

# **SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN Y ALIMENTACIÓN**

Los sistemas de distribución y alimentación son los encargados de enviar el aire y el combustible al interior del cilindro correctamente y en el momento que se precise.

El fin de los sistemas de distribución y de alimentación del aire es la de entrar la mayor cantidad de aire posible, a partir de ahí podremos quemar más combustible, y por tanto la potencia del motor será mayor.

Estos dos sistemas han de tener una estructura muy precisa. Para hacer llegar el aire y el combustible en el cilindro podríamos utilizar sistemas muy sencillos, aunque la complejidad de estos hace aumentar el rendimiento del motor considerablemente, lo que los sistemas de distribución y de alimentación nos deja una puerta abierta para modificaciones para aumentar la potencia del motor.

Estos dos sistemas van relacionados, el sistema de alimentación se encarga de suministrar el combustible necesario, de enviar la cantidad de aire al cilindro y de conducir los gases quemados hacia el exterior, y el sistema de distribución es el que se encarga de entrar el aire y el combustible en el cilindro y evacuar los gases quemados en el momento que se requiera; a continuación explicaremos como funcionan estos dos sistemas.

## **SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN**

El sistema de distribución es el encargado de accionar las válvulas de admisión y escape en el momento preciso para dejar entrar el aire dentro del cilindro y evacuar los gases quemados.

El sistema de distribución solo lo encontramos en los motores de combustión interna de cuatro tiempos Otto y Diesel, mientras que en los motores de dos tiempos la entrada de aire fresco y la evacuación de los gases quemados se efectúa mediante unas lumbreras o orificios en el motor.

La válvula de admisión se ha de accionar en el momento que empieza la admisión, es decir, cuando empieza el ciclo después de la fase de escape y el pistón está en el PMS. La válvula de escape se acciona en el momento que se acaba la expansión y empieza la carrera de escape, el pistón se encuentra en el PMI.

Para mejorar el rendimiento del motor, se utilizan sistemas de avance de admisión y de escape que explicaremos a continuación.

## **Avance de admisión y escape**

El avance de admisión es un sistema que adelanta la apertura de la válvula de admisión para mejorar el llenado de los cilindros y por tanto aumentar el rendimiento del motor.

En el momento que el motor está efectuando la carrera de escape, la válvula de escape está abierta para evacuar los gases. Cuando el pistón está a punto de llegar al PMS, es decir, ha evacuado casi todos los gases quemados y el volumen y la presión de éstos es mínimo, entonces se abre a la vez la válvula de admisión. Estos gases frescos van entrando en el cilindro mientras que los de escape se van evacuando de él sin interferir entre ellos, a esto se le llama avance de admisión o cruce de válvulas.

Con esto conseguimos que la válvula de admisión esté abierta un mayor tiempo, ya que no solo está abierta en la carrera de admisión sino que también está abierta parte de la carrera de escape como hemos citado en el párrafo anterior. De esta manera el llenado del cilindro es mucho más eficaz y podemos conseguir potencias y regímenes de giro superiores.

Para evacuar los gases de escape de una manera más eficaz se utiliza un avance de escape. Este principio es el mismo que para el avance de admisión, es decir, se regula la apertura de la válvula.

Cuando realiza la carrera de expansión y está a punto de llegar al PMI se abre la válvula de escape para que empiecen a salir los gases quemados.

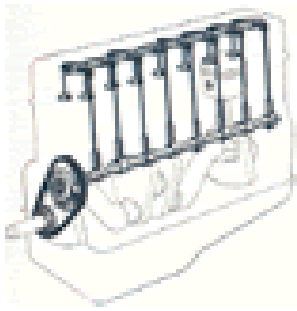
De esta manera conseguimos un mayor tiempo para la salida de gases de escape, mejorando esto conseguimos que la entrada de gases frescos en la admisión sea más eficaz.

## **Disposición del árbol de levas**

Como ya hemos dicho antes, el sistema de distribución se encarga de comandar las válvulas de admisión y escape mediante un eje de levas accionado directamente por el motor.

El árbol de levas lo podemos encontrar situado en dos lugares distintos:

- Árbol de levas en bloque
- Árbol de levas en culata



Antiguamente el árbol de levas estaba situado en el bloque. De esta el sistema ocupaba menor espacio debido a que estaba situado en un puesto donde no hay grandes piezas, mientras que en la culata nos encontrábamos con el carburador. En contrapartida, para poder accionar las levas desde el eje situado en el bloque, hacía falta unos empujadores y unos balancines que hacían a este sistema más costoso de construir.



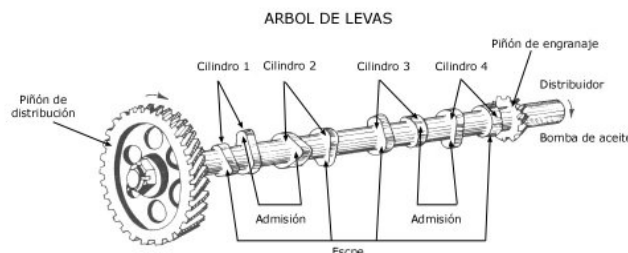
Hoy en día, el eje de levas está situado en la cabeza de la culata (de ahí la denominación árbol de levas en cabeza), lo que supone una mayor sencillez de funcionamiento y construcción y un mejor acceso al árbol de levas. Este sistema hoy en día no tiene ninguna desventaja debido a que en la cabeza de la culata hay espacio suficiente, ya que se utilizan sistemas de alimentación de combustible por inyección y se prescinde de un carburador. En motores de más de dos válvulas por cilindro se montan dos árboles de levas como vemos en la imagen, a este sistema se le denomina DOHC.

combustible por inyección y se prescinde de un carburador. En motores de más de dos válvulas por cilindro se montan dos árboles de levas como vemos en la imagen, a este sistema se le denomina DOHC.

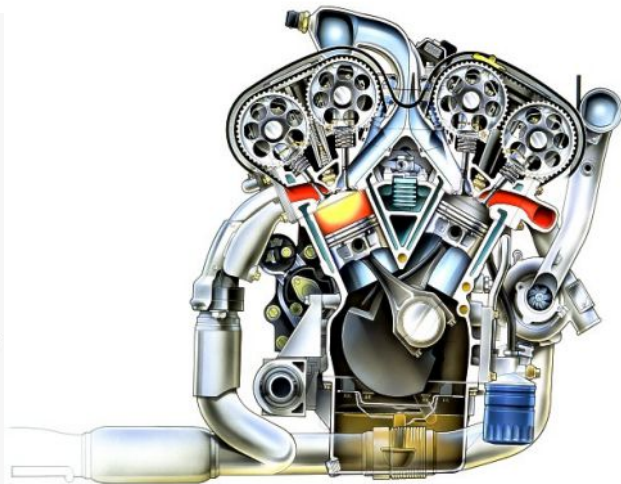
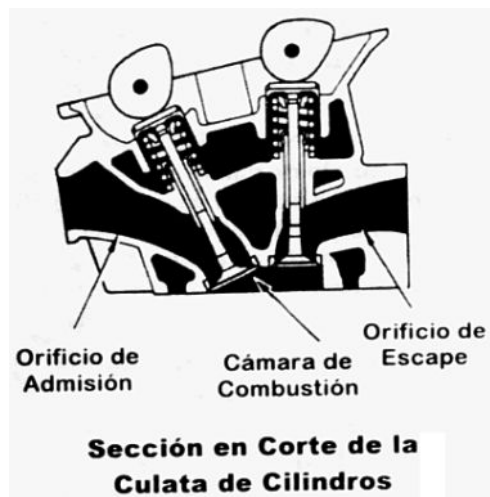
### **Funcionamiento de la distribución**

Primeramente, el motor acciona el árbol de levas (con relación a dos vueltas del motor, una vuelta el eje de levas) mediante una correa o una cadena engranada entre ellos, en este eje van situadas las levas de admisión y escape. Estas levas en el momento que su saliente choca con la válvula, la acciona, y éstas son las que dejaran pasar los gases frescos (en caso de las de admisión), y evacuarán los gases quemados (en caso de las de escape).

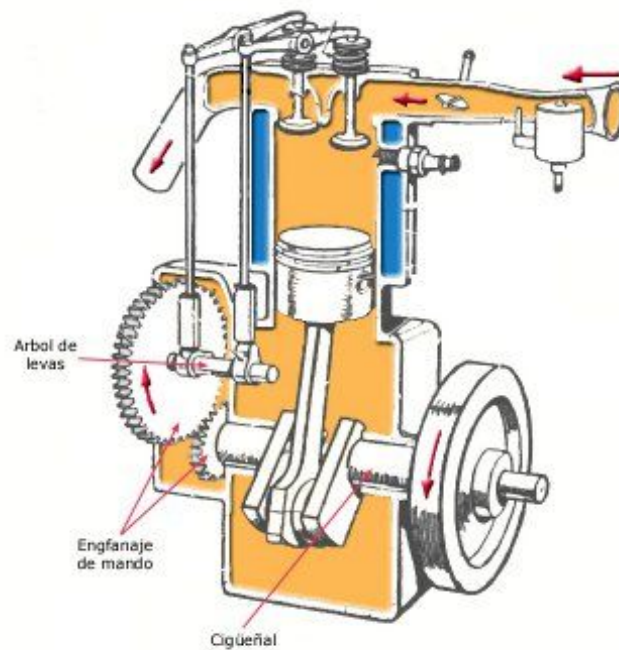
En el caso de que el árbol de levas esté situado en el bloque, las levas accionan primeramente unos empujadores verticales, estos últimos accionarán unos balancines, y éstos finalmente accionarán las válvulas de admisión y escape.



*(Disposición de las levas fijadas en el eje)*



(Accionamiento de las válvulas en un sistema de distribución con el árbol de levas en la culata)



(Accionamiento de las válvulas en un sistema de distribución con el árbol de levas en el bloque)

## **ALIMENTACIÓN DE AIRE**

El sistema de alimentación de aire es el encargado de coger el aire de la atmósfera y conducirlo hasta el cilindro.

La base de cualquier motor térmico, y en este caso, del motor de combustión interna alternativo de 4 tiempos a pistón, es la de mezclar el aire exterior con el combustible, para que el oxígeno existente del aire reaccione con el combustible. Por lo tanto el objetivo del sistema es el de llenar lo máximo posible los cilindros, para así quemar más combustible. Por esto, este sistema es muy simple y muy poco extendido pero es realmente importante.

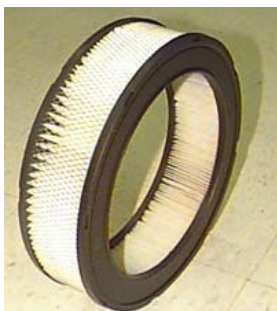
La estructura de este sistema es realmente importante, esto es debido a que la configuración de este sistema puede afectar mucho al rendimiento y a la potencia del motor.

La alimentación del aire está regulada básicamente por los siguientes dispositivos.

- Filtro de aire
- Válvula de mariposa
- Colector de admisión

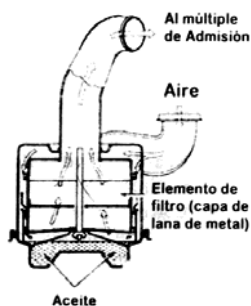
### **1. Filtro de aire**

El filtro de aire es el encargado de limpiar el aire que proviene del exterior quitándole todas las impurezas que puedan haber en la atmósfera (polvo, arena, etc).



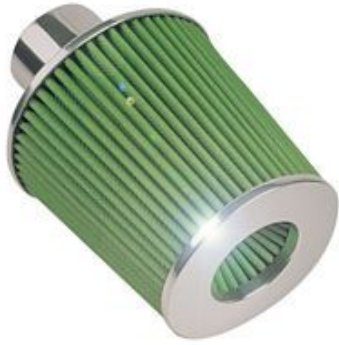
El filtro de aire consta de una lámina generalmente fabricada de papel que deja pasar el aire pero no las partículas líquidas y sólidas.

Con esto conseguimos que al motor solo le llegue aire puro, y de esta manera conseguiremos un funcionamiento del motor más limpio, duradero y factible.



**Depurador de Aire Tipo de Baño en Aceite**

Cuando el motor aspira el aire de la atmósfera, ese aire que entra directamente de un tubo que proviene del exterior, pasa por el filtro de aire como podemos apreciar en la imagen, donde éste, como hemos dicho antes limpiará las impurezas existentes. Ese aire que ha pasado por el filtro, será enviado al colector de admisión comandado siempre por la válvula de mariposa.



El inconveniente del filtro de aire es que obstruye la fluidez del paso del aire, con lo cual, a ese aire que proviene del exterior le cuesta más ser chupado por el motor, ya que está el filtro que impide que se efectue tan rápidamente. Por esto, se fabrican filtros que obstruyen mínimamente el paso del aire, con lo que aumentaremos ligeramente la potencia del motor debido a que aumentamos el llenado de los cilindros, como contrapartida, estos filtros de aire no quitan tantas impurezas en el aire con lo que es ligeramente más perjudicial para el motor.

## 2. Válvula de mariposa

La válvula de mariposa de gases es el componente que se encarga de regular el volumen de aire que va entrar dentro del cilindro.



La válvula de mariposa consta de una lámina fina que permite girar sobre el eje del centro para abrir o cerrar el conducto de aire. Esta pieza regula el caudal de aire que entrará en el cilindro, por tanto es la pieza que accionamos nosotros en el momento que pisamos el acelerador, para que entre más aire o menos.

En los motores de 4 tiempos Diesel esta válvula no hace falta equiparla, ya que siempre está abierta completamente, el acelerador no actúa para la entrada de aire en el motor sino que, actúa simplemente en la inyección de combustible.

En los motores Otto con carburación, esta lámina está situada en la entrada del carburador igual que como vemos en la imagen, sin embargo, en los motores con inyección de gasolina la mariposa de gases se sitúa en el colector de admisión.

## 3. Colector de admisión



El colector de admisión es el componente que se encarga de distribuir el aire a cada uno de los cilindros por igual, va fijado en la culata tocando con el cilindro y las válvulas de admisión fluyen por el interior de él.

Este componente tiene que estar perfectamente diseñado, ya que su función básica es la de enviar el aire de admisión a cada uno de los cilindros y a todos por igual. Para eso se requiere una arquitectura del colector simétrica, sin grandes curvas siguiendo siempre recorridos lo más cortos posibles para mejorar el llenado de los cilindros.

El colector de admisión puede tener una estructura para trabajar optimamente en bajas/medias revoluciones, o en medias/altas revoluciones. Para motores donde la potencia máxima no importa se utiliza la primera estructura (bajas/medias). Éste consta de colectores de larga longitud con un diámetro del tubo no muy elevado. Sin embargo, para motores rápidos o motores de competición se utilizan colectores de corta longitud y grandes diámetros de tubo.

Toda esta misma estructura de los colectores de admisión también es válida para la estructura de los colectores de escape, es decir, los encargados de evacuar los gases quemados hacia el tubo de escape.

## **SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE**

El sistema de alimentación de combustible es el tiene como objetivo trasladar el combustible hasta el cilindro y mezclar el aire y el combustible en las proporciones adecuadas.

Sin este sistema de alimentación de combustible, además de que no podríamos enviar el combustible al cilindro, la mezcla de aire y combustible no estaría medida, por lo que afectaría al rendimiento del motor y al consumo, y provocaría un mal funcionamiento del motor en conjunto.

Para mezclar el aire con el combustible en las porciones necesarias se utilizan dos sistemas distintos:

- Alimentación por carburador
- Sistemas de inyección

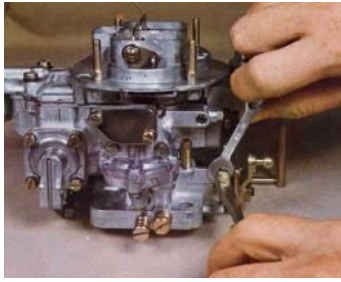
### **ALIMENTACIÓN POR CARBURADOR**

Este sistema de alimentación es puramente mecánico, se basa básicamente en un componente mecánico llamado carburador. El carburador es el encargado de mezclar el aire y el combustible en las porciones necesarias.

Este sistema solo es utilizado en los motores Otto, debido a que en los motores Diesel la relación de mezcla aire/combustible no es constante



porque la cantidad de aire que entra al cilindro siempre es la máxima posible.

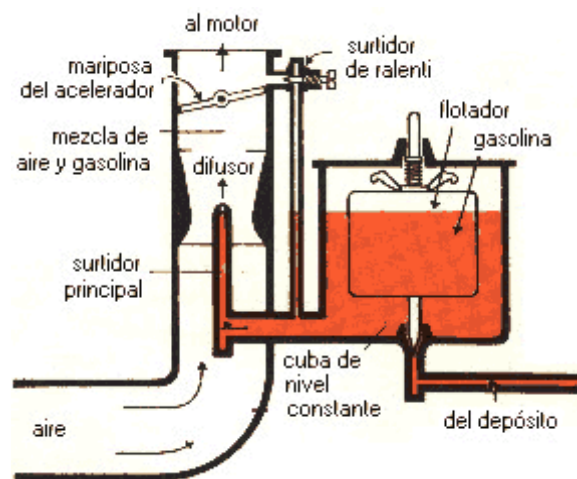


El fin del carburador es de pulverizar el combustible y de llegar a mezclarlo con el aire con una proporción de 14,7 Kg aire por cada 1 Kg de gasolina, o lo que es lo mismo 10000 litros de aire por cada 1 litro de gasolina, para tener una buena relación estequiométrica en la reacción de combustión y optimizar el funcionamiento del motor.

Para el arranque en frío se utiliza una mezcla más rica, es decir, para la misma cantidad de aire se mezcla más gasolina, permitiendo que la mezcla se encienda más fácilmente y vencer el problema. Esta mezcla más rica también se utilizan en motores de competición para desarrollar potencias más elevadas, aunque como contrapartida los gases són más contaminantes y se eleva el consumo.

A continuación explicaremos el funcionamiento básico del carburador y como actúa en el sistema de alimentación del motor.

El carburador consta básicamente de la cuba, el surtidor y el difusor. La cuba es un pequeño depósito donde almacena gasolina que proviene del depósito principal para enviárselo al surtidor principal. Esta cuba tiene un flotador que será el que regule su nivel de almacenamiento.



La *mariposa del acelerador* esta controlada por el acelerador, es decir, regulara la cantidad de aire que pasará al motor. Supongamos que aceleramos, entonces la mariposa se abre y el motor aspira aire. El aire aspirado por el motor que viene del filtro de aire pasa por el estrechamiento (*difusor*), creando un efecto "Venturi", es decir, aumenta la velocidad del aire debido al estrechamiento y aspira la gasolina que hay en el interior del surtidor pulverizandola, y por tanto mezclandose aire y combustible. Una vez que está mezclado el aire con la gasolina, puede fluir hasta el colector de admisión y de ahí, al motor.





Los carburadores más sofisticados se utilizan dos entradas de aire con dos surtidores de gasolina, entonces en el momento que el motor está trabajando en bajas rpm, solo funciona una entrada. En cambio, cuando el motor sube de vueltas se abre la otra entrada entregando mucho más volumen de aire y por tanto más gasolina. Este tipo de carburador es conocido como "carburador de doble cuerpo", o también "carburador Weber".

## **SISTEMA DE INYECCIÓN**

El sistema de inyección, al igual que el carburador, es el encargado de mezclar el aire con la gasolina en las proporciones adecuadas. El nombre de inyección viene dado porque el combustible es inyectado por un inyector para que sea mezclado con el aire.

Este sistema se utiliza desde el comienzo de los motores Diesel, ya que estos no pueden alimentarse mediante el carburador, necesitan un sistema de inyección para funcionar.

Los motores de gasolina que funcionan con carburador, contaminan mucho y consumen mucho debido a que el carburador no es estable, es decir, la mezcla no es del todo constante y el funcionamiento va variando según la demanda del motor.

Por eso, en la década de los 90' los motores de gasolina se vieron también obligados a utilizar sistemas de alimentación por inyección, que mejoraría mucho en tema de consumos, contaminación, rendimiento y por supuesto, mayores potencias.

En la actualidad los sistemas de inyección se ven positivamente afectados por la electrónica, con lo que han conseguido rendimientos mucho mayores.

### **Inyección en motores Diesel**

La inyección en los motores Diesel es imprescindible en estos motores, con lo que ha ido avanzando mucho en los últimos años.

El sistema de inyección puede ser de dos formas distintas:

**Inyección directa:** El inyector está situado en la culata en contacto con el cilindro. Está situado en el mismo sitio donde se ubica la bujía en un motor de explosión. De esta manera en el momento que se inyecta el combustible (gasoil) entra en contacto con el aire y empieza la reacción. Este sistema se utiliza en motores que trabajan a bajas rpm, es decir, motores lentos, aunque hoy en día este sistema está muy avanzado.

**Inyección indirecta:** El inyector está situado en una precámara de combustión, donde aquí se consigue homogenizar el aire con el combustible antes de la combustión. Este sistema de inyección se utiliza en motores más rápidos, el combustible se quema más eficientemente y con menores gases contaminantes, en contrapartida, la temperatura en la precámara es muy elevada. Este sistema hoy en día ya no se utiliza tanto debido a que las inyecciones directas han avanzado mucho.



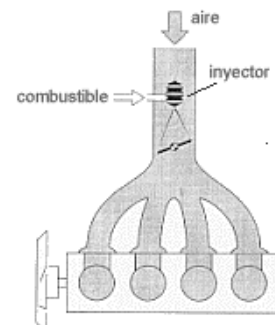
con antecámara o cámara de preencendido (Mercedes-Benz)

### Inyección en motores de gasolina

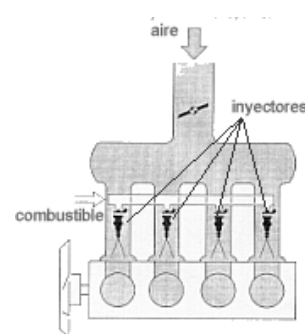
La inyección de gasolina es un sistema muy reciente, donde antes de los años 90' solo se utilizaban estos sistemas en motores de grandes prestaciones y en motores de competición, aunque ha ido avanzando mucho día a día.

Los sistemas utilizados son dos: la inyección monopunto y la inyección multipunto:

**Inyección monopunto:** En la inyección monopunto el inyector va situado en la entrada del colector. En el momento que se inyecta el combustible el aire recoge la gasolina y la mezcla se distribuye por cada parte del colector dependiendo el número de cilindros que tenga. Este sistema es más simple que el multipunto, pero en contrapartida no rinde tan bien como el multipunto debido a que la mezcla no se distribuye tan factiblemente.



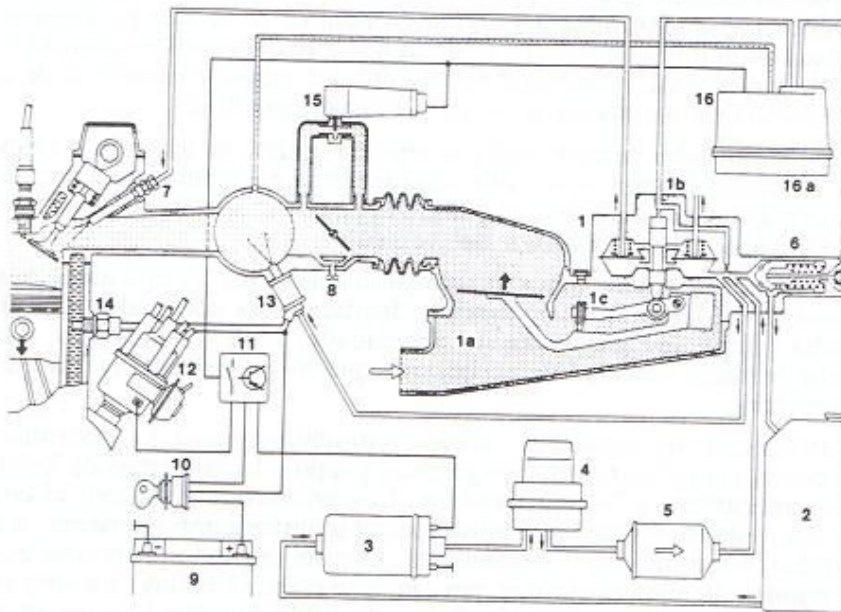
**Inyección multipunto:** En la inyección multipunto los inyectores están situados en la entrada de cada cilindro, es decir, está fijado en la culata cerca de la válvula de admisión. En este sistema hay un inyector por cilindro, con lo que el propio inyector puede estar más cerca del cilindro. En el momento que el inyector inyecta la gasolina, esta se mezcla con el aire entrando en el cilindro. Este sistema rinde mucho más que el sistema multipunto, debido a



que la mezcla es más homogénea y la distribución para cada cilindro se efectúa por igual. En contrapartida, este sistema es más costoso de fabricar.

En la actualidad, se está investigando los sistemas de inyección directa para motores Otto, que rinden mucho mejor, incluso ya hay muchos motores que lo incorporan.

### **Funcionamiento del sistema de inyección**



- |                                   |  |                                      |
|-----------------------------------|--|--------------------------------------|
| 1 Regulador de mezcla             | 5 Filtro                               | 12 Distribuidor de encendido         |
| 1a Caudalímetro                   | 6 Regulador de presión de alimentación | 13 Inyector para el arranque en frío |
| 1b Dosificador - distribuidor     | 7 inyector                             | 14 Termoccontacto temporizado        |
| 1c Tornillo de riqueza de ralentí | 8 Tornillo de velocidad de ralentí     | 15 Mando de aire adicional           |
| 2 Depósito de combustible         | 9 Batería                              | 16 Regulador de calentamiento        |
| 3 Bomba de combustible            | 10 Interruptor de encendido            |                                      |
| 4 Acumulador                      | 11 Relé de mando                       |                                      |

La *bomba de combustible* (3) envía el combustible que se almacena en el *depósito de combustible* (2) hacia el *dosificador-distribuidor* (1b), pasando primero por el *acumulador* (4) que estabilizará la presión de alimentación y el *filtro* (5) que filtrará el combustible quitándolo de impurezas. De ahí el combustible irá directamente a los *inyectores* (7).

El *regulador de mezcla* (1) es el que se encarga de comandar la riqueza de la mezcla y el momento que la gasolina ha de ser inyectada. Este regulador consta de un *caudalímetro* (1a) y del *dosificador-distribuidor* (1b). Cuando el aire de admisión entra al colector, el *caudalímetro* (1a) capta la cantidad de aire que ha entrado y envía una señal al dosificador, que éste comandará la cantidad de combustible a inyectar dependiendo de la cantidad de aire que haya captado el caudalímetro.

El principio del sistema de inyección es mucho más complejo y sofisticado que el carburador, aunque a la vez más eficaz.

Este sistema de inyección pertenece a un sistema de inyección mecánica multipunto, exactamente al sistema Bosch K-Jetronic, una de las inyecciones mecánicas más utilizadas.

## **NUEVAS TECNOLOGÍAS**

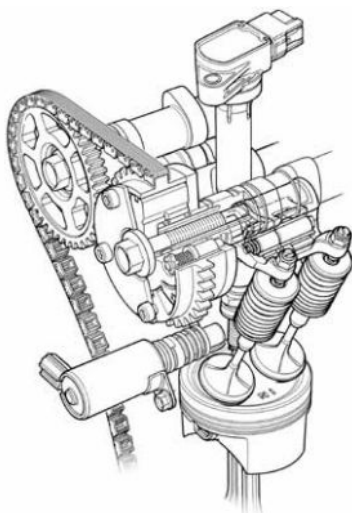
En los últimos años la aplicación de la electrónica en los motores de 4 tiempos en la automoción ha sido muy importante, con lo que la tecnología de los motores ha podido crecer y crecer hasta llegar a motores con un alto rendimiento, bajo consumo y potencias brutales. En este apartado se explicarán dos sistemas que se están empezando a utilizar en la actualidad.

### **Distribución variable**

En la distribución de los motores de cuatro tiempos, se pueden equipar con dos válvulas por cilindro, una de admisión y escape. Esto provoca que el motor trabaje muy bien a bajas vueltas del motor, lo que ganaremos algo de par en revoluciones bajas y medias, mientras que en altas rpm el motor pierde mucha potencia.

Muchos fabricantes prefieren equipar a sus motores con 4 o más válvulas por cilindro, dos de admisión y dos de escape generalmente. Esto quiere decir el motor trabajará muy bien en altas vueltas, y tendrá un gran par y potencia en altas rpm del motor, mientras que en bajas rpm le faltará algo de fuerza.

Para solucionar este problema de elección del tipo de distribución, en la actualidad se montan sistemas de distribución variable, es decir, dos válvulas por cilindro para bajas rpm y cuatro para altas rpm.



El sistema de distribución variable consta de un mecanismo mecánico-hidráulico que funciona con aceite que acciona las dos válvulas que no funcionan en bajas rpm en el momento necesario. Este sistema también gestiona el alzado de las válvulas para mejorar el rendimiento, es decir, que la apertura de la válvula sea mayor metiéndose más adentro del cilindro para mejorar el llenado en altas rpm, mientras que en bajas, la válvula se abre menos.

Con la ayuda de la electrónica se gestiona el sistema notablemente mejor, pudiendo controlar también el avance de admisión y escape.

Hay varios motores que utilizan este sistema, ya no solamente motores de altas prestaciones, sino que cada vez se utiliza más en automóviles de pequeño usuario.

Los sistemas de distribución más conocidos son los sistemas VTEC (Variable valve Timing and valve Electronic Control) montados por Honda o el sistema VANOS que monta BMW.

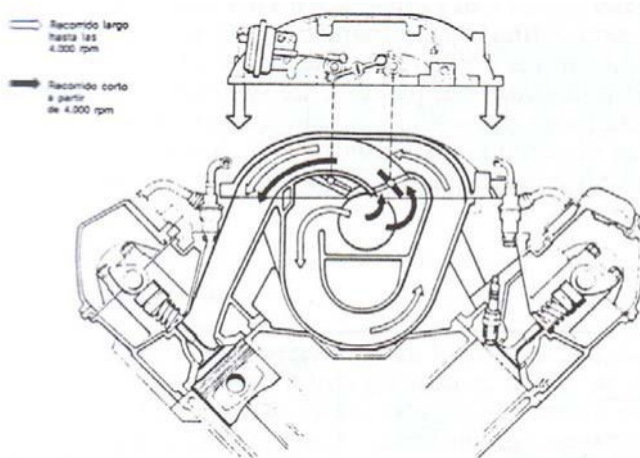
### **Colectores variables**

Al igual que sucede con el sistema de distribución, los fabricantes de motores tienen un gran dilema en el momento de fabricar los colectores de admisión y escape.

Un colector largo y de un diámetro reducido hace que el llenado del cilindro y por tanto la potencia sea la correcta en regímenes bajos, mientras que en altas rpm la potencia se queda algo escasa, al igual pasa con la evacuación de los gases. Este colector también hará que la distribución de los gases a los cilindros sea igual para cada cilindro en bajas rpm, mientras que en altas rpm la distribución será algo desigualdad.

Si el fabricante se decanta por construir un colector corto y de un diámetro superior el motor funcionará mucho mejor el altas rpm, aumentando el llenado del cilindro en regímenes altos, mientras que en bajas el par quedará algo reducido. La distribución del aire a los cilindros queda también alterada, pero en este caso al contrario que con un colector largo, la distribución no es del todo igual en bajas rpm.

Para solucionar este problema se ha inventado un sistema de colector variable, para que en bajas rpm el aire pase por un colector largo y de un diámetro reducido y en altas rpm el aire pase por otro tubo más corto y de un diámetro superior.



En bajas rpm el aire que proviene del filtro pasa por el colector largo hasta el motor (flecha blanca). En altas rpm, se abre una mariposa de gases controlada electrónicamente que deja pasar el aire (flecha negra) hacia el motor.

Este sistema no es tan utilizado como la distribución variable, aunque ahora se está empezando a montar

combinado con la distribución variable, haciendo de los motores verdaderas máquinas térmicas de alto rendimiento.