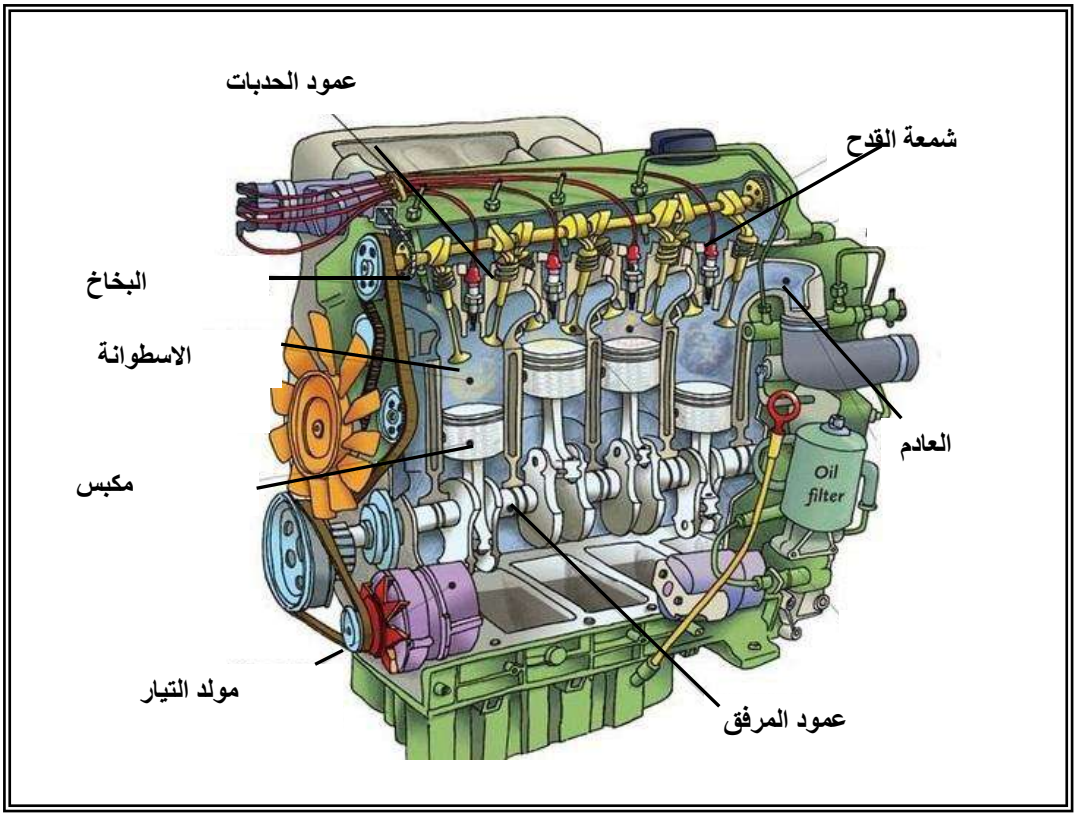
1- الاطار المعدني.

2- النوابض,روادع الصدمات,المحور الامامي.

3- المكابح (الموقفات).

المحرك (Engine):

المحرك هو مصدر الطاقة لتحريك السيارة،وتشغيل الأنظمة الأخرى يقوم المحرك بحرق الوقود(بنزين أو ديزل)..لتوليد حرارة تؤدي إلى تمدد الغازات، وزيادة الضغط محدثة بذلك حركة الأجزاء. كما في الشكل(2-23) ومن حيث إن المزيج(وقود+هواء) يحترق داخل اسطوانة المحرك لهذا سمي بمحرك الاحتراق الداخلي.



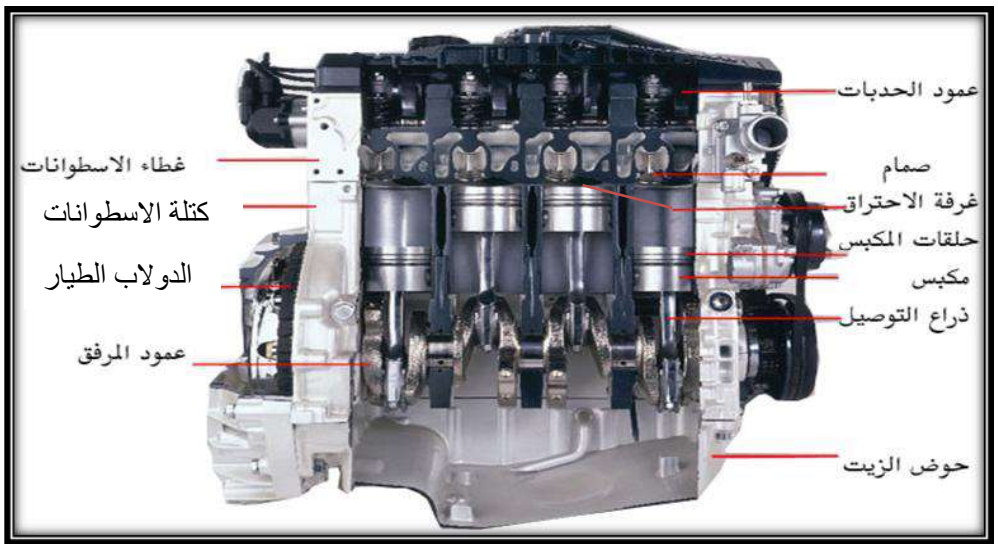
الشكل(2-23) مقطع لمحرك البنزين

يتكون المحرك من جزئين رئيسين وكما يلي: -

أ) أجزاء المحرك الثابتة.

ب) أجزاء المحرك المتحركة.

الشكل (2-24) يبين الأجزاء الثابتة والمتحركة للمحرك



الشكل (2-24) أجزاء المحرك الثابتة والمتحركة

أ) أجزاء المحرك الثابتة

1 - غطاء الاسطوانة.

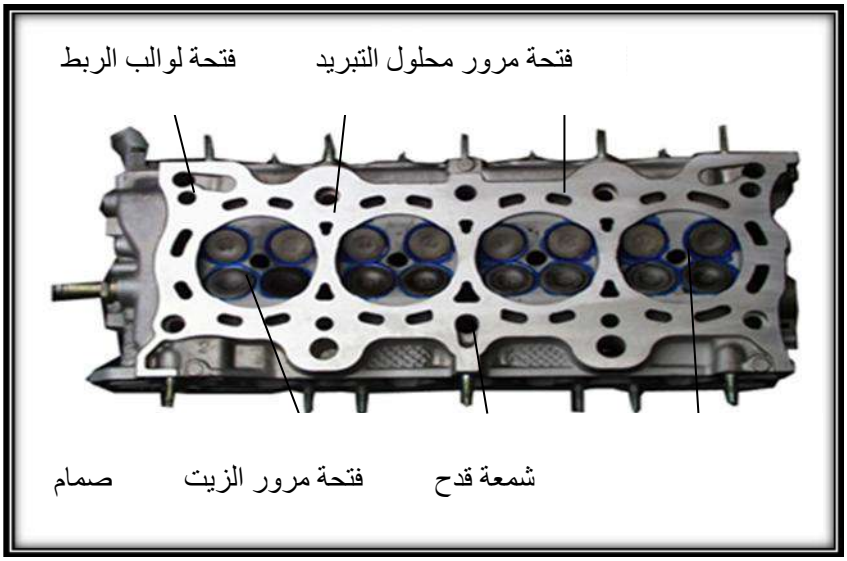
2- كتلة الاسطوانات.

3- خزان الزيت (حوض الزيت).

4- مجمع مجاري السحب والعادم .

1-غطاء الاسطوانة (Cylinder Head):-

هو الغطاء العلوي للاسطوانات يعمل على إيجاد حيز محدود (غرفة الاحتراق) يضغط فيه المزيج. يحتوي على فتحات السحب، والعادم، ومقاعـد الصمامات، ومسنن تثبيت شمعة القدح، كما في الشكل (25-2) ويصـنع غطـاء الاسطوانة من حديد الزهر الرمادي أو سبيكة من الألمنيوم إما اللوالب التي تربط غطاء الاسطوانة على كتلة الاسطوانات فهي تصنع من الصلب ويحتوي على مجاري مياه التبريد لغرفة الاحتراق والصمامات.

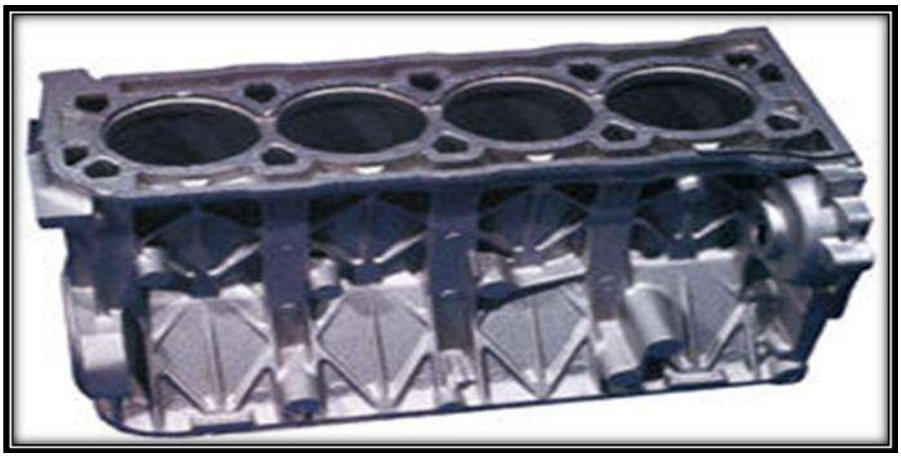


الشكل (2-25) غطاء الاسطوانات

2- كتلة الاسطوانات (Cylinder Block):-

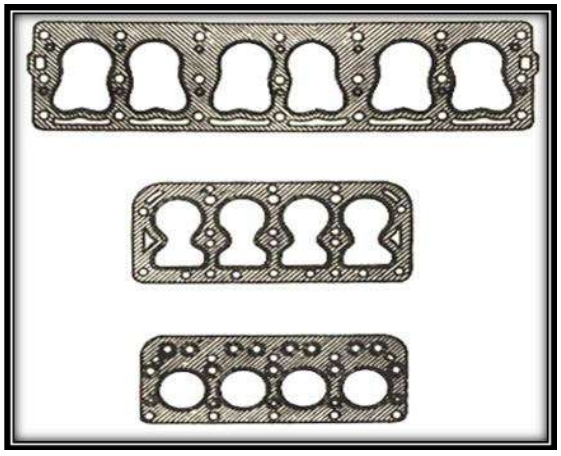
تشكل هذه الكتلة الهيكل الأساسي للمحرك وهي التي تضم بداخلها الاسطوانات كافة كما في الشكل (26-2) وتربط بها بعض أجزاء المحرك مثل عمود المرفق, عمود الحدبات, مضخة الماء, المولد, موزع الشرر, مضخة الوقود الميكانيكية، وتحتوي على مجاري مياه لتبريد الاسطوانات. وفي الوقت الحاضر أصبحت كتلة الاسطوانات تصب وتسبك قطعة واحدة مع علبة المرفق، ولهذه الطريقة مزايا عديدة منها

المتانة والبساطة. تصنع كتلة الاسطوانات من سبيكة خاصة من حديد الزهر الجيد المتقارب الحُبيبات وتحتوي على نسبة معينة من النيكل والكروم و الموليبدنيوم وغيرها من المعادن التي تتحمل درجات حرارة عالية وضغط عالٍ وتقاوم الاحتكاك والتآكل.



الشكل (2-26) كتلة الاسطوانات

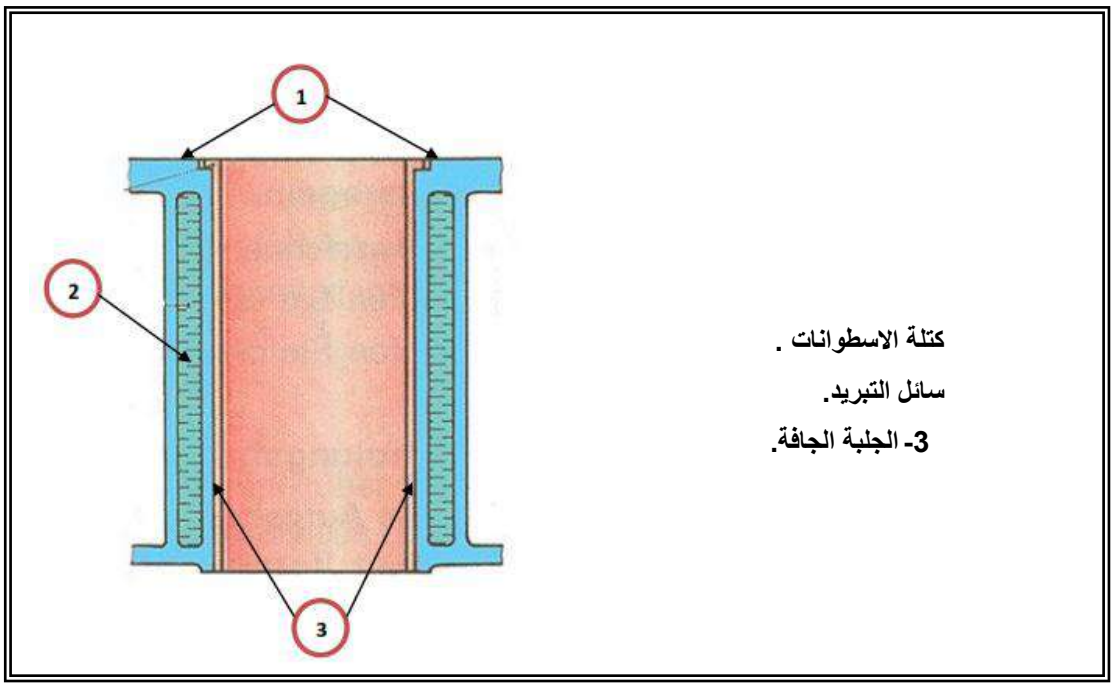
حشوة الكازكيت:- توضع الحشوة بين سطح كتلة الاسطوانة بدقة وبين رأس الاسطوانة لإحكام الضغط بينهما وعزل غرف الاحتراق ومنع التسرب كما في الشكل (2-27) وتحتوي هذه الحشوة على فتحات لوالب الربط وفتحات مياه التبريد والتزييت وتصنع هذه الحشوة من الاسبستوس مع ألياف النحاس أو الحديد أو الألمنيوم



الشكل (2-27) أنواع حشوة الكازكيت

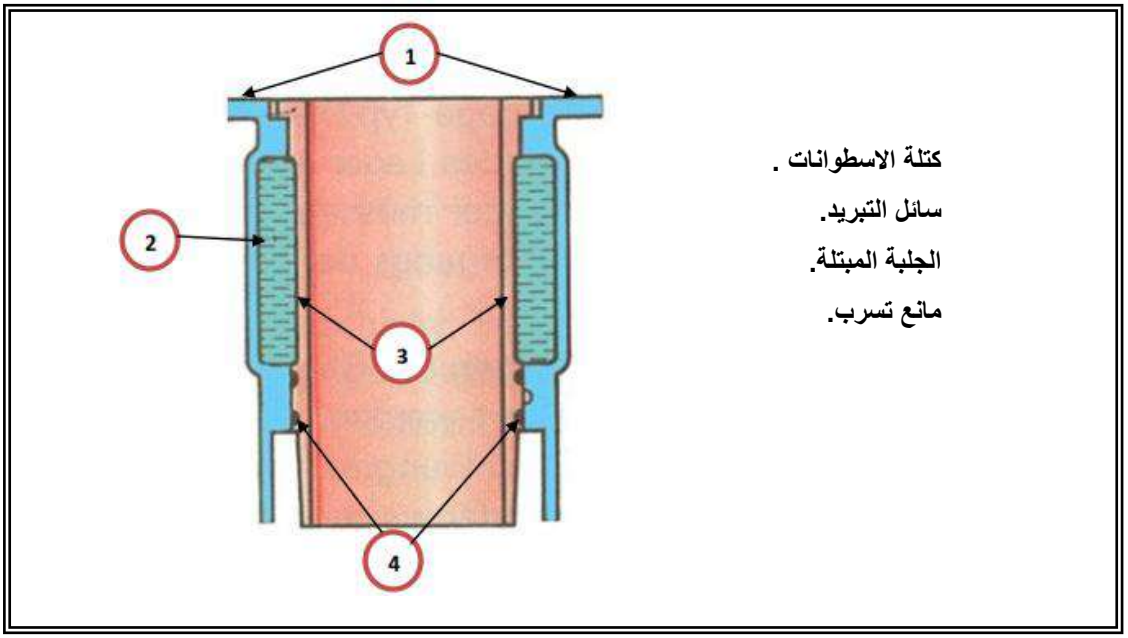
- **أنواع الجلب المستخدمة في كتلة الاسطوانات**

1) **الجلبة الجافة:-** توضع الجلبة الجافة في التجويف الاصلي للاسطوانة، كما في الشكل (2-28) وتكون رقيقة السمك لضمان التبريد الجيد وتستخدم الجلبة في المحركات الصغيرة.



الشكل (2-28) الجلبة الجافة

2) الجلبة المبتلة:- عبارة عن جلبة اسطوانية الشكل منفصلة تركب في كتلة الاسطوانات وتكون الجلبة محاطة بصورة مباشرة بمياه التبريد في كتلة الاسطوانات وان سمك الجلبة المبتلة تكون (6.3-4.7 mm) للسيارات الصغيرة و (9.5-6.3mm) لسيارات النقل. كما في الشكل (2-29).



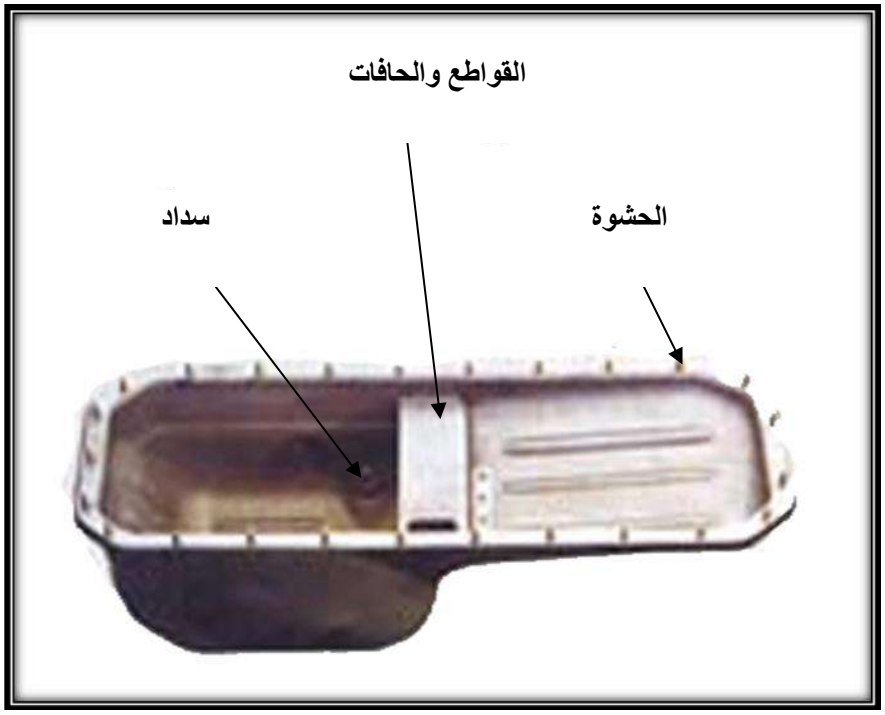
الشكل (2-29) الجلبة المبتلة

مقارنة بين الجلبة المبتلة و الجلبة الجافة :

ت	الجلبة المبتلة	الجلبة الجافة
1	ماء التبريد يلامس السطح الخارجي	توضع في التجويف الاصلي للاسطوانة
2	تكون الجلبة سميكة وتستخدم لسيارات النقل والسيارات الصغيرة	تكون الجلبة رقيقة وتستخدم للسيارات الصغيرة
3	إجراء عمليات تشغيل كخراطة الجلبة وصقلها قبل تركيبها في الجوف (خارج المحرك)	خراطة وصقل التجويف الاصلي ثم خراطة وصقل الجلبة الجافة من الخارج قبل تركيبها في الجوف

3. حوض الزيت (Case Oil):-

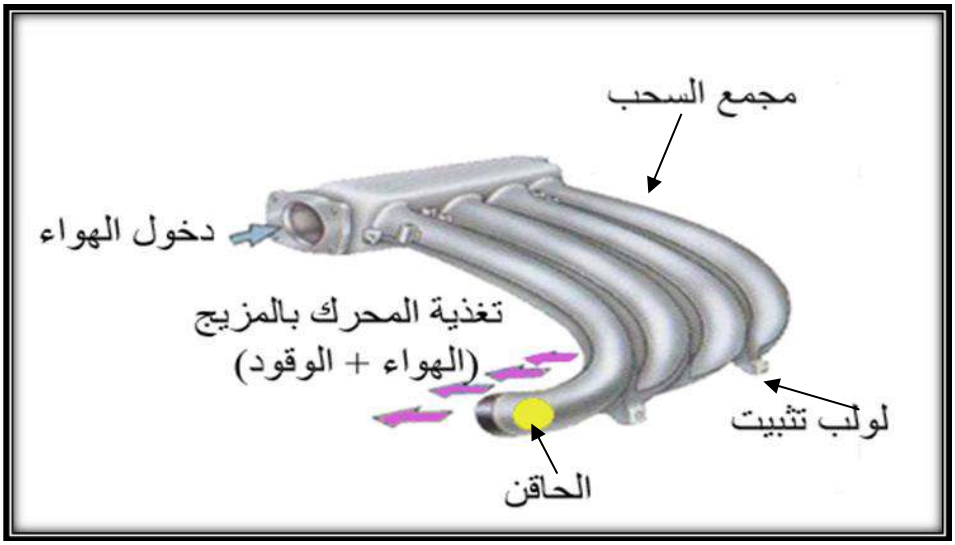
يستخدم حوض الزيت مستودعاً لحفظ الزيت،ويثبت بواسطة لوالب في أسفل علبة المرفق لكتلة الاسطوانات، ويصنع من صفائح الحديد (بالكبس والضغط) وأحيانا من سبيكة الألمنيوم وبزعانف حتى يساعد على تبريد الزيت، ويحتوي حوض الزيت على مضخة الزيت المثبتة أسفل كتلة الاسطوانات وتوضع حشوة من الفلين أو المطاط بين حوض الزيت وكتلة الاسطوانات. كما في الشكل (2-30) لمنع تسرب الزيت إلى الخارج وتوجد فتحه في أسفل الحوض لتفريغ الزيت عند تبديله وتغلق هذه الفتحة بواسطة لولب (سداد) كما توجد عدة حواجز أو قواطع تثبت في قاع الحوض تعمل على منع تلاطم الزيت والحفاظ على مستواه في إثناء صعود الجبال أو النزول إلى المنحدرات.



الشكل (2-30) حوض الزيت

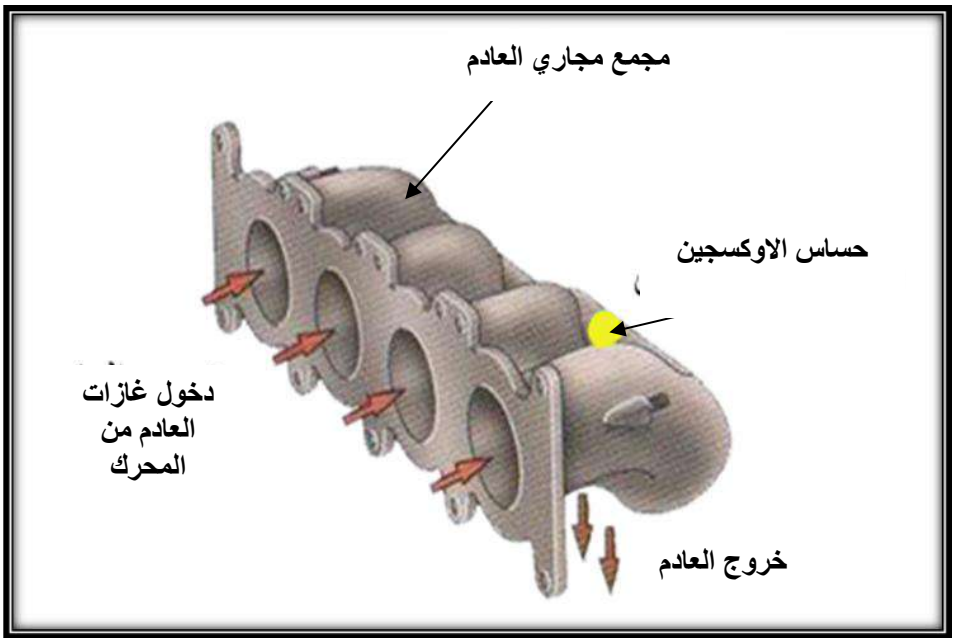
4- مجمع مجاري السحب والعادم:

هي عبارة عن مجموعة أنابيب ومجاري مصممة بشكل معين لتقوم بعملية إيصال المزيج أو الهواء إلى غرفة الاحتراق وبكميات متساوية وإخراج غازات العادم من المحرك. فتقوم مجاري السحب بربط المغذي من جهة ومن الجهة الأخرى تتفرع إلى فروع كل فرع منها يذهب إلى الاسطوانة. إما في السيارات الحديثة المجهزة بنظام الحقن الالكتروني يوجد على مجمع السحب بخاخات لتذرية الوقود داخل المجمع كما في الشكل(2-31).



الشكل(2-31) مجاري السحب في نظام الحقن الالكتروني

إما مجاري العادم فإنّ فروع المجمع تكون متصلة بالاسطوانات، وتجتمع في فتحة واحدة أو اكثر، تربط عليها أنبوبة لإخراج الغازات خارج المحرك وفي السيارات الحديثة يكون في مجاري العادم حساس يتحسس نسبة الأوكسجين الخارج مع عادم المحرك. كما في الشكل (2-32).



الشكل (2-32) مجاري العادم بوجود حساس الاوكسجين

والشكل (2-33) يبين مجاري السحب والعادم وموقعها في محرك السيارة ومعرفة نظام السحب والعادم

الشكل (2-33) مجاري السحب والعادم في السيارة

وفي اغلب المحركات ذات الاسطوانات على خط واحد يكون مجاري العادم والسحب مربوطة مع بعضها في أحد جانبي رأس الاسطوانة وفي سيارات أخرى وبحسب ترتيب الصمامات تكون مثبتة على كتلة الاسطوانات (في الأنواع القديمة). وفي أنواع أخرى يكون مجمع مجاري العادم في جهة ومجاري السحب في جهة أخرى من المحرك وان تصميم المجاري لهذا النوع يحسن تنفس المحرك ويقلل درجة حرارة صمام العادم، أما في حالة تصميم مجاري السحب والعادم في جهة واحدة تساعد على تسخين الهواء الداخل مما يحسن التشغيل في الجو البارد .

ب) أجزاء المحرك المتحركة

1- المكبس.
2- ذراع التوصيل.
3- عمود المرفق.
4- عمود الحدبات.
5- الصمامات.
6- حذافة.
7- تروس التوقيت.

أولا): المكبس

هو جسم اسطواني الشكل أحد طرفيه مغلق، والآخر مفتوح كما في الشكل (2-34) ويتصل من جهة الطرف المفتوح بالنهاية الصغرى لذراع التوصيل بواسطة عمود المكبس أو (زرالمكبس) وعند صعود ونزول المكبس داخل الاسطوانة تتم عملية الأشواط الأربعة في محركات الاحتراق الداخلي رباعية الأشواط, إما المكبس في المحركات ثنائية الأشواط فبالإضافة إلى عمله الرئيس في توليد الضغط ونقل القدرة كما هي الحالة في المحركات رباعية الأشواط فإنّه يعمل أيضا على فتح وغلق فتحات دخول المزيج وخروج العادم, إن حركة المكبس الترددية في (الصعود والنزول) بين النقطتين الميتة العليا والميتة السفلى تتم الأشواط المطلوبة للدورة. وتنقل هذه الحركة الترددية للمكبس بواسطة ذراع التوصيل إلى حركة دورانية في عمود المرفق. وان وظيفة المكبس هي نقل تأثير ضغط الغازات الناتجة من احتراق المزيج وتمددها إلى ذراع التوصيل وامتصاص حرارة الغازات والتخلص منها بسرعة عن طريق حلقات المكبس إلى جدار الاسطوانة ثم إلى الجيوب المائية.

الشكل(2-34) المكبس

صناعة المكبس

يصنع المكبس من معادن خفيفة الوزن, ذات متانة عالية, قليلة التمدد بالحرارة العالية. موصلة جيدة للحرارة, مقاوم للاحتكاك و التآكل.يصنع من بعض سبائك الزهر(للمحركات البطيئة) سابقا أما (المحركات السريعة) فتصنع من سبائك الألمنيوم التي لها نفس متانة الزهر إلا أنّ وزنها يقل إلى النصف تقريبا وتوصيله الحراري (3) أضعاف حديد الزهر تقريبا, إلا أنها تتمدد بدرجة أكبر عند التسخين.ويقل وزنه بتقليل سمكه إلى أقل حدٍ ممكن مع وضع عوارض داخلية للتقوية والمساعدة على توصيل الحرارة إلى الحلقات ثم إلى جدار الاسطوانة للتخلص منها عن طريق الجيوب المائية. تاج المكبس يكون على شكل سطح مستو أو مقعر أو محدب حسب متطلبات التصميم، وحيث أنَّ التاج أكثر عرضه للحرارة العالية لذا فان قطرة أقل قليلا وسمكه اكبر قليلا من الجسم, لإتاحة المجال لانتقال الحرارة من الغازات الملتهبة إلى الحلقات، ولكي يتحمل ضغوط هذه الغازات يزود القسم العلوي من المكبس بمجاري حلقية دائرية تدخل فيها الحلقات التي تحكم الضغط داخل غرفة الاحتراق لمرونتها وضغطها على جدار الاسطوانة. أما الجزء الأسفل للمكبس فيمكن من خلاله قياس القطر الخارجي للمكبس بالمايكروميتر.

أشكال رأس (سطح) المكبس

1- سطح مستوي.
2- سطح مقعر.
3- سطح محدب.

الشكل (2-35) اشكال سطح المكبس

أجزاء المكبس

1- جذع المكبس (تنورة) .

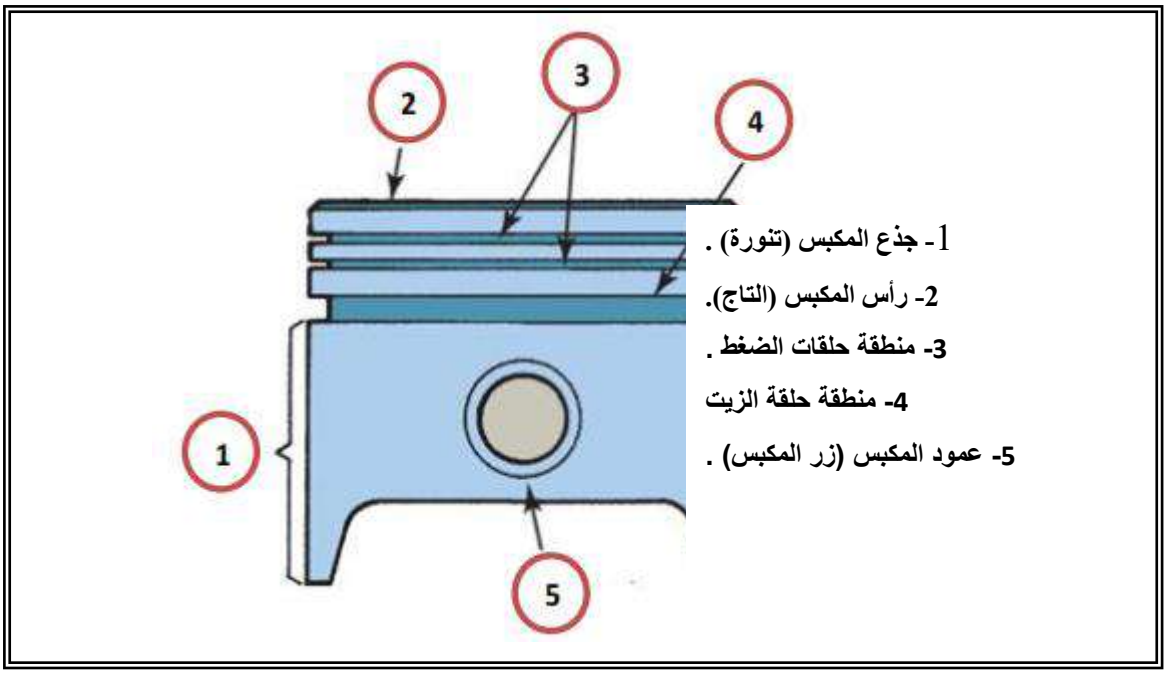
2- رأس المكبس (التاج).

3- منطقة حلقات الضغط .

4- منطقة حلقة الزيت

5- عمود المكبس (زر المكبس) .

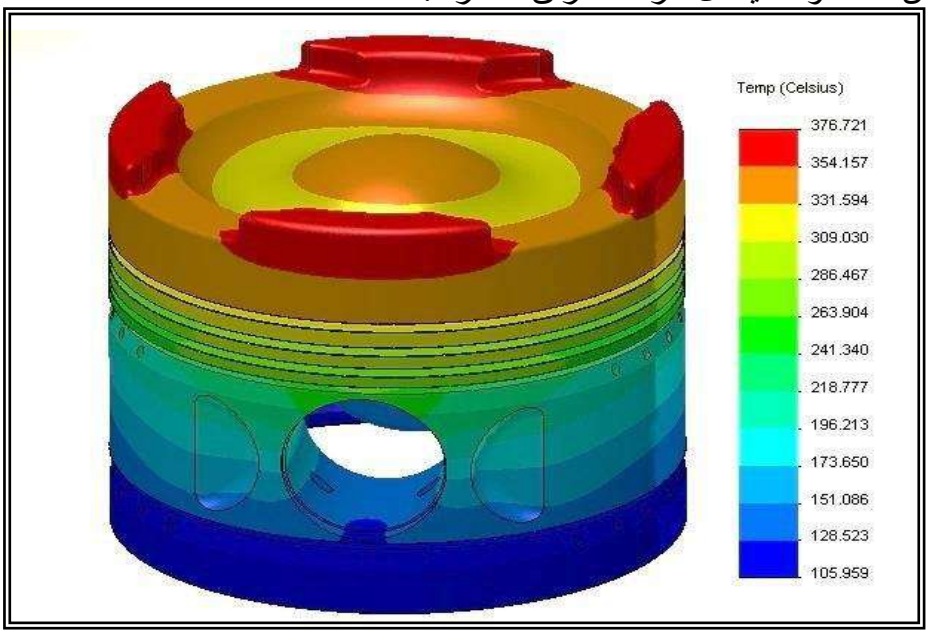
الشكل (2-36) يمثل أجزاء المكبس



الشكل (2-36) يمثل أجزاء المكبس

1- رأس المكبس(التاج):-

هو سطح يقوم بتحمل الضـغوط والاجهادات العالية المتتالية في شوطي الضـغط والقدرة حيث أن السطح العلوي لرأس المكبس يتعرض إلى أعلى درجات الحرارة كما في الشكل (2-37) ويكون قطره أقل قليلا من الجزء السفلي نظراً لإختلاف التمدد الذي يتعرض له المكبس. ويشكل بين سطح المكبس و غطاء رأس الاسطوانة ليشكل غرفة احتراق المحرك.



الشكل (2-37) توزيع درجة الحرارة على المكبس

2- عمود المكبس (زر المكبس):-

عبارة عن عمود مجوف يرتكز على ثقبين متقابلين في وسط جسم المكبس يعمل كوصلة لتثبيت المكبس مع ذراع التوصيل. يصنع زر المكبس من سبائك الصلب ويجب أنْ يكون سطحه صقيلا ناعماً ومقسى (تقسية حرارية) وأحيانا مطليا بالكروم لزيادة الصلابة ويصنع على شكل اسطوانة مجوفة لتخفيض الوزن ويزيت أما بالرش من حوض الزيت أو بضغط الزيت من خلال مجرى (ثقب) طويل داخل ذراع التوصيل.

3- حلقات المكبس:-

وهي حلقات معدنية مرنة لها قوة نابضية وتركب في مجاري المكبس وتختلف أعدادها وأشكالها حسب نوع المحرك. كما في الشكل (2-38)

حلقات الضغط حلقات الزيت

الشكل (2-38) حلقات المكبس

وظائف حلقات المكبس:-

1-الإحكام التام بين جسم المكبس وجدران الاسطوانة من الداخل لمنع تسرب الضغط الحاصل وخصوصاً في شوطي الضغط والقدرة.

2-منع تسرب الزيت إلى أعلى المكبس.

3-المساعدة في التبريد, حيث تقوم الحلقات بنقل حرارة المكبس وتوصيلها إلى جدار الاسطوانة للتخلص منها.

مواد تصنيع الحلقات:-

تصنع الحلقات من مواد مرنة وصلبة تتحمل درجات الحرارة العالية، وتكون مقاومة للاحتكاك والتآكل السريع لذا تصنع من حديد الصلب الخاص المقسى حرارياً، وبسبب ارتفاع درجة حرارة سطح المكبس العلوي تطلى الحلقة العلوية بطبقة من الكروم (0.07 – 0.15 ملم) وتضاف أحيانا مادة البرونز أو الموليبدنيوم لتقليل التآكل وزيادة المتانة وإطالة العمر.

أنواع الحلقات:-

أ) حلقات الضغط.

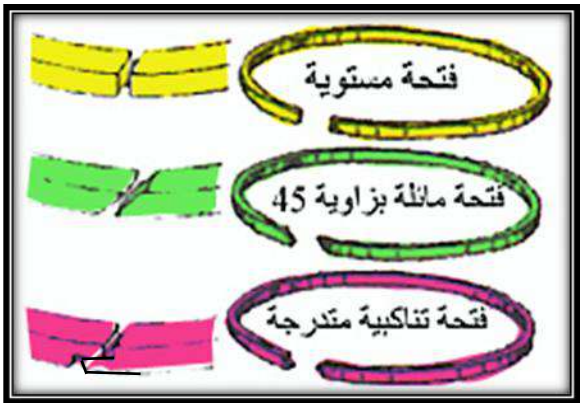
ب) حلقات الزيت.

أ ـ **حلقات الضغط:-** عبارة عن حلقات ذات مقطع مستطيل الشكل تمنع تسرب المزيج المضغوط من غرفة الاحتراق تركب عادة حلقتان للانضغاط وتوزع فتحاتها.بحيث لا تكون على استقامة واحدة لمنع تسرب الشحنة (المزيج) من داخل غرفة الاحتراق وتكون عادة على عدة أنواع:-

1-الفتحة المستوية.

2-الفتحة بزاوية (45˚).

3-الفتحة التناكبية الشكل (2-39) يبين أنواع فتحات حلقات الضغط



الشكل (2-39) أنواع فتحات حلقات الضغط

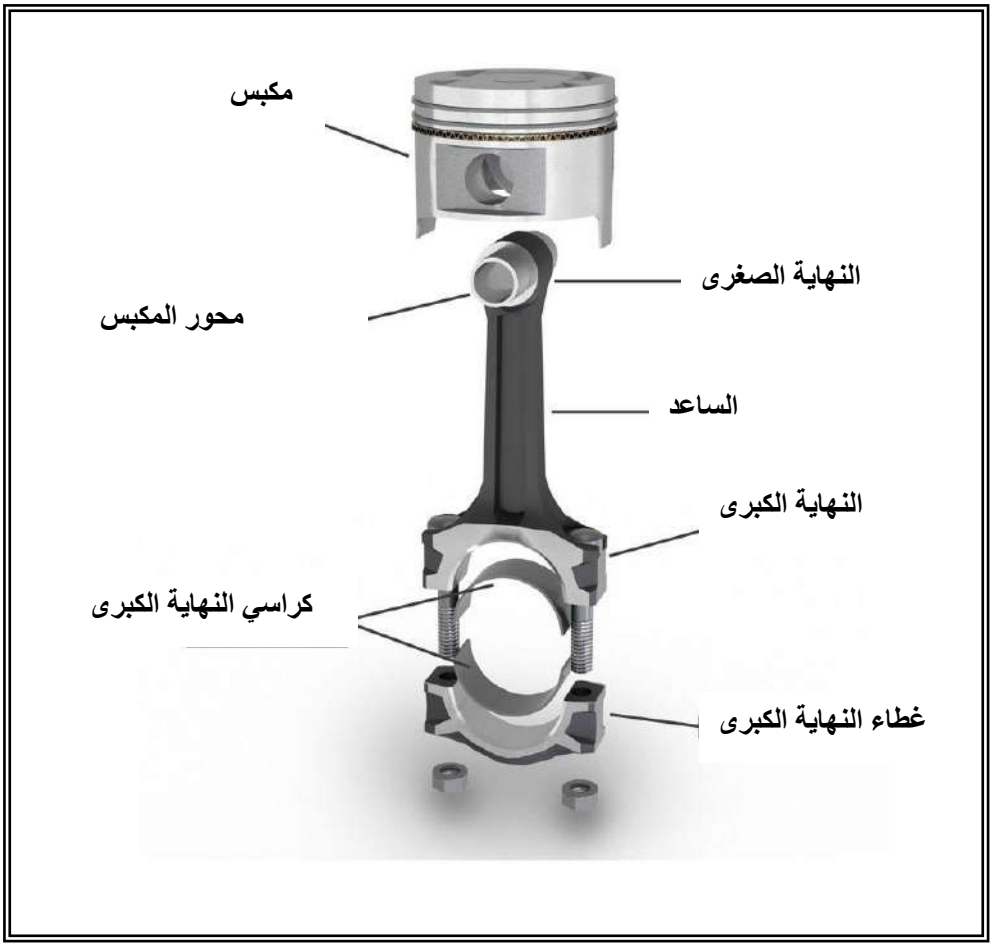
ب ـ حلقات الزيت:- هي حلقات تركب في أعلى المكبس تحت حلقات الضغط التي تختلف عنهما بوجود ثقوب صغيرة أو أخاديد بين سطحيها العلوي والسفلي لكي يستطيع الزيت المرور من خلالها إلى الجزء الداخلي للمكبس وتقوم الحلقات بكسح الزيت وإعادته إلى حوض الزيت ومنعه من الوصول إلى غرفة الاحتراق. لتجنب احتراقه وتكوين مواد كاربونية في غرفة الاحتراق وكذلك يساعد على الحفاظ على الضغط الموجود في غرفة الاحتراق.

4. جذع المكبس:-

هو أحد أجزاء المكبس ويقوم بتوجيه حركة المكبس داخل الاسطوانة وتتحكم الفتحات والنهايات السفلى لجذع المكبس في سريان الغازات في المحركات ثنائية الأشواط. (انظر الشكل 47).

ثانيا) ذراع التوصيل (Connection Rod)

هو الجزء الذي يقوم بنقل حركة المكبس الترددية المستقيمة في الاسطوانة إلى عمود المرفق الذي يقوم بتحويل هذه الحركة الى حركة دورنية. يرتبط من جهة النهايه الصغرى بالمكبس ومن جهة النهابه الكبرى بالمحاور اللامركزية لعمود المرفق كما في الشكل (2-40).

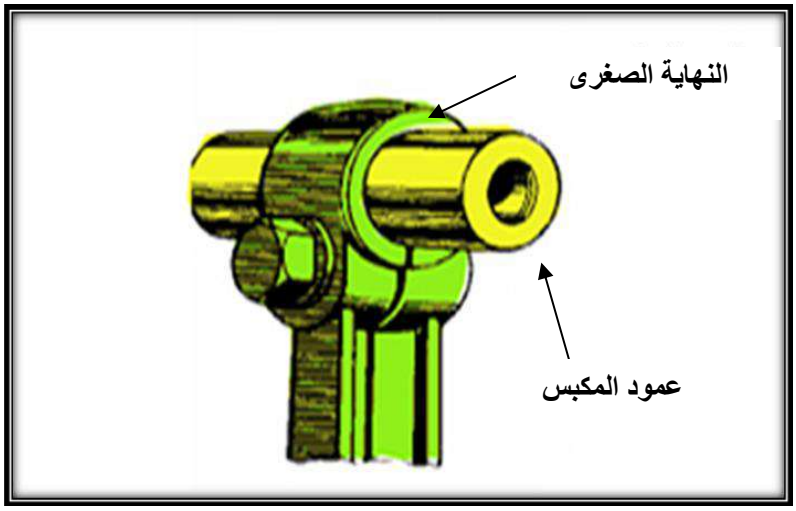


الشكل (2-40) ذراع التوصيل

يتكون ذراع التوصيل من نهايتين:-

1- النهاية الصغرى Small End:-

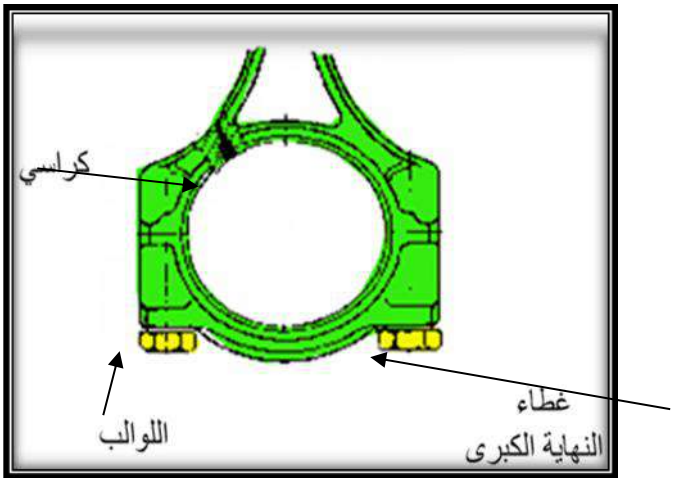
هي الطرف الصغير من ذراع التوصيل توجد فية احيانا جلبة تصنع عادتا من سبيكة البرونز أو بعض السبائك الاخرى المقاومة للتاكل, يرتبط من خلالها ذراع التوصيل بالمكبس عن طريق عمود المكبس. كما في الشكل (2-41)



الشكل (2-41) النهاية الصغرى لذراع التوصيل

2- النهاية الكبرى Big End:-

قطرها أكبر من النهاية الصغرى تتصل بأحد محاور المرفق تتكون من جزأين منفصلين هي النهاية الكبرى للذراع وغطاء النهابة الكبرى بداخلها نصفي اسطوانة تسمى بنصفا سبيكة المحمل (أو الكرسي). ويحيطان بالمرفق، وهذه الكراسي مصنوعة من سبيكة بيضاء وتكون مقاومة للاحتكاك والتآكل والضغط، وكذلك قليلة التكاليف، وسهله التركيب، وتعمل بدون أحداث ضجيج ودرجة انصهارها مرتفعة فيها ثقب يمر الزيت من خلالها لتزيت محاور عمود المرفق, ويربط النهاية الكبرى على عمود المرفق بلوالب مصنوعة من الفولاذ الجيد وذات أسنان ناعمة ويجب أن تربط الصواميل بقوى شد متساوية باستعمال مفتاح عزم وحسب ما تحدده تعليمات تصليح المحرك. كما في الشكل (2-42).



الشكل (2-42) النهاية الكبرى لذراع التوصيل

وظائف ذراع التوصيل:-

1-نقل القوة الناتجة من ضغط الاحتراق الواقع على المكبس إلى عمود المرفق.

2- نقل حركة المكبس المستقيمة الترددية في الاسطوانة إلى عمود المرفق.

صناعة ذراع التوصيل

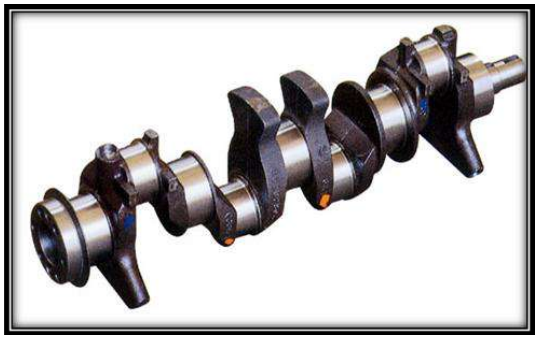
يراعى في صناعة ذراع التوصيل، وتصميمه الدقة التامة ويجب أن تتوافر فيه المتانة والصلابة لمقاومة الانحناء والالتواء وان يكون خفيف الوزن لذا يصنع جسم الذراع (الساعد) على شكل حرف (I). وأن تكون جميع الأذرع في المحرك الواحد ذات وزن واحد لضمان دوران المحرك بصورة مستقرة ومتوازنه ويصنع الذراع من حديد الصلب أو الفولاذ الجيد بنسبة (0.40%- 0.35) كاربون مع سبائك المنغنيز والسيلكون والكروم وتشكل بالطرق بقوالب خاصة.

تزييت ذراع التوصيل:-

ينتقل الزيت من مضخة الزيت إلى أنابيب الزيت، ثم إلى الكراسي الرئيسة لعمود المرفق ثم إلى مجاري الزيت بعمود المرفق ومنها إلى محاور النهاية الكبرى لذراع التوصيل، ثم ينتقل الزيت خلال المجرى الطولي الداخلي الموجود في قسم الذراع (الساعد) إلى كراسي النهاية الصغرى للمكبس. كلما زاد الخلوص عن الحد المسموح به زادت كمية الزيت المارة في الكراسي، وقل ضغطه وبالتالي زاد التآكل وعندها تسمع أصوات طرق معدني صادرة من المحرك حينئذٍ يجب تبديل الكراسي وإلا فأنها ستؤدي إلى تلف عمود المرفق، أو التواء ذراع التوصيل أما إذا كان الخلوص قليلا فإنّ ذلك يؤدي إلى قلة طبقة الزيت أو طردها مما يؤدي إلى زيادة الاحتكاك وارتفاع درجة الحرارة والتصاق ذراع التوصيل بمحور عمود المرفق مؤدية إلى توقف دوران المحرك.

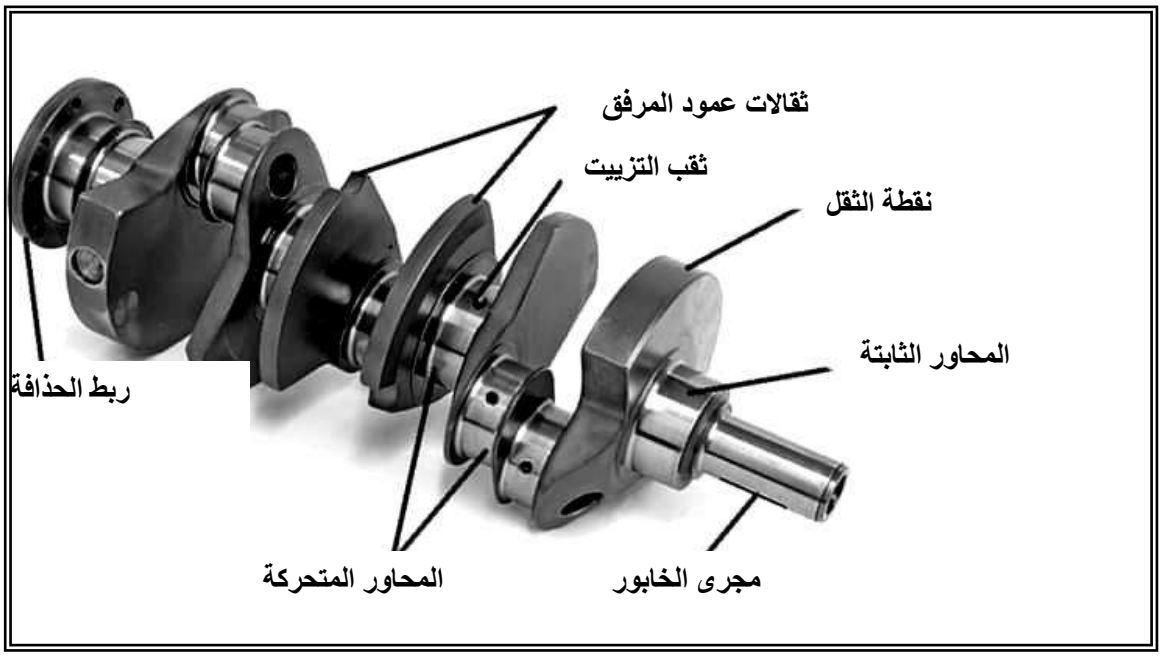
ثالثا) عمود المرفق (Crank shaft):

يقوم عمود المرفق الشكل(2-43) بتحويل الحركة الترددية للمكابس الى حركة دورانية وتنتقل الحركة من عمود المرفق إلى أجهزة نقل الحركة.



الشكل (2-43) عمود المرفق

ويتصل عمود المرفق بالمكبس عن طريق النهاية الكبرى لذراع التوصيل، ويعتمد شكل عمود المرفق على عدد الاسطوانات، وترتيبها وعدد محامل (كراسي التحميل) وعلى تتابع الإشعال ويتحدد طول عمود المرفق تبعاً لترتيب الاسطوانات، وتتميز أعمدة مرفق المحركات ذوات الاسطوانات المتقابلة والمحركات التي على شكل (v) بقصرها وخفة وزنها عن تلك الخاصة بالمحركات المستقيمة. وتقع مرتكزات المرفق للمحركات سداسية الاسطوانات بين المركز والآخر بزاوية قدرها (120˚) مما يجعل انتاج هذه الأعمدة أكثر صعوبة و أغلى ثمناً. كما في الشكل (2-44).



الشكل (2-44) أجزاء عمود المرفق

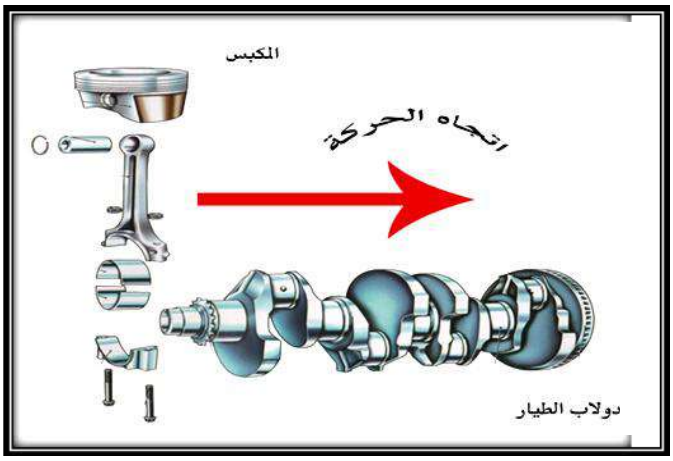
وظائف عمود المرفق:-

يقوم عمود المرفق بالوظائف التالية:-

1-يشترك مع اذرع التوصيل في تحويل الحركة الترددية المستقيمة للمكابس (إلى أعلى وأسفل) إلى حركة دورانية. كما في الشكل (2-45).

2- نقل الحركة الى المكبس في الاشواط غير الفعالة.

3- يقوم الطرف الخلفي لعمود المرفق بحمل حذافة بواسطة قرص مثبت علية تنتقل الحركة إلى عجلات الطريق عن طريق أجهزة نقل الحركة.



الشكل (2-45) نقل الحركة من ذراع التوصيل الى عمود المرفق

محاور عمود المرفق

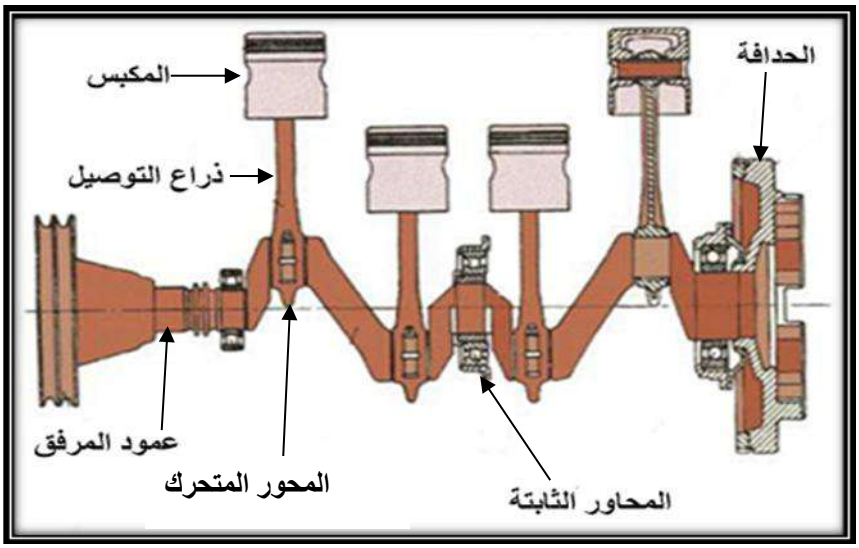
تقسم محاور عمود المرفق إلى:-

1-المحاور الرئيسة (الثابتة):-

هي محاور على امتداد عمود المرفق يستند عليها ويدور حول مركزها, إن جزء عمود المرفق والمسمى (بمحور المرفق) يدور داخل كراسي علبة المرفق الرئيسية ويحمل عليها، وتكون هذه كراسي انزلاقية منفصلة ومؤلفة من قطعتين تمكن عمود المرفق من الدوران من دون انحناء, يتم تزييت هذه الكراسي بواسطة مضخة الزيت.

2-المحاور المتحركة:-

هي محاور مراكزها بعيدة عن مركز عمود المرفق تعمل على ادارة عمود المرفق بواسطة القوى الواصلة إليها عن طريق ذراع التوصيل. إن جزء عمود المرفق والمسمى (ذراع المرفق) يدور داخل كراسي النهايات الكبرى لذراع التوصيل ويحمل عليها. أما جزء عمود المرفق الذي يصل ذراع المرفق بمحور المرفق فيسمى باثقال موازنة (أو الفخذ). يكون عدد المحاور المتحركة بقدر عدد اسطوانات المحرك. يكون تزييت المحاور الثابتة و المتحركة بواسطة مجرى داخل عمود المرفق. ويجب أن تكون المحاور خالية من الخدوش وآثار التآكل والتلف وأن تكون دائرية المقطع واسطوانية الشكل تماماً ويجب أن تكون المحاور الثابتة على استقامة واحدة.كما في الشكل (2-46).



الشكل (2-46) المحاور الثابتة والمتحركة لعمود المرفق

القوى والعزوم المؤثرة على عمود المرفق

1-قوة الضغط الناتج في شوطي الضغط والقدرة.

2-عزم رد فعل الدوران عند بدء اشتغال المحرك أو توقفه (التعجيل والتباطؤ).

3-الارتجاجات والاهتزازات.

4-القوى الطاردة للمكابس واذرع التوصيل (قوى عزم القصور الذاتي).

5-الاحتكاك مع الكراسي.

صناعة عمود المرفق:

تصنع أغلب أعمدة المرفق بعملية التشكيل أو الطرق على الحار أي الطرق في قوالب خاصة للتخلص من الاجهادات الداخلية، ولزيادة المتانة يصنع من قطعة واحدة إذ يشكل العمود من كتلة من الصلب تحت تأثير مطارق قوية بخارية أو بالهواء المضغوط أو هيدروليكية وتزود هذه المطارق بقالب مزدوج يحتوي من الداخل على بروزات ذات أشكال تتفق مع شكل المرفق المطلوب، فيسخن الصلب حتى يصبح على وشك البياض، ثم يضغط في هذه القوالب حتى يأخذ الشكل المطلوب، ثم تجري العمليات النهائية كالخراطة والتجليخ والتقسية والتوازن، أما السبائك المستخدمة لغرض صناعة عمود المرفق فتكون من سبائك الصلب المكربن ومن سبائك الصلب المقساة التي تتكون من (نيكل,كروم, مولبيدنيوم) أو (فولاذ, فناديوم, منغنيز) أو (فولاذ, مولبيدنيوم, منغنيز).

موازنة عمود المرفق

إن الموازنة هي عملية تعادل أو توازن القوى الناشئة من الاثقال الدوارة لعمود المرفق. وبما إن السرعة الدورانية للاعمدة المرفقية عالية ونظرا لأنّ المرافق مرتبة بحيث لا تتطابق محاورها مع المحور الرئيس للعمود المرفقي لذلك تنشأ القوى الطاردة المركزية التي يوازن تأثيرها بوضع أثقال موازنة ويجب تصميم الاعمدة المرفقية بحيث تكون أثقال الموازنة موزعة بانتظام حول محور عمود المرفق. فإذا بقي عمود المرفق في حالة سكون فإنه يكون في هذه الحالة متزناً سكونياً وتعرف عملية موازنة عمود المرفق في حالة الدوران باسم الموازنة الحركية وهي تحتاج في إجراءاتها إلى معدات واجهزه خاصة.

جلبة كراسي عمود المرفق

هي عبارة عن بطانة نصف حلقية يشكل كل نصفين منها كرسياً دائرياً كاملاً تستند عليها، وتدور بداخلها المحاور الرئيسة الثابتة لعمود المرفق، وكذلك تدور بداخلها المحاور المتحركة لعمود المرفق. كما في الشكل (2-47).

الشكل (2-47) كراسي عمود المرفق

الغرض من استعمال جلبة كراسي عمود المرفق

1-انصهارها عند درجات حرارة معينة لتحفظ اجزاء المحرك كذراع التوصيل وعمود المرفق من الاضرار عند ارتفاع درجات الحرارة فوق حدها الطبيعي أو قلة وجود التزييت.

2-قلة تكاليفها مقارنة بعمود المرفق أو ذراع التوصيل.

3-سهولة التبديل عند تعرضها للتلف.

4-تقليل الاحتكاك والتآكل ولها جودة انزلاقية عند دوران المحرك.

صناعة كراسي عمود المرفق

تصنع جلبة كراسي المحاور الثابتة من سبيكة الفولاذ (الصلب) أو البرونز ويبطن بالمعدن الأبيض لمقاومة التآكل. أما جلبة كراسي المحاور المتحركة فتصنع من المعدن الابيض المعروف باسم (معدن بابيت) وتكون هذه سبائك اساسها القصدير أو الرصاص، وتحتوي على نسب من الزنك والنحاس، كما تصنع من قشرة مبطنة بسبيكة من النحاس و الرصاص والقصدير(كمحامل ثرماديور). وتصنع من السبائك المتكونة من البرونز الفسفوري. وبشكل عام تكون هذه السبائك المعدنية الرقيقة مصبوبة بدرجة عالية من الدقة.

الخلوص بين كراسي عمود المرفق والمحاور:-

ينبغي وجود خلوص محدد بين كراسي عمود المرفق والمحاور لغرض تكوين طبقة رقيقة من الزيت لتقليل الاحتكاك، وإنَّ مقدار هذا الخلوص يتوقف على نوعيه المحرك وعلى سرعة دورانه ويعطى ضمن المعلومات الخاصة بمواصفات المحرك. والخلوص الشائع لكرسي مصنوع من المعدن الأبيض هو(0.001) مضروباً بقطر عمود المرفق. و إذا كان مصنوع من معدن البرونز والرصاص هو(0.0015) مضروباً بقطر عمود المرفق. مثلاً إذا كان قطر محور عمود المرفق (60ملم) فإنَ خلوص الكراسي المصنوع من المعدن الأبيض يساوي

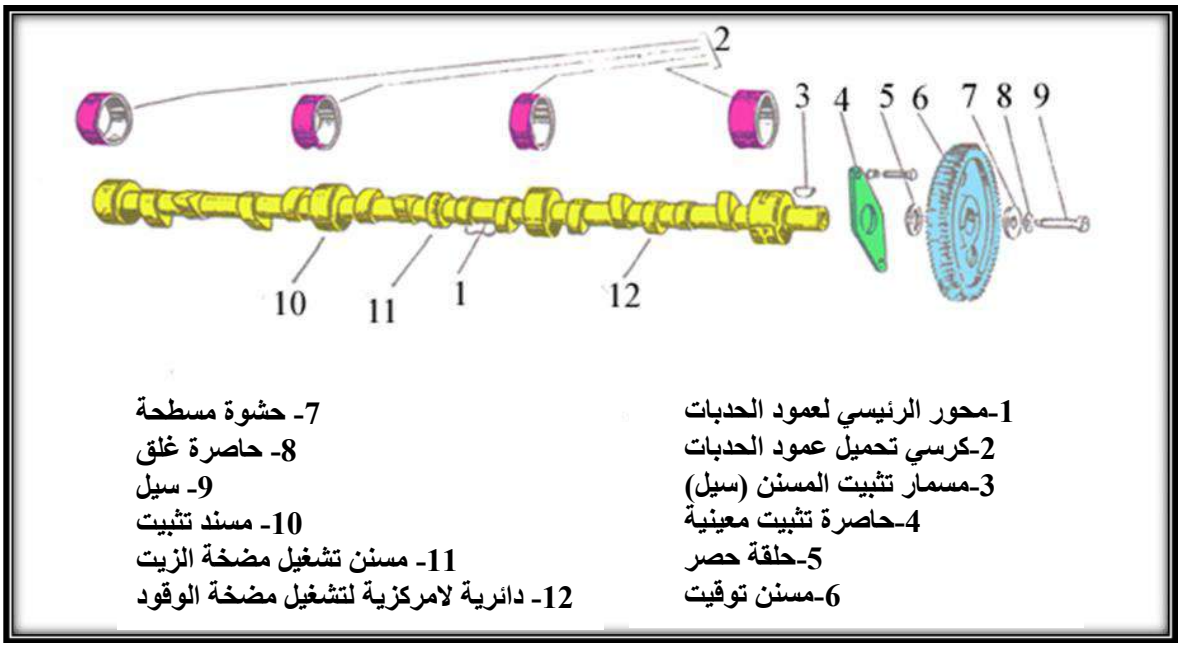
60 mm× 0.001 = 0.06mm

إن الزيادة في الخلوص تكون نتيجة التآكل بين كراسي عمود المرفق والمحاور اذا تجاوز الخلوص عن عن الحد المسموح به يؤدي إلى سماع أصوات طرق معدني وضجيج في المحرك فيشير إلى وجود تلف في الكراسي، وكذلك تسرب الزيت في بعض الكراسي بكميات كبيرة وعدم وصولها بالكميات المطلوبة للكراسي الأخرى مما يؤدي إلى زيادة التآكل وأيضا هبوط ضغط الزيت من خلال ملاحظة

مقياس ضغط الزيت لذا يجب استبدال الكراسي و إلا فإنها ستؤدي إلى تلف عمود المرفق أو التواء ذراع التوصيل. أما إذا كان الخلوص قليلا فإن ذلك يؤدي إلى طبقة رقيقة من الزيت أو عدم تكونها مما يؤدي إلى زيادة الاحتكاك و ارتفاع درجة الحرارة وتماسك ذراع التوصيل بمحور عمود المرفق فيؤدي إلى توقف دوران المحرك.

رابعاً) عمود الحدبات (Camshaft)

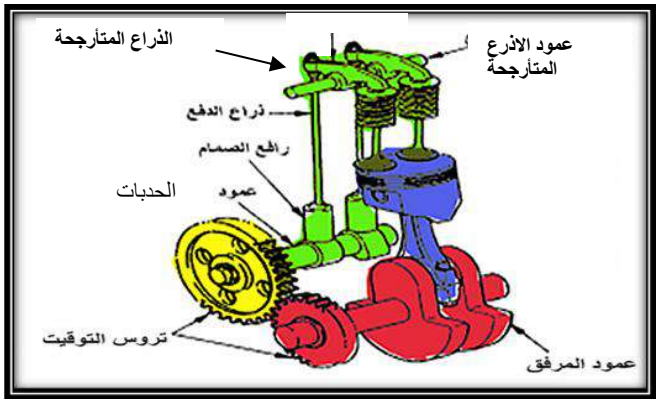
هوعبارة عن عمود مؤلف من عدة حدبات بيضوية الشكل ويختلف شكل العمود، وتصميم الحدبات حسب نوع المحرك، ومهمة العمود. ويكون عدد الحدبات في العمود مساوياً لعدد صمامات السحب والعادم، و يقوم عمود الحدبات بفتح صمام السحب، وصمام العادم عن طريق دوران عمود الحدبات، وتحريك مضخة الوقود و موزع الشرر ومضخة الزيت وتعمل الحدبة على تحويل الحركة الدورانية لعمود الحدبات إلى حركة ترددية للصمام، ويرتكز عمود الحدبات على كراسي استناد يبلغ عددها ثلاثة أو أكثر حسب تصميم ونوع المحرك، وتجهز بعض المحركات بعمودين للحدبات أو أكثر احدهما لصمامات السحب والأخر لصمامات العادم،كما هي الحال في بعض المحركات الحديثة، حيث تثبت اعمدة الحدبات في أعلى المحرك (O.H.C) يصنع عمود الحدبات من سبيكة الفولاذ الجيد وذلك بالطرق في قوالب خاصة وتجري بعدها عملية تقسية الحدبات ومحاور الاستناد لكي تقاوم التآكل ثم تجري عليها عملية الجلخ. والشكل (2-48) يمثل أجزاء عمود الحدبات.



الشكل (2-48) أجزاء عمود الحدبات

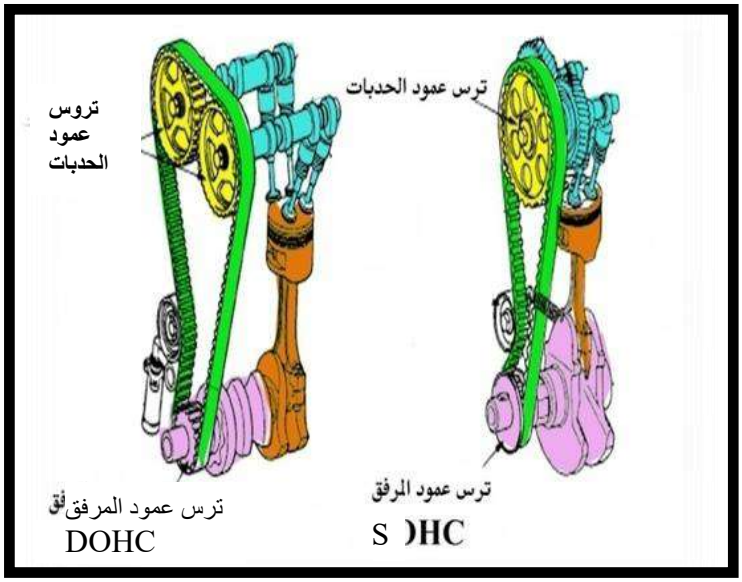
طرق تركيب عمود الحدبات في المحرك

1- طريقة تركيب عمود الحدبات بجانب أو بالقرب من عمود المرفق داخل كتلة الاسطوانة، وتستعمل هذه الطريقة في محركات ذات الاسطوانات المتسلسلة ويمكن إن تكون الصمامات المستعملة من النوع الجانبي أو الرأسي. كما في الشكل (2-49), وفي هذه الحالة يستمد عمود الحدبات حركته من عمود المرفق بالتعشيق المباشر او سلسلة معدنية وحسب التصميم بين ترسي عمود المرفق وعمود الحدبات.



الشكل (2-49) تركيب عمود الحدبات بجانب عمود المرفق

2- طريقة تركيب عمود الحدبات بأعلى كتلة الاسطوانات (O.H.C) (Over Head Camshaft) وهذا النوع من التصاميم مستعمل في كثير من المحركات الحديثة لاستغناء هذه الطريقة عن مجموعة تحريك الصمامات وفي هذه الحالة يستمد عمود الحدبات حركته من عمود المرفق بواسطة سلسلة أو حزام مطاطي مسنن و لا يمكن الإستفادة من التعشيق المباشر. لكبر المسافة بين ترسي عمود المرفق وعمود الحدبات. وكذلك يستعمل في بعض المحركات عمود حدبات مزدوج ويطلق عليه (2OHC) (Double Over head Camshaft). كما في الشكل (2-50).



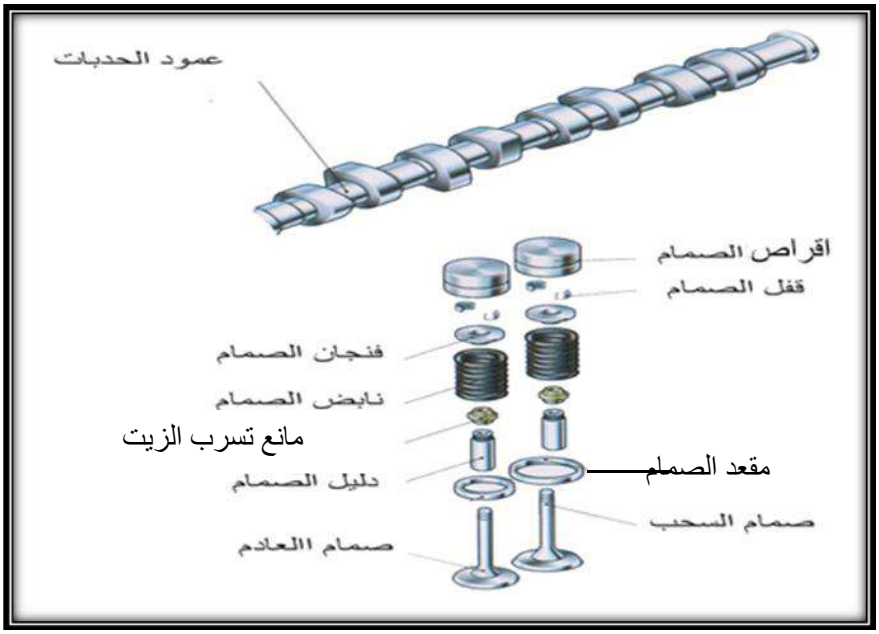
الشكل(2-50) تركيب عمود الحدبات أعلى كتلة الاسطوانات

مقارنة موقع عمود الحدبات في كتلة الاسطوانات وموقع عمود الحدبات في غطاء الاسطوانات

ت	موقع عمود الحدبات في كتلة الاسطوانات	موقع عمود الحدبات في غطاءالاسطوانات
1	استعمال عمود حدبات واحد	يمكن استعمال عمود حدبات عدد اثنين
2	زيادة عدد الأجزاء لمجموعة الصمامات	خفض عدد الأجزاء مجموعة الصمامات
3	تستخدم التسمية البديلة (OHV)	تستخدم التسمية البديلة (OHC)
4	لايمكن وضع صمامات مائلة	يمكن وضع صمامات مائلة
5	تنقل الحركة بواسطة أذرع الدفع ومنها الى الاذرع المتأرجحة لفتح الصمام	انتقال الحركة من الحدبات المتأرجحة الى الاقراص لفتح الصمام

أقراص خلوص الصمامات في المركبات ذات عمود الحدبات العلوي

يستعمل عمود الحدبات العلوي أي في غطاء الاسطوانة لفتح صمامات السحب، والعادم بواسطة الحدبة التي تؤثر حركتها على الأقراص باتصال مباشر، ومن ثم تنتقل الحركة إلى قفل الصمام وبعد ذلك إلى فنجان الصمام ويدفع الصمام داخل دليله و هذا ما يعرف بأقراص خلوص الصمامات في المركبات ذات عمود الحدبات العلوي. كما في الشكل (2-51).

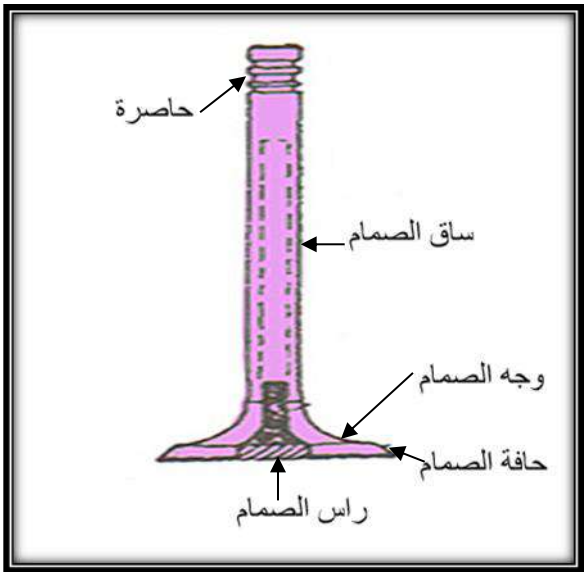


الشكل (2-51) أقراص خلوص الصمامات في المركبات ذات عمود الحدبات العلوي

خامساً) الصمامات (Valves)

الصمام هو جسم يتكون من ساق ينتهي بقرص, سطحه الجانبي مخروطي و مجلخ بدرجة عالية من الدقة لضمان احكامه للضغط عند جلوسه على مقعده برأس كتلة الاسطوانة.

يقوم الصمام في التحكم بالفتحات التي يدخل منها الخليط (هواء + بنزين) إلى الاسطوانات، وخروج الغازات الناتجة عن الأحتراق من داخل الاسطوانات. كذلك يقوم الصمام على منع تسرب الشحنة من غرفة الاحتراق في أثناء شوطي الانضغاط والتمدد لتفادي حدوث أي انخفاض في الضغط. كما في الشكل (52-2).



الشكل (2-52) الصمام

أجزاء الصمام:-

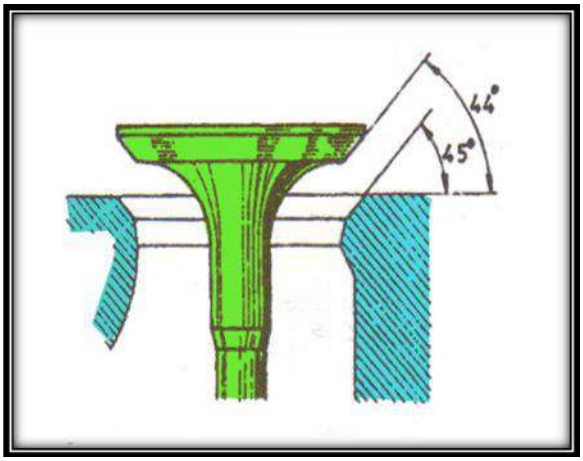
يتكون الصمام من الأجزاء الآتية:-

1- ساق الصمام:- هو عبارة عن ساق اسطوانية الشكل ملساء، ويوجد في نهاية ساق الصمام مجرى عرضي لغرض تثبيت النابض والصمام باستعمال قطعتين تشكل كل قطعة نصف مخروط يوضع في مجرى ساق الصمام وتكون بمثابة اقفال للصمام. ويصنع ساق الصمام في بعض المحركات ذات القدرة

العالية وسيارات السباق مجوفاً من الداخل، ويملأ بمادة الصوديوم لغرض التبريد، حيث ينقل الحرارة بسرعة.

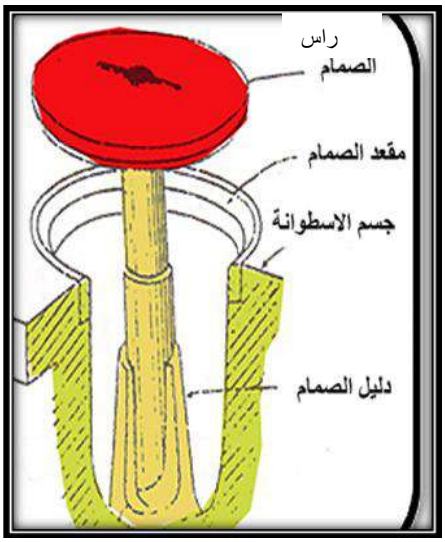
2-رأس الصمام:- عبارة عن قرص دائري ذي رأس مسطح، أومحدب قليلا، وبسمك معين يدعى بالحافة يستفاد منها في أثناء التجليخ المتكرر لوجه الصمام، ويتعرض رأس الصمام إلى أعلى درجات الحرارة.

3- وجه الصمام:- هو سطح مائل بزاوية 45 درجة ويعد من الأجزاء المهمة في الصمام إذ إنه يحكم ضغط الغازات جيداً في أثناء جلوسه على مقعد الصمام وعلى هذا الأساس يجب أن يكون وجه الصمام نظيفاً وانطباقه تاماً على قاعدة الصمام. كما في الشكل (2-53).



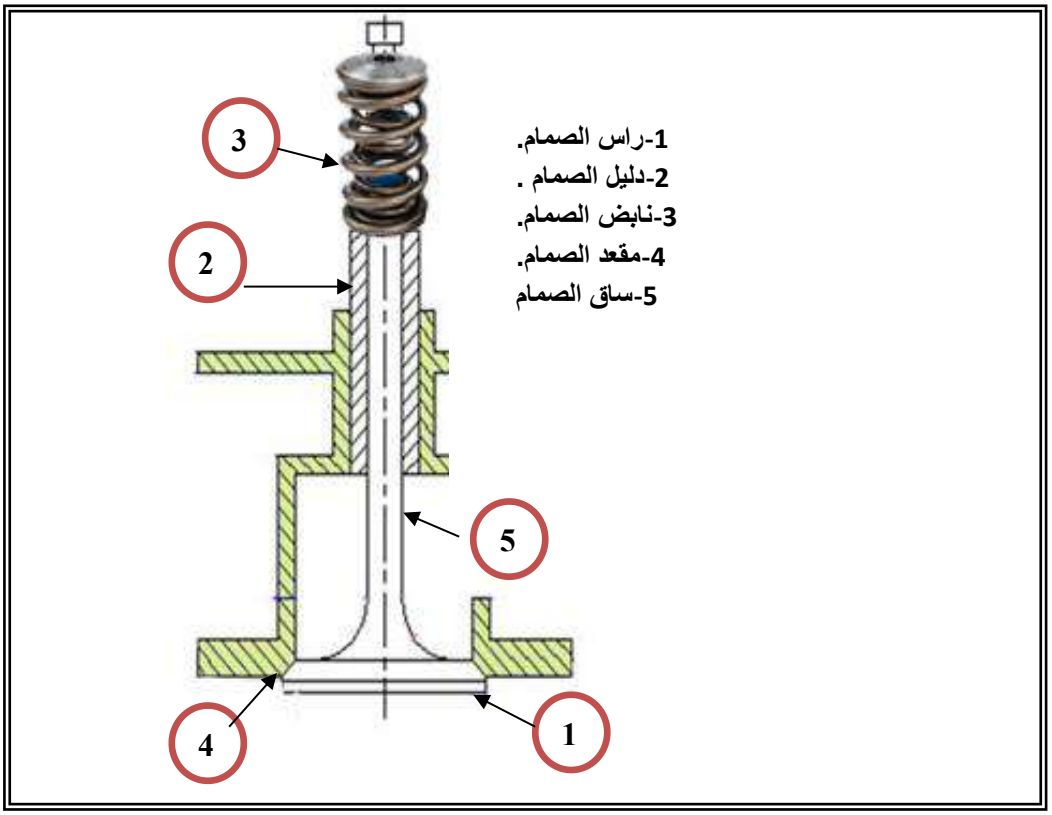
الشكل (2-53) وجه الصمام

4- مقعد الصمام:- هو عبارة عن حلقة دائرية تركب في غطاء الاسطوانة يرتكز عليها وجه الصمام و يجب إن تكون زاوية وجه الصمام 45˚، ويكون معدن حلقة المقعد من سبيكة (الفولاذ والكروم والنيكل) المقاومة للحرارة و التآكل، ويمكن استبداله عند تلفه. كما في الشكل (2-54).



الشكل(2-54) مقعد الصمام

5- نابض الصمام:- تستخدم النوابض الحلزونية المصنوعة من الفولاذ الجيد في إغلاق الصمامات والمحافظة على عدم هبوط الضغط داخل غرفة الاحتراق في شوطي الضغط و الاشتعال لذا يجب أن تكون قوية ومرنه لتتمكن من إغلاق الصمامات جيدا. والشكل (2-55) يمثل أجزاء الصمام.

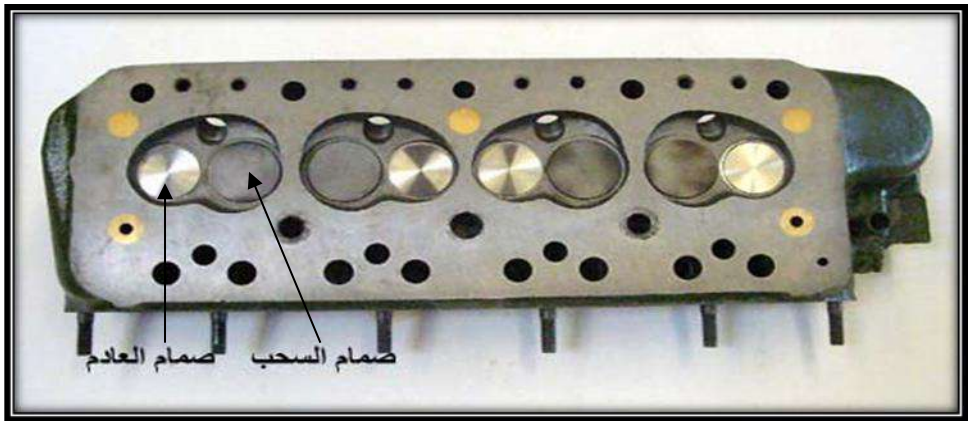


الشكل (2-55) أجزاء الصمام

أنواع الصمامات:-

1- **صمامات السحب:-** تقوم هذه الصمامات بإدخال الخليط إلى الاسطوانات بحيث لا يتعرض إلى درجات حرارة عالية لكونه يبرد بواسطة المزيج الداخل للتغذية، وعليه يمكن أن يصنع من سبيكة الفولاذ والكروم والنيكل. ويكون حجم صمام السحب أكبر من صمام العادم لإدخال اكبر كمية من المزيج.

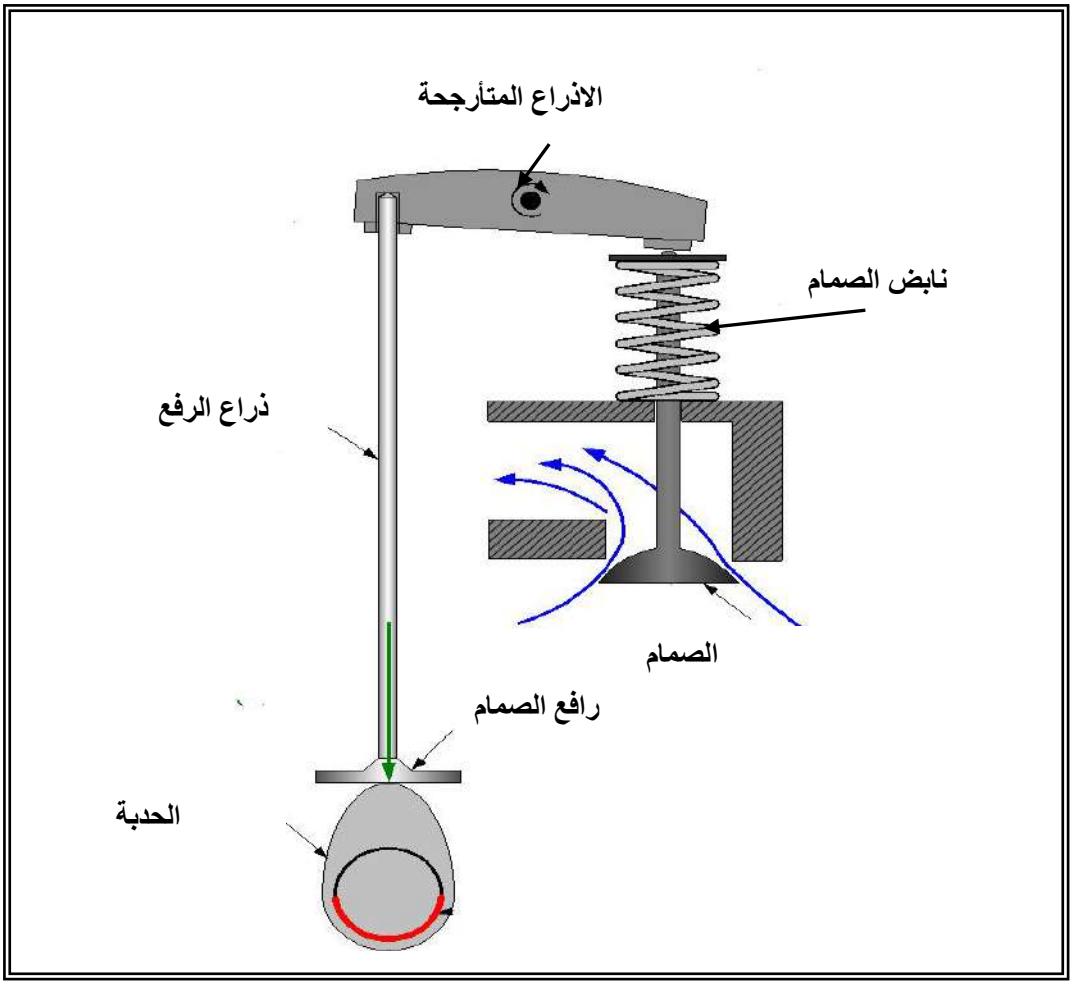
2- **صمام العادم:-** يقوم هذا الصمام بإخراج نواتج الاحتراق عبر مجاري العادم، ونظراً لارتفاع درجة حرارة هذا الصمام في أثناء العمل وخصوصاً المحركات السريعة لتعرضها لحرارة غازات العادم العالية التي تصل إلى أكثر من (700c˚) لذا فان هذه الصمامات غالباً ما تفقد بعض خواص التقسية، أو تحرق أطرافها وحدبات رأس الصمام، وتصنع صمامات العادم من سبائك (الفولاذ, الكروم, السيليكا). ومن سبائك (الفولاذ والكروم والمولبدنيوم) للسيارات السريعة لما لهذه السبائك من خواص مقاومة للحرارة العالية. في الشكل (2-56) يبين صمام العادم والسحب أما في المحركات الحديثة يوجد لكل اسطوانة أربعة صمامات اثنان سحب واثنان عادم وذلك لتحسين تنفس المحرك وزيادة كفاءته الحجمية.



الشكل (2-56) صمام السحب والعادم

مجموعة آلية تحريك الصمامات:

تستخدم الصمامات للتحكم في دخول المزيج أو خروج غازات العادم بوقت معين حسب ظروف تشغيل المحرك. كما في الشكل (2-57). يوضح آلية تحريك الصمامات.



الشكل (2-57) مجموعة آلية توقيت الصمامات

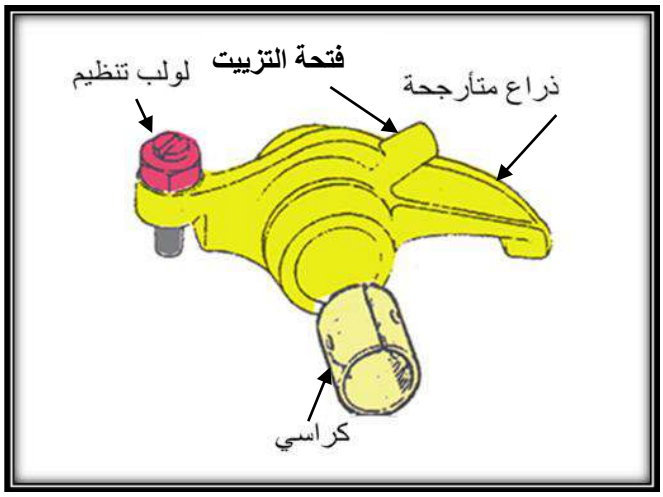
وتتكون مجموعة آلية توقيت الصمامات من الأجزاءالأتية:

1- **الحدبة:** وهي على شكل بيضوي لا مركزي.

2- **رافع الصمام:** هو عبارة عن اسطوانة مجوفة سطحها السفلي يكون مستوياً لغرض جلوسه على الحدبة, يصنع الرافع من الصلب المقسى المقاوم. يستبدل باستبدال عمود الحدبات .

3- **ذراع الرفع:** هو عبارة عن ذراع طويل مصنوع من الفولاذ يقوم بنقل الحركة من رافع الصمام الى الذراع المتارجحة. نهاية الذراع السفلى كروية تستقر داخل رافع الصمام أما النهاية العليا فتكون مقعرة يجلس عليها برغي تنظيم خلوص الصمامات.

4- **الاذراع المتأرجحة:-** يثبت في النهاية الاولى للذراع لولب ينتهي طرفه الأول برأس كروي يستقر في نهاية ذراع الرفع المقعرة والطرف الثاني ينتهي بصامولة تفتح عند إجراء تنظيم الخلوص اللازم للصمام. أما النهاية الثانية للذراع (طرف الذراع) فيكون سطحه منزلق أو محدب قليلا لدفع ساق الصمام عند الفتح. كما في الشكل (2-58).

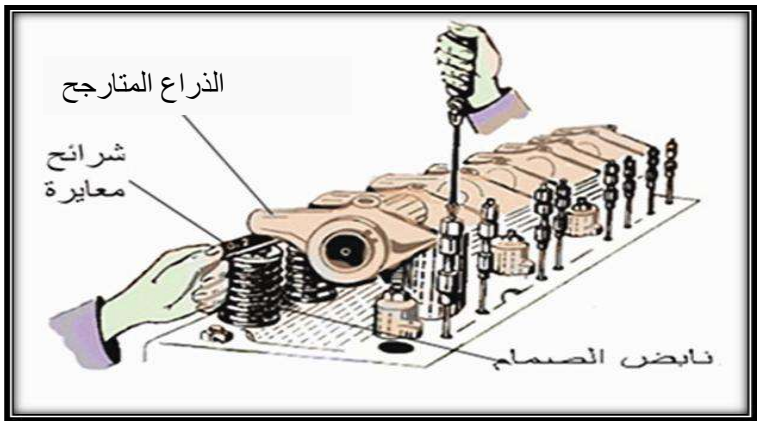


الشكل (2-58) الذراع المتأرجحة

5- نابض الصمام:- هو عبارة عن نابض حلزوني(coil spring) يقوم باغلاق كلا الصمامين (السحب والعادم) بعد زوال تأثير الذراع المتأرجحة او الحدبة.

عملية تنظيم خلوص الصمام:-

عند تنظيم خلوص الصمامات لاسطوانة ما, ينبغي أن يكون المكبس لتلك الاسطوانة في النقطة الميتة العليا في نهاية شوط الضغط (حيث يدور عمود الحدبات حتى يستقر ذراع الرفع بالانخفاض) أي عندما تكون صمامات، السحب والعادم مغلقين تماماً،وطريقة التنظيم هو ان تفتح صامولة تثبيت لولب نهاية الذراع المتحرك، وبعدها توضع رقائق الضبط والتنظيم الخاصة بين نهاية سطح ساق الصمام وسطح الذراع المتأرجحة و باستخدام مفل لتدوير لولب الرابط يميناً ويساراً حسب المطلوب،بحيث تتحرك هذه الرقائق في الخلوص حركة فيها مقاومة محسوسة بعدها تثبت صامولة التثبيت. هنالك تصاميم متعددة وطرق مختلفة لتنظيم هذه الخلوص يجب دراستها في كتب الصيانة الخاصة بتلك السيارات قبل البدء بعملية ضبط الخلوص. كما في الشكل (2-59).



الشكل (2-59) عملية تنظيم خلوص الصمام

إن ترك خلوص صغير بين الصمام والذراع المتارجح يؤدي إلى:-

1-عدم إغلاق الصمامات جيدا وخاصة عند ارتفاع درجات حرارة المحرك مما يؤدي إلى هروب الغازات إلى خارج المحرك أو ارتدادها إلى المبخرة.

2-إنخفاض الضغط في شوط الضغط مما يؤدي إلى انخفاض قدرة المحرك بسبب هروب جزء من الشحنة.

3-إرتداد الغازات المحترقة إلى المغذي من خلال أنابيب السحب مما يؤدي إلى فرقعة في المغذي من جراء عدم انغلاق صمام السحب بصورة جيدة.

4- إرتفاع درجة حرارة الصمام واحتراقه بسبب عدم إغلاق صمام العادم جيدا.

إن ترك خلوص كبير بين الصمام والرافعة يؤدي إلى:-

1- حدوث أصوات طرق شديدة ناتجة عن حركة الصمامات في أثناء عملها وتلفها بسرعة وخاصة عندما يكون المحرك باردا.

2-اختلاف زمن فتح الصمامات إذ لا تستطيع أن تفتح بالكامل في أثناء الشوط مما يؤدي إلى تقديم موعد الإغلاق.

3-قلة كمية الخليط الداخلة إلى الاسطوانة، ومن ثم انخفاض قدرة المحرك.

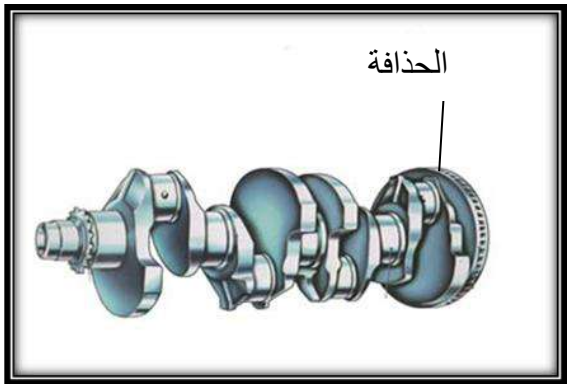
أسباب تنظيم خلوص الصمامات:

لضمان عمل المحرك والمحافظة على قدرته يجب أن يكون فتح وغلق الصمامات صحيحاً في الوقت المناسب،و استيعاب التمدد في طول الصمام عند ارتفاع درجة حرارته في أثناء التشغيل. ويتوقف مقدار الخلوص على نوعية الصمامات والمعدن المصنوع منها، و طريقة تبريدها، ويحدد الخلوص من قبل الشركة المنتجة للسيارات في كتب الصيانة.

سادسا) حذافة

هو عبارة عن قرص دائري ثقيل الوزن مصنوع من الحديد يحيط به طوق فولاذي مسنن يختلف حجمه باختلاف نوع المحرك وعدد الاسطوانات وسرعة دورانه. تربط الحذافة بعمود المرفق من جهته الخلفية، وتقوم بخزن الطاقة الحركية الدورانية في الشوط الفعال ثم أعادة جزء منها إلى المحرك في الأشواط الأخرى غير الفعالة لذا هي تعمل على تنظيم زخم دوران المحرك وتقوم في الوقت نفسه بمهمة تدوير المحرك عند بدء الحركة بواسطة الترس الحلقي المحيط بها بتعشيقه مع ترس صغير موجود في

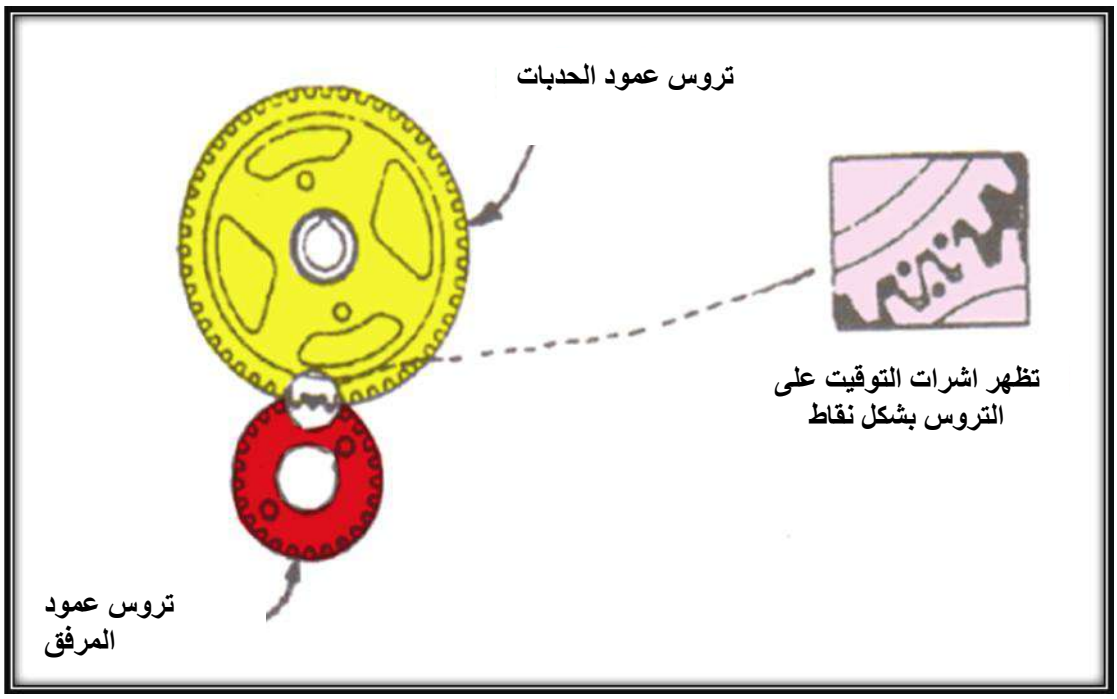
محرك بدء الحركة الكهربائي وكذلك تعمل على نقل الحركة الدورانية إلى أجهزة نقل الحركة عن طريق الفاصل الذي يتصل بسطح الحذافة ويعمل كجزء من الفاصل ويوجد توقيت في حذافة، حيث يحتوي على إشارات ورموز لتسهيل عملية التركيب، وتجنب الخطأ في أثناء التركيب وفي حالة عدم وجودها يجب تأشيرها قبل فتحها، كما توجد على الحذافة أيضا في عدد من السيارات علامات تحدد النقطة الميتة العليا للمكبس الأول مما يساعد على تركيب موزع الشرر لتحديد نقطة انطلاق الشرارة في نهاية شوط الضغط. كما في الشكل (2-60).



الشكل (2-60) حذافة

سابعاً) تروس التوقيت

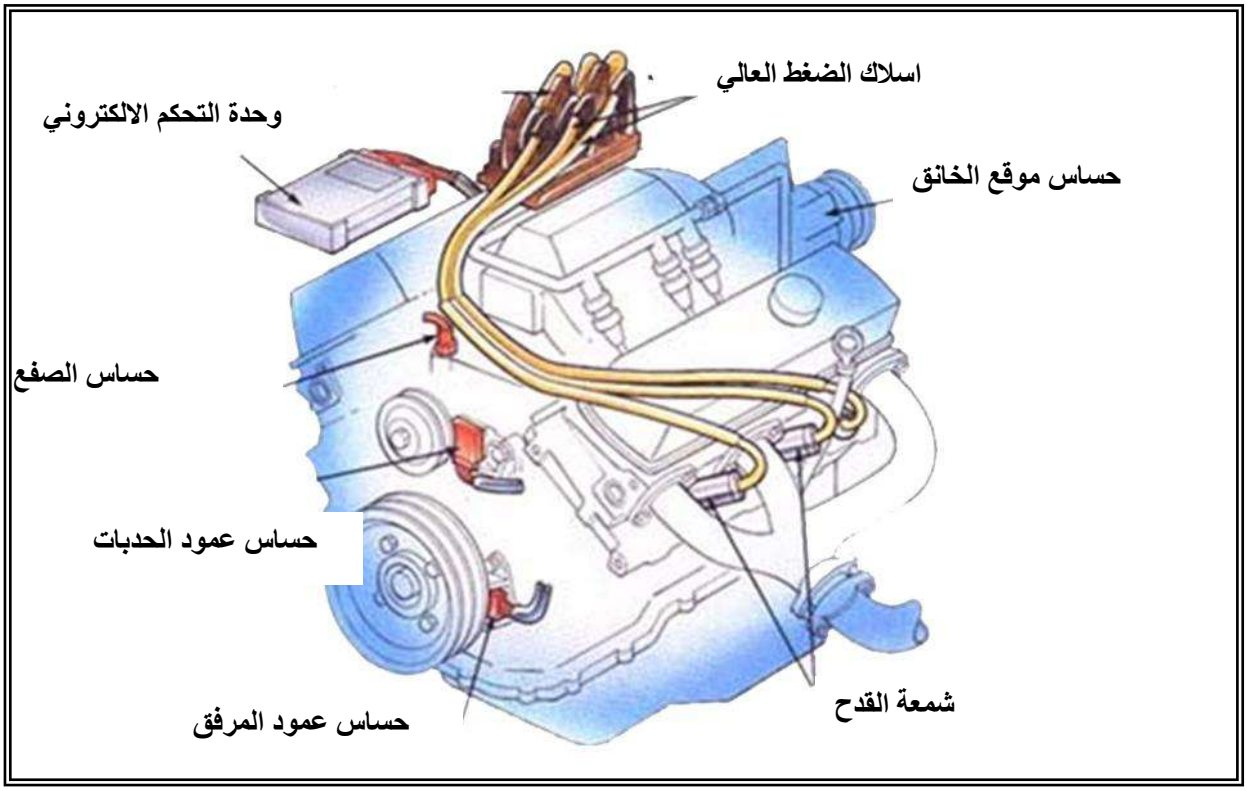
هناك علاقة بين حركة المكبس نحو الأعلى والأسفل، وفتح وغلق الصمامات ويتم ضبط وتوقيت هذه العلاقة بترسين مثبتين على عمود المرفق وعمود الحدبات. يقوم هذان الترسان بعملية نقل الحركة، وتتم العملية أما بالتعشيق المباشر بينهما (كما في السيارات القديمة) أو بواسطة سلسلة (حديدية) أو حزام مطاطي مسنن تكون نسبة عدد أسنان ترس عمود الحدبات إلى ترس عمود المرفق (1:2) أي أنَ عدد أسنان ترس عمود المرفق هي نصف عدد أسنان ترس عمود الحدبات فتكون عدد دورات عمود المرفق على هذا الأساس ضعف عدد دورات عمود الحدبات، والسبب هو إكمال دورة رباعية واحدة أي أربعة أشواط. كما في الشكل (2-61).



الشكل (2-61) تروس التوقيت

الأجزاء الحديثة في محرك السيارة

تطورت صناعة السيارات خلال العقدين الماضيين تطوراً ملموساً وهو ما يمكن أن نسميه بالثورة الالكترونية في عالم السيارات فقد كان استخدام التقنيات الالكترونية في معظم منظومات السيارة وهو ما يعرف بإدارة محرك السيارة بالحاسب الآلي بداية لهذا التطور الهائل وان استخدام التقنية الالكترونية من وحدة تحكم الكترونية وحساسات ومشغلات مختلفة بمنظومتي الإشعال وحقن الوقود أثره الكبير على رفع كفاءة وأداء المحرك بجانب تقليل الأعطال وخفض استهلاك الوقود و تأثيرها على تقليل تلوث الهواء الجوي كما في الشكل (2-62).



الشكل (2-62) يبين المحركات الحديثة

أنواع الحساسات (المجسات) في المحركات:-

توجد عدة أنواع من الحساسات، ولكل حساس له وظيفة معينة يقوم بها ولكن أهمها ما يأتي:-

1-حساس درجة الحرارة سائل المحرك: يتحسس درجة حرارة سائل المحرك.

2-حساس الأوكسجين: يتحسس نسبة الأوكسجين في غازات العادم.

3-حساس الصفع: يتحسس في مقدار الطرق في محيط الاسطوانة المحرك .

4-حساس الضغط: يتحسس بمقدار الضغط داخل مجمع السحب لمنظومة الحقن الالكتروني.

5-حساس موقع عمود المرفق: يحسب عدد دورات عمود المرفق وموقعة (اي موقع المكبس الاول).

6-حساس موقع عمود الحدبات: يحسب عدد دورات عمود الحدبات وموقعة (اي حالة صمام المكبس الاول).

طرق تصنيفات محركات المحركات السيارة

ت	الشروط او الحالات	التصنيف
1	نوع الوقود المستخدم في المحرك	-البنزين -زيت الغاز (ديزل)
2	دورة التشغيل المحرك	-ثنائي الاشواط -رباعي الاشواط
3	ترتيب الاسطوانات المحرك	-متتالية في صف واحد -صفين مائلين على شكل حرف (v) -متقابلة افقية -متقابلة المكابس -دائرية
4	طرق التبريد المحرك	-بالماء -بالهواء
5	ترتيب وضع الصمامات في المحرك	-جانبية (ذات الرأس حرف L) -راسية (ذات الرأس حرف I) -على الجانبين (ذات الرأس حرف T) -مركبة (ذات الرأس حرف F)
6	تركيب عمود الحدبات في المحرك	-أسفل كتلة الاسطوانة -أعلى رأس الاسطوانة -فوق أو بجانب عمود المرفق
7	عددالاسطوانات المحرك	-احادية الاسطوانة -متعددة من (2-16) اسطوانة
8	نظام الاشعال في المحرك	-اشعال بالشرارة (SI) (محرك بنزين) -اشعال بالضغط (CI) (محرك ديزل)

مصطلحات فنية

اللغة الانكليزية	اللغة العربية
Body	الجسم
Chasis	الهيكل
Engine	المحرك
Gasoline Engine	محرك بنزين
Cylinder Head	غطاء الاسطوانات
Cylinder Block	كتلة الاسطوانات
Dry Liner	الجلبة الجافة
Wet Liner	الجلبة المبتلة
Casket	حشوة
Oil Case	حوض الزيت
Intake Manifold	مجمع السحب
Exhaust Manifold	مجمع العادم
Piston	مكبس
Piston Ring	حلقات المكبس
Piston Pin	محور المكبس
Connecting Rod	ذراع التوصيل
CrankShaft	عمود المرفق

اللغة الانكليزية	اللغة العربية
CamShaft	عمود الحدبات
Intake Valve	صمام السحب
Exhaust Valve	صمام العادم
Valve Guide	دليل الصمام
Valve Seat	مقعد الصمام
Spring	نابض
RockerShaft	العمود المتأرجح
Fly Wheel	الحذافة
Timing gears	تروس التوقيت
Engine Sensors	حساسات المحرك
Air Flow Meter	حساس تدفق كمية الهواء
Throttle Position Sensor	حساس موقع الخانق
Coolant Temperture Sensor	حساس حرارة المبرد في المحرك
CrankShaft Position Sensor	حساس موقع عمود المرفق
CamShaft Position Sensor	حساس موقع عمود الحدبات
Knock Sensor	حساس الطرق
Heated Oxygen Sensor	حساس الاوكسجين المسخن
Spark Ignition	اشعال بالشرارة (S.I.)
Compression Ignition	اشعال بالضغط (C.I.)

اسئلة الفصل الثاني

س1-عدد الأجزاء الرئيسة للسيارة مع شرح مختصر لكل جزء.

س2-اذكر مكونات هيكل السيارة.

س3-عرف محرك السيارة ولماذا سمي بمحرك الاحتراق الداخلي؟

س4-عدد الأجزاء الثابتة والمتحركة للمحرك.

س5-عرف غطاء الاسطوانة ومن أي سبيكة يصنع.

س6- إشرح مواصفات الجلبة الجافة والمبتلة لكتلة الاسطوانات.

س7- عرف مجمع مجاري السحب والعادم.

س8- عدد أجزاء المكبس مع الرسم.

س9- إشرح كيفية صناعة المكبس وماهي المعادن المستخدمة؟

س10- عدد وظائف حلقات المكبس وما هي انواعها؟

س11- ارسم المكبس موضحا عليه توزيع درجات الحرارة.

س12- إشرح النهاية الكبرى والصغرى لذراع التوصيل.

س13- ماالغرض من استعمال كراسي عمود المرفق.

س14- عدد طرق ربط عمود الحدبات بالمحرك مع شرح مختصر لكل طريقة.

س15- عرف الصمامات وماهي اجزائها وانواعها؟

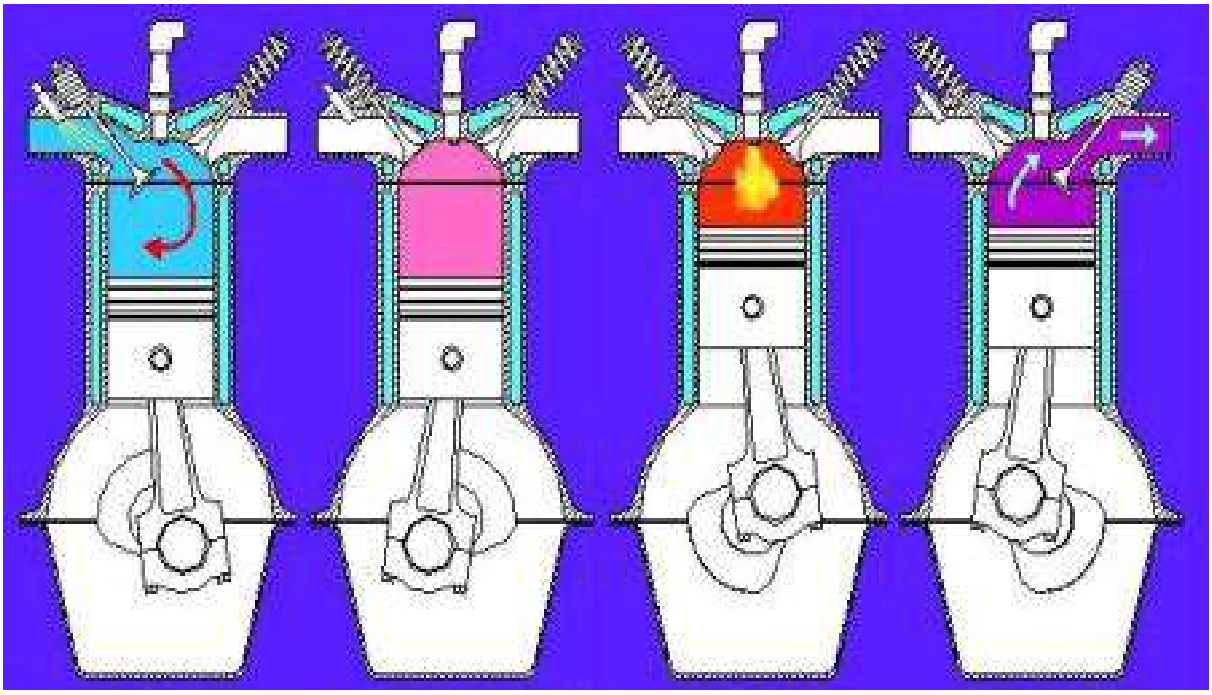
س16- إشرح عملية توقيت الصمامات.

س17- عرف حذافة وما هي وظيفتها؟

س18- عدد انواع الحساسات في المحركات وما هي وظيفة كل منها.

الـفـصل الـثـالـث

دورات المحرك Engine Cycle



الاهداف:

بعد الانتهاء من هذا الفصل يصبح الطالب قادراً على:

1 ـ معرفة دورات تشغيل المحرك الرباعية والثنائية (دورة آوتو).

2 ـ معرفة الحسابات النظرية للمحرك.

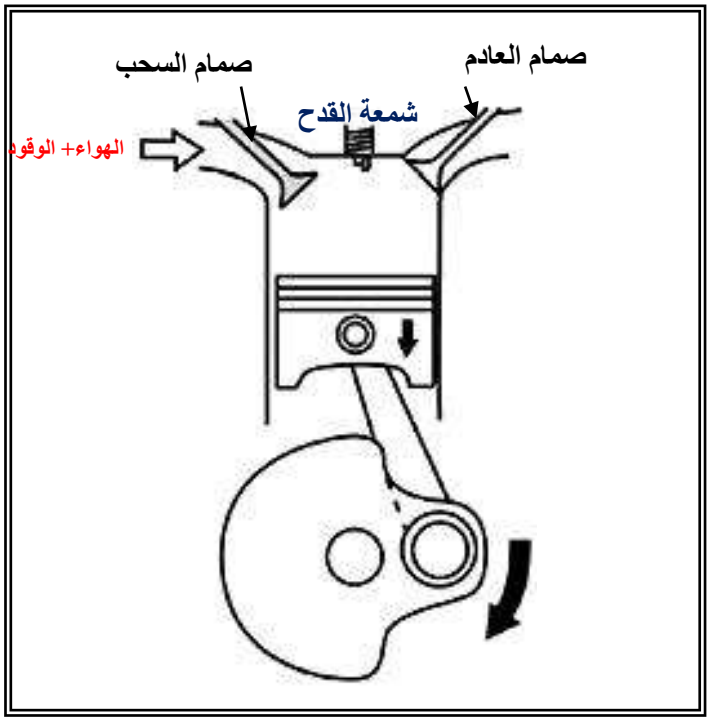
دورات تشغيل المحرك (Engine Cycle):

تتبع محركات الاحتراق الداخلي في عملها أما دورة رباعية (رباعي الأشواط) أو دورة ثنائية (ثنائي الأشواط).

المحركات رباعية الأشواط:-

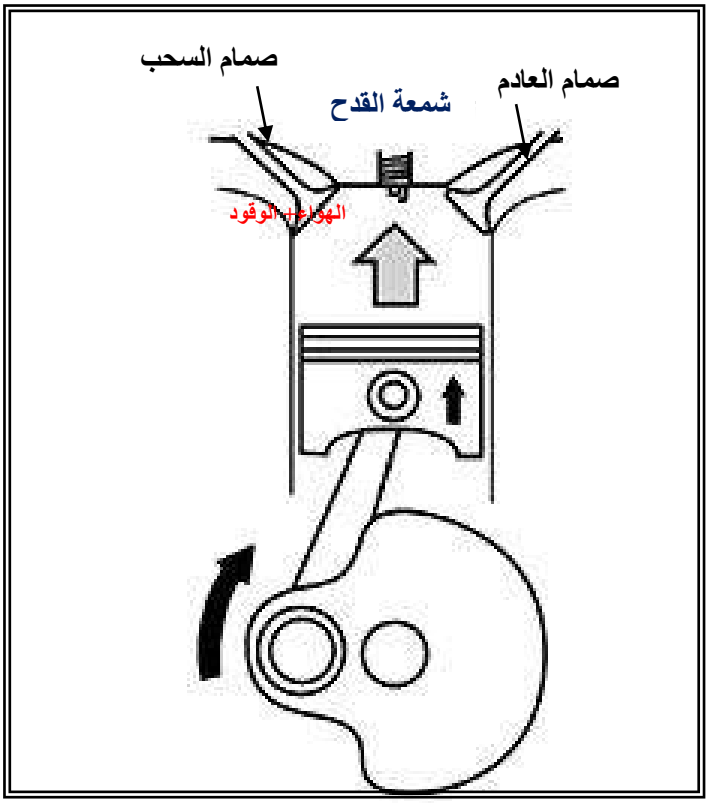
تحتاج الدورة الرباعية إلى أربعة أشواط هي (الشوط هو المسافة بين النقطة الميتة العليا والنقطة الميتة السفلى). لإتمام دورة لعمود المرفق نحتاج الى شوطين وهناك شوط قدرة واحد خلال الدورة الرباعية الواحدة. اي يلزم لإتمام دوراه كاملة للمحرك دورتين كاملتين لعمود المرفق، ومعظم المحركات المستخدمة في السيارات الخاصة (بنزين أو ديزل) تكون رباعية الدورة وهذه الأشواط هي شوط السحب وشوط الانضغاط وشوط القدرة (الاحتراق) وشوط العادم إنَّ المحركات رباعية الأشواط هي المعتمدة في المركبات . تستخدم المركبات الصغيرة محركات البنزين رباعية الأشواط بينما مركبات الحمل الثقيلة تستخدم محركات ديزل رباعية الأشواط.

1-شوط السحب:- خلال شوط السحب لمحركات البنزين ذات المغذي يتم سحب خليط من الهواء والبنزين، حيث تؤدي حركة المكبس نحو الأسفل إلى حدوث تخلخل داخل الاسطوانة, ويكون صمام العادم مغلق وصمام السحب مفتوح، حيث يتم سحب الهواء والوقود من خلاله داخل الاسطوانة. كما في الشكل(3-1).



الشكل (3-1) شوط السحب

2- شوط الضغط:- خلال شوط الانضغاط يتحرك المكبس إلى أعلى ويكون كُلاً من صمام السحب والعادم مغلقين فتنضغط شحنة الوقود والهواء وترتفع درجة حرارة الشحنة ويصبح الخليط أكثر قابلية للاشتعال, يتم إشعال شحنة الهواء والوقود في نهاية هذا الشوط عن طريق شمعة القدح في محركات البنزين. كما في الشكل(3-2).



الشكل (3-2) شوط الضغط

3-شوط القدرة:- خلال هذا الشوط يكون صماميي السحب والعادم مغلقين، وبسبب ارتفاع درجة حرارة الغازات المحترقة تتمدد هذه الغازات تمدداً كبيراً مولدة ضغطاً عالياً داخل الاسطوانة دافعة المكبس الى الاسفل باتجاه النقطة الميتة السفلى وتؤدي تلك الحركة الى دفع ذراع التوصيل المتصل بعمود المرفق وبالتالي دوران العمود وادارة المحرك وبذلك نحصل من هذا الشوط الى القدرة المطلوبة. لاحظ الشكل (3-3).

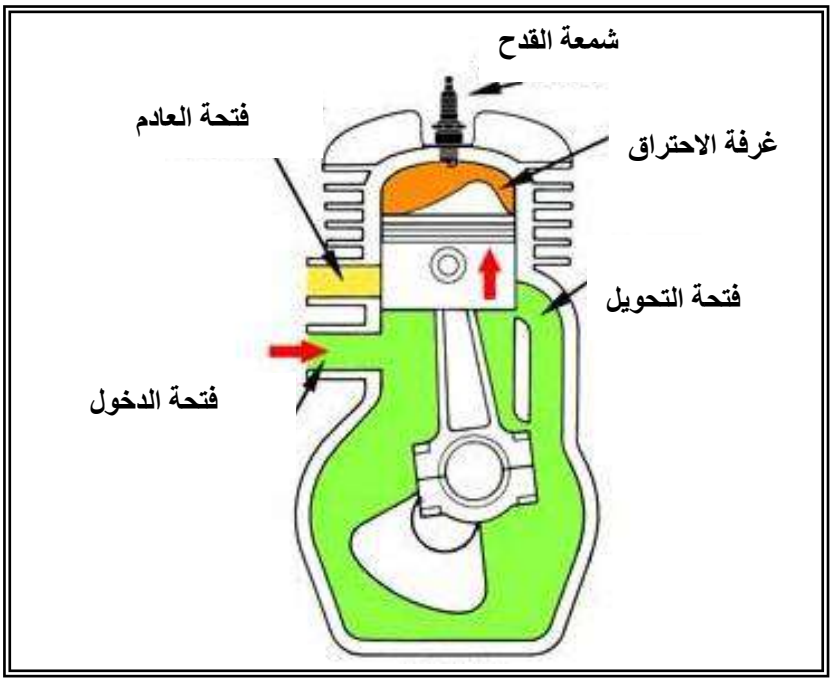
الشكل (3-3) شوط القدرة

4-شوط العادم:- خلال شوط العادم يعمل المكبس المتحرك إلى أعلى على دفع نواتج الاحتراق خارج الاسطوانة من خلال صمام العادم الذي يكون مفتوحاً خلال هذا الشوط ويكون صمام السحب مغلقاً وقبل نهاية شوط العادم بقليل تكشف فتحة صغيرة من صمام السحب لطرد نواتج الاحتراق المتبقية بواسطة المزيج الداخل وهذه الفترة تسمى بالفترة المتداخلة. كما في الشكل (3-4).

شكل (3-4) شوط العادم

المحركات ثنائية الأشواط:-

تقوم تلك المحركات بإتمام الدورة (عملية السحب والضغط والقدرة والعادم) خلال دورة واحدة لعمود المرفق، وبذلك تعطي شوط قدرة لكل دورة من عمود المرفق، ويتم ذلك عن طريق إلغاء استخدام الصمامات الموجودة في غطاء كتلة الاسطوانة والاستعاضة عنها بفتحات، وهي على ثلاثة أنواع موجودة بجدار الاسطوانة هي فتحة دخول الشحنة وفتحة خروج العادم وفتحة التحويل ويتحكم المكبس في فتح وغلق تلك الفتحات في أثناء حركته داخل الاسطوانة. كما في الشكل (3-5) أن المحركات ثنائية الأشواط يقتصر استخدامها في بعض الدراجات النارية وبعض مولدات الكهرباء الصغيرة.

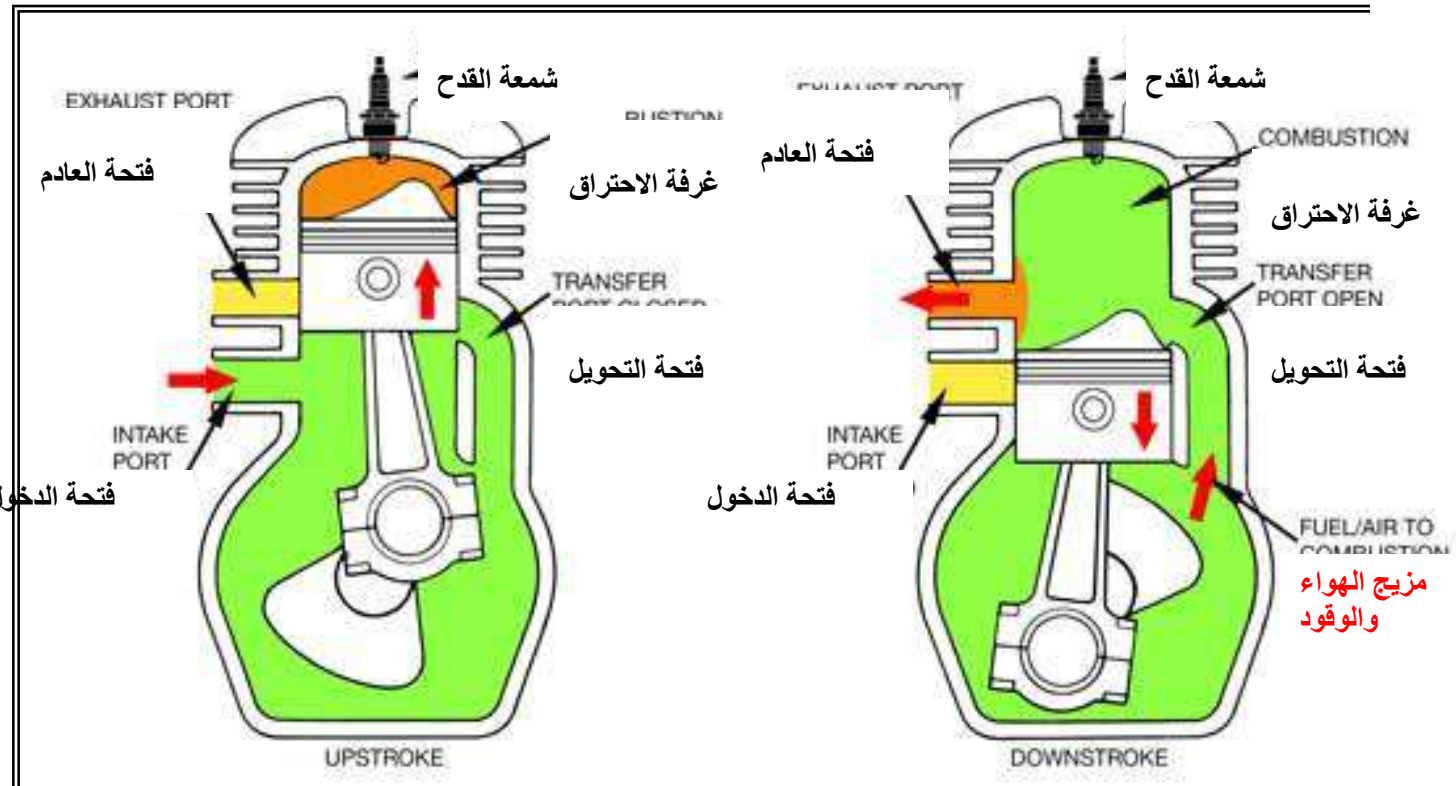


الشكل (3-5) المحرك الثنائي

نظرية عمل محرك ثنائي الأشواط

نفرض أنّ المكبس في النقطة الميتة العليا ضاغطاً المزيج (الهواء+البنزين) داخل غرفة الاحتراق تكون فتحة التحويل و العادم مغلقة وفتحة الدخول مفتوحة فيندفع المزيج الى داخل علبة المرفق نتيجه للتخلخل الحاصل في علبة المرفق عند صعود المكبس من (ن.م.س) الى (ن.م.ع). كما في الشكل(3-6). هذا الشوط يسمى بالسحب الضغط

وقبل وصول المكبس إلى النقطة الميتة العليا ترسل شرارة من شمعة القدح داخل غرفة الاحتراق تحرق المزيج مما يؤدي إلى دفع المكبس بفعل قوة الانفجار ويسمى القدرة بعد نزول المكبس إلى النقطة الميتة السفلى تكشف فتحة العادم لخروج الغازات المحترقة من خلال فتحة العادم. كما في الشكل ب-(3-6). هذا الشوط يسمى بالقدرة والعادم



2-الشوط السحب الضغط

1-الشوط القدرة والعادم

الشكل (3-6) يبين طريقة عمل المحرك الثنائي الأشواط

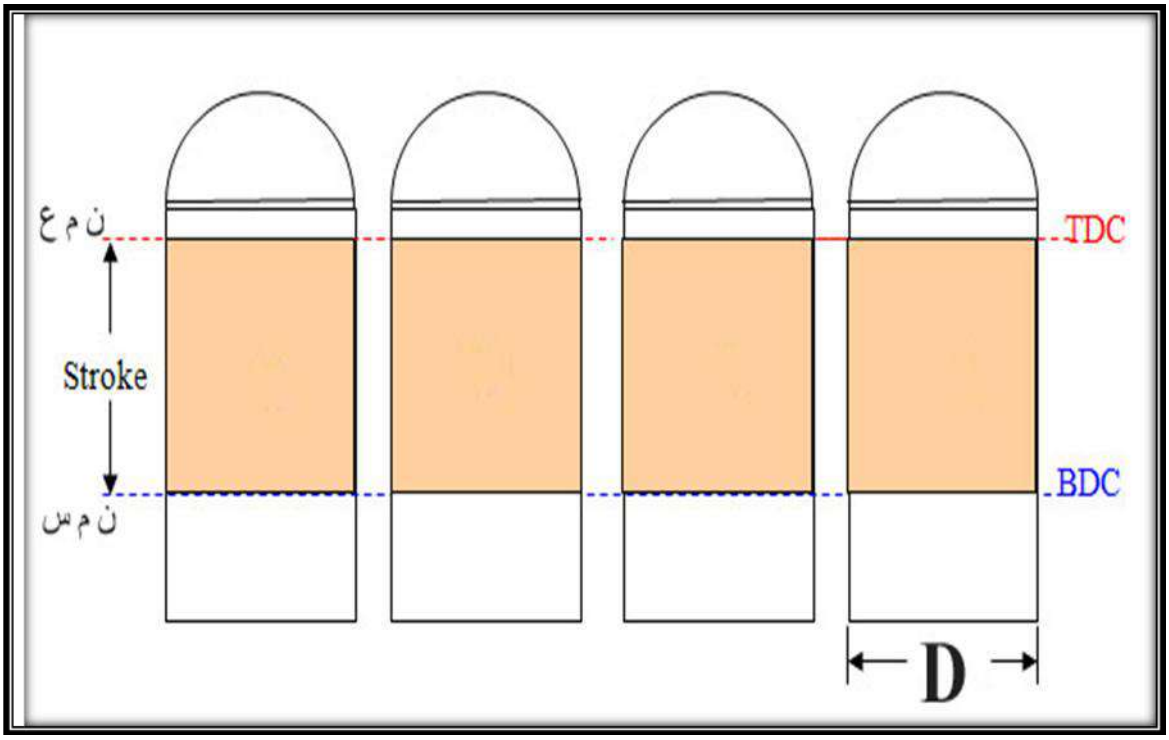
الحسابات النظرية للمحرك:

1-النقطة الميتة العليا (T.D.C (Top Dead Center

هي أعلى نقطة يصل إليها المكبس عند حركته داخل الاسطوانة ويرمز لها (ن.م.ع).

2-النقطة الميتة السفلى (B.D.C (Bottom Dead Center

وهي أوطئ نقطة يصل إليها المكبس عند حركته داخل الاسطوانة ويرمز لها(ن.م.س). كما في الشكل (7-3).



الشكل (3-7) يبين النقطة الميتة العليا والنقطة الميتة السفلى

3- طول الشوط (Stroke Length):

وهي المسافة التي يقطعها المكبس من النقطة الميتة السفلى إلى النقطة الميتة العليا او بالعكس ويرمز له بحرف (L).

4-قطر الاسطوانة (Cylinder Bore):

وهو قطر اسطوانة المحرك وفي المحركات ذات السرعة العالية يكون قطر الاسطوانة أكبر من طول الشوط أما في محركات ذات السرعة القليلة كالجرارات يكون طول الشوط أكبر من قطر الاسطوانة ويرمز له بحرف (D).

5-**مساحة اللاسطوانة (Cylinder Area):** وهي مساحة مقطع المكبس.ويرمز له بالحرف A.

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

D

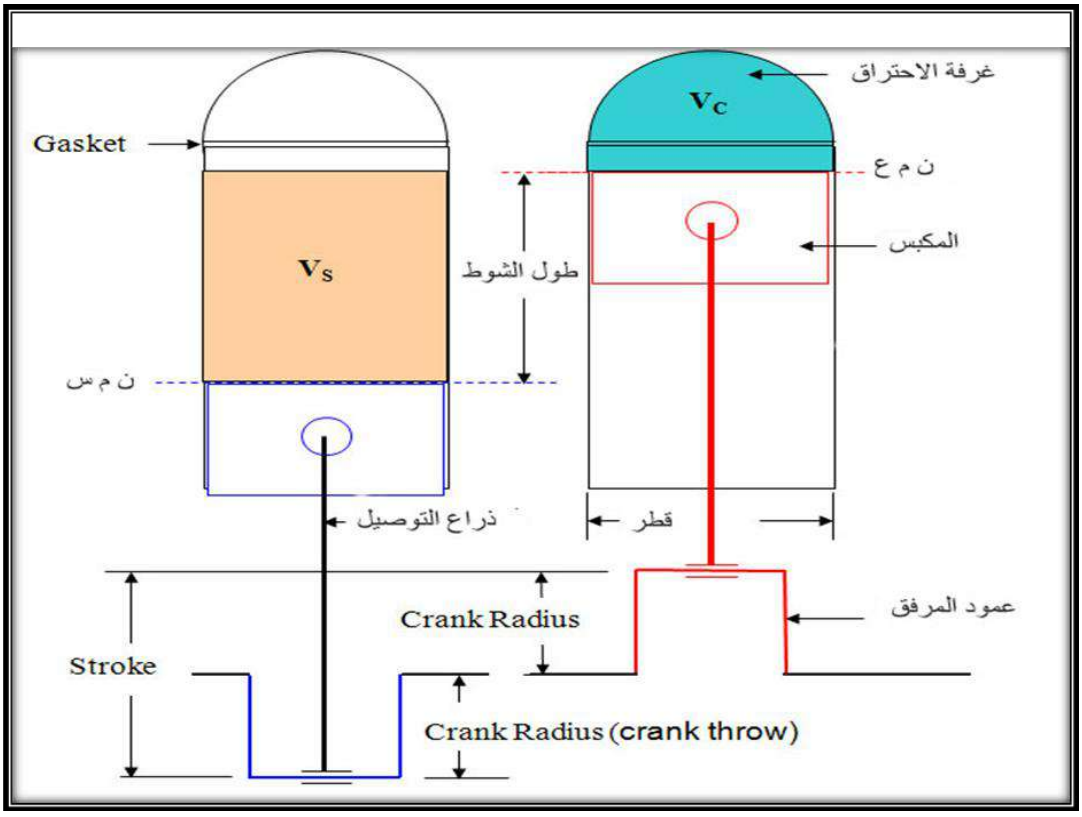
$\pi = 3.14$

D = قطر الاسطوانة cm

A = مساحة الاسطوانة cm^2

6- حجم غرفة الاحتراق (Volume Of Combustion Chamber)

هو الحيز المحصور بين المكبس إثناء وجوده في (ن.م.ع) وغطاء كتلة الاسطوانة أو هو الحجم الذي عنده ينضغط الخليط (وقود+هواء) في شوط الانضغاط إلى أعلى ما يمكن ويرمز له بـ (V_C), ويقاس بوحدة (cm^3). كما في الشكل (3-8).



الشكل (3-8) يمثل الحجم المزاح وحجم غرفة الاحتراق

7- الحجم المزاح و السعة الحجمية (DISPLACEMENT OR SWEPT VOLUME)

هوالحجم الناتج عن حركة المكبس من نقطة الميتة العليا إلى النقطة الميتة السفلى أي حجم الاسطوانة المحصوربين (ن.م.ع) و(ن.م.س) الذي يزيحه المكبس في شوط واحد.يتم حسابه بحاصل ضرب مساحة مقطع المكبس (A) في طول الشوط (L) ويقاس بوحدات السنتمتر المكعب (cm^3) ويرمز له (V_S).

$$VS = A \times L$$

الحجم المزاح لاسطوانة واحدة : $VS = \frac{\pi D^2}{4} \times L$

اما السعة الحجمية للمحرك = الحجم المزاح × عدد الاسطوانات في المحرك

السعة الحجمية للمحرك $Vse = A * L * NC$

A= مساحة المكبس

L = يمثل طول الشوط

NC= عدد الاسطوانات

8 - حجم الاسطوانة الكلي: هو حاصل جمع حجم غرفة الاحتراق مع الحجم المزاح (V_T).

$V_T = V_S + V_C$

V_T= يمثل حجم الاسطوانة الكلي (cm^3)

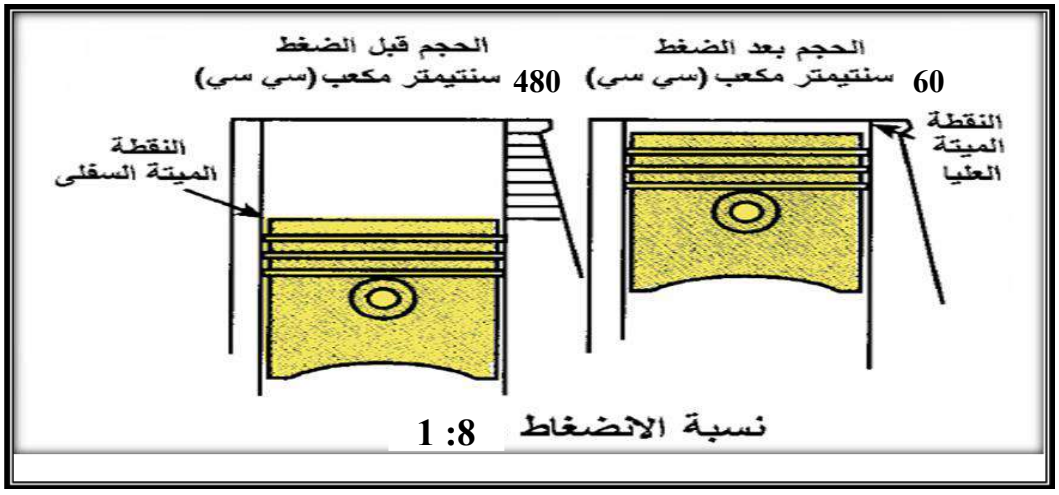
9- نسبة الانضغاط (Compression Ratio)

نسبة الانضغاط للمحرك تعبر عن مدى انضغاط شحنة الهواء أو شحنة الوقود والهواء في أثناء شوط الانضغاط وتعرف نسبة الانضغاط بأنّها نسبة الحجم فوق سطح المكبس عندما يكون المكبس في النقطة الميتة السفلى إلى الحجم فوق سطح المكبس عندما يكون المكبس في النقطة الميتة العليا. ويرمز لها بالحرف بـ (R).

$$\text{نسبة الانضغاط} = \frac{\text{الحجم الكلي للاسطوانة}}{\text{الحجم الكلي لغرفة الاحتراق}}$$

$$R = \frac{V_S + V_C}{V_C}$$

وكلما زادت نسبة الانضغاط زادت القدرة النظرية للمحرك, وزادت معها درجة الحرارة الناتجة من شوط الضغط وقد تؤدي تلك الزيادة في الحرارة إلى اشتعال خليط البنزين ذاتيا (احتراق مسبق) ولتجنب ذلك يجب استخدام بنزين ذو درجة أوكتين أعلى. وتكون نسبة الانضغاط لمحركات البنزين في حدود (1:8) وفي حدود (1:16) لمحركات الديزل. كما في الشكل (3-9).



الشكل (3-9) نسبة الانضغاط

10- معدل سرعة المكبس (Mean Piston Speed)

تتغير سرعة المكبس من الصفر في بدء الشوط إلى أقصى سرعة في منتصفه تقريباً ثم إلى الصفر في نهاية الشوط، والمكبس في أثناء تحركه داخل الاسطوانة يقطع مسافة من (ن.م.س) إلى (ن.م.ع) تدعى طول الشوط عندها يكون عمود المرفق قد دار نصف دورة وفي الدورة الواحدة لعمود المرفق يكون المكبس قد قطع طول الشوط مرتين فلو رمزنا لطول الشوط (L) ففي نصف دورة لعمود المرفق يكون المكبس قد قطع مسافة مقدارها(cm :L) وفي الدورة الواحدة لعمود المرفق قد قطع(cm :2L) وفي (N) دورة لعمود المرفق يكون المكبس قد قطع (2 LN) خلال وحدة الزمن.

معادلة معدل سرعة المكبس

$$S_P=2LN$$

S_P= معدل سرعة المكبس

مثال (1)

محرك بنزين رباعي الاسطوانات قطر الاسطوانة فيه (82 mm) وطول الشوط (88 mm) إحسب الحجم المزاح وسعة المحرك؟

$$D=\frac{82}{10}=8.2cm$$

$$L=\frac{88}{10}=8.8cm$$

$$V_s = A*L*K$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$Vs = \frac{\pi D^2}{4} * L * K$$ الحجم المزاح

$$V_{SE}= \frac{\pi*(8.2)^2}{4} * 8.8 * 4 = 1857.9cm^3$$ سعة المحرك

مثال (2)

محرك بنزين قطر الاسطوانة (95 mm) وطول الشوط (120 mm) وكان حجم غرفة الاحتــراق (112 cm^3) إحسب نسبة الانضغاط في اسطوانة المحرك؟

$$D = \frac{95}{10} = 9.5cm \qquad L = \frac{120}{10} = 12cm$$

$$Vs = A* L$$

$$Vs = \frac{3.14*(9.5)^2}{4} * 12 = 850.15\ cm^3$$

$$R = \frac{vc+vs}{vc} = \frac{112+850.15}{112} = 8$$

مثال (3)

محرك طول شوطه(7.5 cm) وعدد دورات عمود المرفق (300 rpm) أوجد معدل سرعة المكبس؟

$$S_p = 2*L*N$$

$$S_p = 2*(7.5/100)*3000 = 450 \quad m/min$$

مصطلحات فنية

انكليزي	عربي
Otto Cycle	دورة أوتو
Four-Stroke Engine	محرك رباعي الاشواط
Two-Stroke Engine	محرك ثنائي الاشواط
Intake Stroke	شوط السحب
Compression Stroke	شوط الضغط
Power Stroke	شوط القدرة
Exhaust Stroke	شوط العادم
Cylinder Bore	قطر الاسطوانة
Top Dead Center	النقطة الميتة العليا
Bottom Dead Center	النقطة الميتة السفلى
Stroke	شوط
Cylinder Volume	حجم الاسطوانة
Compression Ratio	نسبة الانضغاط
Mean Piston Speed	معدل سرعة المكبس
Piston Area	مساحة المكبس
Volume Of Combustion Chamber	حجم غرفة الاحتراق
Displacement Or Swept Volume	الحجم المزاح او السعة الحجمية

اسئلة الفصل الثالث

س1: عرف مايأتي: 1- النقطة الميتة العليا 2- النقطة الميتة السفلى 3- طول الشوط
4- معدل نسبة الانضغاط 5- سرعة المكبس

س2: اكتب القانون لحساب ما يلي: (1-الحجم المزاح 2- مساحة المكبس 3- نسبة الانضغاط
4- معدل سرعة المكبس)؟

س3: محرك رباعي الأشواط ذو ستة اسطوانات قطر الاسطوانة(81 mm) وطول الشوط (86 mm) احسب الحجم المزاح؟

س4: اِشرح نظرية الدورة الرباعية لمحرك البنزين مع الرسم؟

س 5: اِشرح نظرية الدورة الثنائية لمحرك البنزين مع الرسم؟

س6: محرك بنزين قطر الاسطوانة (90 mm) وطول الشوط (125 mm) وكان حجم غرفة الاحتراق ($90\ cm^3$) اِحسب نسبة الانضغاط ؟

س7: محرك طول الشوط (8.5cm) وعدد دورات عمود المرفق (1500rpm) اِحسب معدل سرعة المكبس؟

الـفـصل الـرابـع

العناصر الأساسية لدائرة الكهربائية في السيارة

The Basic Elements Of A Car's Electrical Circuit

الاهداف:

بعد الانتهاء من هذا الفصل يصبح الطالب قادراً على:

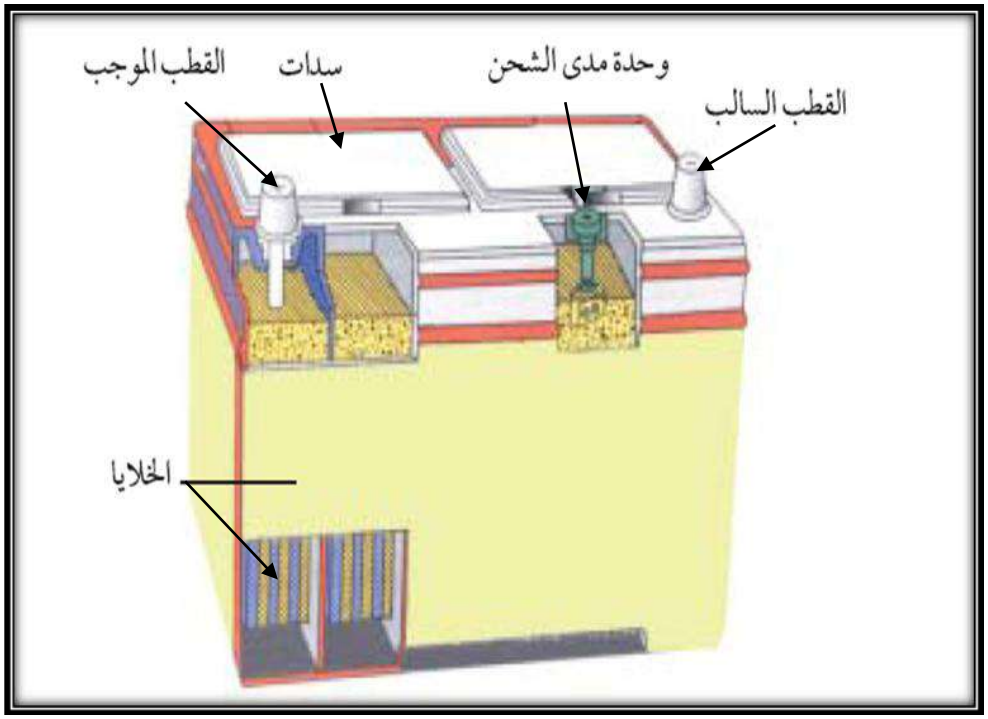
1 ـ يفهم وظائف البطارية وأجزاءها.

2 ـ يبين مواصفات البطارية الحامضية والعوامل المؤثرة على سعة البطارية.

3 ـ يفهم طرق شحن البطارية.

البطارية Battery

البطارية مخزن الطاقة تعمل على تزويد المركبة بالطاقة الكهربائية اللازمة لها، حيث يتم تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية وتتوقف كفاءة البطارية على حجم الألواح وعددها في كل خلية ويستعمل في البطارية عدد مختلف من الألواح تبعا لحجم وسعة البطارية، كما في الشكل (4-1).



الشكل (4-1) البطارية

وظائف البطارية

تقوم البطارية بالوظائف الأتية:-

1-تزويد محرك بدء الحركة (السلف) بالقدرة اللازمة لبدء إدارة المحرك.

2-تزويد أجهزة الاستهلاك الكهربائية بالمركبة بالتيار الكهربائي اللازم لتشغيلها مثل (المصابيح,ماسحات الزجاج..الخ) في أثناء توقف دوران المحرك.

3-تشحن البطارية في أثناء دوران المحرك بواسطة المولد، حيث يتم تحويل الطاقة الكهربائية الواصلة إليها من المولد إلى طاقة كيميائية.

أنواع البطاريات:-

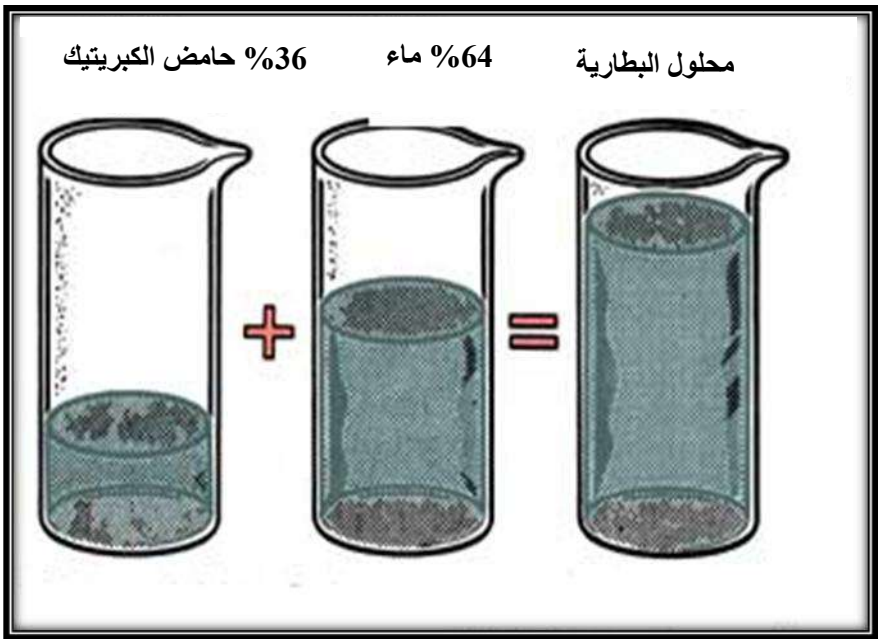
1- البطارية الحامضية.
2- البطارية القلوية.

البطارية الحامضية:- هي الأوسع انتشاراً وارخص ثمناً أما البطارية القلوية فهي الأغلى ثمناً والأقل استعمالا (إذ يقتصر استعمالها على بعض المكائن الخاصة والشاحنات الكبيرة).

الأجزاء الرئيسة للبطارية

تصمم البطارية على شكل صندوق يصنع من المطاط المضغوط والمقاوم للمحلول الالكتروليتي و لدرجة الحرارة المختلفة، ويحتوي بداخله على مجموعة من الألواح الموجبة والألواح السالبة وكذلك العوازل المغمورة في محلول الكتروليتي مكون من حامض الكبريتيك المركز والماء المقطر ويوجد على البطارية قطبان أحدهما يسمى القطب الموجب والأخر يسمى القطب السالب.

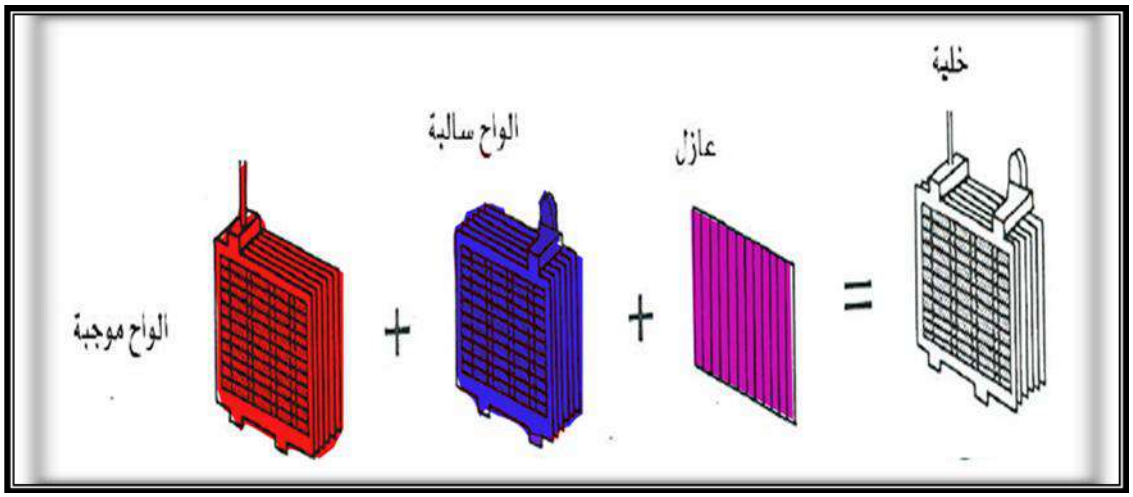
1-**المحلول الالكتروليتي:-** يتكون هذا المحلول من حامض الكبريتيك المركز (H_2SO_4) المخفف بالماء المقطر (H_2O) الذي يغطي الألواح حيث تتفاعل الألواح مع حامض الكبريتيك وتولد طاقة كهربائية وتبلغ نسبة الحامض نحو36% ونسبة الماء نحو64%. كما في الشكل (4-2).



الشكل (4-2) المحلول الالكتروليتي

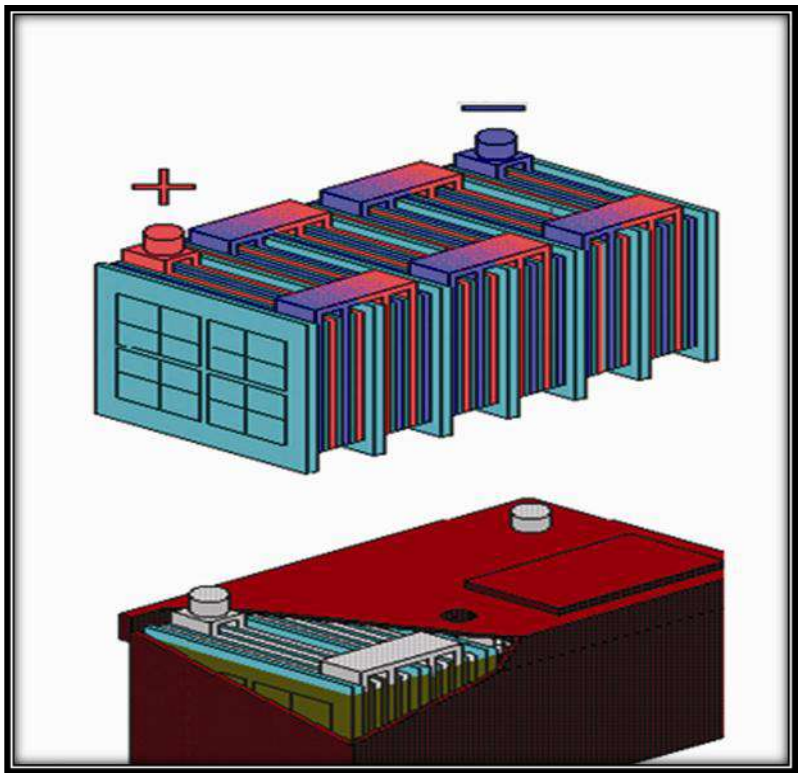
2-**العوازل:-** هي مواد تستعمل للعزل بين الألواح الموجبة والألواح السالبة لمنعها من التلامس و لها مسافات تسمح بمرور المحلول من خلالها إلى جميع الألواح وتصنع من مادة بلاستيكية أو من المطاط و يجب أن تكون ذات مقاومة للأحماض و درجات الحرارة العالية.

3 - الألواح:- يوجد في البطارية ألواح موجبة وألواح سالبة والألواح الموجبة عبارة عن ثاني اوكسيد الرصاص (pbO_2) والألواح السالبة عبارة عن رصاص الاسفنجي (pb) ويكون عدد الألواح السالبة أكثر من الألواح الموجبة بلوح واحد، حيث يجب أنْ يكون على جانبي كل لوح موجب لوح سالب لأن الألواح الموجبة أكثر نشاطا و تؤدي عملاً أكثر و يتوقف مقدار الجهد الكلي للبطارية على عدد الخلايا حيث كل خلية تساوي (2 فولت) فمثل البطارية التي تتكون من (6 خلايا) يكون جهد البطارية 12 فولت وهي الأكثر استخداما في المركبات. كما في الشكل (4-3) .



الشكل (4-3) أجزاء الخلية

4- أقطاب البطارية:- يوجد بالبطارية قطبان القطب الموجب يكتب بجانبه علامة (+) والقطب السالب يكتب بجانبة (-)، ويكون قطب الموجب ذو سمك أكبر من القطب السالب، وذلك ليمكن التمييز بينها. و القطب الموجب يكون متصل بالمولد؛ والدوائر الكهربائية بالمركبة. أما القطب السالب فيكون متصلاً بجسم المركبة (الشاصي) حيث جميع خطوط السالب للدوائر الكهربائية متصلة بجسم المركبة. كما في الشكل (4-4).



الشكل (4-4) أقطاب البطارية

مواصفات البطارية الحامضية

1-جهد البطارية Battery Voltage

البطاريات المستخدمة في السيارات هي ذات الجهد (6 فولت) و (12 فولت) و (24 فولت) ويلاحظ في حالة استعمال بطاريات ذات جهد (24 فولت)، كما هو الحال في (سيارات الشحن والباصات والمكائن المختلفة)، يتم ربط بطاريتين (12 فولت) على التوالي. إن جهد الخلية الواحدة من خلايا البطارية هو 2 فولت بغض النظر عن حجمها وعدد الألواح التي تحتويها.

2-سعة البطارية Battery Capacity:-

تعتمد على عدد الالواح في الخلية الواحدة وتحسب سعة البطارية بضرب قيمة التيار الثابت الذي يمكن الحصول عليه من البطارية عند درجة (27°) في الزمن المستغرق لتفريغها ضمن الحدود المقررة يعادل (عشرين ساعة لكي ينخفض جهد البطارية من حالة الشحن التام والتي تعادل 2.2 فولت لكل خلية إلى حالة التفريغ التام و التي تعادل نحو 1.8 فولت كل خلية). ووحدة قياسها الأمبير. ساعة فإذا فرضا إن البطارية أعطت 7 أمبير لمدة 20 ساعة قبل وصول جهدها إلى 1.8 فولت فتكون

سعة البطارية 7 × 20 = 140 أمبير- ساعة. وتعتمد السعة على نوع المحرك المستخدم وسعته وعدد اسطواناته وكلما زاد مقدار (أمبير- ساعة) تزداد سعة البطارية لتناسب أداء محرك بدء الحركة عند تشغيل المحرك فنجد إن سعة البطارية اللازمة لبدء الحركة في محرك الديزل يفوق نظيره محرك البنزين المساوي له في السعة وعدد الاسطوانات نظراً لأرتفاع نسبة الانضغاط في الأول.

العوامل التي تؤثر على سعة البطارية

1- مساحة سطح الألواح الموجبة والسالبة.

2- سمك المادة الفعالة على الصفائح العازلة.كثافة محلول البطارية.

3- درجة حرارة المحلول.

4- مسامية المادة الفعالة والصفائح العازلة.

السائل الحامضي وكثافته:-

يستدل على حالة البطارية من كثافة حامضها فالبطارية تامة الشحن تكون كثافة حامضها عالية وتكون المادة الفعالة, الرصاص في الالواح السالبة وثاني اوكسيد الرصاص في لألواح الموجبة. أما البطارية المفرغة تماماً فتكون كثافة حامضها واطئة و تتحول المادة الفعالة في كل الألواح إلى كبريتات الرصاص.

حالة البطارية	كثافة الحامض غم /سم^3
تامة الشحن	1.28 - 1.26
نصف الشحن	1.22 – 1.20
فارغة الشحن	1.16 – 1.10

وغالباً تكون مناطق أو حالات الشحن الثلاث في مقاييس (الهيدروميتر) بألوان للتعرف على حالة البطارية دونما صعوبة يكون لون منطقة التفريغ التام احمر وتقع في الأعلى أما منطقة نصف الشحن فتلون باللون الأخضر أو الأزرق، وتشغل الموقع الأوسط ويمثل اللون الأصفر الشحن التام،ويقع في القسم السفلي من تدرج المقاييس.

العناصر الأساسية في كهربائية السيارة:

1-البطارية

2-أسلاك التوصيل الكهربائية

3-االمنصهرات (الفيوز)

4-المفاتيح الكهربائية

5-المرحل

الرموز و ألوان أسلاك التوصيل كهربائية :

توجد عدة أسلاك في السيارات تختلف من حيث ألوانها و وظيفة كل سلك، و لتحديدها تم وضع رموز عبارة عن حروف لتحديد لونها من أجل الوصول إليها في السيارة بعد قراءتها على المخطط الخاص بالسيارة نفسها و الجدول التالي يبين رموز ألوان أسلاك كهرباء السيارات وكذلك حجم قطر السلك في الشكل (4-5)

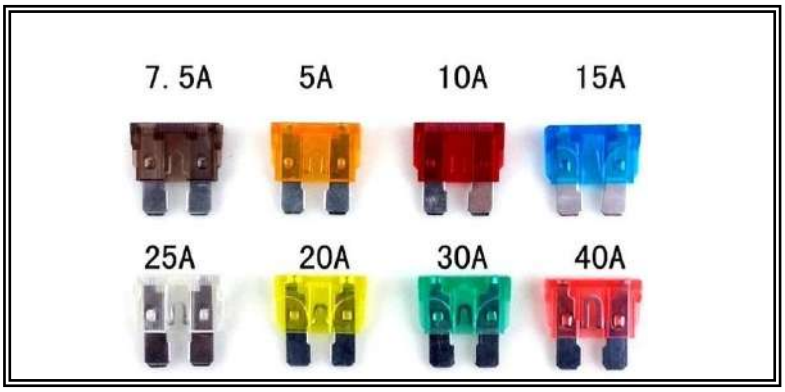
الوان الاسلاك	الحرف
احمر	R
ازرق	L
اسود	B
اقحواني	V
اخضر فاتح	LG
بني	BR
ابيض	W
برتقالي	O
اخضر	Q
اصفر	Y
بنفسجي	P
رمادي	GR

شدة التيار(امبير)	حجم السلك
14 AMP	1.0 mm^2
21 AMP	1.5 mm^2
30 AMP	2.5 mm^2

الشكل (4-5) الرموز و ألوان أسلاك التوصيل كهربائية

المنصهرات (الفيوز) Fuses :

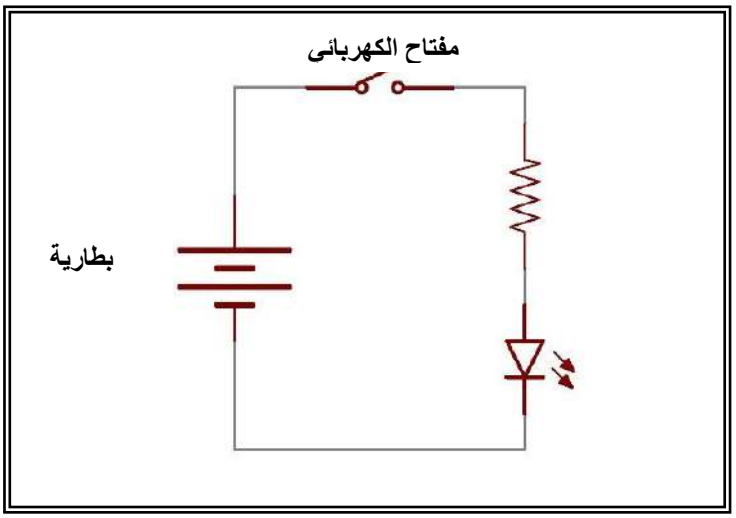
هو عنصر كهربائي والذي يعمل على حماية أجهزة السيارة من التلف بفعل ارتفاع شدة التيار الكهربي في السيارة ، كما يعد الفيوز من العناصر الأساسية المكونه للدوائر الكهربائية في السيارة ،يتكون الفيوز أو المصهر في السيارة من سلك معدني ينصهر عندما يتجاوز التيار الكهربائي المار في الدائرة الكهربائية . ان الفاصم انواع من حيث تحمل لشدة التيار كما في الشكل (4-6).



الشكل (4-6) انواع المنصهرات من حيث شدة التيار

المفتاح الكهربي Switch:

يقوم المفتاح بالتحكم فتح أو غلق الدائرة الكهربية. فهو يسمح بالتحكم في سريان التيار الكهربي خلال الدوائرالكهربائية. كما في الشكل (4-7).وتسخدم المفاتيح الكهربائية في السيارة مثل مفتاح تشغيل التبريد و مفتاح تشغيل المحرك و مفتاح تشغيل الماسحات وكذلك الانارة .... الخ



الشكل (4-7) المفتاح الكهربي

بيت مفتاح التشغيل المحرك يحتوي على اوضاع هي : كما في الشكل (4-8)

1- وضع LOCK

يتم قفل عجلة القيادة للحماية من السرقة .يمكن إزالة مفتاح الإشعال فقط في .عند تدوير مفتاح الإشعال في موضع LOCK ، ادفع المفتاح إلى الداخل

2- وضع ACC

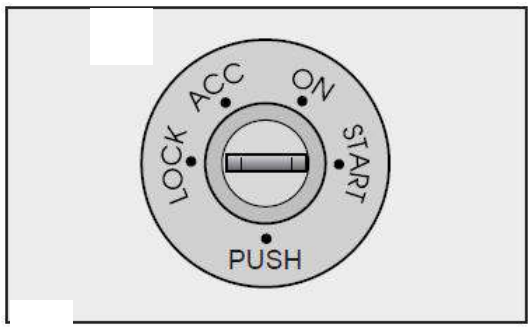
وأدر المفتاح نحو وضع ACC .عجلة القيادة غير مقفلة وبعض الملحقات الكهربائية ، مثل الراديو ، تعمل .على يمكن فحص مصابيح التحذير قبل بدء تشغيل المحرك .هذا هو وضع التشغيل العادي

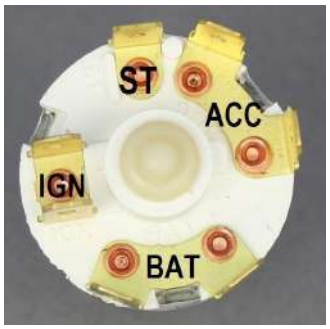
3- وضع ON.

يمكن فحص مصباح تحذير الفرامل في هذا الموضع .إذا واجهت صعوبة في تحويل مفتاح الإشعال إلى وضع START ، فقم بتدوير عجلة القيادة يمينًا ويسارًا لتحرير التوتر ثم أدر المفتاح.

4- وضع START

بداية أدر مفتاح الإشعال إلى START بعد بدء تشغيل المحرك .لا تترك مفتاح الإشعال في وضع التشغيل إذا كان المحرك لا يعمل .سيتم تفريغ البطارية لبدء تشغيل المحرك .سوف يدور المحرك حتى تقوم بتحرير المفتاح

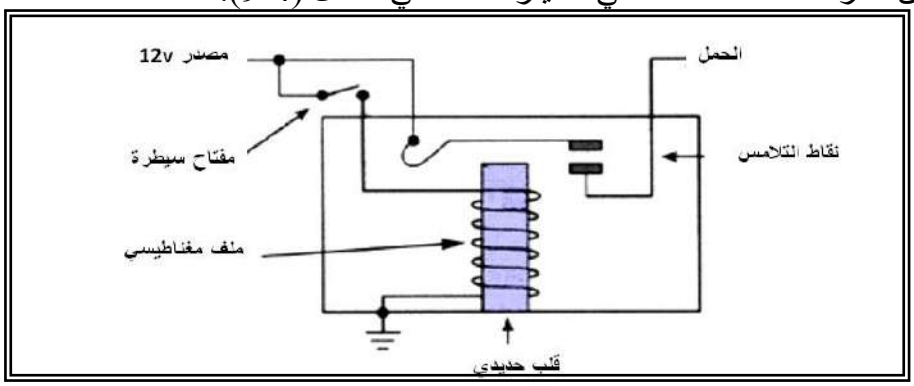




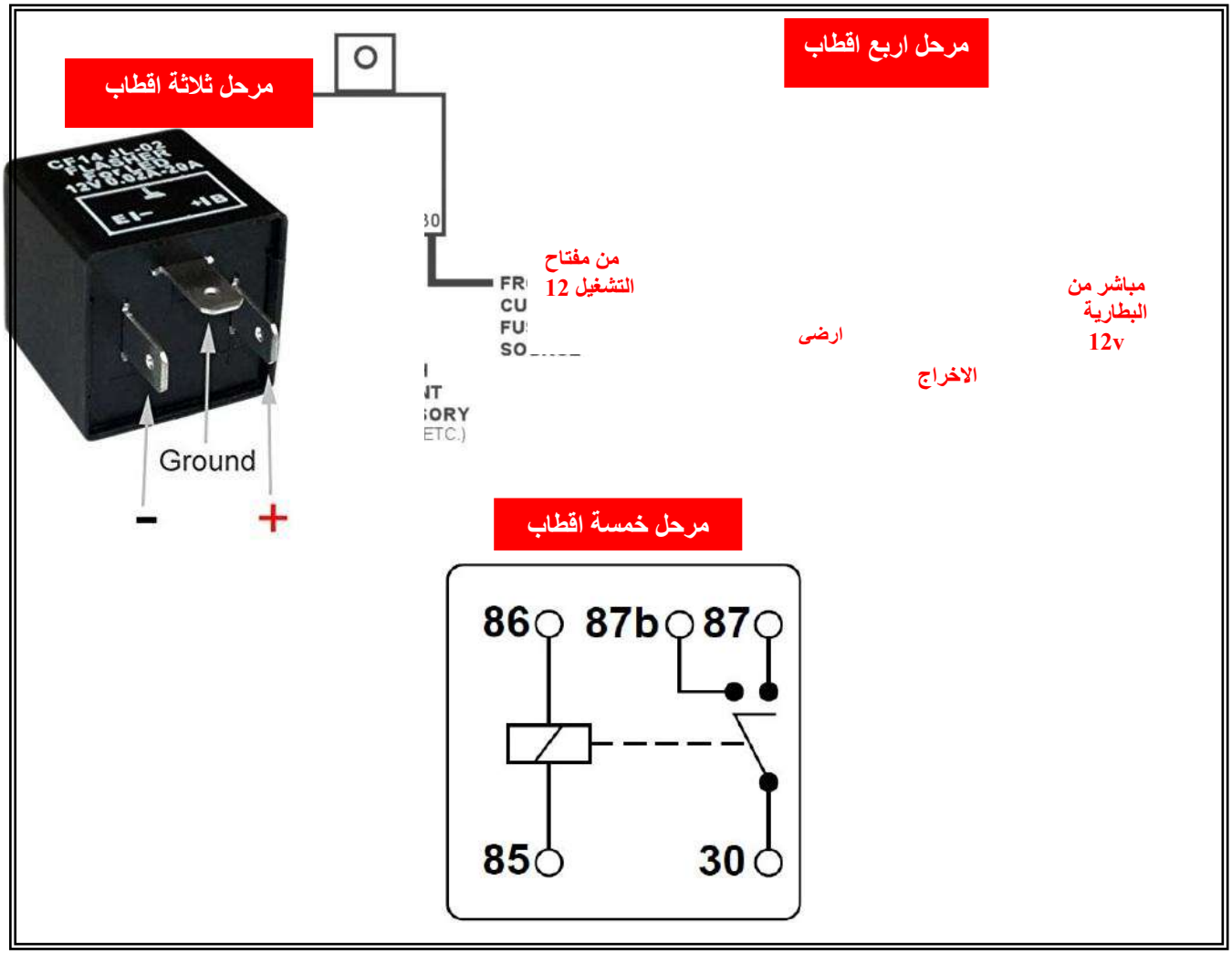
الشكل (4-8) بيت مفتاح التشغيل المحرك يحتوي على اوضاع

المرحل Relay:

هي مفاتيح يتم تفعيلها كهربائياً وتوجد عدة أنواع من المرحلات في السيارة .عمل المرحل هو عند مرور التيار في ملف المرحّل يتكون مغناطيس كهربائي يجذب نقاط التماس للمرحّل فيتغير وضعها من حالة إلى أخرى والتماس المتحرك مزود بنابض يعيد نقاط التماس إلى حالتها الأصلية كما في الشكل (4-8). وهناك انواع من المرحلات المستخدمة في السيارات كما في الشكل (4-9).



الشكل (4-8) المرحل الكهربائي



الشكل (4-9) انواع المرحلات

مصطلحات فنية

انكليزي	عربي
Battery	بطارية
Positive Pole	القطب الموجب
Negative Polarity	القطب السالب
Plates	الالواح
Battery Acid	حامض البطارية
Battery Voltage	جهد البطارية
Battery Charging	شحن البطارية
Ignition Switch	مفتاح الاشعال
Fuses	منصهرات
Wire	موصل (سلك)
Relay	مرحل

اسئلة الفصل الرابع

س1- عرف مايأتي: 1- البطارية 2- ا لمحلول الالكتروليتي 3- العوازل

4- الألواح 5- أقطاب البطارية

س2- عدد أجزاء البطارية الحامضية؟

س3- عدد وظائف البطارية؟

س4- الرموز و ألوان أسلاك التوصيل كهربائية ؟

س5- اشرح عمل المرحل مع الرسم ؟

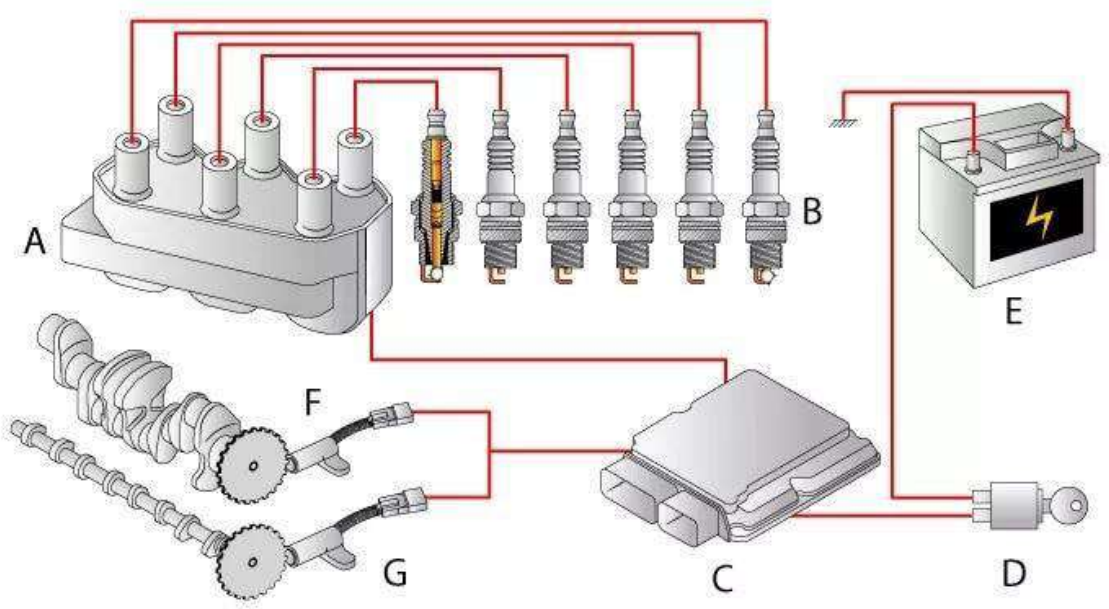
س6- ما هي اوضاع بيت مفتاح التشغيل المحرك ؟

س7-اشرح المنصهرات (الفيوز) Fuses في السيارة

؟

الـفـصل الـخـامـس

منظومة الاشعال (Ignition System)



الاهداف:

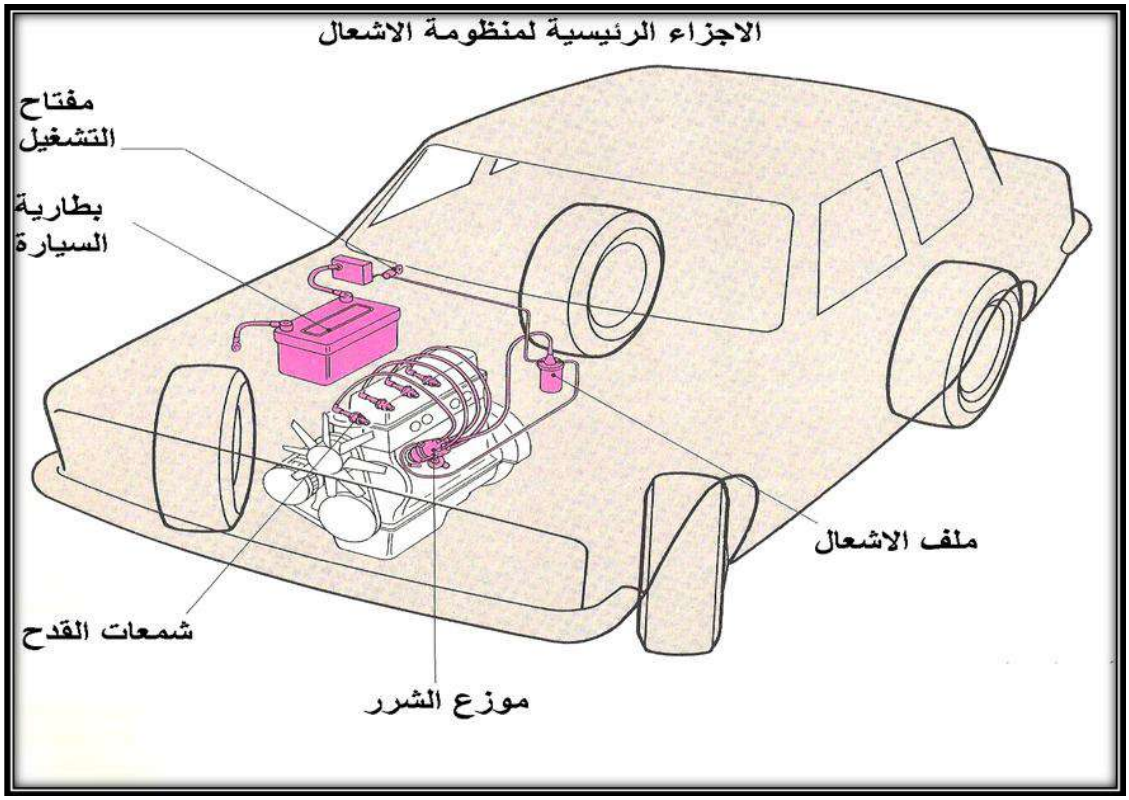
بعد الانتهاء من هذا الفصل يصبح الطالب قادراً على ان:

1 ـ يعرف أنواع منظومات الاشعال في محركات البنزين.

2 ـ يفهم كيفية سيطرة العقل الالكتروني على عملية الاشعال.

منظومة الإشعال (في محركات البنزين) Ignition System

تتكون من أجهزه توليد وتوزيع وتنظيم الشرارة الكهربائية, تستمد طاقتها الكهربائية من البطارية. والو ظيفة الاساسية لهذه المنظومة هي إحداث شرارة كهربائية داخل غرف الاحتراق لمحركات البنزين لإشعال الخليط المتكون من هواء وبنزين وتولد هذه المنظومة موجات كهربائية ذات فولتيه عاليه جدا تصل إلى أكثر من (25000) فولت بين قطبي شمعه القدح (وفق تنظيم معين نظام الاشتعال كما في الشكل رقم (5-1).



الشكل رقم (5-1) مكونات منظومه الإشعال في السيارة

إن منظومة الإشعال بالشرارة يجب أنْ توفرالمتواليات التالية اللازمة لأداء المحرك بكفاءة عالية في مختلف الظروف وهي:.

1ـ يجب أنْ تصل الشرارة إلى شمعة الإشعال بوقت يتوافق مع وضع المكبس داخل الاسطوانة.

2ـ يجب أنْ تعمل بكفاءة عند أقصى واقل سرعة دوران للمحرك.

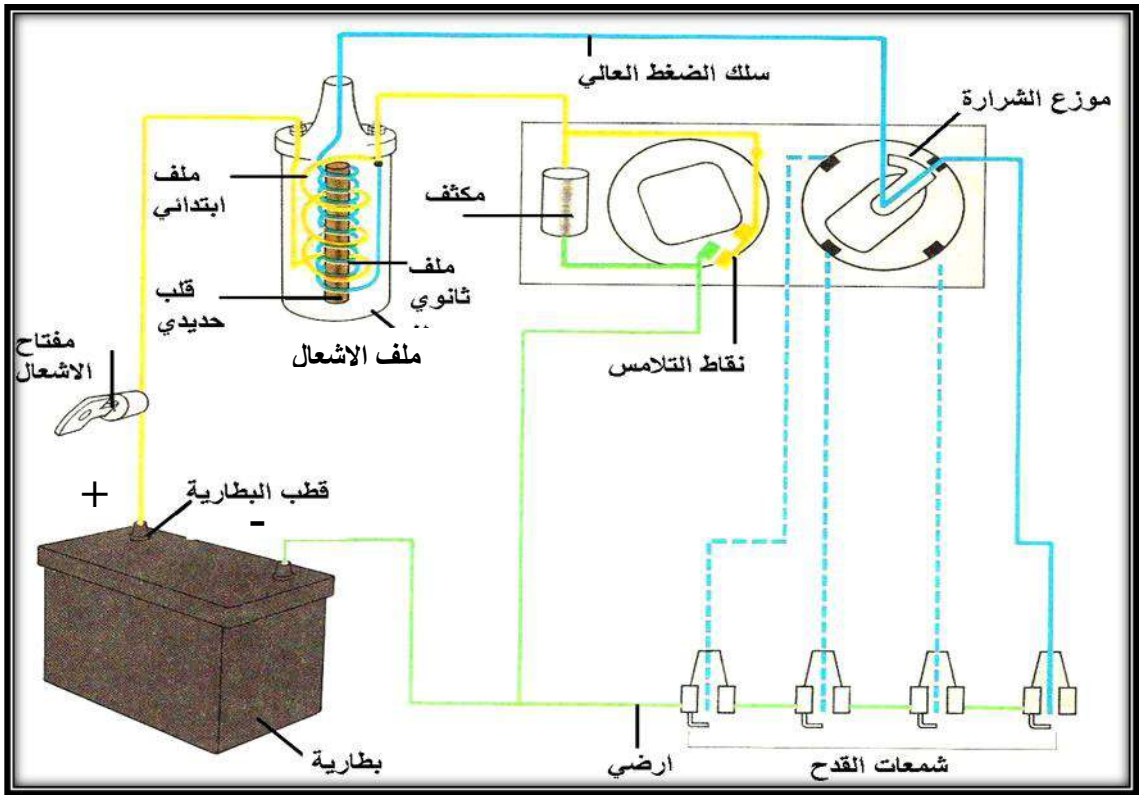
3ـ أنْ لايحدث تداخل عند عملها على جهاز الراديو داخل السيارة.

منظومة الإشعال بالبطارية Battery Ignition System

يوضـح الشكل (5-2) دائرة منظومة الإشعال بالبطارية لمحرك ذو أربع اسطوانات. تتكون هذه المنظومة من دائرتين كهربائيتين أساسيتين هما الدائرة الابتدائية والدائرة الثانوية.

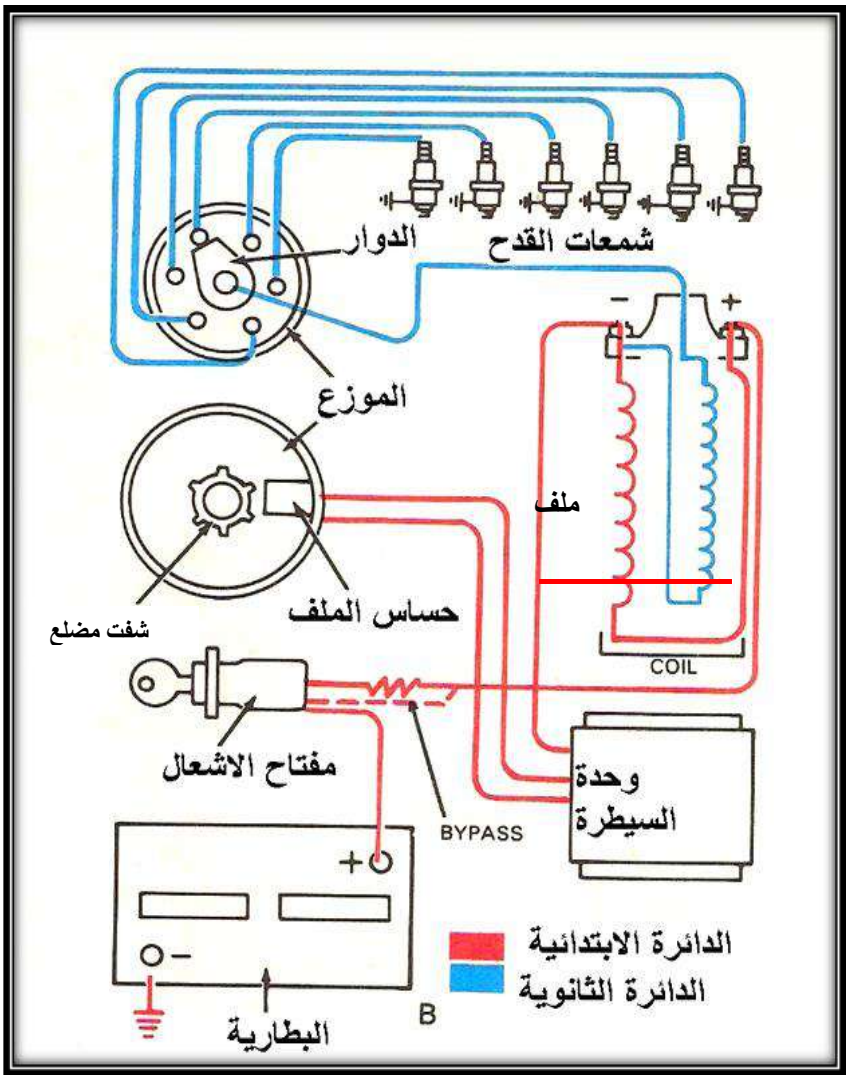
تبدأ الدائرة الابتدائية من البطارية ذات الفولتيه (12V أو 6V) أو من المولد, وتمر بمفتاح التشغيل, ثم الملف الابتدائي لملف الإشعال ويوصل إلى الأرضي, وتكون على التوازي مع نقاط التلامس,والمكثف.

أما الدائرة الثانوية, فتتكون من الملف الثانوي, غطاء الموزع, العضو الدوار, أسلاك الضغط العالي, وشمعات الإشعال.



الشكل (5-2) منظومة الإشعال بالبطارية لمحرك 4 اسطوانات

منظومة الإشعال في المحركات ذات الستة اسطوانات لاتختلف سوى أَنَ غطاء موزع الشرر يحتوي على ستة مخارج لستة شمعات قدح إضافة إلى احتواء عمود التوزيع على ستة حدبات كما في الشكل (5-3).

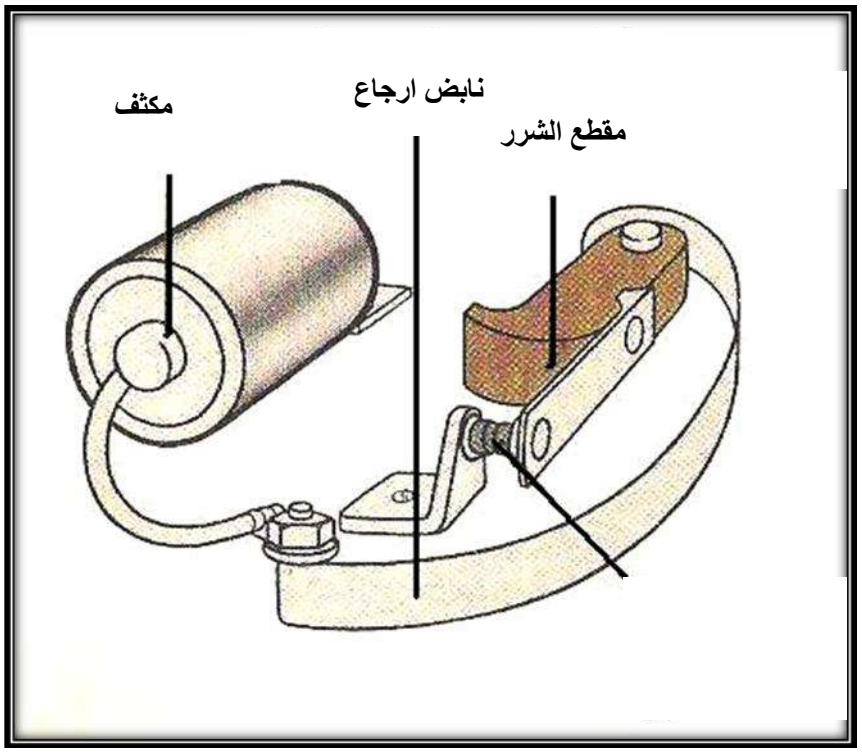


الشكل (5-3) منظومة إشعال بالبطارية لمحرك 6 اسطوانات

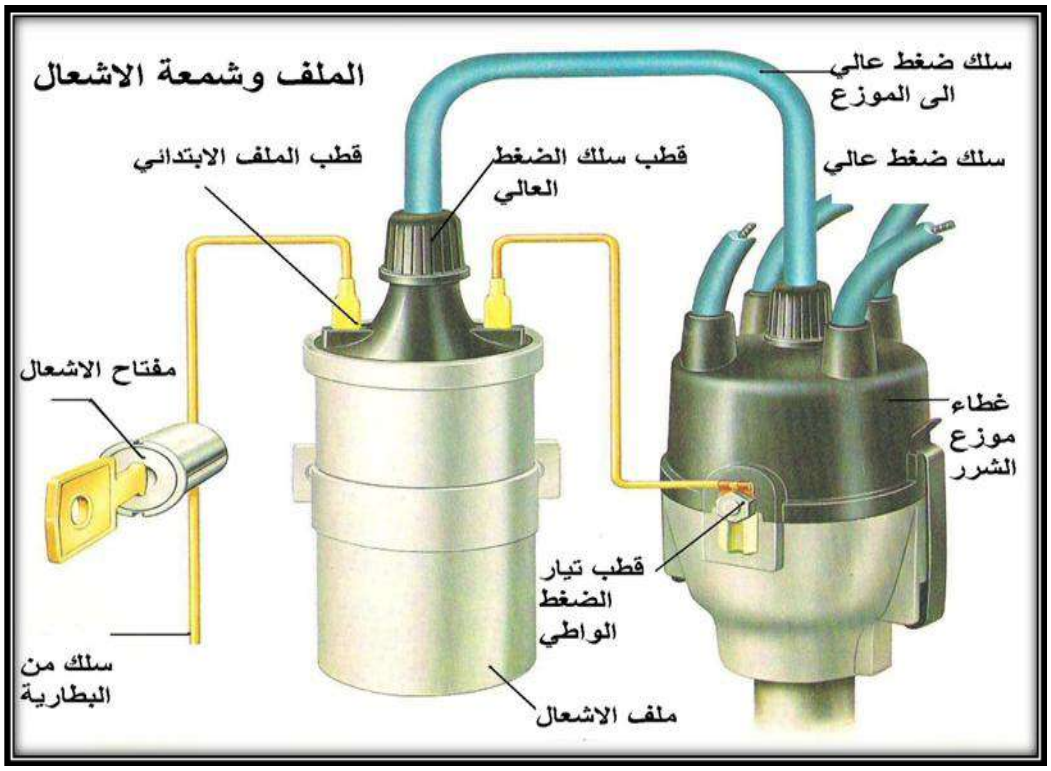
نظرية عمل منظومة الإشعال بالبطارية

عند حركة المكبس الى الاعلى في شوط الضغط تكن نقاط التلامس في حالة تماس فيمر التيار في دائرة الملف الابتدائي فيتنامى التيار ببطئ بسبب الحث الذاتي في الملف الابتدائي, وتولد قوة دافعة كهربائية محتثة تعرقل نمو التيار ويقوم المكثف (المتسعة) بتفريغ شحنتها في الملف الابتدائي بشكل تيار معاكس لاتجاة التيار الاصلي, لذلك يكون الحث المغناطيسي المتبادل بين الملفين الابتدائي والثانوي قليل جدا ومن ثم يتولد جهد محتق صغير في الملف الثانوي يكون غير كاف لتوليد الشرارة بين قطبي شمعة القدح.

وقبل وصولة الى النقطة الميتة العليا في نهاية شوط الضغط تفتح نقاط التلامس بواسطة كامة الموزع, يتلاشى التيار في دائرة الملف الابتدائي بسرعة لان المقاومة الكهربائية للدائرة الابتدائية تصبح كبيرة جدا وبسبب وجود المكثف اذ يشحن بتيار الملف الابتدائي ويقلل من حصول الشرارة بين نقاط التلامس (مما يزيد من عمرها) فيعمل الملف على زيادة سرعة تلاشي التيار في الملف الابتدائي, مما يسبب انهيار سريع في المجال المغناطيسي يولد جهدا محتثا كبيرا في الملف الثانوي نتيجة الحث المتبادل بين الملفين, يرسل هذا الجهد الى الموزع عبر اسلاك الضغط العالي ومن ثم الى شمعة القدح والتي تحدث الشرارة بين قطبيها. كما في الشكل (5-4), (5-5) و(5-6).



الشكل (5-4) مكونات نقاط التلامس (البلاتين)

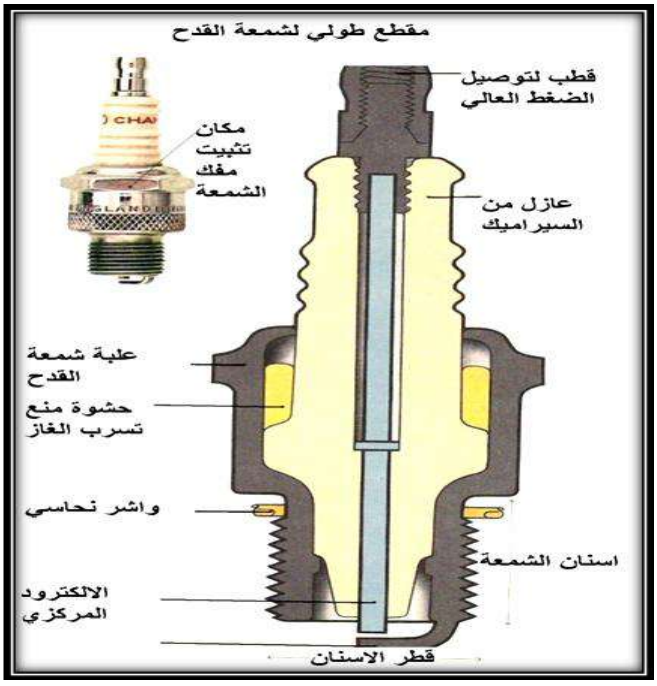


الشكل (5-5) مكونات منظومة الإشعال بالبطارية لمحرك 4 اسطوانات

الشكل (5-6) نقاط التلامس مع الفحمة الدوارة

شمعة القدح (ألبلك) spark plug

انها وسيلة كهربائية لإيصال الشرارة إلى غرفة الاحتراق لإشعال خليط الوقود والهواء. كما في الشكل (5-7).



الشكل (5-7) مقطع طولي لشمعه القدح مؤشراً فيه الأجزاء الاساسية

تركيب شمعة القدح Spark Plug Construction

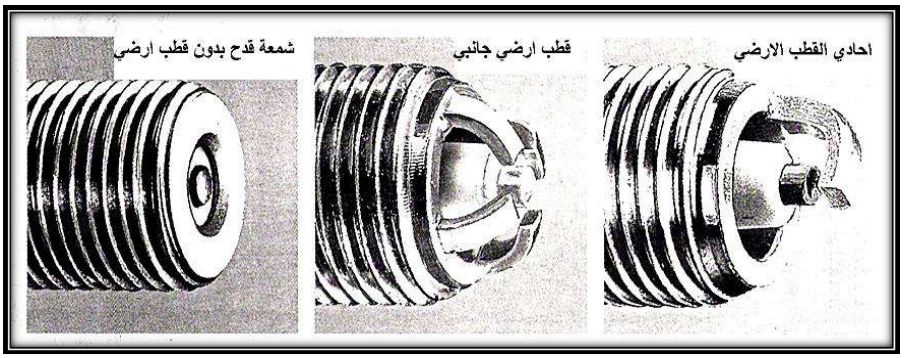
تتكون شمعة القدح من الأجزاء الرئيسية الاتية:

1 - **القطب الوسطي**: كانت الأقطاب تصنع من الحديد في التصاميم القديمة, ولكن التطور الذي طرأ على الوقود بأضافه الرصاص لزيادة نسبه الاوكتان أدت إلى تسبب الرصاص في تآكل الأقطاب لذا استخدمت سبائك النيكل ـ منغنيز مما أعطى قوة مقاومة للأقطاب ضد التآكل.

يركب في أعلى القطب صامولة توصيل (يتم اختيارها اعتماداً على نوع موصل الشمعة).

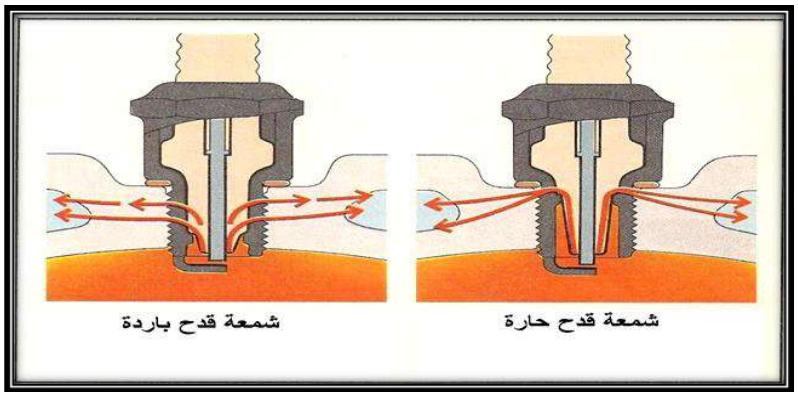
2 - **القطب الأرضي**: وهو في أسفل شمعه القدح بينه وبين القطب الوسطي ثغرة هوائية تقفز عبرها الشرارة الكهربائية, وهو إما أن يكون احادي أو ثلاثي أو جانبي, كما مبين في الشكل (5-8).

3 - **العازل**: عادة ما يصنع من الخزف الصيني, أو من ماده المايكا لأن الخزف قابل للكسر ومقاومته منخفضة للاجهادات الحرارية. أما العوازل الحديثة فتصنع من مادة اوكسيد الألمنيوم.



الشكل (5-8) أنواع الأقطاب الارضية

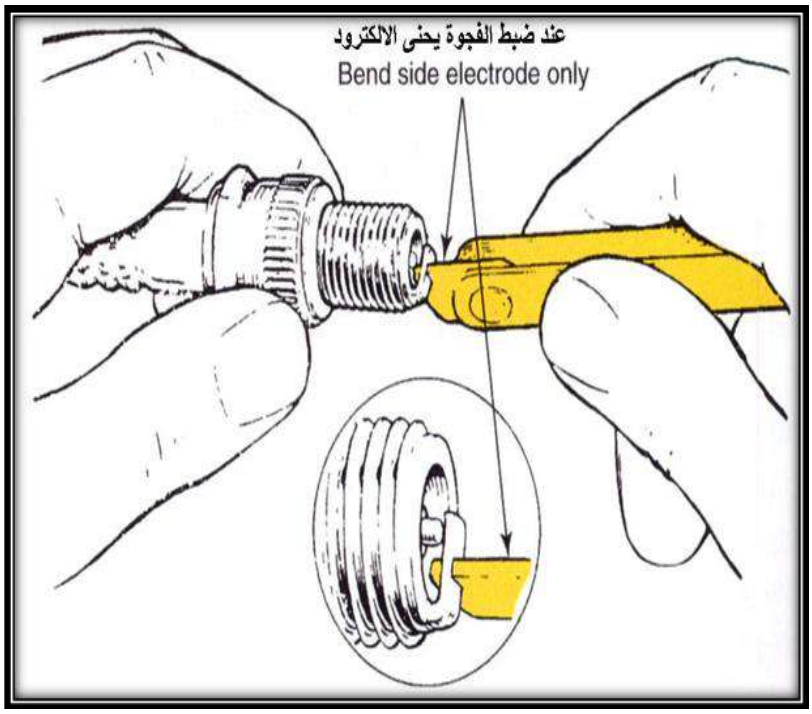
تعتمد درجة حرارة الشمعة على طول مسار انتقال الحرارة, فإذا كان طويلاً أصبحت درجه الحرارة كبيرة تسمى بالحارة والمستعملة في المحركات ذات نسب الانضغاط الواطئة. وإذا كان مسار انتقال الحرارة قصيراً فتسمى بالشمعة الباردة والمستعملة في المحركات ذات نسب الانضغاط العالية حتى لا تحترق أقطاب الشمعة من ارتفاع درجة الحرارة أو تحرق الشمعة قبل ميعادها (سبق الاشتعال), كما موضح في الشكل (5-9).



الشكل (5-9) شمعة قدح باردة وشمعة قدح حارة

فجوة شمعة الإشعال (Spark Plug Gap)

وهي المسافة بين القطبين الوسطي (الموجب) والأرضي, الشكل (5-10) المسافة بين القطبين تعتمد على تعليمات الصانع ومواصفات دائرة الإشعال ونوع المحرك, وفي أغلب الأحيان تتراوح قيمتها بين (0.9 mm-0.4mm) وفي بعض التصاميم زيدت هذه ألثغرة بشكل كبير, نحو (2.5 mm) مع أجهزه الإشعال ذات الضغط العالي جداً (أجهزه الإشعال الالكتروني) حيث أن الشرارة الطويلة توفر إشعال افضل, وهو أمر ضروري لإشعال الخليط الفقير (Poor Mixture), مما يؤدي إلى تقليل مخلفات العادم والاقتصاد بالوقود.

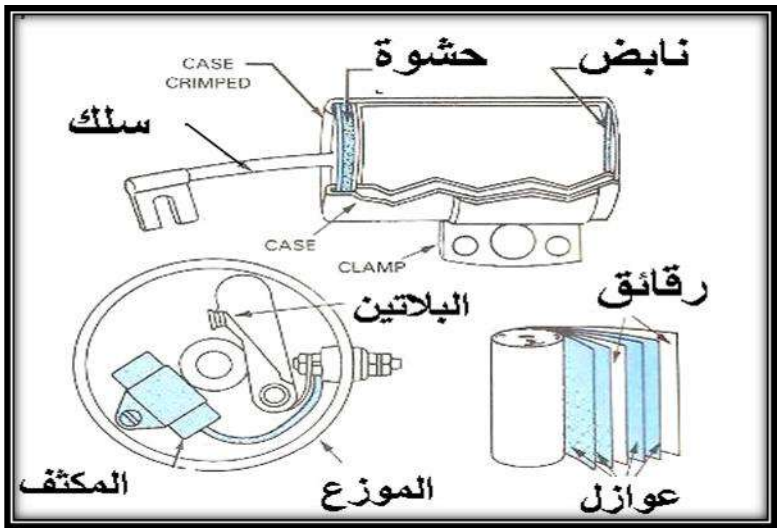


الشكل (5-10) معايرة فجوة شمعة القدح

المكثف (Condenser)

هو وسيلة كهربائية تزود بها دائرة الاشعال ليعمل كمستودع كهربائي عند تلامس نقاط التلامس في الموزع يفرغ شحنتة في الملف الابتدائي, وعندما تبتعد نقاط التلامس عن بعضهما مما يزيد من سرعة تلاشي التيار في الملف الابتدائي مما يؤدي الى انهيار المجال المغناطيسي وتوليد جهدا كبيرا في الملف الثانوي نتيجت الحث المتبادل. كما يمنع حدوث الشرارة بين نفاط التلامس.

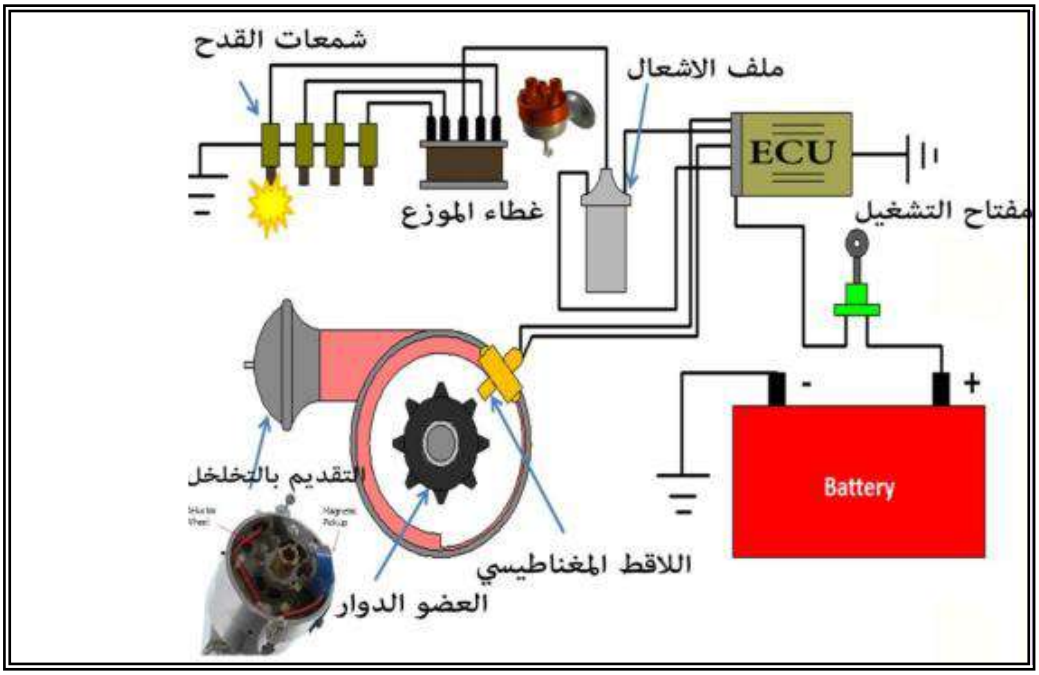
المكثف المبين في الشكل (5-11) المصنوع من شريطين رقيقين من الرصاص أو الألمنيوم يفصل بينهما ورق عازل خاص بالمكثفات. إن تجمع الالكترونات في مكان محدد هو سبب تحركها وقفز الشرارة بين طرفي نقاط التلامس, ولكن بسبب سعة سطح الشريطين يمكن المكثف من استيعاب مقدار كبيرمن الالكترونات, أي خزنها ومنع قفز الشرارة, مما يؤدي إلى المحافظة على طرفي نقاط التلامس من التلف نتيجة الحرق أو تكوين حفرة عليه.



الشكل (5-11) مكونات المكثف

منظومة الإشعال الالكترونية Electronic Ignition System

يستعمل هذا النوع من أنظمة الإشعال نظاما الكترونيا لفتح وغلق الدائرة الابتدائية, أما بقية منظومات الإشعال فإنها لاتختلف عما موجود في النوع ذي نقاط التلامس (البلاتين), باحتوائه على (مفتاح التشغيل, ملف الإشعال, أسلاك التوصيل, أسلاك الضغط العالي, جهاز التقديم بالطرد المركزي و جهاز التقديم بالخلخلة). وكما في الشكل (5-12).

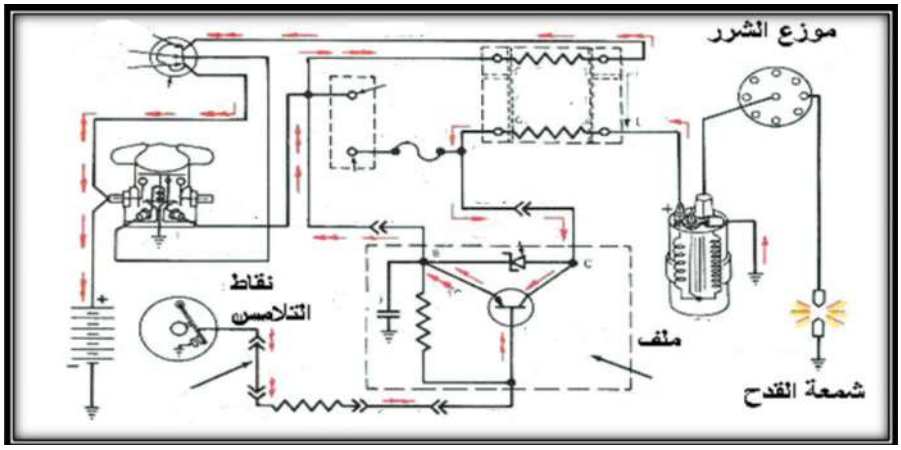


الشكل (5-12) منظومة إشعال الكترونية (بدون نقاط تلامس,بلاتين)

هناك بعض الأنواع الحديثة من أنظمة الإشعال الالكتروني لا تستخدم أجهزة تقديم ميكانيكية وبدلاً منها تستخدم مسيطرات الكترونية ومجسات حسا سة لتوفر التقديم الدقيق, إذ تقدم وتؤخر شرارة الإشعال

اعتماداً على درجة حرارة المحرك, مقدار التخلخل في انابيب السحب, سرعه دوران المحرك, الضغط الجوي, وأية متغيرات أخرى.

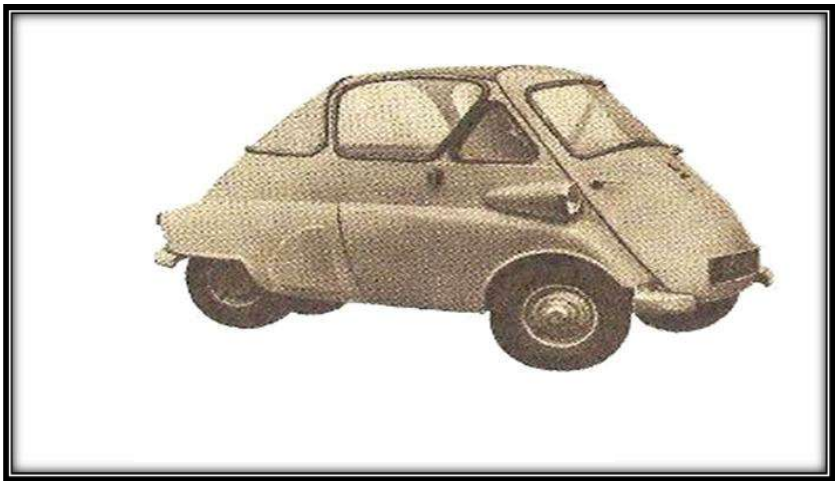
أجهزة الإشعال الالكترونية تستخدم دائرة الكترونية تقوم بغلق وفتح الدائرة الابتدائية وتشغل بواسطة قاطع تلامس كما في الشكل (5-13).



الشكل (5-13) دائرة إشعال الكترونية بقاطع تلامس

منظومة الإشعال المغناطيسي (الماكنيت) Magneto Ignition System

في منظومة الإشعال الاعتيادية يجهز التيار بواسطة البطارية إلى الملف الابتدائي, أما في هذه المنظومة فإن المغناطيس يقوم بإنتاج وتجهيز الملف الابتدائي بالتيار يستعمل هذا النظام في بعض أنواع محركات البنزين الصغيرة مثل: مولدات التيار الكهربائي الصغيرة, وفي الدراجات النارية الصغيرة وبعض السيارات الصغيرة كما في الشكل (5-14). وكذلك يستعمل كبديل لمنظومة الإشعال بالبطارية للطائرات في حالة الطوارئ إذ إنه يشغل عند توقف النظام الأول لتلافي تحطم ألطائرة ألصغيرة مما يعطي درجة أمان أكبر, ويسمى هذا النظام بالماكنيت.

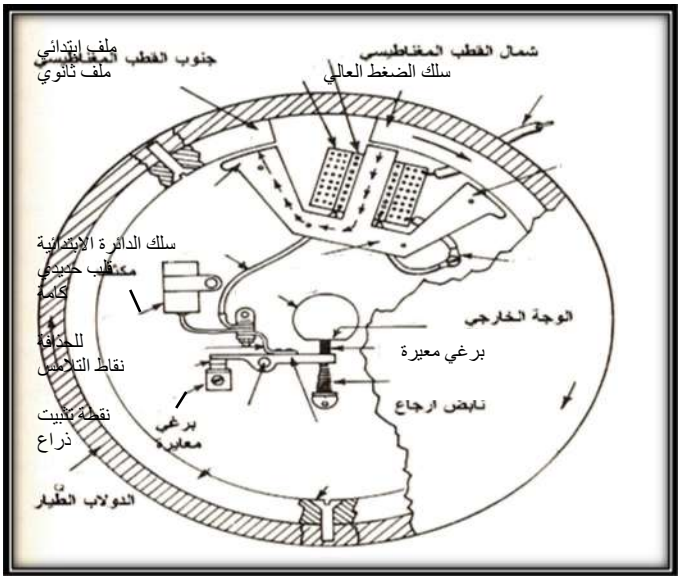


الشكل (5-14) سيارة لشخص واحد تستعمل الماكنيت

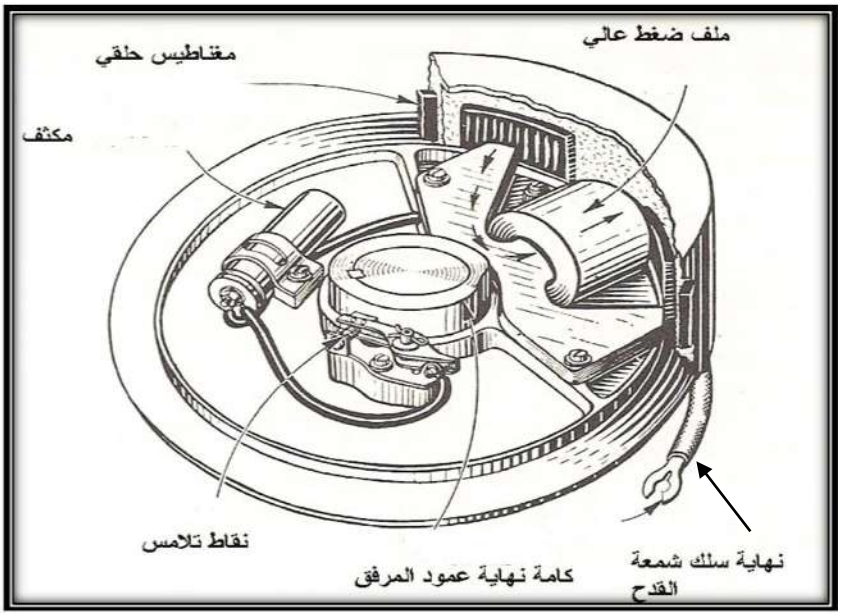
مبدأ عمل منظومة الاشعال بالماكنيت:

الكهربائية يمكن أن تتولد بدوران ملف داخل مجال مغناطيسي, كما في المولدات التقليدية حيث يتولد تيار كهربائي في أثناء مرور ملف داخل مجال مغناطيسي.

في حالة منظومة الاشعال بالماكنيت ينتج المجال المغناطيسي من خلال استخدام مغانيط دائمية, هذه المغانيط مصنوعة من الفولاذ الكاربوني عالي الجودة. المغانيط المستعملة مصنوعة من سبائك خاصة تستطيع الاحتفاظ بالمغناطيس لفترة طويلة ولظروف مختلفة. عند دوران المغناطيس الدوار داخل إطار الملف يتولد تيار عال في الملف الذي يقوم بدوره بإحداث الشرارة في شمعة القدح كما في الشكل (5-13). هناك اشكال عديدة للماكنيت تعتمد على نوع المحرك المستخدمة فيه وكما في الشكلين (5-15) و(5-16).



الشكل (5-15) الماكنيت المستعمل في محركات البنزين الصغيرة (المولدة)



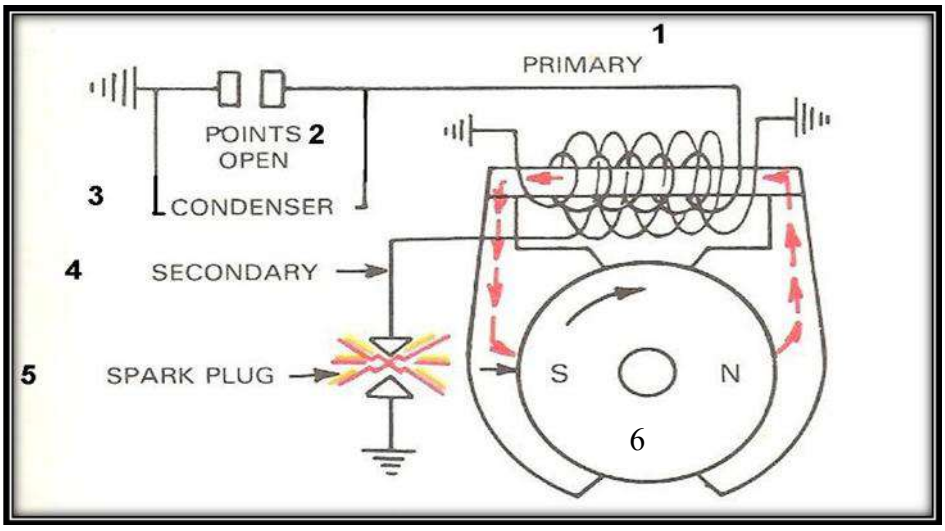
الشكل (5-16) نوع من الماكنيت يثبت على حذافة المحرك Flywheel

جهاز الإشعال المغناطيسي ذو عضو الإنتاج الدوار

Rotating Armature Magneto Ignition system

يتكون من مغناطيس دائمي (permanent magnet) مزود باثنتين من أحذية الأقطاب يدور بينهما عضو الإنتاج الذي يحتوي على الملف الابتدائي والثانوي. الملف الابتدائي يتكون من بضع مئات من لفات سلك سميك, بينما يتكون الملف الثانوي من آلاف من لفات سلك رفيع كما في الشكل (5-17).

إن الأجزاء الرئيسية لجهاز الإشعال المغناطيسي هي غلاف المغناطيس العضو الدوار, الملفات, المكثف, قاطع التلامس والموزع. كما في الشكل (5-18). إن الغلاف عبارة عن قطعة واحدة مسبوكة من الألمنيوم أو سبائكه, أما الأقطاب فتصنع من الحديد المطاوع وتثبت في الغلاف, أما المكثف فإنه مماثل للمستخدم في جهاز الإشعال بالبطارية كذلك قاطع التلامس ولاتختلف أيضاً في مبدأ التشغيل ولكن الاختلاف فقط في تركيب وتثبيت الجهاز.

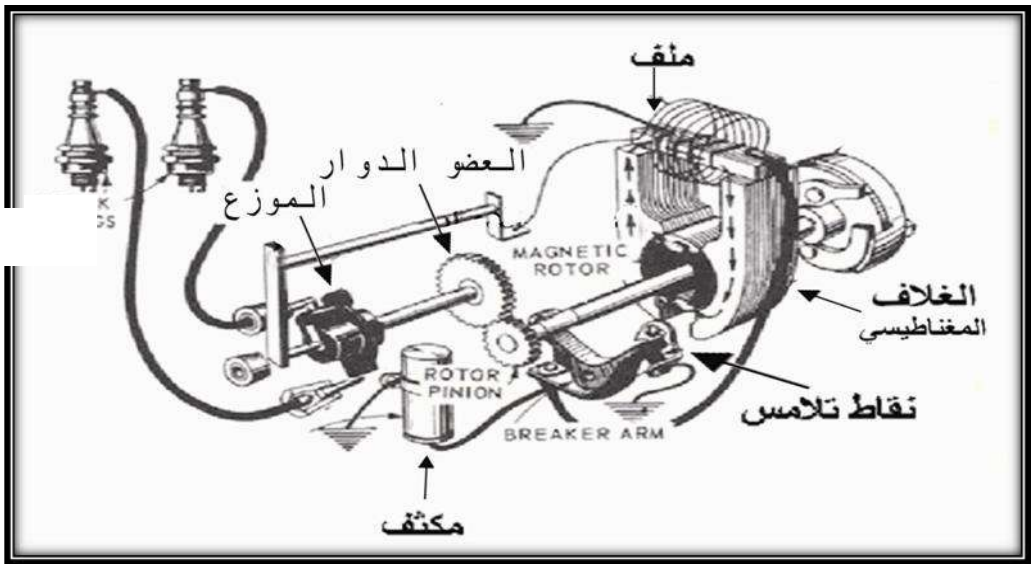


1- ملف ابتدائي 2- نقاط تلامس مفتوحة 3- مكثف 4- ملف ثانوي 5- شمعة قدح 6- مغناطيس دائمي

الشكل (5-17) رسم تخطيطي لجهاز الإشعال المغناطيسي ذو عضو الإنتاج الدوار(الماكنيت).

مقارنة بين جهاز الإشعال بالمغناطيس وجهاز الإشعال بالبطارية

1. جهاز الإشعال بالبطارية يعطي جهداً مناسباً في بداية التشغيل وفي السرعات البطيئة, ولكن يضعف بزياده السرعة. أما جهاز الإشعال المغناطيسي فلا يولد الجهد الكافي للإشعال في السرعات البطيئة.
2. توصيل جهاز الإشعال بالمغناطيسي بسيط جدا, أما جهاز الإشعال بالبطارية فإن التوصيل يكون أكثر تعقيدا.
3. صيانة جهاز الإشعال بالبطارية أكثر تعقيدا من جهاز الإشعال بالمغناطيس وكذلك المتاعب.
4. ثمن ملف الإشعال ارخص من ثمن ملف عضو الإنتاج لجهاز الإشعال المغناطيسي.



الشكل (5-18) الأجزاء الرئيسة للماكنيت

العقل الالكتروني في السيطرة على عمليه الإشعال Electronic Control Modual (ECM)

هناك العديد من التسميات للحاسبات الموجودة في السيارة والتي تتحكم بالمحرك وبعمل السيارة. للتبسيط تم الاتفاق على استخدام مصطلح وحدة التحكم الالكتروني (العقل) (ECM). يتحكم الحاسوب الموجود على السيلرة بالعديد من المنظومات عن طريق مجموعة من الحساسات التي تعطي المعلومات عن حالة المحرك وظروف عمل المركبة والطريق, تتلقى وحدة التحكم الالكتروني هذه المعلومات وتحللها ثم تضهرالسيارة النتائج وترسلها الى المنفذات (Actuator).

يمكن تلخيص واجب وحدة التحكم الالكتروني بألآتي:

1- منظومة الإشعال (تحكم بالشرارة).

2- منظومة التحكم الحاسوبي (عطل ECM, حساسات الدخول, المنفذات).

3- محولة الحركة (تبديل خاطئ في صندوق التروس, السيطرة على السرعة).

4- منظومة التبريد (عطل في مروحة التبريد).

5- المعدل الحفاز (مراقبة التحفيز جيد أو ملوث).

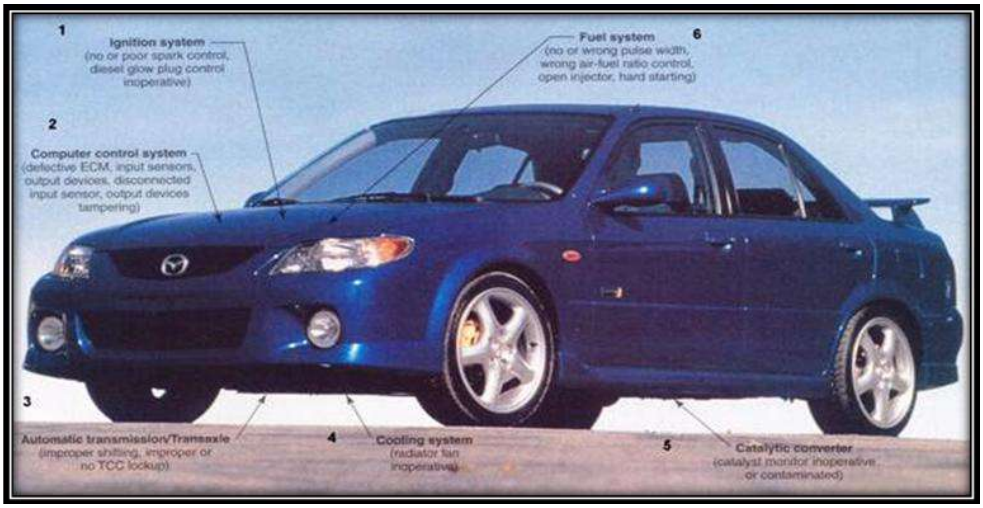
6- منظومة الوقود (تحكم في نسبة الهواء والوقود, فتح الحاقن).

هناك مصباح أصفر أو أحمر في لوحة القيادة مكتوب عليه أما (Service EngineSoon, SES, MIL أو رمز محرك) حسب الشركة والموديل يضئ هذا المصباح عند حدوث عطل معين في

المنظومات أو عند زيادة استهلاك الوقود في السيارة أو عندما لا تجتاز السيارة اختبار انبعاثات غازات العادم أو تحدث مشكلات في قيادتها.

العديد من المشكلات أو الأعطال غير المتعلقة بالعقل تؤدي إلى تخزين رموز أعطال Code في وحدة ECM ووحدة التحكم الالكتروني وتؤدي كذلك إلى أضاءة مصباح MIL أو SES.

الخطوة الأولى في تشخيص أعطال منظومة العقل هي فحص أعطال المنظومة الواضحة. يجب الحصول دائماً على المخططات الصحيحة للمنظومة وتحديد الاجهزة المؤثرة مباشرة على وحدة العقل ECM. أضافة إلى فحص الفواصم (المنصهرات Fuse) التي تغذي وحدة العقل. كما في الشكل (5-19)



1- منظومة الإشعال
2- منظومة التحكم بالحاسوب
3- محولة الحركة – الكير الاوتوماتيك
4- منظومة التبريد
5- المعدل المحفز
6- منظومة الوقود

الشكل (5-19) سيطرة العقل على منظومات السيارة

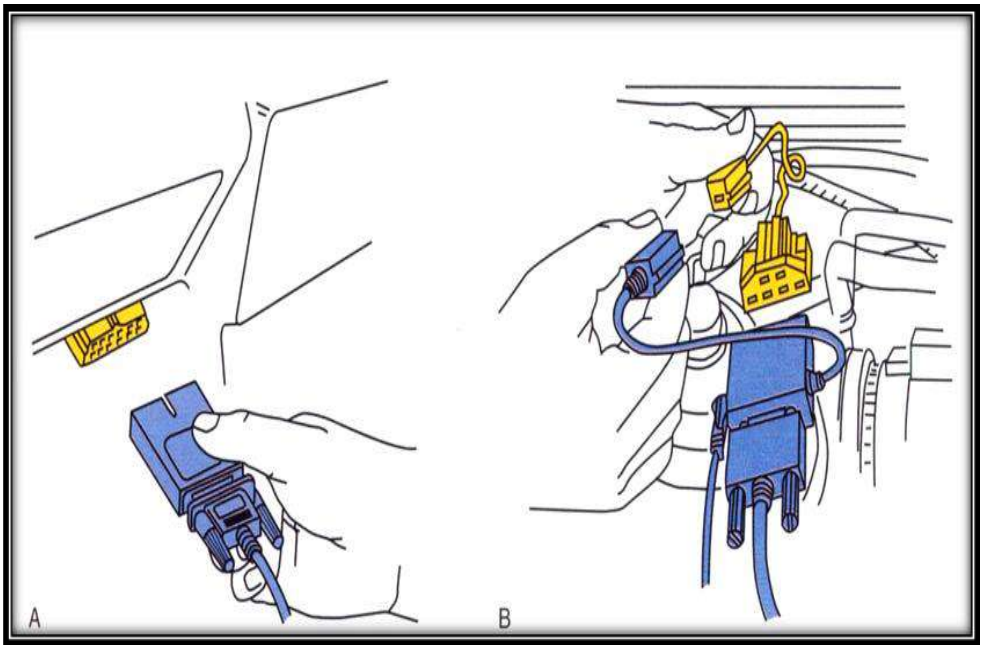
يجب فحص العقل في حالة حدوث أي توقف أو عطل , حيث يتم تسجيل رمزCode في ECM (العقل) وأضاءة مصباح MIL أو SES

SERVICE ENGINE SOON تعني بضرورة خدمة المحرك عاجلاً

الشكل (5-20) موقع ضوء تنبيه العطل (الكود) SES في لوحة القيادة

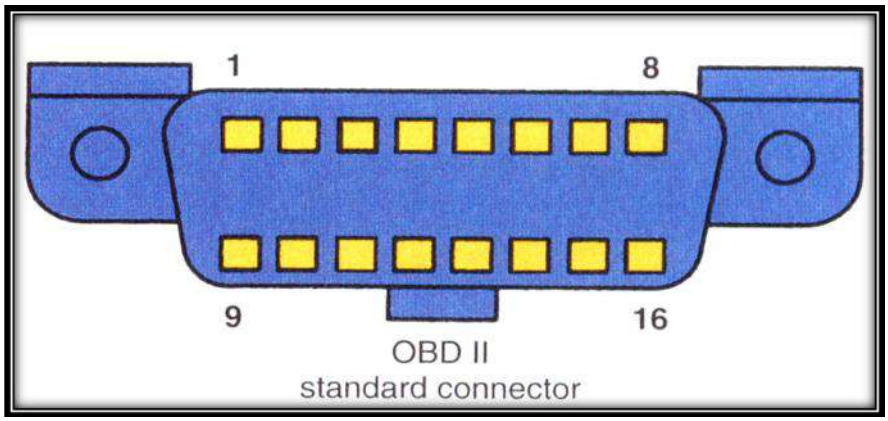
استعادة رموز الأعطال (Code)

لاستعادة رموز الأعطال من العقل يجب إتباع الإجراءات المحددة في دليل الصيانة في معظم السيارات القديمة, يمكن استرجاع الرموز من دون أية تجهيزات خاصة, وكما في سيارات (اولدزموبيل) و (سلبرتي) وذلك من الربط في وصلة المعطيات (ALDL) كما موضحة في الشكل (5-21) والتي تقع في أسفل عجله القيادة.



الشكل (5-21) ربط وصلة المعطيات ALDL في مقصورة القيادة

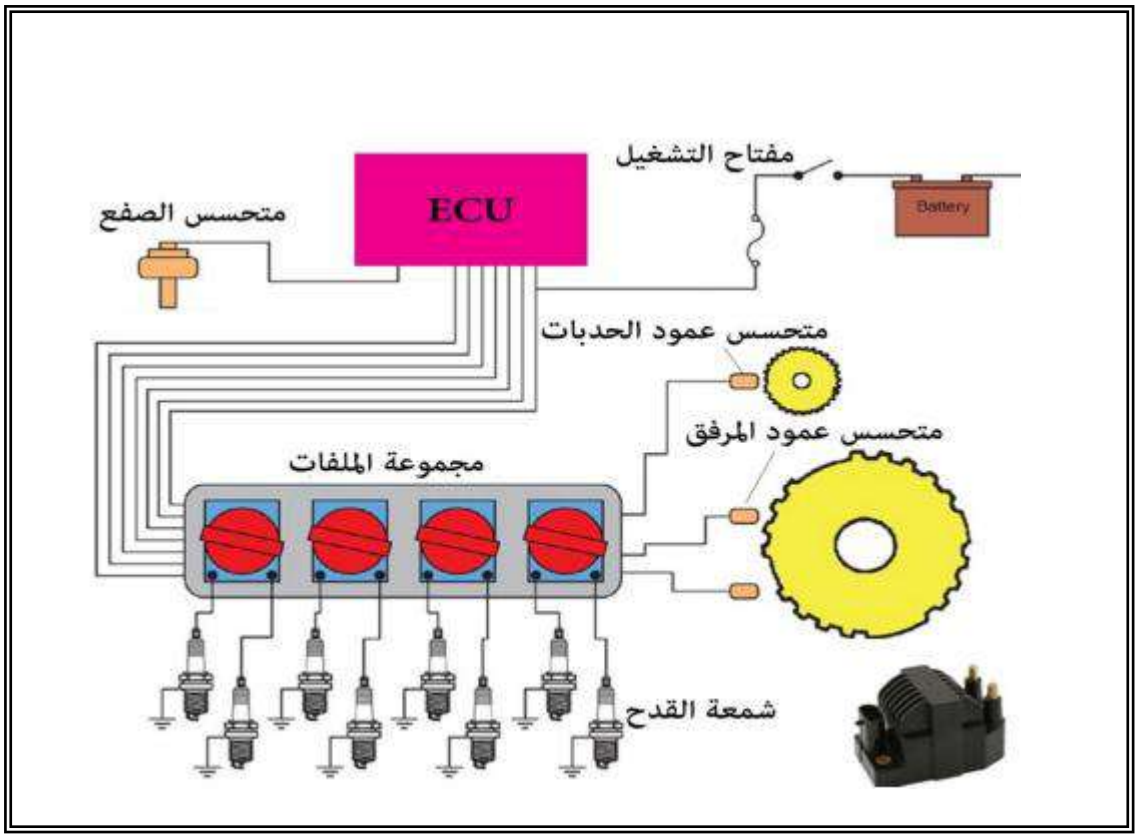
تتم العملية بوصل نقطتي A و B من ALDL بواسطة وصلة سلك قصيرة ثم إدارة مفتاح التشغيل على الوضع ON ثم ملاحظة ضوء (SES) ليضيء مرة واحدة طويلة ومرتين قصيرتين حيث الومضة الطويلة تساوي 10 والومضة القصيرة تساوي 1, عندها يتم جمع 12 =1+1 + 10 إذ إن الرمز 12 يدل على أن العقل (ECM) بحالة جيدة, يتكرر الرقم 12 ثلاث مرات للتأكد من أن العقل في حالة سليمة وإعطاء فرصة لأخذ وتدوين المعلومة. يتم بعدها ذاتياً قراءة الرموز (الكودات) المسجلة ثلاث مرات, فمثلاً الرمز (Code 54) يضيء المصباح 5 ومضات طويلة وأربعة قصيرة. وبالرجوع إلى كتيب التشغيل يمكن معرفة ما يعنيه الرمز (الكود) (Code 54) وكل ما يحتاجه الفني من مخططات لإصلاح العطل. والشكل (5-22) يوضح فيشة تشخيص الاعطال نوع OBD II.



الشكل (5-22) وصلة المعطيات OBD II أو ALDL في طرازات أخرى من السيارات

عملية الإشعال في محركات GM اولدزموبيل وسلبرتي

استعمل في سيارات اولدزموبيل, GM وسلبرتي نظام سمي بنظام الإشعال المباشر Direct injection system (DIS) ، حيث انة من المفيد أن نعرف أن هذا النظام مستعمل في محرك على شكل حرف V ومقدار الزاوية 120 درجه بين ضلعي الحرف V لذلك خلال دورة واحدة للمحرك فإن جميع الاسطوانات تكون قد وصلت إلى النهاية الميتة العليا لمرة واحدة. المحركات ذات الأشواط الأربعة يدور فيها عمود المرفق دورتين ينهي خلالها دورة كاملة وخلالها تكون جميع الاسطوانات قد مرت في شوط القدرة. والشكل (5-23) نموذج لنظام الإشعال المباشر لمحرك 8 اسطوانات.



الشكل (5-23) مخطط لنظام إشعال مباشر لمحرك 8 اسطوانات

<u>إن نظام الإشعال المباشر له فوائد كثيرة:</u>

1- اقل صيانة من الأنواع الأخرى.

2- الأجزاء المتحركة قليلة.

3- أجزاء صغيرة لذلك لاتحتاج إلى مساحة ك

4- عدم وجود حمل ميكانيكي.

مكونات منظومة الإشعال المباشر:

1- الحاسوب (السيطرة الالكترونيه).

2- مسيطر الإشعال المباشر.

3- الملفات.

4- قرص التحسس (قرص ذو حفر ضمن عمود المرفق).

5- متحسس عمود المرفق.

6- متحسس عمود الحدبات

وهناك أجزاء أخرى مستعملة في النظام مثل بقية الأنظمة منها شمعات القدح وأسلاك شمعات القدح.

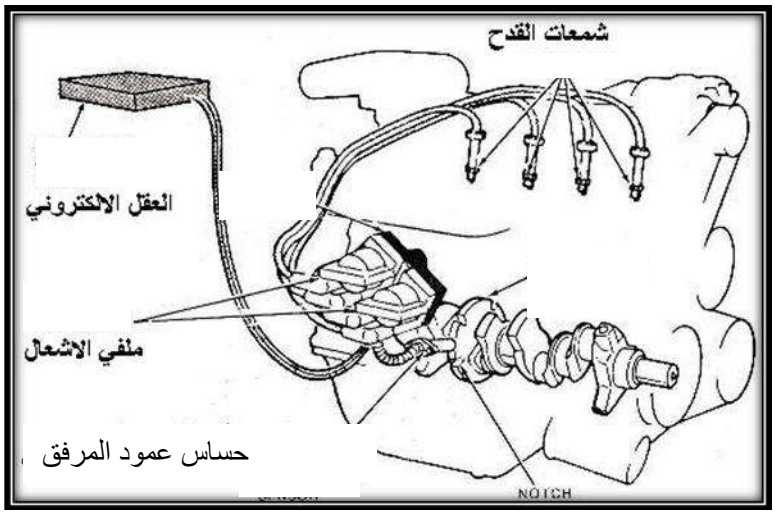
إن نظام الإشعال هنا هو (1 2 3 4 5 6) كما في الشكل (5-24) مما يعني أن المكبس رقم 1 والمكبس رقم 4, المكبس رقم 2, والمكبس رقم 5,المكبس رقم 3 والمكبس رقم 6 متزاوجان (متماثلان) في الحركة, والمقصود بالمتزاوجين هو وصولهما إلى النقطة الميتة العليا في وقت واحد لكن في أحدى الاسطوانتين يكون هناك شوط عادم, وفي الأسطوانة الأخرى يكون شوط قدرة. لذلك إذا كان توقيت الشرارة هو 10 درجة قبل النقطة الميتة العليا BTDC عند أحدى الاسطوانتين سوف تكون الدرجة نفسها في الاسطوانة الأخرى.

إن نظام الإشعال (1 2 3 4) **نظام الإشعال (1 2 3 4 5 6)**

الشكل (5-24) إن نظام الإشعال (1 2 3 4) و نظام الإشعال(1 2 3 4 5 6)

يستعمل في هذا النظام طريقه القدحة (الشرارة) الضائعة, حيث عند وصول أي من المكبسين المتزاوجين إلى قرب النقطة الميتة العليا سوف تحدث شرارة في هاتين الاسطوانتين تستفاد منها الاسطوانة التي هي في شوط الضغط وتضيع في الاسطوانة الأخرى والتي هي في شوط عادم (القدحة ضائعة) ك

تقوم الحساسات بإعطاء المعلومات إلى العقل ليقوم بأعمال السيطرة, هذه الحساسات موزعة على المحرك وكما الشكل (5-25).

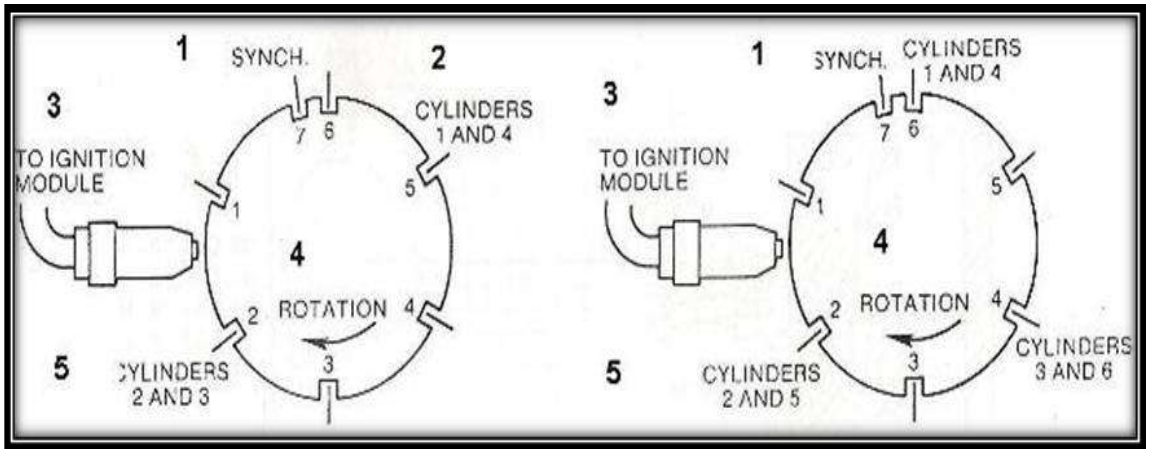


الشكل (5-25) مواقع الحساسات والعقل الالكتروني لسيارة (سلبرتي)

عمل الدائرة الابتدائية لمنظومة الإشعال المباشر

إن منظومة الإشعال المباشر تبدأ من متحسس عمود المرفق (حساس الكرنك) الشكل (5-26) لغرض تحديد توقيت القدحة (الشرارة).

يتكون متحسس عمود المرفق من مغناطيس دائم حوله ملف.



1- حفرة التزامن **2- الاسطوانات 1 و4**

3- إلى العقل الالكتروني **4- اتجاه الدوران**

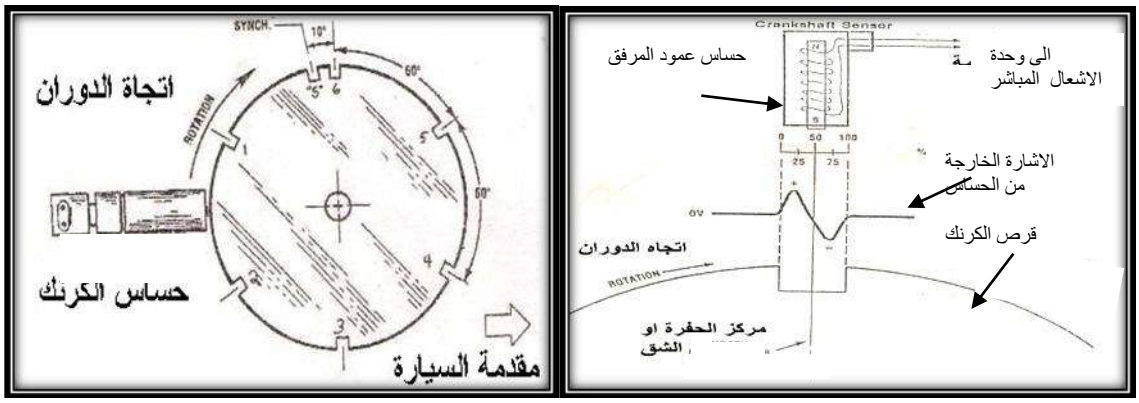
الاسطوانات 2 و 3 والاسطوانا ت 2 و 5 **6- الاسطوانات 3 و 6**

الشكل (5-26) عمل حساس عمود المرفق

إن المتحسس المثبت في كتلة الاسطوانات يكون باتجاة قرص كبير هو جزء من عمود المرفق (عمود الكرنك) ويكون مركزياً مع محورة. على هذا القرص 6 حفر مقسمة على محيطه.

(بين كل حفرة وأخرى 60 درجة) وتوجد حفرة سابعة تبعد 10 درجات عن إحدى الحفر كما في الشكل (5-27).

عند دوران المحرك سوف تمر هذه الحفر أمام متحسس عمود المرفق الذي يبعد (1 ملم) عن قرص عمود المرفق, وعند مرور أي حفرة أمام قرص عمود المرفق سوف تتولد موجة تيار كهربائي متناوب AC على شكل سن المنشار.



الشكل (5-27) متحسس عمود المرفق وقرص عمود المرفق

تسمى الحفرة بالحفرة المميزة والحفرة التي تأتي بعدها تسمى حفرة رقم 1 والثانية حفرة رقم 2 وهكذا إلى حفره رقم 6. فعند وصول اشاره الحفرة المميزة فإنَّ المسيطر يعرف بعدها بخمسين درجة سوف تأتي حفرة رقم 1 وبعدها بستين درجة حفرة رقم 2 وهكذا. مسيطر الإشعال المباشر سوف يعرف أي ملف يغلق أو يفتح لغرض توليد الشرارة

مصطلحات فنية

اللغة الانكليزية	اللغة العربية
Ignition System	منظومة الاشعال
Spark Plug	شمعة القدح
Firing Order	ترتيب الاشعال
Battery Ignition System	منظومة الاشعال بالبطارية
Primary Circuit	الدائرة الابتدائية
Secondry Circuit	الدائرة الثانوية
Battery	بطارية
Ignition Switch	مفتاح التشغيل
Primary Coil	الملف الابتدائي
Ignition coil	ملف الاشعال
Secondry Coil	الملف الثانوي
Condensor	المكثف
Coil	الملف
Cotact point	نقاط التلامس
Distributor	الموزع
Electronic Control Module	العقل الالكتروني
SES Service Engine Soon	خدمة المحرك عاجلاً
Fuse	فاصم (فيوز)
Positive terminal	أطراف التوصيل الموجبة
Negative terminal	أطراف التوصيل السالبة

اللغة الانكليزية	اللغة العربية
Distributor rotor	عضو الدوار
Magnet	مغناطيس
Magnetic rotor	العضو المغناطيسي الدوار
North pole	القطب الشمالي
South pole	القطب الجنوبي
Ignition module	وحدة الاشعال
Crankshaft sensor	حساس عمود المرفق (الكرنك)
Electronic Controled Module	وحدة السيطرة الالكترونية
BDC Bottom Dead Center	النقطة الميتة السفلى
TDC Top Dead Center	النقطة الميتة العليا
Dual Coil	ملفي الاشعال

اسئلة الفصل الخامس

س1: اذكر الوظيفة الأساسية لمنظومة الإشعال, وما المبادئ اللازمة لأداء المحرك بكفاءة عالية ؟

س2: ما الدائرة الابتدائية في منظومة الإشعال بالبطارية ؟ مع رسم مخطط.

س3: ما الدائرة الثانوية في منظومة الإشعال بالبطارية ؟, مع رسم مخطط.

س4: إرسم مؤشراًعلى الأجزاء منظومة إشعال بالبطارية لمحرك 4 اسطوانات.

س5: تحدث باختصار عن نظرية عمل منظومة الإشعال بالبطارية مع الرسم.

س6: ارسم بشكل مفصل مؤشراً على الأجزاء ملف الإشعال.

س7: اذكر مكونات (تركيب) شمعة القدح مع الرسم المبسط.

س8: عرف شمعة القدح الباردة وشمعة القدح الحارة.

س9: ماهي ثغرة شمعة الإشعال, اشرحها باختصار؟

س10: ماهو المكثف ؟ ارسم مخططاً مؤشراً على أجزاءه.

س11: ارسم مخططاً لمنظومة الإشعال الالكترونية مؤشرا على الأجزاء.

س12: ماذا يستعمل في بعض الأنواع الحديثة من انظمة الإشعال الالكتروني لتقديم وتأخير الشرارة ؟ اذكر الأجزاء المساعدة لذلك؟

س13: سمي المسطلحات الاتية باللغة الانكليزية.

1-شمعة القدح.
2-ملف الإشعال.
3-سلك شمعة القدح.
4-جهد عالي.
6- ضغط عالي.
7- مغناطيس.
8- العضو الدوار.
9- القطب الجنوبي.

س14: لماذا وأين تستعمل منظومة الإشعال المغناطيسي؟

س15: اذكر مع شرح مبسط لاجزاء جهاز الإشعال المغناطيسي.

س16: إرسم مخططاً لجهاز الإشعال المغناطيسي ذو عضو الإنتاج الدوار.

س17: قارن بين جهاز الإشعال المغناطيسي وجهاز الإشعال بالبطارية.

س18: إشرح مبدأ عمل الماكنيت.

س19: اذكر فوائد نظام الإشعال المباشر.

س20: عدد مكونات نظام الإشعال المباشر.

س21: اكتب عن نظام الإشعال المباشر ونظام الإشعال في المحركات التقليدية لمحرك 6اسطوانات.

س22: ارسم مخطط حدوث الشرارة في اسطوانتين معا.

س23: عرف القدحة الضائعة.

س24: ارسم مخططاً لحساس الكرنك, مؤشرا على الأجزاء.

س25: عدد واجبات العقل الالكتروني.

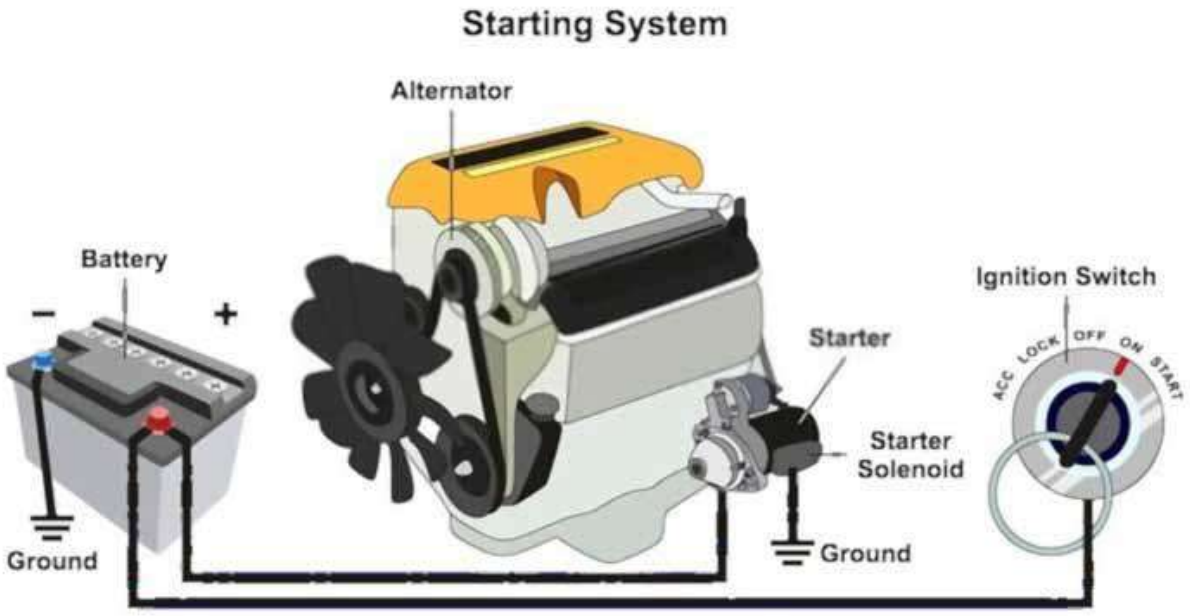
س26: ما هو رمز العطل ؟ ولماذا يسجل في ECM (العقل).

س27: اشرح باختصار عملية استعادة رموز الأعطال (CODE) في السيارة.

الـفـصل الـسـادس

منظومة التشغيل والشحن

Charge And Starting Systems



الاهداف:

بعد الانتهاء من هذا الفصل يصبح الطالب قادراً على أن:

1 ـ يعرف وظيفة منظومة بدء التشغيل . ومبدأ عملها.

2 ـ يعرف اجزاء محرك بدء الحركة .

3 - يعرف منظومة شحن البطارية. ومبدأ عملها.

دائرة التشغيل Starting

وظيفة منظومة بدء التشغيل

عمل منظومة بدء التشغيل محصور في بدء تشغيل الماكنة (المحرك),حيث يسلط القوة المدورة على عمود المرفق عن طريق الحذافة القوة المحركة لها.

محرك بدء التشغيل هو محرك ذو تيار مستمر يستمد تيار من البطارية, ويعمل على تزويد المحرك بالعزم اللازم لتحريكه, حتى يشتغل محرك السيارة بوسائله الميكانيكية بتعاقب الأشواط عندها يقطع هذا العزم عنه. فعمله إذن محصور في بدء تشغيل الماكنة.

محرك بدء الحركة يجب أن يكون ذو قدرة كافية إلى الحد الذي يستطيع معه المغذي (الكاربوريتر) من إعطاء النسبة الصحيحة لخليط الوقود والهواء, وكذلك يجب إن يكون قادراً كما ذكر أعلاه على توليد عزم عال جداً عند بداية التشغيل (بدء التشغيل) للتغلب على المقاومات الناتجة عن شوط الانضغاط وعن الاحتكاك وغيرها من العوامل خاصة في فصل الشتاء بسبب زيادة لزوجة زيت محرك السيارة.

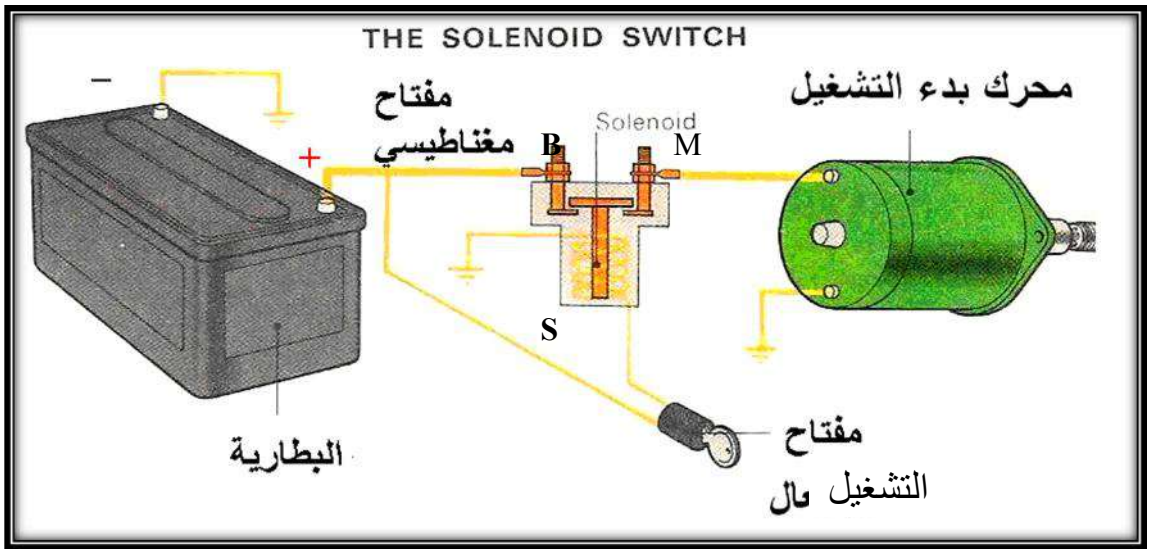
مكونات منظومة بدء التشغيل Starting system component

يوضح الشكل (114) منظومة بدء التشغيل، والتي تتكون بصورة رئيسة من محرك بدء التشغيل، الغرض منه تدوير الماكنة، بطارية تعمل كمصدر للطاقة، ومفتاح التشغيل لغرض فتح وغلق دائرة محرك بدء التشغيل، يزود بمفتاح تشغيل مغناطيسي (Solenoid Switch) عادة.

مبدأ عمل المحرك الذاتي (السلف)

يحتوي المحرك الذاتي على ملفات مغناطيسية ملفوفة على قطع من الحديد كما في الشكل (6-1).

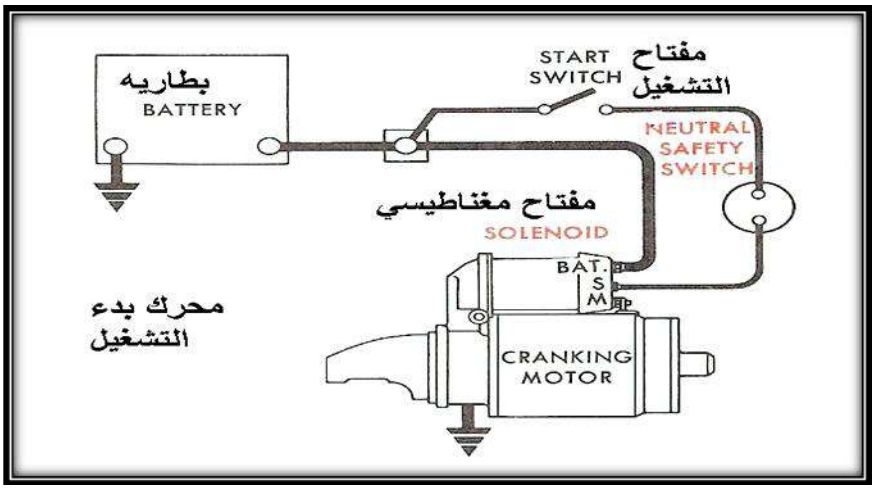
يسري التيار الكهربائي في الملف مولداً مجالاً مغناطيسياً بقطبين شمالي وجنوبي, عادة ما تكون الملفات أربعة يدور داخل هذه الملفات عضو الإنتاج (ارميجر) والذي يحتوي على مجموعة من الملفات يرتبط كل زوج منها موحد التيار (بالكومتيتر). عند مرور التيار في ملف عضو الإنتاج.



الشكل (6-1) المكونات الأساسية لمنظومة التشغيل

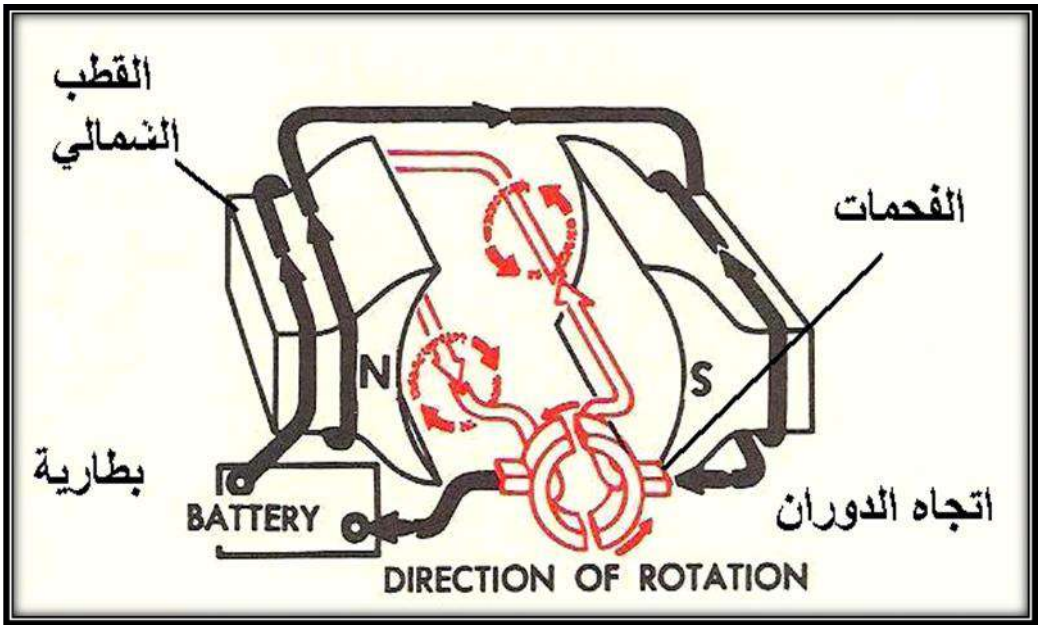
من الشكل (6-2) نرى أن أحد الأسلاك الغليظة من طرف البطارية الموجب (+) يربط بطرف المفتاح المغناطيسي ماراً بمفتاح التشغيل. هذا السلك يعمل على توصيل التيار للمفتاح المغناطيسي. مفتاح التشغيل يعمل على فتح وغلق الدائرة الكهربائية والسيطرة على عمل المفتاح المغناطيسي.

وتستخدم أسلاك غليظة حيث يمر به تياركبير لغرض تدوير محرك بدأ الحركة. هنالك سلك آخر كبير يربط طرف المفتاح المغناطيسي (M) مع محرك بدأ الحركة. عند ارتباط نقطة الاتصال للطرف (B) داخل المفتاح إلى الطرف (M) بواسطة المفتاح المغناطيسي فإن التيار سوف يسري من البطارية إلى محرك بدأ الحركة كما موضح في الشكل (6-3).



الشكل (6-2) طريقة ربط أسلاك محرك بدء الحركة مع وجود المفتاح المغناطيسي

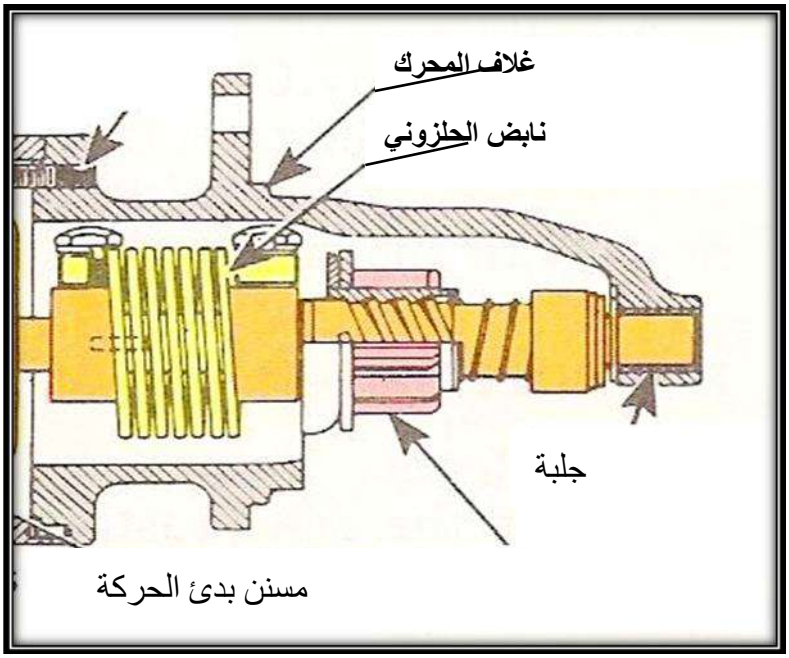
يجعله يتصرف وكأنه مغناطيس. يغذى عضو الإنتاج بتيار كهربائي من خلال الفحمات, التجاذب والتنافر بين الحقل المغناطيسي الخاص بملف الحقل وملف عضو الإنتاج يسبب دوران عضو الإنتاج (الارميجر).



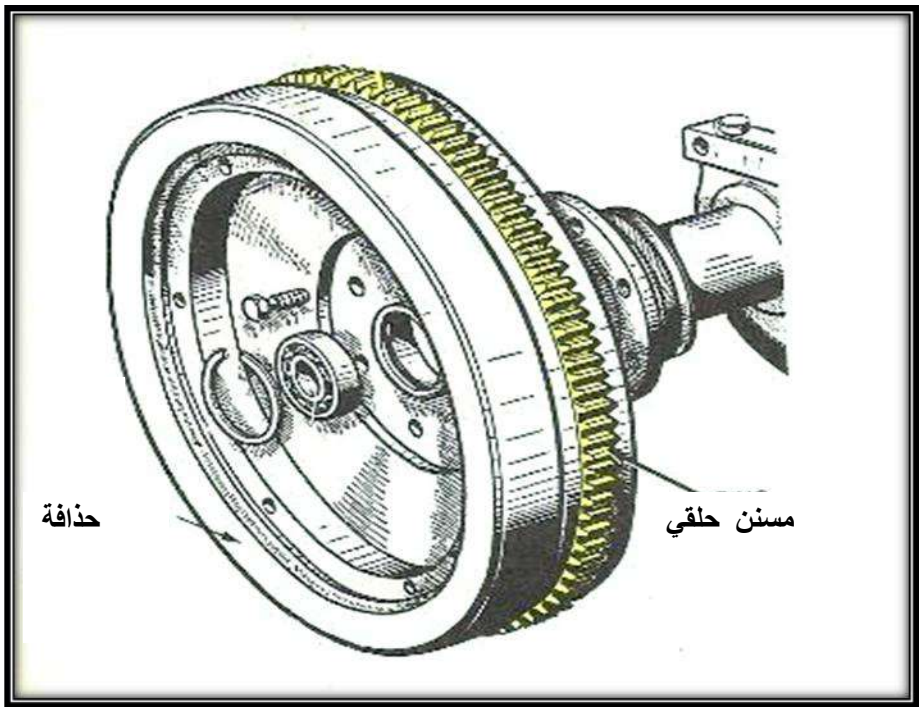
الشكل (6-3) مبدأ عمل محرك بدء التشغيل الذاتي (السلف)

مسنن بادئ الحركة Starter pinion gear

الشكل (6-4), المسنن الصغير المرتبط ببادئ الحركة وبالتحديد على عمود عضو الانتاج (الارميجر) حيث يدور من 15 إلى 20 دورة من أجل إكمال دورة واحدة لمسنن حذافة (الدولاب الطيار), الشكل (6-5) أي إن نسبة التخفيض هي نحو (1:15) أو (1:20).ومن أجل أن يجعل المحرك يدور 200 دورة في الدقيقة لبدء تشغيل محرك البنزين يحتاج إذن أن يدور 20 X 200 = 4000 دورة في الدقيقة و15 X 200= 3000 دورة في الدقيقة.



الشكل (6-4) مسنن بادئ الحركة



الشكل(6-5) المسنن الحلقي على حذافة الذي يتعشق معه مسنن بادئ الحركة الصغير

أجزاء المحرك الذاتي (محرك بدئ الحركة) Parts of self starter

يتكون بادئ الحركة من الأجزاء الرئيسة التالية, وكما مبين في الشكل (6-6) والشكل (6-7).

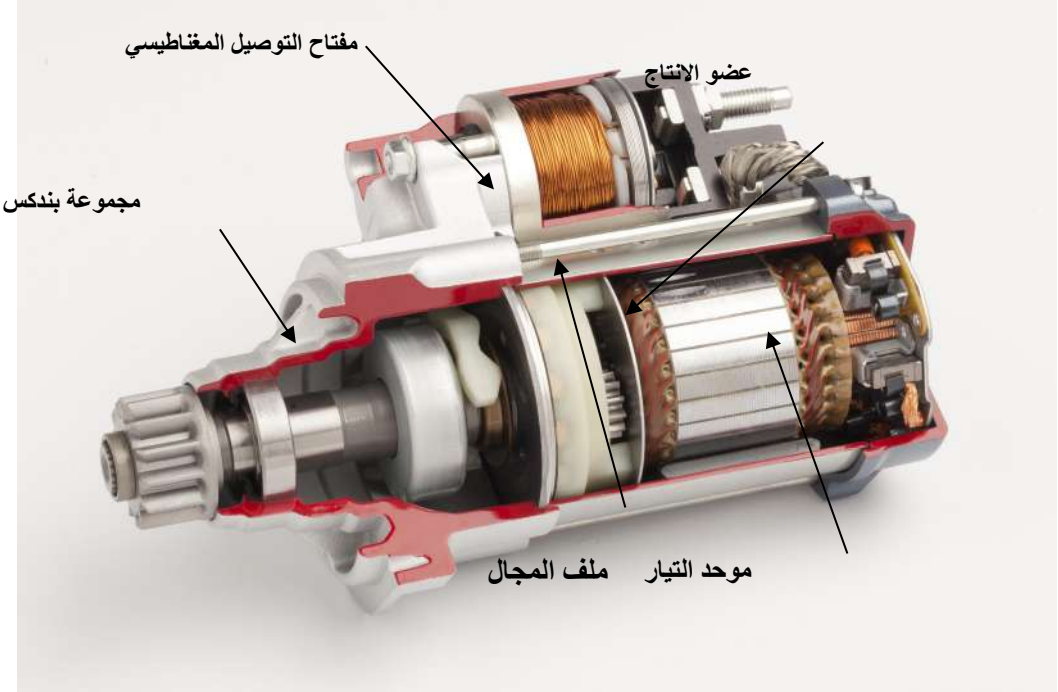
1- عضو الإنتاج Armature

2- ملف المجال Field Winding

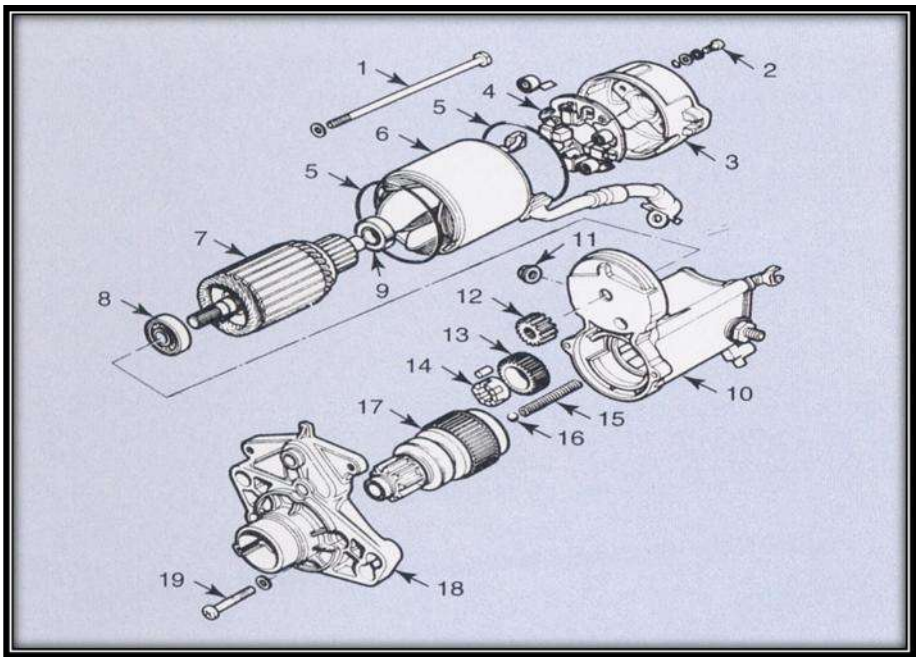
3- موحد التيار Commutator

4- مفتاح التوصيل المغناطيسي Magnetic switch

5- مجموعة بندكس. Bendix Drive



الشكل (6-6) مقطع توضيحي لبادئ حركة تقليدي



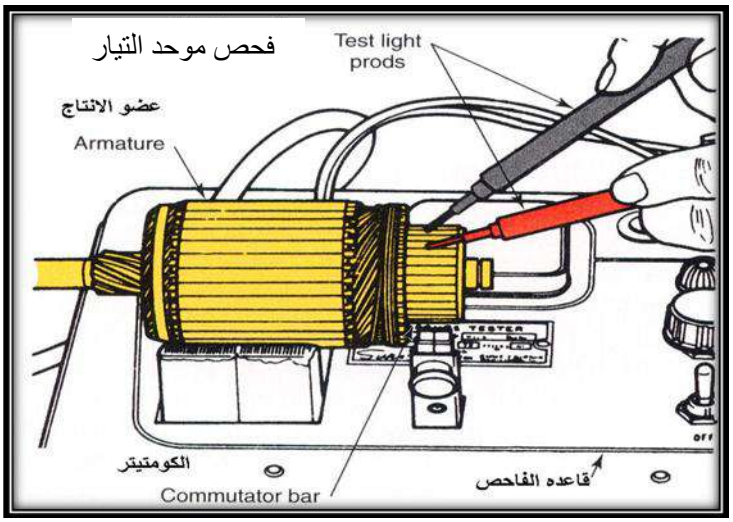
1- براغي تثبيت	2- برغي حامل الفحمات	3- غطاء جانبي
4- حامل الفحمات	5- حلقه إحكام	6- الجسم
7- عضو الانتاج	8- كرسي تحميل كروي	9- كرسي تحميل كروي
10- الاوتوماتيك	11- توصيل	12- مسنن
13- مسنن وسيط	14- كراسي دحرجة	15- نابض
16- كرة فولاذية	17- قارنه (راجس)	18- غطاء جسم المسنن
19- برغي تثبيت		

الشكل (6-7) الأجزاء مفككة لبادئ الحركة نوع تروس التخفيض

1- عضو الإنتاج ARMATURE

يتكون عضو الإنتاج كما مبين في الشكل (6-8) من محور عليه ملف أسلاكه عريضة من النحاس تلتقي نهاياته عند الكومتيتر(موحد التيار), يستلم فيها التيار الكهربائي عن طريق أربعة فرش كاربونية.

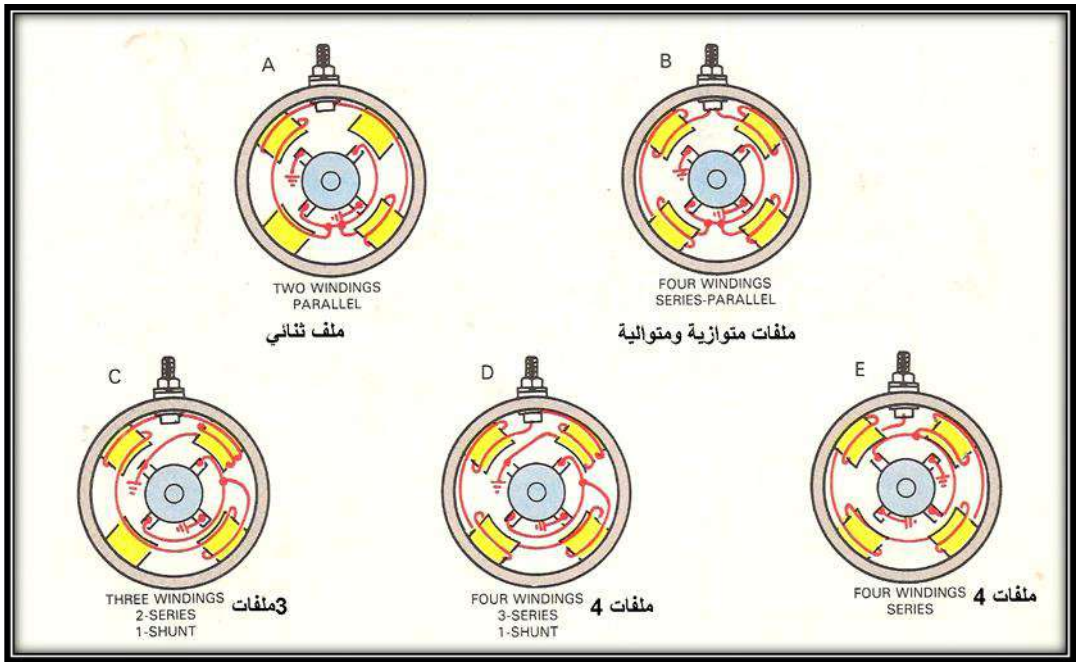
يستند عضو الإنتاج من طرفيه على جلب زيتيه ليدور عليها, وتتحمل هذه الجلب رد فعل عزم الدوران, يحمل عضو الإنتاج في المقدمة جهاز بندكس المسؤول عن تعشيق الترس الصغير مع الحذافه.



الشكل (6-8) عضو الإنتاج على جهاز الفحص

2- ملف المجال FIELD WINDING

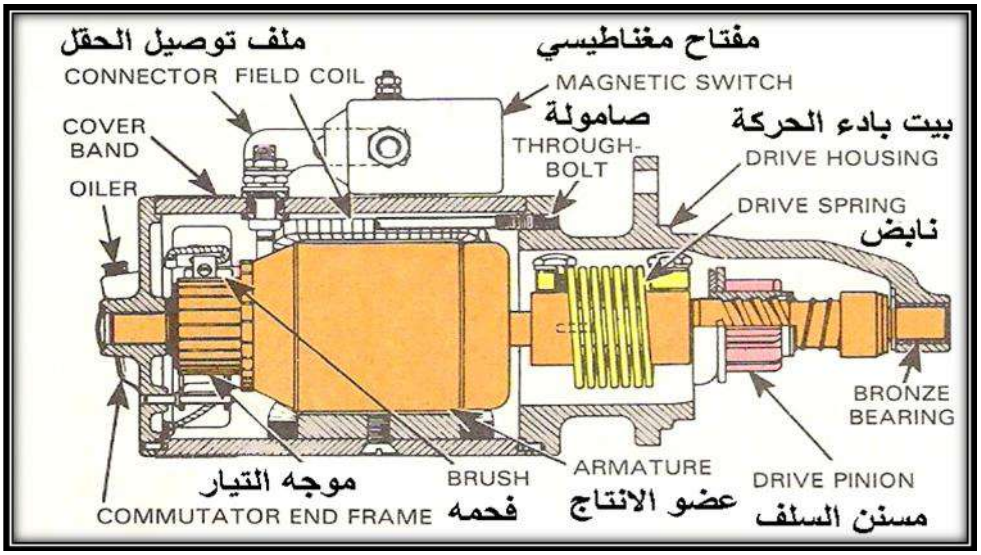
وهو عبارة عن أربع قطع من المعدن محاطة بسلك نحاسي شريطي, عندما يمر بها التيار تتحول إلى مغانيط كهربائية يساعد في تدوير عضو الإنتاج, وهي على عدة اشكال وتصاميم كما في الشكل (6-9).



الشكل (6-9) دوائر وتصاميم مختلفة لملف المجال

3- موحد التيار COMMUTATOR

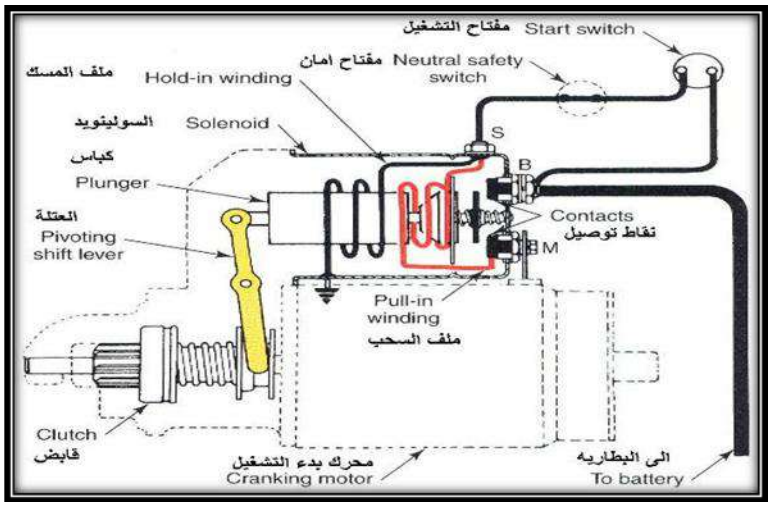
يتكون من قطع نحاسية مثبتة على محور عضو الاستنتاج بعدد الملفات في عضو الانتاج وتربط بها لتزويد الملفات بالتيار الكهربائي في أثناء حركة العضو الدائرية عن طريق الفرش الكاربونية. شكل (10-6).



الشكل (6-10) موحد التيار في محرك بدء الحركة

4- مفتاح التوصيل المغناطيسي MAGNETIC SWITCH

يحتوي المفتاح الذي يظهر في الشكل) (6-11) و(6-13) على ملف واحد فقط وهناك أنواع أخرى تحتوي على ملفين أحدهما يدعى بملف السحب, والأخر بملف المسك شكل (6-14), كلا الملفين يولدان قوة مشتركة لسحب المفتاح المغناطيسي واكمال الاتصال اللازم للمفتاح المغناطيسي.



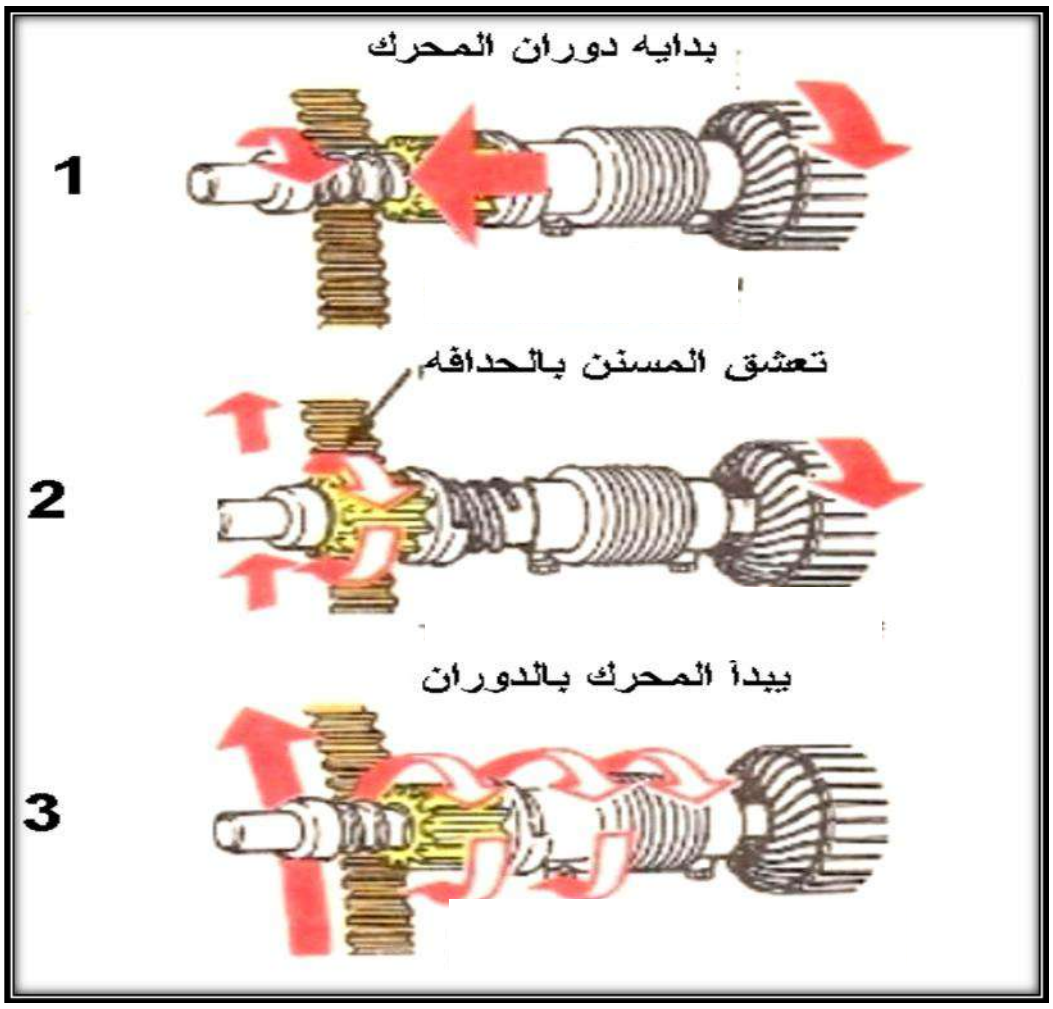
الشكل (6-11) مفتاح التوصيل المغناطيسي (اوتوماتيك السلف)

5 – جهاز بندكس BENDIX DRIVE

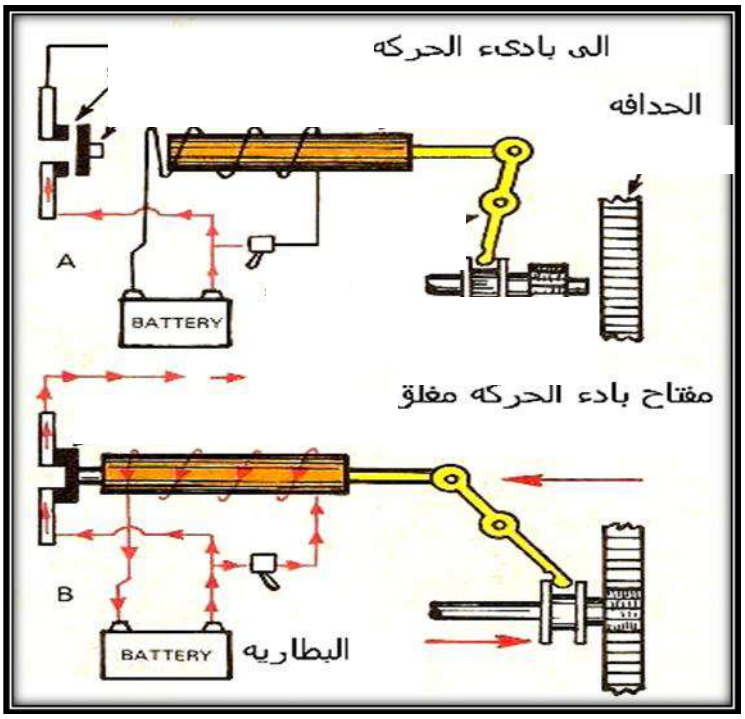
مجموعه بندكس هي ابسط المجاميع المستعملة في التعشيق والفصل بين المحرك الذاتي وحذافة وهي من النوع الأول الذي يتم فيه التعشيق عند تشغيل المحرك.

تتكون هذه ألمجموعة من ترس تعشيق مقلوظ من الداخل ومسنن من الخارج. ويركب هذا الترس على جلبة بداخله مقلوظة هي الأخرى من قطرها الخارجي بنفس الخطوة التي تمت بها مقلوظة ترس التعشيق من الداخل.

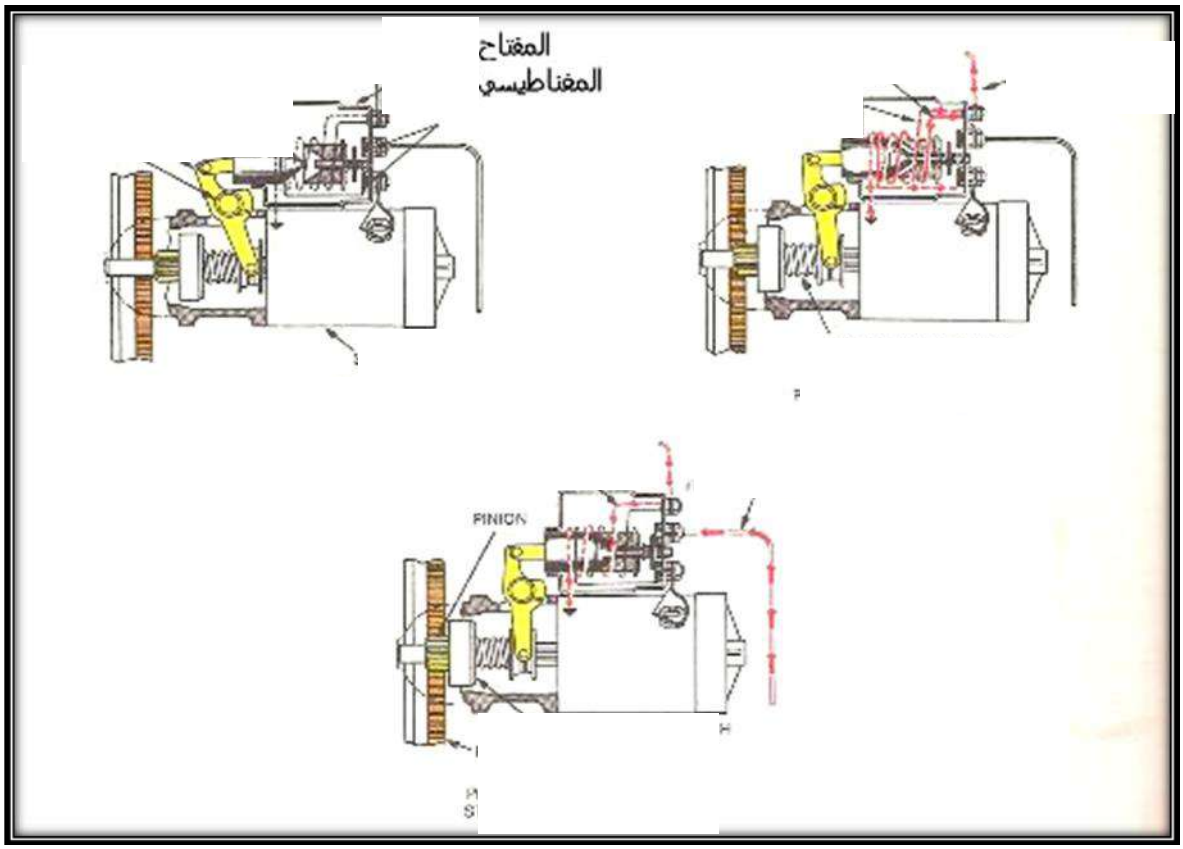
عند بدء محرك بدء التشغيل بالعمل يندفع مسنن بادئ الحركة نحو مسنن الحذافة عن طريق العتلة المتصلة بالكباس والمتصل بدورة بالمفتاح المغناطيسي كما في الشكل (6-12) وكما في الشكلين (6-13و6-14). وعند بدء عمل المحرك تكون سرعة الحذافة اعلى من سرعة ترس محرك بدء الحركة فيعود الى مضجعة.



الشكل (6-12) مراحل عمل مجموعة بندكس



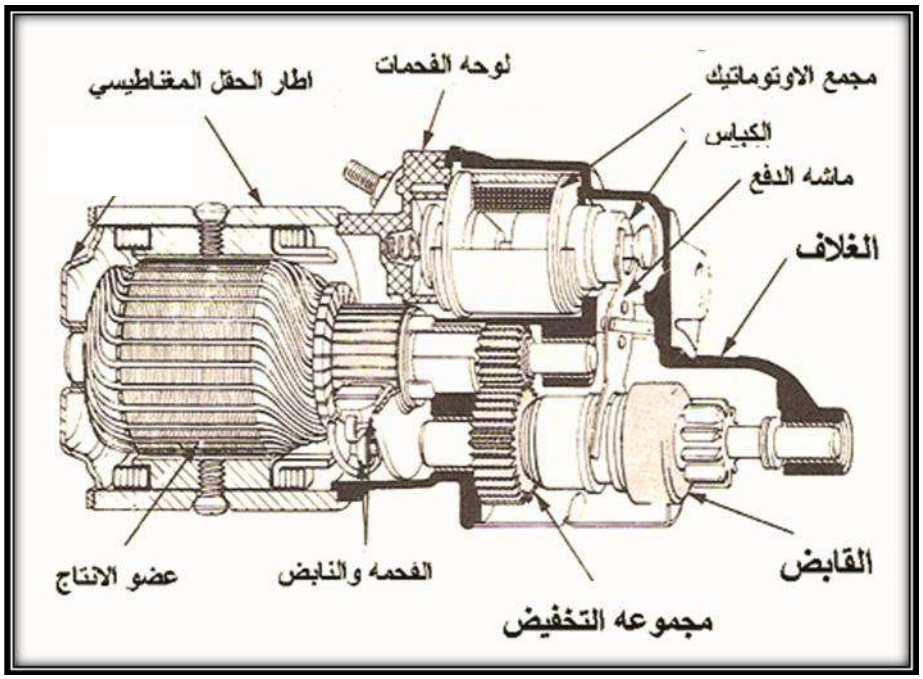
الشكل (6-13) عمل جهاز بندكس مع المفتاح المغناطيس



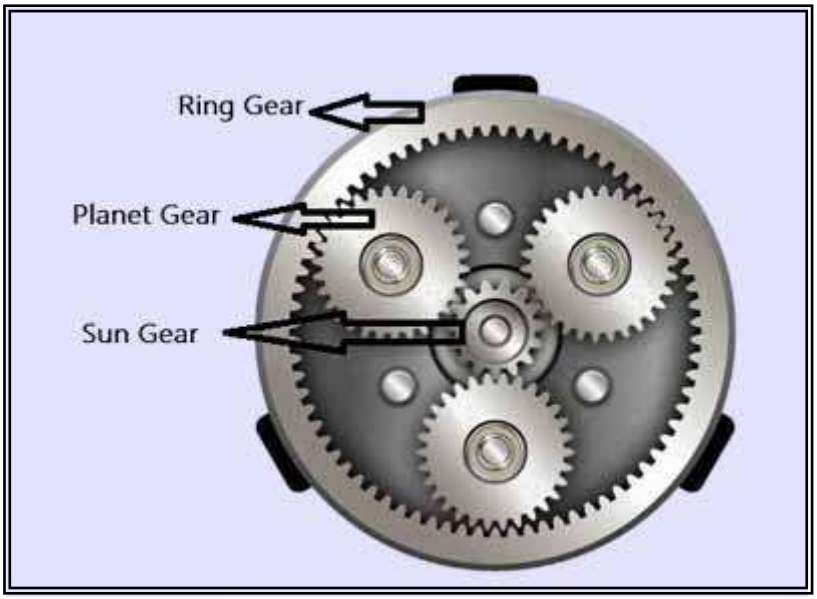
الشكل (6-14) مراحل عمل بادئ الحركة ذو المفتاح المغناطيسي

المحرك الذاتي ذو تروس التخفيض Starter With

بدء جيل جديد من المحركات الذاتية باستخدام مجموعة تروس اضافية تقوم بتخفيض سرعة المحرك الذاتي من أجل زيادة العزم الدوراني الذي تحتاجه المحركات الكبيرة, اضافه إلى استهلاك تيار أقل من البطارية في بداية التشغيل إذ أنها بهذا تستطيع تشغيل المحرك ببطارية ذات شحن غير كامل كما في الشكلين (6-15 و 6-16).



الشكل (6-15) محرك ذاتي ذو مجموعه تخفيض اعتيادية من شركة كرايسلر (Chrysler)



الشكل (6-16) محرك ذاتي يحتوي على مجموعة تخفيض ذات تروس فلكية من شركة تويوتا TOYOTA (Super Saloon)

دائرة الشحن Charging Circuit

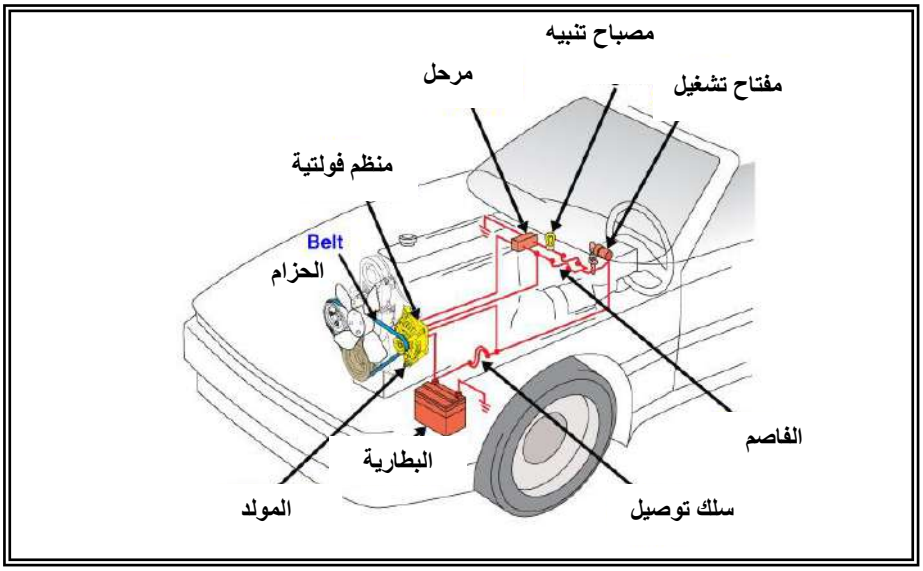
تقوم دائرة الشحن بحفظ البطارية في حالة شحن جيدة, حيث يقوم محرك بدء التشغيل بأخذ التيار من البطارية عند تشغيل المحرك, وتعيد دائرة الشحن التيار مرة أخرى إلى البطارية, بالاضافة إلى ذلك تغذي دائرة الشحن الدوائر الكهربائية الموجودة في السيارة كدائرة الإشعال والانارة عند دوران المحرك.

أجزاء دائرة الشحن Parts Of Charging Circuit

تشمل دائرة الشحن, وكما مبين في الشكل (6-17)

1- البطارية 2- مفتاح التشغيل 3- المولد 4- المنظم 5- الأسلاك التوصيل

6- المرحل 7- مفتاح التشغيل 8 – الفاصم 9- مصباح تنبيه عطل المولد

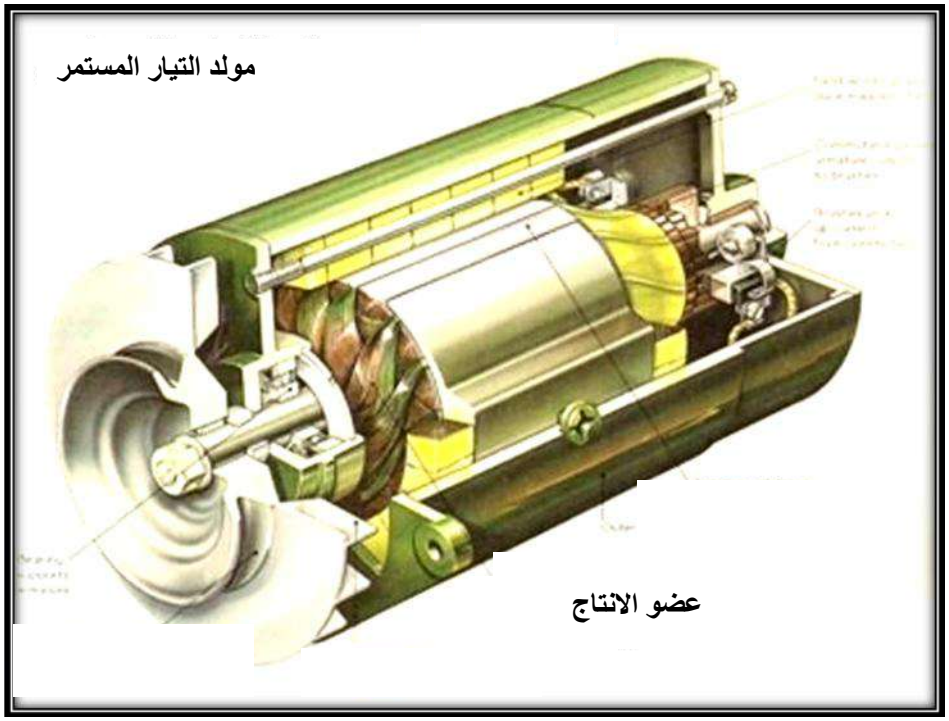


الشكل (6-17) أجزاء دائرة الشحن

مولد التيار المستمر Dynamo or D.C Generator

المولد الكهربائي جهاز تتحول بواسطته الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية. ويأخذ المولد حركتة من محرك السيارة التي يرتبط معها بحزام على شكل V.

ينتج هذا النوع من المولدات تيار مستمر (D.C) ضعيف لا يسد حاجة السيارات الحديثة لذلك تم الاستغناء عنه الشكل (6-18).

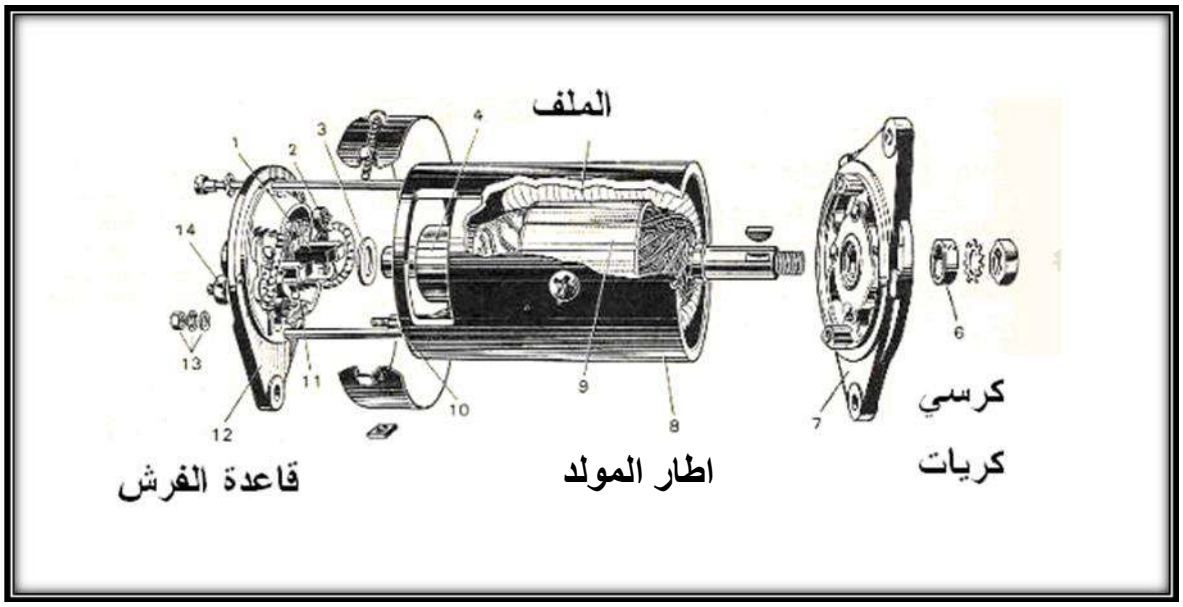


الشكل (6-18) اجزاء مولد التيار المستمر

أجزاء مولد التيار المستمر

1 – الإطار FRAME

إطار المولد مصنوع من الفولاذ شكله اسطواني, شكل (6-19) أو معمول من الداخل بحيث يمكن إدخال أحذية الأقطاب فيه. كما أن أغطية نهايات الإطار تقوم بحمل كراسي عضو الإنتاج. وغطاء الخلفي من جهة موحد التيار يحمل الفرش, وهناك فتحات على الإطار لغرض الفحص وتبديد الحرارة الناتجة من دوران المولد.

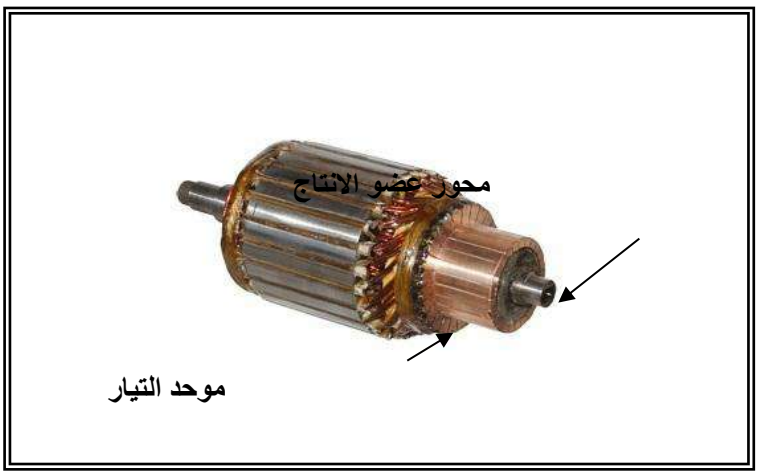


الشكل (6-19) الإطار مولد التيار المستمر

- عضو الإنتاج ARMATURE

يتكون عضو الإنتاج كما مبين في الشكل (6-20) من محور عليه ملف أسلاكه عريضة من النحاس تلتقي نهاياته عند الكومتيتر(موحد التيار), يستلم فيها التيار الكهربائي عن طريق أربعة فرش كاربونية.

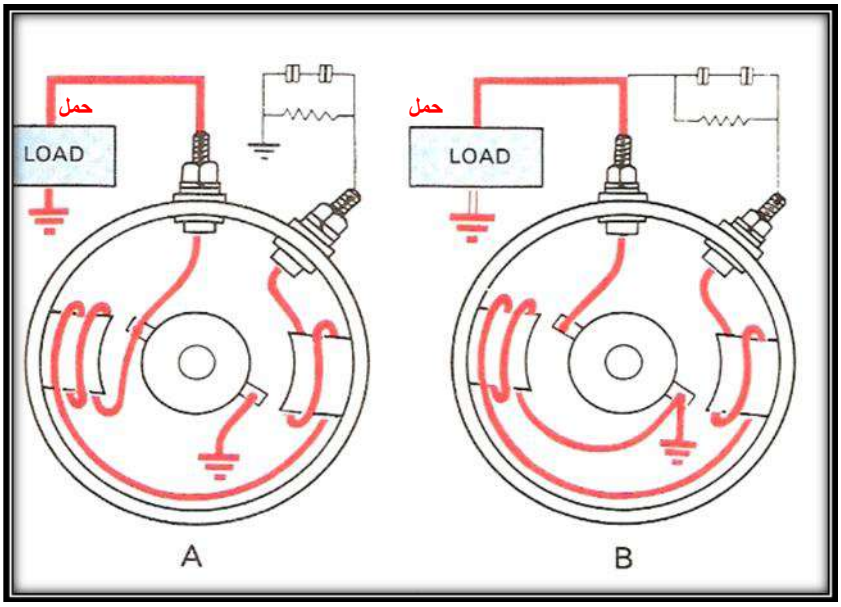
يستند عضو الإنتاج من طرفيه على جلب زيتيه ليدور عليها, وتتحمل هذه الجلب رد فعل عزم الدوران, يحمل عضو الإنتاج في المقدمة جهاز بندكس المسؤول عن تعشيق الترس الصغير مع الحذافه.



الشكل (6-20) عضو إنتاج مولد التيار المستمر

2- ملف المجال FIELD WINDING

من الشكل (6-21) يمكن ملاحظة أن ملفات المجال في حالة الربط المتوازي, وهي الطريقة الأفضل ملاءمة لغرض إعطاء فولتية ثابتة تقريباً مع تغير السرعة.

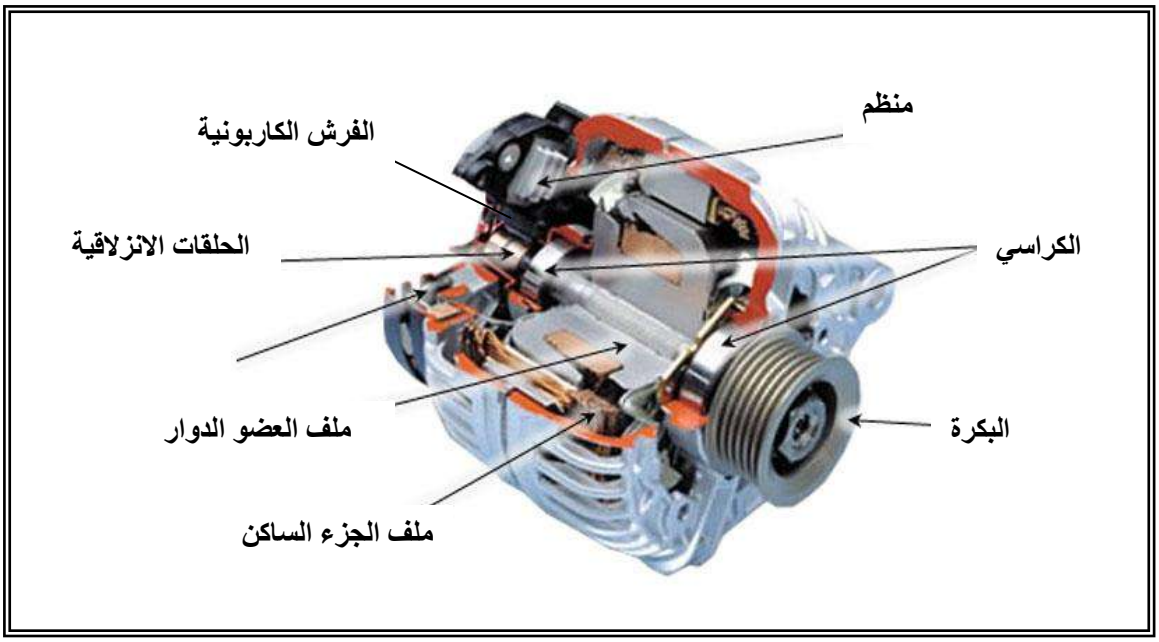


الشكل(6-21) الدائرة A هي الأكثر ملاءمة لاعطاء فولتية ثابتة مع تغيير السرعة

مولد التيار المتناوب A.C Generator (Alternator)

هو الجهاز الذي يقوم بتوليد تيار متناوب بدلاً من التيار المستمر الذي يولده النوع الذي سبق وصفه ذو عضو الإنتاج مع ذلك وبما أن النظام الكهربائي للسيارات بحاجه إلى تيار مستمر فقط فإن التيار المتناوب الذي يولده مولد التيار المتناوب يجب تحويله أولا إلى تيار مستمر قبل تغذية البطارية به لاحظ الشكل (6-22), حيث تم الاستغناء عن مولدات التيار المستمرللاسباب الاتية:

1. ضعف الطاقة التي تنتجها بالنسبة لحجمها وخاصة عند السرعات المنخفضة.
2. تحتاج لصيانة مستمرة لأن التيار الذي تنتجه يمر من خلال الفحمات مما يسبب تلف عضو التوحيد.



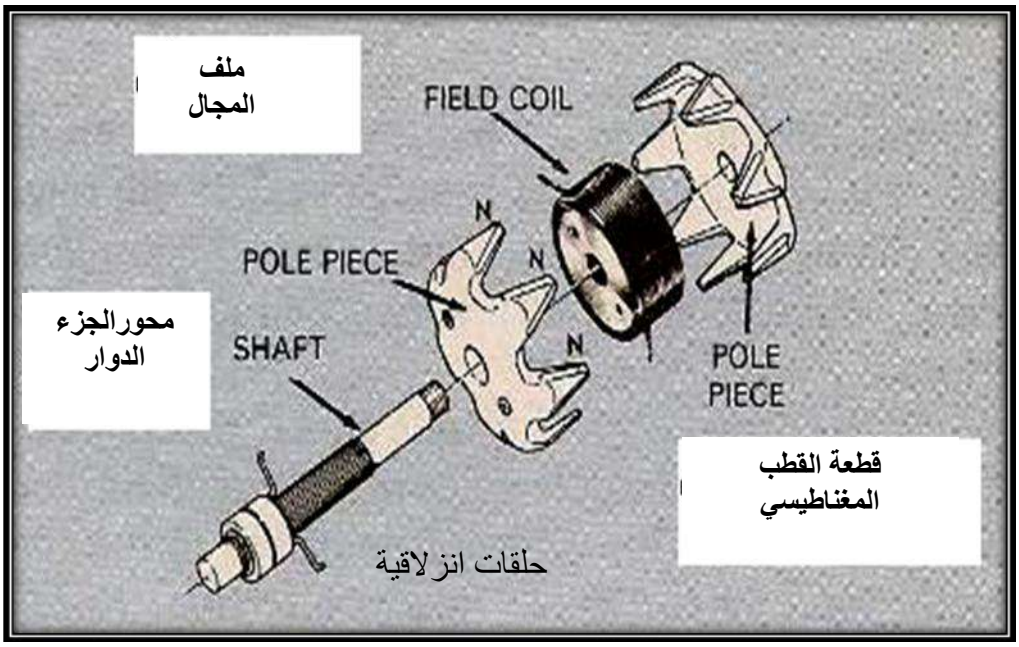
الشكل (6-22) مقطع لمولد التيار المتناوب

تركيب مولد التيار المتناوب Alternator Costruction

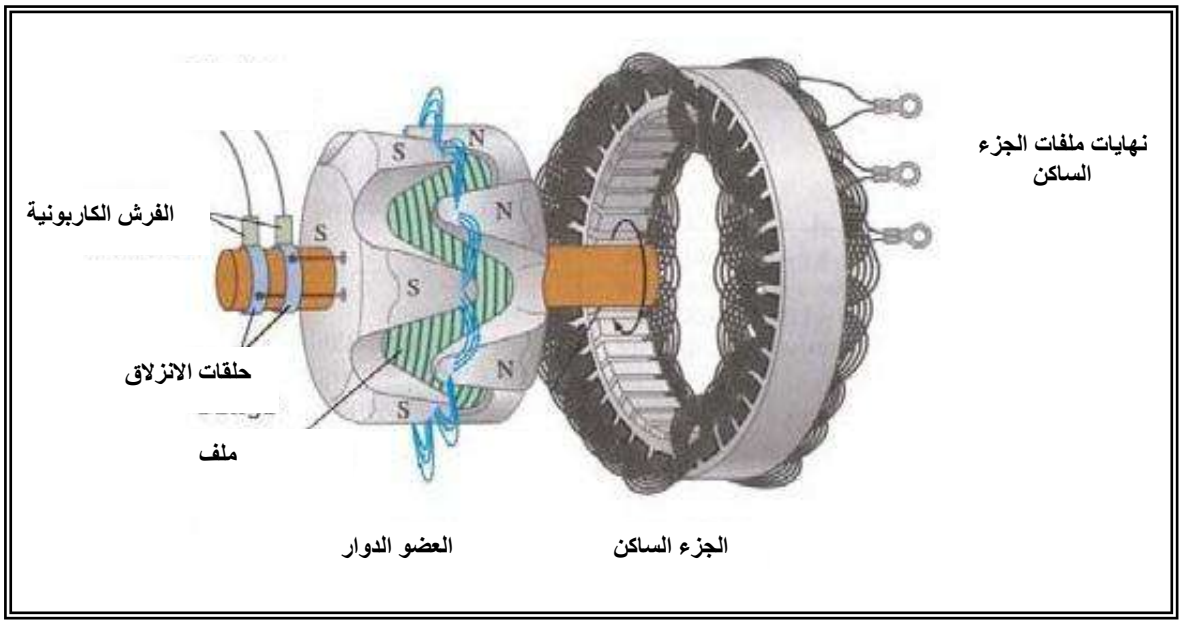
في مولد التيار المتناوب لايستعمل المغناطيس على شكل قضيب, بل يكون على شكل أقطاب مجزأة ومرتبة على محور فوق ملف مغناطيسي يسمى ملف المجال (Field Coil), شكل (6-23).

المغناطيس الكهربائي مكون من عده لفات من الأسلاك وعند مرور التيار في لفاته فإن مجالاً مغناطيسياً قوياً سيتولد مما يؤدي بالنهايات المستدقه للأقطاب المجزأة لتكوين أقطاب مغناطيسية جنوبية وشمالية بالتناوب.

ترتبط يرتبط ملف المجال مع البطارية بواسطة زوج من الحلقات المعزولة التي تدور مع المحور والمثبتة عليها زوج من الفرش الكاربونية غير المتحركة ونهايتي اللفات موصلة مع الحلقات وتنزلق الفرش باستمرار على الحلقات الانزلاقية, يسمى بالجزء الدوار(Rotor) شكل (6-24).



الشكل (6-23) الحلقات المعزولة التي تدور مع المحور.

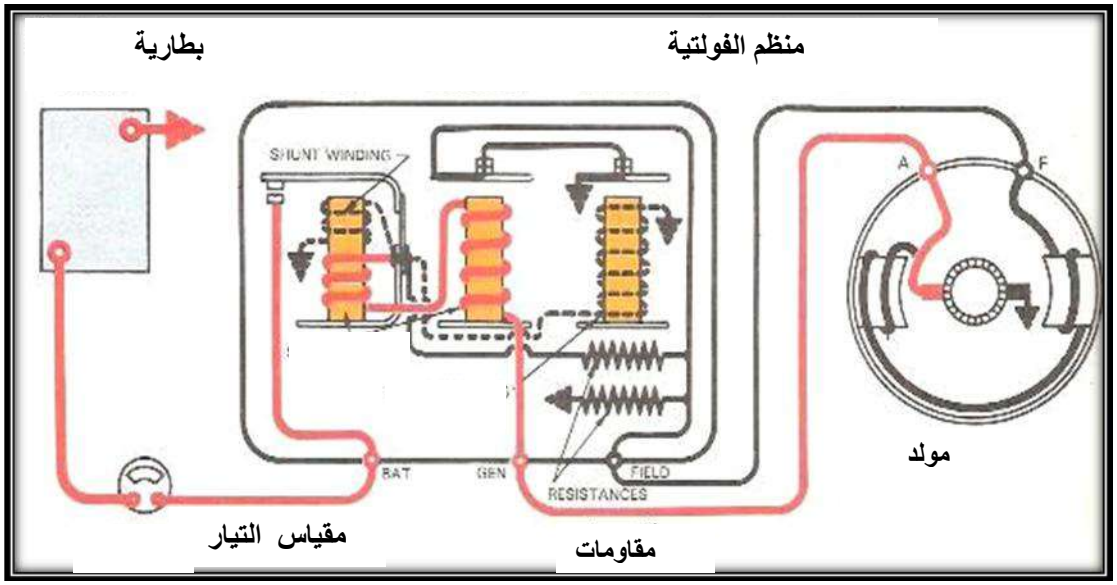


الشكل (6-24) الملف الثابت (Stator)

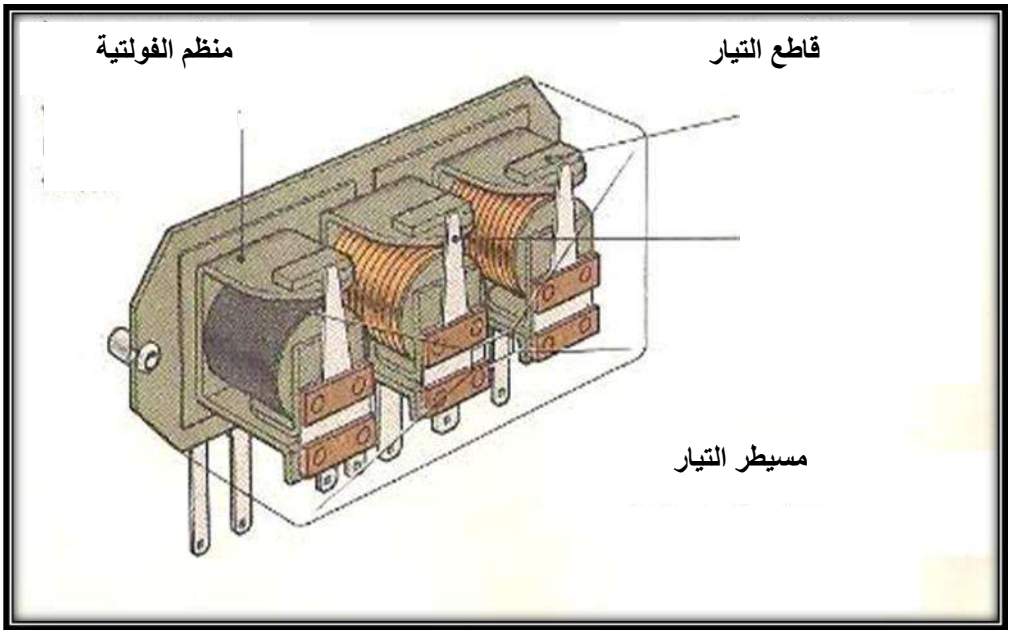
منظمات مولدات التيار المتردد Regulators For Alternators

مولدات التيار المتناوب بحاجة الى تنظيم فرق جهده وتياره كما هو الحال مع مولدات التيار المستمر مع وجود فروقات ملحوظة بين النوعين.

بعض المنظمات هي من النوع ذي نقاط التلامس الاهتزازية الشكل (6-25) و الشكل (6-26) منظم مولد التيار المستمر وأنواع أخرى تعمل بالترانزستور الشكل (6-27) منظم مولد التيار المتناوب. هذه الأنواع لاتحتوي على أيه أجزاء متحركة ويجري التنظيم بواسطة عمل الترانزستور.



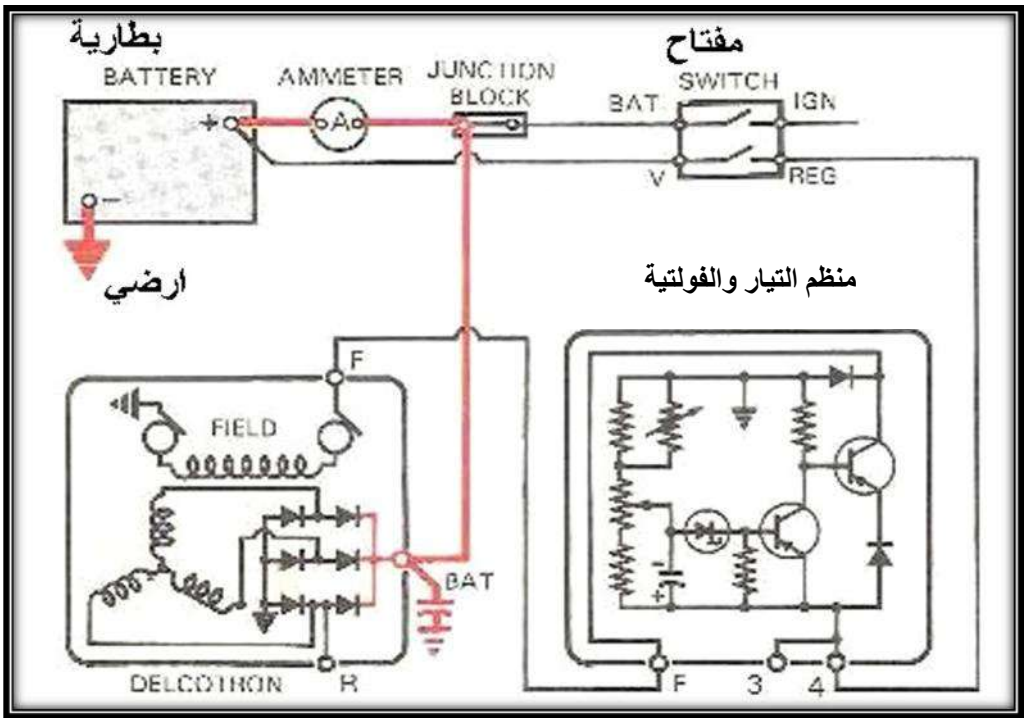
الشكل (6-25) مخطط منظم المولد ذو الوحدات الثلاثه



الشكل (6-26) منظم تيار والفولتيه (كتف)

المنظم الترانزستوري الكامل Fully Trasistorized Regulator

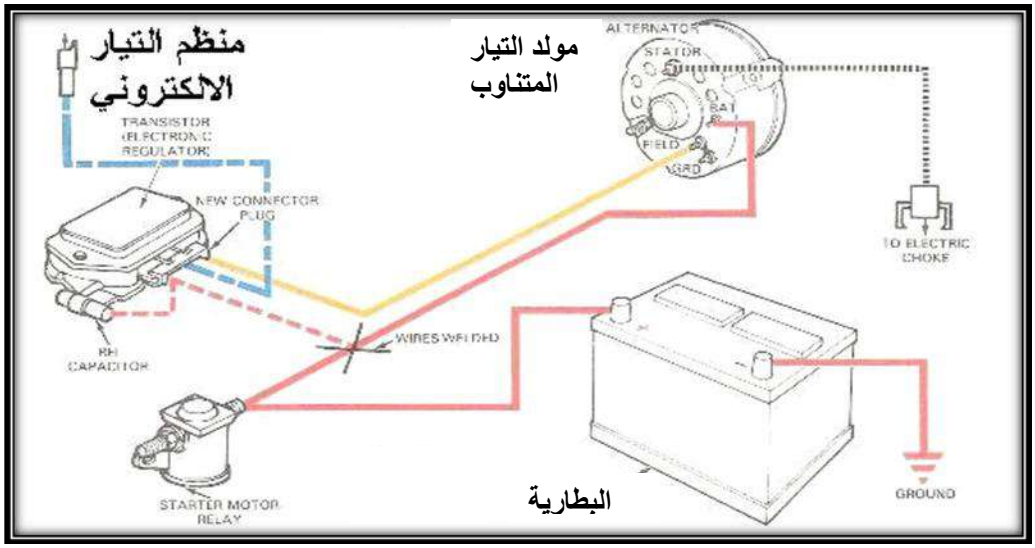
هذه المنظمات تعتمد كلياً على عمل الترانزستور للسيطرة على فولتيه مولد التيار المتناوب وهي على أنواع منها ما يحتويه على متابع مجال ومنها بدون متابع مجال. حيث يوضح الشكل (6-27) دائرة شحن توظف فيها الترانزستور.



الشكل (6-27) دائرة شحن تستعمل الترانزستور

منظم الفولتيه ذو الدوائر الالكترونية المتكاملة Integrated Circuit Voltage Regulator

يتكون هذا المنظم من دوائر متكاملة و ترانزستورات. هذه الترانزستورات تقوم بقطع وايصال التيار إلى ملف العضو الدوار لمولد التيار المتناوب أي ألمحافظة على الفولتية عند قيمة ثابتة. يختلف هذا المنظم عن المنظم الميكانيكي, باحتوائه على متابع الكتروني الشكل (6-28).



الشكل (6-28) منظم الفولتيه ذو الدوائر المتكاملة

مصطلحات فنية

اللغة الانكليزية	اللغة لعربية
Regulator	منظم
Cut Out	قاطع التيار
Shaft	محور
Pole	قطب
A.C. Generator	مولد التيار المتناوب
Commutater	موحد التيار
Field Frame	اطار الحقل المغناطيسي
Brush Plate	لوحة الفحمات
Solenoid Plunger	الكباس
Shift Fork	ماشة الدفع
Clutch Drive Unit	مجموعة القابض
Brush	فحمة
Spring	نابض
Armature	عضو الانتاج

اسئلة الفصل السادس

س1: ما الوظيفة الاساسية لدائرة الشحن مع الرسم المبسط.

س2: عدد أجزاء دائرة الشحن.

س3: تحدث ببساطة عن مولد التيار المستمر.

س4: عدد الأجزاء الرئيسة لمولد التيار المستمر مع شرح اثنين فقط مع الرسم.

س5: ما هو مولد التيار المتناوب ؟

س6: عدد أجزاء مولد التيار المتناوب.

س7: ما وظيفة منظمات مولدات التيار المتناوب ؟

س8: عدد أجزاء منظم التيار والفولتية (كتف) لمولد لتيار المستمر؟.

س9: ارسم مخططاً منظم الفولتية ذي الدوائر الالكترونية المتكاملة؟

الـفـصل الـسـابـع

منظومة الإنارة

Lighting System

الاهداف:

بعد الانتهاء من هذا الفصل يصبح الطالب قادراً على ان:

1 ـ يعرف عناصر منظومة الانارة في السيارة.

2 ـ يعرف أنواع المصابيح المستخدمة للانارة واجزاءها.

منظومة الإنـــارة (Lighting System)

الغـرض منهـا تنويـر مســافة كافيـة أمــام الســيارة تكفـي لرؤيـة الطـــريق جيـداً خـــلال الظـــلام أو هبـوط الرؤية.وتتكون منظومة الإنارة بالسيارة من العناصر الآتية الموضحة بالشكل رقم (1-7):

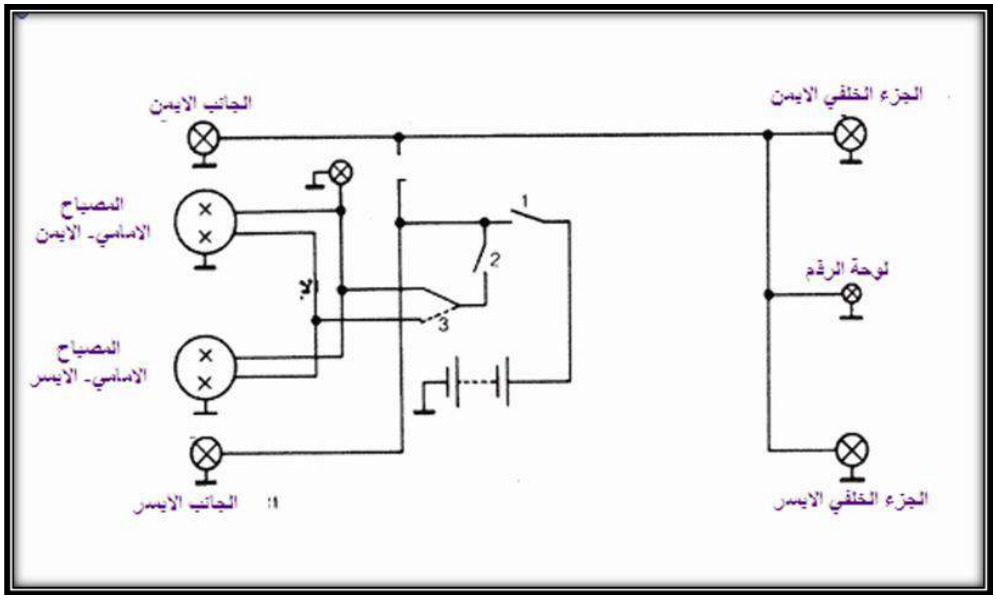
ا-لبطاريـة (Battery) - وسـبق شـرحها مفصـــلا- تغـذي الـدوائر الكهربائيـة مثـل المصـــابيح بالتيار المطلوب.

ب -المنصهرات (Fuses) لحماية تلك الدوائر من العطب.

ج -بموصلات (Wires) لنقل التيار الكهربائي بين عناصر الدائرة.

د.**مفـاتيح الانـارة (Switches)** جـرت العـادة فـي السـيارات الحديثـة علـى توحيـد عـدد مـن المفـاتيح فـي مفتاح واحـد يسـيطر علـى الـدوائر الضـوئية المتنوعـة وفـي الوقت نفسـه يسـتعمل لتغيير قوة الإنـارة في المصـابيح الأمامية بحيث تصـبح مـرة علـى الضـياء، العـالي ومـرة علـى الضـياء الواطـئ، وخاصـة في أثناء القيادة داخل المدن.

هـ.**مصـــابيح (Lamps)** إنـارة مختلفـة القـدرات للإنـارة العاليـة، والمنخفضـــة ومصـــابيح الإنتظار.



الشكل (7-1) الاجزاء الرئيسية لدائرة الانارة

وسوف نوضح أهمية العناصر الرئيسة للدائرة:

أولاً: مفتاح الإنارة (Lighting Switch):

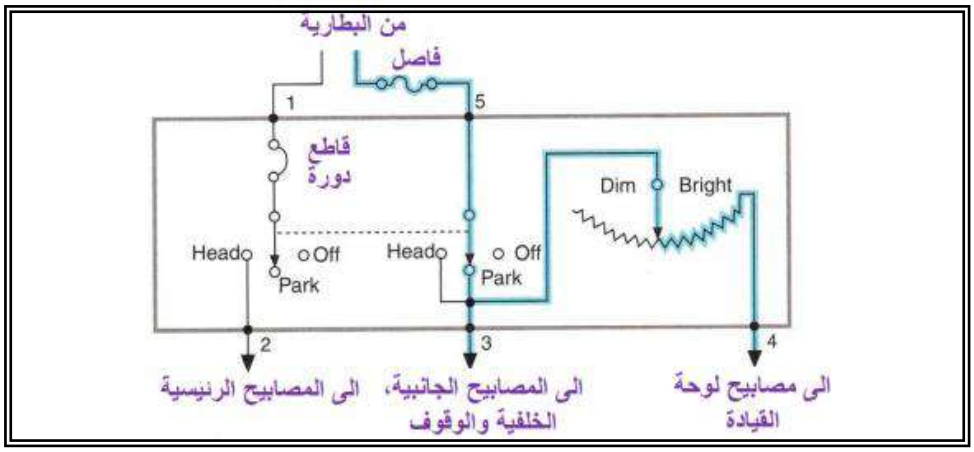
يمكن بواسطته ان نتحكم في تشغيل المصابيح الأمامية الرئيسة (عالٍ اومنخفض) والجانبية والخلفية ومصابيح لوحة القيادة وغيرها، ويركب في لوحة القيادة، وهو على نوعين (لاحظ الشكل 7-2):

- **النوع الدوار Rotary Type.**
- **النوع المنزلق Sliding Type.**

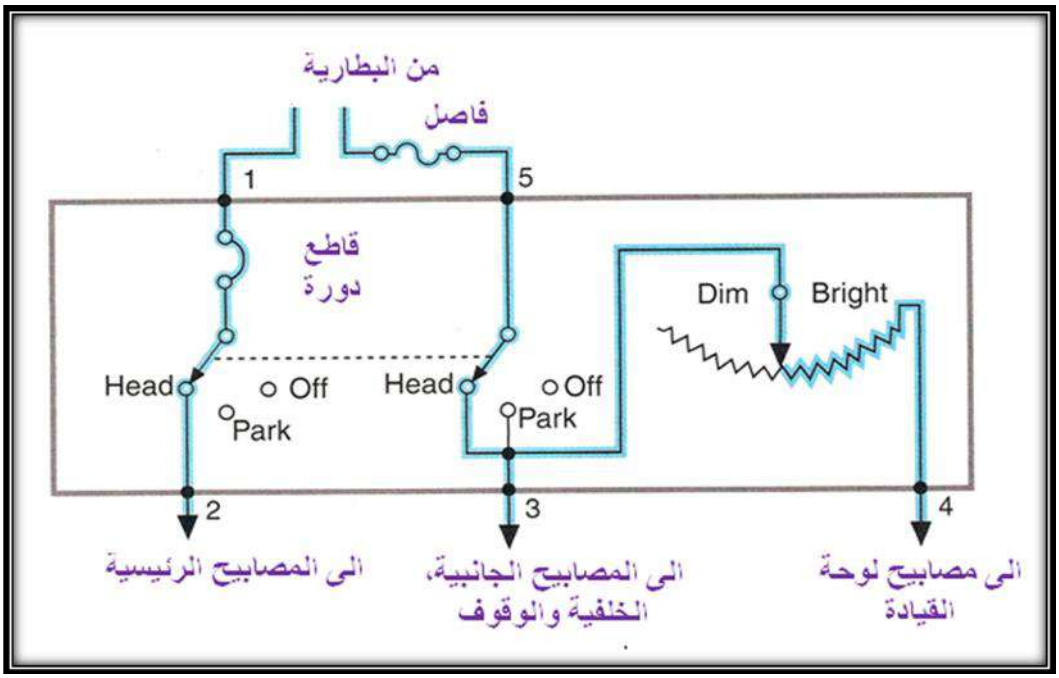
الشكل(7-2) مفتاح الانارة من النوع المنزلق

ولمفتاح الإنارة الرئيس ثلاثة أوضاع:

1. الوضع (0): وتكون جميع المصابيح التي يتحكم فيها المفتاح غير مضيئة.
2. الوضع (1): ويسمى أيضا (وضعية الوقوف) ويضئ المصابيح الجانبية والخلفية ومصابيح الوقوف ولوحة القيادة (شكل 7-3).
3. الوضع (2): ويضئ المصابيح الرئيسة الأمامية (عالٍ اومنخفض) مع بقاء المصابيح التي كانت مضيئة على الوضع (1) مضيئة (شكل 7-4).



الشكل (7-3) الدائرة الكهربائية لمفتاح الإنارة على الوضع (1)



الشكل (7-4) الدائرة الكهربائية لمفتاح الإنارة على الوضع (2)

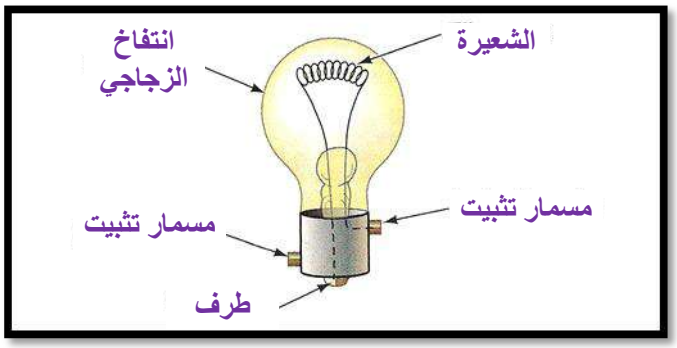
معظم مفاتيح الإنارة من النوع المنزلق تحتوي على مقاومة متغيرة متصلة مع دائرة لوحة القيادة. فعند دوران مفتاح الإنارة تتغير قيمة المقاومة، وبالتالي تتغير الفولتية المجهزة إلى مصابيح لوحة القيادة مما يتيح للسائق التحكم بدرجة سطوع مصابيح لوحة القيادة.

أما السيارات التي تحتوي على مفتاح إنارة من النوع المنزلق فتكون دائرة السيطرة على سطوع مصابيح لوحة القيادة كجزء متكامل مع مفاتيح السيطرة على الإنارة الرئيسة (عالٍ او منخفض) ودائرة الماسحة وتكون جميعها مركبة على ذراع يعمل باليد مركباً بالقرب من عجلة القيادة، ويسمى بالمفتاح المتعدد الوظائف (شكل 7-5).

الشكل رقم (7-5) مفتاح التحكم المتعدد الوظائف

ثانياً: المصابيح (Lamps)

عبارة عن انتفاخ زجاجي بداخله فتيل غالباً من التنكستن، ويؤدي مرور التيار الكهربائي بالفتيل إلى توهجه (شكل 7-6) ولهذا يلزم أن تكون درجة إنصهارمعدن الفتيل أعلى من درجة توهجه' وهي على نوعين: نوع مفرغ من الغاز(ذات قوة إضاءة أقل من 3 شمعة)، نوع مليء بالغاز (قوة اضاءة أكبر من 3 شمعات) والغاز المستعمل عادة من الغازات الخاملة حتى لا يتفاعل مع معدن الفتيلة، ويغير من خواصه كالآركون أو الكريبتون.



الشكل (7-6) مكونات مصباح الانارة

ويكتب على المصباح عادة جهد التشغيل بالفولت، وشدة الإضاءة بالشمعة، وكمية الطاقة المستهلكة بالواط، ومتوسط عمر المصباح لا يقل عن 100 ساعة تشغيل ولا يزيد عن 500 ساعة ويتأثر بجهد التشغيل، واهتزازات الطريق بدرجة كبيرة. وتوجد اصناف عديدة من المصابيح الكهربائية يختلف كل صنف عن الآخر من حيث التصميم والأداء على حسب الغرض من استخدام المصباح (شكل 7-7) ويمكن تصنيفها حسب موقعها إلى:

1. المصابيح الخارجية وتشمل:

1. المصابيح الأمامية (Headlights).
2. مصابيح الوقوف (Parking Light).
3. مصابيح اشارات الاستدارة (Turn Signal Lights).
4. مصابيح حركة السيارة إلى الخلف (Backup Lights).
5. مصابيح مؤخرة السيارة (Tail Lights).
6. مصابيح التوقف (Stop Lights).
7. مصابيح الضباب (Fog Lights).
8. مصابيح لوحة الأرقام (License Plate Lights).

ب. المصابيح الداخلية وتشمل:

1- مصابيح أجهزة القياس (Instrument Panel Lights).

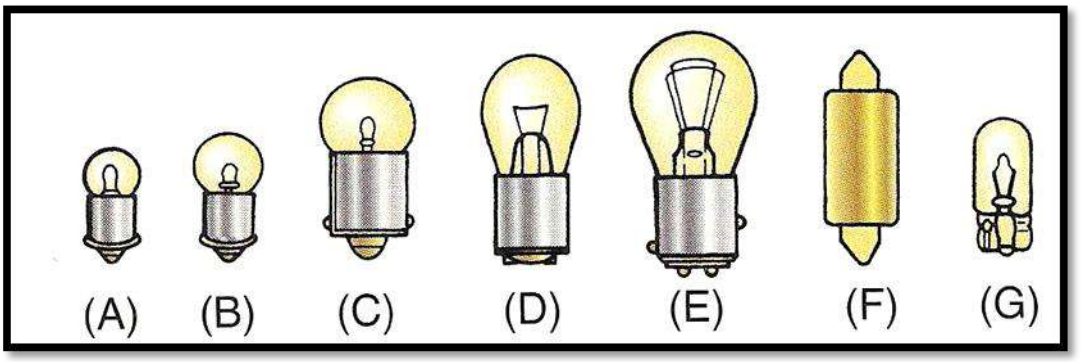
2- مصابيح التحذير والإشارات في لوحة القيادة (Warning and Indication Lights).

3- مصابيح فتح أبواب السيارة (Courtesy Lights).

4- مصابيح إنارة ماكنة السيارة والصندوق الخلفي (Engine and Baggage Lights).

5- مصابيح للملحقات المختلفة داخل السيارة(Accessory Lights).

وسوف نشرح هذه المصابيح بشيء من التفصيل.



الشكل (7-7) الأنواع المختلفة لمصابيح الإنارة

A و B- مصابيح صغيرة ذات مسماري التثبيت تستخدم لإضاءة لوحة القيادة.

C- مصباح الفتيلة الواحدة يستخدم في لوحة الأرقام وفي الأبواب الجانبية.

D- مصباح الفتيلتان يستخدم لإضاءة المحرك.

E- مصباح الفتيلتان يستخدم في الإنارة الجانبية وإنارة التوقف.

F- مصباح أسطواني يستخدم في إضاءة قبة السيارة.

G- مصباح بدون غطاء معدني يستخدم في لوحة القيادة.

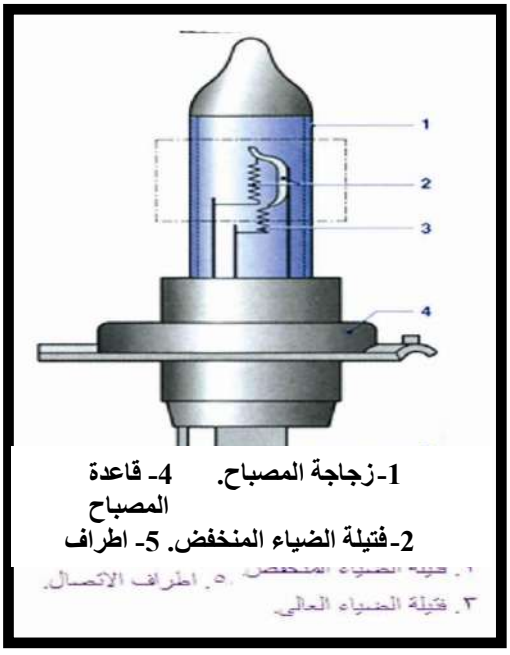
المصابيح الأمامية (Headlights):

يتكون المصباح الأمامي من ثلاثة أجزاء رئيسة هي:

1. **المصباح.**
2. **العاكس.**
3. **العدسة.**

1- المصباح:

وقد سبق التحدث عن المصابيح إلا أنَّ المصابيح المستعملة هنا تكون كبيرة الحجم نسبياً، وتزود بفتيلتان إحداهما للضياء العالي والاخرى للضياء المنخفض تحتها صحن، وذلك لعكس الضوء على الجزء العلوي من العاكس، وبالتالي عكسه على الجزء القريب من الطريق.كان يستعمل في السابق مصابيح مملوءة بالغاز الخامل، ذو قدرة (30 W) للضوء المنخفض و (35W) للضوء العالي وحالياً تستعمل مصابيح هالوجينية ذات قدرة (55W) للضوء المنخفض وفي بعض السيارات تستعمل مصابيح ذات قدرة (90W) للضوء المنخفض و (110W) للضوء العالي. ويتكون المصباح الهالوجيني من شعيرات من التنكستن في فضاء يحتوي على قليل من أحد الهالوجينات (الفلوروالكلوروواليود) داخل وحدة مغلقة،حيث إنّ التنكستن يتبخر من الشعيرة وبتفاعل مع الهالوجي ليكون غاز هاليد التنكستن الذي يتفكك مرة أخرى إلى هالوجين وتنكستن بسبب الحرارة العالية عند الشعيرة ويزيد من عمر بصيلة المصباح (شكل 7-8). وتزود المصابيح الهالوجينية بقاعدة ذات ثلاثة أطراف (عالٍ ومنخفض وأرضي).



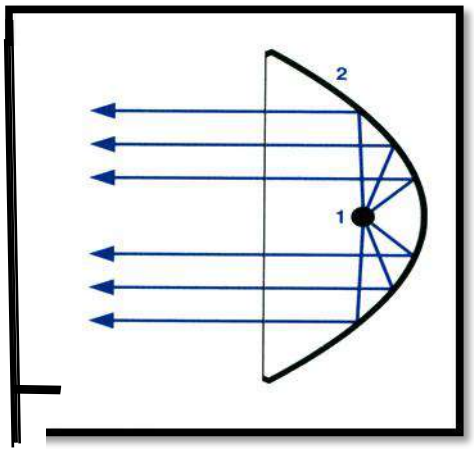
1-زجاجة المصباح. 4- قاعدة المصباح
2-فتيلة الضياء المنخفض. 5- اطراف

1- سلك التنكستن
2- احد الهالوجينات (الفلور،اليود).
3- بخار التنكستن.
4- هاليد التنكستن.
5- تنكستن مترسب

الشكل (7-8) أ. أجزاء المصباح الهالوجيني ب. مبدأ عمل المصباح الهالوجيني

العـــاكس (Reflector):

تخـرج الأشـعة مـن فتيل المصـــباح مشـتتة في كـل الاتجاهـات، ويعمـل العـاكس على تجميعهـا وتوزيعهـا وتوجيههـا علـى شـكل حزمـة أسـطوانية مـن الأشـعة أمـام السـيارة ويصـــنع مـن معـدن مصـــقول لامـع مغطـاة بـالألمنيوم أو مـن الزجـاج المطلـي بالفضـــة ويكـون علـى شـكل قطـع مكـافئ ويوضع في بؤرته تماماً فتيل الضوء العالي بالمصباح (شكل 7-9).

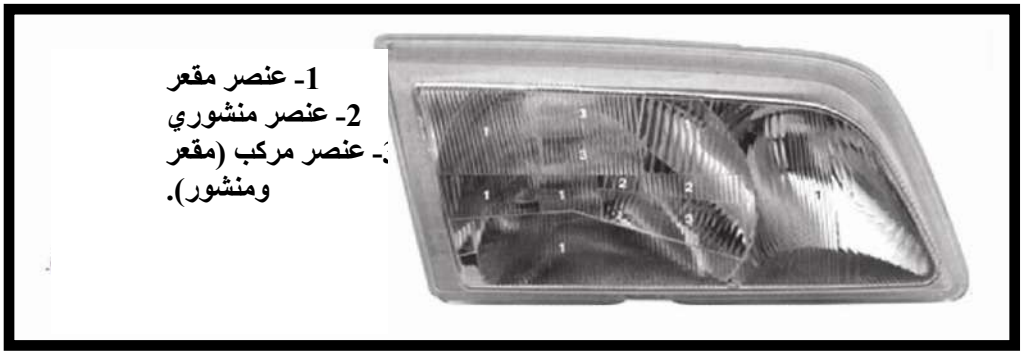


1- بؤرة العاكس.

شكل رقم (7-9) عمل العاكس

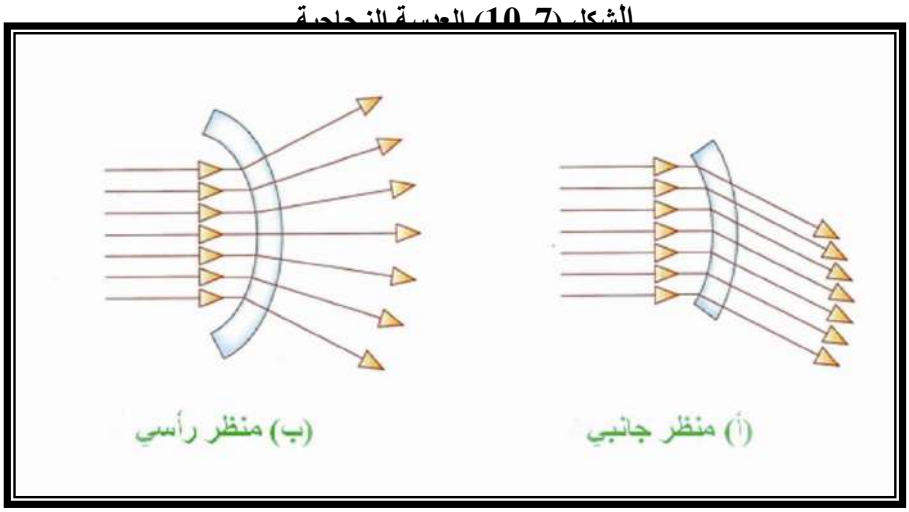
العدســة (Lens):

توضـــع أمـام العـاكس، وتتـألف العدســة الزجاجيـة مـن عـدد كبـير مـن المنـاطق المسـتطيلة التي تتخـذ حـز مقعـر أو توافقيـات مـن المقعـر، والمنشـور كمـا في الشـكل (7-10). عند مـرور الأشـعة مـن خـلال زجاجـة العدسـة فإنَّ كـل جـزء مـن هـذه التوافقيات يقوم بإعـادة توجيـه الأشـعة للحصـــول علـى الشـكل النهـائي للضـــوء، حيث تقوم العناصـــر المقعرة في العدســة بتوجيه أشـعة متوازيـة وأشـعة منتشـرة للشـعاع العـالي. بينمـا تقوم العناصـــر المنشـورية بحـني الأشـعة المـارة مـن خلالها بصورة مائلة إلى أسفل لتعطي أشعة منتشرة أمام السيارة، كما هو مبين في الشكل (7-11).



1- عنصر مقعر
2- عنصر منشوري
3- عنصر مركب (مقعر ومنشور).

الشكل (7-10) العدسة الزجاجية

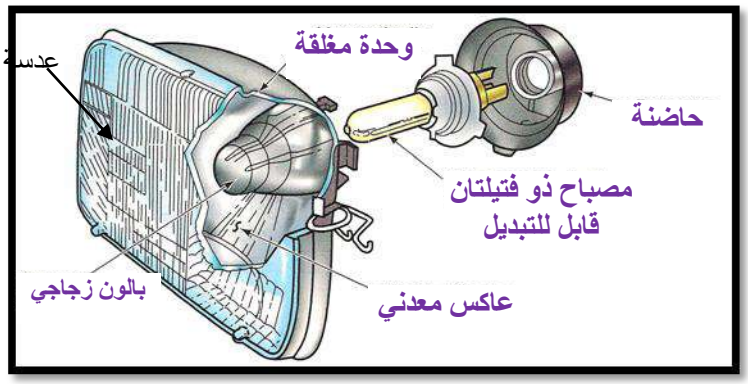


الشكل (7-11)شكل الاشعة الساقطة في العنصر المنشوري

أ- الى الاسفل ب- مسطحة ومتوازية

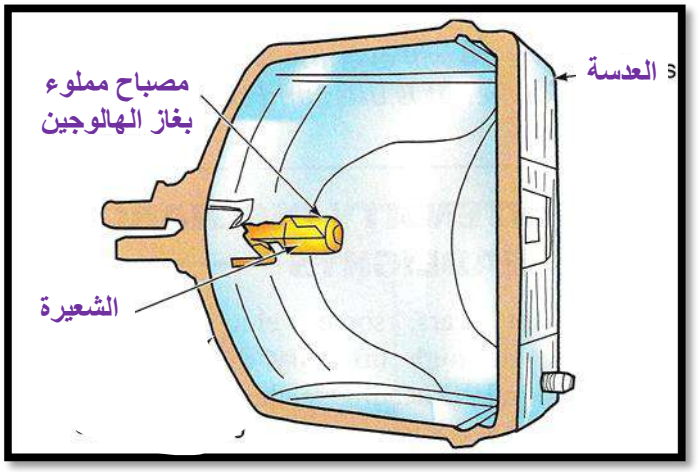
وتصنع أجزاء المصباح الأمامي بطريقتين:

1. على هيئة أجزاء منفصلة بحيث يمكن تبديل بعض الأجزاء عند تلفها، ولكن يعيبها تعرضها لتأثير عوامل التشغيل والجو كالرطوبة والأتربة والصدأ (شكل 7-12).



2. تصنع متكاملة كجزء واحد (كبس)، وهي محكمة تماماً ضد الرطوبة والأتربة والأبخرة حيث يكون العاكس المطلي بالالمنيوم مع العدسة الزجاجية وحدة واحدة يملأ داخلها بغاز خامل (شكل 7-13)، وفائدة هذا النوع من المصابيح هي امكانية صنع هذه الوحدات بدقة عالية، حيث أنَّ المصباح لا يحتاج إلى إعادة الضبط مرة ثانية. ولكن عند تلف أي جزء منها فإنه يتم تبديل المجموعة كلها.

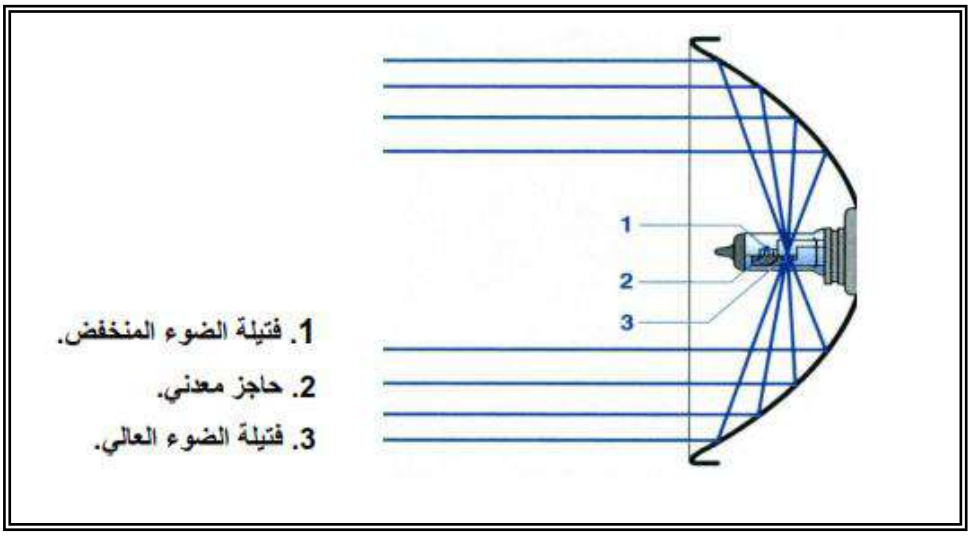
.3



الشكل (7-13) مصباح أمامي ذو وحدة مغلقة

الضوء العالي High Beam:

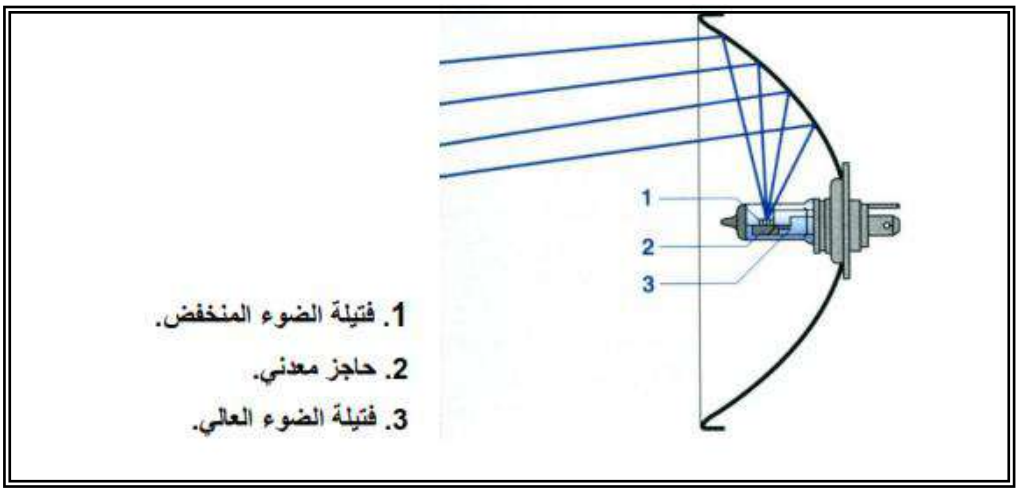
يوضع المصباح بوحدة الإنارة الرئيسة الأمامية بحيث يكون فتيل الضوء العالي موضوعاً تماماً في بؤرة العاكس بحيث أنّ الأشعة التي تخرج مشتتة من الفتيل في كل الاتجاهات، ترتد على العاكس منعكسة في خطوط متوازية مع محور المصباح للأمام (شكل 7-14).



الشكل (7-14) شكل الأشعة الساقطة في الإنارة العالية

الضوء المنخفض Low Beam:

يوضع فتيل الضوء المنخفض، إما أمام فتيل الضوء العالي، وإما فوقه ويوضع تحته حاجز معدني من الألمنيوم، حيث يخرج الضوء من الفتيل لأعلى العاكس مرتداً مرة ثانية للأسفل أمام السيارة (شكل 7-15).



الشكل (7-15) شكل الأشعة الساقطة في الإنارة المنخفضة

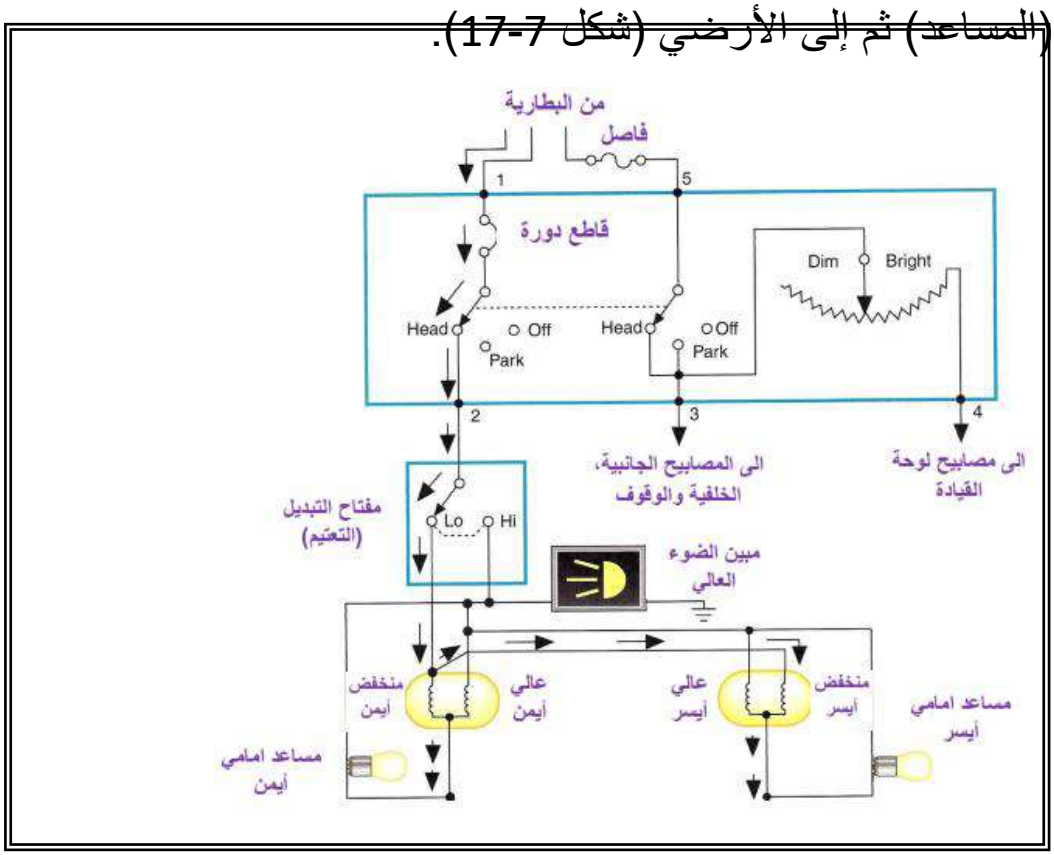
الدائرة الكهربائية الرئيسة للإنارة الأمامية

الدائرة الكهربائية للمصابيح الأمامية تتألف عادةً من مصباح هالوجيني ذو فتيلتان (ضوء عالٍ وضوء منخفض) لكل جهة (اليمنى واليسرى) إضافة لمفتاح التبديل (التعتيم) ومفتاح إنارة رئيسة. وهناك نوع آخر من الدوائر الكهربائية تتألف من أربعة مصابيح بحيث تحتوي المصابيح الخارجية على فتيلتين بينما يحتوي كل مصباح من المصابيح الإضافية على فتيلة واحدة متصلة مع الخط المزود للضوء العالي بحيث تضيء مع الضوء العالي.

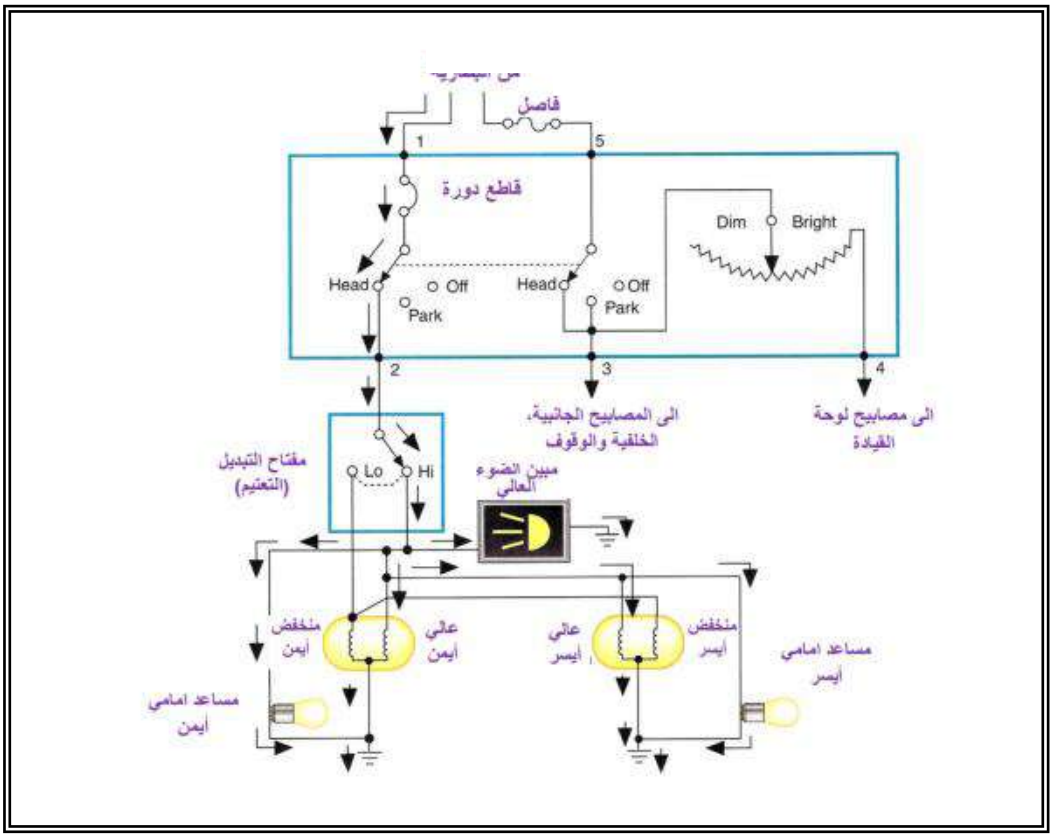
ويمكن تلخيص عمل الدائرة بما يلي:

عندما يكون مفتاح الإنارة الرئيس على الوضع 2 (كما تم شرحه سابقاً) فإنّ التيار سوف يسري من خلال قاطع الدورة إلى مفتاح التبديل، والذي بدوره يحدد نوع الإضاءة، فإذا كان على الوضع (Lo) فإنّ التيار سوف يمر خلال فتيلة الإنارة المنخفضة ثم إلى الأرضي (شكل 7-16). أما إذا كان على

الوضـع (Hi) فإنّ التيار سوف يمر خلال فتيلة الإنارة العالية وفتيلة المصـباح الإضافي (المساعد) ثم إلى الأرضي (شكل 7-17).



الشكل (7-16) الدائرة الكهربائية للإنارة المنخفضة عند وضع LO

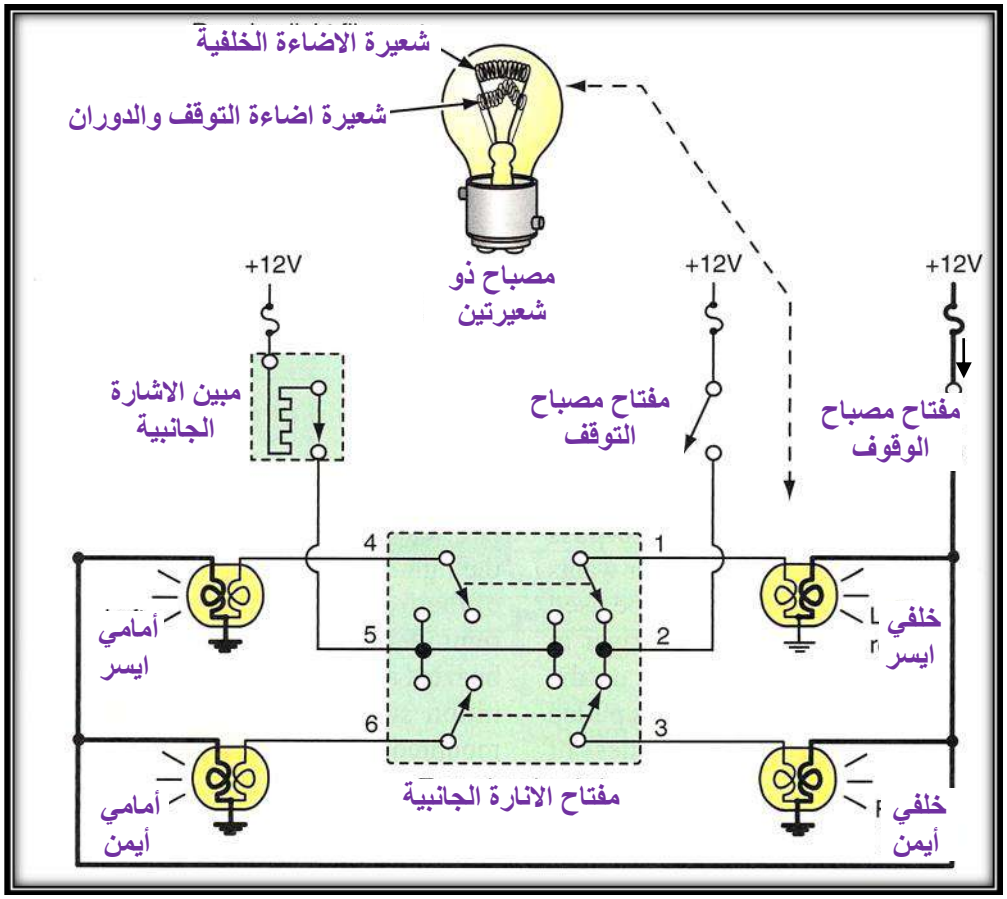


الشكل (7-17) الدائرة الكهربائية للإنارة المنخفضة عند وضع Hi

المصابيح الخارجية (عدا الأمامية) (External Lights):

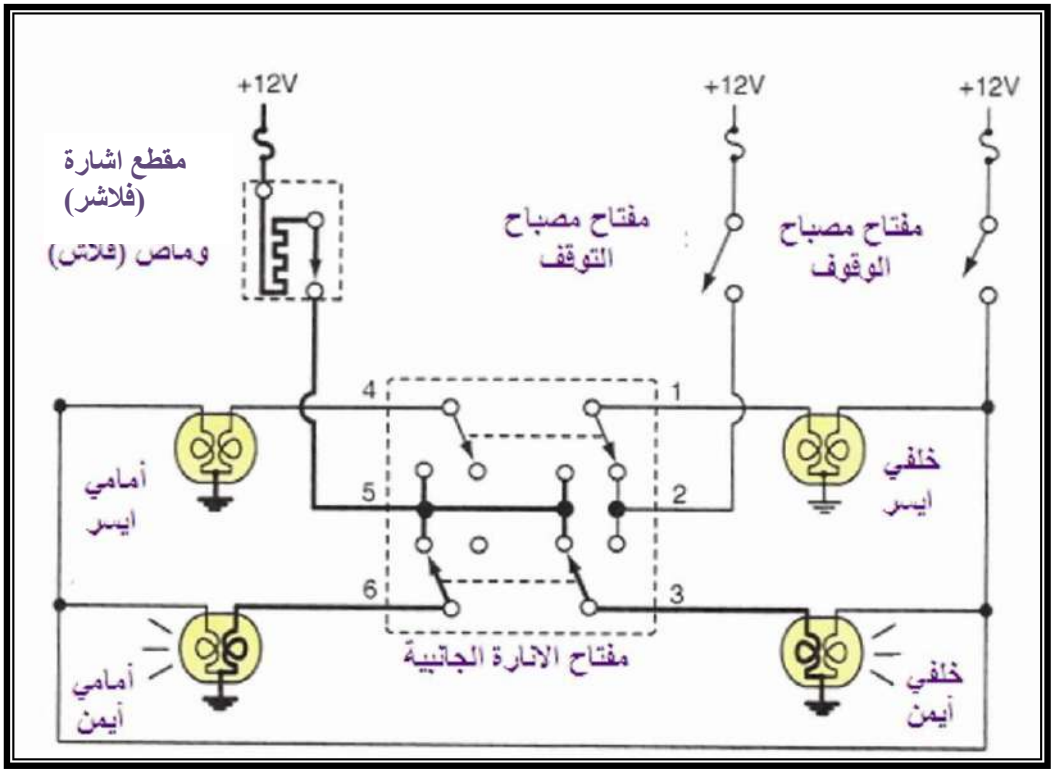
تشتمل منظومة الإنارة الخارجية في السيارة بالاضافة إلى المصابيح الأمامية على المصابيح التي تم ذكرها في بداية الفصل.تستخدم المصابيح الجانبية لتحديد عرض السيارة، وتفرض الأنظمة الدولية أنْ يكون لونها فاتحاً وتبلغ قدرتها (5 W).

أما مصابيح المؤخرة للسيارة فهي تحتوي على مصباحين (قدرة المصباح الواحد 5W) ذات عاكس أحمر لإثارة إنتباه سائقي المركبات التي تسير خلف السيارة وتشترك في مصباح واحد مع ضوء التوقف (البريك) بحيث يكون في المصباح فتيلتان. وتضيء مصابيح توقف السيارة عند وضع السائق قدمه على الفرامل ويجب أن لا تقل قدرة فتيلة مصباح التوقف عن (21 W) لتأمين الضوء اللامع الذي يحتاجه مصباح التوقف لتنبيه السائق الذي يسير خلف السيارة باستعمال الفرامل لكي يقوم هو الآخر بتخفيف سرعته لتلافي الاصطدام والشكل (7-18) يوضح الدائرة الكهربائية لمصابيح المؤخرة والتوقف بالأضافة إلى مصابيح الإشارة التحذيرية.

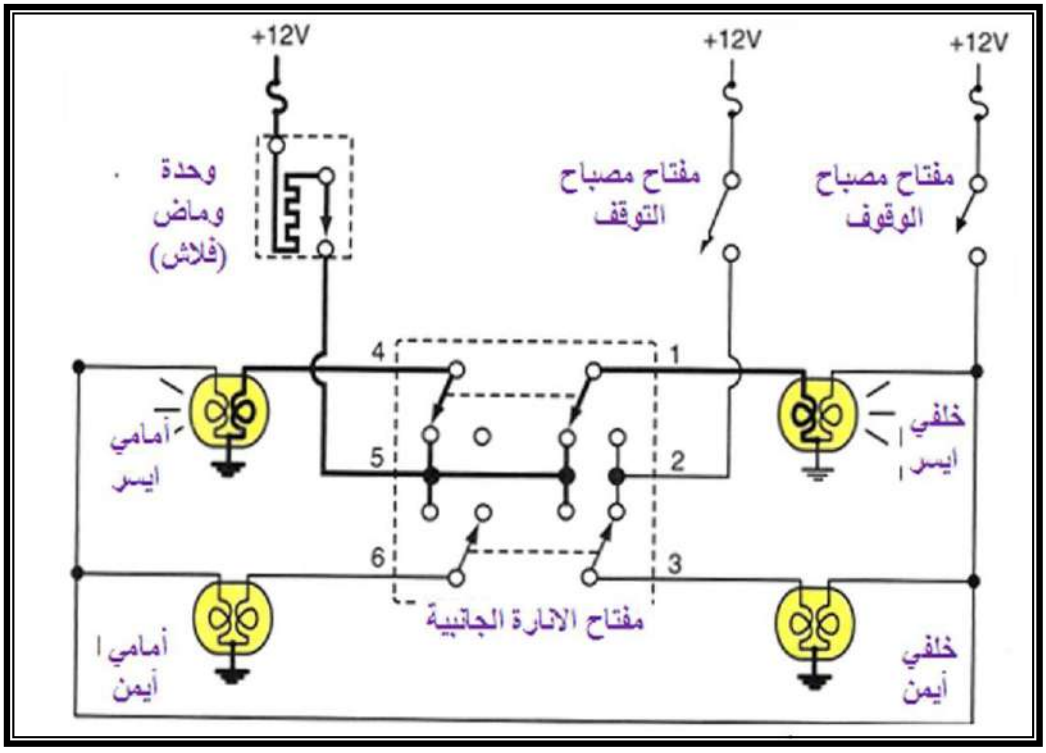


الشكل (7-18) الدائرة الكهربائية للمصابيح المؤخرة، مصابيح التوقف ومصابيح الاشارة

إن الغـرض مـن مصـــابيح الإشـــارة هـــي إعطـــاء تحـــذير إلـى ســـائقي المركبـات الأخـرى عـن الاتجـاه الـذي يـروم السـائق الانحـراف نحـوه، عـدد هـذه المصـــابيح فـي السـيارات الحديثـة سـتة مصـــابيح، أربعـة فـي مقدمـة السـيارة (اثنـان منهـا فـي جـانبي السـيارة مـن الأمـام) واثنـان فـي مؤخـرة السـيارة. تعمـل هـذه المصـــابيح بواسـطة مفتـاح (علـى شـكل مقبض) يوضـــع علـى مقود السـيارة عـادة، وحركـة هـذا المقبض نحـو إحـدى الجهـات تشـغل المصـــابيح الثلاثـة علـى جهـة اليمين معـا، وحركتـه نحـو الجهـة الأخـرى تشـغل المصـــابيح علـى جهـة اليسـار والشـكل (7-19) يوضـــح موقع مفتـاح التشـغيل فـي الدائرة الكهربائيـة للمصـــابيح عند الاسـتدارة إلـى جهـة اليمين أمـا الشـــكل (7-20) فيوضـــح موقـع المفتـاح عند الاســتدارة إلـى جهـة اليســار. تومض هـــذه المصـــــابيح بحـــدود (80) مـــرة بالدقيقـة بواســـطة مقطـــع اشـــارة. وهنـاك مصباحين أمام السائق للدلالة على اشتغال المصباح لإحدى الجهتين.



الشكل (7-19) الدائرة الكهربائية للانارة الجانبية في حالة الاستدارة نحو اليمين



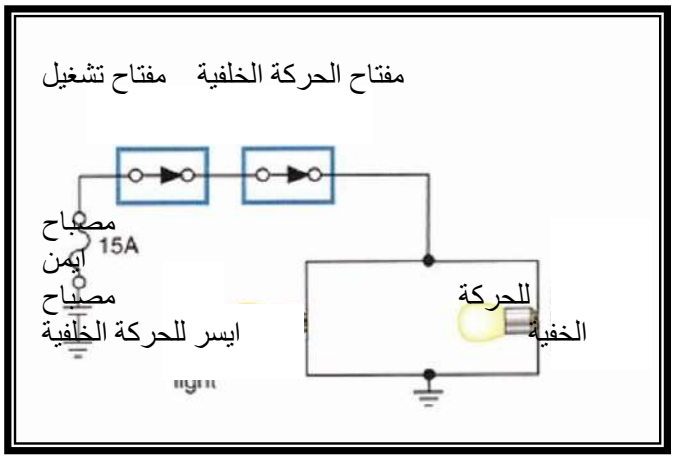
الشكل (7-20) الدائرة الكهربائية للإنارة الجانبية في حالة الاستدارة نحو اليسار

وحدد لهذه الاشارات ألوان خاصة لتتفق عليها جميع الشركات حيث يدل اللون البرتقالي أنَّه اللون التحذيري في النظام الدولي للسلامة نظراً لوضوح هذا اللون في الأجواء السيئة ولوضوح الإشارة التحذيرية أكثر صممت بصورة متقطعة عن طريق مقطع إشارات يعمل بسلك حراري ثم طور ليعمل إلكترونياً. أما بخصوص قدرة تلك المصابيح فيجب أنْ تكون قدراتها واحدة حتى يكون عدد مرات تقطيع الضوء الصادر منها موحداً لكل المصابيح ولونها أصفر لقوة مفعوله عند الضباب والغبار. ويلاحظ أنه عند تركيب مصابيح مختلفة القدرات أو أقل من القدرات المطلوبة فإنّ عملية التقطيع تكون بطيئة بينما عند تركيب مصابيح مطابقة للقدرات المدونة في كتاب الصيانة الخاص بالسيارة فإنّ عملية التقطيع تتوافق مع معدلها التصحيحي.

عند عمل المصابيح الستة مرة واحدة بواسطة مفتاح التحذير يطلق عليها تسمية مصابيح التحذير، حيث تشغل المصابيح الستة بواسطة سائق السيارة للدلالة على أنَّ السيارة ستتوقف توقفاً فجائياً أو للدلالة على وجود السيارة في مكان مظلم وغير ذلك من الاستعمالات.

وهناك مصابيح خارجية أخرى كمصابيح الحركة الخلفية، والتي يكون ضوءها أبيض ويعمل تلقائياً عند تعشيق التروس ولا يجوز استخدام أكثر من مصباحين (قدرة المصباح الواحد 24 W)

(شكل 7-21) ومصباحي الضباب الخلفية، والتي تكون شديدة الإحمرار لتأمين الحماية في حالة الرؤية الضعيفة مثل الضباب وتساقط الثلوج والأمطار الغزيرة. وأخيراً يجب إضاءة لوحة المركبة بضوء أبيض.

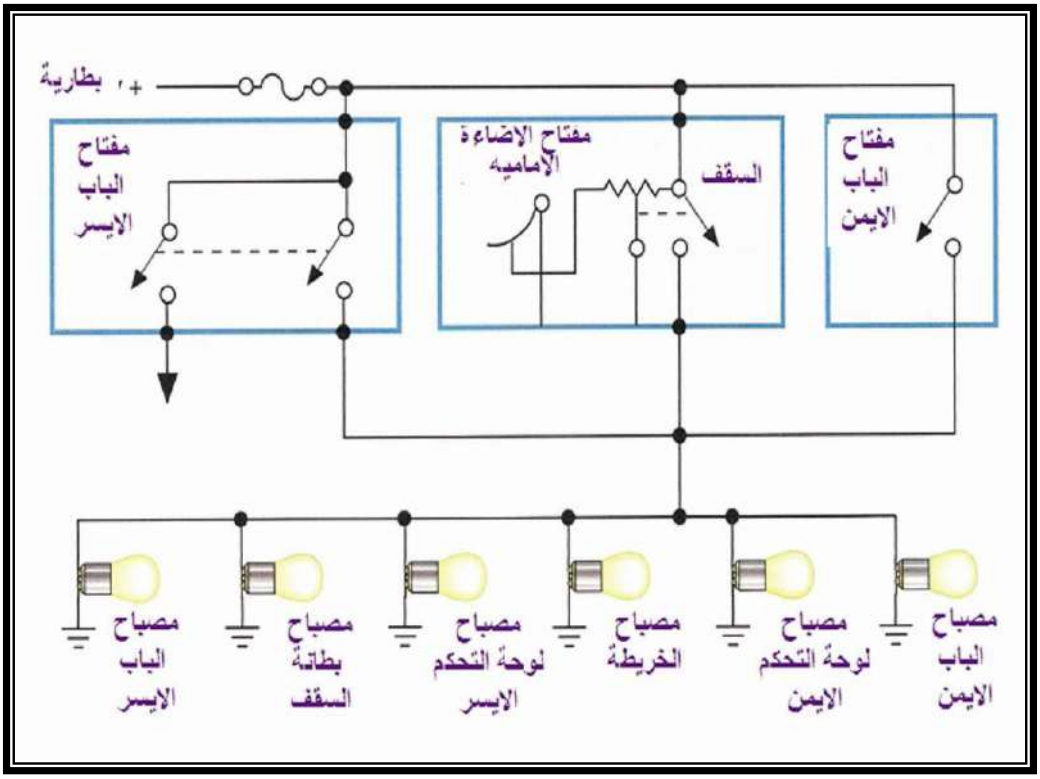


الشكل (7-21) الدائرة الكهربائية لمصابيح الحركة الخلفية

المصابيح الداخلية

تشتمل المصابيح الداخلية على مصابيح إنارة داخل السيارة، وعددها أربعة عادة في السيارات الحديثة أحدها وسط بطانة السقف من الأسفل واثنان في بطانة الباب من الخلف على الجانبين والآخر تحت لوحة التحكم والشكل (7-22) يوضح الدائرة الكهربائية لهذه المصابيح.

وبالنسبة لمصابيح المبينات فسوف يتم التعرض لها تفصيلاً عند دراسة أجهزة البيان.



الشكل (7-22) الدائرة الكهربائية للانارة الداخلية

مصطلحات فنية

اللغة الانكليزية	اللغة العربية
Ignition Switch	مفتاح الاشعال
Negative	السالب
Positive	الموجب
Terminal	طرف التوصيل
Resistance	مقاومة
Fuses	منصهرات
Battery	بطارية
Wire	موصل (سلك)
Lamp	مصباح
Fan	المروحة
Indicator	المبين

اسئلة الفصل السابع

س1. إشرح مع الرسم مكونات منظومة الإنارة في السيارة.

س2. إشرح تركيب مصباح الإنارة في السيارة.

س3. أشرح مع الرسم أوضاع مفتاح الإنارة الرئيس.

س4. إشرح مع الرسم مصابيح الفتيلتين واهمية موقع كل فتيلة.

س5. عدد أنواع المصابيح الأمامية من حيث الموقع.

س6. أذكر الأجزاء الرئيسة لمصباح الهالوجين مع توضيح آلية العمل.

س7. ما وظائف كل من العاكس والعدسة في المصباح الأمامي.

س8. تكلم عن المصابيح ذات الوحدة المغلقة.

س9. إرسم الدائرة الكهربائية لمصابيح الإشارة والمؤخرة.

س10. أذكر وظيفة المصابيح بشكل عام في السيارة.

س11. إرسم الدائرة الكهربائية للإنارة الداخلية.

الـفـصل الـثـامـن

المنظـومات الكهربائية المساعدة

Auxiliary Electrical Systems

الاهداف:

بعد الانتهاء من هذا الفصل يصبح الطالب قادراً على أن:

1 ـ يدرك طريقة عمل المنبه الصوتي واجزائة والفائدة منة.

2 ـ يعرف على منظومة ماسح الزجاج واجزاءها.

3 ـ يعرف على منظومة تكييف الهواء.

4 ـ يعرف على الدائرة الكهربائية للمذياع والمسجل.

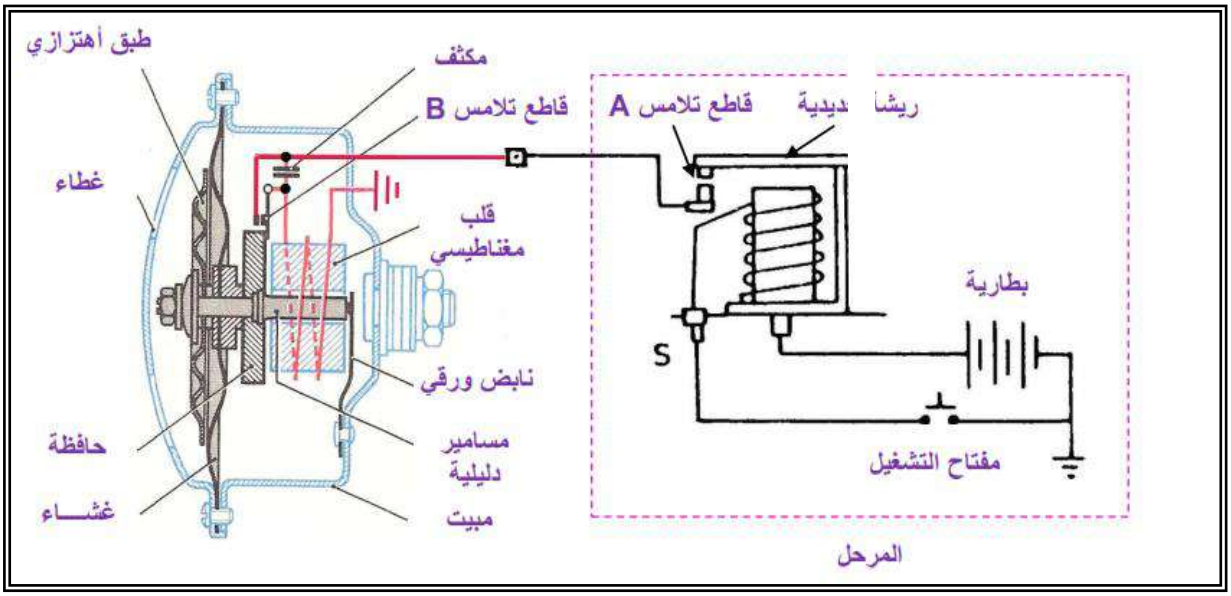
5 ـ يعرف على اجهزة المبينات وطرق عملها.

المنظومات الكهربائية المساعدة

المنبه الصوتي (Electric Horn)

فائدة المنبه الصوتي اصدار أصوات ذات نغمة معينة تؤدي إلى جلب إنتباه المارة من المشاة وسائقي السيارات الاخرى وللتحذير من وجود سيارة على الطريق.

يوضح الشكل (1-8) الدائرة الكهربائية لمنبه الصوت، يتكون من مغناطيس كهربائي، حافظة، طبق إهتزازي، نابض إرجاع ورقي، قاطع تلامس ومكثف. يستخدم المكثف لمنع حدوث شرارة بين نقطتي التلامس.



الشكل (1-8) الدائرة الكهربائية لبوق التحذير

بما أنَّ المنبه الصوتي يأخذ تياراً كبيراً في أثناء العمل، لذا زودت الدائرة بمرحل، لإيصال التيار الكهربائي. عند توصيل النقطة (S) بالأرضي يسري التيار في ملف المرحل، فتتكون قوة مغناطيسية تجذب الريشة الحديدية، وتوصل نقاط التلامس (A) فيسري التيار إلى المنبه، حيث تكون نقاط التلامس (B) متصلة قبل مرور التيار.

يمر التيار في ملف المنبه ومن ثم إلى الأرضي مؤدياً إلى توليد قوة مغناطيسية تجذب الحافظة، والتي بدورها تقوم بفصل نقاط التلامس (B) فينهار المجال المغناطيسي، وبفعل النابض الورقي تعود الحافظة إلى مكانها، فتوصل نقاط التلامس وتتكرر العملية بسرعة

يتناسب معها الصوت الذي يخرج من المنبه بسبب إهتزاز الغشاء. جميع المنبهات الكهربائية تعمل بالمبدأ نفسه ولا تختلف إلا في الشكل والنغمة.

يستخدم عادة في السيارة منبهان، أحدهما يعطي نغمة حادة ويرمز له (H) (High) والثاني يعطي نغمة أقل ترددا ويرمز له (L) (Low) ونتيجة عملها المشترك يتم الحصول على النغمة المطلوبة.

منظومة ماسح الزجاج (Windshield Wiper System)

أول ماسحة زجاج سيارة كانت تعمل بطريقة يدوية بتحريك ذراع داخل السيارة للأمام والخلف، وفي يومنا هذا نحن نستخدم ماسحات زجاج كهربائية. تقوم ماسحات الزجاج في السيارة بالحفاظ على نظافة الزجاج في أثناء القيادة، وجعل الرؤية واضحة وخصوصاً عند سقوط المطر. تستخدم ماسحة الزجاج في جميع أنواع السيارات الكبيرة والصغيرة وفي بعض السيارات توجد ماسحات على المصابيح الأمامية وكذلك على زجاج السيارة الخلفي. لاحظ الشكل (8-2).

الشكل (8-2) ماسحة زجاج حديثة

تحتوي ماسحة الزجاج على تقنيتين ميكانيكيتين تعملان معاً لتقوم الماسحة بالعمل المطلوب منها من خلال حركتها المنتظمة، والمتكررة على زجاج السيارة. وهاتان التقنيتان هما:

1. المحرك الكهربائي وترس خاص يسمى ترس الحلزوني يزود الماسحة بطاقة الحركة، لاحظ الشكل (8-3).
2. ذراع توصيل يقوم بتحويل الحركة الدورانية الناتجة عن الموتور الكهربائي إلى حركة انتقالية للماسحة للأمام والخلف.

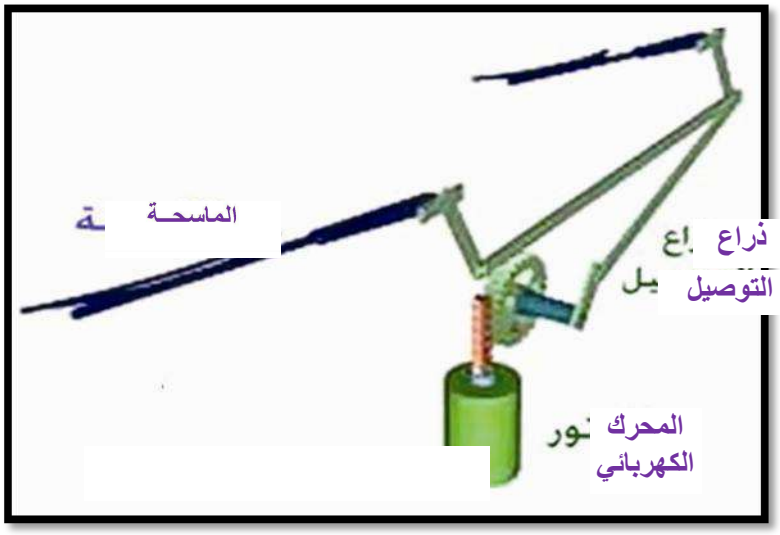
الشكل(8-3) تعشيق المحرك الكهربائي مع ترس الحلزوني

المحرك الكهربائي

تحتاج الماسحة عند حركتها على زجاج السيارة إلى قوة كبيرة لتجعلها تتحرك بقوة ذهاباً وإياباً لتمسح زجاج السيارة. ولكي تحصل الماسحة على هذه القوة يتم الاعتماد على ترس الحلزوني المثبت على المحرك الكهربائي. يعمل ترس الحلزوني على مضاعفة العزم الناتج عن المحرك الكهربائي بقيمة تصل إلى 50 مرة، وبتوصيل ترس الحلزوني مع الذراع المتصل مع الماسحات عن طريق مسنن مائل الاسنان تتحرك الماسحة ذهاباً وإياباً على زجاج السيارة. وفي داخل المحرك الكهربائي والترس يوجد دائرة الكترونية تحتوي على مجسات حساسة تقوم برصد موضع الماسحة بالنسبة لزجاج السيارة. فعندما نقوم بإيقاف الماسحة في أي لحظة فإنَّ هذه المجسات الحساسة تحافظ على استمرار التيار الكهربائي حتى تصل الماسحة إلى أدنى موضع لها على زجاج السيارة، وتتوقف عندها وذلك حتى لا تقف الماسحة في منتصف الزجاج الأمامي مما يعيق الرؤية، وقد يتسبب في حوادث خطيرة.

ذراع التوصيل (Linkage)

عبارة عن قطعة معدنية قصيرة تسمى الحدبة مثبتة على عمود ترس الحلزوني. تدورالحدبة في حركة دورانية مستمرة مع دوران المحرك الكهربائي. ويتصل بالحدبة ساق طويل، وعند دوران الحدبة فإنها تحرك الساق الطويل لليمين واليسار. وبحركة الساق الطويلة فإنها تحرك أيضا قطعتين معدنيتين مثبتة عليهما شفرات الماسحة المتصلة مع الساق الطويلة مما يسمح بحركة شفرات الماسحة على زجاج السيارة كما في الشكل(8-4).



الشكل (8-4) ذراع التوصيل مع الماسحة

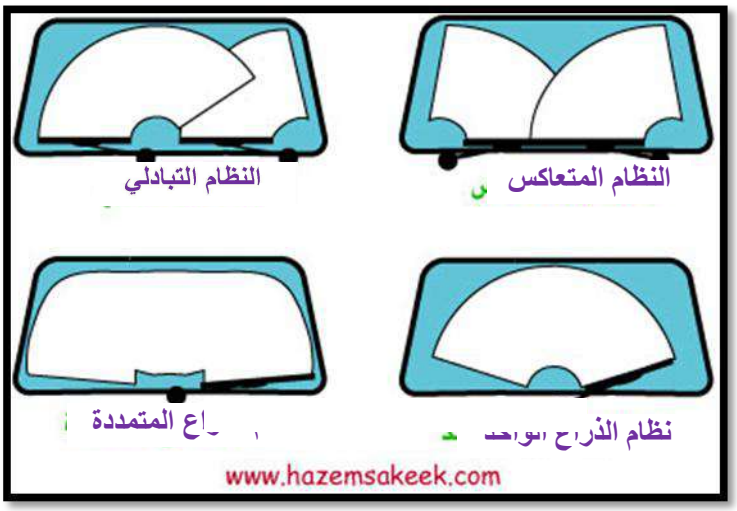
شفرات الماسحة (Wiper Blades)

شفرات الماسحة هي التي نقوم باستبدالها بعد فترة من الزمن والتي تحتوي على قطعة مطاطية تقوم بإزالة الماء عن زجاج السيارة، ومن المفترض أنْ تعمل هذه الشفرات (1.5) مليون مسحة قبل استبدالها، ويمكن زيادة فترة عمرها بتنظيفها باستمرار من الأوساخ والأتربة التي قد تكون علقت بها والتأكد من سلامة نقاط التثبيت الستة أو الثمانية التي تثبت القطعة المطاطية بالماسحة التي تقوم بتوزيع الضغط بشكل متساوٍ على طول الماسحة كما موضح في الشكل (8-5).

الشكل (8-5) القطعة المطاطية المثبتة على الماسحة

نقاط الإرتكاز (Pivot Points)

تتشابه معظم السيارات في تصميم ماسحات الزجاج، حيث تظهر على شكل ماسحتين تتحركان مع بعضهما البعض لتنظيف السطح الخارجي لزجاج السيارة الأمامي. تثبت كل ماسحة على نقطة ارتكاز الأولى قريبة من السائق والثانية في الوسط تقريباً. والشكل (8-6) يوضح طريقة حركة مختلف أنواع ماسحات الزجاج في بعض التصاميم تكون هناك ماسحة واحدة مثبتة على نقطة إرتكاز في المنتصف وفي أثناء حركة الماسحة تتمدد وتقصر في حركة منتظمة لتغطي أكبر مساحة ممكنة من زجاج السيارة.



الشكل (8-6) التصاميم المختلفة لنقطة الارتكاز في ماسحة الزجاج

التحكم بالماسحة (Wiper Control)

معظم أنواع الماسحات في السيارات يمكن التحكم في سرعتها، أما بالزيادة أو النقصان علماً بإنَّ سرعة المحرك لا تتغير إنما فقط يكون التحكم في فترة ثبات الماسحة بين كل مسحة وأخرى وكلما قلت المدة الزمنية لتوقف الماسحة تكون سرعتها أكبر، وإذا كانت الفترة الزمنية للتوقف كبيرة كانت سرعة الماسحة قليلة. وفي أنظمة الماسحات الحديثة يوجد10 درجات مختلفة للتحكم في سرعة الماسحة بالإضافة إلى السرعة العادية والسرعة العالية، كما يظهر في الشكل (8-7) ذراع التحكم بالماسحة المجاورة لمقود السيارة.

الشكل (8-7) ذراع التحكم بسرعة الماسحة

مجسات المطر (Rain Sensing Wiper)

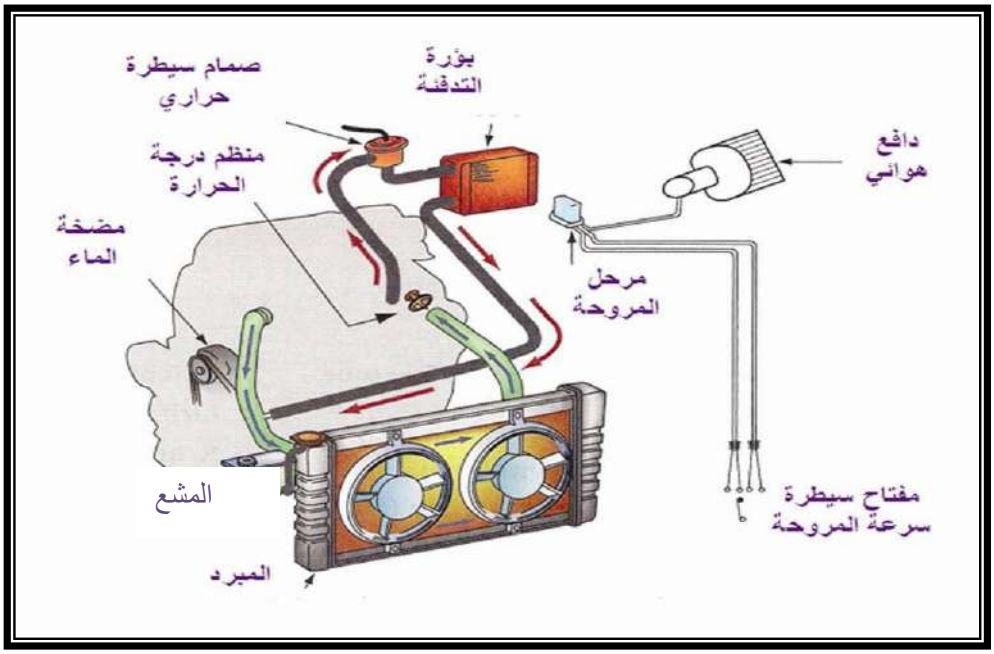
قامت بعض الشركات بتوفير أنظمة الكترونية تعتمد على مجسات تستطيع أنْ تلتقط الاهتزازات الناتجة عن ارتطام قطرات المطر بزجاج السيارة، وبناءً على ذلك تقوم بتشغيل الماسحات اتوماتيكياً وتتحكم بسرعتها بالدرجة المناسبة لشدة هطول المطر، ولكن هذه الأنظمة لم تثبت فعاليتها، وكان لها الكثير من المشكلات، أما في الوقت الحالي فتنتج شركة (TRW) أنظمة حديثة تعتمد على مجسات ضوئية لتحديد نسبة الرطوبة في الجو، وكذلك مجسات حساسة للمطر. تثبت هذه المجسات داخل السيارة وبجوار المرآة المركزية في السيارة المستخدمة للرؤية خلف السيارة. يعتمد هذا المجس على الأشعة تحت الحمراء التي تنطلق من المجس على الزجاج الأمامي للسيارة بزاوية (45 درجة) فإذا كان الجو جافاً فإنَّ معظم الضوء سوف ينعكس إلى المجس مرة أخرى، ولكن إذا كانت هناك قطرات مطر على الزجاج فإنَّ الضوء ينعكس في مختلف الاتجاهات أي يتشتت. وهذا يعني شدة الضوء المنعكس ستكون أقل وبذلك فأنَّ المجس يقوم بتشغيل الماسحات حسب شدة الضوء الذي رصده والذي يتناسب مع مقدار قطرات المطر على زجاج السيارة وإذا قلت قطرات المطر فإنَّ سرعة الماسحة ستقل وهكذا.

منظومة التدفئة (Heating System)

تختلف أنظمة التدفئة من سيارة لأخرى، هذا النظام الذي تزود به كثيراً من السيارات الخاصة والتي تبرد محركاتها بالماء، حيث تزود هذه السيارات بما يسمى بؤرة التدفئة وهو مبادل حراري يشبه إلى حد كبير المبرد وموجود داخل كابينة القيادة تحت لوحة القيادة. ويوجد محرك كهربائي صغير مركباً عليه مروحة

صغيرة تقوم بدفع الهواء على بؤرة التدفئة الملئ بنفس ماء دورة التبريد الساخن لمحرك السيارة فيسخن هذا الهواء، ثم يوجه إلى مقصورة الركاب بالسيارة فيدفئها، عن طريق فتحات جانبية خاصة (الشكل 8-8).

تستعمل منظومة التدفئة أيضاً لأغراض أخرى لإزالة الضباب أو الصقيع عن الزجاجة الأمامية إلا أنَّها ليست كافية لإزالة ما يترسب على الزجاجة الخلفية من معوقات للرؤية وخاصة في الطقس البارد.

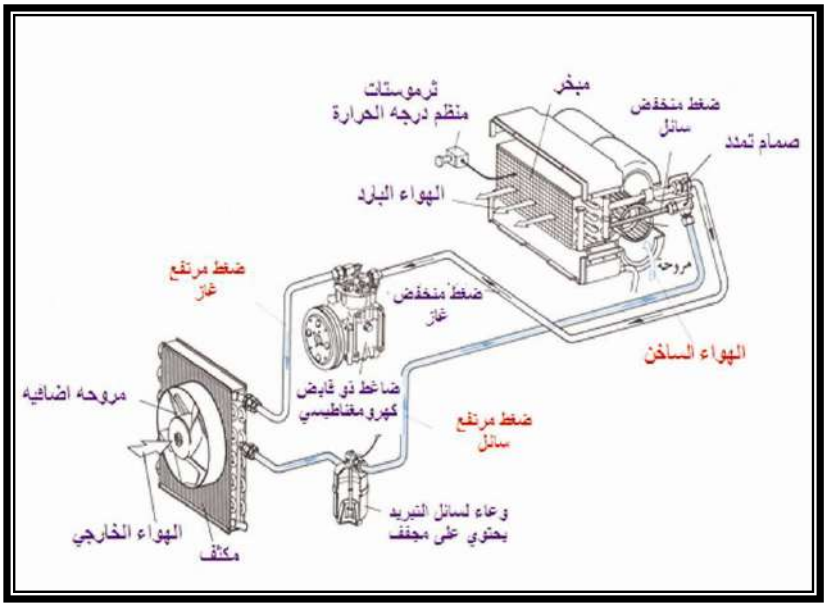


منظومة تكييف الهواء (Air – Conditioning System)

تشتمل عملية التكييف – طبقاً لمفهومها العام في هندسة التكييف – على عمليات متعددة، مثل التهوية والتدفئة والتبريد والتنقية والترطيب أو فصل الرطوبة.

أما في مجال تكييف المركبات، فتشتمل عملية التكييف على تبريد حيز ركوب الأفراد, تحريكة وازالة رطوبة الهواء.

تتكون منظومة التكييف في المركبات من الأجزاء الرئيسة التالية، لاحظ الشكل (8-9).



الشكل (8-9) مكونات منظومة تكييف الهواء

1.ضاغط ذو قابض كهرومغناطيسي.

2.مكثف.

3.مروحة.

4.وعاء سائل التبريد، يحتوي على مجفف لسائل التبريد.

5.مبخر.

6.صمام تمدد.

7.مروحة اضافية.

8.منظم لدرجة الحرارة (ثرموستات).

مبدأ عمل المنظومة

تصبح منظومة التكييف والتبريد معدة للتشغيل بمجرد تشغيل المحرك، بغض النظر عن سرعة سير المركبة. وتعمل المنظومة بالطريقة نفسها التي تعمل بها ثلاجة التبريد، التي تحتوي على جهاز تبريد ذو ضاغط.

وتعتمد طريقة التبريد هذه على نظرية تبخير سائل، وتلزم العملية تبخير كمية معينة من سائل التبريد عن طريق الحرارة التي يتم اكتسابها من الحيز المحيط بالمبخر، مما يؤدي الى انخفاض درجة حرارة الحيز المحيط أي إلى تبريده.

يتم وضـــع مبخـر منظومـة التبريد فـي مقصـــورة (غرفـة) الركـاب، وتقـوم مروحـة بسـحب الهـواء مـن هـذا الحـيز، ودفعـه عـبر المبخـر، وبذلك يتم تبريد الهـواء، وفصـل الرطوبـة الزائدة. وهـذا يعـني ان عمليـة التبريد تصـحبها عمليـة فصـل الرطوبـة الزائدة. يتجمـع المـاء المتكثف أسـفل المبخـرة ويتم طـرده إلـى الخـارج عـن طـريق خـط توصـيل خـاص. يتم ضـبط قدرة التبخـير عـن طريق ثرموستات (منظم لدرجة الحرارة) وبذلك يمكن حفظ درجة حرارة حيز الركوب ثابتة.

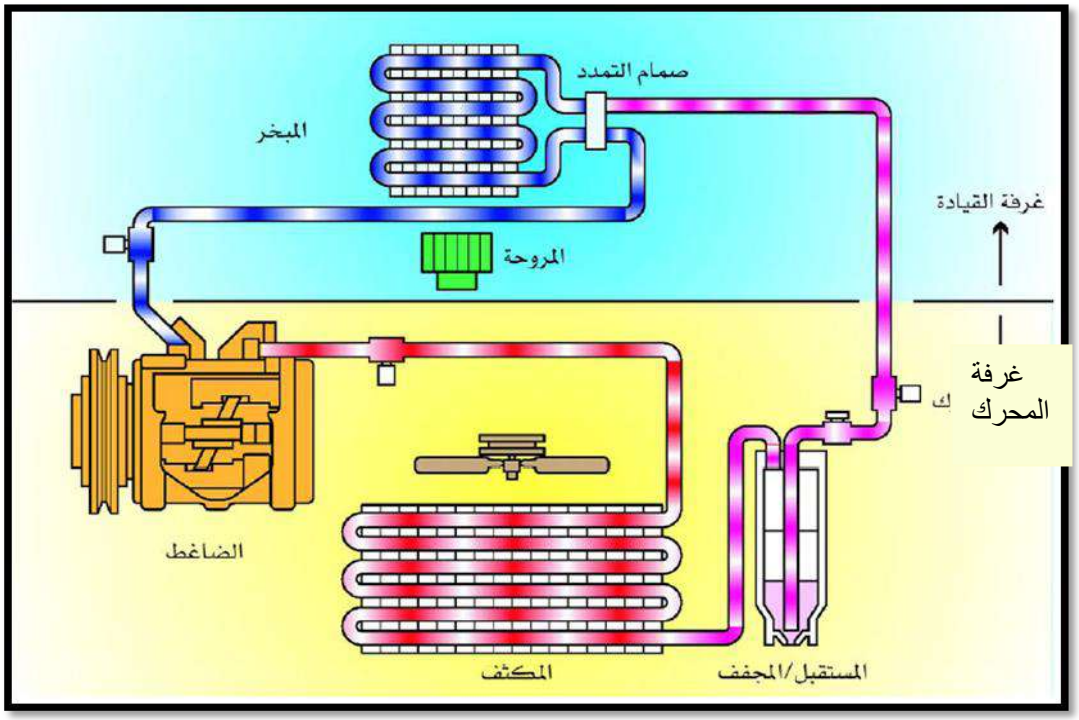
كمـا تتولـى المروحـة – التـي تـدفع الهـواء عـبر المبخـر – تـدوير الهـواء فـي حـيز الركوب. ويمكنها سحب هواء نقي جديد من الخارج إذا لزم الأمر.

تتولد البرودة اللازمـة عـن طـريق تبخـير سـائل التبريد فـي المبخـر، ويتم حقن وسـيط التبريد الموجـود –تحـت ضـــغط مـرتفع – فـي وعـاء سـائل التبريد فـي المبخـر عـن طـريق صـــمام تمـدد موضـــوع قبل المبخـر مباشـرة. وينخفض الضـــغط المؤثر على وسـيط التبريد عند دخولـه إلـى المبخـر، ممـا يؤدي إلـى تبخـره، ومـن ثم سـحب الحـرارة مـن الحـيز المحيط بـه ويسـخن وسـيط التبريد نفسه وكما مبين في الشكل (8-10).

ولإكمـال دورة التبريد، يجـب إعـادة تكثيف وسـيط التبريد السـاخن، الـذي تم تبخـيره فـي المبخـر، والموجـود علـى صـــورة بخـار، عـن طـريق سـحب كميـة الحـرارة التـي اكتسبها من مقصورة الركاب.

يقوم الضـــاغط الذي ياخـذ حركتـة مـن المحـرك بسـحب بخـار وسـيط التبريد مـن المبخـر ورفـع ضـــغطه، ثـم يدفعـه الـى المكثـف. ويشـبه المكثـف فـي تركيبـه للمشـع المزود بزعـانف تبريد عديدة. ويتم وضـــعه غالباً قبل المشـع فـي مواجهـة هـواء السـير. ويمكـن تبريده بطريقـة اضـــافية باسـتخدام مروحـة كهربائيـة يتم سـحب الحـرارة مـن بخـار وسـيط التبريد، التـي تم اكتسـابها فـي حـيز الـركوب، عـن طـريق مسـاحة المقطـع الكبـيرة للمكثـف وطردهـا إلـى الهـواء الجـوي الخـارجي وبـذلك يتكثـف بخـار وسـيط التبريد إلـى سـائل. وتعتمد درجـة الحـرارة التـي يتكثـف عندها بخـار وسـيط التبريد علـى الضـــغط المكثـف. ويخـرج بعـد ذلك وسـيط التبريد السـائل مـن أسـفل المكثـف ويسـري إلـى داخـل وعـاء سـائل التبريد. ويركب مجفف قبل وعـاء سـائل التبريد، تكون وظيفتـه فصل أي بقايا من الماء من وسيط التبريد.

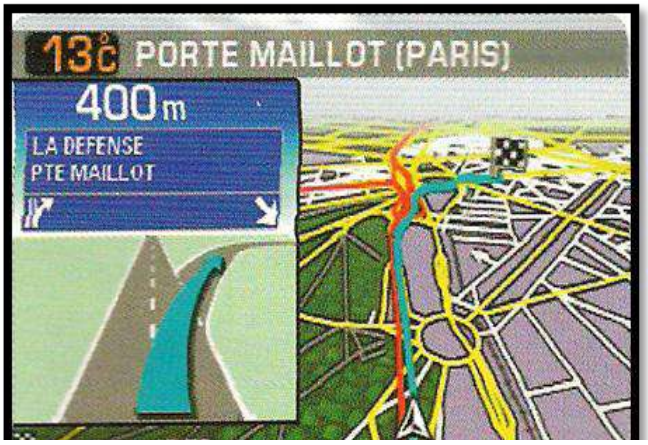
يتضـــح مـن هـذا أنَّ منظومـة التكييف فـي المركبـات، تحتوي علـى دورتين مقترنتين ببعضـــهما وهمـا: دورة الهـواء ودورة وسـيط التبريد. وترتبط الدورتان ببعضـــهما عـن طريق المبخر، الذي يعمل كمبادل حراري.

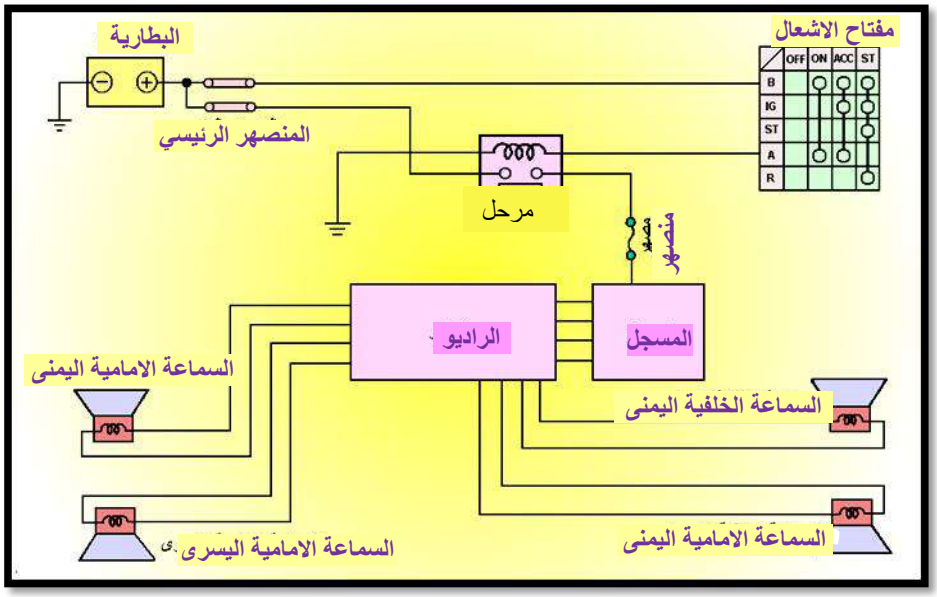


الشكل (8-10) مبدأ عمل منظومة تكييف الهواء

دائرة المسجل والراديو

يعـد المـذياع مـن الاضـــافات التي يحـرص منتج السـيارات علـى تركيبهـا فـي السـيارة فهـي تعمـل علـى ربـط السـائق مـع الأحـداث والأخبـار هـذا بالاضـــافة إلـى كونـه وسـيلة ترفيـه وتسـلية، لقد كانـت بداية اسـتخدام الصـــوتيات فـي السـيارة المـذياع وركـب فيمـا بعـد فـي نفـس الوحـدة المسـجل وقـارئ الاقـراص المدمجـة (CD or DVD Driver)، أمـا اليوم فتتنوع هـذه الوسـائل حـتى تصـــل إلى أجهـزة تحديد الموقـع وخارطـــة الطـــريق (الشـــكل 8-11) والشـــكل (8-12) يوضـــح الـدائرة الكهربائيـة لدائرة المذياع والمسجل.





الشكل (8-12) الدائرة الكهربائية للمذياع والمسجل

أجهزة البيان (Indicators)

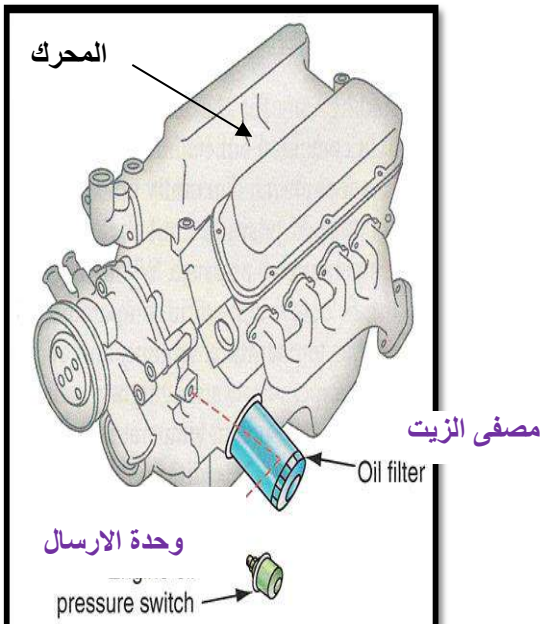
وتشمل ما يأتي:

1. مبين ضغط الزيت (Oil Pressure Gauge).
2. مبين كمية الوقود في الخزان (Fuel Level Gauge).
3. مبين درجة حرارة سائل التبريد وأنواعه (Cooling Water Thermometer).
4. مبين سرعة السيارة وتسجيل المسافات المقطوعة (Speedometers and Odometers).

مبين ضغط الزيت (Oil Pressure Gauge)

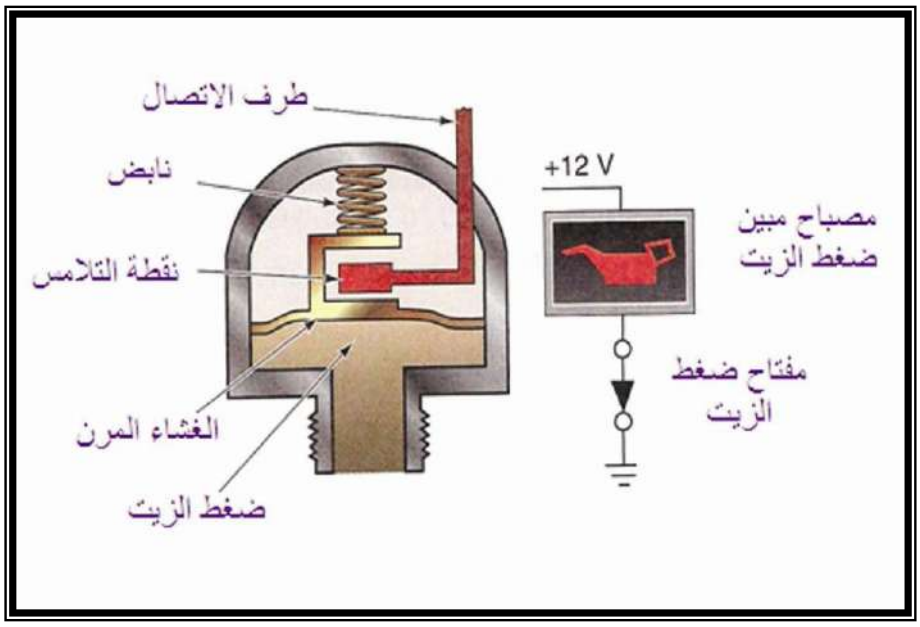
1. النوع الضوئي (Light Indicator)

ويتكون من مصباح صغير (12 فولت) ومتحسس للزيت (جوزة دهن) (لاحظ الشكل 8-13) والتي تثبت عادة في مجرى ضغط الزيت في محرك السيارة. أما المصباح فيكون
ضمن لوحة المبينات.



الشكل (8-13) موقع متحسس ضغط الزيت

اذا أدير مفتاح التشغيل نحو (On) سرى تيار كهربائي من البطارية خلال المصباح وإلى أرضي المتحسس عبر نقاط التلامس. وما دام هناك ضغط واطئ جداً أو معدوم فإنَّ المصباح يظل متوهجاً. وعند تزايد الضغط نتيجة لدوران مضخة الزيت تتمدد الطبلة المطاطية، وتنفرج نقاط التلامس فينطفئ المصباح، كما مبين في الشكل (8-14).

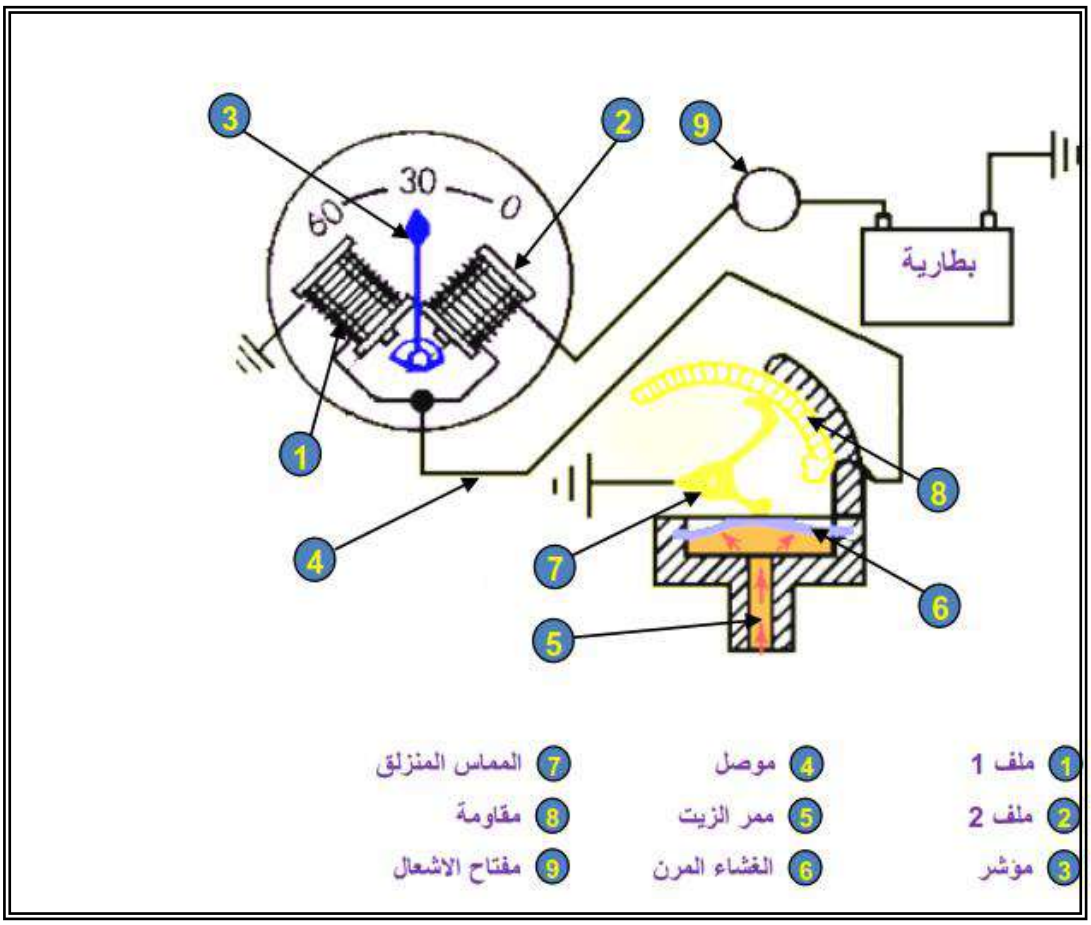


الشكل (8-14) مبدأ عمل متحسس ضغط الزيت

2. المبين ذو الملف المتعادل (Balancing Coil Indicator)

عند فتح مفتاح التشغيل تسري الكهربائية من البطارية إلى الملف (2) ومنه إلى الملف (1) فالأرضي. كلا الملفين موصلان مع المقاومة المتغيرة (8) من خلال السلك (4). يدخل الزيت من الفتحة (5) فيرفع الطبلة (6) فتنزلق العتلة (7) على امتداد المقاومة وهنا تزداد قيمتها فيشتد الجذب المغناطيسي المسلط من الملف (1) على ذراع المؤشر (3) معلناً الضغط الصحيح للزيت. عند تباطؤ المحرك أو هبوط الضغط تعود العتلة إلى موقعها

الأصلي فتقل المقاومة فينشط الملف (2) في حين تتضاءل فاعلية الملف (1) فينسحب المؤشر نحو الصفر.راجع الشكل (8-15).



الشكل (8-15) مبدأ المبين ذو الملف المتعادل

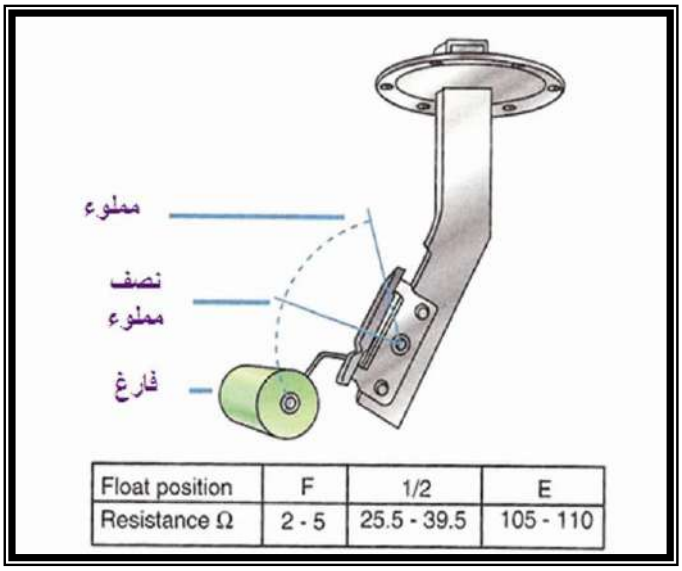
مبين مستوى الوقود (Fuel Level Gauge)

فائدته قياس كمية الوقود الموجودة في خزان الوقود للسيارة، وهو على نوعين:

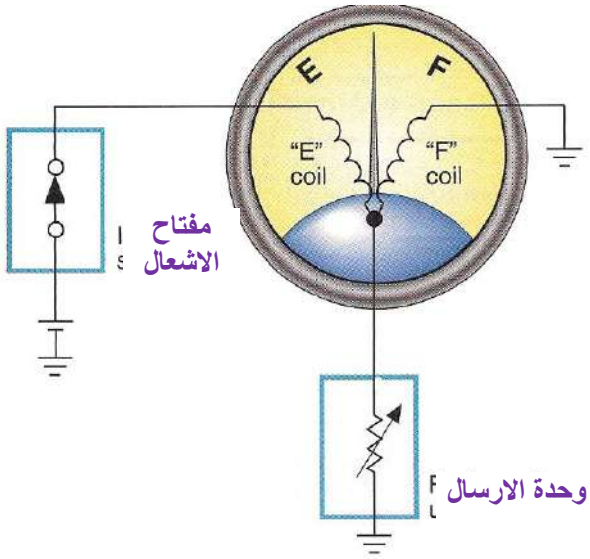
1.مبين مقدار الوقود ذو الملف المتعادل (Fuel Gauge Balanced Coil)

يستخدم في عدد كبير من السيارات ليشير إلى مستوى الوقود في خزان الوقود ويتكون من وحدتين كهربائيتين، الأولى في لوحة القيادة وتدعى (وحدة الاستقبال) والأخرى في خزان الوقود وتدعى (وحدة الإرسال لاحظ الشكل 8-16)، وترتبط

الوحدتين بسلك منفرد، كما هو واضح في الشكل (8-17) والذي يوضح أيضاً التوصيل الأرضي بكلا الوحدتين، حيث ترتبط وحدة الاستقبال بالسلك الموجب عن طريق مفتاح التشغيل، ولا يعمل مؤشر المقياس إلا بعد أنْ تغلق الدائرة بفتح مفتاح التشغيل علماً أنَّ التيار الذي يسري في الجهاز لا يتجاوز (0.15Amp).



الشكل (8-16) وحدة الارسال



الشكل (8-17) مبين مقدار الوقود ذو الملف المتعادل

وحـدة الاسـتقبال المثبتة فـي لوحـة القيادة تحتوي على ملفين موضـوعين بزاوية (90°) على بعضـهما مـع عضـو الانتاج مثبت عليه مؤشـر موضـوع على محـور دوران في تقاطع محـور الملفين. الملف الأيمن موصـل إلى الأرض، كما موضـح في الشكل (8-17) أما وحدة الخـزان أو (وحـدة الارسـال) فإنَّهـا تحتوي على مقاومـة متغيرة متصـلة بالطوافة وبذلك تكـون قيمـة المقاومـة متغـيرة اعتمـاداً على موضـع الطوافـة ومسـتوى الوقـود فـي الخـزان. أمـا الجـزء المتحـرك مـن المقاومة المتغيرة فموصل إلى الأرض. ويتلخص مبدأ العمل بالحالات التالية:

1. إذا كـان الخـزان فارغـاً (ويطلق تعبير الخـزان فارغـاً عنـدما يحتـوي على 5 لترات مـن الوقـود) فـإنَّ الطوافـة تهبـط إلى الأسـفل، وهـذا يـؤدي إلى تقليـل مقاومـة وحـدة الإرسـال وسـوف يسـري التيـار خـلال الملـف (E) مـروراً بوحـدة الإرسـال إلـى الارض، ويقـوي المجـال المغناطيسـي للملف (E) ممـا يؤدي إلى جـذب المؤشـر نحـو اليسـار أي إلى جهـة فارغ (E).
2. عندما يكـون الخـزان مملوءاًجزئياً، فـإنَّ الطوافـة تكـون على سـطح السـائل ممـا يؤدي إلى تحريك الجـزء المتحـرك مـن المقاومـة (كـأن تدخل نصـف المقاومـة في الدائرة الكهربائية) ممـا يؤدي إلـى تجزئـة التيـار المـار في الملف (E) إلى جـزئين أحـدهما يمـر في الملف (F) والآخـر في المقاومـة، وعندئذ يصـبح المؤشـر في وضـع متزن بين الملفين وفي مكـان يعتمد على قيمة المقاومة الداخلة في الدائرة والتي تتأثر بمستوى الوقود في الخزان.
3. أمـا عندما يكـون الخـزان مملوءاً فـإنَّ المقاومـة تدخل بالكامـل في الدائرة (لهـا قيمـة عظمـى) وبذلك يزداد التيـار المـار في الملف (F) وبمـا أنَّ عـدد لفات الملف (F) أكـثر مـن عـدد لفات الملف (E) فسـوف يؤدي الـى توليد مجـال مغناطيسـي عـالٍ ممـا يؤدي إلـى انحـراف المؤشـر نحو الملف (F) أي إلى جهة اليمين.

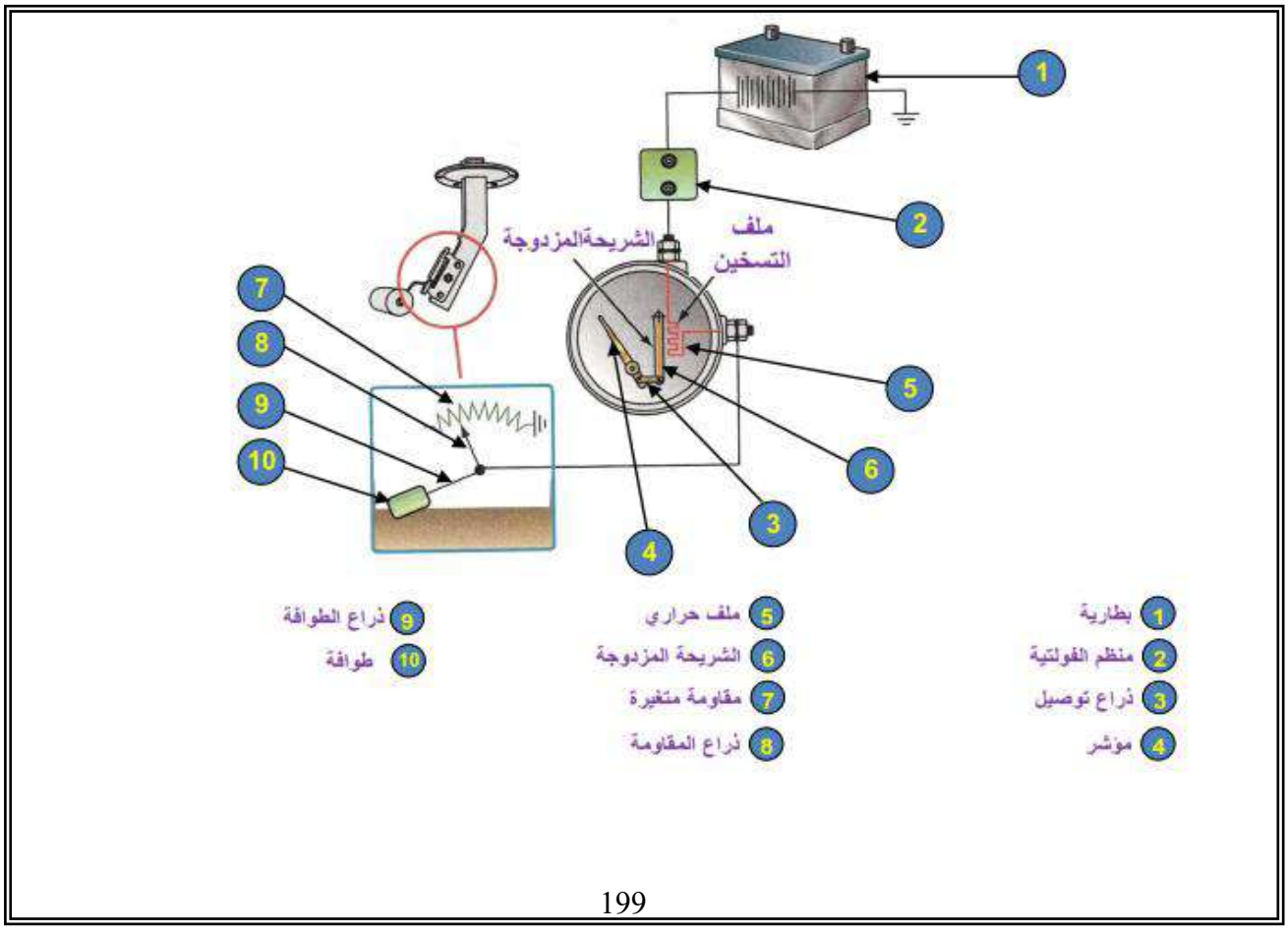
2.مبين مقدار الوقود الحراري (Bimetallic Fuel Gauges)

بـالنظر إلـى الدائرة المبينـة فـي الشـكل (8-18) نجـد أنَّ المبيـن الحـراري يتكـون أيضـاً مـن وحـدتين وحـدة الخـزان، وهـي تتكـون مـن الطوافـة (10) وذراع الطوافـة (9) الذي يثبـت على نهايتـه ذراع معـدني (8) للتحكم في مقدار المقاومـة الداخلـة في الدائرة، وتتكـون وحـدة المبين مـن رقيقـة مزدوجـة مـن معـدنين مختلفيـن (6) توضـع داخـل ملـف التسـخين (5)، وتثبـت الرقيقـة المزدوجـة مـن أعلى وتترك نهايتهـا السـفلى حـرة لتؤثر على الذراع (3) الذي يتصـل بالمؤشـر

(4)، ويلاحظ من الشكل أنَّه يوجد منظم (2) لتنظيم التيار المار في الدائرة وحماية أجزاء المبين من التلف.

ويمكن تلخيص مبدأ العمل بالحالات التالية:

1. عندما يكون الخزان فارغاً تهبط الطوافة إلى الأسفل، وفي هذه الحالة تكون المقاومة (7) كلها في ملف دائرة التسخين (5) فتقل شدة التيار المار خلالها، ولا تقوى الحرارة الناتجة عن مرور التيار في ملف (5) على ثني الشريحة المزدوجة فيتجه المؤشر الى الجهة (E أي الفارغ).
2. عندما يمتلئ الخزان بالوقود تطفو الطوافة للأعلى وبالتدريج تقل مقاومة وحدة الخزان (7) فتزداد شدة التيار المار في الملف الحراري (5) فترتفع درجة حرارته بالتدريج أيضاً، ويسبب ذلك انحناء الشريحة للأسفل جهة اليمين لإختلاف مقدار تمدد المعدنين، حيث تؤثر نهايتها الحرة على الذراع (3) الذي يدفع المؤشر (4) إلى ناحية اليمين إلى جهة مملوء (F) ولا يحتاج هذا النوع إلى الكثير من العناية به إلاّ التأكد من سلامة التثبيت، واحكام أطراف وصلاته.



الشكل (8-18) مبين مقدار الوقود الحرارى

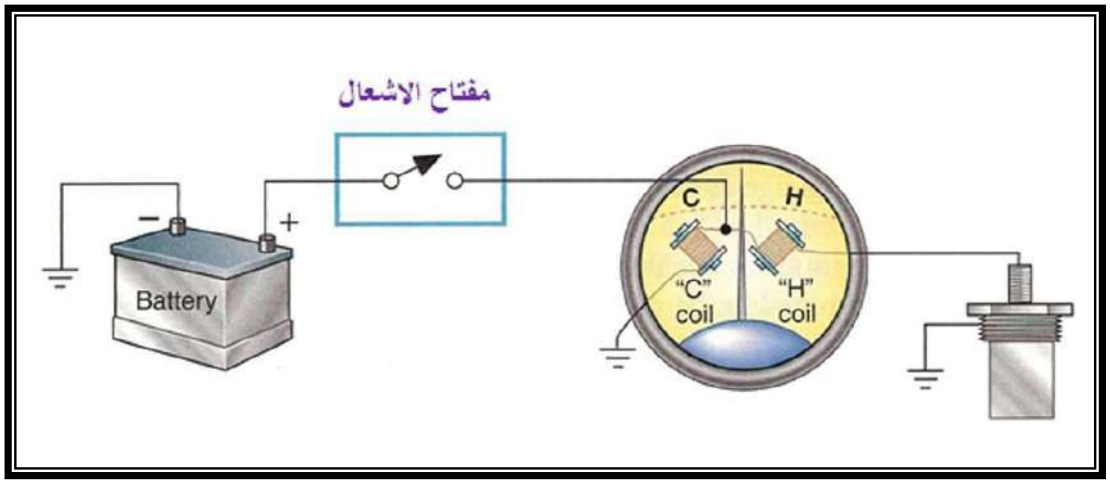
مبين درجة حرارة سائل التبريد وأنواعه (Cooling Water Thermometer)

1.مبينذ درجة الحرارة ذو ملفات التعادل (Balancing Coil Thermometer)

لا يختلف هذا المبين عن سابقيه إلاّ كونه يعمل وفق تغير المقاومة الموجودة في وحدة تحسس الحرارة المثبتة في غطاء الاسطوانات (الشكل 8-19) أو مشع الحرارة.

الشكل (8-19) وحدة الارسال الخاصة بمبين درجة حرارة سائل التبريد

عند سريان الكهربائية من البطارية عبر المفتاح وخلال الملف (C) وإلى الأرضي ينسحب المؤشر نحو النقطة (C) بفعل الجذب المغناطيسي للملف (C) نظراً لإنَّ المقاومة في وحدة التحسس عالية. وفي أثناء تصاعد حرارة المحرك تبدأ المقاومة بالتناقص فينسحب المؤشر نحو النقطة (H). وأي اختلاف في حرارة الماء ينعكس على حركة المؤشر نتيجة للتفاوت في جذب كل من الملفين، راجع الشكل (8-20).

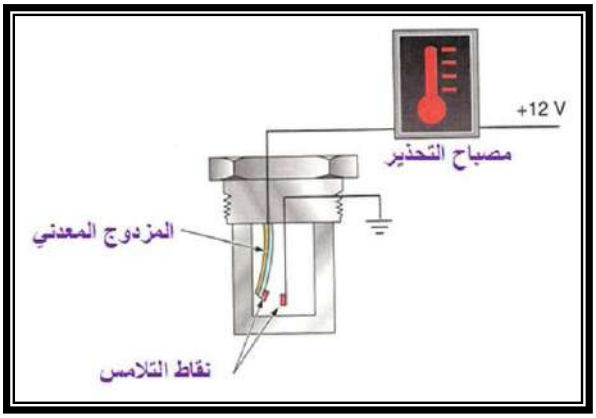


الشكل (8-20) أجزاء مبين درجة حرارة سائل التبريد

ب. مصباح تحذير درجة حرارة سائل التبريد:

كما رأينا من قبل فإنَّ مبينات درجة الحرارة تعمل، إما بنظرية الازدواج المعدني أو الملف الكهرومغناطيسي.

تثبت وحدة ارسال بيانات (المحرك) في الفراغ المحتوي على ماء التبريد للمحرك وهي عبارة عن مقاومة متغيرة وتزداد شدة التيار حتى تضاء اللمبة أو مع ارتفاع درجة الحرارة تنحني ثنائي المعدن ليتم ايصال دائرة اتصال التحذير، كما في الشكل (8-21).



الشكل (8-21) مصباح التحذير مع وحدة الاستقبال الحرارية

مبينات سرعة السيارة وتسجيل المسافات المقطوعة (Speedometers and Odometers)

يوجد له نوعان – الأول ميكانيكي والثاني كهربائي، ينتشر استعمال الأول في معظم السيارات بينما يقتصر استخدام الآخر على السيارات ذات الاسعار المرتفعة.

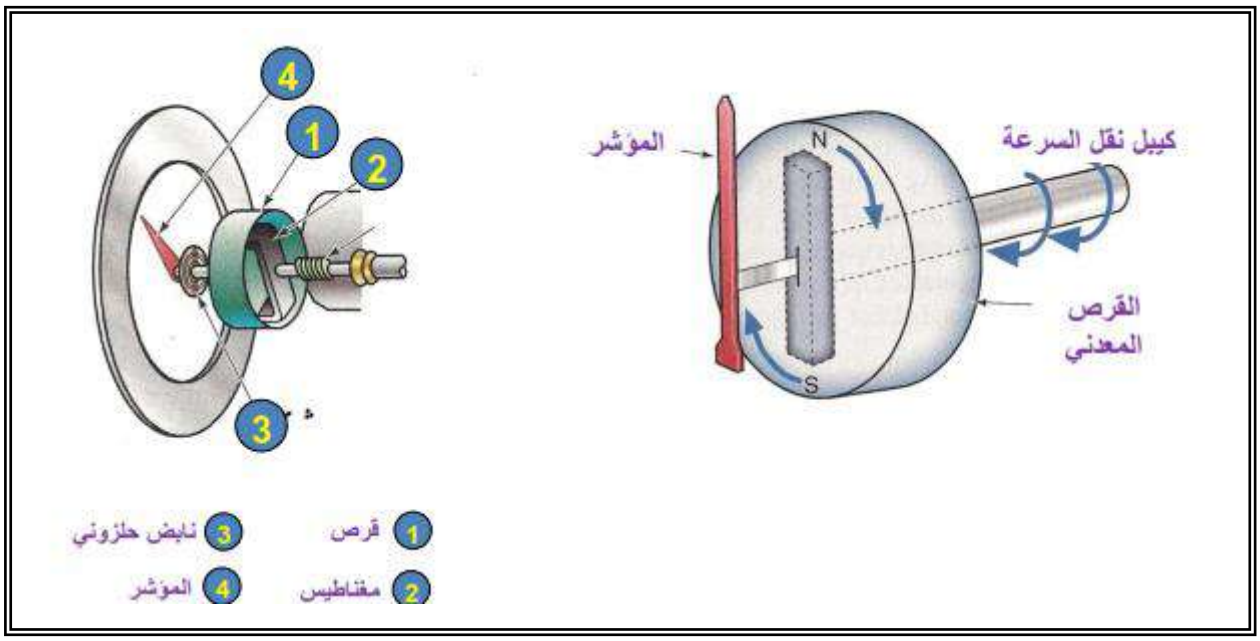
سنتطرق إلى النوع الميكانيكي الذي يتكون من قسمين:

1. خاص باظهار معدل سير السيارة بما يساوي كم\ساعة.
2. تسجيل المسافة المقطوعة بالكيلومترات أو بالاميال.

وكلا القسمين يستمدان الحركة من عمود الادارة أو العجلات الأمامية بواسطة سلسلة مرنة تدور داخل غلاف انبوبي يثبت بين جسم المبين ونقطة التحريك في الأماكن المذكورة.

1. يعمل مبين السرعة بموجب مبدأ الحث المغناطيسي، كما موضح في الشكل (8-22). يدور القرص (1) بتأثير حركة السلسلة و بداخله مغناطيس

طبيعي، فتحدث تيارات مغناطيسية تحاول تدوير المؤشر (4) بإتجاه القرص نفسه وضد تأثير النابض (3). أثناء ذلك يكون المؤشر على أحد الأرقام الممثلة للكيلومترات وأجزاءها. كلما زادت سرعة السيارة اندفع المؤشر نحو السرعات الاعلى والعكس بالعكس.



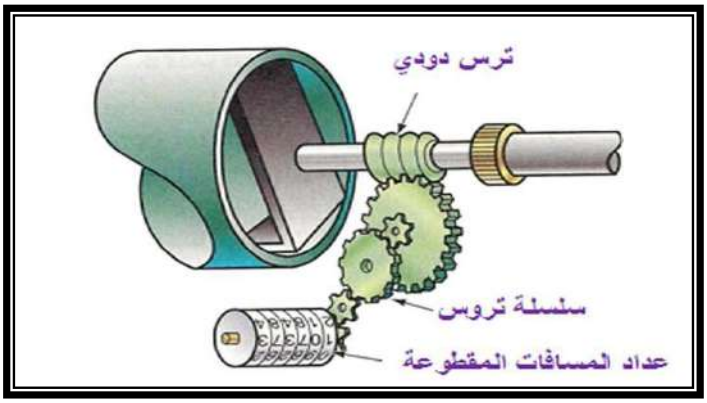
الشكل (8-22) أ. مبدأ عمل مبين سرعة السيارة ب. مكونات مبين سرعة السيارة

2.حاسبة المسافات: وتنقسم إلى نوعين:

5.مركزية وتعمل باستمرار مع مبين السرعة.

6.لا مركزية تفصل عن المبين، أو توصل اليه عند التحرك من نقطة البدء والوصول إلى الهدف وتنفع هذه في حسابات مواعيد الصيانة واستهلاك الوقود وغيرها.

تكون التقاسيم في حاسبة المسافات الميكانيكية كالآتي عشرات، مئات، الوف، عشرات الالوف، مئات الالوف من الكيلومترات، وكما موضح في الشكل (8-23). وقد يضاف أحياناً أجزاء الكيلومتر في القرص الأول من الحاسبة إلاّ إنَّ ذلك توقف استعماله.



الشكل (8-23) حاسبة المسافات الميكانيكية

مصطلحات فنيــة

اللغة العربية	اللغة الانكليزية
المنبه الصوتي	Horn
المرحل	Relay
الترس الدودي	Worm Gear
بؤرة التدفئة	Heater Core
منظم الحرارة	Thermostat
الضاغط	Compressor
المبخر	Evaporator
المكثف	Condensor
المروحة	Fan
المبين	Indicator

اسئلة الفصل الثامن

س1. وضح تركيب وعمل المنبه الصوتي مع رسم دائرته الكهربائية.

س2.وضح أجزاء منظومة ماسح الزجاج مع شرح واحدة منها.

س3. ما اهمية منظومة التدفئة في السيارة.

س4. إرسم أجزاء منظومة التكييف في السيارة موضحا بالرسم كل جزء منها.

س5. إشرح دورة عمل منظومة التبريد.

س6. أذكر المبينات الرئيسة في لوحة البيان والتحذير.

س7.إشرح تركيب وحدة الارسال لضغط الزيت التي تعمل مع مصباح التحذير.

س8.إشرح مبدأ عمل مبين مستوى الوقود ذو الملف المتعادل مع رسم الدائرة الكهربائية.

س9. إرسم الدائرة الكهربائية لمقياس الوقود ثنائي المعدن الكهربائي واشرح طريقة عمله.

س10. إشرح مبدأ عمل مبين حرارة ماء التبريد الحراري.

س11. إشرح طريقة عمل وتركيب عداد المسافات والسرعة.