

MOTORS

(pàg 1 a 29 : motor 4T , pàgs 30 a 56 motor 2T)

1. MOTORS DE COMBUSTIÓ INTERNA: Cicles de funcionament.

1.1 Components bàsics del motor.

Els motors tèrmics transformen l'energia calorífica del combustible en energia mecànica, aprofitant la força expansiva dels gasos inflamats en l'interior d'un cilindre. Aquesta força és recollida per l'arbre del motor i amb el seu gir es transmet a les rodes que impulsen el vehicle. L'energia química del combustible es transforma en calorífica i posteriorment en mecànica. Els motors d'aquestes característiques són anomenats de combustió interna.

Dins d'aquest tipus de motors els podem classificar entre: els que el combustible s'inflama per guspira (motors d'explosió), i els que s'inflamen per compressió (motors de combustió o Dièsel). Ambdós estan constituïts per diversos cilindres, en l'interior dels quals es desplacen els pistons. El moviment rectilini d'aquests, és transformat en circular en l'eix del motor, mitjançant el sistema biela-manovella.

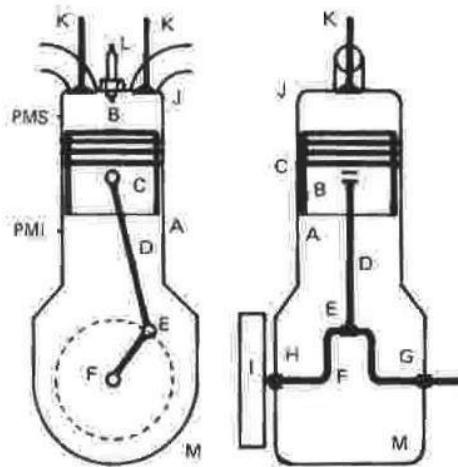
En la figura 1.1 es mostra esquemàticament els components essencials d'un motor d'explosió monocilíndric, en el qual el cilindre A, té en el seu interior el pistó B que gràcies als segments C queda ajustat perfectament en el cilindre. El pistó s'uneix a la biela D mitjançant un eix de manera que pot bascular en ell. El seu extrem inferior s'acobla al colze E del cigonyal F, que es recolza en G i H i rep per un extrem el volant d'inèrcia I. En girar el cigonyal obliga al pistó a moure's ascendentment i viceversa successivament.

El cilindre és tancat per la part superior mitjançant la culata J, on hi ha dues vàlvules K: una és la d'admissió i l'altra la d'escapament. La primera comunica el carburador amb el cilindre i la segona el cilindre amb l'exterior.

A la culata també hi ha enroscada la bugia L, que produeix la guspira que encén els gasos comprimits a l'interior del cilindre.

En la part inferior del cilindre s'acobla el càrter M que està atravesat pel cigonyal per ambdós extrems.

Fig. 1.1 Esquema d'un motor monocilíndric.



El moviment circular del cigonyal fa moure el pistó amunt i avall. Quan el colze del cigonyal està en el seu punt més alt, el pistó es troba en el punt mort superior (P.M.S.) i quan el colze està en la part inferior es troba en el punt mort inferior (P.M.I.). La distància entre els dos punts s'anomena carrera, i el volum comprès entre els dos punts s'anomena cilindrada.

Els motors d'explosió (que utilitzen gasolina) carburen una mescla d'aire i gasolina que s'introdueix en el cilindre, es comprimeix la mescla i mitjançant la guspira es provoca l'explosió que origina una pressió que expandeix els gasos cremats, que mouen el pistó que fa girar el cigonyal mitjançant la biela.

Els motors Dièsel presenten algunes diferències. S'injecta en el cilindre aire comprimit que per efecte de la compressió eleva la seva temperatura. A mida que entra el gasoil en el cilindre va inflamant-se amb el contacte amb l'aire. En aquest tipus de motor no s'utilitza carburador ni sistema d'encès, que se substitueix per un sistema d'injecció.

Els òrgans dels dos motors, són semblants però els dels Dièsel són més arbusts.

- **Principi de funcionament del motor d'explosió.**

L'energia s'obté per la dilatació brusca d'una mescla d'aire i gasolina a la cambra de combustió. Per obtenir aquesta dilatació es fa explotar aquesta mescla.

En aquest tipus de motor és necessari preparar la mescla, convenientment dosificada, que es realitza en el carburador. Després és necessari provocar l'explosió mitjançant una guspira d'alta tensió, que proporciona el sistema d'encesa.

- **Principi de funcionament del motor Dièsel.**

L'energia s'obté per la combustió de gasoil en l'aire comprimit i fortament escalfat a l'interior del cilindre.

En aquest tipus de motor, és necessari forçar la penetració del combustible a la cambra de combustió. Aquesta missió l'efectua la bomba d'injecció i l'injector. La combustió és deguda a la forta compressió de l'aire, que s'escalfa, i provoca la inflamació del combustible, a mesura que entra en el cilindre.

La relació de compressió d'un motor Dièsel pot ser major que la d'un d'explosió, ja que el cilindre només comprimeix l'aire.

En els dos tipus de motors les vàlvules d'admissió i d'escapada estan accionades pels òrgans de distribució. Un eix de lleves rep el moviment del cigonyal per mitjà d'engranatges. Les lleves actuen sobre els taqués, pitjadors i balancins, que transmeten el moviment a les vàlvules per obrir-les o tancar-les.

1.2 Cicles operatius.

Denominem cicle operatiu a la successió d'operacions que es realitzen en l'interior del cilindre i que es repeteixen periòdicament.

Per als **motors d'explosió**, el cicle de quatre temps es desenvolupa de la següent manera:

- **Primer temps: Admissió.**

Al principi el pistó es troba en el p.m.s. i la vàlvula d'admissió està oberta. El pistó descendeix fins al p.m.i. i així es crea en el cilindre una depressió que provoca l'entrada de la mescla (aire-combustible). Aquesta va omplint el cilindre. Quan el pistó està al p.m.i. i el cilindre està ple es tanca la vàlvula d'admissió. Durant aquest període el cigonyal ha girat mitja volta. (fig.1.2) *.

- **Segon temps: Compressió.**

El pistó comença un moment ascendent. Les vàlvules estan tancades i el cilindre queda tancat hermèticament. Així doncs els gasos es van comprimint amb la força ascendent que exerceix el pistó. Durant aquesta nova carrera del pistó, el cigonyal ha girat mitja volta més. (fig.1.3) *.

- **Tercer temps: Explosió.**

Quan el pistó arriba al p.m.s., salta una guspira elèctrica en la bugia, que inflama la mescla comprimida en la cambra de compressió, la qual crema ràpidament produït així una expansió. Dels gasos cremats, que exerceixen una forta pressió sobre el pistó, que descendeix fins al p.m.i.. En aquest nou temps el cigonyal ha girat mitja volta més. Aquesta fase s'anomena *motriu*, ja que és l'única del cicle en la que es produeix treball. (fig.1.4) *.

- **Quart temps: Escapament**

Quan el pistó arriba al p.m.i. s'obre la vàlvula d'escapament i per aquesta surten ràpidament els gasos cremats. El pistó puja fins al p.m.s. acabant d'expulsar els gasos que queden a l'interior del cilindre, la vàlvula d'escapament es tanca i es torna a iniciar el cicle d'admissió, repetint-se de nou tot el cicle (fig.1.5) *.

En els motors **Dièsel**, el cicle de quatre temps presenta algunes diferències del d'explosió.

- **Primer temps: Admissió.**

La vàlvula s'obre. El pistó baixa des del p.m.s. al p.m.i. Amb aquest moviment el cilindre s'omple d'aire i no de mescla, com en els motors d'explosió. Seguidament la vàlvula d'admissió es tanca en arribar al p.m.i.(fig.1.6) *.

- **Segon temps: Compressió.**

Les vàlvules d'admissió i escapament estan tancades, el pistó puja fins al p.m.s. tot comprimint l'aire de l'interior del cilindre, que es comprimeix dins de la cambra i augmenta considerablement la seva temperatura, comparada amb la dels motors d'explosió, degut a l'alta relació de compressió en aquest tipus de motor (fig.1.7) *.

- **Tercer temps: Combustió.**

Al final de la compressió, l'injector introdueix a la cambra de combustió una certa quantitat de gasoil finament polvoritzat. Aquest gasoil a l'entra en contacte amb l'aire calent de l'interior del cilindre s'inflama espontàniament. Com en el cas dels motors d'explosió, l'expansió dels gasos provoca que el pistó descendeixi fins al p.m.i. i transmet moviment al cigonyal (fig.1.8) *.

- **Quart temps: Escapament.**

Arribant el pistó al p.m.i. la vàlvula d'escapament s'obre. El pistó comença a ascendir fins al p.m.s. provocant així la sortida dels gasos cremats (fig.1.9) *.

1.3 Cicles pràctics.

En l'explicació dels cicles anteriors hem explicat que les vàlvules s'obren i es tanquen coincidint amb el pas del pistó pel p.m.i. i el p.m.s., tant en els motors d'explosió com en els Dièlsels. En la pràctica, per aconseguir un millor rendiment dels motors es produeix l'obertura i el tancament de les vàlvules amb un cert avançament respecte els moments indicats. D'aquesta manera el funcionament del motor queda explicat de la forma següent:

Una mica abans que el pistó arribi al p.m.s. en el temps de compressió, salta la guspira o comença la injecció de combustible, per facilitar l'inici de la combustió aprofitant la turbulència creada pel pistó en l'última fase del seu recorregut ascendent.

Durant el temps d'escapament la pressió a l'interior del cilindre es manté quasi constant i relativament superior a l'atmosfèric. Abans que el pistó arribi al p.m.s. efectuant l'escapament, s'obre la vàlvula d'admissió, estant oberta encara la d'escapament, com a conseqüència, la velocitat adquirida pels gasos, en sortir afavoreix l'entrada dels d'admissió i així s'omple el cilindre. Hi ha per tant, un temps en què les dues vàlvules estan obertes, anomenat sorneguer.

En començar a baixar el pistó en el temps d'admissió la pressió descendeix a l'interior del cilindre, i quan comença a pujar en el temps de compressió, la vàlvula d'admissió encara està oberta un cert temps. A continuació es tanca la vàlvula d'admissió i els gasos es van comprimint cada cop més. Quan el pistó arriba al p.m.i. salta la guspira a la bugia o comença la injecció, segons els casos i es tornen a produir totes les operacions explicades.

1.4 Estructura del motor.

En la fig.1.10 es mostra un motor d'explosió de quatre cilindres seccionat, d'on en podem observar el cigonyal, encaixat al bloc de cilindres en els suports de bancada A. En els seus colzes C, es fixen les bieles B, que per al seu extrem s'uneixen al pistó P, per mitjà de l'articulació del boló D. El gir del cigonyal és regulat pel volant d'inèrcia V, el qual es fixa el mecanisme d'embragatge E, que transmetrà el seu moviment a la caixa de velocitats i a les rodes motrius.

El pistó es desplaça en l'interior del cilindre F, que per la seva part superior es troba tancat per la culata G, en la qual hi ha muntades les vàlvules d'admissió H i d'escapament I, que tanquen o posen en comunicació amb el cilindre, els conductes respectius d'admissió J (que comunica amb el carburador K) i d'escapament L (que comunica amb el sistema d'escapament).

L'arbre de lleves M, envia a través dels taqués T, pitjadors N i balancins O, l'obertura o tancament de les vàlvules.

Roscada en la mateixa cambra de compressió formada en la culata, es troba la bugia Q, que és l'encarregada d'inflamar la mescla d'aire i combustible. Els impulsos de corrent que es necessiten per fer saltar la guspira en la bugia són enviats des del distribuïdor de tensió R.

La part inferior del motor es tanca amb el càrter inferior S, en el que s'allotja la bomba d'oli X, que és l'encarregada de lubricar les parts mòbils del motor.

En l'extrem davanter del cigonyal, hi ha muntat un sistema d'engranatge i cadena Y, per donar moviment a l'arbre de lleves, i una politja Z que fa moure la bomba de l'aigua del sistema de refrigeració del motor i el generador d'energia elèctrica, no representat en aquesta figura.

En la figura fig.1.11 * es pot observar un motor Dièsel seccionat, en el qual s'han identificat els seus

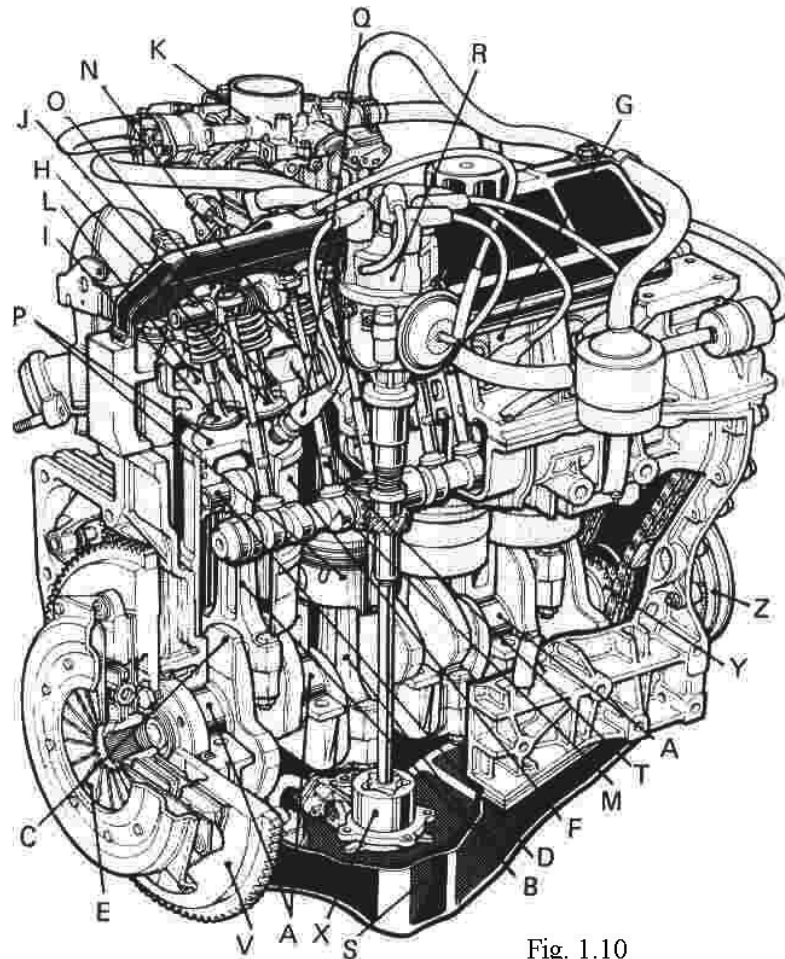


Fig. 1.10

elements d'igual forma que en el cas anterior.

En aquest motor es pot observar una distribució semblant del cigonyal, bieles, pistons, vàlvules, etc.. No obstant, existeixen variants essencials com poden ser els injectors Q i la bomba d'injecció K, que substitueixen el carburador, les bugies i el distribuïdor dels motors d'explosió.

En aquest motor es pot veure la disposició del comandament per corretja de l'alternador W i de la bomba d'aigua U.

2. CARACTERÍSTIQUES DELS MOTORS DE COMBUSTIÓ INTERNA.

2.1 Dimensions del cilindre.

El tamany des cilindres d'un motor es defineix com: la relació que hi ha entre el diàmetre interior i la carrera del pistó o distància existent entre el p.m.s. i el p.m.i., ambdues expressades generalment en mil·límetres.

Quan el calibre i la carrera dels cilindres d'un motor són iguals, aquest rep el nom de quadrat, però quan la carrera és més curta que el calibre es denominen súper quadrats.

En el camp dels motors de cilindrades petites o mitjanes, els motors de tipus quadrat o súper quadrat ofereixen les següents avantatges:

- Major potència del motor per un mateix volum del cilindre.
- Possibilitat de col·locar vàlvules majors en la culata, que milloren l'entrada i sortida de gasos.
- Bieles més curtes i més rígides.
- Disminueix el fregament entre el pistó i el cilindre degut a la menor carrera i també es redueixen la inèrcia i les carregues que han de suportar els coixinets.

Pel contrari, els motors que no són tant quadrats presenten algunes avantatges sobre els esmentats anteriorment:

- Es consegueix una forma més rígida i, per tant de major rendiment, de la cambra de compressió.
- L'augment de la carrera del pistó proporciona un major temps per la combustió de la mescla, produint-se així una combustió més perfecta i amb menys residus tòxics.
- Més capacitat de dissipació de la calor degut a la major relació superfície/volum del cilindre.

2.2 Cilindrada i relació de compressió.

S'anomena cilindrada al volum que hi ha entre el p.m.s. i el p.m.i.. La cilindrada total d'un motor és el producte de la cilindrada unitària pel nombre de cilindres.

La potència d'un motor augmenta proporcionalment amb la cilindrada, així doncs com més cilindrada més potència. D'altra banda s'ha de tenir en compte que com més grans són els dos factors anteriors més robustes han de ser les parts del motor.

S'anomena relació de compressió a la relació que existeix entre el volum del cilindre quan el pistó es troba en el p.m.i. i el de la cambra de compressió, que és el volum ocupat pels gasos quan el pistó arriba al p.m.s..

- **Tipus de potències i par del motor.**

El combustible que s'introdueix a l'interior dels cilindres, posseeix una energia química, que amb la combustió es transforma en energia calorífica, de la qual, una part és convertida en treball mecànic. Aquest treball és el producte d'una força per un espai recorregut sota l'aplicació de la mateixa. ($W = F \cdot d$)

Suposant que el treball anterior es realitza en un cert temps T podem dir que la potència desenvolupada és: $P = W/T$.

Potència indicada: és la que realment es desenvolupa en l'interior del cilindre.

Par motor. Potència efectiva: l'explosió aplicada a la biela i transmesa al colze per fer girar el cigonyal produeix un esforç rotatiu que es coneix amb el nom de *par motor*. El major esforç de gir es produeix quan la pressió en el cilindre és màxima. El màxim par no es pot relacionar amb el màxim

règim de gir, si no a una velocitat inferior. El par no s'ha de confondre amb la potència de frenada, que implica velocitat. El par serà inferior a les més elevades revolucions del motor, el factor de velocitat es traduirà en potències, que serà màxima o quasi a les més elevades revolucions del motor. La *potència efectiva* és generada per aquest par i es coneix també com *potència de frenada*.

Potència absorbida: és la diferència entre la potència indicada i l'efectiva.

Una part de la potència desenvolupada per un motor és utilitzada per vèncer forces de fregament entre parts mecàniques. Així doncs aquesta potència és l'encarregada de minimitzar les pèrdues del motor.

2.3 Rendiment.

Qualsevol màquina tèrmica o mecànica no és capaç de transformar tot el treball íntegrament. Existeixen una sèrie de pèrdues d'energia en les transformacions. Aquestes poden ser tèrmiques (degudes a la refrigeració i l'escapament) o pèrdues mecàniques (degudes a fregaments en peces mòbils, rodaments, etc.).

Hi ha una sèrie de condicions que s'han de seguir si es vol obtenir un bon rendiment:

- Mantenir els cilindres a elevada temperatura.
- Reduir la duració d'expansió.
- Disminuir la superfície de les parets.
- Augmentar la carrera d'expansió.
- Reduir al màxim la contrapressió en el temps d'escapada.
- Reduir al màxim la depressió en el temps d'aspiració.
- Escalfar el gas abans d'introduir-lo en el cilindre.
- Adoptar una compressió elevada.
- Fer servir una encesa intensa.

3. MOTORS DE DIVERSOS CILINDRES. CLASSIFICACIÓ.

3.1 Nombre i disposició dels cilindres.

Si els motors utilitzessin un sol pistó, aquest hauria de tenir unes grans dimensions per obtenir una bona cilindrada i, en conseqüència, una potència apreciable. L'excessiu pes dificultaria el seu moviment.

La introducció de diversos cilindres fa que les peces no hagin de ser tan grans i se'n obté una major potència. En comptes d'un sol impuls fort rep diversos impulsos menors repartits convenientment, amb el que es consegueix un gir més regular, que fa que el volant d'inèrcia sigui més petit i lleuger.

El par motor seria també un problema en els motors d'un temps ja que no tindrien la uniformitat que tenen els de diversos temps.

Sigui quin sigui el nombre de cilindres d'un motor, cada un d'ells funciona, segons el seu propi cicle, de manera que amb dues voltes completes del cigonyal es produeixen tantes explosions com cilindres hi ha.

El nombre de cilindre està determinat en funció del treball que hagi de desenvolupar i les característiques de la seva instal·lació en el vehicle.

Existeixen motors de molts cilindres i petita cilindrada unitària, i els de pocs cilindres i gran cilindrada unitària.

Comparant aquests dos el primer presenta alguns avantatges respecte el segon:

- Passibilitat d'obtenir potències específiques superiors augmentant el règim màxim del motor.
- Millor rendiment tèrmic, ja que en ser més petits els cilindres aguanten les altes compressions i, en conseqüència la reducció del consum específic.
- Major uniformitat del par motor.
- Millor equilibri de les masses en moviment, i menors vibracions del motor.

I els inconvenients són:

- Augment de longitud del cigonyal, que provoca vibracions torsionals.
- Augment del volum i pes total del motor.
- Empitjorament del rendiment mecànic, que provoca disminució de potència.
- Junt al problema de l'elecció del nombre de cilindres del motor, es presenta el de la disposició d'aquests, que s'ha d'efectuar, segons l'espai permès.

Les disposicions més utilitzades són:

- **Cilindres en línia:** els cilindres es col·loquen un a continuació de l'altre dins d'un mateix bloc. El principal inconvenient és que el cigonyal és més llarg.
- **Cilindres en V:** Els cilindres estan repartits en dos blocs formant una V. La principal avantatge és que el motor pot ser més curt que el de línia, que fa que el cigonyal sigui més rígid, que permet una major suavitat.
- **Cilindres horitzontals oposats:** Els cilindres es troben en dos blocs que s'oposen. Això permet un cigonyal més curt amb les avantatges consegüents. D'altra banda s'aconsegueix un equilibri mecànic excel·lent, gràcies al moviment d'un pistó en un sentit que compensa l'altre en sentit contrari.

3.2 Motors de dos cilindres.

Generalment són d'encesa per guspira i solen disposar els cilindres en línia o horitzontals oposats. El funcionament es realitza preferentment en el cicle operatiu de quatre temps. S'utilitzen en vehicles de baixa potencial escassa cilindrada, utilitzats en circulació urbana.

3.3 Motors de quatre cilindres.

És el més utilitzat en l'actualitat en l'automòbil de petita i mitjana potència.

Funcionant en el cicle de quatre temps, tant els motors d'explosió com el de combustió, presenten una disposició de cilindres en línia en la major part dels casos.

La disposició dels elements mòbils en els dos motors és semblant, diferenciant-se tan sols pels mecanismes propis de cadascú. (carburador o bomba d'injecció, bugies o injectors, etc.).

En aquest tipus de motors, els cilindres estan situats a un costat i altre, formant un sol bloc, en la part inferior del qual hi ha el cigonyal, els monyons del qual es disposen en forma que els pistons 1 i 4 pugin i baixin a la vegada, de la mateixa manera que passa amb el 2 i 3.

Ambdós grups s'oposen entre ells, de manera que quan els pistons 1 i 4 estan en el p.m.s., el 2 i 3 ocupen el p.m.i. D'aquesta manera el sistema queda equilibrat, amb l'ajuda d'uns contrapesos a cada monyó.

Suposem que el motor està girant la primera mitja volta, 1 i 4 baixen fins al p.m.i. realitzant respectivament els temps d'explosió i admissió. Mentrestant, els pistons 2 i 3 pugen al p.m.s. efectuant els temps d'escapament i compressió respectivament.

En les següents mitges voltes es compleixen la resta de temps del cicle de cada cilindre, de manera que en completar-se dues voltes del cigonyal, s'han produït quatre explosions (una per cilindre). L'ordre en què se succeeixen (ordre d'explosions) en aquest cas és de 1-3-4-2.

En la disposició d'horitzontals oposats l'ordre varia, sent 1-4-3-2.

En la disposició en V (angle de 60°) l'ordre d'explosions és de 1-3-4-2.

Hi ha motors de diferents cilindres 3, 5, 6, i 8 cilindres que presenten algunes particularitats, però els més utilitzats actualment són els de 2 i 4 cilindres, tenint els altres alguna funció específica.

4.COMPONENTS DEL MOTOR: ÒRGANS DEL MOVIMENT ALTERNATIU.

4.1 Estructura i components del motor.

En aquest apartat estudiarem els components del motor, així com el treball que realitzen i els esforços a què són sotmesos.

Tant els motors d'encesa per guspira, com els de compressió presenten una estructura semblant, podent-los diferenciar tan sols per algunes particularitats referents als seus components, com són la bomba d'injecció el carburador, etc.

S'ha vist que els rendiments dels Dièlsels són superiors als de gasolina, sobretot, en l'augment de relació de compressió; tot i així, en igualtat de potència resulten més pesats, a causa d'una pressió màxima més elevada, que exigeix òrgans més robusts.

La potència per litre de cilindrada són normalment superiors els de gasolina, conseqüència d'una pressió mitja més forta. Aquest resultat és obtingut tot i una pressió màxima inferior, gràcies a una combustió de mescla rica, sense defecte ni excés d'aire.

Augmentant la cilindrada en els motors Dièsel es poden obtenir potències considerables, cosa que no pot el de gasolina.

Sigui quin sigui el tipus de motor haurà de satisfer les condicions següents:

- Resistir esforços posats en joc durant l'evolució dels gasos.
- Assegurar la rigidesa necessària per guiar correctament els òrgans mòbils: pistó, cigonyal, etc.
- Transmetre a les estructures pròximes el mínim de vibracions.
- Assegurar l'eliminació de les calories absorbides per les parets a la cambra de combustió.
- Ser de construcció el més econòmica possible.
- Permetre els muntatges, desmuntatges i conservacions fàcils.

Algunes de les condicions són contradictòries i les solucions poden variar considerablement, segons el tipus de motor i els mitjans de fabricació.

4.2 Bloc motor

Actualment els cilindres dels vehicles es disposen formant el bloc de cilindres, que constitueix l'arquitectura base dels motors. Els cilindres estan situats a l'interior del bloc i rodejats per espais buits o cavitats, per on passa el líquid refrigerant.

En la seva fabricació, el bloc està proveït de forts nervis que augmenten la rigidesa. La part inferior d'aquest allotja l'arbre motor i en la zona davantera i posterior s'hi disposen les fixacions al xassís. Al

bloc motor es fixen els diferents òrgans i equipaments, com la culata, distribució, arbre de lleves, càrter inferior, alternador, etc. Una altra característica principal és el nombre de recolzaments del cigonyal.

Per realitzar el bloc es fa servir fundició gris, aliada amb metalls com Ni i Cr. Amb això s'obté un material gens porós i resistent a la calor i desgast. En els forats d'allotjament del cilindre s'introdueixen uns folres o camises, d'acer nitrurat, que permet la utilització d'altres materials en l'elaboració del bloc, més lleugers, que dissipin bé la calor, etc.

La cara superior del bloc està perfectament planificada i polida per rebre la culata, amb la interposició d'una junta, fixant-se la culata per cargols.

La part inferior del bloc rep el nom de càrter superior o bancada. En aquesta zona es fixa el cigonyal amb interposició de coixinets de fricció.

La cara davantera del bloc (fig.4.1) rep el nom de càrter de comandament i és on s'allotgen els engranatges 2 de la distribució. El cigonyal 3, subjecte en els recolzaments de bancada 9, travessa la tapa 4, que tenca el càrter de distribució, amb interposició d'un reforç 5, que evita escapament d'oli. Entre la tapa i el bloc es disposa una junta 6 d'estancament.

Per sota del càrter superior es col·loca el càrter d'oli o càrter inferior 7, que s'uneix al primer amb cargols, amb interposició d'una junta 8. Aquest càrter serveix com a dipòsit d'oli, el nivell del qual pot ser mesurat per una varilla 10, que s'introdueix verticalment per un orifici situat en el càrter superior, amb una guia.

En un dels costats hi ha l'arbre de lleves 11, recolzat amb coixinets de fricció situats en recolzaments com el 12. En altres motors l'arbre de lleves està situat en la culata.

Al bloc, per la part exterior s'hi fixen diversos elements, entre els quals hi ha: bomba d'aigua, motor d'arrancada, generador, bomba de combustible, distribuïdor d'encesa, etc. En el bloc es disposen tots els elements necessaris per fer funcionar aquests elements

4.3 Culata

Actualment quasi tots els motors refrigerats per aigua estan previstos d'una culata independent del

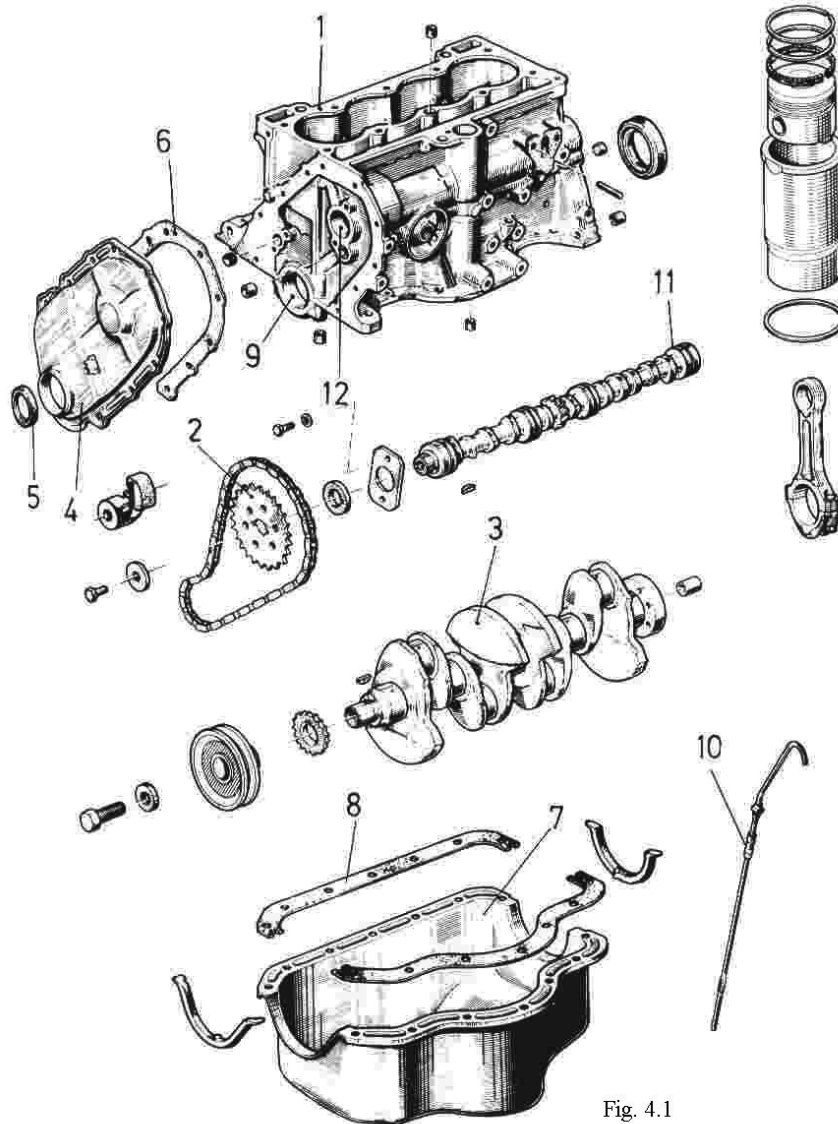


Fig. 4.1

bloc motor.

La culata es fabrica de fundició, aliada amb altres metalls, que li afegixen propietats especials de resistència, rigidesa i conductivitat tèrmica. Aquesta última és molt desitjada, ja que assegura que la calor de la combustió sigui evacuada ràpidament a l'exterior, evitant-se la formació de punts calents que podrien ocasionar detonació. S'aconsegueix també elevar la relació de compressió, amb la consegüent millora del rendiment del motor.

En els motors refrigerats per aire, la culata sol formar part del mateix cilindre, i en ocasions és desmuntable, estan proveïda d'aletes.

En la cambra de combustió s'hi disposa un orifici roscat, on s'allotja la bugia. En els motors Dièsel hi ha l'acoblament de l'injector i en ocasions una precambra.

També en la cambra de combustió, en la major part de motors, se situen les vàlvules d'escapament i d'admissió, amb els seus respectius conductes d'arribada i escapada de gasos de la culata.

A la cara superior de la culata es disposen els suports necessaris per fixar els mecanismes necessaris que donen moviment a les vàlvules i de dispositius de tancament d'aquestes. Tancant aquest conjunt hi ha una tapa de làmina d'acer estampat.

En general, la forma de la cambra ha d'afavorir la realització de la combustió amb regularitat, de manera que es compleixin les condicions següents:

- La pressió en el cilindre ha d'augmentar de manera que el valor màxim coincideixi quan el pistó sobrepassa el p.m.s. i posteriorment, disminuir gradualment durant la fase 'expansió, per què la força expansiva del gas s'apliqui progressivament sobre el pistó.
- La superfície interna no pot presentar sortints, que al posar-se incandesents durant la combustió i després d'ella provocarien l'autoencesca o detonació.
- La forma de la cambra ha de ser la més adequada, per què la flama mantingui una velocitat el més elevada possible per mitjà d'una bona turbulència

4.4 Pistó

En el moment de l'explosió el pistó rep un fort impuls que el llança cap al p.m.i. Aquest es transmet al cigonyal mitjançant la biela.

La força que actua sobre el pistó es pot suposar que és d'una tona. Per aquesta raó el pistó ha de ser resistent per suportar altes pressions i elevades temperatures que es desenvolupen en el moment de l'explosió.

Donades les seves peculiaritats de funcionament, podem dir que el pistó és la part mòbil de la cambra de combustió; transmet a la biela la força feta pel gas, serveix de guia, i amb l'ajuda dels segments estanca la cambra de combustió i impedeix que la pressió del gas es perdi a través de les superfícies laterals d'acoblament amb el cilindre.

Generalment està constituït per una sola peça (fig.4.2) * dividida en dues parts fonamentals: el cap 10, que suporta directament les pressions i temperatures del gas, i la falda 5, que serveix de guia al peu de la biela i suporta l'empenta lateral i el fregament contra les parets del cilindre.

A la falda hi ha un orifici 9 on s'allotja el boló, que realitza la unió del pistó a la biela. Al cap hi ha unes carreres 1, 2, 3, on hi ha els *segments*, que ajusten perfectament amb les parets del cilindre evitant fugues de gas. La unió del pistó i el boló 4, es realitza mitjançant uns nervis que donen consistència al conjunt.

Els esforços en què es veuen sotmesos els pistons són cada dia majors, ja que la potència del motor augmenta, cosa que fa que hi hagi gran quantitat d'aliatges en un pistó.

En motors d'automòbils és vital la lleugeresa del pistó, amb la que es disminueix gradualment les forces d'inèrcia generades pel moviment; que permet augmentar la velocitat del pistó i agafar règims elevats de rotació. Els pistons d'aliatge lleuger tenen un coeficient de dilatació més elevat, però tenen millor conductivitat calorífica, que fa que evacuin més ràpidament la calor generat en l'explosió, arribant a temperatures inferiors, que poden establir relacions de compressió més altes de les que permeten els pistons de fundació.

Un problema de fàcil solució és el de disminuir el diàmetre del cap del pistó respecte la falda, que amb la calor es dilatarà i impedirà que el motor es gripi.

Existeixen una gran quantitat de solucions per impedir que el pistó es clavi, que fa que s'utilitzin diferents mètodes, que poden variar del motor d'explosió i Dièsel.

4.5 Boló

La unió del pistó a la biela es fa mitjançant el boló, fabricat en acer de cementació, que permet a la biela cert moviment pendular respecte el pistó. Aquest ha de suportar l'esforç que transmet el pistó fent que el material de fabricació sigui resistent i capaç de suportar el gran esforç. Es procura donar-li el diàmetre més gran possible, i per reduir-ne el pes s'adopten eixos buits.

En el muntatge es poden distingir tres casos:

- Boló fixat al pistó.
- Boló fixat a la biela.
- Boló lliure en el pistó i en la biela ("flotant") .

Aquest últim és el més utilitzat actualment. El boló gira lliurement en el pistó i la biela. Per evitar la seva sortida cap als extrems, es fiquen uns clips de subjecció.

4.6 Segments

L'acoblament entre el pistó i el cilindre ha de ser el més hermètic possible, amb la finalitat d'impedir la fuga de gasos en la fase de compressió i expansió, que podrien passar al carter inferior, diluint l'oli dipositat.

Els segments tenen la missió d'assegurar l'estancament de la pressió del gas i impedir que l'oli lubrificant que banya les parets del cilindre passi a la cambra de combustió, on es cremaria, formant "carbonet", que s'adhereix a les parets de la cambra, vàlvules i cara superior del pistó.

Gràcies als segments el motor ha pogut evolucionar, ja que no només estanca el gas, sinó que també evacuen la calor cap a les parets del cilindre i protegeixen la pel·lícula d'oli del seu voltant.

Els segments son anells elàstics construïts generalment de fundició gris (fig.4.3) * es munten en el cap del pistó, generalment en nombre de tres, allotjats en cavitats.

Segons la missió a la que són destinats es poden distingir: els de *compressió* i els de *greixatge*. Els primers estanquen el pistó i les parets del cilindre, mentre que els segons eviten una acumulació excessiva d'oli.

Aquests estan allotjats en cavitats amb un cert joc, que permet que es dilatin i l'oli formi una capa al seu voltant.

Els segments de compressió van muntats a la part més pròxima de la cambra de combustió, generalment solen ser dos. El situat en la part més alta és anomenat *de foc*, ja que és el que suporta directament l'explosió.

La utilització de dos segments de compressió és degut a la necessitat d'evitar fugues.

Els segments de greixatge estan previstos d'uns orificis, que permeten portar a l'interior del pistó l'oli rascat de la paret del cilindre, que posteriorment és abocat al càrter inferior.

Generalment només és necessari un segment de greixatge, però alguns motors en porten dos. El segon se sol situar a la part inferior de la falda del pistó.

4.7 Biela

La biela (fig.4.4) * és l'òrgan mecànic que uneix el pistó, mitjançant el boló, amb el colze del cigonyal. Aquest acoblament transforma el moviment alternatiu del pistó en giratori del cigonyal, transmeten la força d'explosió del primer al segon.

Deguda al seu treball, està sotmesa a esforços de compressió i de flexió, i per això, està relacionada amb el radi de la maneta del cigonyal.

La biela ha de combinar una gran resistència i rigidesa amb un pes lleuger, de manera que les forces d'inèrcia resultants del moviment siguin el més baixes possibles.

Generalment estan construïdes de crom-vanadi o crom-níquel, mitjançant la forja o estampació, equilibrant-se posteriorment.

Al peu de la biela hi ha un boló fixat un amb cargol o amb un casquet de bronze a pressió. Per atenuar el desgast entre el boló i el casquet es realitza una lubrificació de l'articulació, mitjançant conduccions concretament situades.

El cap de la biela està partit en dues meitats, una de les quals forma part de la biela, i l'altre anomenat capellet, que s'uneix a la primera mitjançant cargols d'acer. Les dues superfícies cilíndriques estan revestides amb un coixinet dividit en dues meitats, que s'apliquen a cada una de les parts.

Aquests semicoixinets de biela estan constituïts per uns semianells d'acer que produeixen un fregament suau i eviten el desgast excessiu del colze del cigonyal.

Sigui quin sigui el tipus de coixinet, aquest necessita una lubrificació adequada per al seu bon funcionament, cosa que s'aconsegueix amb uns canals que en faciliten el greixatge.

En alguns motors, generalment els de petita cilindrada, el cap de la biela no està partida en dues meitats, sinó d'una peça, que s'uneix al cigonyal per mitjà d'un coixinet de rodets.

Els motors disposats en V tenen la particularitat que a un mateix colze s'uneixen dues bieles, que pertanyen a blocs de cilindres diferents.

4.8 Cigonyal.

El cigonyal és la peça del motor que recull l'esforç de l'explosió i la converteix en par motor a certes revolucions.

Degut a què ha de suportar grans esforços es construeix d'acer tractat, per estampació, cementat i trempat, amb aliatges de níquel i crom.

A la fig.4.5 hi ha representat un cigonyal per un motor de 4 cilindres en el qual es poden distingir els recolzes de bancada A, que fixen el cigonyal per mitjà de capells, amb interposició de casquets d'antifricció. Als colzes o manetes B s'uneixen els caps de la biela i la seva prolongació, que troben els contrapesos H que s'oposen a ells i equilibren el cigonyal.

En un dels extrems del cigonyal es fixa el plat C, al que s'uneix el volant d'inèrcia utilitzant cargols roscats en els forats D. Existeix un orifici E on es recolza l'eix primari de la caixa de velocitats, sobre el que es munta el disc d'embragatge, que transmet el moviment del cigonyal a les rodes. Es munta un pinyó F del que es treu moviment per l'arbre de lleves. Es munta una corretja G que dóna un moviment general a la bomba d'aigua i al generador d'energia elèctrica.

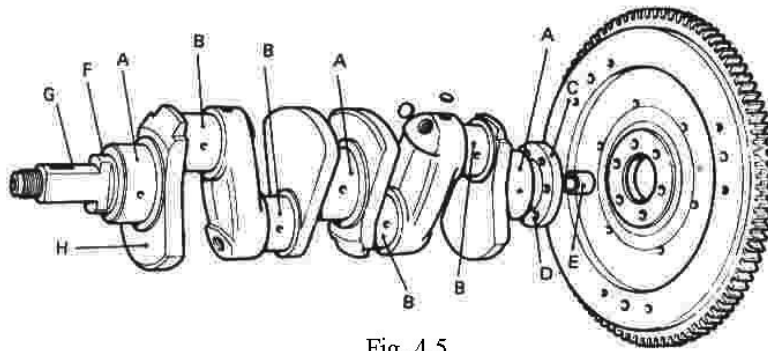


Fig. 4.5

El cigonyal presenta unes dimensions corresponents als colzes que es calculen en funció de les càrregues que han de suportar els coixinets, la velocitat de règim i la rigidesa necessària per evitar vibracions. La separació dels colzes ve imposada pels cilindres i pels recolzaments de bancada que estan determinats per la construcció del cigonyal i els esforços en què està sotmès aquest. En els motors de quatre cilindres el més normal són cinc recolzaments, però amb tres n'hi ha prou.

En la construcció del cigonyal és primordial l'equilibri estàtic i dinàmic. El pistó, biela i manetes poden produir series vibracions si no s'equilibren correctament.

4.9 Volant d'inèrcia.

El volant d'inèrcia és un sistema regulador que en determinats moments en què s'apliquen impulsos que tendeixen a accelerar el cigonyal o que tendeixen a aturar-lo fa que es produeixi un gir més regular.

Està constituït d'una roda pesada, que unida a un extrem del cigonyal s'oposa a les vibracions produïdes pel gir per efecte de la inèrcia degut al pes, emmagatzemant l'energia rebuda amb cada impuls, que retorna un cop finalitzat aquest.

Està fabricat de fundició grisa i es munta en el cigonyal, en una sola posició, equilibrant-se juntament amb ell. Quants més cilindres hi ha més regular és el gir, i per tant menor és la massa del volant.

En la perifèria del volant es munta a pressió una corona dentada, que es fa servir per donar moviment al cigonyal per mitjà del motor d'arrancada, en els moments de posada en marxa del motor.

5. COMPONENTS DEL MOTOR: ÒRGANS DE DISTRIBUCIÓ

5.1 Sistema de distribució.

Els cicles d'un motor depenen del temps d'obertura i tancament de les vàlvules.

Definim el sistema de distribució, com al conjunt d'òrgans mecànics que regulen l'entrada i sortida de gasos en el cilindre.

Donat que la funció principal del sistema de distribució és la d'obrir i tancar les vàlvules, depenent de la seva disposició en el cilindre, podem subdividir els motors en dos grups:

- Motors amb vàlvules en el cap.
- Motors amb vàlvules laterals

El primer grup comprèn els motors en què les vàlvules estan situades a la culata, oposades al cap del pistó; en el segon grup les vàlvules dels motors se situen en el bloc, lateralment al cilindre. En el primer cas, l'arbre de lleves pot anar muntat a la culata o bé en el bloc de cilindres; mentre que en el segon, està situat necessàriament en el bloc.

En la fig.5.1 es pot observar un sistema de distribució desmuntat, corresponent a un motor amb vàlvules en el cap, comandades per l'arbre de lleves situat en el bloc.

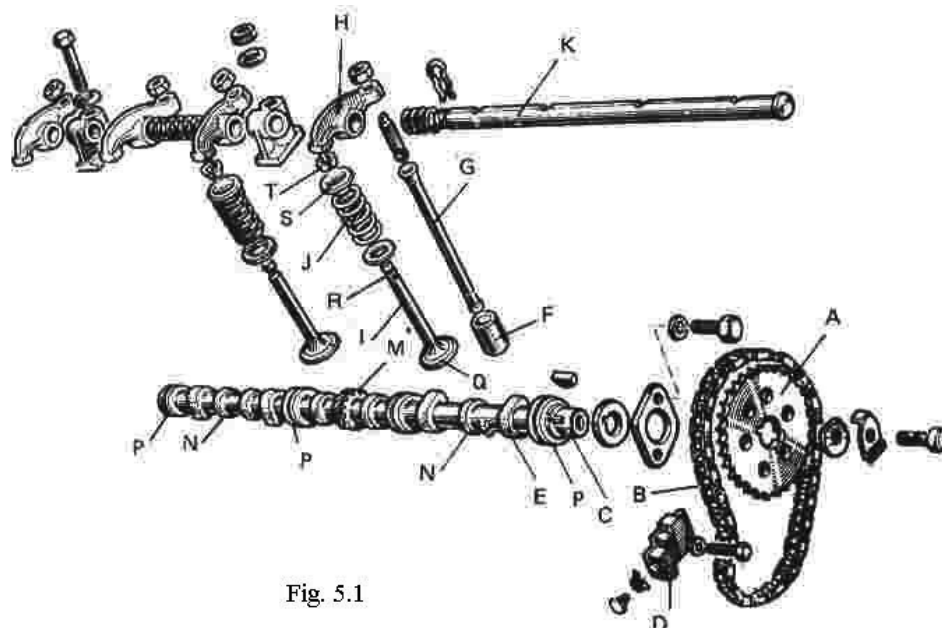


Fig. 5.1

El pinyó de comandament A, de l'arbre de lleves C, es munta sobre un extrem amb interposició d'una xaveta. A la vegada rep el moviment del pinyó de comandament del cigonyal, per mitjà de la cadena B, que es manté tensada pel tensor D.

L'arbre de lleves està constituït per una sèrie de lleves E, les parts sortints de les quals desplacen els pitjadors F, que a la vegada donen moviment a les varilles G, balancins H (que basculen en l'eix K) i vàlvules I, que són mantingudes contra el seient de la cambra de combustió per les molles J. L'arbre disposa de tantes lleves com vàlvules té el motor, i a més en forma part l'excèntrica N que dona moviment a la bomba d'alimentació de combustible, i el pinyó M que realitza la seva funció amb la bomba d'oli i el distribuïdor d'encesa.

5.2 Arbre de lleves.

L'arbre de lleves és l'òrgan mecànic que rep el moviment giratori del cigonyal i el transmet a les vàlvules, en les que és transformat en moviment rectilini altern. En els motors de quatre temps, l'arbre de lleves el constitueix un eix d'acer al carboni. Les lleves estan construïdes de manera que alternin les obertures i tancaments de les vàlvules, segons cada temps de cada cilindre.

El perfil de la lleva determina el moviment d'obertura de la vàlvula i el temps que resta oberta. El perfil de les vàlvules d'escapament i d'admissió. La posició de prominència sobre l'arbre de lleves es determina en l'ordre d'obertura de la vàlvula en el precís moment establert en el cicle del motor

5.3 Comandament de l'arbre de lleves.

Com s'ha esmentat anteriorment durant dues voltes completes del cigonyal es realitza en el cilindre una fase d'admissió i una d'escapament; per tant, la vàlvula d'admissió s'ha d'obrir una vegada en aquest espai de temps i el mateix passa amb la d'escapament. Per això, l'arbre de lleves ha de donar la meitat de voltes que el cigonyal, per aconseguir-ho, s'acoblen tots dos mitjançant engranatges que

guarden una relació de 2:1. L'arbre de lleves utilitza un pinyó amb el doble de dents que el del cigonyal. Aquests engranatges s'anomenen *de la distribució*, i s'allotgen en *el càrter de comandament*, situat a la part davantera del bloc també denominada *càrter de la distribució*.

El sistema de comandament de l'arbre de lleves depèn essencialment de la posició d'aquest. Quan va situat en el càrter superior, el comandament pot realitzar-se engranant directament el pinyó del cigonyal amb el de l'arbre de lleves.

En altres ocasions quan la distància que hi ha entre el cigonyal i l'arbre de lleves és relativament gran s'utilitza una cadena, que es tensa mitjançant un tensor.

En els motors actuals, es tendeix a muntar l'arbre de lleves en la culata, així acciona directament les vàlvules i no fan falta els taqués, varilles ni balancins. En aquest cas es necessita una cadena més llarga per transmetre el moviment. Actualment amb el descobriment de nous materials s'ha aconseguit crear una corretja dentada que proporciona una transmissió més silenciosa que una cadena de malles normal.

5.4 Vàlvules.

Les vàlvules tenen la missió de permetre l'entrada i sortida dels gasos en el cilindre en els moments adequats de cada fase, tancant hermèticament els conductes d'accés i evacuació de la cambra de combustió durant el temps restant del cicle.

En la fig.5.2 podem veure la disposició d'una vàlvula en la culata. La molla M, recolzant-se per un extrem en la pròpia culata, tiba de la cua de la vàlvula cap amunt, per mitjà del platet P i xaveta H. L'empenta transmesa per la molla, aplica al cap de la vàlvula D contra el seu assentament A en la culata, impedit la comunicació entre la cambra de combustió C i el col·lector B, que solament s'estableix quan la lleva L presenta el seu sortint al balancí en l'extrem J, en aquest cas, empeny per l'extrem K la cua de la vàlvula provocant la seva obertura.

Les vàlvules s'obren desplaçant-se cap a l'interior de la cambra de combustió, amb el que s'afavoreix l'estancament, donat que la pressió dels gasos tendeix a tancar-la.

El desplaçament total que efectua la vàlvula des de la seva posició de tancament fins la d'obertura, es denomina *altura*.

Les vàlvules d'escapament es construeixen en materials molt més resistents que les d'admissió ja que aquestes han de suportar unes majors corrosions a causa de les elevades temperatures a les que estan sotmeses.

5.5 Disposició de les vàlvules en el cilindre.

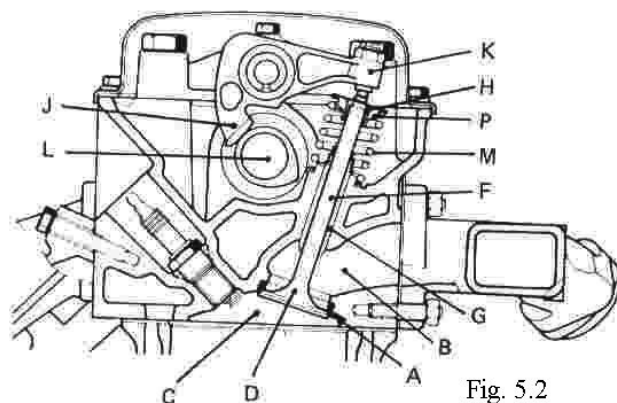


Fig. 5.2

La disposició de les vàlvules en el cilindre i el seu sistema de comandament, varia d'uns motors a altres. Una de les disposicions més utilitzada fins fa uns anys és l'anomenada SV o de vàlvules laterals, en el que les vàlvules van muntades en el propi bloc i ocupen una posició lateral en el cilindre. Aquestes vàlvules només s'utilitzen en motors que tenen una baixa relació de compressió, i en conseqüència una cambra de combustió relativament gran, que permet la col·locació de les vàlvules.

Actualment s'ha generalitzat la disposició de les vàlvules en la culata, accionades des de l'arbre de lleves situat en el bloc motor (sistema OHV), o bé situat a la culata (sistema OHC). El primer sistema presenta l'avantatge sobre l'SV en què la cambra de combustió, podent adquirir majors dimensions els caps de les vàlvules, en benefici d'una millor omplerta i evacuació del cilindre, instal·lant les vàlvules en la pròpia cambra de combustió.

El sistema OHC presenta els mateixos avantatges que els dos anteriors i sense els inconvenients del SV, cosa que fa que s'imposi per sobre dels altres dos. Té una senzillesa de components, a les que s'uneix la petita rumorositat de funcionament.

5.6 Molla de la vàlvula.

L'obertura de les vàlvules correspon a les lleves, però el tancament el realitza l'acció d'una molla. La seva tensió ha de ser suficientment alta per tancar la vàlvula ràpidament.

La molla helicoidal en ser carregada lenta i progressivament presenta deformacions. Pel contrari si se la sotmet a un brusc augment o disminució de la càrrega (com en el funcionament del motor), la inèrcia de les seves espirals intervé modificant-ne el comportament.

5.7 Balancins, empenyedors i taqués.

Les vàlvules poden ser activades directament des de l'arbre de lleves situat en la culata, o bé disposant dels corresponents balancins, empenyedors i taqués, quan l'arbre de lleves s'allotja en el bloc motor.

En aquest últim cas els mecanismes adopten la disposició de muntatge, en la fig.5.1, on es poden observar els balancins corresponents a cada una de les vàlvules muntades en l'eix K, que es fixa a la culata mitjançant suports. L'acoblament dels dos permet que el balancí basculi sobre l'eix. En l'orifici de pas del primer hi ha un coixinet de bronze que en facilita el moviment, i el que fa és fer arribar oli del sistema de greixatge.

Per un dels seus extrems, el balancí actua sobre la cua de la vàlvula. Per l'extrem oposat, rep el moviment dels empenyedors.

Els taqués estan situats en uns orificis del bloc, amb superfícies polides que atenuen el desgast. En alguns motors s'utilitzen taqués hidràulics, que absorbeixen de manera automàtica el joc de taqués quan el motor es posa en marxa, amb el que s'atenuen els sorolls del funcionament.

Sigui quin sigui el sistema de comandament de les vàlvules, els seus components es disposen de manera que girin una mica sobre l'eix cada vegada que s'obren. Amb això s'impedeix que es dipositi brutícia en els punts mòbils, que dificultarien el seu moviment.

5.8 Taqués hidràulics.

En els motors actuals són molt utilitzats els taqués hidràulics que tenen l'avantatge de què eliminen automàticament el joc que podria existir en el sistema de comandament de les vàlvules, compensant immediatament la menor expansió. Aquesta característica permet que no s'hagi de realitzar l'ajustament del joc de taqués, i a més s'aconsegueix un millor precisió.

6.SISTEMA DE LUBRIFICACIÓ.

6.1 Objectius de la lubrificació.

Les superfícies metàl·liques, per molt polides que estiguin, no són completament llises. Si aquestes peces es freguen una contra l'altra, sotmetent-les a una gran pressió, es produirà un gran desgast de les mateixes, degueren al fregament i una elevació de la temperatura amb la qual cosa les molècules de les peces tendeixen a soldar-se, donant el fenomen que es coneix com *garrotament* o *gripatge*.

Així doncs la finalitat de la lubrificació en el motor, és la de complir les següents funcions:

- Lubrificar les parts mòbils per tal de disminuir el desgast, impedit el contacte directe de les superfícies metàl·liques, amb la qual cosa es disminueix el treball perdut en fregaments.
- Refrigerar les parts lubricades evacuant la calor d'aquestes zones.
- Augmentar l'estancament en els acoblaments mecànics. Amb la pel·lícula d'oli interposada entre el pistó i el cilindre millora notablement el segellat entre els dos.
- Amortitzar i absorbir els cops en els coixinets.

També influeixen gradualment en la lubrificació les característiques del lubricant, els factors del qual són:

- Grau de poliment de les superfícies en contacte.
- Naturalesa i duresa dels materials que constitueixen les superfícies de contacte.
- Joc existent en l'acoblament.

Les deficiències en la lubrificació tot i que no solen produir el gripat, són causants d'importants desgasts, amb deformacions de les superfícies d'acoblament, que dificulten el funcionament del motor.

6.2 Característiques del lubricant.

Ja que la pel·lícula de lubricant està sotmesa a elevades temperatures i pressions, no ha de poder-se cremar ni de trencar la pel·lícula, cosa que s'aconsegueix utilitzant olis minerals. Aquests són obtingut del petroli i són refinats (operació que consisteix en eliminar substàncies asfàltiques i àcides) per utilitzar-se en els motors. Amb additius milloren les seves propietats.

La classificació dels diferents tipus de lubricants ve imposada per les següents característiques:

- **Viscositat:**

És la característica principal d'un oli i representa la resistència que el líquid oposa a fluir.

Les capes de la pel·lícula d'oli s'adhereixen a les superfícies metàl·liques i produeixen un fregament entre elles. La viscositat de l'oli determina la major o menor dificultat amb la que es produeixen els moviments interns de la pel·lícula.

Amb relació a la viscositat d'un lubricant, podem distingir dos aspectes: espessor i fluïdesa. L'espessor es relaciona amb la resistència d'una pel·lícula a la seva penetració per l'aplicació de fortes càrregues. La fluïdesa fa referència a la major o menor dificultat amb la que és capaç de circular l'oli a través de les canalitzacions de greixatge i coixinets, interposant-se entre les superfícies.

La viscositat dels lubricants disminueix ràpidament en augmentar la temperatura, cosa que fa que guanyi fluïdesa. Passa el contrari quan el lubricant es refreda fent que augmenti l'espessor. La qualitat d'un lubricant és millor si la seva variació tèrmica és baixa.

- **Punt d'inflamabilitat:**

Es diu així la temperatura en la qual l'oli desprèn vapors inflamables. Així doncs convé que l'oli tingui un punt d'inflamabilitat elevat.

Quan un oli es crema, deixa residus carbonosos, que redueixen la seva capacitat lubricant i forma incrustacions en les cambres de combustió, vàlvules, etc., afavorint fenòmens d'autoencès i detonació.

- **Punt de congelació:**

Amb temperatures ambientals baixes l'oli es torna tan espès que no pot fluir, cosa que impossibilita posar en marxa el motor, si prèviament no és escalfat l'oli del càrter. Amb additius es millora el punt de congelació, cosa que millora l'arrancada en temps fred.

- **Additius detergents-dispersants:**

Les pel·lícules d'oli formades en els segments i parets del cilindre es destrueix parcialment, produït dipòsits de quitrà, que poden bloquejar els segments del pistó.

Per prevenir aquestes formacions s'afegeixen a l'oli additius detergents, que netegen la superfície com si fossin un sabó.

També s'afegeixen additius dispersants, que eviten la coagulació i sedimentació de qualsevol partícula.

- **Inhibidors de la corrosió:**

A altes temperatures poden produir-se àcids que ataquen les superfícies del motor. Per impedir aquesta acció, s'afegeixen a l'oli inhibidors de la corrosió de naturalesa alcalina, que neutralitzen els àcids.

- **Inhibidors de l'oxidació (antioxidants):**

Quan l'oli mineral és escalfat amb presència de l'aire, s'oxida, cosa que produeix una ruptura de les seves partícules, donant lloc a substàncies contaminants molt actives.

Les condicions òptimes perquè es produeixi l'oxidació de l'oli es donen en el càrter d'un motor en marxa, i per reduir aquesta tendència s'afegeixen a l'oli additius antioxidants.

- **Additius contra el desgast:**

Certs components del motor estan sotmesos a una pressió de contacte elevada, que fa que les pel·lícules d'oli s'assequin, posant en contacte metall amb metall. Per prevenir això s'afegeixen additius contra el desgast.

- **Additius antiespuma:**

El gir del cigonyal, unit a l'acció secundària d'alguns additius, pot fer que l'oli formi espuma. Si això es produeix la lubrificació és ineficaç, i hi ha pèrdua d'oli pel tap, el sistema de ventilació del càrter o de l'orifici de la varilla medidora del nivell.

La tendència a la formació d'espuma s'evita amb additius antiespuma.

6.3 Sistemes de lubrificació.

En el sistema de greixatge, l'oli es recull del càrter inferior, que és on es troba situat i, per mitjà d'una bomba, és enviat als diferents punts que s'han de lubricar, com són els recolzaments de bancada, cap de la biela, boló, etc.

Antigament el sistema de lubrificació utilitzat era el de *barboteig*.

Aquest sistema presenta l'inconvenient que la lubrificació dels coixinets no es realitza a pressió, i per això resulta deficient, degut a elevats règims de girs i potència que desenvolupen els motors moderns. Per això, actualment s'utilitza un sistema de greixatge sota pressió, que està representat en la fig.6.1 *, on es pot observar que l'oli és recollit del càrter per la bomba d'engranatges 8, a través d'un colador 11, enviant-se sota pressió pel conducte 9 a un depurador 6, on queden dipositades la majoria d'impureses, passant posteriorment a través de la canalització 7 fins al cigonyal per greixar els coixinets de bancada i cap de la biela. Des de l'últim recolze de bancada l'oli passa a una canalització 4, situada en el propi bloc motor, d'on arriba per diferents ramificacions als coixinets de recolzament de l'arbre de lleves. Des del recolze davanter d'aquest, passa també per 3 a l'eix de balancins 2 i des del recolze central fins el filtre de l'oli 16, que posteriorment l'aboca en el càrter pel conducte 15. També des del recolze davanter de l'arbre de lleves s'aboca l'oli sobre els pinyons i cadena de distribució a través d'un orifici calibrat 5. La pressió amb la que és enviat l'oli als diferents punts de greixatge està limitada per una vàlvula de descàrrega 10, situada en la pròpia bomba.

La pressió amb la que és enviat l'oli en els diferents punts de greixatge, pot ser detectada pel manocontacte 14. El senyal elèctric d'aquest dispositiu és enviat al taulell de comandament, de manera que el conductor pot controlar-la.

La quantitat d'oli dipositada en el càrter pot ser mesurada mitjançant una varilla 13, provinent de marques indicadores de nivell màxim i mínim. El tap 12 s'utilitza per buidar l'oli dipositat en el càrter. El nou oli s'introdueix en el motor pel tap d'omplerta 1, situada en la tapa de balancins, des d'on l'oli llisca fins el càrter.

La circulació de l'oli per tot el circuit de greixatge, al mateix temps que lubrifica totes les parts mòbils, realitza una refrigeració de les mateixes, enduent-se la calor d'aquestes zones. La situació del sistema de lubricació varia depenent de la disposició dels diferents mecanismes.

La fig.6.2 * mostra un altre dels sistemes de greixatge dels motors actuals. La bomba d'oli 1 recull aquest del càrter a través del colador, per enviar-lo directament al filtre de l'oli 2 des d'on passa a un refrigerador 3 i seguidament a la canalització principal, com indiquen les fletxes, des d'on es distribueix als diferents punts de greixatge.

Les particularitats més importants d'aquest sistema de greixatge són els dispositius de lubricació de turbocompressors 4 i la bomba de buit 5, així com els sortidors de polvorització 6, que envien un raig d'oli sobre el fons del cap del pistó per refrigerar-lo.

6.4 Refrigerants d'oli.

Degut a què els motors actuals estan sotmesos a condicions de treball i temperatura durs l'oli adquireix elevades temperatures, cosa que perjudica els òrgans mòbils del motor en determinades ocasions. La temperatura màxima que pot suportar l'oli és d'uns 140 °C.

Per reduir la temperatura de l'oli, es recorre a estriar el fons del càrter, i si no és suficient, s'utilitzen refrigeradors d'oli.

Si es disposa un radiador, aquest se situa en la part frontal del vehicle, de manera que la corrent d'aire provocada en marxa refreda l'oli que circula pel seu interior.

6.5 Bomba de l'oli.

És l'òrgan mecànic que posa en circulació l'oli lubricant a una determinada pressió. A la fig.6.3 * es mostra una bomba d'oli en peces. Es pot veure el colador d'oli A i els engranatges B i C, dels quals, el B gira sobre el seu eix, mentre que Crep el moviment de l'arbre de lleves a través d'un eix, el pinyó D del qual engranat amb el corresponent arbre de lleves. Els pinyons B i C estan situats a la carcassa E, sobre les parets laterals del qual s'ajusten convenientment. A la mateixa bomba es disposen la vàlvula de descàrrega, formada per la bola F i la molla G.

En la construcció d'una bomba d'oli, els seus components tenen les mateixes dimensions equivalents a la superfície dels coixinets a lubricar, tenint en compte també la funció de refrigeració feta per l'oli. La bomba d'engrenatges és capaç de subministrar una elevada pressió, inclús quan el règim de gir del motor és baix, necessitant una vàlvula de descàrrega per al bon funcionament. La pressió del circuit és regulada per aquesta vàlvula, que acciona un circuit de by-pass quan la pressió és excessiva. L'elevada pressió permet que la molla de la vàlvula cedeixi, permetent que part de l'oli arribi a l'entrada de la bomba i restablint-se quan la pressió disminueix.

Utilitzant aquest mètode la vàlvula de descàrrega manté la pressió de l'oli en les canalitzacions i retorna l'oli sobrant al càrter.

Un altre tipus de bomba utilitzat actualment és la de lòbuls, representat en la fig. 6.4 *, a la qual podem observar que els pinyons han estat substituïts per un anell B, mogut pel rotor C, que alhora és arrossegat per l'arbre de lleves de la manera convencional. El conjunt de l'anell i el rotor queda tancat en la carcassa A, en la qual s'acobla la tapa D, que estanca la cambra, la qual està proveïda dels corresponents forats d'entrada i sortida d'oli. En la mateixa carcassa de la bomba s'hi acoblen, la vàlvula de descàrrega H i el colador E, aquest últim per mitjà del conducte F i de la junta G.

6.6 Filtrat de l'oli.

El funcionament del motor travessa una sèrie de situacions en les que s'embruta l'oli de greixatge. Fonamentalment podem considerar que les partícules que embruten l'oli són productes d'oxidació, restes de combustió, partícules de metall i partícules estranyes que entren a través dels respiradors del motor.

L'oli, en el seu recorregut arrossega impureses (partícules de carbó i pols metàl·lica) que són conduïdes finalment al càrter inferior, que fa de dipòsit. Les partícules cauen en el fons i són extretes quan es buida el càrter per canviar l'oli. Algunes partícules sospeses en l'oli podrien efectuar una acció d'esmerilat, que accentuarien el desgast. Per evitar aquest perill, es necessita filtrar l'oli, ja que el colador de la bomba resulta insuficient per purificar-lo, ja que aquest només reté les impureses més grosses.

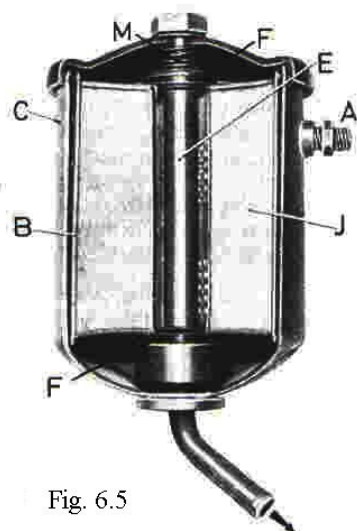
El filtre de l'oli ha d'estar fet d'un material porós. En dipositar-se partícules en aquest poden fer que s'obturí, fent que el filtre vessi. El temps que tarda a produir-se el vessament, depèn de tres factors:

- El tamany dels poros de la matèria filtrant.
- Superfície utilitzada de matèria filtrant.
- Les condicions de funcionament del motor.

Evidentment, el tamany dels poros determina l'eficàcia del filtrat; però si aquest és massa eficaç, pot retindre additius necessaris.

Els filtres d'oli poden estar realitzats de diferents formes: l'element filtrant sol estar constituït per una sèrie de teles metàl·liques degudament disposades per retindre les impureses, o bé pot ser un cartutx de material porós, que en els últims anys s'ha imposat per la seva eficàcia.

En la fig.6.5 es pot observar un filtre format per una carcassa metàl·lica C, dins de la qual s'hi ha el cartutx filtrant B. L'oli entra en el filtren pel conducte A i omple el recipient rodejant el cartutx, a través



de la matèria filtrant J passa a l'interior, sortint per E a les canalitzacions de greixatge. En la superfície exterior del cartutx queden les impureses, que posteriorment cauen en el fons de la carcassa. Per evitar que l'oli accedeixi directament en el conducte interior E, sens passar per la matèria filtrant, es disposen juntes d'estancament F. En cas d'obstrucció total de la matèria filtrant, la pressió generada en l'exterior del cartutx augmenta, sent capaç de vèncer l'acció de la molla M, amb la que el cartutx es

desplaça cap a dalt fent que l'oli pugui passar directament a les canalitzacions, evitant el risc de deixar el motor sense oli.

6.7 Sistema de ventilació del càrter.

Durant el funcionament del motor, es produeixen fugues de gasos, que poden anar a parar al càrter, quedant-hi en forma de vapor. Posteriorment es poden condensar i escorre's cap el càrter inferior diluint l'oli. Amb això l'oli va perdent paulatinament les seves propietats lubricants, i per això s'ha de canviar periòdicament. Per augmentar la seva duració es fa servir el filtrat, com ja hem dit, i la ventilació del càrter per evitar que aquests vapors passin a l'oli. També es fa servir la ventilació per evitar que l'acumulació de gasos al càrter provoquin l'augment de la pressió impedit el moviment dels pistons.

7. SISTEMA DE REFRIGERACIÓ DEL MOTOR.

7.1 Necessitat de la refrigeració.

Durant el funcionament d'un motor de combustió interna, s'arriben a temperatures que sobrepassen els 2.000 °C en la fase de combustió. Si no es disposés d'un sistema de refrigeració, la dilatació dels materials seria tan gran que es produiria el garrotament i la deformació de les peces.

7.2 Refrigeració per aigua.

El sistema de refrigeració per aigua es disposa la circulació d'aquesta a través de les cambres formades al voltant de les parets dels cilindres i cambres de combustió.

En els motors de combustió, el sistema de refrigeració que s'adopta és el de circuit tancat d'aigua, en el qual és necessari establir una circulació ràpida d'aquesta i insertar en aquest circuit un radiador en el qual hi passi l'aigua que n'evacui la temperatura agafada en les diferents parts del motor. Entre el radiador i el motor s'interposa una bomba, la qual accelera la circulació de l'aigua. Aquesta bomba el que fa és aspirar l'aigua freda del radiador i impulsar-la a totes les parts del motor. Per tal d'aconseguir una millor refrigeració del radiador s'instal·la un ventilador en la part anterior, el qual amb el seu gir crea corrents d'aire que refreden l'aigua.

7.3 Regulació de la temperatura del motor.

L'objectiu de la regulació és aconseguir que el motor arribi ràpidament a la seva temperatura de règim (85-90 °C) i mantenir-la.

La regulació de la temperatura de funcionament dels motors actuals es pot aconseguir de les següents maneres:

- Una regulació de la circulació de l'aigua per termòstat.
- L'accionament a temps parcial del ventilador.
- Un dispositiu d'obstrucció del radiador per reduir la circulació de l'aire a través seu.

L'eficiència del sistema de refrigeració depèn en gran part de la temperatura exterior, ja que la temperatura que penetrarà en el radiador variarà, i consegüentment la refrigeració.

7.4 El radiador.

Un motor ha de conservar una temperatura mitjana adequada, i per tant s'han d'evacuar les calories que no s'hagin transformat en potència. Aquesta funció la realitza el radiador, que transmet a l'aire la calor extreta al motor per l'aigua de refrigeració.

El radiador està format per un dipòsit superior i un d'inferior. Aquest es col·loca a prop del motor, generalment al davant per tal d'aprofitar el corrent d'aire produït pel moviment del vehicle.

En la fig.7.1 * podem observar la representació d'un radiador tubular, format per nombrosos tubs plans i rectes, de coure o llautó units directament als dipòsits, pels que passa l'aigua del dipòsit inferior al superior. Aquests tubs constitueixen la superfície primària o directe, en contacte amb el líquid de refrigeració. Les aletes constitueixen les superfícies secundàries que afavoreixen la dissipació del corrent tèrmic a evacuar.

7.5 Bomba d'aigua.

Les bombes d'aigua són sempre de tipus centrífug, ja que són les més adequades per obtenir grans cabals amb petita pressió d'impulsió.

En la fig.7.2 es pot veure un model de bomba d'aigua constituït per la carcassa A, construït generalment d'alumini, que s'uneix al bloc motor interposant la junta B. A la carcassa s'uneix al cos de la bomba C, amb interposició d'una junta d'estancament.

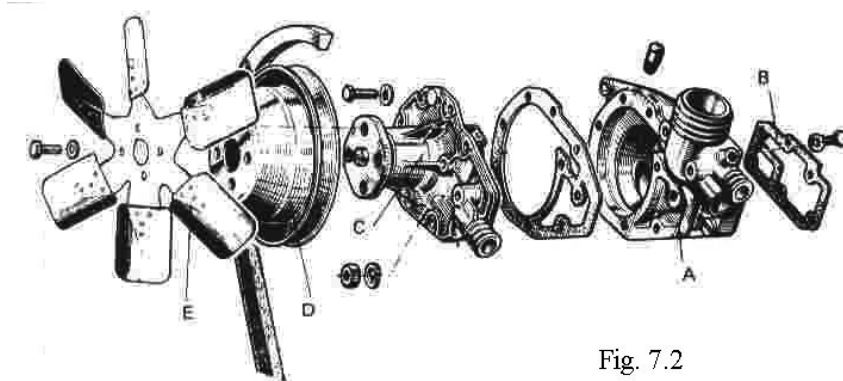


Fig. 7.2

7.6 Ventilador.

El ventilador s'utilitza en el sistema de refrigeració per activar la circulació de l'aire a través del radiador, afavorint així la dissipació de la calor.

El ventilador està constituït generalment per quatre o sis pales d'acer convenientment doblades i orientades per tal d'aconseguir el millor rendiment. Amb l'objectiu de millorar l'eficàcia del sistema de refrigeració s'han substituït els ventiladors convencionals (accionats per mitjà de corretja) per altres electromagnètics controlats termostàticament.

7.7 Mescles anticongelants.

Quan les temperatures atmosfèriques són baixes es pot produir que l'aigua del sistema de refrigeració es congeli, i conseqüentment fer que el radiador, conductes de l'aigua, etc., puguin trencar-se a causa de l'augment de volum de l'aigua congelada. Perquè això no es produeixi s'afegeix un líquid a l'aigua anomenat anticongelant. Que dona a la mescla un punt de congelació molt baix.

8 LA CARBURACIÓ: fonaments.

8.1. Exigències de la carburació.

La carburació té com a objectiu polvoritzar la gasolina i mesclar-la amb l'aire en la proporció adequada, de manera que s'aconsegueixi una bona combustió en el cilindre.

La relació aire-gasolina s'ha de poder variar, segons les necessitats de marxa del motor, doncs no es necessita la mateixa relació de mescla a plena potència o a règims més baixos.

8.2. Carburador elemental.

En la fig.8.1 es mostra l'esquema d'un carburador. Essencialment, aquest està constituït per un dipòsit A anomenat cubeta, al que es fa arribar la gasolina del dipòsit per mitjà d'una bomba. A l'interior de la cubeta es disposa un flotador B, provist d'una agulla que tapa el conducte d'entrada F, quan el nivell aconseguït per la gasolina arriba a un determinat punt. Quan a causa del consum de mescla durant el funcionament del motor baixa el nivell de gasolina en la cubeta, el flotador baixa i permet l'entrada de més gasolina. En aquestes condicions, el nivell obtingut en el sortidor principal C, que és igual al de la cubeta, es manté constant i arriba a una altura d'uns mil límetres per sota dels forats de sortida D, evitant-se el vessament de combustible.

L'aspiració creada pels cilindres en els successius temps d'admissió, provoca una corrent d'aire que agafa la seva màxima velocitat en l'altura del difusor. La depressió creada és capaç d'absorbir la gasolina del sortidor, que surt finament polvoritzada pels orificis D. La sortida de gasolina es veu afavorida per la diferència de pressió existent a la cubeta, que comunica a través de l'atmosfera per mitjà de l'orifici E, i la zona del difusor, en la que existeix depressió durant el funcionament del motor.

Mitjançant el calibre G es regula la quantitat de gasolina aportada pel sortidor i, en conseqüència, la riquesa de la mescla.

La vàlvula de papallona V, regula la quantitat de mescla aspirada pel motor, i es comanda mitjançant el peu de l'accelerador.

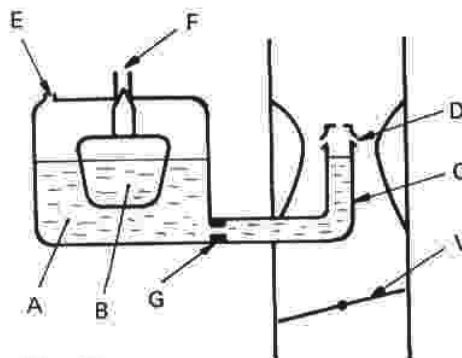


Fig. 8.1

En el seu funcionament pràctic un carburador es disposa de manera que compleixi les següents condicions:

- La forma i posició de la cubeta i el sortidor s'escullen de manera que el nivell entre elles sigui correcte fins i tot en les corbes i pendents.
- El pes del flotador depèn del pes específic del combustible.
- La part més estreta del difusor s'escull de tal manera que en el menor nombre de revolucions del motor, la velocitat de l'aire aspirat sigui suficient per absorbir el combustible del sortidor.

8.3. Dispositiu de ralenti.

Quan el motor està funcionant al mínim, i desenvolupant una potència amb prou feines necessàries per vèncer les resistències passives, la papallona ocupa una posició quasi tancada, i per això en el difusor existeix una depressió insuficient per arrossegar la gasolina del sortidor principal. En aquestes condicions és necessari muntar un dispositiu de ralenti que està constituït per un petit carburador incorporat en el principal, que introdueix gasolina sense que la vàlvula estigui oberta, fent-la entrar per la part posterior a l'entrada normal.

8.4. Dispositius d'arrancada en fred.

Quan el motor està fred es necessita una mescla més rica perquè es produeixi l'explosió, ja que queden compensades les eventuais condensacions, i així s'evita que la mescla que entri tingui suficient percentatge de combustible.

Els dispositius utilitzats per aconseguir aquest enriquiment de mescla poden ser dos:

- **Estàrter:** Consisteix a introduir una quantitat extra de gasolina per la mateixa proporció d'aire.
- **Estrangulador:** Consisteix en actuar directament sobre l'entrada d'aire per obstrucció de la mateixa, així doncs entra la mateixa quantitat de gasolina, però menys d'aire.

9. SISTEMA D'ALIMENTACIÓ I ESCAPAMENT.

9.1 Alimentació i escapament.

El sistema d'alimentació compren els òrgans destinats a portar la mescla fins als cilindres. L'aire és agafat de l'exterior i el combustible, del dipòsit que el conté. Constitueixen el sistema: un filtre d'aire, dipòsit de combustible, una bomba d'alimentació, un o varis filtres, el carburador i els col·lectors d'admissió.

El sistema d'escapament evacua els gasos cremats dels cilindres cap a l'exterior. Aquest sistema està constituït pels col·lectors d'escapament, silenciador i caixa d'expansió i el conjunt de tubs que donen la sortida del gas a l'exterior. Cadascun d'aquests elements són detallats a continuació.

9.2 Filtre de l'aire.

El filtre de l'aire (fig.9.1) * es col·loca en la boca del carburador, complint la funció de purificació sotmetent l'aire a bruscos canvis de direcció, amb la qual cosa les partícules més grans són separades. Posteriorment és filtrat, quedant retingudes en la matèria filtrant la resta d'impureses.

Els requisits essencials d'un filtre d'aire són:

- Elevada eficàcia filtrant.
- Bon poder acumulador, que fa que s'hagi de canviar poc sovint.
- Escassa resistència a l'aire.

9.3 Dipòsit de combustible.

El dipòsit de combustible essencialment està constituït per un tub d'omplerta que té sortida a l'exterior del vehicle, un conducte de sortida del combustible per la bomba i un orifici de posada en atmosfera, que en molts casos va situat en el mateix tap d'omplerta.

9.4 Bomba d'alimentació.

Per portar el combustible des del dipòsit fins al carburador s'utilitzen les bombes d'alimentació (que han substituït el sistema de presa per gravetat). Aquestes generalment són de tipus mecànic, tot i que poden ser elèctriques quan el cabal a subministrar és important.

9.5 Col·lectors d'admissió i escapament.

El col·lector d'admissió uneix el carburador amb els orificis de la culata pertanyents als seients de les vàlvules del mateix nom i es fixa a ella mitjançant espàrrecs i cargols, interposant juntes, tal com es pot veure a la fig.9.2 *.

El col·lector d'escapament es fixa a la culata igual que el d'admissió (fig.9.3) *.

9.6 Sistema d'escapament dels gasos cremats.

El sistema d'escapament ha de ser capaç de canalitzar els gasos des del col·lector fins l'exterior, rebaixant la seva temperatura i pressió. En la fig.9.4 * pot observar-se un d'aquests conjunts, constituït fonamentalment per l'expansor 2 i el silenciador 3. Els gasos surten a l'exterior per mitja del tub 4.

10 . CIRCUIT D'ENCESA: components i funcionament.

10.1 El sistema d'encesa en els motors d'explosió.

En els motors de combustió interna utilitzats en els automòbils, necessiten per al seu funcionament un sistema capaç d'encendre la mescla. Això s'aconsegueix mitjançant una guspira elèctrica que es fa saltar a la bugia.

10.2 Funcionament del sistema d'encesa.

Un sistema d'encesa convencional està format pels següents elements: bateria, clau de contacte, bobina, distribuïdor (delco), ruptor, condensador i bugies.

L'esquema elèctric d'aquest circuit es mostra en la fig.10.1 *, d'on podem observar que la bobina d'encesa consta de dos enrotllaments de fil de coure, sobreposats i aïllats entre ells. El rotlle primari

(més gruixut en la figura), és de poques espires de fil, i s'uneix per un dels seus extrems a la bateria, mitjançant la clau de contacte i per un altre es connecta a la massa per mitjà d'un interruptor automàtic anomenat ruptor, que interromp la corrent en el primari periòdicament durant el funcionament del motor. Connectat en paral·lel es troba el condensador d'encesa.

El rotlle secundari (de traç fi en la figura) està format per moltes espires de fil prim i va enrotllat sobre un nucli de xapes d'acer. Es troba connectat per un dels seus extrems a massa, per mitjà del propi circuit primari i el ruptor, mentre que l'altre extrem està unit a l'elèctrode central de la bugia, a través del distribuïdor i els cables d'encesa.

Estant connectada la clau de contacte, la tensió de la bateria queda aplicada a l'enrotllament primari de la bobina i, en l'instant en què l'interruptor suposa el ruptor tanca el circuit, flueix una corrent a través de l'enrotllament formant-se el conseqüent camp magnètic.

10.3 Bobina d'encesa.

La bobina acumula l'energia d'encesa i la transmet en forma d'impulsos de corrent d'alta tensió, per fer saltar la guspira entre els elèctrodes de la bugia, provocant la inflamació de la mescla.

10.4 Conjunt del distribuïdor o delco.

El delco va acoblat al motor, del qual rep el moviment. En aquest conjunt podem distingir dues parts principals: el circuit de baixa tensió, que inclou el ruptor i el condensador, i el circuit d'alta tensió, constituït pel distribuïdor pròpiament dit. El primer circuit realitza el tall de corrent en el primari de la bobina, per obtenir l'alta tensió en el secundari, mentre que el segon distribueix els impulsos d'alta tensió a les bugies. El circuit de baixa tensió també s'anomena circuit primari i el d'alta tensió secundària.

En la fig.10.2 * es mostra un distribuïdor seccionat, en el que es poden distingir cada un dels seus components i la situació d'aquests.

10.5 Ruptor.

El ruptor podem definir-lo com un interruptor automàtic que obre i tanca el circuit primari segons el punt en què es troba el motor. Per realitzar aquesta funció disposa de dues peces: una de fixa anomenada enclusa, que s'aguanta al plat portaruptor, i una altra de mòbil anomenada martell, que pot bascular sobre el seu punt de gir i està aïllat elèctricament de massa.

El ruptor està sotmès a grans esforços tan mecànics com elèctrics, per això els punts de contacte entre el martell i l'enclusa són d'acer al tungstè, que és un material amb un alt punt de fusió i duresa. Antigament es fabricaven de platí per això en els contactes del ruptor se li van anomenar platins.

10.6 Condensador d'encesa.

El condensador s'utilitza per tallar com més ràpid possible la corrent primària i per evitar les guspises entre els contactes del ruptor. Utilitzant el condensador s'aconsegueix que el flux en el circuit primari desapareixi unes vint vegades més ràpid, el que suposa que hi hagi una tensió induïda molt més alta en el secundari.

L'altre avantatge és que evitant les guspises entre els contactes s'aconsegueix major potència en l'encesa i s'evita en gran mesura el deteriorament entre els contactes del ruptor.

10.7 Distribuïdor d'encesa.

L'alta tensió induïda en els secundaris de la bobina d'encesa, ha d'arribar a cadascuna de les bugies del motor, en les que saltarà en forma de guspira. El distribuïdor d'encesa reparteix com el seu nom indica, els impulsos d'alta tensió d'encesa entre les diferents bugies, seguint un ordre determinat (ordre d'encesa) (fig.10.3) *, i en l'instant precís.

Degut a la sincronització que ha de portar amb el gir del motor, a l'igual que el ruptor, es munten el dos en una sola unitat de construcció. El cos del distribuïdor rep per la seva part superior una tapa de material aïllant de gran qualitat (fig.10.4) * en la que hi ha practicats un born central i tants laterals com cilindres tingui el motor. Sobre l'eix que constitueix la lleva del ruptor, es munta el rotor o dit del distribuïdor, fabricat de material aïllant semblant al de la tapa. En la part superior del rotor es disposa una lamina metàl·lica B, contra la que està aplicada el carbonet E per mitja de la molla F, els dos allotjats en la cara interna del born central C de la tapa.

Quan la lleva obre els contactes del ruptor, arriba en el born C un impuls d'alta tensió, passa al rotor a través del carbonet E i, per mitjà la lamina B (que en aquell moment apunta en un dels borns laterals G), se transmet a un d'aquests borns, on arriba a la bugia corresponent.

Entra la punta de la lamina B i els contactes laterals queda un espai compres entre 0 '25 i 0' 5mm, que evita el fregament i el desgast entre els dos.

Tant el ruptor, com la tapa del distribuïdor només admeten una posició de muntatge per tal que hi hagi en tot moment un perfecte sincronisme.

La interconnexió elèctrica entre la tapa i les bugies o la bobina, es realitza per mitja d'uns cables especials d'alta tensió.

10.8 Bugies.

Les bugies són les encarregades de fer saltar la guspira que inflamarà la mescla. Donada la funció que realitzen, és imprescindible el bon funcionament d'aquestes per aconseguir un bon rendiment del motor.

En la fig.10.5 es mostra una bugia seccionada, en la que podem observar que està constituïda per un elèctrode central 8, i que sobre surt per la part inferior de la bugia, mentre que per la part superior surt un espàrrec de connexió 2, per mitjà d'una massa colada 5, elèctricament conductora. L'espàrrec de connexió acaba en el born 15, on es connecta en el cable d'alta tensió.

Rodejant l'espàrrec de connexió i el born central, es disposa l'aïllador 3, de ceràmica que a l'hora és rodejat pel cos metàl·lic 13 de la bugia. La unió entre el dos es realitza per mitjà d'unes juntes d'estancament 12 i 14, que eviten les fuges de compressió a través de la bugia.

L'aïllador 3 porta uns nervis 1, que fan de barrera a les corrents de fuga. En la seva part inferior 10, anomenada peu de l'aïllador, rodeja l'elèctrode central en una certa longitud i espessor, que constitueix les característiques de la bugia (grau tèrmic). Entre el peu de l'aïllador i el cos metàl·lic, es forma un espai 11, anomenat espai respiratori,

La part superior del cos metàl·lic 13, es disposa en forma de cargol hexagonal que permet el muntatge i desmuntatge de la bugia. En la part inferior 7 es practica una rosca per tal de collar-la en la cambra de combustió. Del cos metàl·lic sobresurt l'elèctrode de massa 9, que va soldat a ell.

Per assegurar un bon estancament es disposa la junta 6.

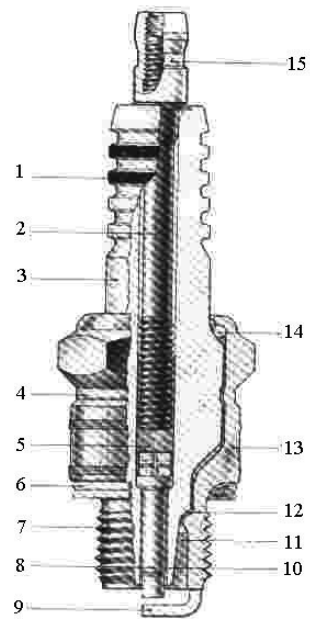


Fig. 10.5

MOTOCICLETES

Objectius

- Conèixer el funcionament del motor de 2 Temps i de 4 Temps
- Comparar els diferents funcionaments dels motors
- Comparar els cicles de 2 Temps i de 4 temps dels motors

Concepte de Motor

Sistema material que transforma una determinada classe d'energia (hidràulica, química, elèctrica, etc.) en energia mecànica. Màquina destinada a produir moviment a expenses d'una altre font d'energia.

Història del motor

Els motors hidràulics, que són els més antics coneguts (Herón d'Alexandria, S. I a.d.C), utilitzaven com a força motriu l'energia d'una massa d'aigua que cau des d'una certa alçada, anomenada salt. Aquesta energia es transforma en treball útil disponible a l'eix de la màquina, que antigament era la roda hidràulica i actualment la turbina.

El motor neix per la necessitat de treballs que, o bé per duració, intensitat o manteniment, no poden ser realitzats per animals.

Cronologia del motor

600 d.d.c. - Apareixen els molins de vent, que converteixen l'energia del vent en moviment.

1712 - L'inventor anglès Thomas Newcomen (1663-1729) construeix una màquina de vapor amb pistons i cilindres que resulta molt eficient.

1770 - El militar francès Nicolás-Joseph Cugnot (1725-1804) aconsegueix adaptar un motor de vapor al seu carro.

1782 - L'enginyer escocès James Watt (1736-1819) construeix una màquina de vapor molt més eficient que la màquina de Newcomen.

1859 - L'enginyer Etienne Lenoir (1822-1900) construeix un motor de combustió interna.

1877 - L'alemany Nikolaus Otto (1832-1892) construeix el motor de 4 temps.

1883 - "Germán W. Daimler" construeix un motor de combustió interna molt veloç.

1892 - L'alemany Rudolf Diesel inventa un motor (anomenat motor diesel posteriorment) que funciona amb un combustible que crema a gran pressió (gas-oil); el motor resulta ser molt més eficient que els motors de combustió interna existents fins aquell moment.

1903 - Els germans Orville (1871-1948) y Wilbur (1867-1912) realitzen el primer vol amb motor amb la seva "Kitty Hawk" que utilitza un motor de combustió interna.

1937 - L'enginyer britànic Frank Whittle (1907) construeix l'any 1937 el primer motor a reacció que funciona.

1939 - Hans von Ohain, enginyer alemany, construeix i pilota el "Heinkel He 178", primer avió amb motor a reacció.

1970 - S'utilitza el motor a reacció amb turboventilador, el més utilitzat avui dia als avions, substituint als antics motors de 4 temps amb hèlixs

Parts d'un motor de combustió interna

Els motors de 2 Temps i de 4 Temps no són exactament iguals, per tant explicaré les parts comunes (que tenen tots dos motors), i les parts específiques que només tenen o bé els motors de 2 Temps o bé els de 4 Temps.

Parts comunes

Cilindre

En aquesta part és on es crema el combustible provinent del carburador. L'èmbol o pistó transcorre dins el cilindre amb una trajectòria rectilínia ascendent i descendent. Es poden diferenciar dos parts: el bloc i la camisa. El bloc és la part exterior del cilindre que està en contacte amb el medi; la camisa és la part interior on frega el pistó.

El cilindre de 2 Temps té uns espiralls de transferència que van des del càrter fins la cambra d'expansió de gasos. També té un altre orifici, on s'esdevindrà l'escapament dels gasos cremats.

Els cilindres de 4 Temps no tenen cap tipus d'espirall.

El cilindre està recobert d'un material molt dur per disminuir el desgast per contacte amb els segments de l'èmbol. Aquest material acostuma a ser el crom, o un de nou, que està compost per carboni, silici i níquel. Aquest supera el crom en duresa i prestacions.

A l'interior del cilindre s'arriba a les temperatures següents (valors orientatius que depenen del motor i de les seves prestacions):

- Cilindre 200° C
- Centre del pistó 360° C
- Culata 300° C

- Espirall d'escapament 700° C
- Segments 225° C

Degut a aquestes temperatures el cilindre s'ha de refrigerar; hi ha dos tipus de cilindres: els refrigerats per aire i per aigua. Els cilindres de 4 Temps de cotxes, camions, etc. estan refrigerats sempre per aigua. En les motocicletes normalment el motors de 4 Temps també ho estan, tot i que hi ha excepcions. En els cilindres de 2 Temps i ha diversitat, tot i que la refrigeració per aire està en desús.

El cilindre refrigerat per aire té uns avantatges i inconvenients respecte al d'aigua:

Avantatges

Disminució de les avaries.

Té menys inèrcia tèrmica, és a dir, s'escalfa i es refreda més ràpid. Un escalfament ràpid és avantatjós, ja que s'assoleix ràpidament la temperatura de règim, disminuint els desgasts de l'encesa en fred.

Inconvenients

Les temperatures de funcionament són més elevades. Les conseqüents avaries són més agosarades en aquest tipus de motor que en el refrigerat per aigua.

Major superfície de transmissió de calor. Són motors més voluminosos.

Són més sorollosos, bàsicament pel soroll produït per la vibració de les aletes. En els motors refrigerats per aigua, la cambra de refrigeració fa d'aïllament acústic.

Pistó

El pistó és l'element mòbil que es desplaça a l'interior del cilindre per a realitzar el cicle de funcionament; aquest és el que rep directament la força d'expansió dels gasos durant la combustió.

Realitza les següents funcions:

Transmet a la biela els esforços produïts a l'interior del cilindre durant l'expansió dels gasos.

Comprimeix els gasos per aconseguir una bona combustió d'aquests.

Absorbeix la major part de la calor produïda en la combustió i la transmet a les parets del cilindre per evacuar-la mitjançant el circuit de refrigeració.

Facilita el procés d'intercanvi de calor sense canvis bruscs en la seva estructura.

Descobreix i obtura els espiralls d'admissió, càrrega i escapament.

Les parts més importants són les següents:

- Cap: Rep la pressió dels gasos cremats. En aquest hi ha els portasegments, on van allotjats els segments; aquests són elements elàstics que s'encarreguen de proporcionar un tancament hermètic a la cambra de combustió. Els portasegments porten incorporats uns límits cilíndrics per evitar que el segment es mogui per aquest.

- Falda: És l'encarregada d'obrir els espiralls en els motors de 2 Temps. En els motors de 4 Temps aquesta no té funció. A la falda s'hi allotja el buló, que serveix per unir el pistó a la biela i transmetre els esforços de la fase d'expansió al cigonyal.

El pistó ha de reunir les següents condicions:

Tenir una estructura consistent, sobretot en llocs com el cap i allotjament del buló.

Tenir un pes reduït i estar perfectament equilibrats en els motors policilíndrics.
Ser resistents a temperatures elevades.
Oferir la major resistència possible al desgast i agents corrosius.
Tenir un coeficient petit de dilatació.
Presentar una gran conductivitat tèrmica.
Normalment els pistons són d'aleacions de tipus Al-Cu-Ni o Al-Cu-Fe.

Biela

Durant la fase d'explosió, el pistó es mou avall empès per la força de l'explosió; aquest moviment es transmet per la biela al cigonyal; la biela forma part del sistema biela-manovella que transforma el moviment rectilini del pistó en moviment giratori al cigonyal.

La funció que realitza la biela la fa sofrir esforços de tracció, compressió i flexió; per aquest motiu, la biela ha d'estar composta per materials que puguin suportar aquests esforços. Degut al moviment alternatiu del pistó, l'esforç que recau sobre el bulb és alternatiu i oscil·lant, el que produeix un fort desgast en la part inferior i superior del peu de la biela. Passa el mateix al cap, que degut a la seva unió amb el cigonyal ha de suportar el mateix tipus de desgast. La única diferència del motor de 2 Temps amb el de 4 Temps, és que en el de 2 Temps el cap de la biela està format per una sola peça; aquest fet fa que la biela perdi rigidesa amb el cigonyal, però resisteix millor el fet d'estar menys engraixada que una biela d'un motor de 4 Temps, ja que un motor de 2 Temps no disposa de sistema d'engreixament propi.

Cigonyal

El cigonyal és l'element encarregat de transformar el moviment alternatiu del pistó en rotatiu i transmetre'l als altres òrgans del motor i a l'exterior per a la seva utilització. Els contrapesos serveixen per equilibrar el cigonyal i absorbir les forces originades per la inèrcia, que adquireixen el pistó i la biela en els punts morts (PMI i PMS). El punt màxim és anomenat Punt Mort Superior (PMS), i s'assoleix quan el pistó conclou la seva ascensió; el punt mínim, anomenat Punt Mort Inferior (PMI) s'assoleix quan el pistó finalitza el descens de la cursa o carrera. El cigonyal transmet el moviment a la transmissió primària (embragatge) i al volant magnètic. Per l'altra banda, tenim la transmissió primària, que va connectada mitjançant l'embragatge al canvi de marxes.

El material ha de ser resistent a l'elasticitat, resistent a la fatiga, dur, resistent al desgast... Normalment tot el conjunt biela-cigonyal-contrapesos està format d'acer amb els següents elements fosos: 1,3% C 1% Si 0,6% Mn 1,7% Cu 0,5% Cr 0,2% Ni.

Càrter

El càrter és l'element que s'encarrega de tancar hermèticament el cigonyal i a part, servir de suport al cigonyal i contenir el generador de corrent elèctric.

El càrter d'un motor de 4 Temps està ple d'oli. Aquest oli serveix per a greixar la biela, pistó, cilindre, etc. El moviment del cigonyal el fa xarbotar i greixar el motor. Un càrter d'un motor de 2 Temps serveix de cambra d'admissió, no està ple d'oli i ha de ser molt més robust per no perdre gasos; això s'aconsegueix amb els coixinets de cigonyal.

Carburador

Tot i que el carburador per a un motor de 2 Temps no és igual que el d'un de 4 Temps, la funció és la mateixa.

El carburador és l'aparell encarregat de fer la mescla homogènia entre l'aire aspirat de l'ambient amb el combustible.

Cubeta

A la cubeta s'aconsegueix el nivell necessari per a que el combustible que arriba del dipòsit pugui ser utilitzat.

El combustible arriba a ella a través d'una vàlvula accionada per una boia. La missió d'aquesta és la de mantenir el nivell de la gasolina per sota del sortidor.

Sortidor

El sortidor és un tub calibrat situat a l'interior del col·lector de l'aire. La seva boca de sortida es troba a l'alçada del difusor.

Rep el combustible de la cubeta. El combustible arriba al sortidor pel principi de vasos comunicants.

A la sortida de la cubeta va muntat un "chiclé" o calibre, que té la missió de dosificar la quantitat de combustible del sortidor, segons la depressió creada al difusor.

Filtre d'aire, col·lector d'aire i difusor

El filtre de l'aire és l'element encarregat de netejar l'aire que entra al col·lector i retenir les petites impureses o partícules que pugui contenir.

L'aire provinent del filtre s'introdueix al carburador a través del col·lector d'aire.

La missió del difusor és augmentar la velocitat de l'aire aspirat pel motor.

Funcionament

El funcionament del carburador està basat en l'anomenat efecte Venturi, que consisteix en aprofitar la depressió que crea tota la massa gasosa al circular per una canalització en la que existeix una reducció progressiva del diàmetre.

Aquest efecte crea una depressió en el difusor i per tant una sortida de la gasolina, que es polvoritza i es barreja amb l'aire.

És evident, que la mescla no serà igual per a tots els règims del motor; per tant, a mesura que anem donant gas, l'agulla cònica situada al sortidor puja i surt més gasolina del sortidor.

Alhora, el difusor d'aire, puja i deixa passar l'aire en la mateixa proporció que l'agulla deixa passar la gasolina.

El carburador, té petits mecanismes i reguladors que s'han d'optimitzar perquè la mescla esdevingui perfecta. Sempre variarà segons el tipus de motor.

Aquest procediment s'anomena la "posta apunt" o carburació.

Parts específiques d'un motor de 4 Temps

Culata

La culata és l'element que conté la cambra d'explosió i on es provoca la combustió de la mescla.

Degut a que el contacte entre les superfícies metàl·liques del cilindre i la culata no garanteix estanqueïtat, es posa enmig d'aquestes un peça anomenada junta de culata, que si garanteix l'estanqueïtat del sistema.

La culata d'un motor de 4 Temps és completament diferent a la d'un motor de 2 Temps. La culata d'un motor de 4 Temps inclou: un sensor de temperatura per controlar la temperatura del cilindre, la bugia, una entrada per al líquid refrigerant, la vàlvula d'escapament i la vàlvula d'entrada.

Vàlvules d'admissió i d'escapament

Cada cilindre consta de dues o més vàlvules d'admissió i d'escapament. Les vàlvules són obertures circulars.

La vàlvula d'admissió és l'encarregada de fer entrar la barreja en la fase d'admissió.

La vàlvula d'escapament és l'encarregada de deixar sortir els gasos cremats al tub d'escapament.

Arbre de lleves

És un mecanisme exclusiu del motors de 4 Temps, i només les motocicletes de gran cilindrada en tenen.

És l'òrgan que controla el moment d'obertura i tancament de les vàlvules. Consisteix en un eix en què hi ha unes prominències (lleves) que transformen el moviment de rotació en un moviment rectilini que obre la vàlvula. L'arbre de lleves fa girar el cigonyal mitjançant un engranatge. Controla la distribució de gasos en els cilindres i en regula l'entrada i la sortida. L'arbre de lleves gira a la meitat de la velocitat de l'arbre motor.

Bloc

Com el seu nom indica és un bloc (fet de foneria d'acer o d'un aliatge d'alumini) en el qual s'han perforat els cilindres.

Tub d'escapament

La missió d'un tub d'escapament en un motor de 4 Temps, és simplement la d'evacuar els gasos del cilindre i de reduir els nivells legals de soroll produïts pel procés de combustió (85 dB).

Parts específiques d'un motor de 2 Temps

Culata

Com ja he dit abans la culata d'un motor de 2 Temps és molt més senzilla. Només inclou: la bugia, l'entrada del líquid anticongelant i el sensor de temperatura.

També porta enmig una junta de culata. La funció és la mateixa en tot dos motors.

En les culates dels motors de 2 Temps hi ha diversitat causada pel seu sistema de refrigeració.

En els sistemes refrigerats per aire, la culata presenta aletes iguals que el cilindre. En els refrigerats per aigua no hi ha aletes però hi ha un espai per a que circuli el líquid refrigerant.

Làmines d'admissió

És un dispositiu encarregat de regular el pas de la mescla provinent del carburador. Estan interposades entre el càrter i la tovera del carburador. Acostuma a tenir forma de "v". Aquesta forma és especial per facilitar l'entrada de la mescla. L'estructura és molt simple, té un esquelet d'alumini. Allí van collades les làmines.

Quan el motor aspira, el pistó comença la seva cursa ascendent; les làmines s'obren fins al límit, deixant lliures les finestretes per on flueix la mescla carburada. Les làmines resten obertes mentre la pressió en el càrter es inferior a l'atmosfèrica, sense tenir en compte la posició del pistó. D'aquesta manera, variarà la durada de l'admissió segons el nombre de revolucions i l'obertura de la vàlvula de gas. Així s'aconsegueix millorar la càrrega al cilindre, i per tant, un millor rendiment.

Són d'un material molt especial que les fa deformables i recuperen sempre el seu estat inicial. Els sistemes amb més rendiment porten làmines de carboni o plàstic.

Tub d'escapament

El tub d'escapament d'un motor de 2 Temps té unes funcions molt peculiars:

és l'encarregat de l'evacuació de gasos cremats, sempre per generar l'òptim procés de renovació de la càrrega amb la finalitat d'obtenir un bon rendiment del sistema. Per realitzar aquesta funció, el sistema d'escapament no ha de dificultar el pas dels gasos.

Fase a) Un bon tub d'escapament no ha de dificultar la sortida dels gasos cremats; si és al contrari el sistema perd.

Fase b) El retorn de les ones negatives que tenen un efecte de succió, penetra en el cilindre i atrau la mescla carburada del càrter cap a la cambra d'explosió. Fase c) El retorn de les ones positives de pressió que tenen un efecte de compressió, fa que la mescla nova quedi comprimida en el cilindre i no surti pel tub d'escapament.

És l'encarregat de reduir a nivells legals el soroll produït pel procés de la combustió (85 dB). Per això, consta d'un silenciador situat a la part posterior del tub d'escapament.

Cicle de funcionament

El funcionament de qualsevol motor d'explosió interna es basa en un procés o cicle tancat, és a dir, en finalitzar un cicle de treball, el motor torna a les seves condicions inicials. En el decurs d'aquestes transformacions, el motor rep energia tèrmica en forma de calor i la transforma en energia mecànica en forma de treball. Aquest treball obtingut provoca un moviment, que modificat, és transmès mitjançant un sistema d'engranatges a les rodes, on realitzen el principi d'acció-reacció amb el terra, i en provoquen el moviment. El motor de combustió interna (d'encesa provocada) té un cicle que es divideix en quatre etapes. Aquestes etapes són: admissió, compressió, explosió, i finalment l'escapament. Aquest cicle és produït gràcies al sistema de pistó-biela-cigonyal.

Com en el cicle Otto teòric de 4 Temps, la duració d'un temps és equivalent a la d'una cursa, s'acostuma a confondre les dues denominacions com si fossin una mateixa cosa. La denominació "motor de 2 Temps", és totalment desencertada, ja que en qualsevol cas s'anomenaria "motor de 2 curses". Encara es posa més de manifest, si es té en compte que no són dos, sinó sis, els temps que realitza.

Per això, amb més raó, els sud-americans (traduint als nord-americans) anomenen al motor de 2 Temps, *motor de 2 curses*, i al de 4 Temps, *motor de 4 curses*. Distingint d'aquesta manera la paraula *cursa* com un gir de 180° del cigonyal resulta molt correcte dir *motor de 2 curses* o de *4 curses*.

La paraula temps, en la nostra definició, pot confondre el gir de 180° del cigonyal amb cada una de les parts que formen el cicle de funcionament tals com l'admissió, la compressió, l'explosió i l'escapament, a les quals també se les designa amb el nom de temps.

En el motor de 2 Temps s'efectuen també aquestes quatre fases del cicle de funcionament però amb la diferència que es produeixen simultàniament varies d'aquestes. Generalment s'acostuma a afegir el temps de precompressió i el temps de transferència, per distingir clarament totes les parts del cicle de funcionament. Així, el cicle de funcionament d'un motor de 2 Temps està format per: admissió, precompressió, transferència, compressió, explosió i escapament.

Explicaré per separat els motors de 2 Temps i 4 Temps perquè tot i que les fases són les mateixes, el funcionament és completament diferent.

Cicle de funcionament del motor de 2 Temps

Esquema de les parts del motor de 2 Temps

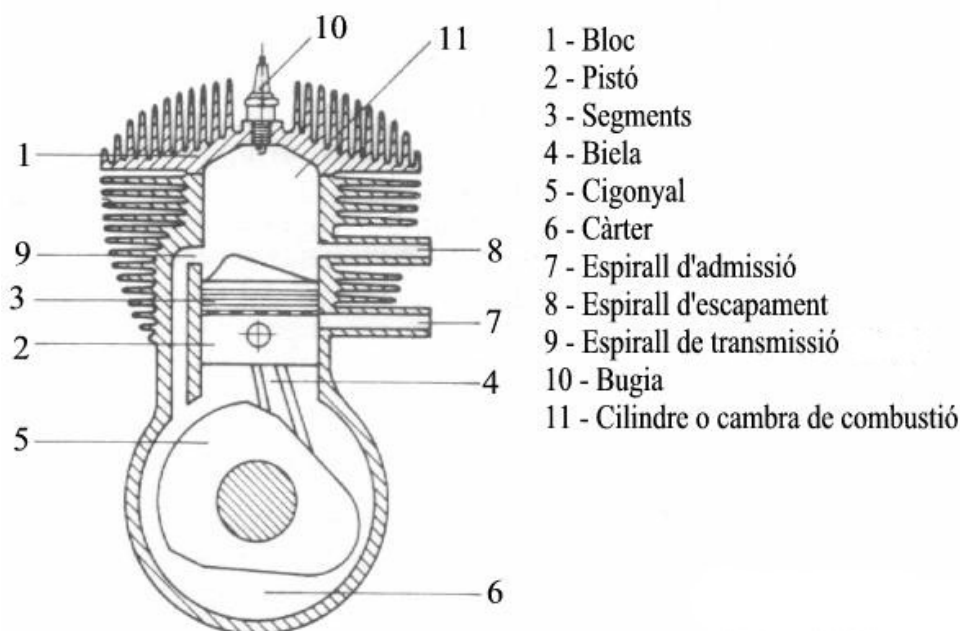


Figura 1: Parts d'un motor de 2 Temps

El motor d'explosió de 2 Temps té unes característiques generals comunes al motor de 4 Temps. Aquestes característiques són: el combustible usat, la forma de realitzar la combustió i el sistema d'encès. Funciona amb un cicle de treball realitzat en 2 Temps (o més ben dit, en 2 curses), durant els quals el seu pistó efectua dos desplaçaments alternatius o curses que corresponen a una volta o gir de 360° a l'arbre de lleves o cigonyal.

La característica principal d'aquest motor és que no porta vàlvules que regulin l'entrada i sortida de gasos; és el pistó qui realitza aquestes operacions en el seu desplaçament, a través d'uns espiralls situats a la part baixa del cilindre i pròximes al PMI.

La majoria es refrigeren per aire (directe o forçat) a través d'una sèrie d'aletes que rodegen tot el cilindre i cambra de combustió. Aquests motors no porten tampoc circuit de greixat, el qual es realitza per mescla d'oli amb el combustible en una proporció del 2% al 5%.

Temps d'admissió

La mescla es succiona per la depressió que crea el pistó al desplaçar-se. El moviment del pistó és ascendent i no descendent com en el de 4 Temps i la mescla no passa directament a la cambra de combustió, sinó que passa a l'anomenat càrter de precompressió.

Aquest càrter només té en comú amb el de 4 Temps la seva situació a sota del pistó que serveix d'allotjament pel cigonyal, però no s'utilitza com a dipòsit d'oli. Ja que en aquests tipus de motors, els de 2 Temps, la mescla ja porta dissolta a la gasolina una petita proporció d'oli (entre el 2% i el 5%), que serveix per greixar les parts mòbils.

Precisament, per disposar d'aquest tipus de greixat, en els coixinets del cigonyal i la biela no s'utilitzen casquets antifricció, sinó que s'utilitzen rodaments de boles, rodets i/o agulles que sí toleren aquest tipus de lubricació.

El carburador és la part del motor on es mescla l'aire i la gasolina en la proporció adequada, per així poder passar al càrter.

El temps d'admissió en sí, comença quan el pistó, en el seu recorregut ascendent, crea una depressió que succiona la mescla, al temps que va destapant l'espill d'admissió, que permet el pas de la mescla cap al càrter.

L'espill és un orifici practicat al cilindre que en aquest cas està comunicat amb el conducte d'admissió i per tant amb el carburador.

La durada del temps d'admissió està relacionada amb l'altura de l'espill i la longitud del pistó pel costat d'admissió.

El motor de 4 Temps avantatge clarament en aquest sentit al motor de 2 Temps en quant a l'eficàcia de l'admissió.

Un altre inconvenient en aquest tipus d'admissió, és que l'espill resta obert durant gran part del recorregut descendent del pistó, cosa que provoca retrocessos no desitjats de mescla, que disminueixen l'eficàcia de l'admissió i per tant el rendiment del motor.

L'admissió finalitza quan el pistó, en el seu recorregut descendent, tapa l'espill d'admissió; i l'entrada de mescla para quan el pistó inicia la seva cursa descendent i comença a comprimir aquesta continguda al càrter. Això és conseqüència de la falta de depressió necessària per succionar la mescla.

Temps de precompressió

Teòricament comença quan el pistó al descendir tanca l'espill d'admissió i comprimeix la mescla situada al càrter, que comença a ser precomprimida a poc d'iniciar-se la cursa descendent de la mateixa. Se'n diu precompressió, per distingir-la de la compressió pròpiament dita que precedeix a l'explosió.

Finalitza quan la part superior del pistó comença a descobrir els espills de transferència o trànsfers que comuniquen el càrter amb el cilindre i comença el temps de trasvassament o transferència, també conegut com a "barrido".

Aquest temps no troba el seu equivalent en el motor de 4 Temps.

Tal com es determina la relació de compressió, al relacionar els volums del cilindre i de la cambra de combustió, s'estableix també l'anomenada relació de precompressió, referida en aquest cas al volum del càrter comparat amb el del cilindre. El seu valor oscil·la al voltant de 2 a 1, i és una de les xifres que es tenen en compte a l'hora de dissenyar un motor, per la seva gran incidència en omplir el cilindre.

Ha d'observar-se que és un valor teòric i relatiu, ja que la mescla només està precomprimida, en l'espai comprès entre el tancament de l'espill d'admissió i l'obertura del trànsfer.

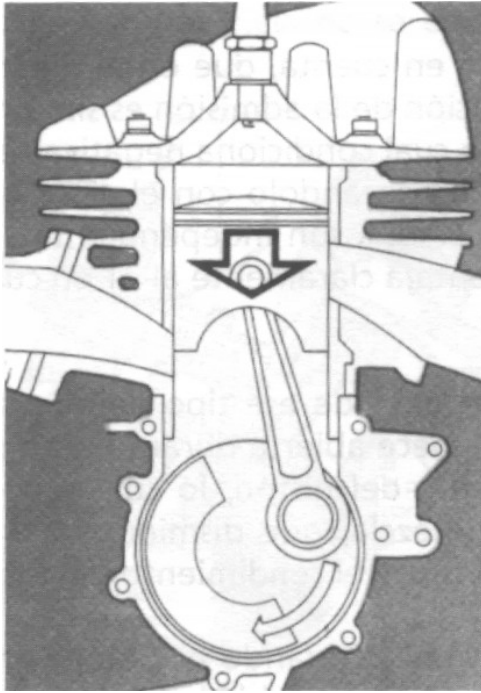


Figura 2: 2T, Temps de precompressió

Temps de transferència

És en el que es produeix el trasvassament de mescla fresca des del càrter fins al cilindre o cambra de combustió.

Comença quan la part de dalt del pistó, en la seva cursa descendent, descobreix els trànsfers i permet el pas de mescla a través dels mateixos des del càrter. Per realitzar això, és necessari que la pressió de la mescla sigui superior a l'existent en el cilindre, d'aquí la importància del temps de precompressió.

Hem de tenir en compte, també, que en aquest moment acaba de finalitzar el temps d'escapament i que encara existeix pressió residual en el cilindre. Els trànsfers van disposats als dos costats del cilindre, perpendicularment a l'eix imaginari que uneix els espiralls d'admissió i d'escapament. Comuniquen el càrter amb el cilindre i la seva orientació és fonamental pel rendiment del motor. Lògicament, van orientats en direcció contrària a l'escapament, per reduir, en la mesura que sigui possible, les pèrdues de càrrega (hem de tenir en compte que els dos estan oberts alhora).

Actualment, s'acostuma a disposar de 4 a 8 trànsfers, ja que, en la majoria dels casos, cada parella consecutiva està formada per un de sol bifurcat, per evitar que els segments s'enganxin en el mateix.

En molts casos es disposa també d'un trànsfer anomenat de greixat, a través del qual es lubrica el peu de la biela, al passar part de la mescla (amb el seu corresponent oli) per l'interior del pistó, a través d'un orifici practicat en el mateix que es comunica amb una escletxa disposada a la paret del cilindre.

Aquest tipus de transferència, denominada "barrido" per càrter, s'utilitza en motors de petita cilindrada (tots els usats en motocicletes i fora-bordes), però en els grans motors marins, no és

el pistó el que impulsa la mescla, sinó una bomba auxiliar que només impulsa aire, ja que solen ser de cicle Diesel 2 Temps.

Aquí apareix un nou desavantatge del motor de 2 Temps respecte al de 4 Temps, ja que en aquest últim, la vàlvula d'escapament només està oberta en un petit interval de temps mentre s'omple el cilindre de mescla, mentre que el de 2 Temps, l'espirall d'escapament està obert durant tot el temps que dura l'omplert del cilindre.

Per aquest motiu, les pèrdues de càrrega, i per tant, el rendiment del motor, són molt més grans i anul·len gran part dels avantatges obtinguts per la seva simplicitat i lleugeresa.

En realitat, a part de perjudicar greument el rendiment del motor, el principal desavantatge d'aquestes pèrdues de càrrega, és que generen emissions contaminants que dificulten, i en molts casos impossibiliten, la superació de les normatives anticontaminació en vigor.

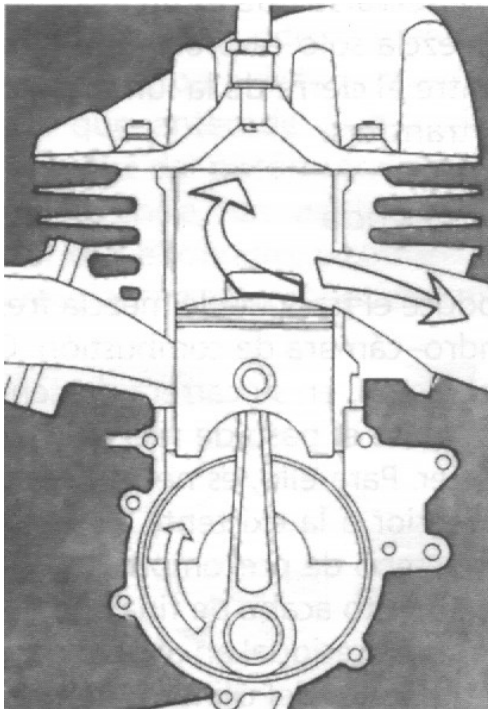


Figura 3: 2T, Temps de transferència

Temps de compressió

Teòricament comença quan el pistó inicia la seva cursa ascendent i comença a comprimir la mescla, si en realitat aquesta només comença a ser comprimida, quan els espiralls situats per sobre del pistó estan tancats.

Això fa que, per arribar a una pressió adequada al final de la compressió, la relació de compressió (aquí més teòrica que en cap altre cas) sigui molt més elevada que en el de 4 Temps, arribant a valors normals de 15 a 1 o més.

Per això, molts fabricants (tots els japonesos) mesuren la relació de compressió a partir del tancament de l'escapament, amb el que s'aconsegueixen valors més pròxims a la realitat (els seus valors oscil·len entorn de 8 a 1).

S'ha d'observar, que el fet de que s'agafin relacions de compressió tant elevades respecte al de 4 Temps, amb la fórmula clàssica, no implica cap tipus d'avantatge en quant a la resistència a la detonació.

Pel contrari, si la relació de compressió es mesura des del tancament de l'escapament, el valor fins i tot descendeix per sota de les xifres normals d'un de 4 Temps. A la pràctica, tots dos tipus de motors arriben a valors similars de relació de compressió, que és la que determina (entre altres factors) la resistència a la detonació. Això és degut, a que en el de 4 Temps, no es té en compte l'RCA ("Retraso Cierre Admisión"), ja que si es mesura la relació de compressió a partir del tancament de la vàlvula d'admissió, s'observarà, que aquest valor és similar al de 2 Temps, mesurat des del tancament de l'escapament. Des d'un punt de vista més real, la resistència a la detonació ve donada (entre d'altres factors) per la pressió que s'aconsegueix al final de la compressió, i aquest és un valor que al mateix temps depèn del coeficient d'omplert, que és la relació entre el volum de mescla que s'hauria d'admetre en cada cicle (cilindrada unitària) i el que realment s'admet. Aquest valor, en motors atmosfèrics, està sempre per sota d'1, ja que per molt eficaç que sigui la distribució, l'omplert no és el 100% efectiu en cap motor d'admissió atmosfèrica (sense cap tipus de compressor). Per això, a l'hora d'analitzar les característiques tècniques d'un motor ràpid, no ens hem de deixar sorprendre pels seus alts valors de relació de compressió, ja que són motivats pel diagrama de distribució tan extrem (en quant a graus d'obertura) propi d'aquest tipus de motors, en especial en el que l'RCA pertany (en 4 Temps).

No s'ha de menysprear l'observació anterior dient que amb diagrames de distribució tan extrems, el coeficient d'omplert millora per si mateix. Aquesta observació mai és certa per si mateixa, ja que els valors del diagrama només determinen la zona de la corba del motor en què es produeix el millor omplert. En el cas d'un motor ràpid, un diagrama de distribució d'amplis valors, fa que, la corba de coeficient d'omplert, proporcioni els seus valors màxims a alt règim, amb el que els valors més alts de parell motor també s'aconseguiran a aquella velocitat. Al traslladar a la part alta de la corba de potència del motor els valors màxims de coeficient d'omplert (i per tant de parell motor), com vulgui que la potència sigui directament proporcional al règim, s'obté un alt valor de la mateixa per un valor de parell màxim (i per tant de coeficient d'omplert) similar al d'un motor semblant però menys potent.

En aquest últim, amb un diagrama de distribució menys extrem, s'ubica el parell màxim en una zona de la corba del motor més baixa, pel que el valor de potència màxima, al disminuir les RPM (revolucions per minut), és menor. En definitiva, els valors màxims de coeficient d'omplert (i per tant de parell motor), no tenen perquè ser inferiors en motors menys potents respecte a

altres amb major valor de potència màxima. Per això, el fet que l'altura de l'espirall d'escapament respecte al PMS (i per tant el diagrama de distribució) influeixi sobre la relació de compressió, suposa un condicionant en el disseny del motor, del qual el de 4 Temps està lliure. Per una altra part, l'elevada relació de compressió teòrica limita en gran mesura el disseny de la cambra de combustió, la qual, pel seu volum petit, no permet disposar de formes i perfils que afavoreixin la creació de turbulències (per limitar les pèrdues de càrrega), així com la correcta propagació del front de flama.

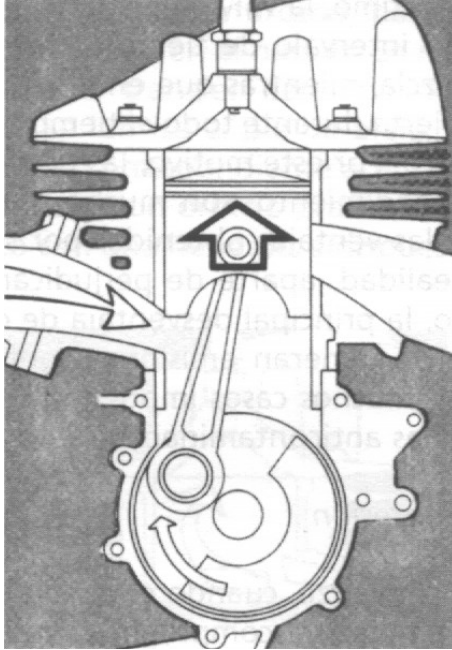


Figura 4: 2T, Temps de compressió

Temps d'explosió

En un principi, és molt similar al de 4 Temps, afavorit lleugerament per l'absència de vàlvules, que sempre condicionen la ubicació de la bugia.

La principal diferència recau en la seva duració, ja que a meitat de cursa aproximadament (depèn lògicament del diagrama de distribució), el cap del pistó descobreix l'espirall d'escapament, finalitzant, per tant, el temps d'explosió.

El rendiment del motor no es veu afectat tant com podria semblar, ja que l'augment de volum originat pel desplaçament del pistó, fa que la pressió a l'interior del cilindre no sigui significativament alta com per generar treball.

El que passa dins el cilindre durant aquest temps és que la bugia desprèn una guspira i fa explotar la mescla comprimida pel pistó.

Això fa moure el pistó, una altra vegada, del PMS (punt mort superior) al PMI (punt mort inferior) cap a baix i fa girar el cigonyal.

Aquest fet és l'anomenat cursa motriu o cicle de treball.

En el moviment de baixada del pistó, abans d'arribar al PMI, aquest deixa obert l'espirall d'escapament, és en aquest moment quan acaba el temps d'explosió i comença el d'escapament.

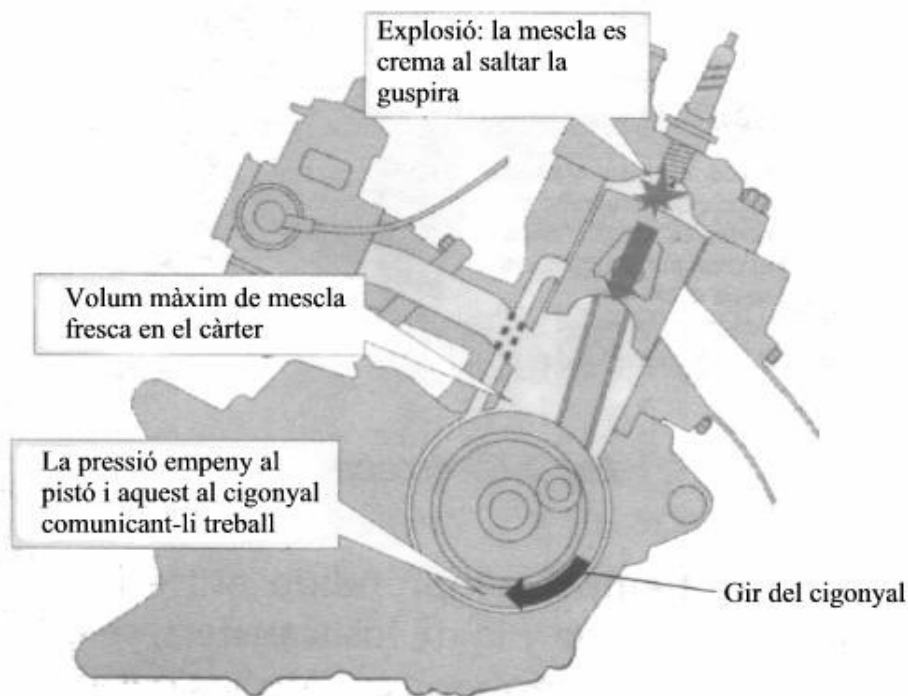


Figura 5: 2T, Temps d'explosió

Temps d'escapament

Comença quan el pistó, en la seva cursa descendent, descobreix amb la part superior l'espirall d'escapament, que comunica el cilindre amb el conducte del mateix nom i que està situat davant mateix del d'admissió.

Com els gasos residuals encara posseeixen certa pressió de la combustió, s'afavoreix la sortida dels mateixos o al menys dels més pròxims a l'espirall. La resta, en la seva major part, són impulsats per la mescla fresca, la qual, orientada contra l'escapament, rebota a les parets del cilindre, creant turbulències que afavoreixen l'expulsió dels gasos residuals.

Aquí torna a sorgir de nou el problema de les pèrdues de càrrega, ja que les dites turbulències, també propicien la sortida de part de la mescla per l'escapament. A més, aquest problema es veu augmentat, perquè l'espirall d'escapament segueix obert fins que el pistó ha recorregut ja gran part de la seva cursa ascendent per les que les citades pèrdues de càrrega es segueixen produint durant la compressió.

Aquest factor, és conseqüència de la simetria respecte als punt morts que condiciona el diagrama de distribució dels motors de 2 Temps i del qual, pel seu sistema de distribució, està lliure el de 4 Temps.

L'interval de temps comprès entre l'obertura de l'espirall d'escapament i la dels trànsfers, és el que es coneix com escapament espontani, per tant els gasos residuals surten impulsats per la pressió residual de la combustió sense ser empesos per la mescla fresca.

La duració de l'escapament espontani ve determinada per la diferència d'altura respecte al PMS entre l'espirall d'escapament i els trànsfers, que, generalment, oscil·la entre els 10°–20° de gir del cigonyal.

El disseny del tub d'escapament és fonamental per un adequat "barrido", ja que, amb dissenys adequats a cada motor, en els que es creen pressions i contrapressions, es pot millorar el rendiment del motor.

En aquest sentit, el de 2 Temps avantatge al de 4 Temps, en una optimització en el disseny de l'escapament d'aquests últims no millora el rendiment, ni de lluny com en el de 2 Temps. Als escapaments dissenyats per afavorir el "barrido" (aquí referit al conjunt dels temps de transferència i escapament, que en la seva major part es realitzen al mateix temps) se'ls coneix com "tubarros" i se'ls identifica per la seva disposició de cons oposats.

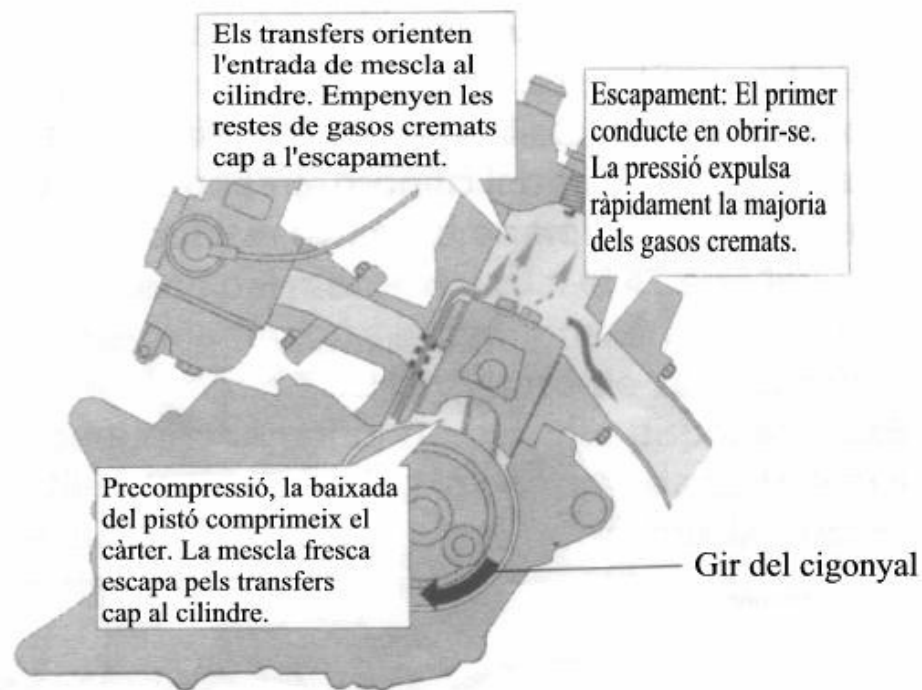


Figura 6: 2T, Temps d'escapament

Cicle de funcionament del motor de 4 Temps

Esquema de les parts del motor de 4 Temps

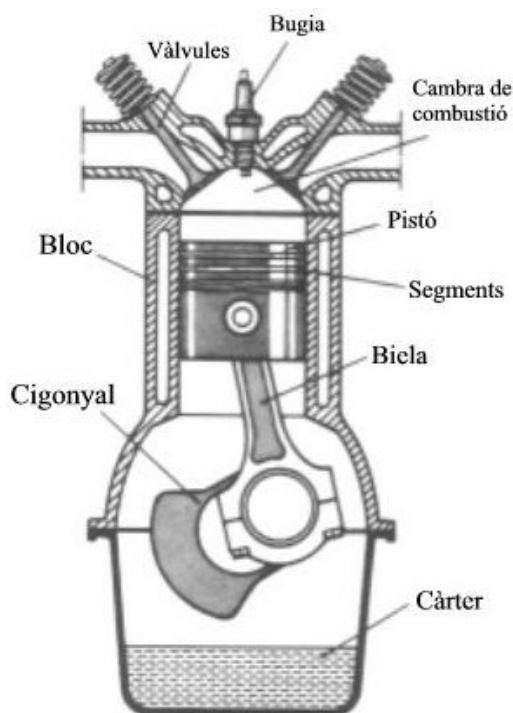


Figura 7: Parts d'un motor de 4 Temps

Aquest motor, amb funcionament alternatiu del seu pistó en un cicle de 4 Temps, també conegut com motor Otto degut al seu inventor, és el més utilitzat per a vehicles turisme i motos de gran cilindrada.

La transformació d'energia es realitza en quatre fases de treball, durant les quals el pistó efectua quatre desplaçaments o curses alternatives.

Un sistema mecànic de biela-cigonyal, situat entre el pistó i l'arbre de lleves, transforma el moviment lineal del pistó en moviment de rotació de l'arbre, produint dos voltes completes del cigonyal o arbre de lleves en cada cicle de funcionament. L'entrada i sortida de gasos en el cilindre és controlada per dos vàlvules situades a la cambra de combustió. L'obertura i tancament d'aquestes la realitza un sistema de distribució sincronitzat amb el moviment de l'arbre de lleves o cigonyal. Otto va mantenir la tècnica del pistó mòbil ja utilitzat a la màquina de vapor; però en lloc de proporcionar-li pressió per les seves dues cares alternativament, ho va fer només per una, creant una cambra de combustió en el fons d'un cilindre que era variable segons la posició del pistó.

A la part alta de la cambra de combustió va posar dos vàlvules. Una d'elles s'obria per deixar passar al gas fresc i l'altra s'obria per expulsar el gas cremat, ja robada i aprofitada la major

part possible de la seva energia, perquè es perdés en l'atmosfera. Però tot això, per a que funcionés bé, havia de tenir un ritme, és a dir, una sèrie de moviments que després s'anirien repetint indefinidament i sempre exactament igual. Això és el que es deia cicle. I com que aquest cicle es realitzava en quatre temps o curses del pistó, al motor se'l va anomenar motor de 4 Temps. Aquest conjunt d'admissió, compressió, explosió i escapament es realitza simultàniament en un motor de 4 Temps mentre està encès i s'anomena el cicle de 4 Temps.

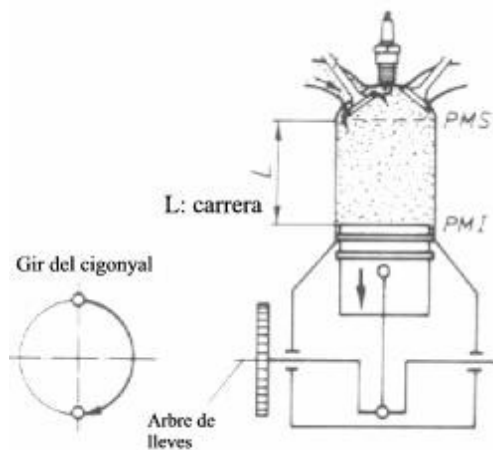


Figura 8: PMS i PMI

Com es pot observar als 4 Temps explicats més a baix, la transformació d'energia es realitza en un cicle de 4 Temps. En els dos primers la mescla es aspirada i comprimida, amb temps suficient per a realitzar una bona carburació i combustió de la mateixa; en el tercer temps es realitza la transformació d'energia, aportada pel combustible, en treball mecànic i, durant el quart temps, s'evacuen a l'exterior els gasos residuals i la calor restants que no s'han transformat en treball mecànic.

Dels 4 Temps que componen el cicle, només s'efectua treball efectiu útil en el tercer temps o d'explosió. L'energia produïda és recollida pel volant d'inèrcia que la retorna, en part, per realitzar els altres tres temps.

Per tant, el treball efectiu útil obtingut en el cicle és la diferència entre el treball total desenvolupat durant el temps d'expansió i el gastat en la realització dels tres temps improductius.

Temps d'admissió

Durant aquest temps el pistó es desplaça des del punt mort superior (PMS) al punt mort inferior (PMI) i efectua la seva primera cursa o desplaçament lineal. Durant aquest desplaçament l'arbre de lleves o cigonyal realitza un gir de 180°.

Mentre es realitza aquest recorregut del pistó, la vàlvula d'admissió resta oberta i, degut a la depressió o buit intern que crea el pistó en el seu desplaçament, s'aspira la mescla aire-combustible, que passa a través de l'espai lliure que deixa la vàlvula d'aspiració per, d'aquesta forma, omplir la totalitat del cilindre.

Aquest és l'anomenat temps d'admissió, perquè el cilindre s'està omplint de gas, o sigui, admeten gas fins, teòricament, omplir-se del mateix quant el pistó arribi al punt més baix possible, és a dir, al seu punt mort inferior (PMI).

El recorregut que efectua el pistó entre el PMS i el PMI s'anomena cursa, que multiplicada per la superfície del pistó, en funció del seu diàmetre anomenat calibre, determina el volum o cilindrada unitària, que correspon al volum de mescla aspirada durant l'admissió.

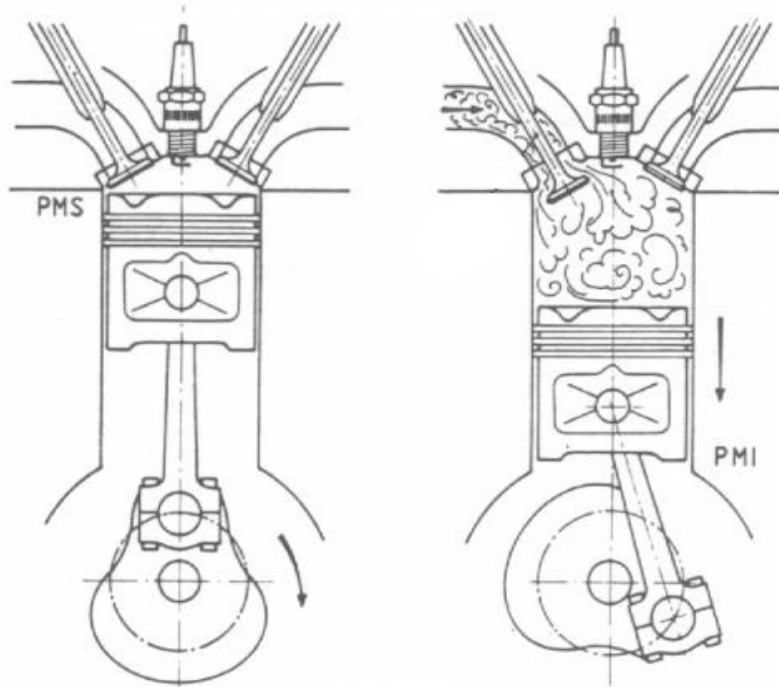


Figura 9: 4T, Temps d'admissió

Temps de compressió

En aquest temps el pistó efectua la seva segona cursa i es desplaça des del seu punt mort inferior (PMI) al seu punt mort superior (PMS). Durant aquest recorregut el cigonyal efectua un altre gir de 180° completant, d'aquesta forma, la primera volta de l'arbre de lleves.

Durant aquest desplaçament les vàlvules resten tancades i el pistó comprimeix la mescla, la qual queda allotjada a l'espai corresponent a la cambra de combustió situada per sobre del PMS.

En el moment en que el pistó arriba al seu PMI es tanca la vàlvula d'admissió i comença a ascendir de nou el pistó realitzant, llavors, la compressió del gas a l'interior del cilindre, ja que al cap del mateix no troba orifici que li permeti la seva sortida. I aquest pistó, encara que mòbil, és estancat.

Aquest temps s'anomena de compressió, i redueix el volum del gas admès tantes vegades com la relació que existeix entre tot el volum geomètric del cilindre i el que queda del mateix quan el pistó ha arribat de nou al seu PMS.

La pressió final aconseguida per la mescla en aquesta cambra de combustió està en funció de la relació de compressió del motor, la qual ve determinada per la relació que existeix entre el volum total aconseguit per la mescla en el cilindre i el volum de la cambra de combustió. Fins aquí ja s'han realitzat dos temps del cicle.

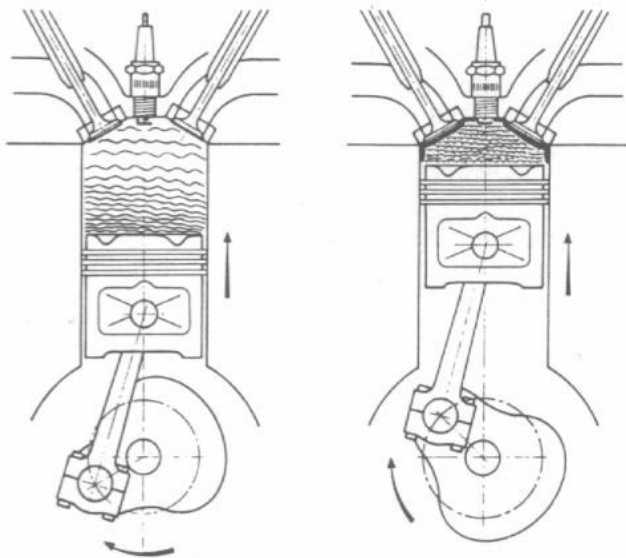


Figura 10: 4T, Temps de compressió

Temps d'explosió

Quan el pistó arriba al final de la compressió, es fa saltar, per mitjà de la bugia, una guspira elèctrica a l'interior de la cambra de combustió per produir la ignició de la mescla, amb la qual cosa s'origina la inflamació i combustió de la mateixa. Durant aquest procés s'allibera l'energia calorífica del combustible, el que produeix una elevada temperatura a l'interior del cilindre.

Amb l'increment de temperatura l'energia cinètica de les molècules augmenta considerablement i, al xocar aquestes contra les parets de la cambra de combustió i el cap del pistó, generen la força d'empès que fa que el pistó es desplaci.

La força d'empès aplicada sobre el cap del pistó ve determinada per la pressió interna creada a l'interior de la cambra de combustió, multiplicada per la superfície del mateix.

Aquesta força produeix el desplaçament del pistó, que realitza la seva tercera cursa des del PMS al PMI, i fa girar uns altres 180° al cigonyal.

Durant aquesta cursa, anomenada cursa motriu per ser la única que realitza treball, es produeix la transformació d'energia. La pressió baixa ràpidament per efecte de l'augment de volum i disminueix la temperatura interna a l'expansió, ja que part de la calor generada es dissipa a través de les parets del cilindre i les cambres de refrigeració.

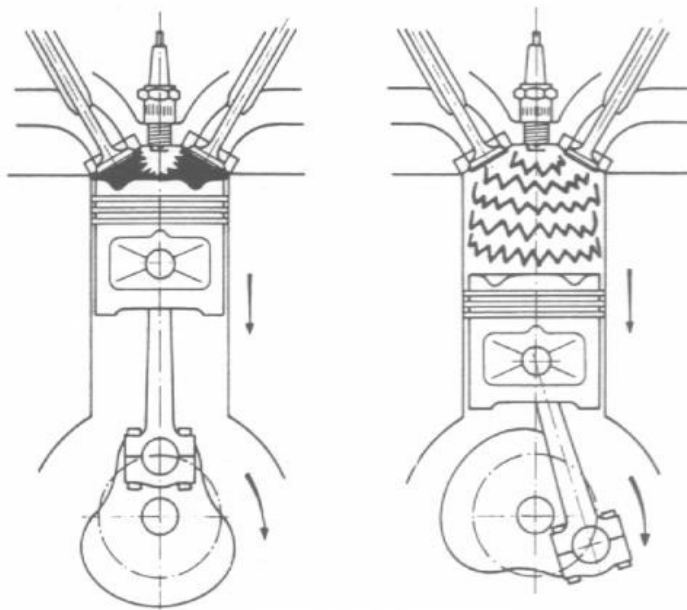


Figura 11: 4T, Temps d'explosió

Temps d'escapament

En aquest temps el pistó realitza la seva quarta cursa o desplaçament des del PMI al PMS, mentre el cigonyal, amb el seu gir de 180° , completa les dos voltes de l'arbre de lleves.

Durant aquest recorregut del pistó la vàlvula d'escapament resta oberta. A través d'ella, per diferència de pressió, els gasos cremats procedents de la combustió surten a l'atmosfera; la resta dels gasos són expulsats pel pistó en el seu desplaçament.

Quan el pistó ha arribat al seu PMI de nou, el poder calorífic de l'explosió ha quedat eliminat. El gas ha donat de sí tot el seu poder calorífic i ja no serveix per ser utilitzat de nou. Resulta necessari treure'l de la cambra de combustió del cilindre per donar pas a l'entrada d'un nou gas fresc i bo per als nostres propòsits. Quan el pistó inicia la seva cursa ascendent s'obra la vàlvula d'escapament i el gas cremat (els químics dirien que té ara una altra composició ja que la gran temperatura aconseguida ha fet que es produís una cadena de reaccions químiques que han descompost el gas) surt a l'atmosfera deixant el cilindre net per a quan s'iniciï de nou un altre cicle.

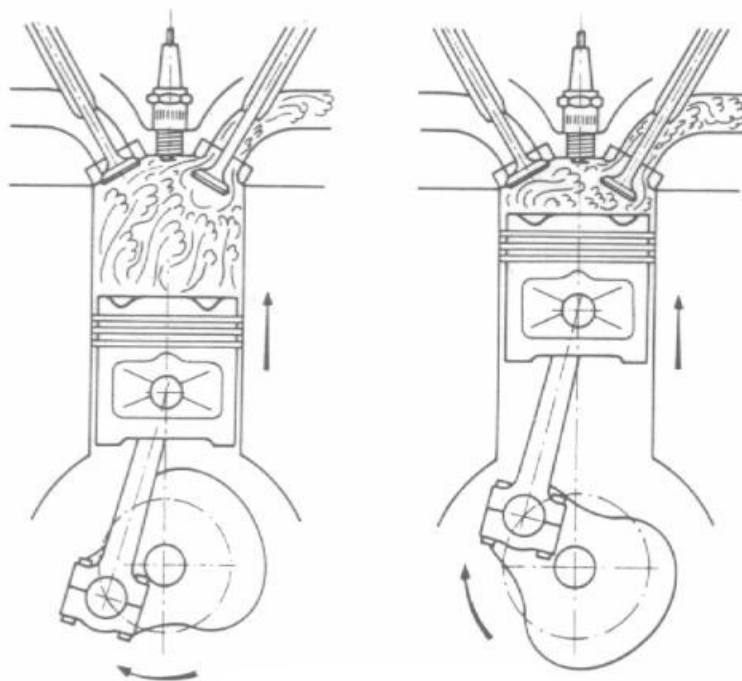


Figura 12: 4T, Temps d'escapament

Comparació entre el motor de 2 Temps i de 4 Temps

És difícil establir una comparació general entre els motors de 4 Temps i els de 2 Temps, perquè tant en uns com en els altres hi ha veritables dissenys de motors d'una perfecció tècnica elevada i enginyers menys aconseguits i per tant d'una execució tècnica i disseny molt discutibles.

En general els partidaris dels motors de 4 Temps, quan fan les seves comparacions, acostumen a enfrontar els motors de 4 Temps més perfectes amb les més discutibles realitzacions de 2 Temps i així es veuen en gran quantitat de llibres tècnics comparacions que no poden ser més desavantatjoses per als del cicle de 2 Temps. Com que sobre aquests motors la literatura tècnica és molt més escassa, aquesta comparació partidista a la inversa s'ha fet moltes menys vegades, per el que, en general, existeix la convicció que un motor de 4 Temps es infinitament més perfecte que un de 2 Temps. I això, naturalment, és del tot inexacte. Anem a fer un assaig de comparació entre aquests dos tipus de motors, fent servir per això uns motors d'una tècnica semblant i fent referència, per tant, als motors de petita cilindrada.

Consum

El motor de 2 Temps modern ha sigut molt estudiat durant els últims anys. Actualment s'ha aconseguit que el seu consum específic a baix règim de càrrega sigui excel·lent i fins i tot, en alguns motors, resulta més econòmic que en motors iguals de 4 Temps. Però a plena càrrega el motor de 4 Temps és plenament més econòmic degut al seu alt règim de gir el consum del de 2 Temps és desproporcionat.

En el aspecte del consum el motor de 4 Temps té avantatges apreciables, en utilització normal, sobre el de 2 Temps.

Avaries

Els desgasts en els motors de 2 Temps són, en general, menors que en els de 4 Temps. La major quantitat de masses en moviment per part del cicle de 4 Temps al veure's recolzats dels complicats mecanismes de la distribució, fan que sigui relativament fàcil el desajustament ja sigui de corretges, engranatges, molles, etc. El 2 Temps, degut a la seva simplicitat, està exempt d'aquestes dificultats.

Però té el defecte de precisar, amb molta major freqüència, la neteja de la "carbonilla" que s'acumula d'una manera molt més accelerada en les parets de la cambra de combustió cosa que passa en molta menor escala als motors de 4 Temps. De totes maneres, en aquest aspecte de les avaries, hi ha certa desavantatge a favor dels de 2 Temps, per veure's menys afectat i tenir una major duració.

Facilitat de posar-se en marxa

La facilitat de posar-se en marxa és molt major per a un motor de 2 Temps que per a un motor de 4 Temps. El fet de que cada dos cicles trobi una guspira elèctrica amb la seva corresponent càrrega de gas, ajuda generosament l'acció de la posta en marxa que es produeix fent falta, només, molt poc impuls a càrrec del mecanisme d'arrencament.

De totes formes el de 2 Temps és molt més delicat de carburació i requereix portar sempre el carburador ben regulat doncs té tendència a ofegar-se de gasolina amb major facilitat que el de 4 Temps.

Encara en temps molt fred la posada en marxa del de 2 Temps és fàcil, mentre que no passa el mateix amb el de 4 Temps. En aquest apartat també ens podem inclinar a favor del motor de 2 Temps.

Ralentí o marxa lenta

El ralentí o marxa lenta és la velocitat mínima a que pot girar el cigonyal d'un motor per mantenir-se a aquest en marxa però sense proporcionar pràcticament potència. És el que necessitem, per exemple, quan estem parats davant d'un semàfor amb la moto parada i el motor en marxa. El motor de 4 Temps pot aconseguir sense dificultats un ralentí perfecte, de gran suavitat de gir; el motor de 2 Temps, pel contrari, mai gira perfectament bé.

Soroll

Els motors de 4 Temps són més silenciosos d'una manera molt notable a baix règim de gir i si bé a altes revolucions la diferència és petita (el 4 Temps ha d'arrossegar tots els mecanismes de la distribució), resulta sempre més senzill que el motor de 2 Temps.

En això té grans avantatges en determinades circumstàncies ja que en els motors de motocicleta, i igualment passa en els fora-borda, on l'usuari es troba en contacte amb el motor, el soroll durant hores pot produir cansament i altres anormalitats.

Prestacions

El motor de 2 Temps és superior en potència efectiva sobre el de 4 Temps en un grau considerable. Des del punt de vista de potència específica és només lleugerament superior així com en el parell motor. Però és més elàstic i escala més fàcilment els alts règims de funcionament.

Des del punt de vista del pes per cavall, el motor de 2 Temps està molt per sobre del de 4 Temps, en especial en els motors refrigerats per aire. El motor de 2 Temps és més lleuger i alhora més potent i també una mica més petit per a una mateixa cilindrada. En aquest aspecte és superior.

Consum d'oli

Una de les majors dificultats del motor de 2 Temps es troba en el greixat. Al no poder constituir un circuit, independent com passa en el de 4 Temps, la quantitat d'oli desaprofitada és notable. El consum d'oli d'un motor de 4 Temps, degudament mantingut, pot establir-se, aproximadament, com un 2.50% en relació amb la quantitat de gasolina consumida. En el de 2 Temps és exactament el doble, és a dir, un 5%. Al marge d'aquest consum el de 4 Temps es troba molt millor greixat. També és veritat que existeixen motors de 2 Temps que funcionen correctament amb una mescla de només el 2% i que amb aquesta mateixa quantitat però utilitzant olis especials preparats pot funcionar qualsevol motor, però llavors s'ha d'usar olis sintètics especials, de gran qualitat, que el seu cost és tan superior als olis minerals que, encara que el consum sigui discret, equival pel seu preu a una major qualitat d'oli corrent. Per una altra part l'oli del motor de 4 Temps, una vegada utilitzat, pot aprofitar-se i fins i tot regenerar-se per mitjà de màquines depuradores, cosa que té importància per a grans motors que consumeixen una gran quantitat d'oli; però en el cas del de 2 Temps l'oli es consumeix durant el procés de la combustió.

Fre motor

En els vehicles terrestres el motor utilitzat com a fre té la seva importància. El motor de 2 Temps és molt més ràpid en escalar alts règims, com ja s'ha dit, i per aquesta raó ofereix molt poca resistència al vehicle quan aquesta arrossega el motor. Pel contrari el motor de 4 Temps, quan no rep càrrega per part del carburador constitueix un fre important que reten suaument al vehicle. Per aquesta raó és necessari en les motocicletes de 2 Temps sobredimensionar els frens, doncs la marxa normal aquests seran més utilitzats que en una motocicleta equipada amb motor de 4 Temps.

Preu de fabricació i d'adquisició

El motor de 2 Temps, en general, és molt més senzill de construir que el de 4 Temps, no ja pel seu menor nombre de peces, sinó per la major facilitat de mecanitzat. Els òrgans de la distribució són, realment, mecanismes de precisió que han de construir-se d'acord amb unes toleràncies molt estretes. Per una altra part, la major complicació de les culates per allotjar en elles tots aquests mecanismes fan que el preu del de 4 Temps tingui que ser forçosament, superior al de 2 Temps. En conseqüència es dedueix d'això que el preu de venda és també inferior per a motors de igual cilindrada que en molts casos corresponen a major potència

efectiva. En aquest aspecte el de 2 Temps ofereix avantatges més dignes de tenir-se en consideració.

Contaminació

En el motor de 2 Temps la combustió és més imperfecte que en la de 4 Temps. No sempre es disposa de les fraccions de segon necessàries per a la total combustió de la mescla...i els espiralls s'obren i es tanquen amb tanta rapidesa. Per una altra banda l'oli es crema a mitges, i tot això s'aboca a una atmosfera que en les grans ciutats no pot tenir un índex de puresa més compromès. En vista d'això, les autoritats municipals de moltes ciutats han prohibit els motors de 2 Temps per la seva característica de ser altament contaminants. Precisament aquest és el defecte que més perjudica al desenvolupament del motor de 2 Temps en les cilindrades mitjanes i grans, fins al punt que, per una part, ha col·laborat al desenvolupament més sofisticat del motor de 4 Temps per la motocicleta. L'aplicació de motors tetracilíndrics, amb quatre vàlvules per cambra, arbres de lleves en cap, etcètera, venen del desig d'aconseguir màquines de cilindrades elevades amb un singular poder d'acceleració, tal com és típic en els motors de 2 Temps. I per un altre costat, aquest defecte de la contaminació, ha produït l'estancament del motor de 2 Temps en la seva aplicació als automòbils (totalment desterrats avui dia amb aquest tipus de motor) i també per les motos de gran cilindrada, encara que es segueixi utilitzant amb gran èxit en les grans motos de competició de velocitat. Així doncs, en les proves realitzades comparatives de l'índex de contaminació entre els motors de 2 Temps o 4 Temps, l'avantatge a favor del segon es manifesta.

Conclusió

Com a resum del que precedeix i reunint avantatges i inconvenients d'un i altre motor, podem arribar a la conclusió que les forces estan molt igualades. Avantatges molt propícies té el motor de 2 Temps, que no posseeixen els motor d'un altre cicle i a la inversa. Cert que el motor de 2 Temps posseeix una experiència en la seva investigació inferior a l'efectuada amb el de 4 Temps i que, per tant, el futur d'aquell és més segur i sobre tot en les cilindrades mitges, la indústria i la tècnica es troba més preparada per a la construcció de motors de 4 Temps que per als seus oponents. Els motors de 2 Temps demostren certa superioritat només en motors d'explosió de petites cilindrades. El seu principal defecte és, avui dia, el consum i la contaminació de l'ambient.

Comparació dels cicles teòrics dels motors de 2 i 4 Temps

Analitzant el cicle de 2 Temps i comparant-lo amb el de 4 Temps es pot observar que el treball desenvolupat en aquest motors, per a una mateixa cilindrada, resulta inferior degut a la forma d'omplert i d'escombrat dels gasos al cilindre.

En els motors de 4 Temps, l'admissió i l'escapament es realitzen durant dos curses completes del pistó i l'expansió durant tota la cursa útil del mateix. Però, en els de 2 Temps, l'admissió en el cilindre i l'escapament de gasos es realitzen durant un petit recorregut del pistó que depèn del posicionament dels espiralls respecte al PMI. El pistó té un menor recorregut útil en

l'expansió i, per tant, s'obté una menor superfície útil en el diagrama; això representa, en conseqüència, un menor treball desenvolupat.

Aquests inconvenients no es presenten en els motors de 4 Temps, ja que aquests disposen de dos cicles completes per a l'omplert i evacuament de gasos, sent aquest temps independents del desenvolupament teòric del diagrama, que estarà solament condicionat per les característiques volumètriques del cilindre.