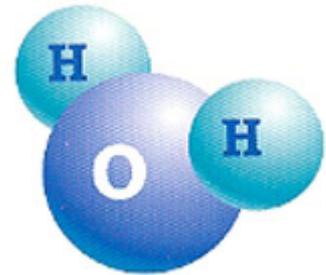


Modalidad: electromecánica de vehículos

Equipo: A



Dispositivos anticontaminación empleados en motores automóviles

I.E.S. S.E.P. CAPARRELLA (LLEIDA)

Alumnos: Héctor Novials i Gomá y Marc Reyes i Cubells

Tutor: Miquel Trepàt i Guitart



Índice

| | |
|------------------------------------|----------------|
| Introducción..... | Página 4 |
| Contaminación en automoción..... | Página 5 a 8 |
| Válvula E.G.R..... | Página 9 a 12 |
| Válvula de Cánister..... | Página 13 a 15 |
| Sistema Air-Pulse..... | Página 16 a 17 |
| Filtro de Partículas..... | Página 18 a 21 |
| Catalizadores y Sondas Lambda..... | Página 22 a 27 |
| Bibliografía..... | Página 28 |

• **Presentación.**

Este trabajo ha sido realizado por los alumnos Héctor Novials Gomá y Marc Reyes Cubells del instituto I.E.S. S.E.P. Caparrella ubicado en Lleida cursando 2º de Electromecánica de Vehículos.

• **La razón por la cual hemos investigado.**

Los problemas ecológicos que está sufriendo el mundo en que vivimos está llevando a los Estados a tomar decisiones en el sentido de reducir las emisiones contaminantes.

El parque automovilístico está creciendo de forma importante en todos los países de nuestro entorno, y los estados reconocen este crecimiento como una parte importante de la economía. Es cierto que los vehículos a motor no son la principal causa de la contaminación atmosférica en un sentido global y que hay otras fuentes de contaminación mucho más graves, como las centrales térmicas que queman combustibles fósiles para la producción de energía eléctrica. Siendo esto así también es obvio que debemos (para respetar el equilibrio ecológico y evitar graves problemas en zonas de alta concentración de vehículos) minimizar hasta el extremo la emisión de las sustancias contaminantes de los vehículos a motor, tomando como tales tanto las sustancias tóxicas como los gases que están provocando el llamado Cambio Climático.

Dado que los vehículos utilizan gasolina sin plomo y disfrutan de sistemas anticontaminación (a pleno rendimiento) son mucho más ecológicos, muchos Gobiernos han decidido proponer la desaparición de la gasolina con plomo y es por ello que pensamos que la realización de este trabajo pueda aclarar algunos aspectos.

• **Documento.**

En este documento, hemos agrupado todos los sistemas y módulos anti-polución empleados en los vehículos automóviles.

También hemos realizado comprobaciones haciendo un montaje de vídeo añadido en el CD y con la intención de aprender a investigar, reparar y sustituir estos componentes reductores de la contaminación.

• **Conclusiones**

Este trabajo nos ha sido de gran ayuda para ampliar lo ya estudiado el curso anterior sobre estos sistemas y módulos, así como la utilización de las herramientas necesarias y tratarlo directamente sobre el vehículo.

1. Introducción

Contaminación en automoción

Gases y Normativas

1.1 SISTEMA EOBD

La Unión Europea ha aprobado el 13 de octubre de 1998 la directriz 98/69/CE, que establece la implantación obligatoria del sistema EOBD para todos los países miembros. Esta directriz ha sido transformada por la República Federal de Alemania en una normativa jurídica nacional.

La implantación del sistema EOBD no está relacionada directamente con una normativa sobre los gases de escape de la UE (UE II, UE III, UE IV) o de la República Federal de Alemania (D2, D3, D4). Por ese motivo, la fecha de implantación y la consiguiente plazo de transición se tienen que considerar independientemente de las normativas sobre emisiones de escape.

Desde el 1 de enero del 2000, la industria del automóvil ya sólo recibe la homologación de sus nuevos modelos con motores de gasolina si poseen un sistema EOBD.

El plazo de transición se refiere a modelos que fueron homologados hasta el 31 de diciembre del 1999 y cumplen con las normativas sobre emisiones de escape UE II, D3 o D4. Estos vehículos todavía pueden ser matriculados por el comprador de 31 de diciembre del 2000 y pueden ser utilizados ilimitadamente sin el sistema EOBD. Después de esta fecha, los modelos incluidos ya existentes deberán poseer un sistema EOBD para su primera matriculación (por parte del comprador).



Los elementos visibles del EOBD son el testigo de aviso de gases de escape y el interfaz para diagnósticos en el habitáculo. Todas las demás funciones y los diagnósticos se llevan a cabo de forma autónoma por parte de la unidad de control del motor, sin que el conductor se percate de las continuas verificaciones que son llevadas a cabo por sus sistemas técnicos de relevancia para la composición de los gases de escape del vehículo. Esto significa, que no hay muchos cambios para el conductor de un vehículo con EOBD, pero que al personal del Servicio le esperan nuevas tecnologías y nuevas secuencias de operaciones de trabajo a ese respecto.

Si en un vehículo interviene un fallo que declina la calidad de los gases de escape se inscribe la avería en la memoria y se enciende el testigo de aviso de gases de escape.

El testigo parpadea si puede suceder que el catalizador sufra daños, debidos a fallos de la combustión.

Los datos memorizados del EOBD pueden ser consultados a través del antifaz para diagnósticos. Los códigos de avería han sido estandarizados, para que sea posible consultar los datos con cualquier "generis scan tool" (visor de datos OBD)



El interfaz para diagnósticos debe estar a buen acceso desde el asiento del conductor.

1.2 GASES CONTAMINANTES Y NO CONTAMINANTES EXPLUSADOS POR EL ESCAPE

GASES TÓXICOS

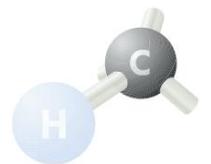
Monóxido de carbono (CO): Es un gas inodoro, incoloro, inflamable y altamente tóxico. Puede causar la muerte en concentraciones del 3%.

Se producen al quemar materiales combustibles como el petróleo en ambientes de poco oxígeno.



Hidrocarburos (HC): Son compuestos orgánicos formados únicamente por carbono e hidrógeno. Consiste en un armazón de carbono al que se unen átomos de hidrógeno. Son cancerígenos, provocan irritaciones, mareos vómitos...

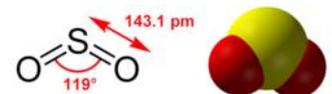
Se mide en p.p.m. (Partículas por millón).



Óxidos de nitrógeno (NOx): Son compuestos de nitrógeno y oxígeno que se forman en combustiones con exceso de oxígeno y altas temperaturas. Es altamente tóxico causantes de la lluvia ácida.



Dióxido de azufre (SO2): Son altamente tóxicos y crean lluvia ácida. Se crean en presencia no deseada de azufre en el carburante.



Plomo (Pb): Es un aditivo para el efecto antidetonante y lubricante. Si se inhala provoca la coagulación de la sangre.

Carbonilla (Hollín) y partículas: Se produce por la combustión incompleta de las gotas de gasoil. Están formadas por partículas de carbón.

Son los responsables del humo negro del tubo de escape. El Hollín es de tamaño muy reducido.

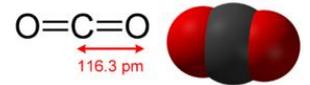


GASES NO TÓXICOS

Dióxido de carbono (CO_2): Es un gas cuyas moléculas están compuestas por dos átomos de oxígeno y uno de carbono.

Se genera como resultado de la reacción química entre el combustible y el aire.

El valor correcto oscila entre un 12 y un 14% dependiendo de la cualidad de la combustión.



Vapor de agua (H_2O): El agua en forma de vapor, oprime como a resultado normal de la combustión de los hidrocarburos.

Un vehículo catalizado emite mayor proporción de agua al oxidar los hidrocarburos.



Nitrógeno (N_2): Es un gas inerte existente en el aire en una proporción del 78% en volumen.

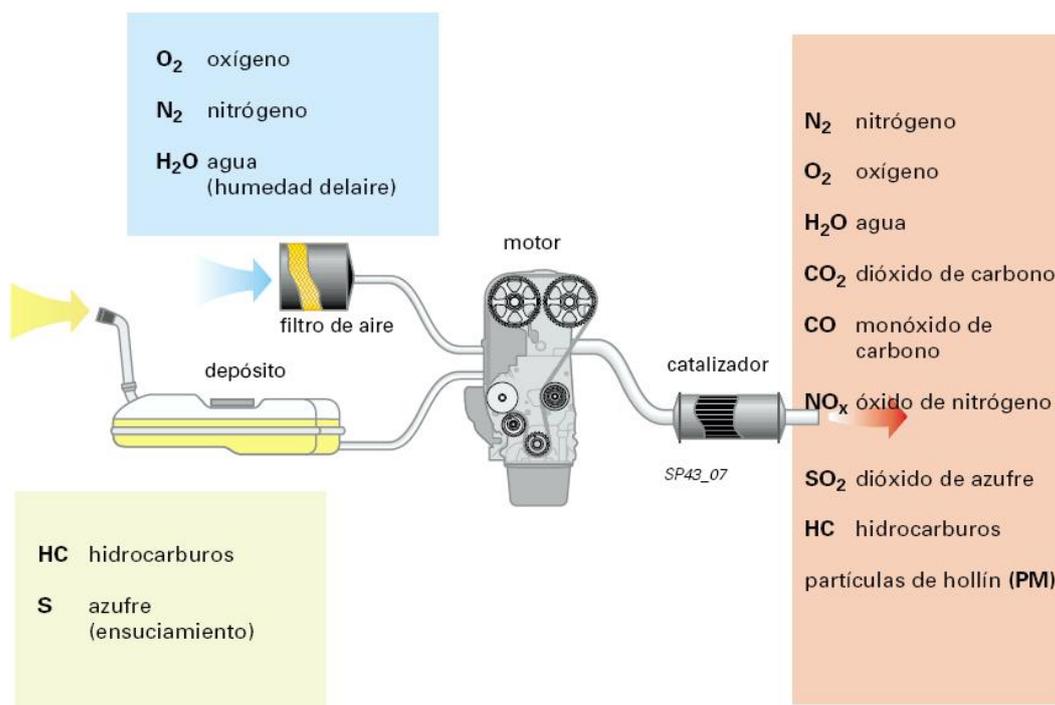
No se combina con el oxígeno en condiciones normales de presión i temperatura.

En condiciones de presión y temperatura elevadas como las que se dan en la cámara de combustión se generan Óxidos de nitrógeno.



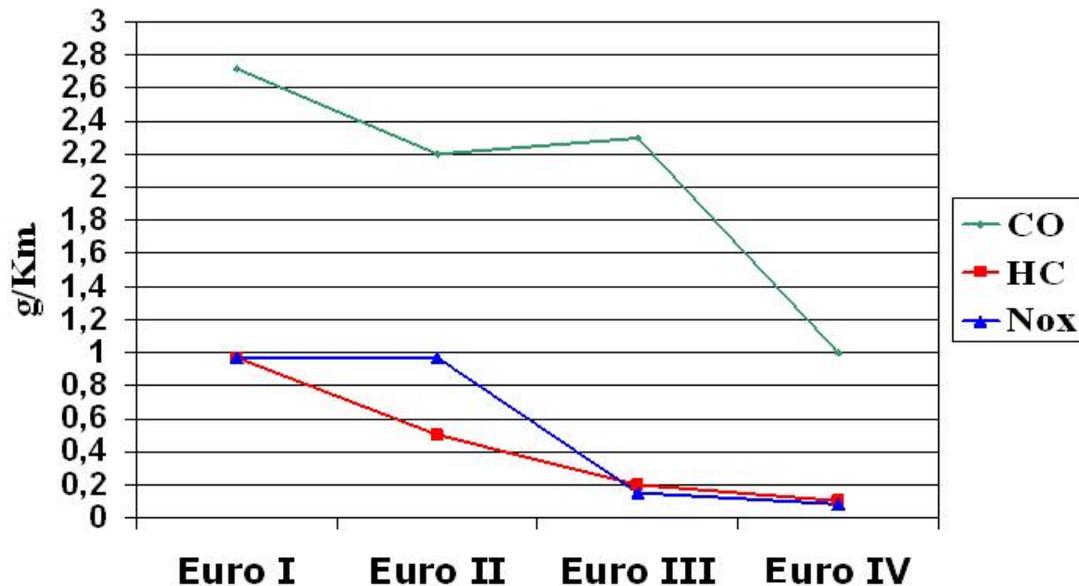
Oxígeno (O_2): Es el segundo gas en la combustión del aire (21%).

Se utiliza para la combustión de los hidrocarburos, si esta fuese perfecta, no tendría que haber residuos en él. Al no serlo, siempre queda un resto que no debe sobrepasar el 0,2% den un vehículo catalizado.



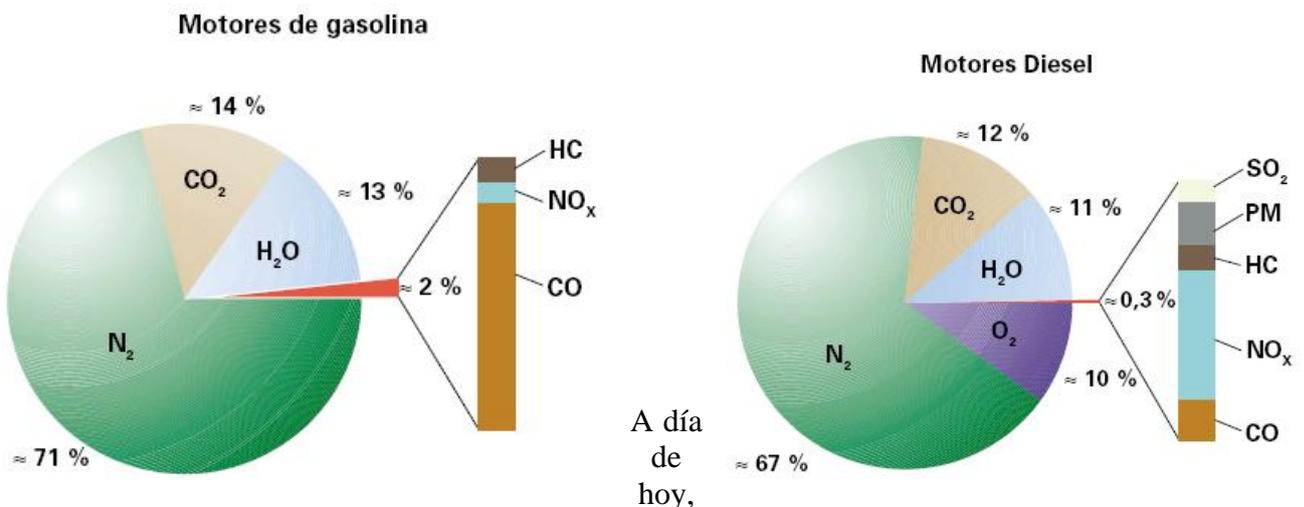
1.3 NORMATIVAS ANTIPOLUCIÓN (EURO)

| Normativa | Fecha | CO | HC | NO _x |
|-----------|-------|-----------|------------------------------------|-----------------|
| Euro I | 1992 | 2,72 g/km | 0,97 g/km (HC + NO _x) | |
| Euro II | 1997 | 2,20 g/km | 0,50 g/km (HC + NO _x) | |
| Euro III | 2000 | 2,30 g/km | 0,2 g/km | 0,15 g/km |
| Euro IV | 2006 | 1,00 g/km | 0,10 g/km | 0,08 g/km |



Como podemos observar en este diagrama los gases se han ido reduciendo hasta cantidades de g/Km muy bajas respecto al principio de empezar a hacer normativas antipolución.

Existe diferenciación de los gases de escape que salen por el tubo de escape de un motor de gasolina y uno diesel.



existe una nueva normativa dicha EURO V vigente a partir del 2008.

Por eso, durante estos años, las industrias automovilísticas, cumpliendo las normativas, han tenido que adaptarse a esta emisión de gases investigando y creando nuevos componentes para el vehículo para erradicar o abolir los gases altamente contaminantes.

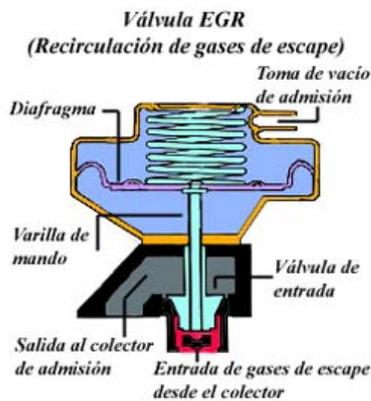
2. Válvula E.G.R. Recirculación de gases de escape

2.1 INTRODUCCIÓN DEL SISTEMA E.G.R

La finalidad del sistema E.G.R (*Exhaust Gases Recirculation*) es disminuir la alta temperatura de la combustión reduciéndose de este modo la formación de óxidos de nitrosos.

La formación de los óxidos de nitrógeno es consecuencia de la alta temperatura que se alcanza en las combustiones ideales.

Si introducimos gases de escape en la proporción adecuada por el colector de admisión empeoramos la combustión por lo que disminuye su temperatura y por lo tanto la formación de los óxidos de nitrógeno.



La base de la válvula es la más resistente, creada de hierro fundido ya que tiene que soportar la temperatura de los gases de escape (1000 grados).

Las válvulas EGR se clasifican según su funcionamiento; Neumáticas y Eléctricas.

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.

ELÉCTRICAS*: Consta de un solenoide que al recibir señales de la UCE permite el paso de gases, es decir abre y cierra la válvula y se caracterizan por no tener que usar la bomba de vacío.

La recirculación de gases la podemos encontrar hoy en día en motores *diesel* y *gasolina*.

2.2 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE GASES

La encargada de controlar el paso de gases al colector de escape al de admisión es la válvula E.G.R.

Consta de una *membrana** y un *muelle**, el muelle expandido mantiene en reposo la membrana por lo tanto la válvula EGR esta cerrada impidiendo el paso de gases.

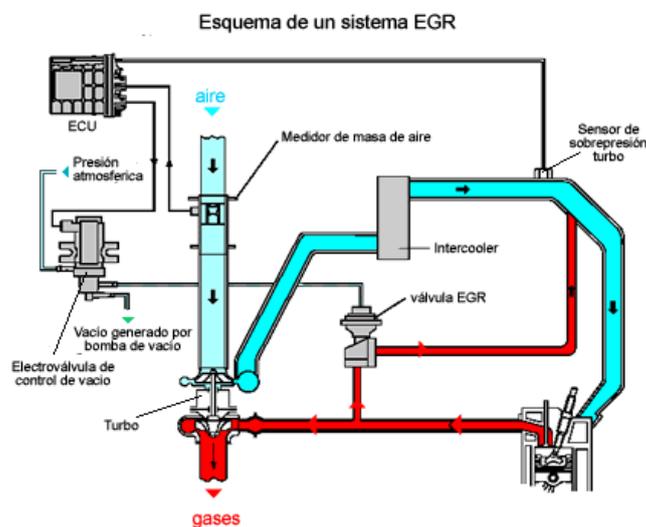
Cuando el *vacío** generado en la válvula alcanza un determinado valor la membrana comprime el muelle, y la válvula empieza a abrirse permitiendo el paso de los gases de escape al colector de admisión.

La depresión generada por la válvula viene determinada por el *regulador de vacío* que esta conectado mediante unos tubos al colector de admisión i de la válvula EGR.

Su activación se realiza directamente a través la unidad de control del sistema de inyección la cual actúa mandando una señal de voltaje variable sobre un electroimán que esta unido a una válvula.

Con la aplicación de estas tensiones obtendremos un desplazamiento de la válvula que nos permitirá generar un mayor o menor vacío en la válvula EGR regulando de esta forma el caudal de gases de escape.

Para informar a la UEC del sistema de inyección del caudal de los gases que circulan por la válvula EGR se utiliza un *sensor de presión*.



Cabe destacar que la unidad de control desactiva el sistema en diferentes estados:

- Motor frío.
- Motor a plena carga para evitar una conducción deficiente y una pérdida de potencia.

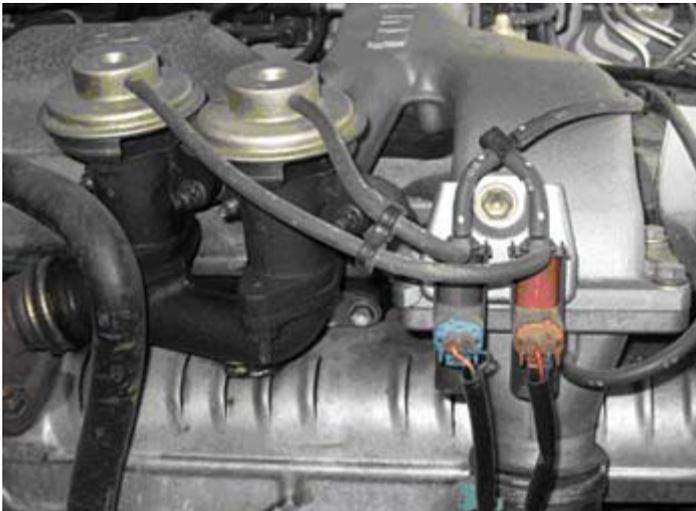
El sensor de presión esta conectado a través de 2 tubos a ambos extremos de un *estrechamiento** en el conducto que lleva lo gases de escape a la válvula EGR.

Los gases a su paso por el estrechamiento generan una diferencia de presión captada por el sensor de presión a través de las 2 conexiones.

Dependiendo de la diferencia de presión existente antes y después del estrechamiento es señal suficiente para transformar esa información en una señal eléctrica de voltaje variable que oscilara entre 0 y 5 voltios interpretando de esta forma la unidad de control el caudal de paso de gases de escape hacia el colector de admisión.

De este modo cuando el motor del vehículo entra en carga parcial la unidad de control del sistema de alimentación manda una determinada tensión al regulador de vacío para que abra la válvula que comunica el vacío del colector de admisión con la membrana de la válvula EGR permitiendo el paso de gases de escape al colector de admisión.

De esta manera disminuirá la temperatura de la combustión y con ello los óxidos de nitrógeno (NO_x).



* Membrana: Es una estructura en forma de lamina, elástica o no, que se utiliza generalmente para separar dos medios diferentes. Pueden ser impermeables (no dejan pasar materia) o semipermeables (que permiten el paso de ciertos componentes a través de ellas).

* Muelle: es un operador elástico, que puede ser de distintos materiales como el acero al carbono, acero inoxidable, acero al cromo silicio, cromo-vanadio, bronce, plástico etc. que es capaz de almacenar energía y desprenderse de ella sin sufrir deformación permanente cuando cesa el esfuerzo al que se le somete.

* Vacío: se refiere a cierto espacio lleno con gases a una presión total menor que la presión atmosférica, por lo que el grado de vacío se incrementa en relación directa con la disminución de presión del gas residual. Esto significa que en cuanto más disminuyamos la presión, mayor vacío obtendremos.

* Estrechamiento: Reducción de la anchura de una cosa.

* Sistema Neumático: Opera, necesita o interviene con aire.

* Sistema Eléctrico: Funciona mediante la electricidad.

2.3 COMPROBACIÓN Y DIAGNOSIS DEL SISTEMA E.G.R.

Para asegurarnos del correcto funcionamiento de la recirculación de gases de escape comprobaremos tanto el circuito *neumático* como el sistema *eléctrico*.

En el circuito neumático debemos verificar que las tuberías no presentan grietas ni obstrucciones.

Desmontando la válvula EGR del conjunto provocaremos su apertura con una bomba de vacío y nos aseguraremos de la estanqueidad de la membrana.

En el sistema eléctrico comprobaremos el estado de los conectores, terminares y cableado de cada elemento.

Accionando la llave de contacto verificaremos que la tensión de alimentación del regulador de vacío sea igual que la tensión de batería.

Desconectaremos el cableado y mediremos la resistencia del solenoide comprobando que el valor sea el estipulado por el fabricante y substituyéndola en el caso de que la resistencia sea mayor o menor a la indicada.

Por ultimo conectaremos un vacuómetro al tubo de la membrana de la válvula EGR. Arrancaremos el motor y girando al ralenti el vacuómetro debe de indicar 0 indicando que la válvula esta cerrada y es estanca.

Aumentando el régimen a 2.500 RPM la unidad de control del sistema de alimentación debe abrir la válvula transmitiendo la depresión del motor al tubo de la EGR y registrándolo el vacuómetro.

El sensor de presión esta alimentado directamente por la unidad de control electrónica del sistema de alimentación con una tensión estabilizada de aproximadamente 5 voltios.

Para comprobarla accionaremos la llave de contacto y conectaremos el voltímetro entre los bornes de alimentación.

En el caso de que no haya tensión de alimentación asegurarse de que los cables que la comunican con la unidad electrónica de control no estén cortados. Si persiste la falta de alimentación la avería esta localizada en la unidad de control del sistema de alimentación.

Otra avería que nos podemos encontrar es que el sensor de presión no mande la tensión variable de información a la unidad de control.

Con el motor girando a 2.500 RPM abriremos la válvula EGR con una bomba de vacío para asegurarnos que pasa flujo de gases hacia el colector de admisión. En estas condiciones conectando el voltímetro entre el borne de información y el de masa deberá indicar una tensión variable entre 0 y 5 voltios con relación al flujo de gases.

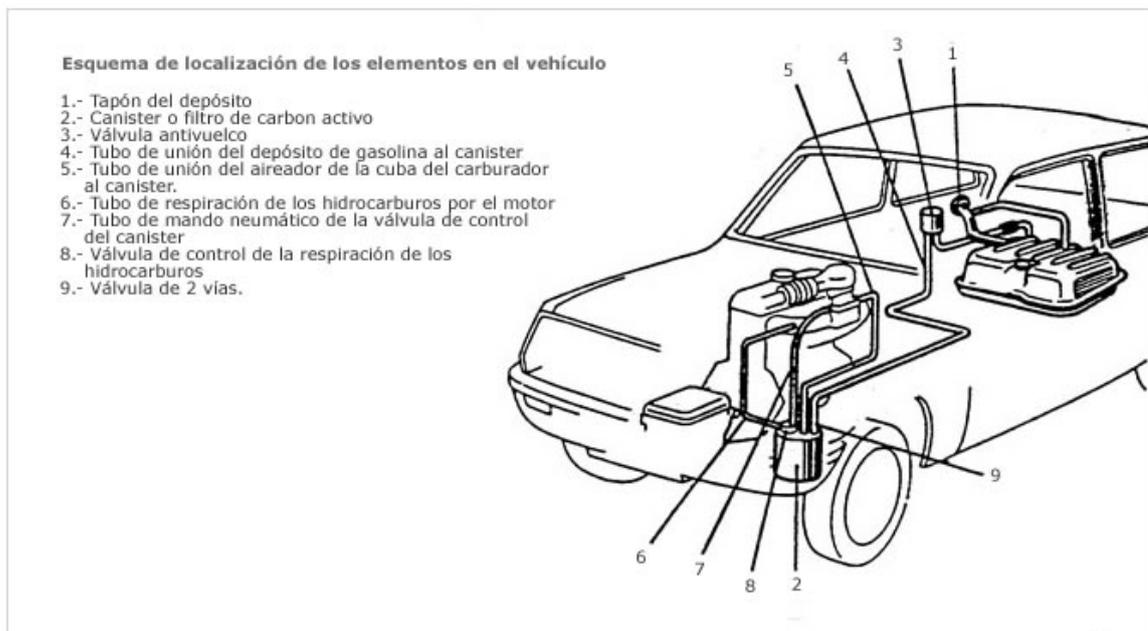
De no responder de este modo es indicio de que el sensor de presión esta averiado. Proceder a su substitución.

3. Válvula de Cánister Evaporación por el depósito de combustible

3.1 INTRODUCCIÓN DEL SISTEMA CANISTER

Aparte de los **hidrocarburos** generados del escape, también hay que eliminar los hidrocarburos procedentes de la evaporación de la gasolina que se escapan contaminando la atmósfera.

Por este motivo se ha adoptado un sistema conocido como **Cánister** que recupera la evaporación de combustible.



Este sistema impide que los hidrocarburos se escapen almacenándolos en un recipiente y permitiendo que la depresión de los cilindros los absorba formando parte de la promoción de la mezcla.

El conjunto esta formado por:

- El tapón del depósito de combustible.
- Deposito de carbón activo o cánister.
- Tuberías de conexión.
- Electroválvula comandada por la unidad de control del sistema de alimentación.

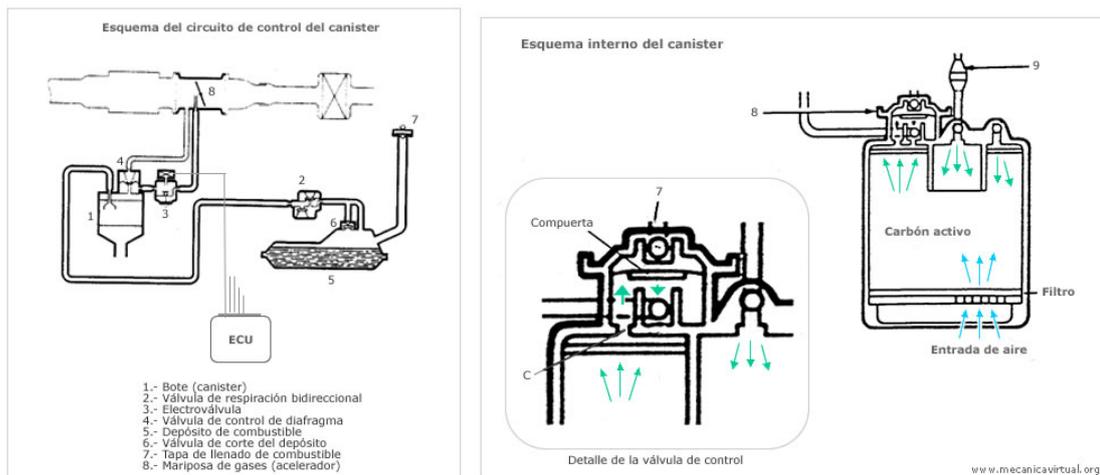
3.2 FUNCIONAMIENTO DE LA VÁLVULA CANISTER

Estando el vehículo parado las variaciones de temperatura en el depósito hacen que el combustible se dilate aumentando la evaporación y la presión. Cuando esta presión alcanza un determinado valor se abre la válvula de sobre presión situada en el canister circulando los vapores y absorbiendo los hidrocarburos el *filtro** de carbón activo.

Al arrancar el motor la unidad de control del sistema de alimentación activa la electroválvula que comunica el depósito de combustible i el canister con el colector de admisión aspirando el motor aire fresco a través de un orificio calibrado que lavará los hidrocarburos almacenados en el filtro de carbón activo, este aire compensa la depresión creada en el depósito por el consumo de combustible.

Cabe destacar que el sistema dispone de dos válvulas de seguridad:

1. De sobre presión situada en el tapón de tubo de llenado que se abrirá cuando la presión en depósito ascienda de los valores de apertura de la válvula del canister.
2. La válvula antivuelco evita el paso de combustible líquido al canister en caso de vuelco del vehículo.



* *Filtro*: Materia porosa, a través de la cual se hace pasar un fluido para clarificarlo o depurarlo.

3.3 COMPROBACIONES DE LA VÁLVULA CANISTER

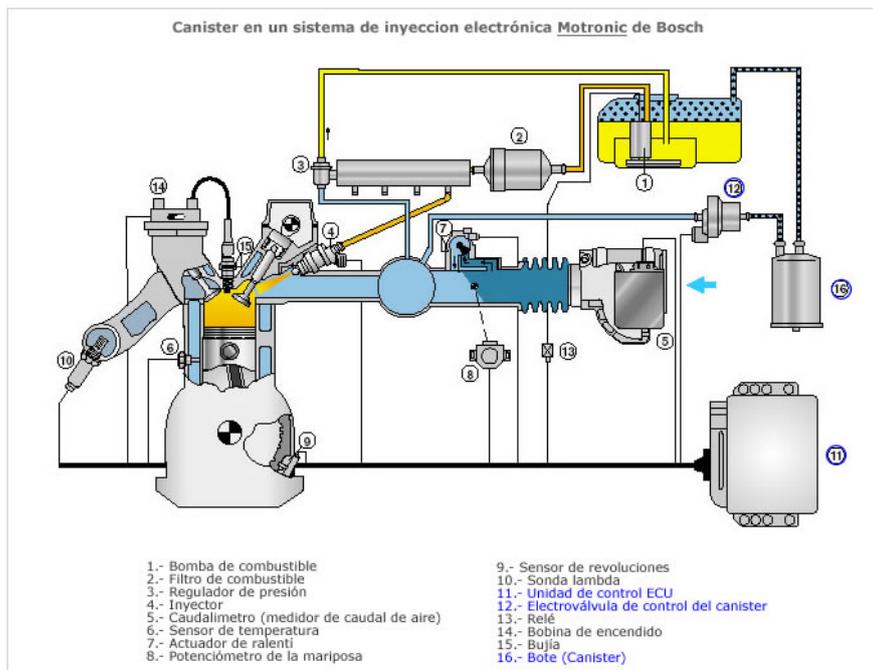
Para realizar un correcto diagnóstico de funcionamiento del cánister deberemos comprobar las válvulas de aireación i sobre-presión situadas en el cánister.

Desconectaremos la tubería que comunica el cánister con el depósito de combustible i la electroválvula, a través de una bomba de presión deberemos observar la salida del aire por la válvula de sobre-presión asegurándonos de esta forma su apertura.

En la misma tubería y en esta ocasión creando un vacío, comprobaremos la apertura de la válvula de aireación.

El sistema también requiere la comprobación de la electroválvula de accionamiento. Por lo cual desconectaremos el cableado y mediremos la resistencia del solenoide.

Si el valor fuera mayor o menor que el indicado por el fabricante procederemos a su sustitución.



También debemos verificar la tensión de alimentación.

Conectaremos las puntas entre los cables de alimentación y con el motor en marcha la tensión debe ser igual que la de la batería.

En caso de no existir tensión comprobar el estado del cableado. Que el relé alimente la válvula de accionamiento cuando el motor está funcionando.

Y por ultimo que la unidad de control del sistema de alimentación permita el cierre a masa de la electroválvula.

4. SISTEMA AIR-PULSE

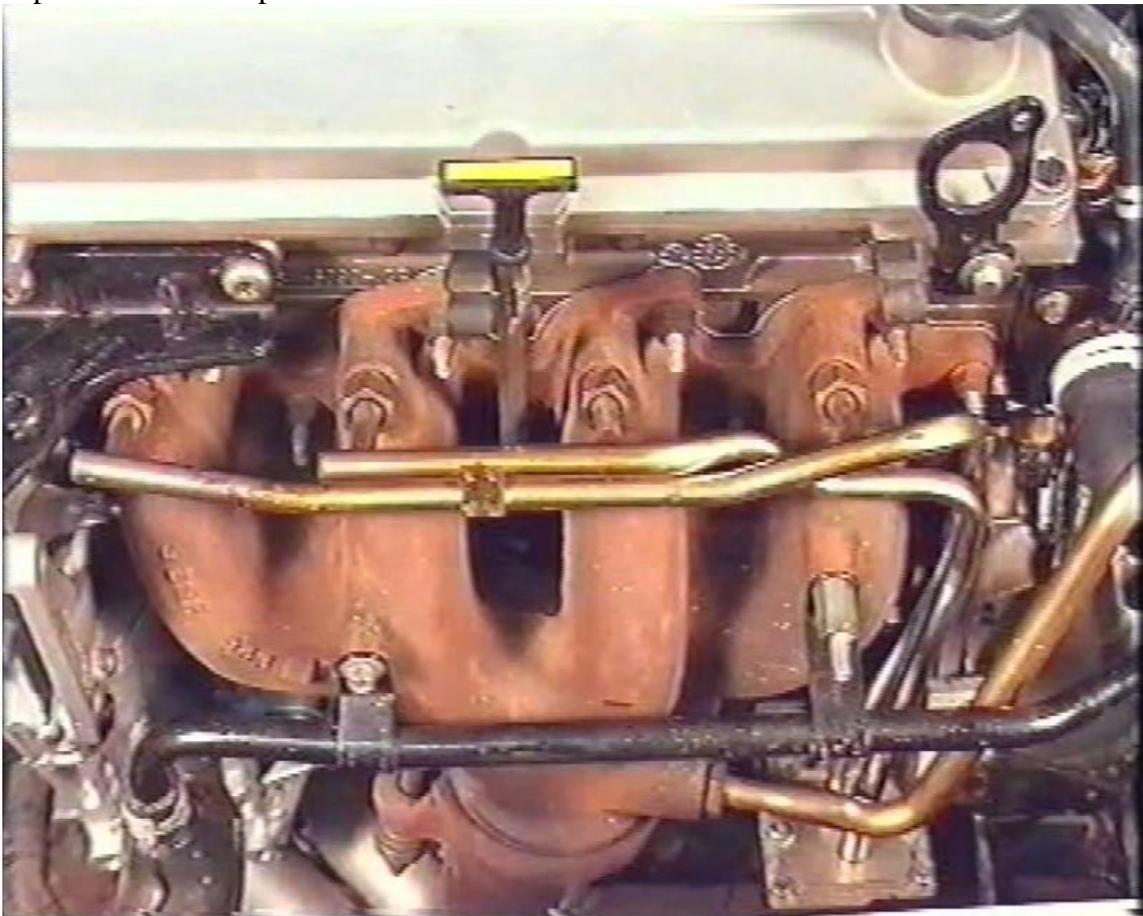
Inyección de aire en el colector de escape

4.1 INTRODUCCIÓN DEL SISTEMA AIR-PULSE

Su finalidad es la de inyectar aire fresco en el colector para provocar la post-combustión de la gasolina que no se ha quemado para el enriquecimiento en la fase de calentamiento del motor.

Esta formado por la válvula que permite el paso y que analiza el aire hacia los tubos de inyección roscados en el colector.

La válvula de control de aire consta de una membrana y un muelle accionados por la depresión existente por el colector de admisión.



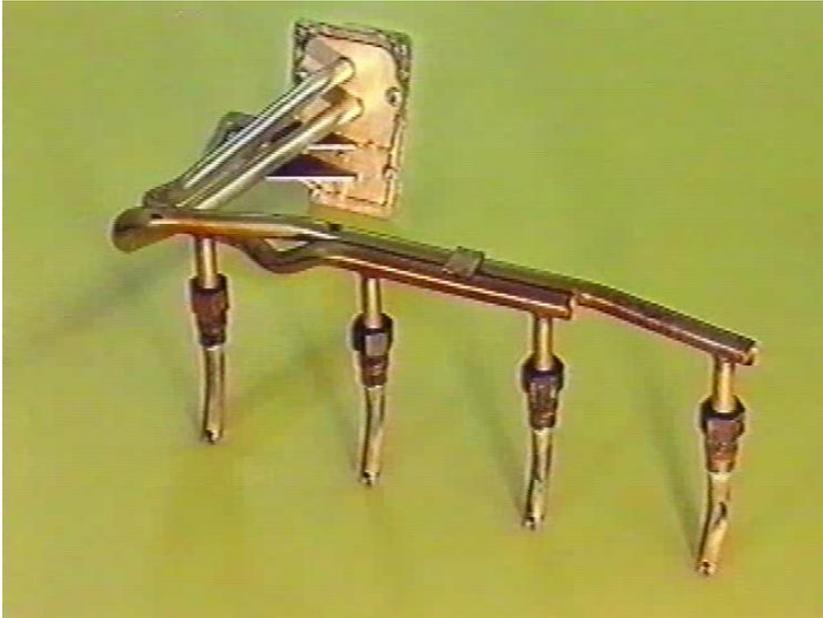
4.2 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA AIR-PULSE

Cuando la unidad electrónica de control del sistema de alimentación establece la fase de calentamiento del motor da paso de corriente a la electro válvula de accionamiento que conduce la depresión para que la válvula de control de aire se abra.

Cabe destacar que la entrada de aire se produce por el barrido de los gases de escape y que los tubos que canalizan el aire hacia el colector disponen de válvulas unidireccionales que impiden la salida de gases de escape.

Cuando el motor del vehículo alcanza los 70 grados centígrados la unidad de control del sistema de alimentación anulará progresivamente la riqueza de mezcla no siendo ya necesario este sistema. La desactivación la realiza la unidad de control impidiendo el paso de corriente al electro válvula de accionamiento.

Con el sistema air-pulse obtendremos una reducción de 20% a un 30 % de hidrocarburos y monóxidos de carbono en la fase de calentamiento del motor y un aumento de la temperatura de los gases de escape favoreciendo el calentamiento del catalizador.



4.3 COMPROBACIONES DEL SISTEMA AIR-PULSE

Para asegurarnos del buen funcionamiento del air-pulse comprobaremos tanto el circuito neumático y el sistema eléctrico.

La válvula de control de aire la comprobaremos desconectando la toma del electro válvula de control y mediante una bomba de vacío crearemos una depresión que produzca su apertura. Arrancando el motor percibiremos la entrada de aire.

De no producirse la apertura de la válvula, desmontaremos el conjunto para verificar la válvula y el estado del filtro.

La comprobación del sistema eléctrico nos lleva en primer lugar a verificar el valor de la resistencia de la electro válvula de control.

Desconectaremos el cableado y mediremos la resistencia del solenoide, si el valor fuera mayor o menor al indicado por el fabricante procederemos a su sustitución.

En segundo lugar verificaremos la tensión de alimentación de la electro válvula, conectaremos las puntas entre los cables de alimentación y con el motor en marcha y en fase de calentamiento, la tensión indicada debe de ser igual que la de batería. En caso de no existir tensión comprobaremos el estado del cableado del relé i de la unidad de control del sistema de alimentación.

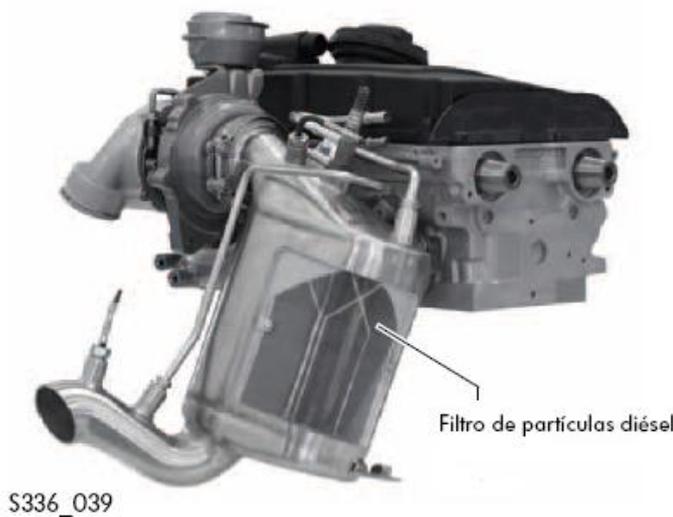
5. FILTRO DE PARTÍCULAS DIESEL

5.1 INTRODUCCIÓN DEL FILTRO DE PARTÍCULAS

La reducción de las emisiones de partículas representa hoy en día un gran desafío para el control de las emisiones en vehículos con motor diesel.

Aparte de las medidas aplicadas al motor, corresponde una importancia especial a este respecto al tratamiento de los gases de escape.

Filtro de partículas



El filtro de partículas representa un método eficaz para eliminar las partículas de hollín que están contenidas en los gases de escape de los motores diesel, a raíz de las implicaciones específicas del sistema.

Los sistemas de filtración más habituales constan de catalizador de oxidación y el propio filtro de partículas. En el caso del filtro de partículas de con recubrimiento catalítico se ha procedido a combinar el

catalizador y el filtro en una unidad compartida. En este sistema de filtración de partículas es posible quemar de forma continua las partículas, sin tener que agregar un aditivo al combustible, gracias al diseño específico y a la implantación del sistema cerca del motor.

En general podemos diferenciar dos filtros de partículas diesel:

Por una parte están los que trabajan con **aditivo de acción catalítica** y por otra los filtros de partículas con **recubrimiento catalítico**.

El filtro con los aditivos trabaja según el principio de encendido de una parrilla durante la combustión este aditivo se almacena en el filtro de partículas y esto hace que en la regeneración la temperatura de combustión disminuya de 650 grados a aproximadamente 500 grados y en ese momento se efectúa la regeneración gracias a este aditivo por ello se compara con el proceso de encendido de una parrilla, porque cuando se quiere encender una parrilla se introduce un liquido naturalmente no gasolina ni alcohol sino un encendedor apropiado para conseguir la llama lo mas rápidamente posible y exactamente así se hace con el filtro de partículas.

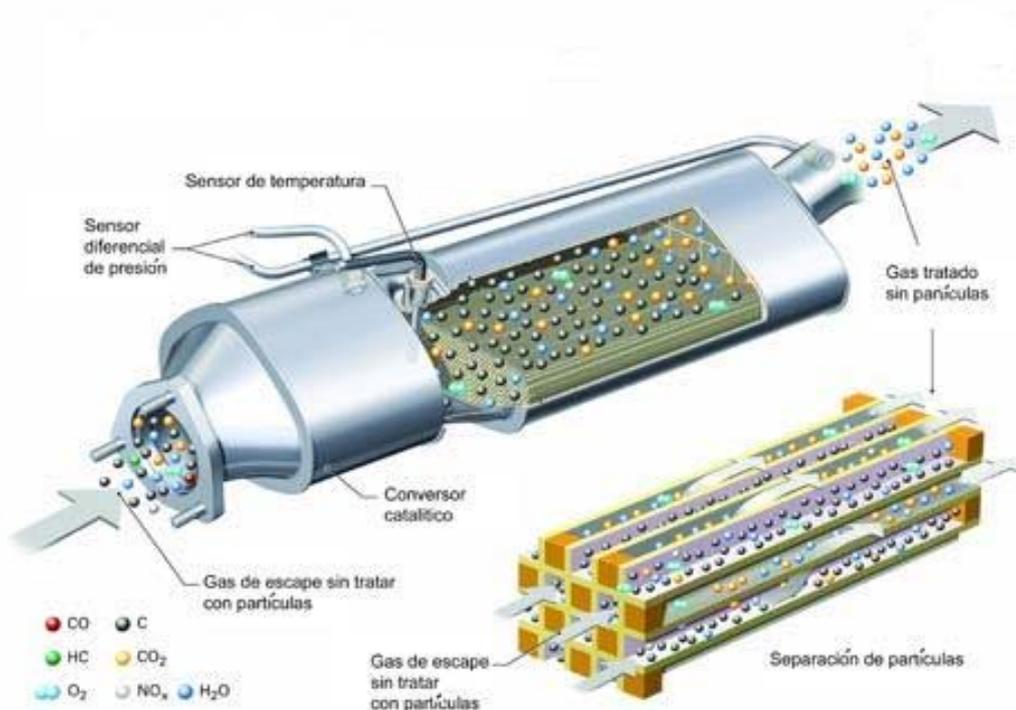
El filtro de partículas con recubrimiento catalítico tiene la gran ventaja de que no necesita mantenimiento porque el aditivo conlleva demasiadas molestias, deberíamos

mezclar el aditivo que esta depositado en un bidón separado con el combustible usual del vehiculo proporcionalmente a través de un sistema de inyección del motor, es un proceso complicado.

El motor esta en la zona superior seguido esta el turbocompresor y en este se aloja un sensor de temperatura que esta pensado para proteger el turbocompresor y controla la temperatura de los gases de entrada, después encontramos el catalizador de oxidación donde se aloja la sonda lambda en el interior que sirve para medir el oxigeno residual y conocer exactamente la proporción de los gases de escape recirculados, debajo del catalizador de oxidación esta el segundo sensor de temperatura nos da la temperatura tras el catalizador porque en este se origina una gran cantidad de calor debido al proceso de transformación de las partículas y así podemos conocer exactamente el estado en que se encuentra en cada momento.

Seguimos a lo largo del tubo de escape asta llegar al filtro de partículas esta situado bajo el suelo del vehiculo se encuentra un tercer sensor de temperatura un poco antes del filtro, aquí hay dos pequeños conductos uno en la parte anterior y otro en la parte posterior, al final de estas dos piezas se encuentra un sensor que mide la diferencia de presión entre ambos.

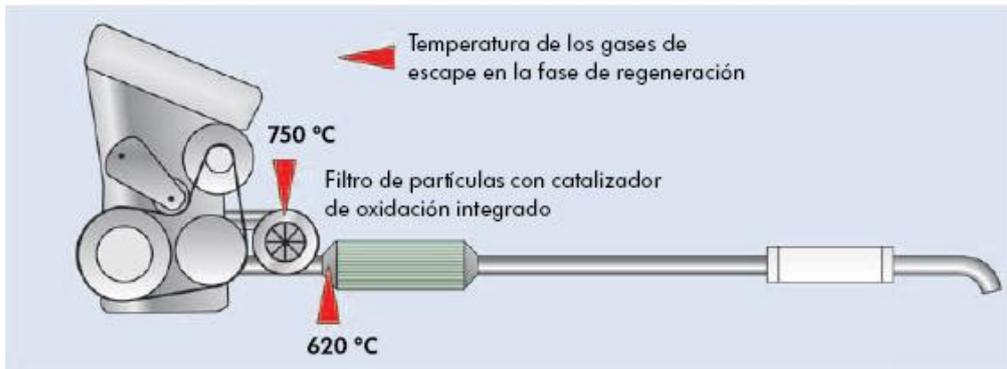
En los sistemas common-rail el filtro esta bastante lejos del motor porque así se puede controlar gracias a las post inyecciones es diferente en los vehículos en los que no hay esta posibilidad entonces el filtro se ha de instalar lo mas cerca posible de la fuente de calor es decir el motor.



5.2 FUNCIONAMIENTO DEL FILTRO DE PARTÍCULAS

El filtro de partículas está montado como un catalizador solo que en la pieza de cerámica que lleva los canales se cierran de forma individual alternativamente una vez en la entrada y otra en la salida por ello todos los gases deben pasar a través de la capa porosa de cerámica y se regeneran lo único que se queda son las partículas de hollín, se sedimentan en el filtro.

Estas partículas de hollín también desaparecen luego cuando tiene lugar su combustión.



5.2.1 ¿Que es lo que ocurre durante la regeneración pasiva?

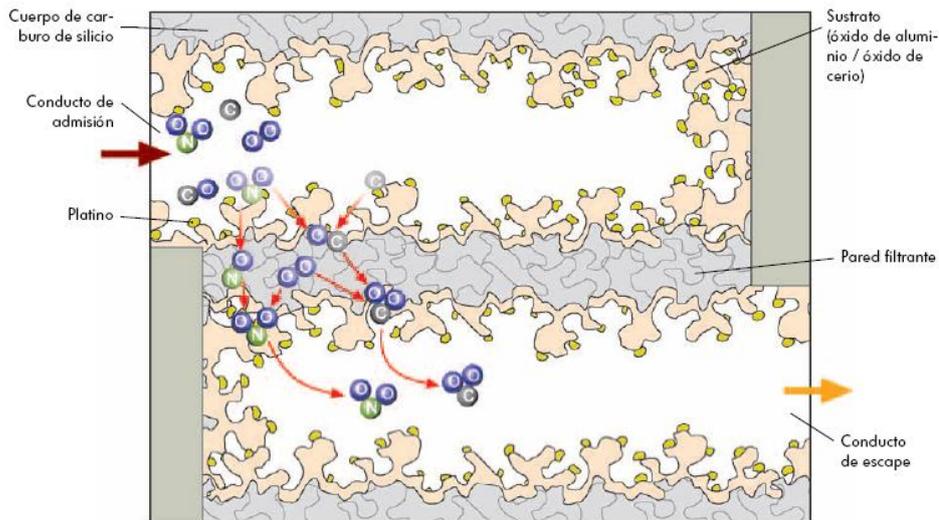
Se emplea un recubrimiento platínico, gracias al platino generamos NO_2 , esto es dióxido de nitrógeno y se necesita para hacerlo reaccionar con el carbono.

El carbono está alojado en las partículas de hollín y al final cuando la reacción ha finalizado aparece dióxido de nitrógeno entonces se efectúa la regeneración de modo que al final no quedarán partículas contaminantes es decir las partículas de hollín se quemarán y no habrá sedimentos en el filtro de partículas.

También se necesita una regeneración activa para cuando un conductor hace tramos cortos porque no reúne los requisitos para que se produzca una regeneración pasiva ya que no se alcanzan las altas temperaturas del gas de escape. Así pues la unidad de mando reconoce que el sensor tiene disminución de carga entonces ordena inmediatamente la regeneración activa.

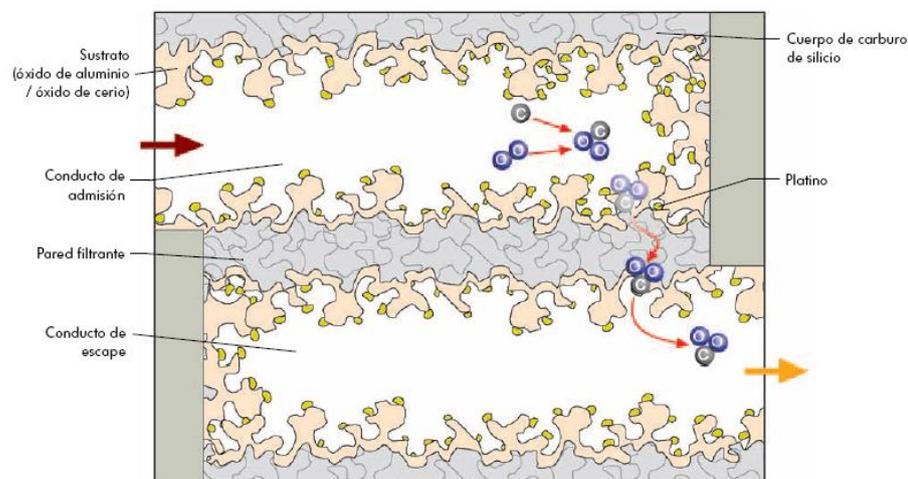
Esta regeneración activa se efectúa en función del perfil de conducción del conductor, ella sabe por ejemplo si ha ido a plena carga o solo a carga parcial, si el motor ha estado mucho tiempo en un punto muerto es decir la de la información del motor de ahí calcula lo que se conoce como un módulo de carga comprueba la señal del sensor de presión e introduce la regeneración activa, la gestión del motor desconecta activamente la recirculación de gases de escape puesto que cuando ponemos en marcha la recirculación de gases de escape la temperatura de combustión disminuye al cerrarla la temperatura aumenta automáticamente, entonces entran en juego los sensores comprobamos ahora a través del sensor de temperatura ubicado en el turbo compresor hasta que alcancemos aproximadamente 450 grados y entonces empezamos con la primera inyección principal e inmediatamente la post-inyección, es decir, se inyecta el combustible que habíamos ahorrado antes de la inyección principal ahora lo inyectamos en la primera post-inyección.

Se quema completamente con ello aumentamos al principio la temperatura cosa que comprueba en el segundo sensor, si mediante el calor de los gases de escape después del catalizador se alcanzan como mínimo 350 grados entonces se comprueba en el sensor ubicado en el filtro de partículas mismo y ahí tenemos que aumentarlo asta 650 grados, si no alcanzamos la temperatura entonces viene la segunda inyección la post-inyección que sucede tan tarde que el combustible no se quema sino que solo se evapora y ahora pasa a través del catalizador se quema bien y aumenta la temperatura y con ello se regula la temperatura en la cantidad de post-inyección esto alcanzara aproximadamente 650 grados y con ello tiene lugar la regeneración activa.



5.2.2 ¿Que es lo que ocurre durante la regeneración activa?

El oxido de cerio es el principal componente, las partículas de hollín se queman con la alta temperatura de los gases de escape, reacciona a los 600 grados y al carbono. El carbono de las partículas de hollín se somete a oxidación con el oxígeno y reaccionan transformándose en CO₂ dióxido de carbono, queremos llegar a conseguir esta sustancia porque esto significara que habremos quemado las partículas y que nuestro filtro vuelve a estar limpio.



6. CATALIZADORES Y SONDAS LAMBDA

6.1 INTRODUCCIÓN DEL CATALIZADOR

En los últimos años se han utilizado los catalizadores como solución alternativa a la disminución de la contaminación del automóvil.

Hay 3 tipos:

- Catalizador de 2 vías; Convertidor de monóxido de carbono e hidrocarburos
- Catalizador de 3 vías con toma de aire
- Catalizador de 3 vías con sonda lambda

Ambos de 3 vías convertidores de los 3 gases **monóxido de carbono, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno.**

Catalizador con sonda lambda es el utilizado según las normativas antipolución europeas.

6.2 FUNCIONAMIENTO DEL CATALIZADOR

Su funcionamiento se basa en la combinación de 2 gases para obtener un tercero que no sea contaminante.

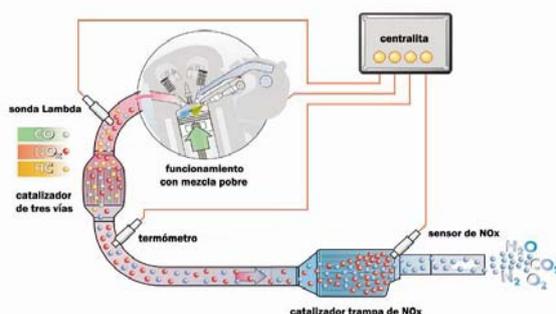
Para ello se requiere que la temperatura de los gases se mantengan aproximadamente a 800°C y se encuentre en contacto con unos materiales preciosos; Aladio, Platino i Rodio que aceleren dicha combinación.

Para que estas combinaciones se puedan establecer se necesita el catalizador que está constituido por el monolito cerámico, la malla metálica y las carcassas.

Las carcassas están formadas por un cuerpo metálico realizado en acero inoxidable que en él observamos una serie de nervios que le dan rigidez i absorben las dilataciones.

Debido a la mayor dilatación a las carcassas de acero respecto al monolito se interpone una malla metálica de gran dilatación que consigue amortiguar las vibraciones i ajustar el conjunto. En otras ocasiones esta malla metálica es substituida por una manta expandible.

Para que todos los gases entren en pleno contacto con todos los materiales preciosos se utiliza una estructura cerámica en forma de panal de abeja cuyas paredes tienen un grosor de 0,15 mm llamada monolito.



La superficie de contacto de los canales es aproximadamente de 3,5 m². Si representamos toda esta superficie totalmente expandida resulta insuficiente, para aumentarla se aplica una capa intermedia llamada "WASHCOAT" que proporciona una superficie 7000 veces mayor.

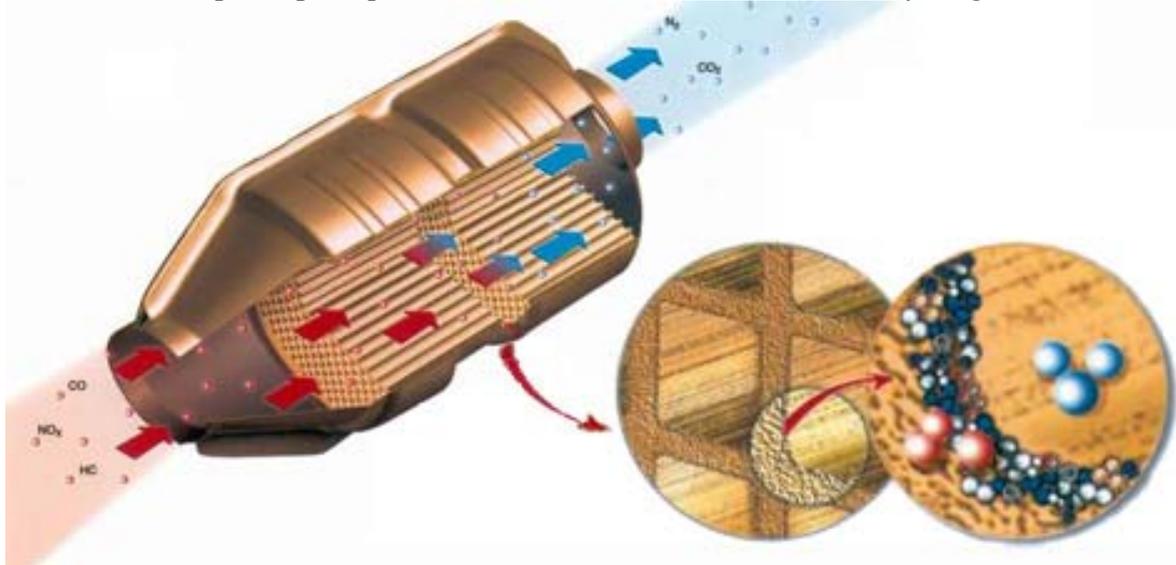
Esta capa que no es más que óxidos de aluminio es donde se adhieren los materiales preciosos formando micro cristales preciosos repartidos por toda la superficie de contacto.

La transformación de los óxidos de nitrógeno se realiza mediante la *reducción*. Requiere que la mezcla sea un poco mas rica para que exista CO y que los óxidos de nitrógeno a altas temperaturas entren en contacto con el rodio, así el oxígeno se separa combinándose con el CO dando lugar a CO₂ y nitrógeno, ambos inofensivos.

El monóxido de carbono se transforma por un proceso llamado *oxidación*, requiere que la mezcla sea un poco pobre para que exista oxígeno y que el monóxido de carbono a altas temperaturas entre en contacto con platino, así el oxígeno se combina con el CO dando lugar al CO₂ que es inofensivo.

A los hidrocarburos también se transforman con la oxidación por lo que la mezcla ha de ser un poco pobre para que exista oxígeno. De este modo los hidrocarburos al contactar con el paladio a altas temperaturas se combinan con el oxígeno dando lugar al CO₂ i al vapor de agua.

Las 3 transformaciones se realizan simultáneamente debido a la variación alternativa de la mezcla rica a pobre para que vean suficiente monóxido de carbono y oxígeno.



6.3 INTRODUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA Sonda LAMBDA

Para conseguir esta variación de la mezcla se incorpora a la UCE de inyección una sonda lambda que detecta la presencia de oxígeno residual de toda combustión informándole del enriquecimiento o empobrecimiento y que esta corrija la proporción de combustible.

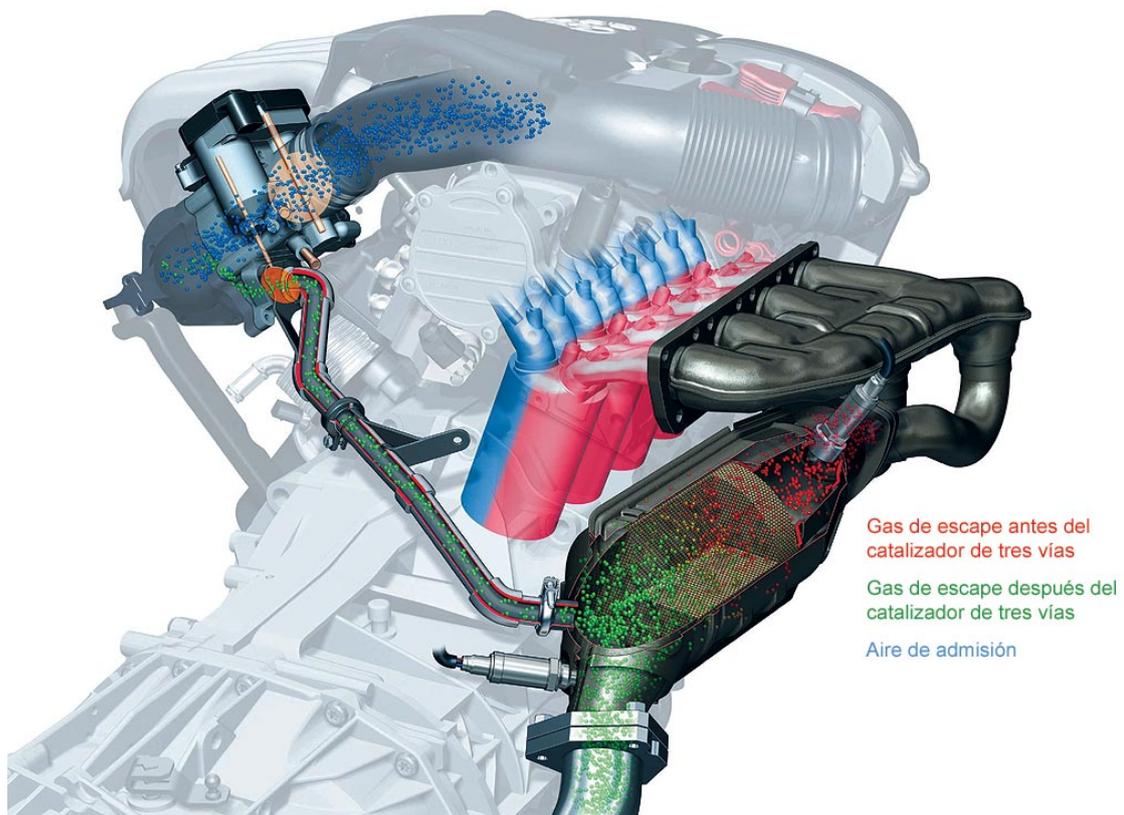
La sonda podrá detectar la presencia de oxígeno si su temperatura es, de al menos, los 300 °C alcanzando aproximadamente los 900°C a medida que se va calentando por el calor que le transmiten los gases de escape.

Esta formada por; **una carcasa exterior, un cuerpo cerámico de protección, un tubo metálico protector, 2 electrodos de platino, un cuerpo cerámico de dióxido de circonio y un soporte metálico roscado.**

Cuando el motor se encuentra en funcionamiento y la sonda alcanza los 300°C el dióxido de circonio permite el paso de oxígeno por su interior.

Si la mezcla es rica los gases de escape de la combustión que contactan con el electrodo negativo contienen un bajo porcentaje de oxígeno.

El electrodo positivo al estar en contacto el aire ambiental posee el mayor porcentaje de oxígeno. En estas condiciones el dióxido de circonio permite el paso de oxígeno del electrodo positivo al negativo creando una tensión proporcional a la diferencia de oxígenos.



En el caso de una mezcla rica la tensión generada será de unos 900 mV.

Cuando la mezcla es pobre el porcentaje de oxígeno en los gases de escape es mayor disminuyendo la diferencia de oxígeno entre ambos electrodos y como consecuencia la tensión disminuye.

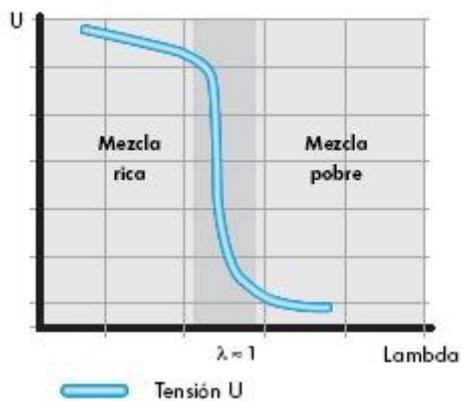
En el caso de estas mezclas se genera una tensión alrededor de 100mV.

Estos dos estados son extremos, es decir, lo que sucedería cuando las mezclas son ricas o pobres.

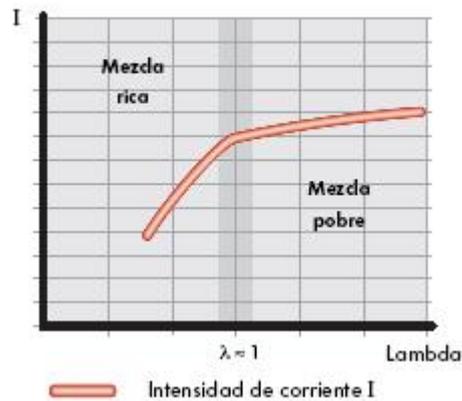
En el caso de que la relación de mezcla sea la ideal la diferencia de oxígenos sería menor y nos generaría una tensión de aproximadamente 400 mV.

Como conclusión la UCE del sistema de inyección debe variar constantemente la riqueza de la mezcla y la sonda lambda debe indicar rítmicamente estos valores.

Sonda lambda de señales a saltos



Sonda lambda de banda ancha



6.4 TIPOS DE SONDA LAMBDA

Dependiendo del sistema de calefacción de la sonda lambda podemos encontrarnos con dos tipos:

- No precalentadas
- Precalentadas

Si lleva un solo cable es el positivo de información y el retorno a masa lo realiza a través del soporte roscado, es de tipo no precalentada. Estas sondas están ubicadas en la desembocadura del múltiple del escape para que alcance rápidamente su temperatura de funcionamiento.



Si la sonda **lleva 3 o 4 cables** serán del tipo precalentada. Se caracteriza por llevar en su interior una resistencia calefactora que ayuda a alcanzar la temperatura de funcionamiento lo que permite situarla a más distancia del múltiple del escape.

Cuando incorpora 3 cables, los 2 blancos pertenecen al positivo i negativo de la resistencia de precalentamiento. El cable negro es el positivo de infamación a la UCE de inyección y el retorno a masa se realiza a través del soporte roscado.

Si la sonda lleva 4 cables es idéntica al caso anterior, pero el retorno a masa de la tensión de información se realiza a través de un cable, generalmente de color gris.

6.5 COMPROVACION DE LA SONDA LAMBDA Y EL CATALIZADOR

Para comprobar que es correcto el funcionamiento de la sonda lambda el motor debe de estar a la temperatura óptima de funcionamiento y la sonda caliente.

En estas condiciones sincronizaremos el polímetro a la escala de 2V conectaremos el positivo al cable negro i el negativo al cable gris o a una buena masa.

La tensión enviada por la sonda debe de oscilar de 0,1 a 0,9V y mantener este ritmo indicando que la UCE responde correctamente al enriquecimiento i empobrecimiento de la mezcla.

También debemos comprobar si la tensión que genera la sonda varía en las aceleraciones i deceleraciones.

Al provocar una aceleración brusca la mezcla se enriquece momentáneamente por ello el polímetro debe marcar 0,9V durante unos instantes.,

Si en un determinado numero de revoluciones soltamos rápidamente el acelerador, la mezcla se empobrece indicándonos en el polímetro una mezcla de 0,1V.

Si la sonda responde de este modo, el funcionamiento es adecuado.

En el caso de que al comprobar la sonda lambda obtengamos la tensión invariable no podemos asegurar que el fallo lo produzca ella misma o la UCE del sistema de inyección.

Podemos recurrir a la simulación de tensión que envía la sonda a la UCE, para ello conectaremos el analizador de gases de escape y un cable en el Terminal correspondiente al cable negro de información que se dirige a la UCE.

A través de ese cable podemos introducir una tensión variable de 0 a 1V.

Cuando conectamos el cable auxiliar a masa, estamos enviando a 0 voltios a la UCE, esta interpreta que la mezcla es pobre y que debe enriquecerla efecto que veremos por la disminución del coeficiente lambda indicado en el analizador.

Con una pila conectada en serie a una resistencia variable enviamos a través del cable auxiliar 1V a la UCE que interpreta que la mezcla es rica i deberá de empobrecerla. Efecto que observaremos por el aumento del coeficiente lambda indicado en el analizador.

Si la UCE responde a las informaciones enviadas a través del cable auxiliar es indicio que funciona correctamente siendo por lo tanto la causante la sonda lambda, que tendremos que sustituir.

Para realizar la diagnosis del catalizador de 3 vías con sonda lambda es necesario que el motor se encuentre a su temperatura óptima de funcionamiento i el catalizador caliente. Para ello mantenemos el motor a 2000 revoluciones por minuto durante un par de minutos.

Con la ayuda de un analizador de 4 gases el coeficiente lambda indicado debe de estar comprendido entre 0,99 y 1,01 asegurándonos que la combustión i la relación de la mezcla es la correcta.

En estas condiciones el catalizador estará correcto cuando no supere el 0,2% de monóxido de carbono. Un nivel inferior a 50 ppm por millón de hidrocarburos. El dióxido de carbono superior al normal en un motor no catalizado, entre un 15 y un 17%. El oxígeno inferior al 0,2% indicándonos que se emplea en la transformación.

Si las cantidades de monóxidos de carbono e hidrocarburos son bajas, menos del 0,2%, i por debajo de 50 ppm por millón, pero el nivel de oxígeno i el factor lambda son mas altos de lo normal indican que la mezcla es pobre y el motor funciona desajustado.

Esta avería puede ser producida por 3 causas; sonda lambda, UCE del sistema de inyección o parámetros de información del sistema de inyección.

Comprobar la sonda lambda i la UCE como hemos dicho anteriormente, si responde correctamente, la avería esta en la centralita o en alguna de las informaciones que le llega a la UCE del sistema de inyección que es inadecuada e incluso la presión de gasolina.

En el caso que las emisiones de monóxido de carbono, hidrocarburos y oxígenos sea superior a las indicadas como máximas para el correcto funcionamiento del catalizador y el factor lambda comprendido entre los valores ideales podemos afirmar que el catalizador esta envejecido, por lo cual, habrá que sustituirlo.

Algunos vehículos disponen de un conducto auxiliar de prueba conectado antes del catalizador, de este modo nos permite analizar los gases antes de ser transformados por el catalizador.

6.6 AVERIAS DEL CATALIZADOR

Las averías mas frecuentes de los catalizadores son:

- **ENVEJECIMIENTO DEL CATALIZADOR;** el envejecimiento total del catalizador en condiciones normales de uso suele oscilar entre los 80.000 y 120.000km.
- **ENVENENAMIENTO POR PLOMO;** La utilización de gasolina con plomo o de aditivos que lo contengan provoca el envenenamiento que consiste en depositarse una capa de plomo sobre los materiales preciosos impidiendo el contacto con los gases de escape.
- **FUSIÓN DEL MONOLITO;** se produce a partir de los 1400°C. Este aumento de temperatura puede producirse por la combustión de mezclas excesivamente pobres o por fallos en el encendido. Provoca su fusión
- **ROTURA POR IMPACTO;** Por las vibraciones fuertes, puede romperse el monolito convirtiéndose en arena que será expulsada hacia el exterior.



Bibliografía

- Material didáctico facilitados por nuestro tutor.
- Archivos Power Point.
- Archivos PDF.
- www.mecanicavirtual.org
- www.ngk.es
- Revistas de automoción.
- Libros de texto.

