

10.6. ÓRGANOS DE UN MOTOR DIESEL

Básicamente la arquitectura es semejante a la de los motores de gasolina, aunque con un reforzamiento de diferentes elementos, ya que las presiones internas que soportarán son mucho más elevadas, siendo sus componentes principales los mismos: cigüeñal, cilindros, pistones, culata y distribución. La diferencia principal radica en la forma en que se prepara e inicia el quemado de combustible

✘ **El bloque:** Los cilindros forman casi siempre un solo bloque, pero si éste es de gran tamaño la culata se divide en dos. El material del bloque es fundición ligera de aluminio fuertemente reforzada; los cilindros son casi siempre amovibles, del tipo de camisa húmeda o de forro seco.

✘ **El cigüeñal:** Está apoyado en cojinetes intercalados entre codo y codo, teniendo en total un apoyo más que el número de cilindros. Esto es por los importantes esfuerzos que sufre el cigüeñal, por lo que se colocan más apoyos para así disminuir las vibraciones.

✘ **Bielas y pistones:** Dada la alta compresión con que se trabaja, el sellado o cierre que hacen los segmentos debe ser muy hermético, y por ello se ponen más que en los motores de gasolina; casi siempre (ver Figura 10-3-1) con cuatro segmentos de compresión A y con varios de engrase, como el rascador B bajo los de compresión, y dos más C en la falda.

Los pistones se hacían de fundición pero modernamente se hacen de aleaciones de aluminio. En la cabeza suelen llevar unas hendiduras o huecos D, tanto para que al abrirse las válvulas no choquen con el pistón cuando éste está en su P.M.S., dejando así poco espacio para comprimir el aire, como para que éste adquiera el movimiento de torbellino que mejora la combustión.

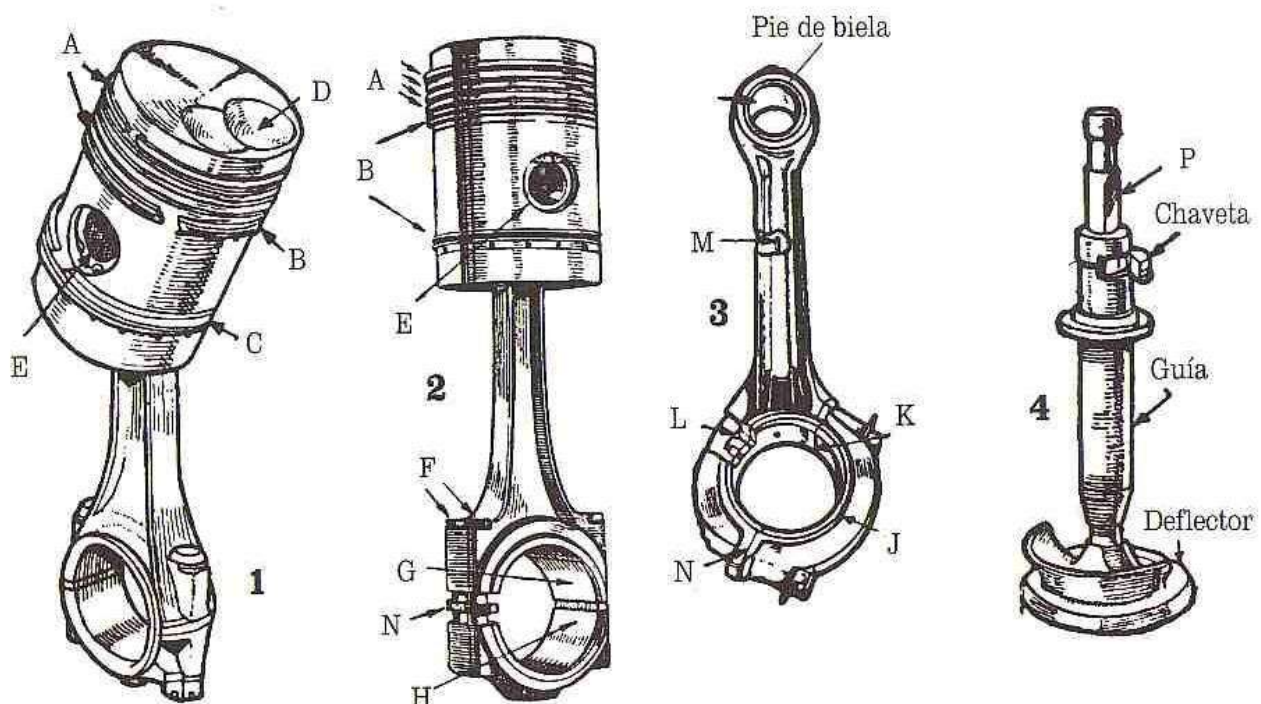


Figura 10-3 – Bielas y pistones en un motor diesel.

En el detalle 2 de la Figura 10-3 se muestra otro pistón con sus 4 anillos de compresión A, 2 anillos rascadores de aceite B y uno siempre en la falda.

Para que pueda sacarse el pistón con la biela, por debajo del cilindro, sin desmontar el bloque ni quitar el cigüeñal, en varias marcas de automóviles se hacen las cabezas con el sombrerete J en diagonal (detalle 3).

✘ **La culata:** Realizada en fundición o en aleación ligera, es el elemento más característico del motor diesel, debido a:

- La forma y disposición de la cámara de combustión.
- La situación del inyector.
- La ubicación del colector de admisión.

Las cámaras o precámaras son fabricadas en la misma culata o bien adaptadas posteriormente.

✘ **La distribución:** Los motores diesel suelen llevar las válvulas en cabeza, mandadas casi siempre por balancines, con el árbol de levas algo elevado en el cárter superior para que no sean tan largos los empujadores; el eje de levas lleva varios apoyos y está movido por un engranaje de varios piñones o por cadena.

Las válvulas son análogas a las de los motores de gasolina. En algunos casos las de escape son huecas y rellenas de sodio para transmitir mejor el calor. Las de admisión tienen a veces un *deflector* (ver detalle 3 Figura 10-3) con objeto de imprimir al aire de admisión un movimiento giratorio para que durante la compresión se convierta en torbellino sobre el que se pulverice y esparza mejor el gasoil inyectado. En este caso la válvula no debe poder girar.

Como los cilindros de los motores diesel son grandes comparados con los de gasolina, y las válvulas, en proporción resultarían muy grandes, suelen colocarse *válvulas dobles*, dos de admisión y dos de escape.

✘ **El descompresor:** Para facilitar el arranque, descargando al motor eléctrico del esfuerzo inicial que tiene que realizar para vencer la fuerte compresión, algunos motores llevan un dispositivo que permite abrir ligeramente las válvulas de escape. Cuando el motor

10.7. SISTEMAS DE COMBUSTIÓN Y FORMAS DE CULATA

Al penetrar en la cámara de compresión las primeras gotas de combustible, se encuentran rodeadas de aire comprimido, cuya temperatura está próxima a los 600°C, ampliamente superior a la necesaria para que el gasoil se queme; pero la inflamación sólo ocurrirá cuando la temperatura se comunique al líquido. Para que esto ocurra es necesario un determinado tiempo, muy pequeño, pero apreciable dadas las velocidades de funcionamiento. Este tiempo se denomina **retardo al inicio de la inflamación**. Una vez iniciada la inflamación, la misma se propaga muy rápidamente debido a que ocurre una detonación muy rápida. Es a consecuencia de esto que los motores diesel en ralentí muestran un fuerte golpeteo.

En los motores a explosión, una vez que salta la chispa, se produce un **retardo en la propagación de la inflamación**, el cual era solucionado con un avance en la apertura de la admisión A.A.A. En el caso de los motores diesel, el retardo no es en la propagación sino en el inicio de la inflamación, como se dijo la propagación para estos motores es muy rápida, entonces si uno produce un A.A.A. el gasoil entrará antes a la cámara y detonará estando todo dentro de la cámara, produciendo un golpe brutal, con grandes vibraciones.

Este problema ha sido ampliamente estudiado, diseñándose diferentes sistemas de culatas para mejorar el rendimiento. Los principales sistemas son:

- ✘ Inyección directa.
- ✘ Precombustión o antecámara.
- ✘ Combustión separada o cámara auxiliar.
- ✘ Acumulador de aire.

10.7.1. Inyección directa

El inyector, que asoma al centro de la cámara de combustión, lanza directamente el combustible al cilindro a una presión de entre 130 y 300 atm. para conseguir una buena pulverización, incidiendo generalmente en la cabeza el pistón (Figura 10-4) siempre más caliente que las paredes del cilindro, que están refrigeradas por la circulación del agua.

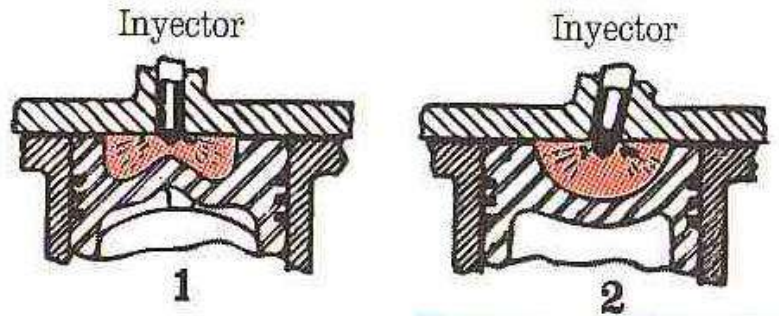


Figura 10-4 – Inyección directa

El inyector, que es del tipo ‘agujereado’, tiene varios orificios muy finos para pulverizar directamente el gasoil en el torbellino de aire. La turbulencia se consigue por la forma del hueco en el pistón, muchas veces ayudada por un deflector en la válvula de admisión. Dicha cavidad tiene diferentes formas; puede ser *toroidad* (detalle 1 Figura 10-4) o *esférica* (detalle 2).

El sistema tiene dos **ventajas**, es el más económico en consumo de gasoil (aunque sin grandes diferencias con el resto de los sistemas) y su la relación de compresión es superior a 15 (lo usual) el arranque es fácil sin necesidad de *calentadores de aire*. Por otro lado, el sistema tiene la **desventaja** de que es ruidoso en ralentí y a bajo régimen.

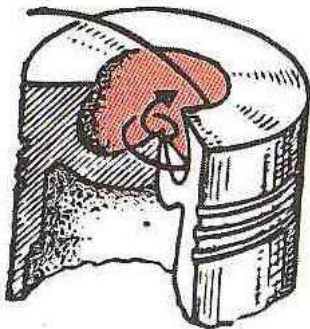


Figura 10-5 - Torbellino

En la Figura 10-5 se muestra un pistón cuyo hueco tiene forma de corazón. El inyector lanza el aire contra las paredes, esta baja hacia el centro, sube y vuelve hacia las paredes, donde el aire que continúa entrando lo impulsa en una segunda vuelta en el torbellino.

La inyección resulta muy bien pulverizada en este caso.

10.7.2. Precombustión o antecámara

En este caso se realiza una presión de inyección de 80 a 12 atm., menor que en la inyección directa.

Al subir el pistón (Figura 10-6) encierra casi la mitad del aire comprimido en la antecámara, que comunica con el cilindro por los finos orificios del *pulverizador o atomizador*.

El inyector lanza su único chorro de gasoil en el aire caliente de la antecámara, donde se quema parcial, pero rápidamente; la expansión producida expulsa el resto del combustible sin inflamar mezclado con aire muy caliente, a través de los orificios del atomizador, que terminan de pulverizarlo, finalizando su combustión en el interior del cilindro.

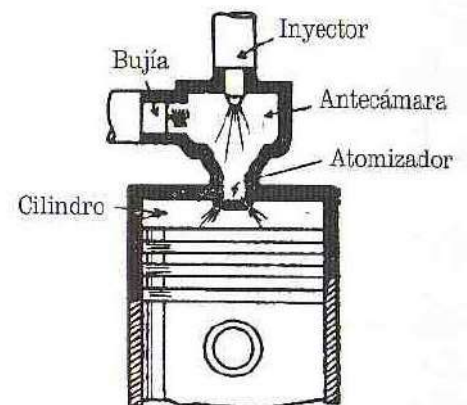


Figura 10-6 - Antecámara

Comparando este sistema con el de inyección directa, hay más paredes rodeando el aire caliente, por lo que se perderá mayor cantidad de calor. En este caso el arranque será dificultoso, por lo que se necesitarán calentadores.

El sistema es un poco menor ruidoso que el de inyección directa, pero su consumo es un poco mayor.

10.7.3. Combustión separada, cámara auxiliar o cámara de turbulencia

La presión de inyección de este sistema es similar a la del caso de antecámara. Este sistema resulta de un perfeccionamiento del anterior.

Casi todo el aire (2/3 del total) se acumula en la cámara auxiliar (situada en la parte no refrigerada de la culata) (Figura 10-7) por un conducto más ancho y de forma circular, de forma que el aire al entrar forma torbellino. EL inyector lanza el combustible en la cámara, el cual se inflama, y los gases ardiendo pasa violentamente al cilindro; la forma del conducto y de la cabeza del pistón continúan la turbulencia, favoreciendo la rápida combustión del resto del combustible, que se quema totalmente en la cámara auxiliar.

La violencia de la detonación se va transmitiendo de a poco al cilindro porque debe pasar por el conducto que actúa como freno.

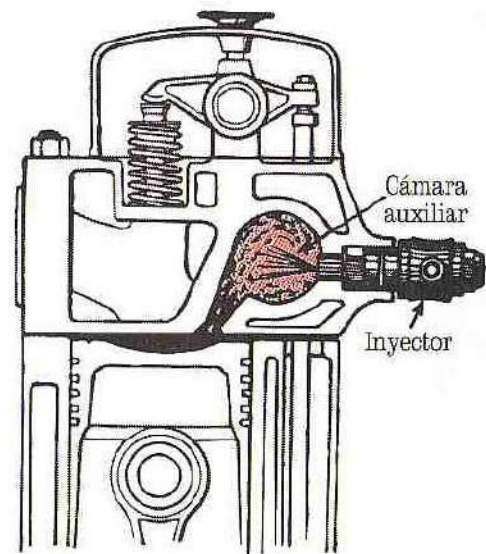


Figura 10-7 – Combustión separada.

10.7.4. Acumulador de aire o sistema ACRO-Bosch

Este sistema funciona a una presión apenas superior a los dos anteriores.

El aire es comprimido y reducido en el acumulador (Figura 10-8) lanzando el inyector el chorro al venturi o difusor de comunicación, donde empieza a inflamarse el combustible.

El calor dilata el aire del acumulador, saliendo al cilindro y terminando la combustión del gasoil a medida que se inyecta.

El sistema es poco usado pues aunque tiene como ventajas que el arranque es fácil y el funcionamiento es suave, resulta un alto consumo.

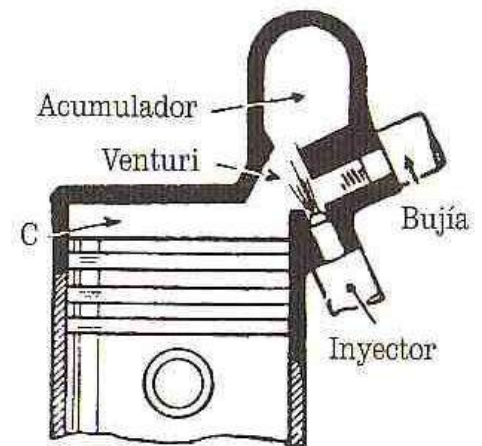


Figura 10-8 – Acumulador de aire.

10.7.5. Comparación entre sistemas de combustión

Las ventajas e inconvenientes que presentan los diferentes sistemas prácticamente se compensan, salvo quizá el último explicado dado que casi no se usa actualmente. La inyección directa es el más utilizado debido a su levemente menor consumo, pero sus mayores niveles de ruido hacen que subsistan los otros sistemas menos ruidosos, pero con un consumo levemente menor. En todo caso, las diferencias son pequeñas.

10.8. EL EQUIPO DE INYECCIÓN

Antes de hablar del equipo de inyección, conviene citar el *circuito de alimentación del combustible*, que se compone de:

✘ *Circuito de baja presión*: no precisa ninguna toma de aire, se compone del depósito, la bomba de alimentación, el o los filtros de combustible y los conductos correspondientes.

✘ *Circuito de alta presión*: consta de la bomba de inyección, los inyectores y unas canalizaciones especiales (por las variaciones de presiones) todas de igual longitud (por los tiempos de inyección).

10.8.1. La bomba de inyección lineal Bosch

Se utiliza pues la inyección del gasoil debe ser realizada a una alta presión. En la *bomba de inyección lineal Bosch*, el combustible llega por un tubo que alimenta un colector en el cual se ubican los diferentes inyectores (por eso es lineal)

En la Figura 10-9 se muestra el funcionamiento de un inyector ubicado en el colector lineal 2.

En 1, se carga el cuerpo de bomba.

En 2 sube el pequeño pistón y empuja el gasoil, que abre la válvula forzando el resorte, y pasa al tubo que lo lleva al inyector.

En 3, el borde de la rampa descubre la lumbrera derecha, el gasoil retrocede al colector al cesar su compresión, la válvula cae sobre su asiento y cesa la inyección.

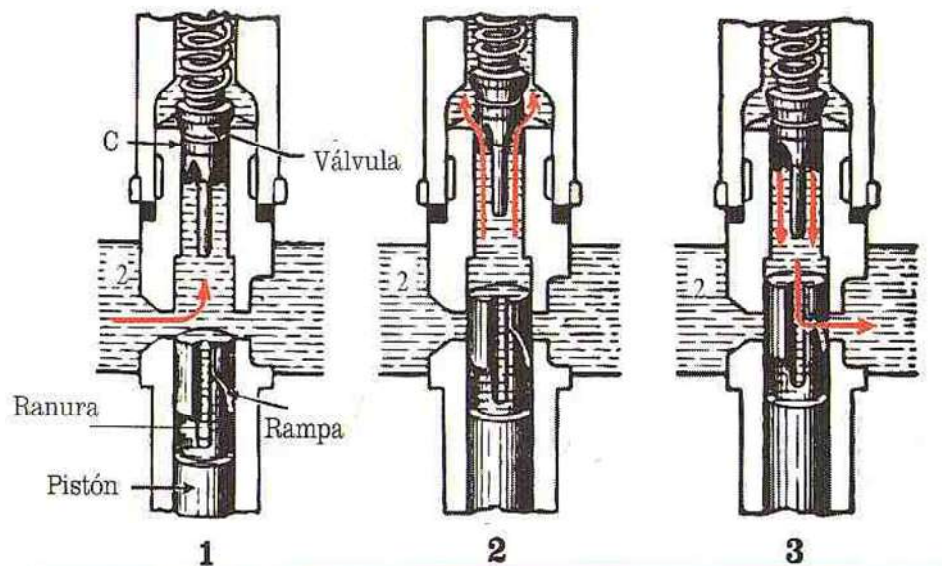


Figura 10-9 – Inyección.

¿Cómo se regula la cantidad de combustible que ingresa?

Se regula girando el pequeño pistón que empuja el combustible. Este pistón tiene un rebaje helicoidal (Figura 10-9), por lo que si el mismo se gira en sentido antihorario (visto de arriba) el combustible saldrá antes por la derecha del colector 2. Por el contrario si se gira en sentido horario, el combustible que penetró en la ranura del pistón demorará más en salir por el conducto.

Esta regulación se hace (ver Figura 10-10) por medio de una corredera dentada que a través de su engranaje con una corona A fija al pistón hace que el mismo pueda girar en uno u otro sentido.

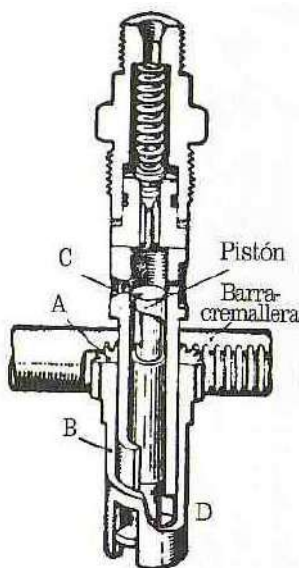


Figura 10-10 – Reglaje de la inyección

10.8.2. Los inyectores

Su función es asegurar la introducción, pulverización y repartición del gasoil en la cámara o en la precámara.

El gasoil enviado a presión por la bomba, llega por el tubo A (ver Figura 10-11), baja por el canal lateral B, y por la fuerza de su impulsión, levanta la válvula cónica C, venciendo el resorte D, y pasando por los orificios E de la punta a quemarse en el aire comprimido del cilindro.

La varilla F, que asoma al exterior en algunos inyectores, permite comprobar desde fuera el funcionamiento del inyector, para lo que basta con apoyar un dedo sobre ella para corroborar el funcionamiento del inyector.

El gasoil que rebose del inyector se vuelve al depósito general por un tubo roscado en G.

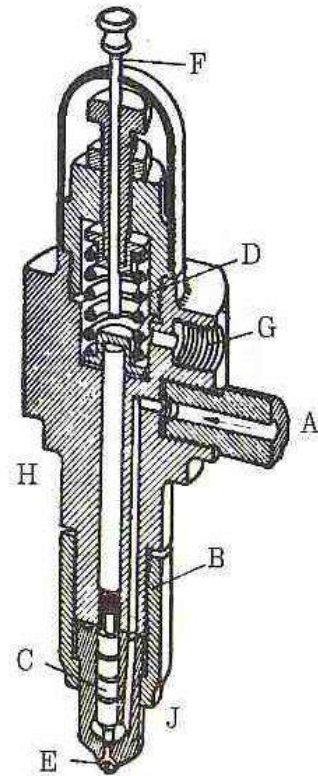


Figura 10-11 - Inyectores

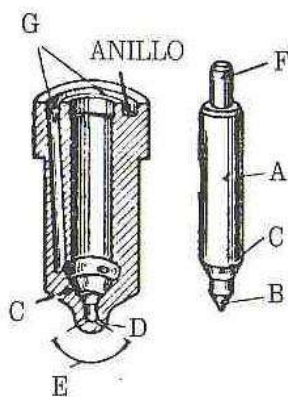


Figura 10-12 – Partes de un inyector

Los inyectores, que pueden ser de distintos tipos, constan de dos partes: el *porta-inyector* y el *inyector propiamente dicho*.

En la Figura 10-12 se muestra un detalle de las partes antes mencionadas.

El porta-inyector se fija al cilindro. Lo que se ensucia y desgasta con el uso, por lo que se debe mantener limpio y calibrado es el inyector propiamente dicho.

10.9. AVANCE A LA INYECCIÓN

La turbulencia buscada con los diversos sistemas de inyección y formas de la culata no anula el retraso a la inflamación del gasoil, sino que solamente lo disminuyen. Se obtiene un retardo de entre 1 o 2 milésimas de segundo, durante las cuales un motor girando a 3000 rpm, gira entre 18° y 36° . Como la bomba es movida por el árbol de levas que gira a mitad de revoluciones que el cigüeñal, el avance en aquella será la mitad. En la práctica bastan unos 8° en los motores corrientes de camión y 12° en los muy revolucionados.

10.9.1. Avance a mano

Se consigue porque el eje de levas de la bomba recibe su movimiento a través de un acoplamiento deslizante contenido en la caja, cuyo detalle se ve en la Figura 10-13.

El eje de levas va enchavetado en el manguito A, que por fuera lleva ranuras inclinadas, sobre las cuales desliza un acoplamiento B. Cuando se mueve la palanca G, oscila la horquilla, que por el collar E avanza o retrasa el acoplamiento deslizante B, y por tanto las ranuras del manguito A giran éste con relación al C, variando el 'calado' del eje de levas de la bomba, y por tanto el instante en que se inicia la inflamación.

Este mecanismo padece mucho por la gran velocidad del motor, por lo que cada vez es menos usado como sistema de avance de la inyección.

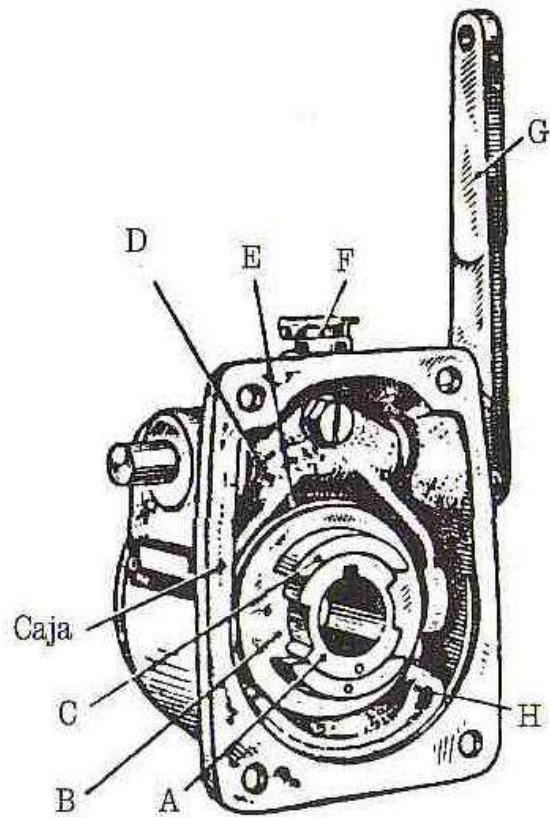


Figura 10-13 – Avance a mano.

10.10.1. Regulador mecánico

Para una posición determinada del acelerador, y por tanto de la excéntrica L, puede suceder que el motor tienda a embalsarse (por ejemplo al pasar el terreno de llano a bajada). Si el conductor no levanta el pie, el regulador reduce automáticamente la inyección, pues al separarse los contrapesos H, oscilan las palancas G, tiran del collar Y que hace oscilar la palanca R alrededor de la excéntrica L, tirando de la barra-cremallera D, con lo que giran los pistones de inyección, los cuales son controlados por dicha barra.

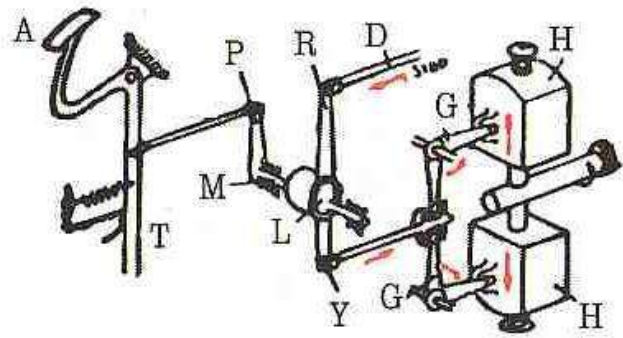


Figura 10-15 – Regulador Mecánico.

Los contrapesos tienen otra función que es evitar que el motor se apague cuando está en ralentí. Para ello, cuando la velocidad de giro tiende a reducirse demasiado, los contrapesos se acercan al eje y accionan en sentido contrario la palanca R y la varilla D.

10.10.2. Regulador neumático o de vacío

Colocado en un extremo de la bomba (Figura 10-16), el regulador de vacío R mueve directamente la varilla; pero el pedal del acelerador lo hace por intermedio del mismo regulador, que necesita disponer en la entrada del colector de aire C, de un difusor D con válvula de mariposa V y en su borde el pequeño difusor 'd' del que viene una tubería T al regulador R.

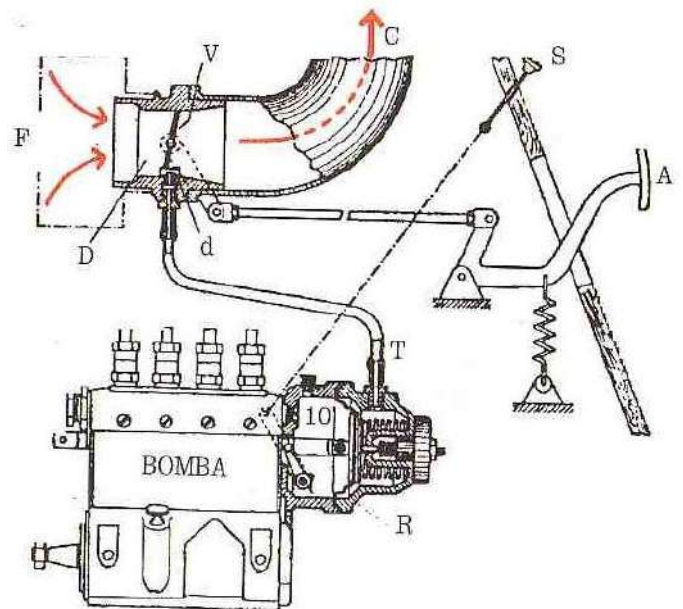


Figura 10-16 – Regulador de vacío Bosch.

El acelerador actúa abriendo o cerrando la mariposa V. Al acelerar, se abre un poco la mariposa, el vacío generado baja por la tubería T hasta el regulador y la membrana M (Figura 10-17) se mueve hacia la izquierda por la fuerza del resorte E, empuja la cremallera y aumenta el suministro de combustible.

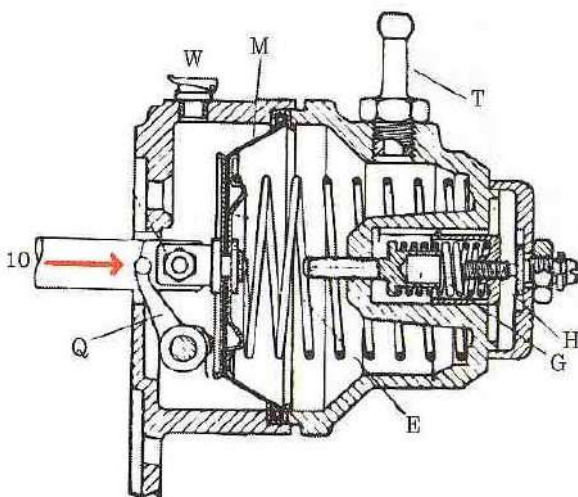


Figura 10-17 – Detalle del regulador.

Si el conductor suelta el acelerador ocurre lo opuesto.

Si en una bajada, el conductor no desacelera, a medida que el motor gira más de prisa, el vacío aumenta y automáticamente la membrana es atraída a la derecha, cerrando la cremallera 10 y por tanto el suministro de gasoil, con lo que impide que el motor se embale.

Cuando el motor está en ralentí, la válvula V está cerrada, todo el aire pasa por el difusor 'd', el vacío es enorme y la membrana se mueve a la derecha, pero el pistón con resorte G impide que el paso se cierre totalmente.

10.10.3. Regulador hidráulico

Del colector de combustible 2 (Figura 10-18) que alimenta los cuerpos de bomba, se deriva un tubo A, por el que aspira gasoil la bomba de engranajes B, movida desde el árbol de levas de la bomba inyectora, o sea, con velocidad proporcional a la del cigüeñal del motor.

Cuando el motor está en ralentí, si tiende a detenerse, la bomba B enviará menos gasoil, baja la presión en C y entonces el muelle H vence y corre G y E a la izquierda, se cierra entonces la válvula G y o teniendo el gasoil salida hacia V, aumenta su presión en C y también en K, el pistón L va a la derecha y aumenta el ingreso de combustible, luego B mandará más combustible, se abre la válvula G y el combustible vuelve al tubo 2, disminuyendo la presión en K y por tanto el pasaje de combustible; el proceso es cíclico manteniendo el ralentí.

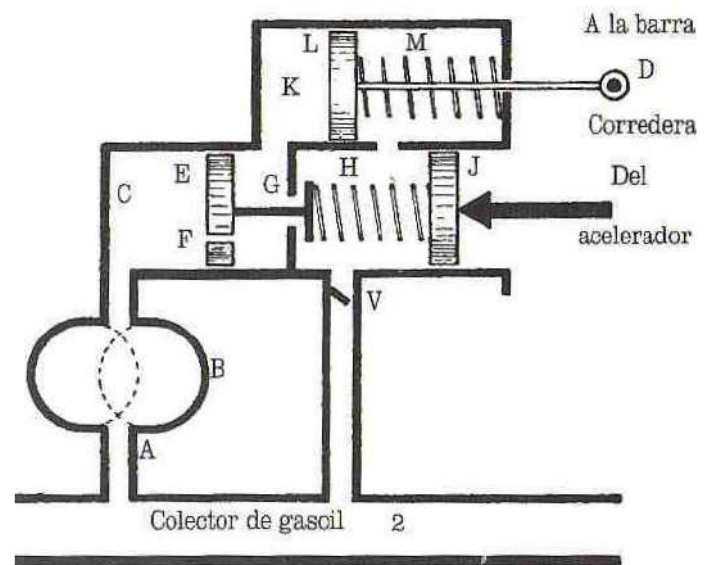


Figura 10-18 – Regulador hidráulico.

Si se pisa el acelerador, J va a la izquierda, y disminuye la apertura de la válvula G, saliendo menos combustible por V y aumentando la presión en C y en K, el pistón L se mueve a la derecha y aumenta el paso de combustible.

Si el motor tiende a embalsarse, la bomba B enviará tanto combustible que el orificio F no puede darle paso, aumentando la presión en C, abriendo la válvula G y dando paso a parte del combustible por V, disminuyendo la presión en K y reduciendo por tanto la entrada de combustible, evitando así que se embale el motor.

La principal ventaja del regulador hidráulico es que proporciona ralentíos más reducidos y velocidades máximas más altas.

10.11. LA BOMBA DE INYECCIÓN ROTATIVA

Este sistema difiere del clásico en el hecho de que no tiene un cuerpo de bomba, con pistoncitos de movimiento alternativo para cada inyector, sino que lleva una bomba giratoria con un distribuidor que, envía a cada cilindro la dosis de combustible en el momento oportuno.

El esquema de instalación de estas bombas se muestra en la Figura 10-19, en la cual A es el depósito de combustible, B la bomba para alimentar combustible y D-N conforman el sistema de inyección, C es el filtro que purga el gasoil a la vez que devuelve el aire por Q al depósito A.

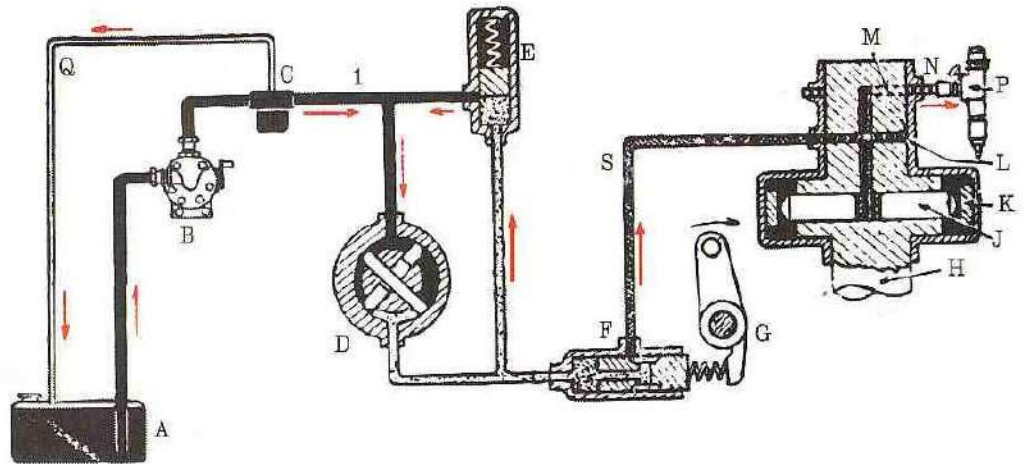


Figura 10-19 – Bomba de inyección rotativa.

El gasoil es enviado a presión por la bomba D. La válvula E mantiene controlada dicha presión. La válvula F mandada por el pedal a través de G es la que regula el pasaje de combustible, el cual sigue por el conducto S al distribuidor en la cantidad que la posición de la corredera le deje pasar.

Desde D hasta la salida N para los inyectores, todo está incluido en un solo aparato (Figura 10-20).

El gasoil entra por 1, pasa por el colador 9 y sigue a la bomba rotatoria de paletas D, que descarga el sobrante en la válvula E, manteniéndose constante la presión en el conducto vertical.

En los detalles 1 y 2 de dicha figura se muestra el funcionamiento de dicha bomba. Al llegar el combustible a L entra al distribuidor por los orificios que descubre o tapa el cuerpo giratorio movido por el árbol de levas.

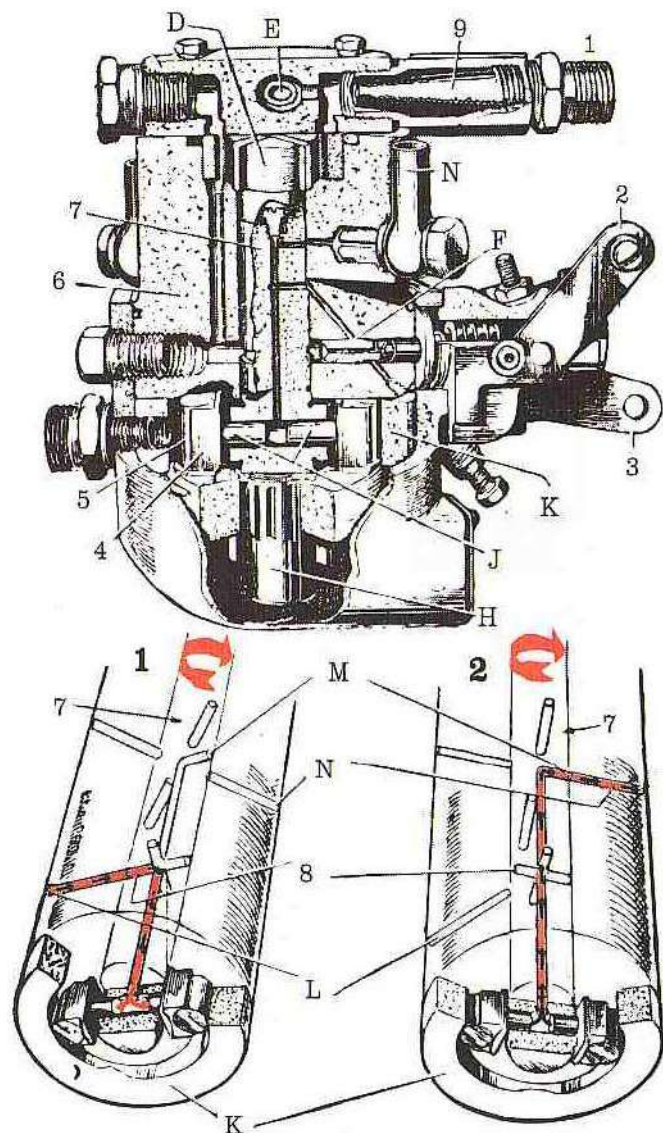


Figura 10-20

10.12. LA BOMBA DE ALIMENTACIÓN

El combustible es llevado desde el depósito general hasta la bomba de inyección por una bomba de alimentación.

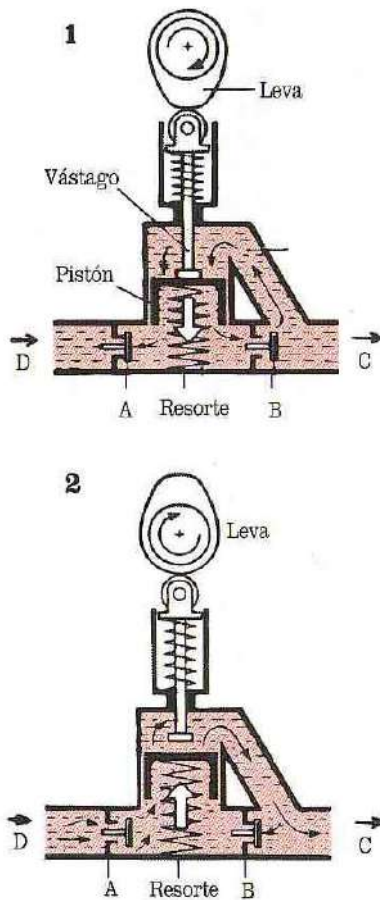


Figura 10-21 – Bomba de alimentación.

Su funcionamiento se muestra en la Figura 10-21. La leva mueve el pistón por medio del vástago, de manera que cuando aquella empuja el pistón, se cierra la válvula A (detalle 1) y por la B sale el combustible, parte hacia el filtro principal por C y el resto a ocupar el espacio que detrás de sí dejó el pistón.

Cuando éste queda libre del saliente de la leva (detalle 2), su resorte lo devuelve, enviando por la cara superior el gasoil al filtro, y aspirando por la inferior una nueva carga de combustible procedente del depósito.

En la Figura 10-22 se muestra el aspecto exterior de la bomba.

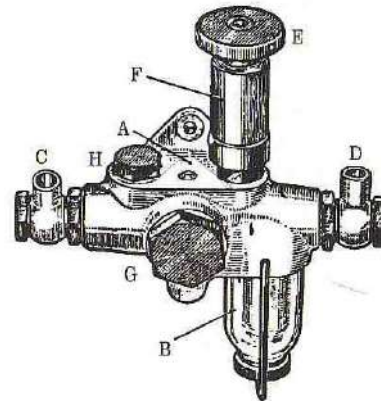


Figura 10-22

El gasoil llega al depósito por D, pasa por el prefiltro B, y sale por C al filtro principal. E es el tope de la bomba de mano F que sirve para cebar la bomba luego de su instalación.

10.13. FILTRO DE GASOIL

Es necesario que el combustible esté muy limpio pues sino se tapan los inyectores. Luego de pasar por el prefiltro de la bomba de alimentación, el gasoil pasa por el filtro principal.

Los principales tipos de filtro son:

- ✘ Filtro de Papel.
- ✘ Filtro de cartucho o de placas de fieltro.
- ✘ Filtro de láminas.

10.13.1. Filtro de papel

Este tipo de filtro puede tener la forma de acordeón, arrollado en estrella.

El *filtro arrollado* (Figura 10-23) está formado por una espiral de papel F.

En el detalle 1 de dicha figura se muestra el papel de filtro, el cual se fabrica de celulosa especial que no suelta pelusa.

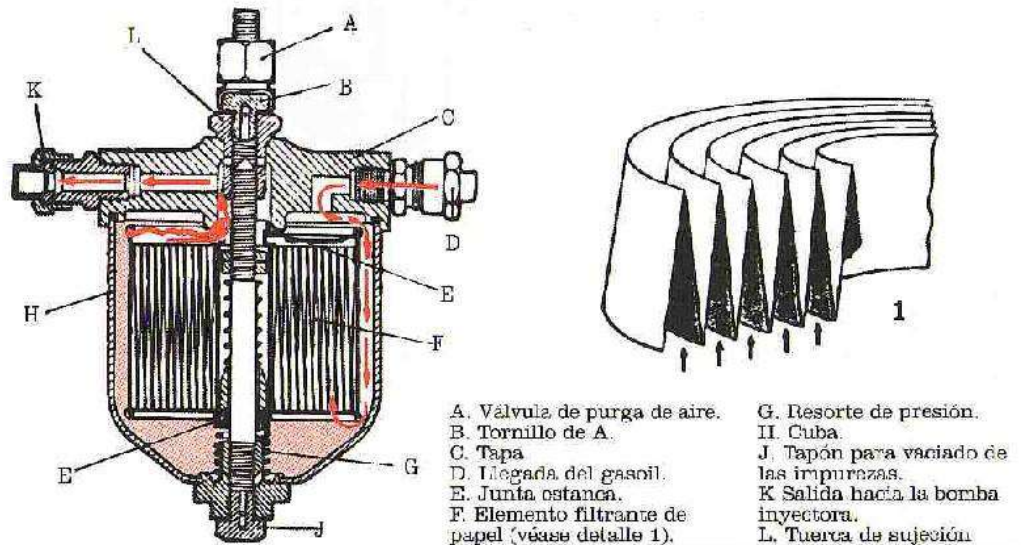


Figura 10-23 – Filtro de papel arrollado.

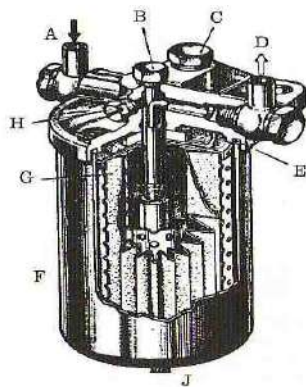


Figura 10-24 – Filtro en estrella

El filtro en estrella, mostrado en la Figura 10-24, se diferencia del anterior en que el papel forma un acordeón en estrella, contenida entre los dos cilindros metálicos, con unos agujeros como se muestra en dicha figura.

El gasoil entra por A, pasa por los orificios al filtro G que atraviesa de fuera a dentro, y por los agujeros del tubo perforado interior sigue al centro para salir limpio por D hacia la bomba inyectora.

Los filtros no pueden limpiarse, deben reponerse al llenarse de impurezas.

10.13.2. Filtro de cartucho o de placas de fieltro

Este sistema (Figura 10-25) fue muy usado antes de que apareciera el filtro de papel. El gasoil entra por A, y pasa a través de los fieltros, dejando en ellos sus impurezas, desde afuera hacia adentro, saliendo por H hacia la bomba inyectora.

El gasoil que llega en exceso regresa por F al depósito. El tapón C sirve para cebar el mecanismo al instalarlo.

Quitando la tuerca E se desarma el filtro para limpiar los fieltros.

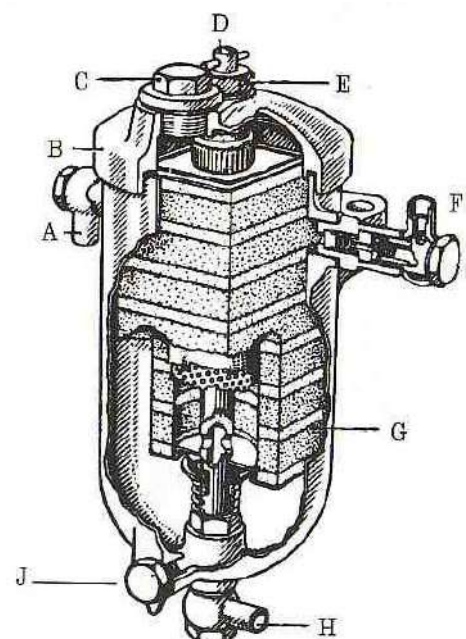


Figura 10-25 – Filtro de cartucho

10.13.3. Filtro de láminas

Su funcionamiento (Figura 10-26) es análogo al anterior, representando todo con las mismas letras excepto que el cartucho filtrante se sustituye por una pila de entre 80 y 100 láminas de papel o tejido filtrante, separadas por unas finas arandelas metálicas alternadas.

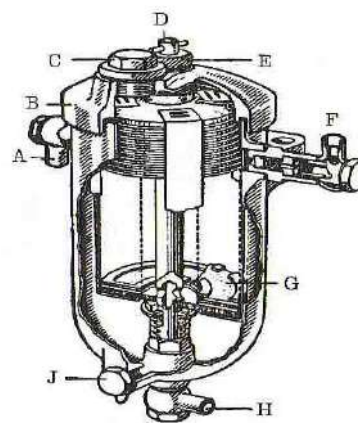


Figura 10-26 – Filtro de láminas.

10.14. EL ARRANQUE

Al arrancar, sobre todo si la temperatura exterior es baja y el motor está frío, no siempre basta la compresión del aire para provocar la inflamación del gasoil. En los motores de inyección directa es más sencillo el arranque debido a que no usa antecámara, por la cual generalmente se pierde calor, pero en motores con otro tipo de inyección el arranque es muy dificultoso. Suele recurrirse entonces a algún procedimiento que asegure el pronto calentamiento. Hay tres sistemas empleados, los analizaremos a continuación.

10.14.1. Bujías de incandescencia

Es el sistema que más se ha empleado. Consiste, casi siempre en una bujía de dos polos provista de un filamento metálico grueso (Figura 10-27), formando una o dos espiras, que en el momento del arranque en frío, se pone casi al rojo por medio de una corriente eléctrica suministrada por la batería.

Las bujías se colocan de modo que su filamento quede a unos 5 centímetros del máximo chorro de gasoil, y su encendido se hace por un interruptor que también manda el burro de arranque.

La corriente entra por un borne y sale por otro (no a masa), conectándose las diferentes bujías en serie pues cada una tiene un voltaje menor que el de la batería.

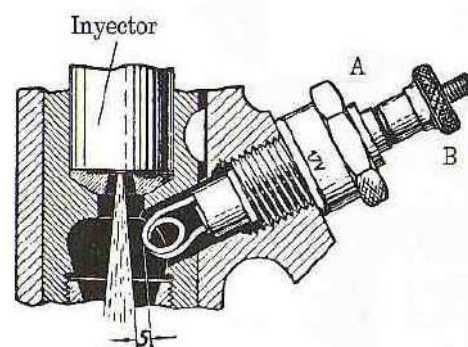


Figura 10-27 – Bujías de incandescencia.

10.14.2. Calefacción del aire

En los motores de inyección directa se puede facilitar el arranque en tiempo frío, calentando el aire antes de su entrada al cilindro. Para ello se usan unas 'estufas' (Figura 10-28) que se intercalan en el colector de admisión, formadas sobre el armazón A con la resistencia en espiral cónica B a la que entra la corriente por el borne C y sale a masa, pues corresponde al voltaje de la batería.

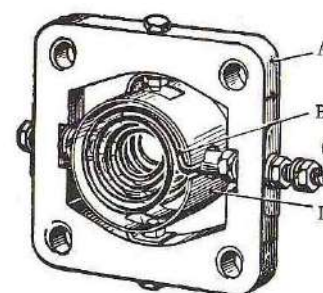


Figura 10-28 – Calefacción del aire.

10.14.3. Arranque con combustible especial

Generalmente se emplea el éter, que si no hay dispositivo a propósito para usarlo en el motor, se echa en un algodón que se coloca ante la entrada del filtro de aire, éste se carga de vapores de éter que se inflaman en seguida con el poco calor de las primeras compresiones en los cilindros y provoca la inflamación inmediata del gasoil.

11. SOBREALIMENTACIÓN

11.1. GENERALIDADES

Aunque parezca una técnica muy reciente, no lo es, ya que hace algunas décadas se empezaron a ‘soplar’ los diesel a base de *compresores* accionados por medio de correas, cadenas, etc., utilizando para ello el giro de la polea del cigüeñal. Posteriormente, aparecieron los *turbocompresores* que se utilizaban para máquinas de régimen constante y grandes potencias. Estos turbocompresores eran de enormes dimensiones y muy elevado peso, giraban a un régimen muy lento y tenían una altísima inercia, obteniéndose su rendimiento en el régimen máximo del motor.

11.2. EL COMPRESOR

El compresor es una bomba que toma aire de la atmósfera y lo comprime, con objeto de ‘cebar’ el motor con aire para obligarle a quemar una mayor cantidad de combustible por ciclo. Un compresor se define por las siguientes características:

- ✘ La relación de la presión del aire a la salida del compresor P_2 , con respecto a la presión del aire a la entrada del compresor P_1 .
- ✘ El rendimiento, que es mejor cuanto más cercana sea la temperatura del aire comprimido a su salida con respecto a la temperatura teórica procedentes de las leyes de termodinámica, pues cuanto mayor sea la temperatura real del aire a la salida del compresor con referencia a la temperatura teórica, menor será el rendimiento del compresor.
- ✘ El flujo, que es la cantidad de aire comprimido (Kg./seg.) que suministra el compresor.
- ✘ El régimen del compresor, pues a un débil régimen habrá una débil sobrealimentación y un menor rendimiento.

Existen dos tipos de compresores, los volumétricos y los centrífugos.

11.2.1. Compresores volumétricos

Los compresores que se usaron en un principio, eran del tipo volumétrico, en los que la energía de bombeo la obtenían del cigüeñal del propio motor a través de una transmisión mecánica adecuada, o bien centrífugos o dinámico (empleados en sólo aviación pues actuaban en un margen de regímenes muy estricto). Este último inconveniente se solucionó empleando compresores volumétricos capaces de dar una presión de admisión casi constante en cualquier régimen (Figura 11-1).

Su principio de funcionamiento es como el de las bombas volumétricas, en la que el elemento giratorio crea un aumento de volumen a la entrada del compresor, lo cual origina una depresión que aspira el aire exterior. Hacia la salida del compresor el volumen disminuye expulsando el aire a presión.

En el detalle 1 de la Figura 11-1 se muestra la secuencia de compresión del sistema volumétrico y en el detalle 2 se muestra el diagrama de funcionamiento de un compresor volumétrico en un motor.

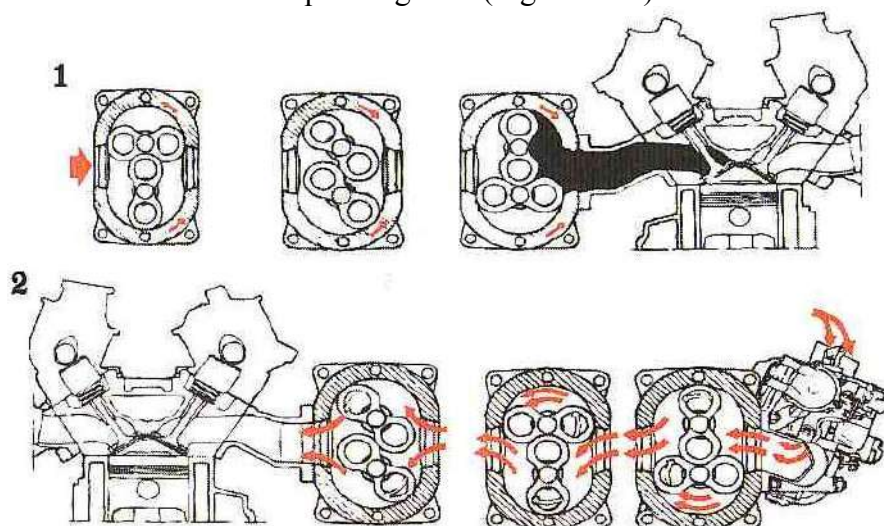


Figura 11-1 – Compresores volumétricos.

11.2.2. Compresores centrífugos

Estos compresores funcionan como una bomba centrífuga, pues bajo el efecto de esta fuerza, originada por la velocidad de rotación, el aire es expulsado hacia la periferia de la rueda, lo cual crea una depresión en su centro y provoca la aspiración de aire.

Precisan unas velocidades de rotación muy importantes para suministrar los flujos requeridos (100.000 rpm); a régimen reducido se produciría un flujo reducido y a régimen elevado el flujo sería muy alto.

11.3. FUNDAMENTOS DE LA SOBREALIMENTACIÓN

Para aumentar la cantidad de aire aspirado por un motor, se pueden considerar tres soluciones:

✘ **Aumentar la cilindrada:** Esta solución tiene como consecuencia el incremento del peso, de las dimensiones exteriores, de los rozamientos del motor y el consumo es más elevado.

✘ **Aumentar el régimen:** incrementando el número de operaciones de bombeo en un tiempo determinado. Esta solución requiere un refuerzo del motor y aumentan los rozamientos.

✘ **Aumentar el llenado:** favoreciendo el efecto de aspiración del pistón durante su descenso. Esta solución implica que sobre un motor de aspiración atmosférica se tenga que actuar sobre los siguientes elementos:

- El diámetro, la forma y la longitud de los conductos de admisión, así como su pulido.
- El diámetro de las válvulas de admisión.
- El ángulo de los asientos de válvula y su forma.
- La presencia de una toma de aire dinámica.
- Disposición de dos válvulas de admisión.

La utilización de la sobrealimentación se fundamenta en la mejora de la combustión del motor, debido a un mayor llenado de aire en los cilindros, lo que provoca un aumento de potencia, un menor consumo específico y una menor contaminación. Esto hace que la sobrealimentación del motor sea la solución ideal.

La sobrealimentación tiene dos funciones:

- En altitud, compensar la disminución de la densidad del aire, con objeto de que el motor conserve sus prestaciones, es el caso de la aviación.
- Incrementar la cantidad de aire suministrada al motor para aumentar sus prestaciones; es el caso de su empleo en el campo automotriz.

La forma de eliminar humos, quemando la mayor parte de combustible, es alimentar con un gran exceso de aire, y con un mayor caudal de inyección, obteniendo un incremento notable de potencia.

11.4. EL TURBOCOMPRESOR

En los motores, se desperdicia una importante cantidad de energía en gases de escape. Por esto se buscó aprovechar la energía desperdiciada, adoptando como solución la instalación de una turbina de escape.

Un motor turboalimentado presenta dos fases de funcionamiento: una atmosférica y otra sobrealimentada. Para llegar a esta última fase (presión de admisión superior a la presión atmosférica), el turbo debe haber alcanzado un régimen determinado.

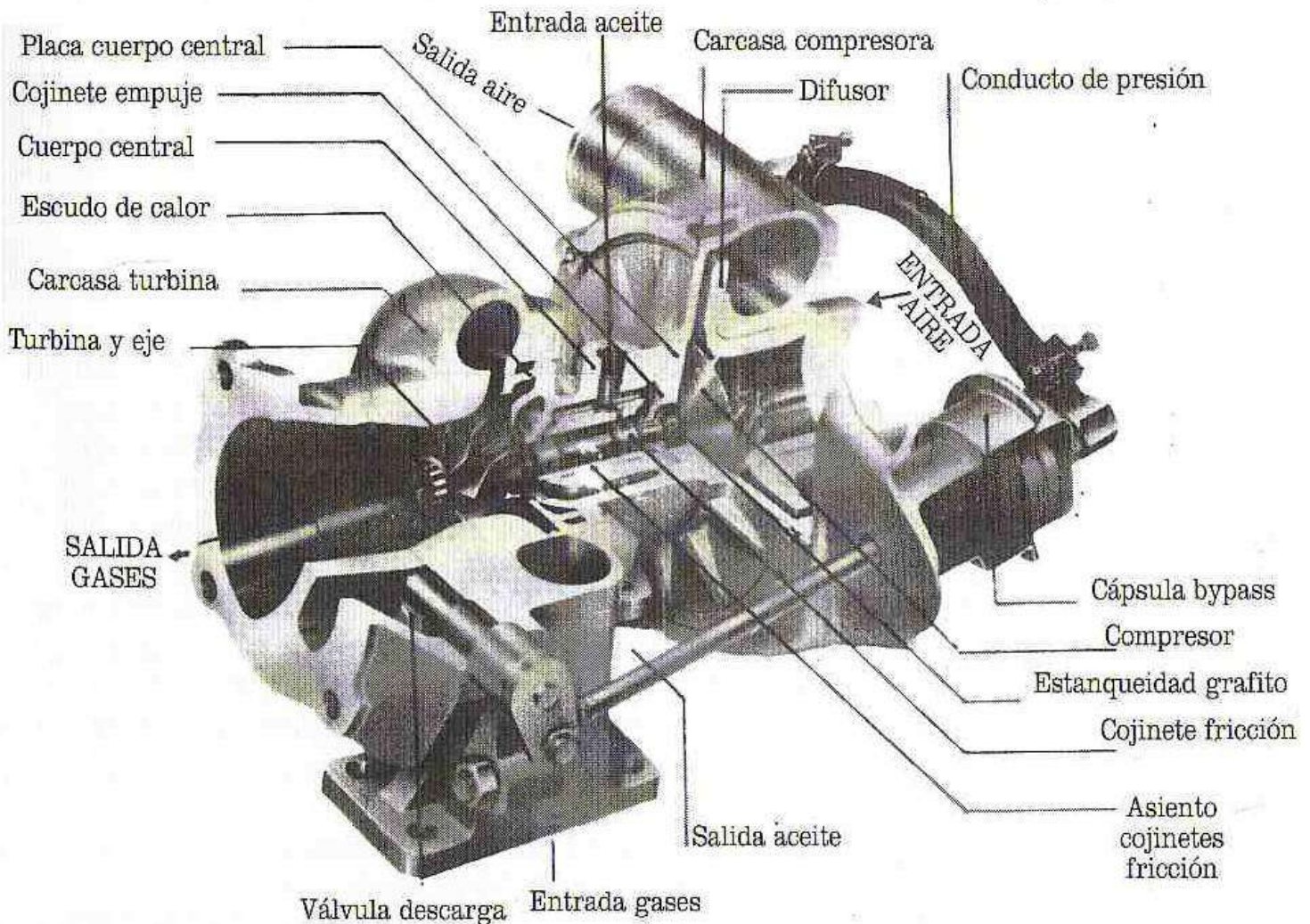


Figura 11-2 – Turbocompresor RHB5

Su funcionamiento tiene como base el aprovechamiento de la velocidad de los gases de escape del motor antes de salir a la atmósfera (Figura 11-2), para convertirla en movimiento, obligando a los gases a pasar por la garganta de la carcasa de la turbina y así aprovechar su energía para hacerla girar y una vez que han cedido su temperatura y presión, salir expulsados al exterior a través del sistema de escape.

La turbina que es accionada por los propios gases, va unida solidariamente por un eje a la rueda del compresor, al que mueve, cuya finalidad consiste en mandar a presión al colector de admisión el aire tomado del exterior, filtrando previamente por el purificador; de esta manera hacia el turbocompresor, que consta de tres partes fundamentales: la turbina, el cojinete central y el compresor.

Las principales ventajas del montaje de un turbocompresor son:

- ✘ Aumento de potencia al poder introducir en la cámara de combustión más gasoil, que con un aumento de aire entre en 30 y 40% permite obtener una perfecta combustión.
- ✘ Mejora el consumo específico (relación caballo/gramo/hora); o sea, que a una mayor potencia se gasta el mismo e incluso menos combustible.
- ✘ Eliminación de humos y emisiones contaminantes al realizar la combustión con un mayor aporte de oxígeno. Esto también trae aparejada una reducción de los residuos que se alojan en la cabeza del pistón, segmentos, válvulas y otros, que a través del cilindro, llegan al cárter adulterando el aceite con los consiguientes efectos nocivos que representa para la 'vida del motor'.
- ✘ Recuperación de potencia en altura, ya que el turbocompresor evita que el motor se 'asfixie' por la disminución de la presión atmosférica.
- ✘ La suposición de que 'el motor dura menos ya que se fatiga más', no es cierta, pues si se analiza el comportamiento del motor, se puede observar que se consigue alcanzar la velocidad de punta del vehículo en menos tiempo, pero una vez alcanzada, se mantiene la misma con menor consumo de combustible.
- ✘ En un diesel, cuando el turbo actúa, en todo el ciclo hay más presión en el cilindro que en el cárter, entonces los gases tienden a expulsar el aceite hacia el cárter lavando las camisas.

11.5. INTERCOOLER

Existe una solución que mejora el rendimiento de un motor sobrealimentado, bien sea un motor diesel o un motor de gasolina, pues el aumento de temperatura hace que la masa de aire entrante disminuya para un volumen total inalterable, repercutiendo en una disminución del rendimiento del motor. Esta solución es la inclusión en el circuito de admisión de un intercambiador aire-aire de calor (un radiador refrigerado por el aire exterior), también llamado *Intercooler*, que enfría el aire de admisión entre 40 y 50°C, lo que produce, un aumento de la densidad del aire que mejora el llenado y la combustión, mejora el comportamiento mecánico del motor al disminuir el riesgo de detonación y se consiguen unas mayores prestaciones al aumentar la relación de compresión, frente al motor simplemente sobrealimentado.

En la Figura 11-3, Figura 11-4 y Figura 1-1 se muestran el acoplamiento de un Intercooler a un motor diesel, y a un motor del ciclo Otto con inyección electrónica.

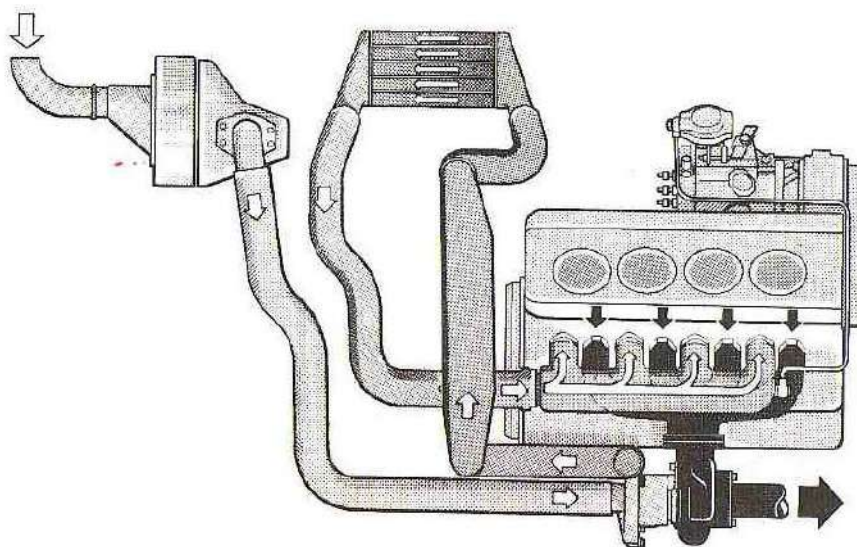


Figura 11-3 – Esquema de sobrealimentación con Intercooler (Fiat diesel)

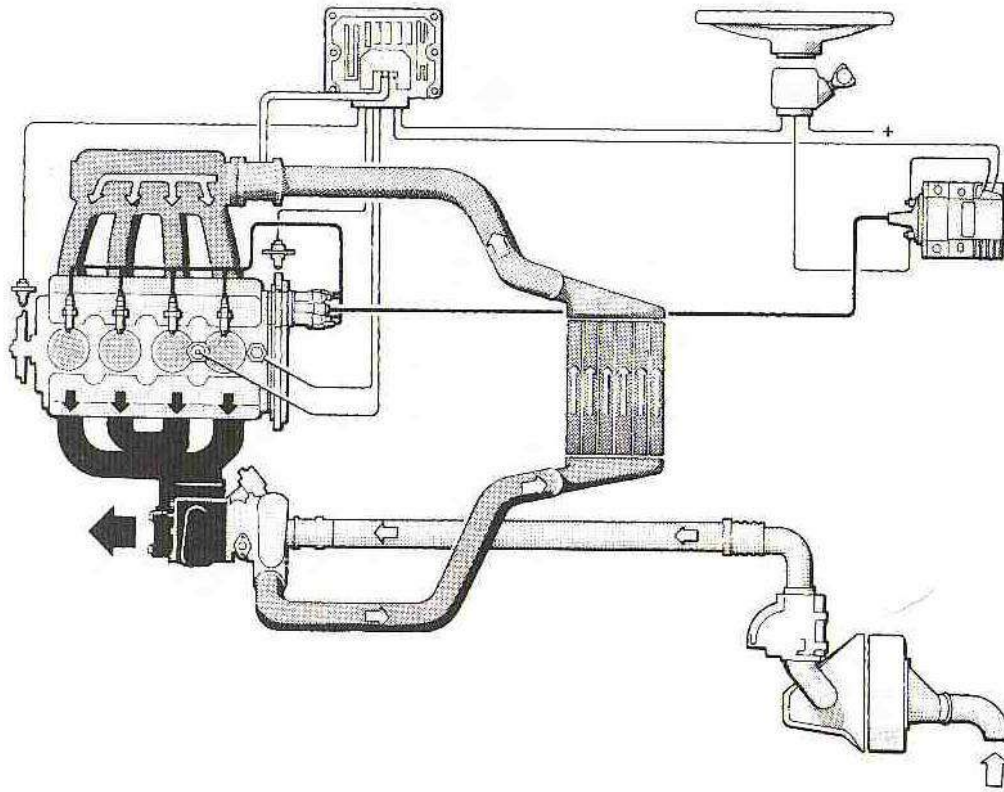


Figura 11-4 – Esquema de sobrealimentación Intercooler (Fiat inyección gasolina)

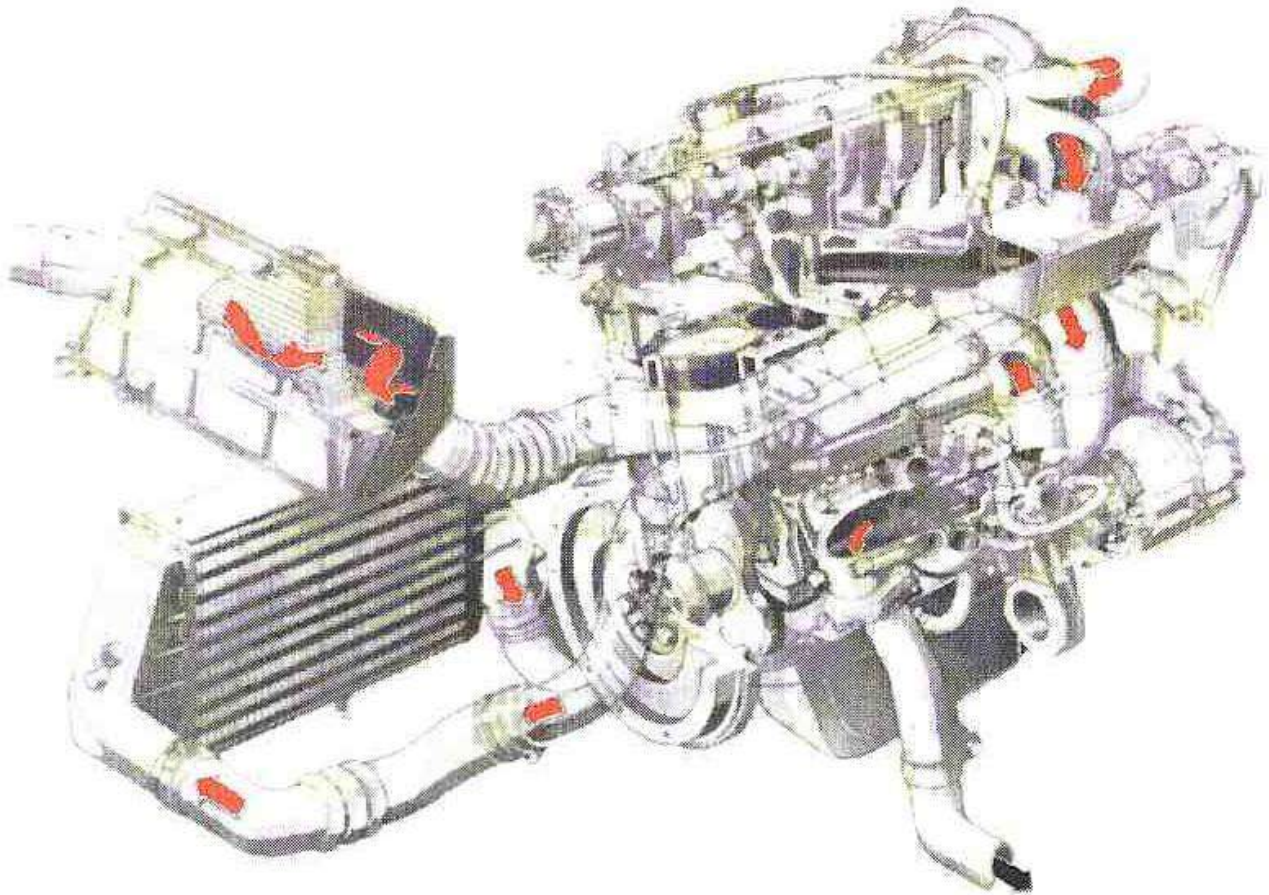


Figura 11-5 – Motor de 4 cilindros turbodiesel intercooler (Fiat)

12. BIBLIOGRAFÍA

✘ *Manual de Automóviles*, Arias-Paz, 53ª edición, CIE Inversiones Editoriales Dossat 200 S.L, ISBN: 84-95312-02-6.