

# **Sistemas de Anticontaminación**

**Manuel Gan Espinosa  
Samir Palacios Rosales  
2º Electromecánica de Vehículos  
Salesianos - Elche**

## **ÍNDICE**

- 1. Introducción**
- 2. Reacciones químicas en el motor**
- 3. La recirculación de los gases**
- 4. Dispositivos de anticontaminación**
  - 4.1. Válvulas EGR**
    - 4.1.1. Neumáticas**
    - 4.1.2. Eléctricas**
  - 4.2. Cánister**
    - 4.2.1. A motor parado**
    - 4.2.2. En marcha**
  - 4.3. Inyección de aire**
    - 4.3.1. “Pulsair”**
    - 4.3.2. En el escape**
  - 4.4. Filtro Antipartículas (FAP)**
  - 4.5. Sonda Lambda**
    - 4.5.1. Sonda Lambda de Zirconio**
    - 4.5.2. Sonda Lambda de Titanio**
    - 4.5.3. Comprobaciones en la Sonda**
  - 4.6. Catalizador**

## 1.- INTRODUCCIÓN

La reglamentación vigente sobre Homologación de Vehículos, obliga a los constructores de automóviles a incorporar nuevas tecnologías destinadas a la reducción de emisiones contaminantes según los valores límites legislados.

La superación de las pruebas de homologación de los vehículos, requiere como base una óptima combustión en los motores e implica una precisión constante de la mezcla aire/combustible.

Según el tipo de motor, la mezcla aire/combustible adecuada para reducir los contaminantes al máximo debe ser la siguiente:

- Motores Otto (gasolina) = Mezcla ideal ( $\lambda = 1$ ).
- Motores Diesel (gasóleo) = Mezcla excesivamente pobre ( $\lambda > 1$ ).

Para alcanzar esta precisión constante de la dosificación de la mezcla en los motores se han incorporado de forma progresiva los sistemas de Gestión Electrónica del Motor, inyección y encendido, así como una serie de dispositivos adicionales, tanto en motores de gasolina como en motores Diesel, que contribuyen a la óptima alimentación de la mezcla y combustión de los motores y, en consecuencia, a la máxima depuración de los gases de escape de los automóviles.

No obstante, para alcanzar una eficacia casi del 100% en la eliminación de los gases contaminantes del escape, es necesaria la incorporación en la instalación de escape de un dispositivo a modo de filtro, denominado convertidor catalítico o catalizador.

Además, en los motores de gasolina, se incorpora un sensor de control de la mezcla para el sistema de gestión electrónica del motor denominado sonda lambda y ubicada siempre delante del catalizador.

Otros dispositivos incorporados actualmente en el entorno del motor con la finalidad de contribuir también a la eliminación de contaminantes son los siguientes:

- La recirculación de los gases de escape a través de la válvula denominada EGR para reducir los NOx.
- La absorción de los vapores del depósito de combustible a través de un filtro de carbón activo denominado “cánister” hasta la admisión para que no fluyan a la atmósfera los hidrocarburos volátiles HC del combustible.
- La inyección de aire en el escape mediante unas válvulas denominadas “pulse air” con la finalidad de “quemar” el CO y HC contenidos en los gases de escape, mediante el flujo de oxígeno inyectado a través de estas válvulas.

## 2.- REACCIONES QUÍMICAS EN EL MOTOR.

La combustión en un motor de ciclo Otto procede de la reacción química del combustible (gasolina) formado por Hidrógeno y carbono y el comburente (aire) formado en su mayor parte por oxígeno y nitrógeno.

Se introduce en los cilindro la mezcla de aire y combustible finamente pulverizado y en una proporción de 14,5:1 y se comprime a gran presión, en ese momento se hace saltar una chispa que eleva la temperatura y el combustible se quema en presencia del oxígeno del aires, es decir, se oxida rápidamente combinándose el carbono del combustible con el oxígeno del comburente.

La energía química del combustible se libera en forma de calor cuando se quema, transformándose en el motor en energía mecánica.

Se produce la transformación de la mezcla en vapor de agua  $H_2O$  con el oxígeno del aire y el hidrógeno del combustible, y dióxido de carbono  $CO_2$ , por la reacción del oxígeno del aire y el carbono del combustible. El nitrógeno del aire no interviene y queda como  $N_2$ .

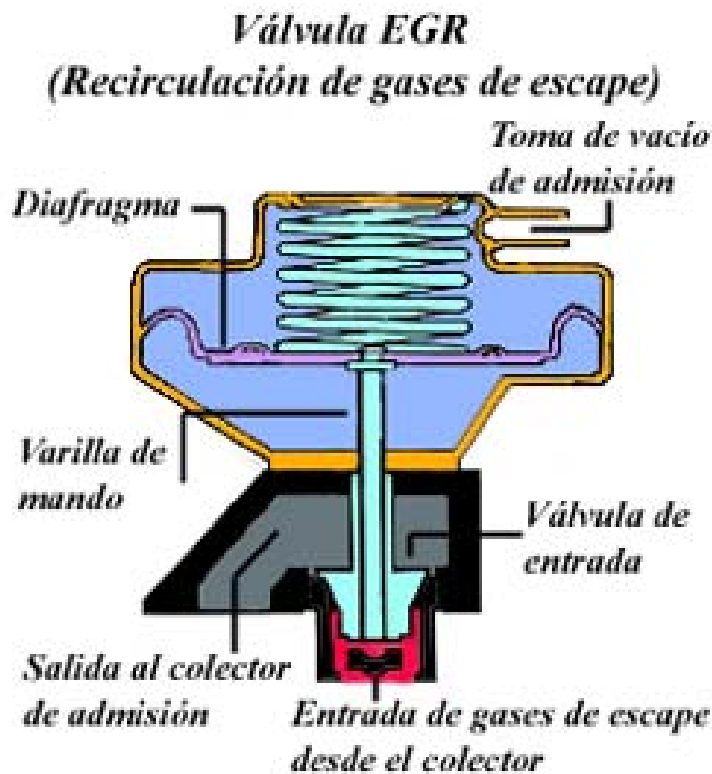
La combustión en el motor de ciclo OTTO, aunque teóricamente no produciría productos nocivos, la combustión incompleta que se produce en la realidad si los crea.

El resultado de la combustión es:

Nombre	Símbolo	Porcentaje
Nitrógeno	$N_2$	71 %
Vapor de agua	$H_2O$	9 %
Anhídrido carbónico	$CO_2$	18 %
Oxígeno y otros	$O_2$	1 %
Contaminantes		1 %
	$NO_x$	0,08 %
	HC	0,05 %
	CO	0,85 %
	Partículas sólidas	0,02 %

Como se ve en la gráfica hay un 1% de gases contaminantes, pero este porcentaje es suficiente para crear trastornos en la atmósfera sobre todo de las grandes ciudades, que se suma a la contaminación de las industrias, centrales energéticas y la propia de las ciudades, por las calefacciones, etc.

Se calcula que los automóviles producen una sexta parte de la contaminación por óxidos de nitrógeno.

**Válvula EGR, recirculación de gases de escape.****3.- RECIRCULACIÓN DE GASES DE ESCAPE****Misión**

La recirculación de gases de escape tiene dos misiones fundamentales, una es reducir los gases contaminados procedentes de la combustión o explosión de la mezcla y que mediante el escape salen al exterior. Estos gases de escape son ricos en monóxido de carbono, carburos de hidrógeno y óxidos de nitrógeno.

La segunda misión de la recirculación de gases es bajar las temperaturas de la combustión o explosión dentro de los cilindros. La adición de gases de escape a la mezcla de aire y combustible hace más fluida a esta por lo que se produce la combustión o explosión a temperaturas más bajas.

En los gases de escape de los motores diesel nos encontramos con los siguientes contaminantes:

- **Los hidrocarburos (HC).**
- **El óxido de carbono (CO).**
- **Las partículas por reacción química de oxidación.**
- **El óxido de nitrógeno (Nox).**

De los tres primeros contaminantes se encarga de reducirlos el catalizador de oxidación. El óxido de nitrógeno no se ve afectado por la instalación de un catalizador por lo que dicho contaminante hay que tratarlo antes de que llegue al escape. Esta es la razón por la que se utiliza el sistema EGR en los motores.

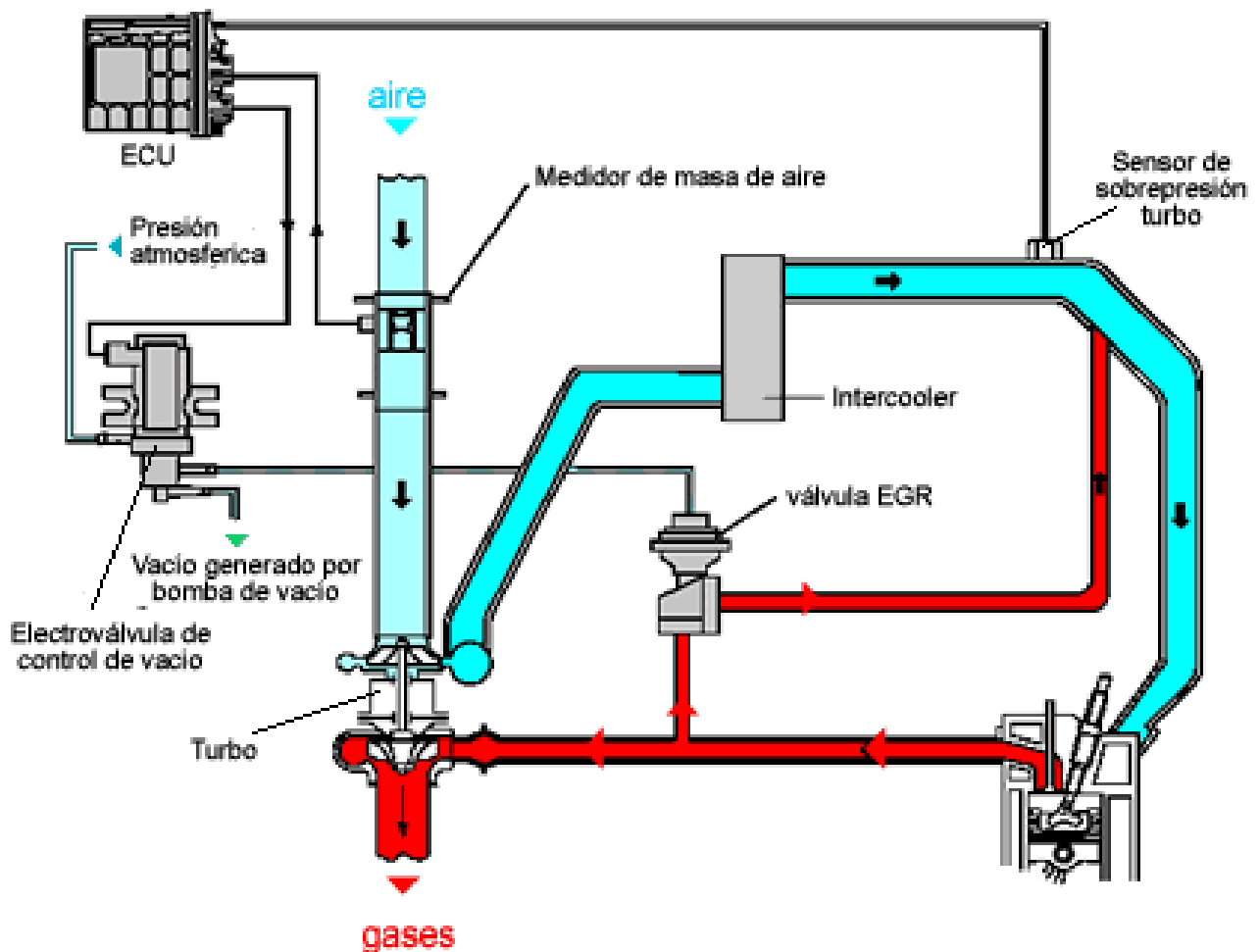
## 4.- DISPOSITIVOS DE ANTICONTAMINACIÓN

### VÁLVULAS EGR

Para reducir las emisiones de gases de escape, principalmente el óxido de nitrógeno (Nox), se utiliza el Sistema EGR (Exhaust gas recirculation) que reenvía una parte de los gases de escape al colector de admisión, con ello se consigue que disminuya el contenido de oxígeno en el aire de admisión que provoca un descenso en la temperatura de combustión que reduce el óxido de nitrógeno (Nox). Un exceso de gases de escape en el colector de admisión, aumentaría la emisión de carbonilla.

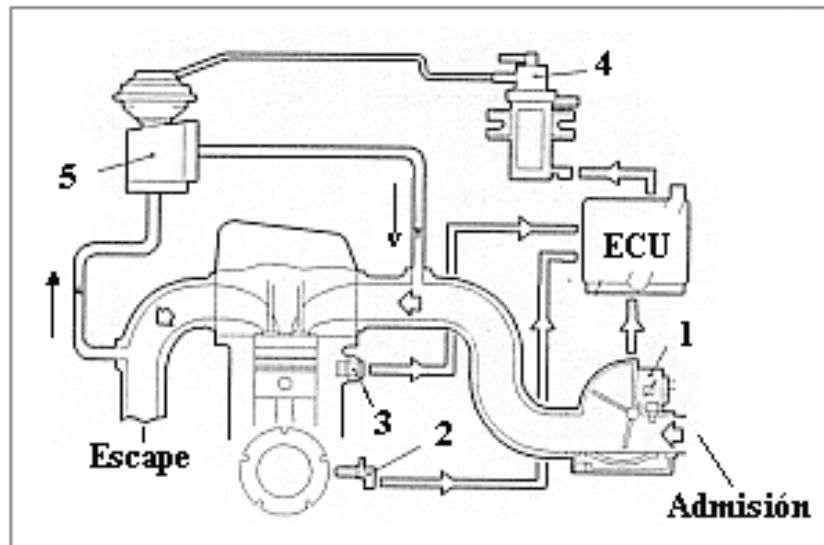
Cuando debe activarse el sistema EGR y cuál es la cantidad de gases de escape que deben ser enviados al colector de admisión, es calculado por la ECU, teniendo en cuenta el régimen motor (RPM), el caudal de combustible inyectado, el caudal de aire aspirado, la temperatura del motor y la presión atmosférica reinante. Normalmente el sistema EGR solamente está activado a una carga parcial y temperatura normal del motor.

Esquema de un sistema EGR

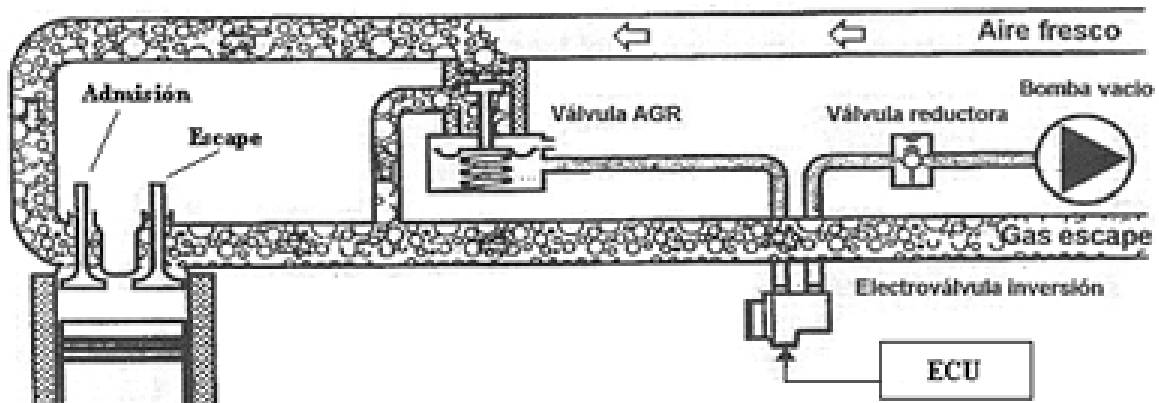


En la figura se ve un sistema EGR montado en un motor atmosférico a diferencia del anterior.

- 1- Medidor de masa de aire.
- 2- Sensor de revoluciones (RPM).
- 3- Sensor de temperatura.
- 4- Convertidor EGR. (electroválvula de control de vacío)



De acuerdo con los datos obtenidos, la ECU actúa sobre una válvula electroválvula controladora de vacío (convertidor EGR). Esta válvula da paso o cierra la depresión procedente de la bomba de vacío. De esta forma la válvula de recirculación de gases (válvula EGR) abre o cierra permitiendo o no la recirculación de gases del colector de escape al colector de admisión.

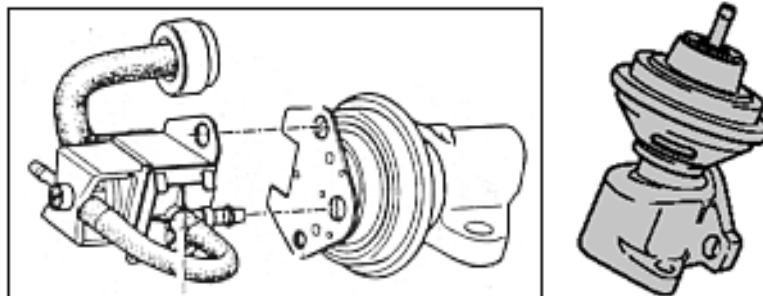
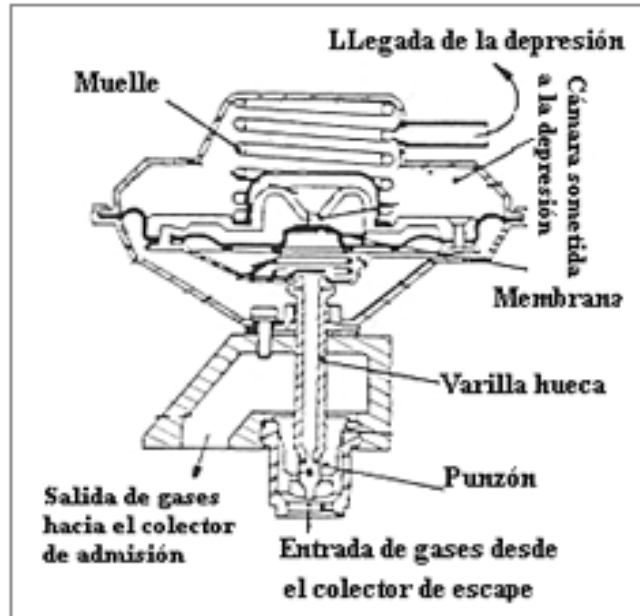


En la figura se ve un sistema EGR montado en otro tipo de motor. De acuerdo con los datos obtenidos, la unidad de mando ECU actúa sobre la "válvula inversora" electroneumática. Esta válvula da paso o cierra la depresión que genera la "bomba de vacío", de esta forma la "válvula EGR" abre o cierra el circuito de recirculación de gases de escape.

## Misión Válvulas EGR

La válvula EGR es la encargada de hacer recircular los gases de escape del colector de escape al colector de admisión, y se clasifican según su funcionamiento en: "neumáticas" y "eléctricas".

Hay otros sistemas EGR en los que la Válvula EGR y la electroválvula que controla la depresión o vacío (Convertidor EGR) van juntas es decir forman la misma pieza por lo que se simplifica el sistema como se ve en la figura.



## Neumáticas

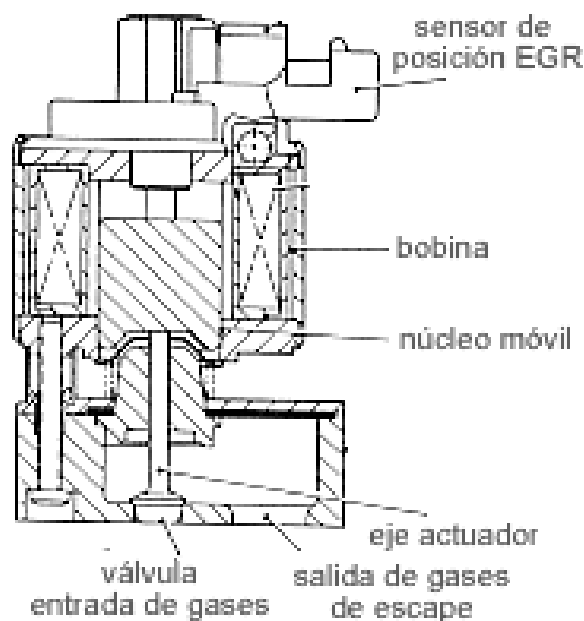
Las válvulas EGR neumáticas son accionadas por depresión o vacío. Están constituidas por una membrana empujada por un muelle, que abre o cierra una válvula a través de una varilla hueca en cuyo extremo lleva un punzón. La varilla esta acoplada a la membrana, que se mueve abriendo la válvula cada vez que la depresión actúa sobre la membrana y vence la presión del muelle. Para controlar la depresión que actúa sobre la válvula EGR necesitamos de otra válvula separada en este caso eléctrica que será controlada por la ECU. En los esquemas estudiados anteriormente la válvula que controla la depresión o vacío sobre la válvula EGR serian en el primer esquema el "Convertidor EGR" y en el segundo esquema la "Electroválvula de inversión".



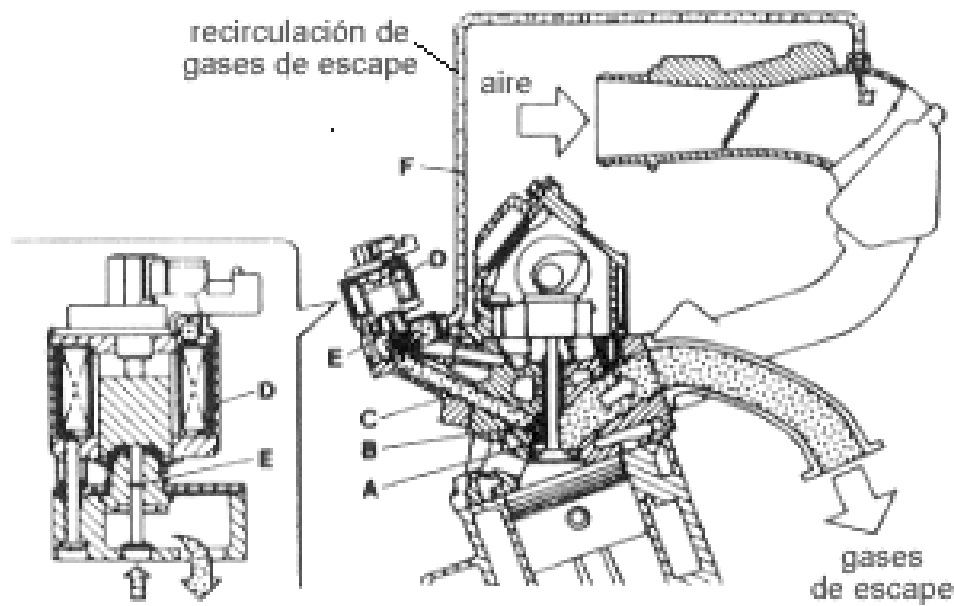
## Eléctricas

Las válvula EGR eléctricas se caracterizan por no tener que utilizar una bomba de vacío para su funcionamiento por lo que trabajan de forma autónoma. Estas válvulas actúan de una forma muy similar al dispositivo "variador de avance de inyección" que utilizan las "bombas electrónicas" que alimentan a los motores de inyección directa diesel (TDi). Constan de un solenoide que actúa al recibir señales eléctricas de la UCE cerrando o abriendo un paso por el que recirculan los gases de escape. El mayor o menor volumen de gases a recircular viene determinada por la UCE, que tiene en cuenta ciertos parámetros como: la velocidad del coche, la carga y la temperatura del motor.

La válvula EGR eléctrica cuenta con un pequeño sensor en su interior que informa a la UCE en todo momento, la posición que ocupa el elemento que abre o cierra el paso de la recirculación de los gases de escape. Este tipo de electroválvula no se resiente de la depresión, por tanto puede abrirse con cualquier carga motor y con cualquier depresión en el colector. Interviene con temperatura líquido motor 55°C, temperatura aire aspirado > 17°C y régimen motor incluido entre 1500 y .5600 (según las características del motor).



Durante la intervención del sistema EGR, los gases de escape "B" son interceptados y canalizados a través del conducto "C" hacia la válvula "D", que gobernada por la centralita, levanta la válvula "E" permitiendo que los gases de escape sean canalizados hacia la admisión a través del conducto "F".



### Válvula EGR eléctrica desarrollada por Delphi Automotive.



### CÁNISTER - FILTRO DE CARBÓN ACTIVO

Una cantidad relativamente importante de hidrocarburos se escapan del vehículo por evaporación a través de:

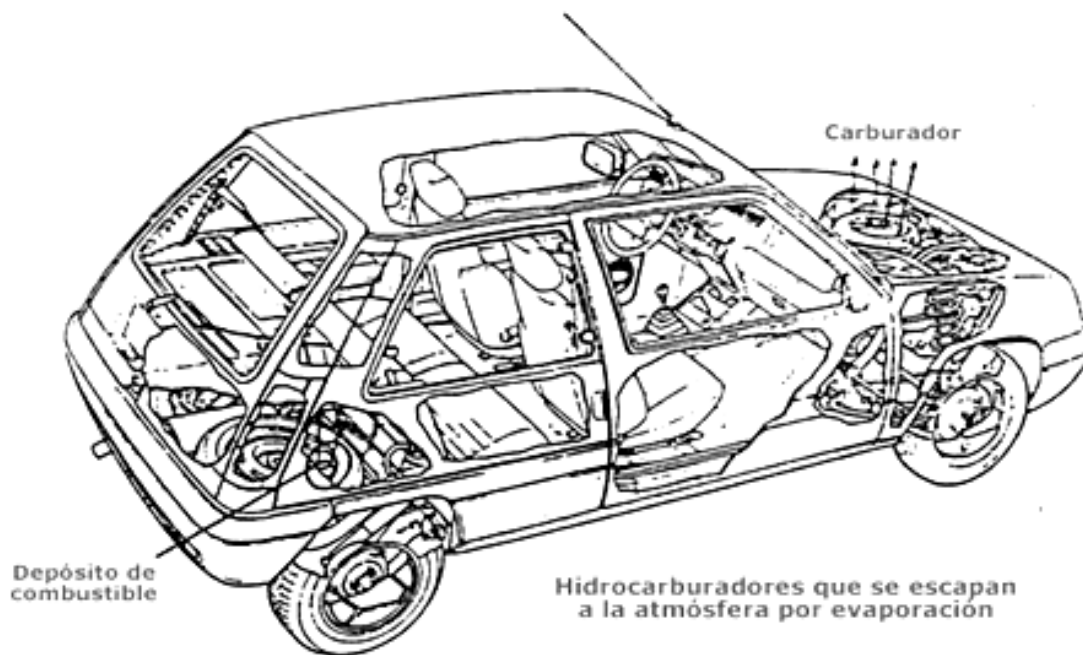
- el orificio de ventilación o puesta en atmósfera del tapón de llenado del depósito de gasolina
- también se evaporan hidrocarburos por el aireador de la cuba del carburador, que está abierto cuando el acelerador está en posición de reposo.

Se calcula que el combustible que se evapora representa hasta el 20% de la contaminación potencial de un vehículo. En Estados Unidos a partir de 1971 la ley federal exigió el uso de sistemas de control de emisiones evaporativas en la mayoría de los vehículos. Estas fugas de hidrocarburos hacia la atmósfera pueden evitarse recuperando y almacenando momentáneamente en un recipiente llamado cánister, para más tarde quemarlos en el motor.

El cánister o "bote" como también se le denomina, contiene carbón activo con el fin de retener provisionalmente los hidrocarburos evaporados del depósito de gasolina y de la cuba del carburador.

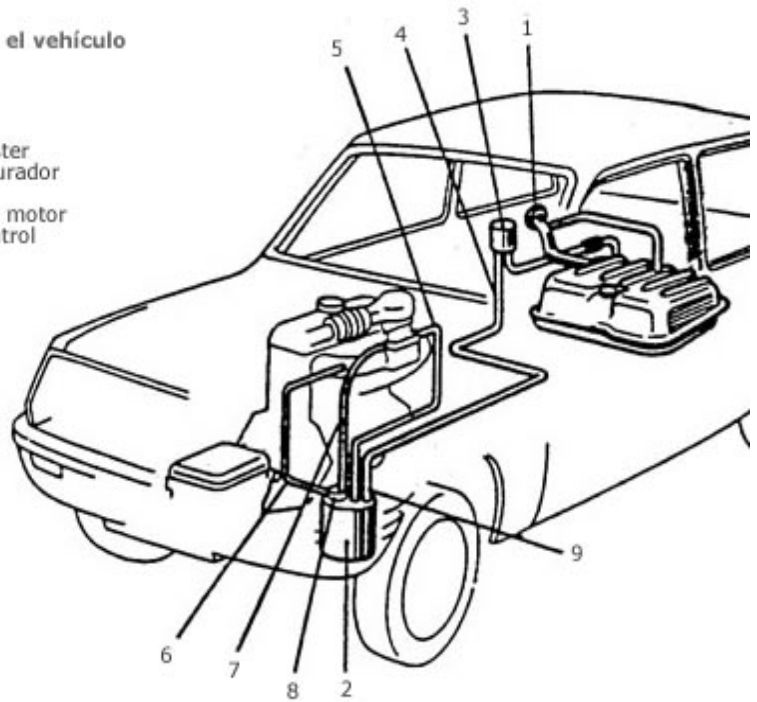
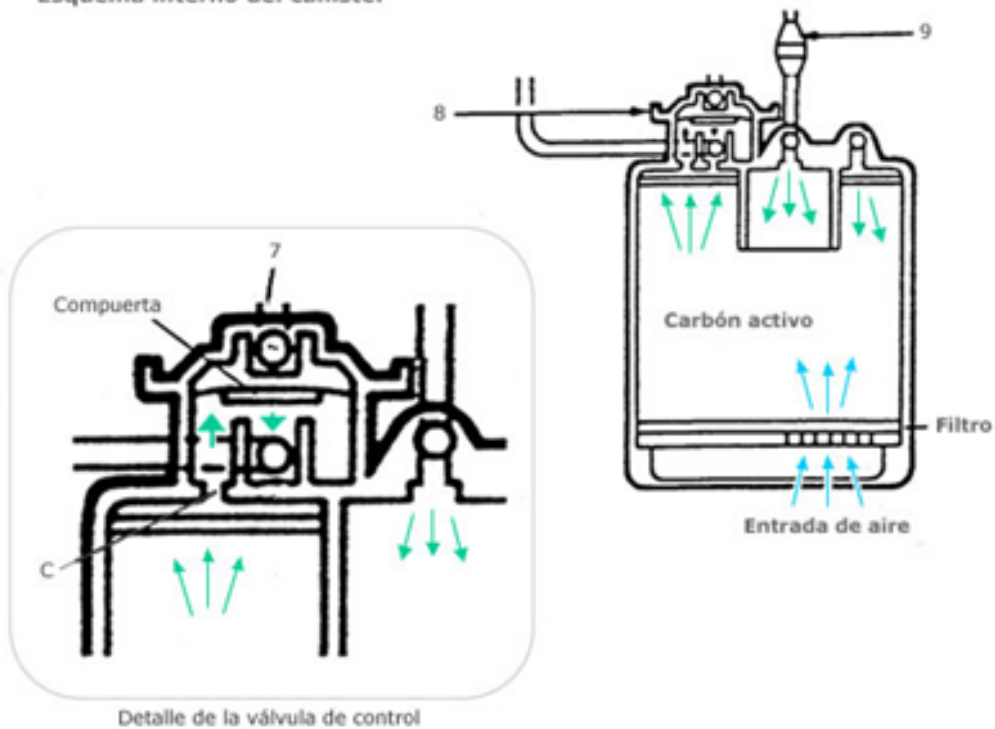
La válvula de control (8) establece o interrumpe la aspiración de los hidrocarburos por el motor.

Un filtro impide la entrada de polvo que podría ser arrastrado por la circulación de aire que atraviesa el "bote" (cánister), cuando se establece la unión colector de admisión con este.



**Esquema de localización de los elementos en el vehículo**

- 1.- Tapón del depósito
- 2.- Canister o filtro de carbon activo
- 3.- Válvula antivuelco
- 4.- Tubo de unión del depósito de gasolina al canister
- 5.- Tubo de unión del aireador de la cuba del carburador al canister.
- 6.- Tubo de respiración de los hidrocarburos por el motor
- 7.- Tubo de mando neumático de la válvula de control del canister
- 8.- Válvula de control de la respiración de los hidrocarburos
- 9.- Válvula de 2 vías.

**Esquema interno del canister**

## Funcionamiento

Se diferencian dos fases de funcionamiento:

- Vehículo parado
- Vehículo en marcha

### Funcionamiento a motor parado

Los vapores de hidrocarburos acumulados en la parte superior del depósito de gasolina se evacúan hacia el cánister a través de la válvula antivuelco (3) y por el tubo (4) y llegan a la válvula de dos vías (9).

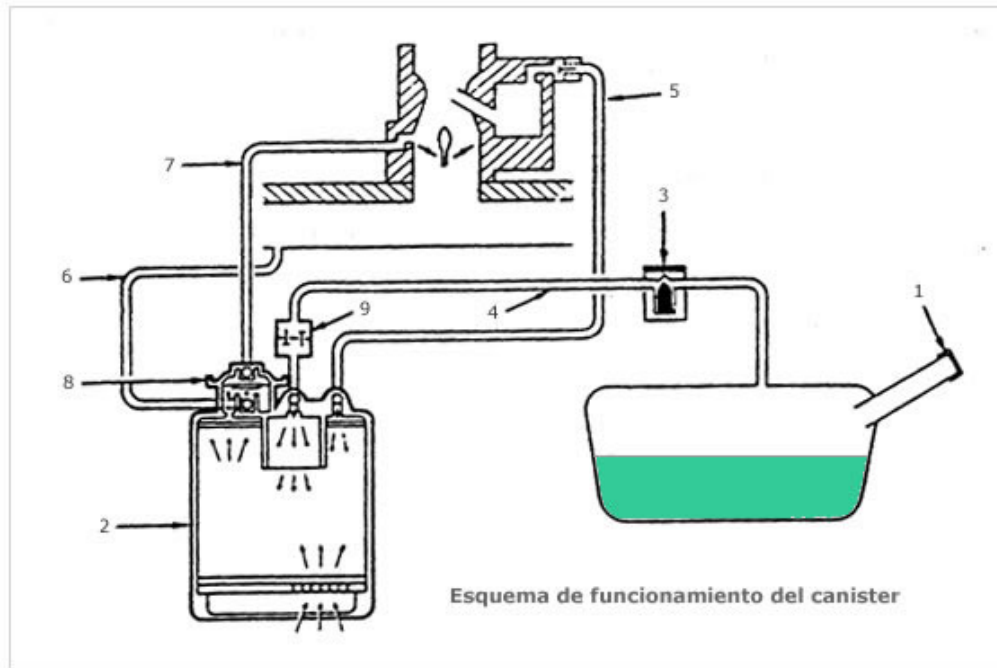
Si la presión de los vapores es suficiente una de las compuertas de la válvula (9) se abre, los vapores penetran en el cánister (2), el carbón activo retiene los vapores. Las evaporaciones de la cuba del carburador están canalizadas por el tubo (5) hasta el cánister (2).

### Funcionamiento en marcha, mariposa de gases abierta (acelerador)

La depresión canalizada por el tubo (7) actúa en la parte alta de la válvula de control (8), la válvula se abre. La depresión del colector de admisión crea una circulación de aire que atraviesa el carbón activo del cánister; los hidrocarburos arrastrados por el aire pasan por el orificio calibrado (C), por la válvula de control (8) al tubo (6); en el colector de admisión se mezclan con el gas aspirado por el motor.

El carbón activo se purga y queda listo para recibir nuevos vapores de gasolina. Desde el momento que la mariposa vuelve a la posición de ralentí, se interrumpe la acción de depresión de mando, el resorte cierra la compuerta de la válvula de control (8), el motor no aspira del cánister, lo que evita el enriquecimiento de la mezcla que alimenta el motor a ralentí o una toma de aire. A régimen de ralentí las evaporaciones son retenidas en el cánister.

Cuando por consumo de carburante o por enfriamiento de éste la presión disminuye en el depósito, bajo el efecto de la presión atmosférica la segunda compuerta de la válvula (9) se abre, la presión se restablece en el depósito de combustible.

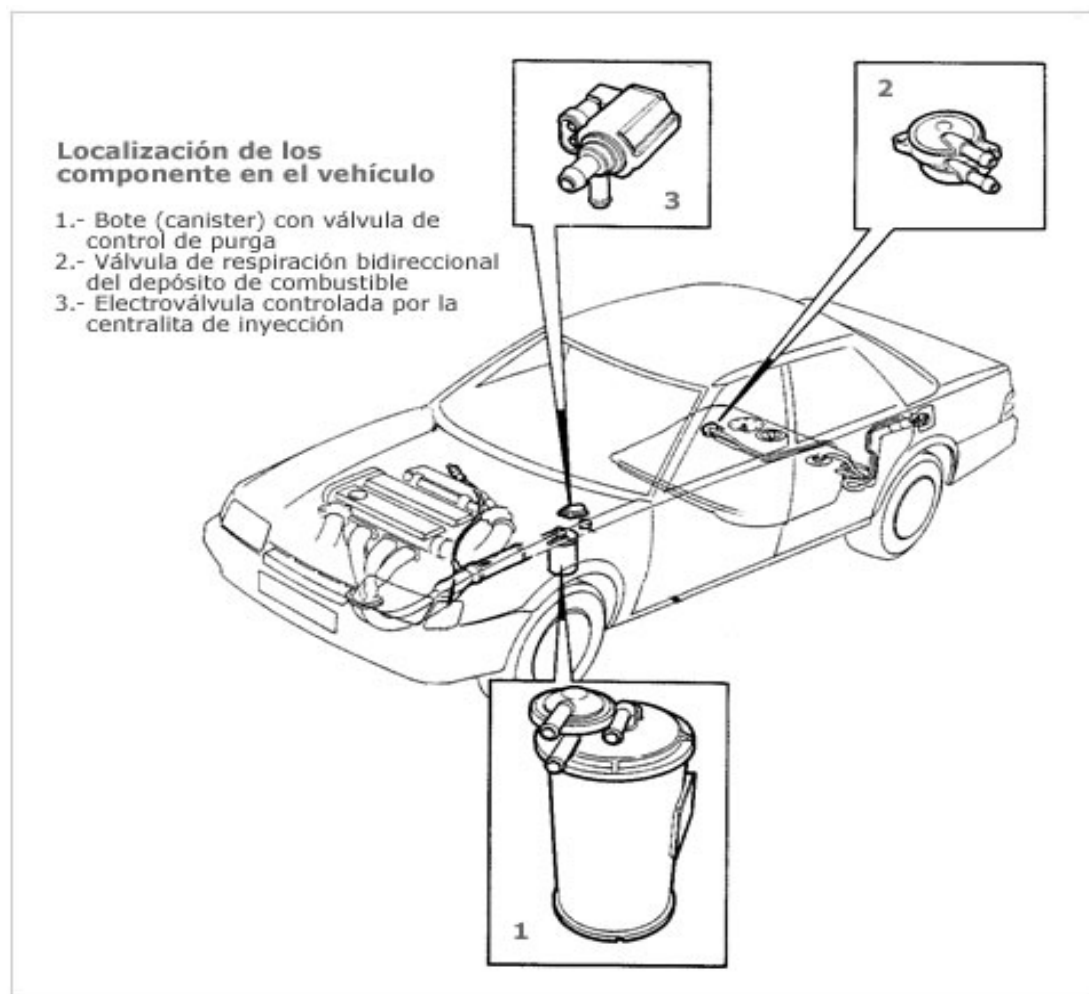


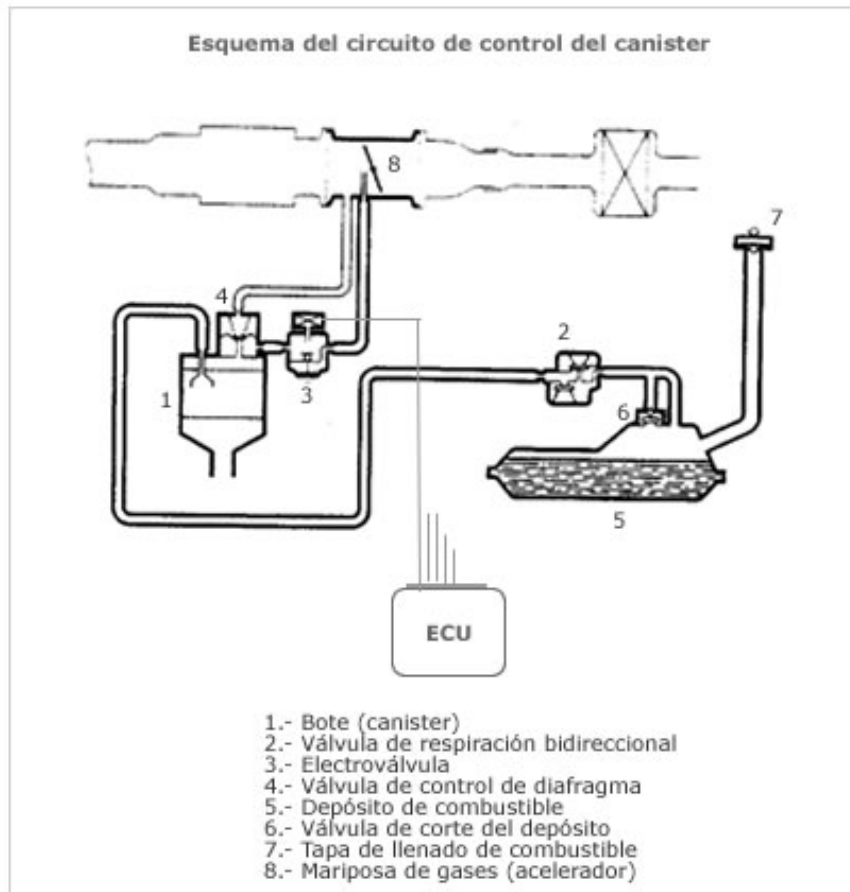
Con la llegada de la electrónica al automóvil los sistemas de control evaporativo de gases (cánister) cambiaron la forma de controlar la purga de los vapores de combustible retenidos en el "bote". Por esta razón ahora la válvula de control de purga está controlada por electroválvulas o válvulas de demora que aseguran que los vapores se purguen cuando el motor los puede quemar con más eficiencia. En los modelos más modernos, los que se usan desde hace unos años hasta hoy en día, la gestión del cánister es controlada por la centralita de inyección ECU. La centralita actúa sobre una electroválvula que controla la válvula de control de purga, teniendo en cuenta varios factores de funcionamiento del motor como son:

- Temperatura del motor (no funciona hasta que el motor alcanza una determinada temperatura)
- Revoluciones del motor (en ralentí no funciona)
- Carga del motor (con mariposa totalmente no funciona)
- Arranque (durante el arranque no funcionaria)

La purga del cánister aumenta hasta que la centralita recibe una señal de una condición rica de combustible desde la sonda lambda, después la purga es controlada hasta que la señal de la sonda lambda nos da una señal de mezcla correcta.

En la figura inferior se ve un sistema de control evaporativo de gases (cánister) aplicado a un motor de inyección electrónica de gasolina. Una válvula de control de diafragma montada en la parte superior del bote (1) se mantiene abierta durante la marcha del motor con la depresión de admisión, por vía de un tubo procedente del cuerpo de mariposa. La electroválvula (3) es la encargada de abrir o cerrar el paso de los gases de purga del cánister hacia el colector de admisión del motor.

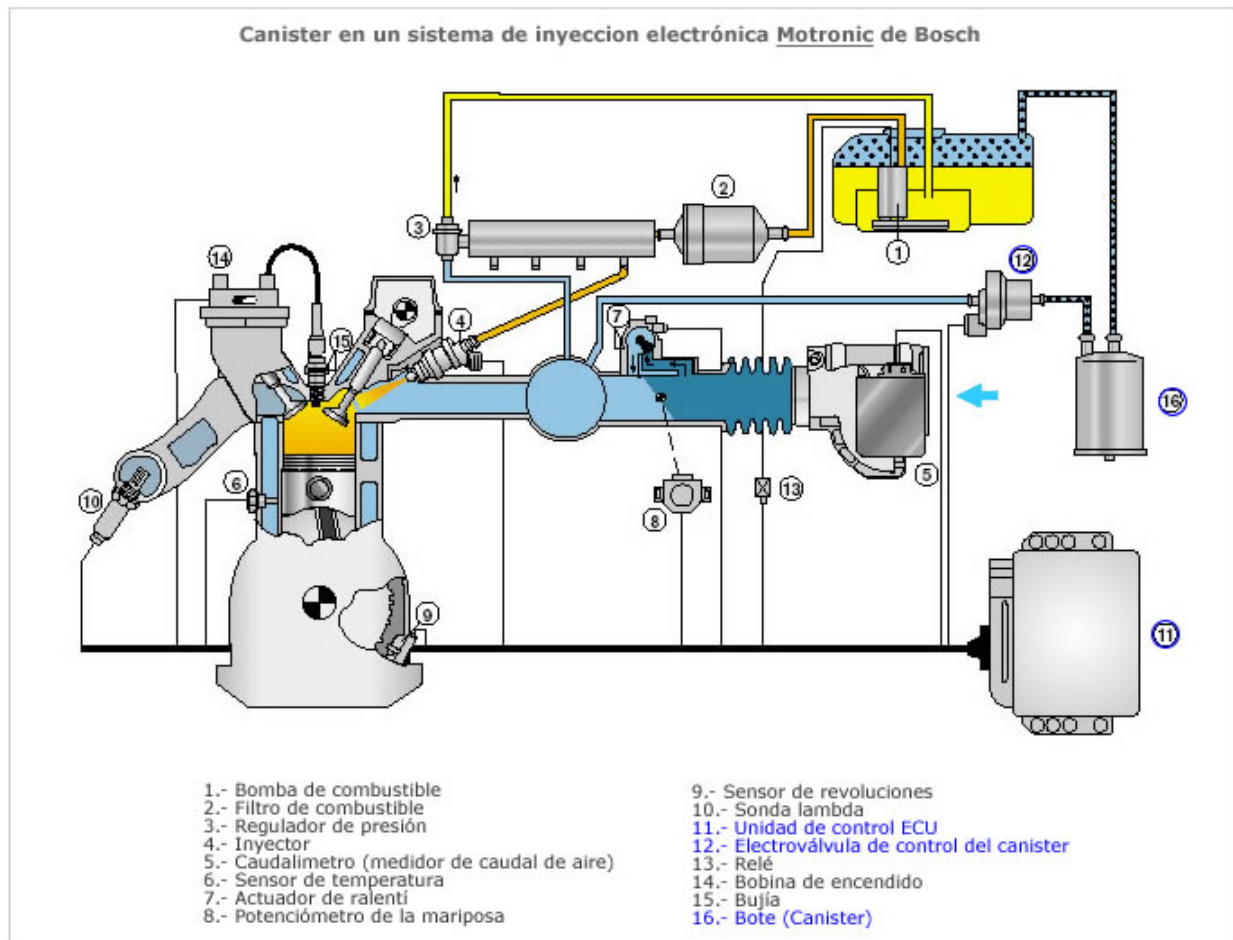




Para impedir que el combustible líquido pase del depósito al tubo, el sistema lleva incorporado una válvula de cierre de combustible (6). Hay tapas de llenado (7) que llevan incorporado unas válvulas para aliviar tanto la presión como el vacío que se pueda crear en el depósito de combustible. En condiciones normales estas válvulas están cerradas para garantizar la estanqueidad. En caso de fallo del sistema y la presión o depresión fuese excesiva, se abrirá una de las válvulas de la tapa de llenado para descargar este exceso de presión o vacío a la atmósfera.

En los sistemas de gestión electrónica más modernos (figura inferior) se suprime hasta la "válvula de control" (posición 4 en el esquema anterior). Con la electroválvula (12) se puede controlar en todo momento la purga de los gases del canister, según lo decida la unidad de control ECU (12).





## INYECCIÓN DE AIRE

### Sistema *Pulsair*

Se basa en la idea anterior de añadir aire al escape para facilitar la oxidación como ya se explico, pero este sistema es más sencillo y no usa bomba de aire por lo que es más fiable y económico.

Se trata de una válvula con una membrana de acero que tapa y libera el paso según las pulsaciones de los gases de escape, aprovecha así las variaciones de presión del sistema de escape.

La inyección de aire se interrumpe mediante una válvula de derivación cuando estamos en deceleración para evitar detonaciones en el escape.

## Inyección de aire en el escape



Esta es una válvulas de aire secundario (ARV/SLV) y su misión es la misma que el sistema anterior, la única diferencia es que esta válvula es más moderna y también tiene sensores y la anterior no lleva ningún sensor.

Hay otro efecto suplementario: en los primeros minutos de la fase de calentamiento, el catalizador está por debajo de su temperatura de funcionamiento óptimo con lo que no realiza adecuadamente su labor. Al producirse una postcombustión en el colector de escape se produce un aumento de la temperatura de los gases de escape los cuales a su vez incrementan la temperatura del catalizador acelerando su funcionamiento óptimo.

Una vez alcanzada la temperatura adecuada en el motor tras el arranque en frío, el sistema de aire secundario deja de funcionar. Esta válvula funciona mientras el motor no alcance aproximadamente los 30°C o bien durante un tiempo determinado (aproximadamente 1 o 2 minutos) con una temperatura superior a la dicha o con un tiempo de funcionamiento mayor al dicho la válvula se desactivará por la UCE.

Como ya vimos antes el CO y el HC se oxidan con el oxígeno del aire gracias a las condiciones reinantes en el colector de escape, pero como quiera que estas reacciones son lentas lo que hacemos es **inyectar aire** en el escape para de este modo favorecer la oxidación y obtener CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub> respectivamente.

El aire se debe inyectar en una zona caliente para que no afecte a las condiciones de alta temperatura necesarias para estas reacciones, por ejemplo junto a la válvula de escape. El aire se inyecta mediante una bomba movida por el motor con lo que inyecta aire en función del régimen de este, y una válvula de un solo sentido.

Pierburg S.A. fabrica las válvulas de aire secundario (ARV/SLV) que pilotan el suministro de aire secundario al motor.

## FILTRO ANTIPARTÍCULAS (FAP)

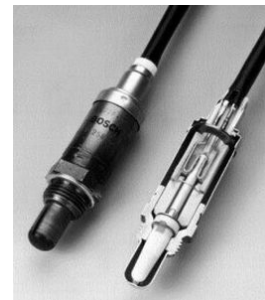
Se trata de un filtro de partículas (hollín) para motores diesel desarrollado por Peugeot. Los motores diesel en su combustión a plena carga (acelerador pisado a tope), tienen dificultades para quemar todo el combustible inyectado en el cilindro. El combustible no quemado y expulsado a la atmósfera, son cadenas de hidrocarburos que tienden a reagruparse formando el hollín (humo negro).

El hollín tiene el peligro de depositarse en el tejido pulmonar al ser inhalado, produciendo efectos muy nocivos para la salud. Para disminuir este problema, Peugeot ha desarrollado el filtro FAP, situado en el escape, detrás del catalizador. El sistema se ha desarrollado gracias a la aplicación del common rail, que permite un control global de los parámetros de la alimentación, entre ellos la temperatura de los gases del escape. Esto significa que las partículas retenidas en el filtro, periódicamente (cada 400/500 km, de forma automática), se recombustionan al aumentar de forma controlada la temperatura de los gases, producto de la combustión. Como consecuencia, se soluciona un problema constante en este tipo de elementos: la regeneración o "vaciado" de los mismos.

Con este filtro Peugeot ha conseguido emitir una cantidad de partículas de 0,001 grm/km, muy inferior a la normativa obligatoria para motores diesel a partir del 2005 de 0,025 grm/km.

## SONDA LAMBDA

En este artículo vamos a explicar cuál es el funcionamiento de la **sonda lambda** en el vehículo, de qué forma actúa, como se pueden diferenciar según el número de cables que disponga, así como la comprobación paso a paso de su correcto funcionamiento o como **detectar una posible avería**.



Es un dispositivo capaz de medir la relación Lambda de los gases de escape en función de la cantidad de oxígeno que posean. La medida de la sonda Lambda es una señal de voltaje de entre 0 y 1 v.

La sonda Lambda está formada interiormente por dos electrodos de platino separados por un electrolito de cerámica porosa. Uno de los electrodos está en contacto con la atmósfera y el otro con los gases de escape. Además la sonda está dispuesta de una sonda interna de caldeo para llegar fácilmente a los 300 grados centígrados, su temperatura óptima de funcionamiento.

## Funcionamiento.

Al estar cada uno de los electrodos de platino en entornos diferentes adquieren cantidades diferentes de iones de oxígeno. De esta manera uno de ellos queda eléctricamente más cargado que el otro, creando entre ellos una diferencia de voltaje o diferencia de potencial.

## Tipos de sonda lambda.

### SONDA LAMBDA DE ZIRCONIO

La sonda de oxígeno de Zirconio es la más utilizada, el elemento activo es una cerámica de óxido de zirconio recubierto interna y externamente por capas de platino que hacen de electrodos. El electrodo interno está en contacto con el oxígeno atmosférico exento de gases de escape y el electrodo externo está en contacto con los gases de escape.



A temperaturas inferiores a 300 °C el sensor se comporta como un circuito abierto (resistencia infinita).

A temperaturas mayores de 300 °C la cerámica se transforma en una pila cuya tensión depende de la diferencia de concentración de oxígeno entre los dos electrodos.

Si la concentración de oxígeno en el escape es inferior a 0,3% la tensión es mayor que 0,8 volt, esto ocurre para factores lambda inferiores a 0,95. Si la concentración de oxígeno en el escape es mayor que 0,5% la tensión es menor que 0,2 volt, esto ocurre para factores lambda superiores a 1,05.

La variación de tensión es brusca para una relación lambda de 1.

Las sondas de oxígeno de zirconio pueden tener un calefactor interno para lograr un funcionamiento independientemente de la temperatura de los gases del escape, este calefactor es una resistencia tipo PTC.

Estas sondas pueden tener tres cables, dos para alimentación de la resistencia calefactora, y uno para la salida de tensión (señal). El retorno se realiza a través del chasis.

También hay sondas de zirconio de cuatro cables, dos para alimentación del calefactor, y otros dos para salida de tensión (señal) y retorno de la misma. En algunos modelos los cables de tensión y retorno están aislados de chasis por medio de una malla, para disminuir la interferencia por ruidos eléctricos. Las sondas que no tienen calefactor solo tienen un cable para salida de tensión.

Cuando la sonda conectada a la unidad de control electrónico está fría, se pueden presentar las siguientes situaciones:

- a) la salida de tensión (señal) de la sonda es de 0 volt
- b) la unidad de control impone una tensión de 0,45 volt

Si estas tensiones son permanentes indican que la sonda no está trabajando.

### **SONDA LAMBDA DE TITANIO**

Este sensor está construido con óxido de titanio depositado sobre un soporte de cerámica calefaccionada, y presenta una variación de resistencia interna que depende de la concentración de oxígeno en los gases del escape después de ser calefaccionada durante solo 15 segundos. Este tipo de sonda no entrega tensión, solamente varía su resistencia interna. Tampoco necesita una referencia del oxígeno atmosférico. Es más frágil y tiene menos precisión que la sonda de zirconio.

En ausencia de oxígeno (mezcla rica) su resistencia es inferior a 1000 ohms. En presencia de oxígeno (mezcla pobre) su resistencia es superior a 20000 ohms. El cambio de resistencia es brusco para una relación lambda de 1.

La unidad de control electrónico alimenta a la sonda con una tensión de 1 volt (En algunos vehículos Jeeps de Toyota y Nissan la alimentación es de 5 volt).

El circuito de entrada a la unidad de control electrónico es similar al utilizado por los sensores de temperatura, y la tensión medida es similar a la que entrega la sonda de zirconio:

- tensión baja indica mezcla pobre
- tensión alta indica mezcla rica

Pero con algunas unidades de control electrónico es exactamente al revés, según su conexión interna.

## **SENSOR UNIVERSAL DE OXIGENO DE RELACION AIRE-COMBUSTIBLE**

Se trata de un sensor de relación aire-combustible, debidamente calefaccionado es un generador de tensión que presenta una respuesta casi lineal para mezclas con un factor  $\lambda$  entre 0,75 a 1,3 También es conocido como sensor LAF (Lean Air Fuel sensor) que significa sensor de relación aire-combustible pobre. Es utilizado en automotores Honda y alcanzará gran difusión en el futuro.

Este tipo de sensor no presenta variaciones bruscas de tensión para un factor  $\lambda$  igual a 1. La salida de tensión es proporcional a la concentración de oxígeno.

La utilización de esta sonda permite un control más exacto y más gradual de la mezcla, y una reacción más rápida a los cambios de la misma en cualquier condición de carga. Por ejemplo durante una aceleración brusca un sistema con sonda  $\lambda$  no tiene una rápida respuesta de la sonda, y como solución el sistema pasa a trabajar temporalmente como circuito abierto, poniendo la unidad de control electrónico un valor alternativo.

El sensor de universal de oxígeno es indispensable para controlar la relación aire-combustible en los motores modernos que funcionan con mezcla pobre y con un factor  $\lambda$  superior a 1,15.

El sensor Universal de Oxígeno está realizado con dos sensores de oxígeno que trabajan en conjunto.

Se compone de una célula de tensión (sensor 1) y una célula de inyección de oxígeno (sensor 2) separadas por una cámara cerrada y aislada de la atmósfera llamada cámara de difusión.

El sensor Universal de Oxígeno tiene 5 cables, dos para calefacción, uno para recibir tensión de la célula de tensión, otro para aplicar tensión a la célula de inyección de oxígeno, y el quinto para aplicar una tensión de referencia a la cámara de difusión.

La unidad de control electrónico puede variar el contenido de oxígeno de la cámara de difusión aplicando tensión a la célula de inyección de oxígeno. (fenómeno inverso a la tensión que aparece debido a una diferencia de concentración de oxígeno)

El electrodo externo de la célula de tensión (sensor 1) está en contacto con los gases del escape. El electrodo interno de este sensor está en contacto con la cámara de difusión.

El electrodo externo de la célula de inyección de oxígeno (sensor 2) está en contacto con la cámara de difusión, y el electrodo interno de este sensor está en contacto con la atmósfera.

La unidad de control electrónico monitorea la salida de tensión de la célula de tensión (sensor 1, que funciona como una sonda lambda de zirconio comparando la diferencia de oxígeno entre los gases del escape y la cámara de difusión) y trata de mantener esa tensión en 0,45 volt. Para lograrlo varía la concentración de oxígeno de la cámara de difusión aplicando tensión a la célula de inyección de oxígeno (sensor 2, que funciona como una sonda lambda de zirconio pero al revés) que inyecta o retira moléculas de oxígeno de la cámara de difusión según la tensión que recibe.

A partir de un voltaje de referencia aplicado a la cámara de difusión la unidad de control determina la concentración de oxígeno en los gases de escape.

En funcionamiento normal los valores de tensión en los terminales activos son:

la tensión de salida de la célula de tensión es de 0,45 volt  
la tensión de referencia aplicada a la cámara de difusión es de 2,7 volt  
la tensión aplicada a la célula de inyección de oxígeno varía entre 1,7 volt para mezcla rica, y 3,3 volt para mezcla pobre.

### **Clasificación de la sonda según sus cables.**

#### **Un cable**

Este será de color negro y es el que da alimentación a la sonda siendo la carcasa la masa de la misma.

#### **Dos cables**

Negro positivo, gris negativo o negro positivo, blanco positivo resistencia de caldeo.

#### **Tres cables**

Negro positivo, blanco resistencia de caldeo, dos blancos positivo y resistencia de caldeo.

### **Cuatro cables**

Negro positivo, gris masa, uno blanco positivo resistencia de caldeo, segundo negativo resistencia de caldeo.

Una relación **Lambda = 0,6** indica que hay mezcla RICA.

Una relación de **lambda = 1,3** indica por el contrario que se trata de una mezcla POBRE.

### **Comprobaciones en la sonda.**

#### **PRIMER PASO**

Se desmontará la Sonda Lambda y se observará lo siguiente: Si la Cubierta Metálica con rendijas que recubre la cápsula cerámica está blanquecina (similar a las Bujías cuando queman bien), la Sonda Lambda no funciona correctamente y debe comprobarse en primer lugar la masa que recibe, o en caso de que la tome a través de su unión roscada al Escape, se limpiará la rosca con un cepillo de alambres para conseguir una Masa correcta. Una toma de aire en tramo de Escape produce el mismo síntoma. Una Sonda Lambda que trabaje bien debe presentar un aspecto como una BUJIA cuando se engrasa (recubierta con carbonilla negra húmeda).

#### **SEGUNDO PASO**

Debe verificarse la continuidad del Cable (si tiene uno sólo), o de los cables (caso de tener 3 ó 4) desde el conector de la Sonda Lambda hasta la UCE mediante un tester (DC ohmios = W, escala 200, y deben dar perfecta continuidad. Dicha comprobación se hace observando el Color o Colores de los Cables que salen del conector y que llegan a la UCE.

#### **TERCER PASO**

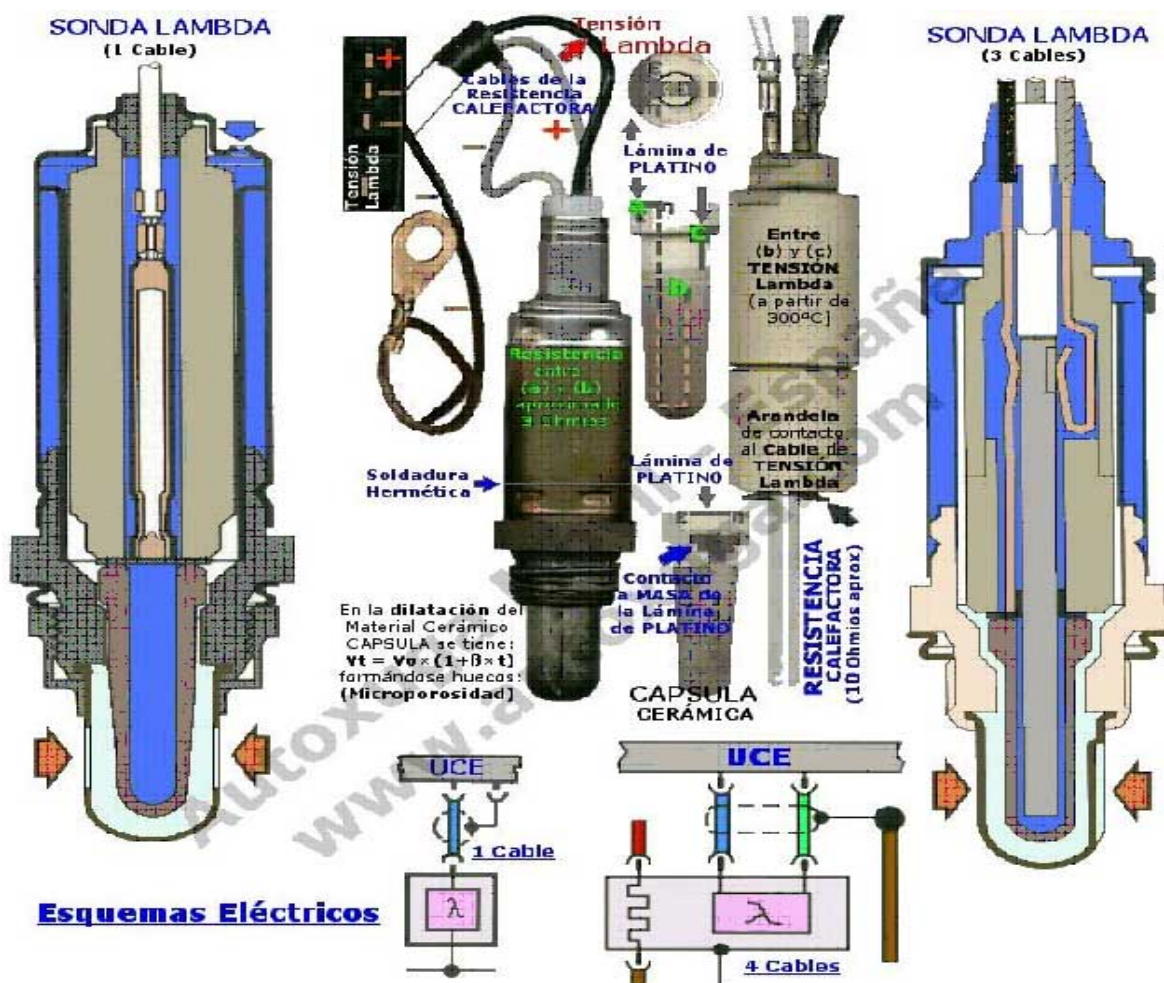
Si la Sonda Lambda tiene resistencia calefactora (estas Sondas tienen 3 ó 4 Cables), se mide el valor de los dos cables de la Resistencia con el tester (DC en W, escala 200), y su valor deberá estar comprendido entre 5 y 15 W. La tensión que llegue a la Resistencia será la de Batería. La Resistencia de la Sonda es para elevación rápida de la Temperatura sin necesitar que el motor esté totalmente caliente para la corrección Lambda.



## CUARTO PASO

Se monta la Sonda Lambda engrasando la rosca con un poco de Grasa de Bisulfuro de Molibdeno (MoS2), apretándola a 50 Nm (5 m-Kg). Se enchufa el conector; se arranca el coche y se pone a temperatura normal de funcionamiento (mínimo 80°C). Se pone al ralentí y se mide la tensión con el tester (DC en V, escala 200m), conectando el Cable Negro del tester a Masa del motor, y el Rojo al cable de Señal de Tensión. El valor de la tensión deberá ser de entre 0,1 y 0,5 Voltios oscilante.

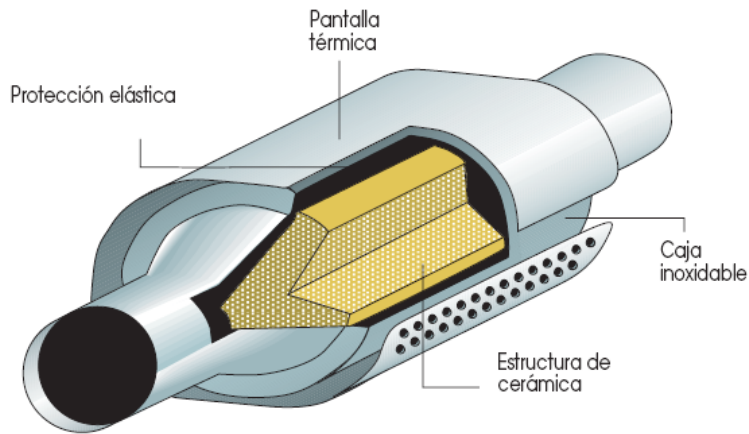
## Esquemas Eléctricos de Sondas Lambda.



Si el coche no rinde y hecha mucho humo blanco, lo más probable es que la Sonda Lambda no funcione bien, lo que no quiere decir que esté mal, sino que simplemente puede tener una masa insuficiente, y por tal motivo no funciona correctamente. Casi el 90% de Sondas Lambda se sustituyen por estos motivos que se podrían resolver sin sustituciones, pero con profundos conocimientos sobre el funcionamiento de la regulación Lambda.

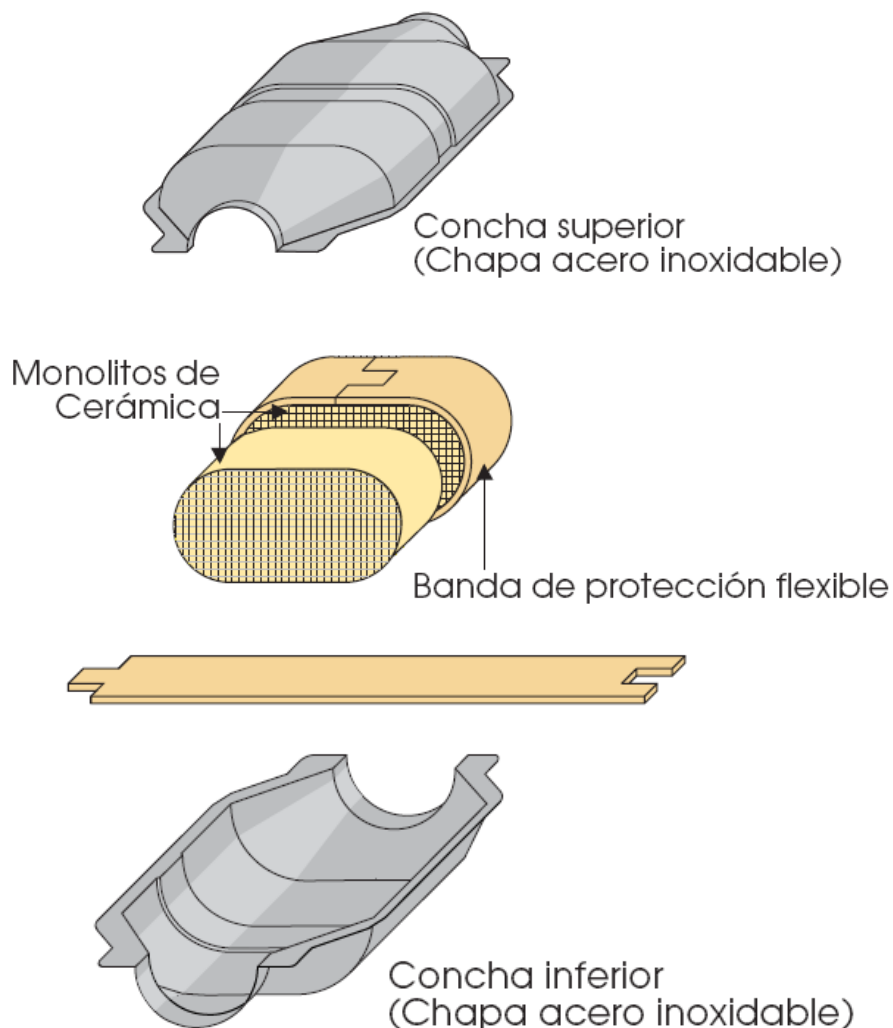
## CATALIZADOR

El catalizador tiene como misión disminuir los elementos polucionantes contenidos en los gases de escape de un vehículo mediante la técnica de la catálisis. Se trata de un dispositivo instalado en el tubo de escape, cerca del motor, ya que ahí los



gases mantienen una temperatura elevada. Esta energía calorífica pasa al catalizador y eleva su propia temperatura, circunstancia indispensable para que este dispositivo tenga un óptimo rendimiento, que se alcanza entre los 400 y 700 grados centígrados.

### Componentes principales de la cámara del catalizador

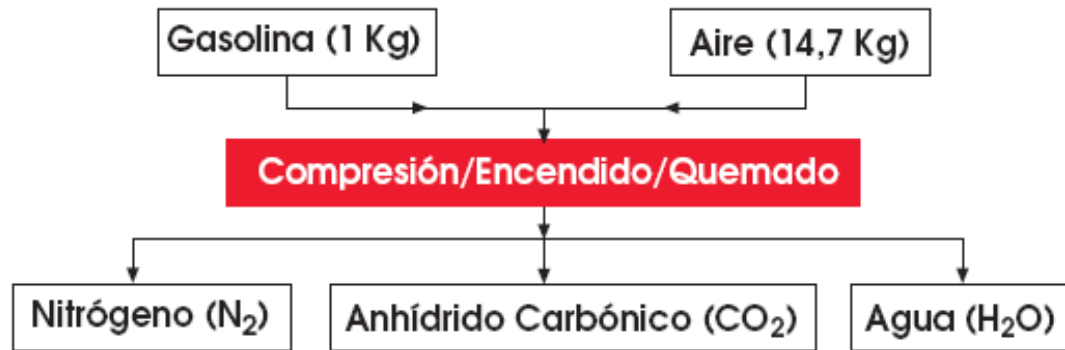


**Combustión ideal con mezcla estequiométrica**

Combustible = Gasolina formada por Hidrocarburos (HC)

Comburente = Oxígeno (O<sub>2</sub>)

El O<sub>2</sub> procede del aire atmosférico (en volumen 21% de O<sub>2</sub> y 79 % de N<sub>2</sub>)

**\* Combustión real**