

Universidad Internacional del Ecuador



Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz

Artículo

Tema:

Estudio de la velocidad de flujometría y temperatura en los gases del escape

Danny Pesantes

Director:

Miguel Granja

Quito, 2017

Certificación (ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD)

Yo, Danny Pesantes Cedeño declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, Reglamentos y Leyes.



Danny Roberto Pesantes Cedeño

C.C.:1717115305

Yo, Ing. Miguel Granja, certifico que conozco, a los autores de la presente investigación, siendo el responsable de su originalidad y autenticidad como de su contenido.



Ing. Miguel Granja

Directo Técnico del Trabajo de Grado

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación va dedicado a mis padres, por ser mi ejemplo a seguir y con ello darme el rumbo necesario para mi vida, lleno de apoyo consejos, castigos necesarios para llegar a este punto de mi vida.

A mi padre Victor Pesantes, con sus consejos oportunos supo darme los valores indicados para poder llegar a cumplir mis sueños y ser una persona de bien. A mi madre Tania Cedeño, por ser la roca firme que siempre necesite para seguir avanzando en este reto tan difícil y constante, en cada batalla que se presentó siempre a mi lado luchando en todo ámbito de mi vida. A mis hermanos Marco, Diego y Jonathan son los mejores amigos que Dios puso en mi vida como hermanos y que con su apoyo incondicional me ayudaron a culminar mi titulación.

A mi esposa Valeria, por una guía en todo momento que en todo momento supo cómo llevarme por el camino correcto para ser un buen hombre, esposo y sobre todo un buen padre, mi agradecimiento efusivo a la nueva personitas que Dios puso en mi camino, mis hijos Daniel Alejandro, para ti va dedicado cada peldaño avanzado y con constancia llegar a más para ahora ser tu ejemplo de vida, tal como lo es mis padres y hermanos.

A toda mi familia, en especial a mi abuela Tarcila Garcia, lleno de mucho amor cada momento de mi vida. Por Uds. Soy la persona que ahora les dice lo logramos, no me queda más palabras que decirles lo hicimos juntos.

Danny Pesantes Cedeño

AGRADECIMIENTO

Como punto central en mi vida es Dios, total agradecimiento a él, ya que me dio todo lo que tengo y lo que soy, sabiendo en todo momento guiarme en mi camino.

Mi padre Victor Pesantes, con su cariño, amor y sabios consejos me condujo a la recta final de mi titulación.

A mi madre Tania Cedeño, el amor, la confianza y su apoyo en todo momento, hizo posible alcanzar un objetivo tan anhelado en mi vida.

A mi hermano Diego, por marcar un camino digno a seguir, agradezco cada acto desinteresado, sabiendo llegar en el momento indicado con las palabras correctas para levantarme de cualquier circunstancia que se presentó en mi carrera universitaria.

A mi esposa Valeria, que supo apoyarme y tener la valentía de luchar conmigo y enseñarme a ser un buen padre y esposo.

A mis hijos Daniel Alejandro, por ser una bendición de Dios llegando a mi vida para llenarla de amor, ahora tengo por quien luchar dando pasos firmes pensando en ellos.

A mis primos, primas, amigos y amigas que en muchas veces fueron de gran apoyo en mi vida personal y universitaria. Compañeros de trabajo que en más de una vez hicieron de profesores, representantes, amigos y también hermanos.

Finalmente a todas las personas que colaboraron en mi formación académica, decano, profesores y especialmente a mi director de tesis y por sobre todo amigo Miguel Granja, que desde el inicio de mis estudios sentó precedente por ser un buen profesional y un guía positivo que brinda su ayuda sin importar lo que fuere.

Danny Pesantes Cedeño

INDICE

RESUMEN	7
1. Introducción	9
2. Marco Teórico	10
2.1 Sistema de escape.....	10
3. Metodología	13
3.1 Salida de aire con catalizador	13
3.2 Salida de aire sin catalizador.....	13
3.3 Salida de aire con potenciador.....	14
3.4 Salida de aire con bala	14
4. Resultados y Discusión	14
Un sistema de escape, se compone de varias partes:	16
4.1 Cabezales o Headers	16
4.2 Convertidor Catalítico. –	16
4.3 Tubo de Conducción Primario.	16
4.4 Mofle Primario. –	16
4.5 Tubo de Conducción Secundario. –	16
4.6 Mofle Secundario. –	16
4.7 Terminal de Salida. –	16
4.1.1Tipos de Mofles	16
4.1.2 Mofle Reactivo o Refractivo.-	16
4.1.3 Mofle de Absorción.-	16
4.1.4 Mofle Mixto.-.....	17
4.1.5 Mofle Electrónico.-	17
Conclusiones	18
6. Bibliografía.....	20

INDICE DE ANEXOS

5. Anexos	19
5.1 Fig. 1: tubo de escape escape completo.....	19
5.2 Fig. 2: sensor de temperatura de escape.....	19
5.3 Fig. 3: Formulas para calcular velocidad de gases.....	19
5.4 Fig. 4: Medidor de velocidad de gases #1.....	19
5.5 Fig. 5: Medidor de velocidad de gases #2.....	19
5.6 Fig. 6: Medidor de velocidad de gases #3.....	19
5.7 Fig. 7: Medidor de velocidad de gases #4.....	19
5.8 Fig. 8: Catalizador.....	19
5.9 Fig. 9: Catalizador con terminal.....	19
5.10 Fig. 10: Terminal.....	19
5.11 Fig. 11: Composición del silenciador.....	19
5.12 Fig. 12: Diferentes flujos de aire.....	20
5.13 Fig. 13: Terminal deportivo.....	20

Estudio de la velocidad de flujometria y temperatura en los gases del escape

*Universidad Internacional Del Ecuador-Facultad de Ingeniería Mecánica
Av. Simón Bolívar y Jorge Fernández
Quito- Ecuador*

Universidad Internacional del Ecuador – Facultad de Ingeniería Mecánica
Automotriz

RESUMEN

Introducción: El sistema de escape de un vehículo cumple una gran función que es evacuar los gases de combustión, que está constituido generalmente por un múltiple de escape o colector que se encarga de recoger los gases de los cilindros del motor desde las válvulas de salida, se utiliza catalizador en la salida de los gases para evitar el daño ambiental.

Metodología: En un mismo modelo de vehículo (Vitara 1.6 16v año 2013) Utilizamos un anemómetro digital para poder medir el flujo de salida de aire del escape (flujometria) a 2500 rpm, con catalizador, sin catalizador, con bala y con potenciador.

Resultados: Dejando la salida de aire del vehículo libre, es decir, sin catalizador, tenemos un mejor desempeño y aprovechamiento del vehículo pero el daño ambiental incrementa, sin embargo, con la utilización de bala o de potenciador podemos sacar más provecho a nuestro motor

Conclusiones: Podemos obtener mejor desempeño de nuestro motor pero la contaminación ambiental incrementa, para hacer estas modificaciones

necesitamos hacer estudios de flujometria debido a que no todos los motores reaccionan igual al implementar estas piezas (bala, potenciador).

Palabras claves: Catalizador, flujometria, escape, bala, potenciador, gases, combustión.

Study of the flow rate in the exhaust gases

International University of Ecuador - Faculty of Automotive Mechanical
Engineering

SUMMARY

Introduction: The exhaust system of a vehicle fulfills a great function that is to evacuate the flue gases, which is generally constituted by an exhaust manifold or collector that is responsible for collecting the gases from the engine cylinders from the outlet valves, Catalyst is used in the gas outlet to avoid environmental damage.

Method: In the same model of vehicle (Vitara 1.6 16v año 2013) We use a digital anemometer to measure the exhaust air flow (flowmeter) at 2500 rpm, with catalyst, without catalyst, with bullet and with Enhancer.

Results: Leaving the air outlet of the vehicle free, that is to say, without catalyst, we have a better performance and use of the vehicle but the environmental damage increases, however, with the use of bullet or of enhancer we can take advantage of our engine

Conclusions : We can get better performance of our engine but environmental pollution increases, to make these modifications we need to do flowmetry studies because not all engines react the same as implementing these parts (bullet, enhancer).

Key words: Catalyst, flowmetry, exhaust, bullet, enhancer, gases, combustion.

1. Introducción

El sistema de escape es una parte esencial del auto pues desempeña dos funciones vitales: expulsa los peligrosos gases de la combustión fuera del auto y reduce el ruido que producen estos al momento de ser arrojados. Esto resulta indispensable, tanto por motivos de buen funcionamiento como para la seguridad de los pasajeros.¹

Sí, para su seguridad, pues uno de los gases que el sistema de escape ayuda a expulsar es el monóxido de carbono, compuesto altamente tóxico y cuya acumulación en el interior de la cabina puede traer indeseables consecuencias como dolores de cabeza, náuseas, irritabilidad e incluso desmayos.

Por eso, cuando falla este sistema se presenta una serie de problemas que van desde la inoperancia del auto hasta la puesta en peligro de la salud del conductor y los pasajeros. Además, el dispositivo de control de emisión de gases se verá seriamente afectado y esto comprometerá toda la mecánica del carro.

Algunos de los problemas que se presentan de forma más común son:

- La restricción en los conductos de escape o en el silenciador. En ambos casos se produce pérdida de potencia del motor y fallas en el encendido.

- La expulsión de humos densos y asfixiantes que llegan a colarse dentro del habitáculo.

- La rotura de las piezas del sistema de escape. Figuran como causas comunes la vibración del motor o el tránsito por pistas en mal estado.

- El catalizador puede contaminarse, o el monolito, el corazón del catalizador, puede derretirse si entra en contacto con combustible no quemado. Esto puede ocurrir ocasionalmente cuando el vehículo rueda en punto muerto sin el motor en marcha.

- Corrosión externa producto de la humedad, lo cual disminuye la efectividad del sistema.

Estas, junto a otras afecciones menos frecuentes, son las que deben servir de motivo para mantenernos al día en el cuidado del referido dispositivo, medida que involucra a todas sus partes: el múltiple y los caños de escape, el silenciador y el resonador, la cola de escape (el popular “tubo”) y los brazos y grampas que lo sostienen.

El convertidor catalítico o catalizador es un componente del motor de combustión interna alternativo y Wankel que sirve para el control y reducción de los gases nocivos expulsados por el motor de combustión interna. Se emplea tanto en los motores de gasolina o de ciclo Otto como más recientemente en el motor diésel.

Son sustancias que en pequeñas cantidades pueden modificar la velocidad de reacción sin que sufran una alteración.

2. Marco Teórico

2.1 Sistema de escape

Está constituido generalmente por un Múltiple de escape o colector que recoge los gases de escape en las válvulas de salida de los cilindros del motor, los gases se dirigen mediante un tubo o tubos a uno o varios catalizadores para reducir los contaminantes de los mismos y hacia uno o varios silenciadores que reducen la intensidad y las frecuencias armónicas del sonido de los gases los cuales pasan al tubo de escape para liberar los mismos a la atmósfera.²

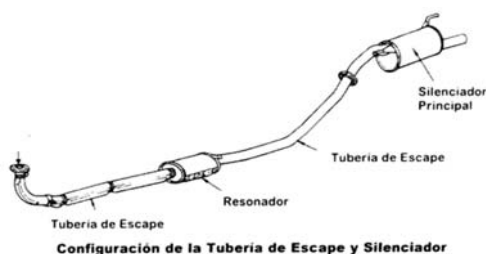


Fig. 1: tubo de escape escape completo

El sistema de escape participa en el funcionamiento del motor:

- Si es demasiado libre, el motor aumenta su potencia (el cilindro se vacía mejor después de cada explosión),

pero se calienta aún más y consume más.¹

- Si está demasiado obstruido, el motor denota falta de potencia.
- En los motores de dos tiempos, el tubo de escape permite mejorar a la vez el vaciado del cilindro y la compresión.

Desde finales de los años 1990s, un número creciente de países ha hecho obligatorio el catalizador para los vehículos gasolina y diésel. Su resultado es incuestionable para algunos agentes contaminantes, pero nulo para otros. A veces se equipan también con un filtro de partículas.

Generalmente, los motores tienen una o más salidas de escape por cilindro. Si hay varios cilindros, los tubos resultantes de los distintos cilindros pueden juntarse o no. Al conjunto de colectores de gases a la salida de los cilindros se les conoce de manera informal como "headers" o "araña"

Generalmente, se tiene interés en agrupar los escapes de varios cilindros en único por las siguientes razones:

- Mejor sonoridad.
- Mejor rendimiento del motor (este ítem y el precedente están vinculados al hecho de que el tiempo de escape sólo representa alrededor de un cuarto del tiempo total para un cilindro (motor de 4 tiempos), y que la evacuación del gas de escape se intercala de una manera armoniosa cuando se conectan varios escapes, dependiendo del número de cilindros y el gusto de la

persona que escucha ya que es subjetivo).

- Costo.
- Peso.
- Espacio.
- Estética.
- Potencia
- Par motor

A pesar de las ventajas de los escapes agrupados, los servicios de comercialización a menudo han impuesto escapes múltiples cuando son visibles, como en las motocicletas. En algunos casos, un motor puede tener varios escapes por cilindro, aunque la mayoría de las veces la justificación es solamente estética.

Los motores con turbocompresor tienen generalmente todos sus escapes agrupados en uno con el fin de tener que utilizar un único turbo. Los modelos de gama alta con gran número de cilindros pueden tener varios escapes independientes con varios turbocompresores.²

En los motores a dos tiempos, el tubo de escape forma parte integral del funcionamiento del cilindro, lo que impone escapes enteramente separados.

El hacer modificaciones al tubo de escape puede estar reglamentado por la ley o en competencias de vehículos, ya que cuanto mayor sea el diámetro, tanto mayores serán la potencia del motor disminuyendo el par motor que puede afectar el funcionamiento, seguridad y contaminación del vehículo.

2.2 Temperatura de los gases de escape

La temperatura de los gases de escape no tiene constante alguna ya que varía de acuerdo a diferentes factores como pueden ser el cilindraje del motor, si es un motor sobre alimentado o no, el material con el que está hecho el múltiple de escape ya que este puede disipar más rápidamente o no el calor que se produce como resultado de la combustión, entre muchos otros factores. 2.2

Para llegar a tener un valor aproximado sobre la correcta temperatura de los gases de escape en esta investigación se han tomado tres parámetros reales con los que se puede trabajar.

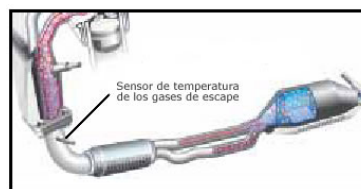


Fig. 2: sensor de temperatura de escape

El primero; es la temperatura con la cual ingresan los gases de escape y la temperatura a la cual se activan los componentes en el convertidor catalítico (catalizador). La temperatura es uno de los factores que afecta directamente al comportamiento y a la eficacia del catalizador.

La temperatura de los gases de escape a la entrada del catalizador debe oscilar entre 250 a 500 °C.

Desde los 250°C es cuando las reacciones empiezan a tener lugar dentro del catalizador y no es hasta que se alcanza una temperatura de 450°C cuando el catalizador llega a su punto de plena eficacia. Como se

necesita alcanzar estas temperaturas lo más rápidamente posible se necesita ubicar el catalizador lo más cerca de la salida del múltiple de escape, pero esta proximidad no debe ser excesiva ya que por encima de los 800°C el aislante térmico del catalizador que contiene al

monolito del cuerpo metálico que sirve para realizar las reacciones químicas se deterioraría muy rápidamente.

El segundo parámetro a tomar en cuenta es el de la temperatura a la cual está sometida la carcasa y la turbina de escape de un turbocompresor, este elemento es el que recibe directamente los gases de escape que vienen del múltiple de escape. En un caso estándar, un turbocompresor recibe los gases a una temperatura aproximada hasta de 800°C, con esta temperatura no se debe realizar ningún tipo de refrigeración adicional a los cojinetes del turbocompresor para su correcto funcionamiento.

Para la utilización de un turbocompresor con superiores temperaturas como por ejemplo con motores a gasolina con hasta 1.000°C se debe introducir carcasas de cojinetes de refrigeración por agua.

Por último, el tercer parámetro; es el campo de medición que tiene el sensor de temperatura de los gases de escape.

Este sensor va montado en puntos térmicamente críticos, se lo emplea también para realizar el tratamiento de los gases de escape, la

resistencia que contiene este sensor generalmente es de platino y tiene un campo de medición que va desde -40 hasta +1000°C.

Con estos conceptos ya establecidos se puede deducir un valor promedio de la temperatura que tienen los gases de escape en un motor en condiciones normales, la misma que tomando en cuenta los valores más altos, se encuentra entre unos 750 a 770 °C.

2.3 Velocidad de los Gases de Escape

No existe un valor promedio o previamente investigado que indique cuál es la velocidad con la que los gases de escape salen del motor, ya que este valor se ve afectado por una infinidad de factores los cuales hacen muy difícil determinar un valor promedio para todos los motores o máquinas que funcionan con el principio de combustión interna. Muchos de los factores que intervienen para obtener este valor se dan a lo largo de todo el proceso de combustión, sobre la cabeza de los pistones y dentro de los cilindros.

2.3

Por ello, la forma más sencilla para obtener este valor es, mediante la aplicación de ciertas fórmulas.

Las fórmulas utilizadas para la obtención de la velocidad de los gases fueron obtenidas del libro; Manual de la Técnica del Automóvil BOSCH (4a edición 2005), dichas formulas son las siguientes:

Ec (1.5) Velocidad de los Gases de Escape

Donde: V_G = Velocidad de los gases de Escape (m/s)

V_{MP} = Velocidad media del Pistón (m/s)

S_P = Sección del Pistón (m^2)

S_x = Sección donde calcular (m^2)

$$V_{MP} = \frac{RPM * S}{30}$$

Ec (1.6) Velocidad media del Pistón

Donde: V_{MP} = Velocidad media del pistón (m/s)

RPM = Revoluciones del Motor ($rpm \rightarrow r/min$)

S = Carrera del pistón (m)

Fig. 3: Formulas para calcular velocidad de gases

Con estas ecuaciones, se deduce cual será la velocidad aproximada a la cual pasaran los gases de escape ya sea desde el múltiple de escape como cualquier sección posterior del tubo de escape. Este dato servirá posteriormente para comprobar si la velocidad de los gases de escape con la que son expulsados desde la cámara de combustión es lo suficientemente fuerte para lograr producir el empuje necesario para mover cualquier elemento adicional al realizar las modificaciones necesarias a todo el sistema de escape para cumplir con el objetivo principal de este proyecto. Con la teoría que nos proporciona este capítulo, el cual abarca todos los elementos que intervienen en el sistema de escape, sus materiales de fabricación, así como también los conocimientos básicos sobre los gases de escape y los factores que pueden afectar su comportamiento, se analizará de una mejor manera las posibles soluciones, ideas y conceptos para poder desarrollar este proyecto de una manera más óptima y concreta, buscando cumplir con el objetivo y la meta planteada

3. Metodología

3.1 Salida de aire con catalizador

Sometemos al vehículo a prueba utilizando la salida de aire (tubo de escape) para medir la velocidad del flujo, esto lo realizamos con un medidor digital (anemómetro). Esta primera prueba la realizamos con el catalizador instalado manteniendo nuestro motor a 2500 rpm llegando a una velocidad de aire de 23km/h.3



Fig. 4: Medidor de velocidad de gases #1

3.2 Salida de aire sin catalizador

El vehículo (Vitara 1.6 16v año 2013) ya pasado por la prueba con el catalizador, sacamos y dejamos directamente un tubo, el sonido de nuestro sistema incrementa por que el flujo de aire aumenta y sale directamente desde el múltiple, realizamos la misma prueba con

nuestro medidor digital, de igual manera manteniendo a 2500 rpm nos da como resultado una velocidad de flujo de 34 km/h.



Fig. 5: Medidor de velocidad de gases #2

3.3 Salida de aire con potenciador

Al añadir un potenciador al sistema de escape el aire tendrá más espacio y más empuje para salir con mayor velocidad, además el sonido del motor va a incrementar aún más y por ende aumenta la contaminación tanto ambiental como auditiva, todas estas pruebas se realizaron sin silenciador, al someter al vehículo a esta prueba de la misma manera manteniendo a 2500 rpm obtuvimos una velocidad de flujo de aire de 40 km/h de aire.



Fig. 6: Medidor de velocidad de gases #3

3.4 Salida de aire con bala

El sonido del vehículo incremento, pero la velocidad del flujo de aire se redujo. Utilizando el medidor digital con nuestro motor a 2500 rpm nos dio el resultado de flujo de aire de 37 km/h.



Fig. 7: Medidor de velocidad de gases #4

4. Resultados y Discusión

Con el vehículo estándar, es decir, con catalizador no podremos aprovechar nuestro motor al 100%, sin embargo,

VITARA 1.6 16 VALVULAS		
AÑO 2013		
COMPONENTE	VELOCIDAD DEL FLUJO	RPM
Con catalizador	24 KM/H	2500 rpm
Sin catalizador	34 KM/H	2500 rpm
Con potenciador	40 KM/H	2500 rpm
Con Bala	37KM/H	2500 rpm

el tema de contaminación que es muy importante es bajo. La vida útil de un motor estándar es mucho más larga que el de un motor preparado o modificado.

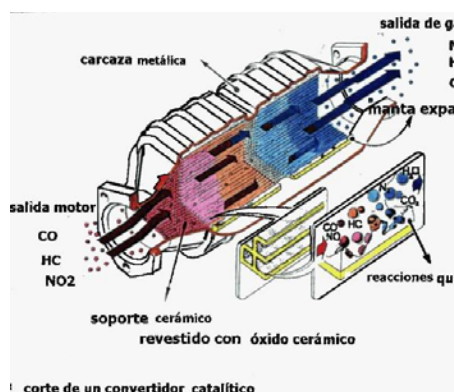


Fig. 8: Catalizador

En esta tabla podemos ver la velocidad del flujo del aire según los componentes del escape.4

No podemos improvisar tubos o extensiones en nuestro múltiple o escape, el tema de balas o potenciadores tiene que hacerse con un previo estudio ya que no a todos los motores los va a favorecer o los va a aprovechar, se tiene pensado que por más grande que sea nuestra salida de gas va a tener mayor desempeño y no es así.



Fig. 9: Catalizador con terminal.

Si utilizamos potenciador en nuestro motor vamos a aprovecharlo al máximo, pero la contaminación auditiva y la contaminación ambiental también aumentan notoriamente. A 2500 rpm obtuvimos una velocidad de flujo de 40 km/h que a sido la mayor velicidad de flujo obtenida en este estudio.



Fig. 10: Terminal.

Un sistema de escape, se compone de varias partes:

4.1 Cabezales o Headers.- Es el principio del sistema de escape, en donde van unidos con las cabezas del motor y tienen una salida por cada cilindro del motor, todos estos tubos se unen al final en un colector de una sola salida.

4.2 Convertidor Catalítico.- Es un dispositivo que sirve para reducir los gases contaminantes, que se producen por la combustión del motor.

4.3 Tubo de Conducción Primario.- Es un tubo que une el convertidor catalítico con el mofle primario, conduciendo los gases del motor.

4.4 Mofle Primario.- El mofle primario es un dispositivo que reduce el ruido producido por el motor. El ruido que sale del sistema de escape de un motor, es generado por sus partes internas al hacer fricción entre ellas y por la explosión de la combustión. Este mofle primario no reduce en su totalidad el ruido, pero

ayuda a bajar considerablemente el ruido en esta primera etapa.

4.5 Tubo de Conducción Secundario.- Es un tubo que une al mofle primario con el mofle secundario, conduciendo los gases del motor.

4.6 Mofle Secundario.- El mofle secundario es un dispositivo que reduce aún más el ruido del sistema de escape, existen algunos vehículos que llegan a tener hasta un mofle terciario, para poder satisfacer las demandas de ruido del fabricante del vehículo.

4.7 Terminal de Salida.- La terminal de salida, es la punta del sistema de escape, por lo general esta tiene un acabado cromado, para darle vista al vehículo.

4.1.1 Tipos de Mofles

4.1.2 Mofle Reactivo o Refractivo.- Este tipo de Mofle es el más común, sus componentes internos hacen que la amplitud del ruido choque en sentido contrario con la amplitud de entrada eliminando parte de esta onda. Características, efectivo en reducción de ruido, alta contrapresión.

4.1.3 Mofle de Absorción.- Este tipo de Mofles tiene un material absorbente en su interior, el cual absorbe una parte de la energía del ruido. Características, no reduce el ruido como un Mofle Reactivo pero genera una baja contrapresión.

4.1.4 Mofle Mixto.- Este tipo de Mofle es la combinación del Mofle Reactivo y del Mofle de Absorción. Características, una mejor reducción del ruido y se puede controlar la contrapresión.

4.1.5 Mofle Electrónico.- Este tipo de Mofle tiene un receptor al inicio de la salida del sistema de escape, y al final del sistema de escape tiene un emisor. El receptor analiza la amplitud del ruido de mayor frecuencia y manda una señal al emisor para que envíe esta misma amplitud del ruido en sentido contrario para cancelar la onda. Características, una reducción excelente del ruido y una nula contrapresión. (Mofle Experimental)

CONSTRUCCION DEL MOFLE

MATERIALES:

- 1 LAMINA GALVANIZADA
- 2 TUBO GALVANIZADO
- 3 MALLA DE HIERRO PARA USO AUTOMOTRIZ
- 4 MATERIAL AISLANTE Y ABSORBENTE DEL SONIDO
- 5 PINTURA

INSTRUMENTOS

- 1 CORTADOR DE LAMINA

- 2 TALADRO DE COLUMNA
- 3 SOLDADURA AUTOGENA
- 4 SOLDADURA ELECTRICA
- 5 PRENSA
- 6 ESMERIL DE BANCO

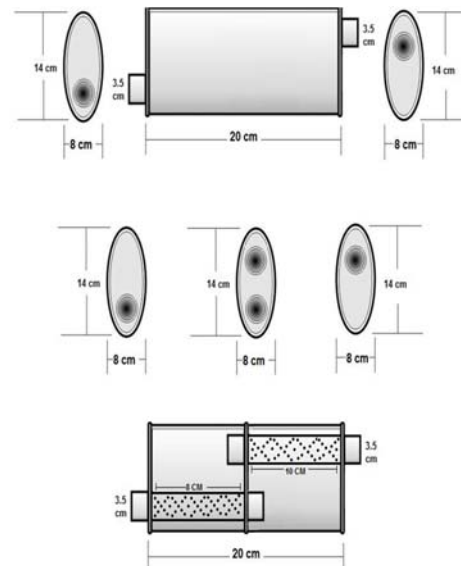


Fig. 11: Composición del silenciador.

Componentes del Silenciador

En un silenciador de escape estándar, el gas ingresa a el y se desplaza hasta el fondo del tubo de entrada para luego ser reflejado hacia la cámara principal. Posteriormente sale atravesando pequeñas perforaciones practicadas en el tubo de salida del silenciador. Al mismo tiempo, la cámara principal se mantiene conectada con otro compartimento denominado resonador.

Escapes Sónicos

El volumen del sonido depende de la amplitud de onda. Esta varía según el valor de la presión que lo genera. A mayor amplitud de onda mayor volumen. Para aminorar el volumen del sonido sin afectar el desempeño del motor se anulan las ondas que salen del motor con otras que vienen reflejadas desde el silenciador (interferencia destructiva). Si una onda está en máxima presión y se encuentra con otra similar en mínima presión se contrarrestan. Existen varios diseños básicos para conseguir el efecto amortiguador. Los fabricantes muchas veces incorporan varios de ellos en un mismo silenciador. Pulse sobre las imágenes siguientes.

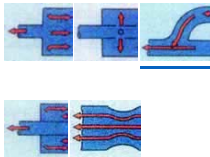


Fig. 12: Diferentes flujos de aire.

Resonador de Escape

Cuando el gas de escape golpea al gas confinado en el resonador, produce una onda en dirección contraria que tiene frecuencia y amplitud parecida a la que viene desde el motor. Algunos sistemas de escape están equipados con un resonador independiente que se instala más cerca de la cola de escape.

Ciertos silenciadores son contruidos de manera que su

carcaza exterior puede absorber parte de las pulsaciones. En este caso su construcción es más compleja y consiste de una capa metálica más gruesa en el exterior, luego una capa delgada de aislante y enseguida otra capa fina de metal.

Escapes Deportivos

El motor estándar de vehículos para pasajeros gana algunos caballos de fuerza si se disminuye la capacidad de amortiguación del silenciador. Sin embargo el escape libre, al contrario de lo que se piensa, no beneficia a este tipo de motores, que para respirar adecuadamente requieren de una contrapresión de escape específica.



Fig. 12: Terminal deportivo.

Conclusiones

- No en todos los Vehículos van a desarrollar de la misma manera poniendo los mismos componentes, tenemos que realizar un estudio previo para poder modificar la salida del aire, como es este caso el vitara 1.6 estudiado tiene mejor desempeño con un potenciador.

- La necesidad legislativa de reducir al mínimo las emisiones contaminantes de los gases de escape de los automóviles de turismo, ha obligado a los fabricantes a incorporar la instalación del denominado catalizador en la práctica totalidad de dichos automóviles fabricados en la actualidad.
- Los catalizadores sacamos en conclusión que se los usa para reducir la contaminación del medio ambiente al momento de la salida de la combustión de un motor
- Reducir el sonido de un motor ... es una de las conclusiones más importantes que sacamos sobre el catalizador

5.3 Fig. 3: Formulas para calcular velocidad de gases.

5.4 Fig. 4: Medidor de velocidad de gases #1.

5.5 Fig. 5: Medidor de velocidad de gases #2.

5.6 Fig. 6: Medidor de velocidad de gases #3.

5.7 Fig. 7: Medidor de velocidad de gases #4.

5.8 Fig. 8: Catalizador.

5.9 Fig. 9: Catalizador con terminal.

5.10 Fig. 10: Terminal

5.11 Fig. 11: Composición del silenciador.

5. Anexos

5.1 Fig. 1: tubo de escape escape completo.

5.2 Fig. 2: sensor de temperatura de escape.

5.12 Fig. 12: Diferentes flujos de aire.

5.13 Fig. 13: Terminal deportivo.

6. Bibliografía

https://es.wikipedia.org/wiki/Convertidor_catal%C3%ADtico

https://es.wikipedia.org/wiki/Tubo_de_escape

<http://www.cochesinconductor.com/2015/04/que-es-el-catalizador-y-como-sabemos-si-no-funciona-correctamente/>

<http://www.motorpasion.com/tuning-preparaciones/catalizar-o-no-catalizar-he-aqui-la-cuestion>

<http://www.tecnourology.com/flujiometria/>

Convertidor catalítico



Este artículo o sección necesita **referencias** que aparezcan en una publicación acreditada. Este aviso fue puesto el 29 de enero de 2013.

Puedes añadirlas o avisar al autor principal del artículo en su página de discusión pegando: {{sust:Aviso:referencias|Convertidor catalítico}} ~~~~

El **convertidor catalítico** o **catalizador** es un componente del motor de combustión interna alternativo y Wankel que sirve para el control y reducción de los gases nocivos expulsados por el motor de combustión interna. Se emplea tanto en los motores de gasolina o de ciclo Otto como más recientemente en el motor diésel.

Son sustancias que en pequeñas cantidades pueden modificar la velocidad de reacción sin que sufran una alteración.

Existen dos tipos de catalizador:

Si el catalizador es positivo acelera la velocidad de reacción y disminuye la energía de activación.

Si el catalizador es negativo disminuye la velocidad de reacción y aumenta la energía de activación.

Índice [ocultar]

- 1 Constitución
- 2 Funcionamiento
- 3 Composición
- 4 Funcionamiento en ciclo cerrado
 - 4.1 Doble vía
 - 4.2 Triple vía
- 5 Véase también
- 6 Enlaces externos



Convertidor catalítico de un automóvil.

Funcionamiento [editar]

Los **hidrocarburos** (HC) y el **monóxido de carbono** (CO) antes de ser expulsados por el **escape**, son convertidos en **dióxido de carbono** y **vapor de agua**. Los óxidos de nitrógeno (NOx) son disociados en Nitrógeno molecular (N_2), principal constituyente de aire atmosférico, y oxígeno O_2 . Para que estas reacciones de disociación se produzcan ha de estar el catalizador a una temperatura de 500 °C.

En la **combustión** que se produce en un **motor** se generan gases, algunos nocivos y otros no. **Nitrógeno**, **dióxido de carbono** y **vapor de agua** no son perjudiciales directamente para las personas.

- El nitrógeno (N_2) lo respiramos constantemente, forma un 78% del aire que respiramos.
- El Vapor de agua (H_2O) lo mismo, forma un porcentaje muy variable del aire que respiramos.
- El Anhídrido carbónico o Dióxido de carbono o Gas carbónico (CO_2)

Los gases nocivos dependen de la composición de la mezcla, es decir, del **factor lambda**. Si el funcionamiento es con **mezcla rica** (excesivo **combustible** en relación con la cantidad de aire) aparecen **hidrocarburos** sin quemar. Si es con **mezcla pobre** (poco combustible) se generan óxidos de nitrógeno. Para que estos gases nocivos se reduzcan al mínimo hay varios procedimientos. Una es intentar que la relación entre la masa de aire que ingresa al cilindro sea aproximadamente 14,7 veces la masa de combustible, es decir, que por cada parte de combustible ingresen 14,7 partes de aire, esta relación se obtiene por **estequiometría**, y coincide con el **factor lambda** igual a 1.

De todas formas debido a la imposibilidad de controlar totalmente el proceso de la combustión, se siguen generando gases nocivos. Para reducirlo (hasta un 75%) existe el **catalizador**. Éste se ubica muy cerca del **colector de escape** (para que los gases tengan al menos unos 500 °C).

Composición [editar]

El catalizador está compuesto de **platino**¹, **rodio** y **paladio** y cuando los gases nocivos se ponen en contacto con él, se generan y aceleran las **reacciones químicas** que descomponen y **oxidan** estos gases transformándolos en gases inocuos para el medio ambiente.

Funcionamiento en ciclo cerrado [\[editar\]](#)

La eficiencia del catalizador depende de que la relación combustible/aire sea lo más próxima a la estequiométrica y es por eso que la eficiencia del catalizador depende del correcto funcionamiento de la **sonda lambda**. De esto se encarga la unidad de control del motor.

En resumen: se produce la combustión en el cilindro y se generan gases que salen por el colector de escape. Estos gases están en contacto con la **sonda lambda**, la cual detecta el contenido de oxígeno residual, emitiendo una señal alta o baja según el **factor lambda** sea mayor o menor de 1. Esta información es usada por el calculador del sistema de **inyección de combustible** para corregir el tiempo de inyección básico almacenado en la cartografía de la gestión del motor. De este modo el **factor lambda** se mantiene siempre en valores muy cercanos a 1, lo que se llama la "ventana lambda" y en la que el catalizador muestra su máxima eficiencia. Esto es lo que se llama ciclo cerrado.

Luego los gases pasan por el silenciador.

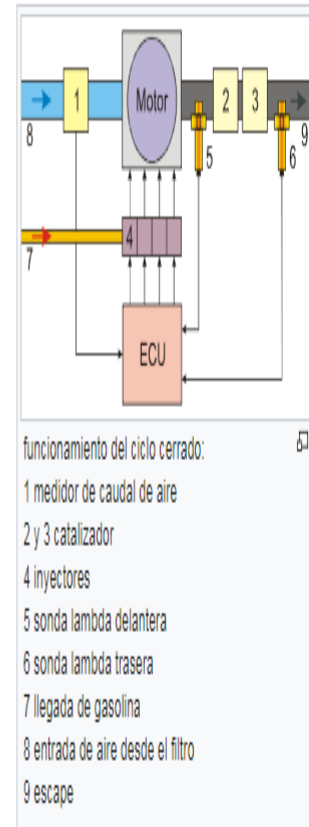
Doble vía [\[editar\]](#)

En un catalizador de doble vía, usado mayormente en el **motor diésel**, ocurren dos reacciones simultáneas:

1. Oxidación de monóxido de carbono a dióxido de carbono: $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$
2. Oxidación de hidrocarburos no quemados o parcialmente quemados a dióxido de carbono y agua: $\text{C}_x\text{H}_{2x+2} + [(3x+1)/2] \text{O}_2 \rightarrow x\text{CO}_2 + (x+1) \text{H}_2\text{O}$

Este tipo de catalizadores se usan en motores diésel ya que trabajan con exceso de oxígeno, generando unas tasas muy altas de Óxidos de Nitrógeno incompatibles con el metal noble que los disocia.

En estos motores el NOx se elimina con la recirculación de gases de escape (**EGR**)



Triple vía [\[editar\]](#)

En un catalizador de triple vía ocurren tres reacciones simultáneas:

1. Reducción de óxidos de nitrógeno a nitrógeno y oxígeno: $2\text{NO}_x \rightarrow x\text{O}_2 + \text{N}_2$
2. Oxidación de monóxido de carbono a dióxido de carbono: $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$
3. Oxidación de hidrocarburos no o parcialmente quemados a dióxido de carbono y agua: $\text{C}_x\text{H}_{2x+2} + [(3x+1)/2] \text{O}_2 \rightarrow x\text{CO}_2 + (x+1) \text{H}_2\text{O}$.

La oxidación de los inquemados se da en presencia de platino, mientras que el proceso de oxidación del monóxido de carbono y la reducción de N_2 se da en presencia de rodio, u otros catalizadores como circonio o paladio, más baratos que el rodio, pero menos eficientes.

En esta segunda fase la reacción real es $2\text{CO} + 2\text{NO} \rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{N}_2$

Estos catalizadores pertenecen a los motores de ciclo Otto ya que la proporción de NOx es mucho menor que en los diesel, al no trabajar con exceso de oxígeno. Para un funcionamiento óptimo el dosado debe ser cercano al estequiométrico.

Tubo de escape

El **tubo de escape** de un **motor de explosión** es el tubo que sirve para evacuar los **gases de combustión** (llamados también «de escape») desde el **silenciador** al medio ambiente, una vez que ya han realizado su trabajo en el motor (por la combustión de la gasolina, gas butano, alcohol o gasoil). Forma parte del **sistema de escape** en los **motores de combustión interna** se utiliza para silenciar el motor, evitando acelerar alto y así acelerar muy suave y rápido. El automovil también es el encargado que la salida de gases de escape que sale de la válvula de escape al silenciador y del silenciador al mofle, así que salgan los gases al medio ambiente. Normalmente se ubica debajo del vehículo, mas en algunos **camiones** y **autobuses** está dispuesto de forma vertical hacia arriba a modo de **chimenea**.

Índice [ocultar]

- 1 Sistema de escape
- 2 Véase también
- 3 Referencias
- 3.1 Enlaces externos



Tubo de escape unido al silenciador.

Sistema de escape [editar]

Está constituido generalmente por un **Múltiple de escape** o colector que recoge los gases de escape en las **válvulas de salida** de los **cilindros** del motor, los gases se dirigen mediante un tubo o tubos a uno o varios **catalizadores** para reducir los contaminantes de los mismos y hacia uno o varios silenciadores que reducen la intensidad y las frecuencias armónicas del sonido de los gases los cuales pasan al tubo de escape para liberar los mismos a la **atmósfera**.

El sistema de escape participa en el funcionamiento del motor:

- Si es demasiado libre, el motor aumenta su **potencia** (el cilindro se vacía mejor después de cada explosión), pero se calienta aún más y consume más.¹
- Si está demasiado obstruido, el motor denota falta de potencia.
- En los motores de dos tiempos, el tubo de escape permite mejorar a la vez el vaciado del cilindro y la compresión.

Desde finales de los años 1990s un número creciente de países ha hecho obligatorio el catalizador para los vehículos gasolina y diésel. Su



Función estética de los tubos de escape de una Harley-Davidson de 1950

- En los motores de dos tiempos, el tubo de escape permite mejorar a la vez el vaciado del cilindro y la compresión.

escape de una Harley-Davidson de 1950

Desde finales de los años 1990s, un número creciente de países ha hecho obligatorio el catalizador para los vehículos gasolina y diésel. Su resultado es incuestionable para algunos agentes contaminantes, pero nulo para otros. A veces se equipan también con un filtro de partículas.

Generalmente, los motores tienen una o más salidas de escape por cilindro. Si hay varios cilindros, los tubos resultantes de los distintos cilindros pueden juntarse o no. Al conjunto de colectores de gases a la salida de los cilindros se les conoce de manera informal como "headers" o "araña" (Méx) o "Multiple" (Arg.)

Generalmente, se tiene interés en agrupar los escapes de varios cilindros en único por las siguientes razones:

- Mejor sonoridad.
- Mejor rendimiento del motor (este ítem y el precedente están vinculados al hecho de que el tiempo de escape sólo representa alrededor de un cuarto del tiempo total para un cilindro ([motor de 4 tiempos](#)), y que la evacuación del gas de escape se intercala de una manera armoniosa cuando se conectan varios escapes, dependiendo del número de cilindros y el gusto de la persona que escucha ya que es subjetivo).
- Costo.
- Peso.
- Espacio.
- Estética.
- [Potencia](#)
- [Par motor](#)

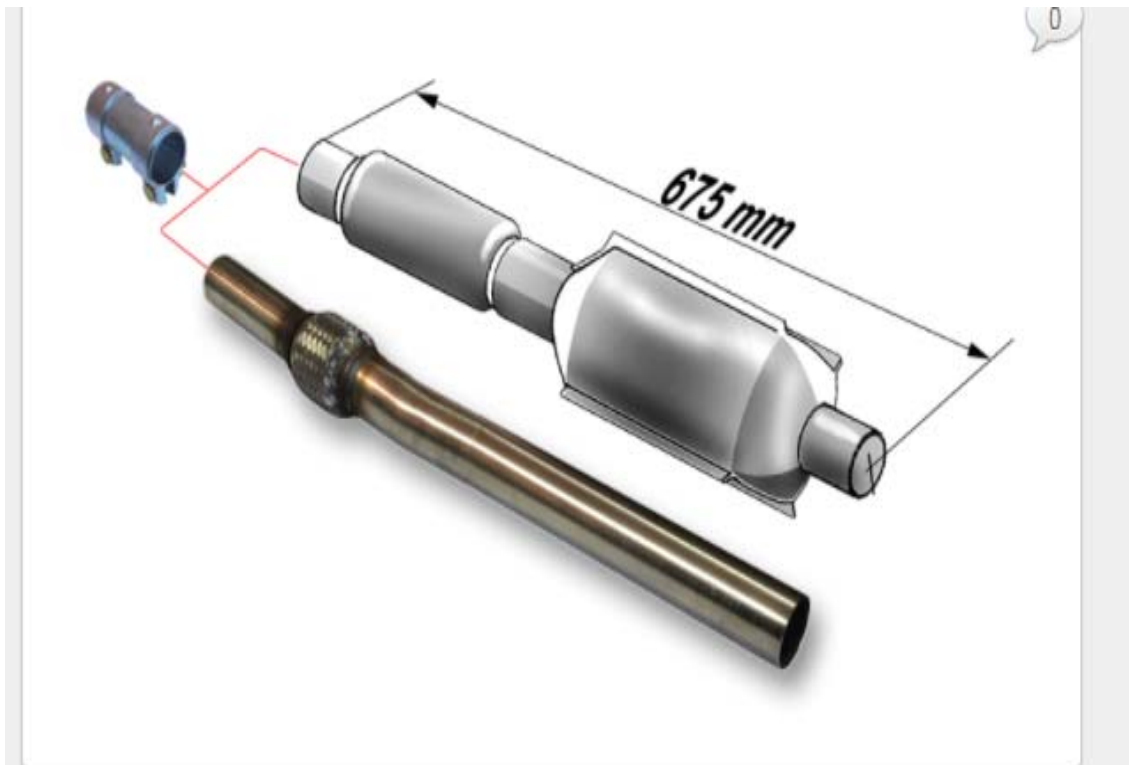
A pesar de las ventajas de los escapes agrupados, los servicios de comercialización a menudo han impuesto escapes múltiples cuando son visibles, como en las motocicletas. En algunos casos, un motor puede tener varios escapes por cilindro, aunque la mayoría de las veces la justificación es solamente estética.

Los motores con [turbocompresor](#) tienen generalmente todos sus escapes agrupados en uno con el fin de tener que utilizar un único turbo. Los modelos de gama alta con gran número de cilindros pueden tener varios escapes independientes con varios turbocompresores.²

En los motores a dos tiempos, el tubo de escape forma parte integral del funcionamiento del cilindro, lo que impone escapes enteramente separados.

El hacer modificaciones al tubo de escape puede estar reglamentado por la ley o en competencias de vehículos, ya que cuanto mayor sea el diámetro, tanto mayores serán la potencia del motor disminuyendo el par motor que puede afectar el funcionamiento, seguridad y contaminación del vehículo.

ANEXO 3



ABR
9
2015

Qué es el catalizador y cómo sabemos si no funciona correctamente

El **catalizador** es un artilugio que es una parte muy importante del **sistema de escape** del coche, siendo su principal función la de disminuir la contaminación que se produce cuando se expulsan al exterior los gases de escape. En resumen, el catalizador sirve para disminuir la repercusión ambiental de las emisiones contaminantes que producen los vehículos a motor.

Este dispositivo está ubicado entre el tubo de escape y el silenciador trasero de los **vehículos que llevan incorporado catalizador** (no todos los lleva). Normalmente, disponen de una estructura cerámica con forma de panal y son fabricados en platino y paladio.

Su función principal, la cual ya mencionamos antes, es la de transformar los gases a través de una reacción química, consiguiendo que los hidrocarburos (HC) se transformen en agua y que el monóxido de carbono (CO) resultante, se convierta en dióxido de carbono (CO₂). Esta transformación solo puede

Su función principal, la cual ya mencionamos antes, es la de transformar los gases a través de una reacción química, consiguiendo que los hidrocarburos (HC) se transformen en agua y que el monóxido de carbono (CO) resultante, se convierta en dióxido de carbono (CO₂). Esta transformación solo puede conseguirse **gracias a la alta temperatura a la que los gases circulan antes de llegar y cuando llegan al propio catalizador**.

Esto significa que, una vez que los gases de escape contaminantes que se generan por el motor fluctúan por la extensión activa del catalizador, son transformados de forma parcial en gases que no perjudican a nuestro planeta. Esta transformación, es considerada parcial porque aunque no tanto, el CO₂ es también uno de los gases que agravan el temido efecto invernadero.

¿Cómo sabemos si el catalizador de nuestro coche está funcionando bien?

Dependiendo del vehículo que sea y de sus características sería posible notar o no fallos de rendimiento en el motor del vehículo, ya sea cuando esté al ralentí o durante la aceleración. Si esto sucediese, percibiríamos falta de potencia y que el motor se cala de forma reiterada. **Este síntoma es producido por la obstrucción del catalizador**, por lo que debería ser reparado o **sustituido por un catalizador nuevo**.

Otro síntoma de que **el catalizador no se encuentra en buen estado** es que percibamos sonidos metálicos en la parte baja de nuestro vehículo ya que esto nos podría decir que el panel cerámico interior del catalizador se ha roto y los trozos están fluctuando por el interior, por lo que la filtración de gases ya no se estaría realizando adecuadamente.

Por último, otro síntoma que nos indica que **el catalizador no funciona de forma adecuada** es que veamos un humo denso cerca de la salida de gases del escape y que dicho humo esté desprendiendo un olor poco habitual.

Ante cualquiera de los síntomas que hemos explicado, es de vital importancia llevar el vehículo a nuestro taller, para que **revisen y reparen el catalizador o lo sustituyan si es necesario**. En el caso de que se requiera sustituirlo, **mira aquí** para tener una idea de los precios y modelos que existen en el mercado.



By admin • Sin categoría •

ANEXO 4



Hoy he asistido a una pequeña *quedada* de coches, la mayoría de corte deportivo, y de esa mayoría, casi todos tenían el catalizador suprimido. **Desde octubre de 1989 es obligatorio para los gasolina de más de 2 litros, a partir de 1993 para todos los gasolina y desde 1997 para todos los diesel.**

Esta pieza, entre el colector de escape y el colín de escape, tiene como misión reducir las emisiones de gases tóxicos. Su supresión comporta una leve mejora de prestaciones, al tener el motor un escape más rápido, y un cambio en la acústica, que suele ser valorada por los apasionados por los coches en ese sentido.

Existe un debate caliente sobre la dudosa moralidad de quitar este elemento porque para empezar suprimirlo es ilegal. Otra cosa es que hablemos de un modelo clásico que nunca tuvo catalizador, y esos coches se quedan fuera de debate. Intentaré aunar los dos puntos de vista.



Razones para quitar el catalizador

El reclamo fundamental es la **ganancia de prestaciones**, especialmente en los atmosféricos. No solo se trata de que el motor aspire mejor el aire (admisión), sino que los gases de la combustión salgan lo más rápido posible y no “ahoguen” el motor (escape). Dependiendo del coche, hasta produce una reducción de consumo.

También podemos hacer un descargo de conciencia, y pensar que a kilometrajes bajos o al ser un coche de muy poco uso, total, cualquier utilitario diesel con catalizador está contaminando más, y que así no estamos haciendo daño a nadie (lo cual es muy iluso). Cada uno se engaña como quiere.

Es una forma relativamente barata de ganar potencia y buen sonido, sin que haga falta un motor grande o potente. También podemos pensar en que total, en 60 años estaremos muertos, y que como el bosque es de todos, hay que quemar nuestra parte. Es sin duda un planteamiento de lo más solidario.

Es una forma relativamente barata de ganar potencia y buen sonido, sin que haga falta un motor grande o potente. También podemos pensar en que total, en 60 años estaremos muertos, y que como el bosque es de todos, hay que quemar nuestra parte. Es sin duda un planteamiento de lo más solidario.



Razones para conservar el catalizador

La principal razón, legalidad aparte, es la del respeto medioambiental. Los gasolina aumentaron muchísimo su respeto al medio gracias a dos modificaciones fundamentales, **la catalización de los gases de escape y la utilización de gasolina sin plomo**, mucho menos tóxica.

Cuando tenemos una **combustión perfecta**, los residuos resultantes son dióxido de carbono (CO_2), vapor de agua (H_2O) y nitrógeno puro (N_2). Es decir, cuando un gramo de gasolina reacciona con 14,7 gramos de aire puro, $\lambda = 1$. Pero estamos hablando de condiciones ideales, ¿y en el resto de condiciones?

Para empezar, la gasolina no es pura, lleva residuos y aditivos que no son combustibles, cada vez menos, pero ahí están. Por otra parte, cuando la combustión es imperfecta aparecen más gases: **monóxido de carbono (CO)**, **hidrocarburos sin quemar (HC)** y **óxidos de nitrógeno (NOx)**. Repasa el [minicurso de contaminación atmosférica](#) para identificarlos y saber su peligrosidad.



El catalizador tiene dos funciones principales. Por una parte hace una **reducción catalítica**, rompe las moléculas NO para generar N_2 y O_2 , es decir, nitrógeno y oxígeno puros, ya presentes en la naturaleza y en principio inofensivos para la vida.

El catalizador tiene dos funciones principales. Por una parte hace una **reducción catalítica**, rompe las moléculas NO para generar N_2 y O_2 , es decir, nitrógeno y oxígeno puros, ya presentes en la naturaleza y en principio inofensivos para la vida.

Por otra parte, tenemos la **oxidación catalítica**. El famoso sensor lambda, antes del catalizador, mide la presencia de monóxido de carbono. Dependiendo de lo que lea esa sonda, se aumentará la proporción de oxígeno en la mezcla mandando instrucciones a la inyección, y reduciendo por tanto el volumen de CO y de hidrocarburos sin quemar (no impide la emisión al 100%).

En cristiano, el catalizador reduce las emisiones de óxidos de nitrógeno, que causan lluvia ácida, y de monóxido de carbono, que es venenoso y ataca al ozono. En un garaje lo suficientemente pequeño el CO puede llegar a ser letal de necesidad si existe en el volumen suficiente, produciendo la famosa muerte dulce.

Si suprimimos el catalizador, a cambio de una mejora poco significativa de prestaciones, estamos incurriendo en una auténtica putada para el aire que respiramos todos. No hablamos de coches que solo pisan circuitos y aislados, sino de coches que pasan por las calles donde todos vivimos.

Hoy, por ejemplo, a escasos dos metros de un coche con el catalizador suprimido, me estaba mareando. No puedo oler y



catalizador suprimido, me estaba mareando. No puedo oler y detectar el CO, porque es inodoro, pero sé cuándo me mareo.

Ese coche en una plaza de garaje individual en un chalet es un auténtico peligro en pocos minutos. Y ese coche estaba al ralentí.

Evidentemente, debido a todo lo expuesto, **suprimir el catalizador es ilegal.**

Aunque se disimule su supresión de una forma o de otra, en la prueba de gases de la ITV eso no pasa. O sí, pasa si el técnico es amiguete y se juega su puesto de trabajo dando como favorable eso.

Si por la fecha de fabricación o por la ficha técnica de la ITV, el coche debe llevar catalizador, pues debe llevarlo. Se puede hacer el *trapis* de pasar ITV con catalizador y luego volverlo a quitar. Ahora es cuando viene la pregunta, **¿hasta qué punto merece la pena por unos miserables kilowatios contaminar mucho más?**

Mi coche, por fecha de matriculación, está exento, pero el bueno del primer dueño le puso catalizador. Si no lo tuviese, habría pagado por ponérselo. Una cosa es que mover el coche contamine de forma inevitable, y otra distinta es contaminar adrede solo por un pelín más de potencia.

¿Es legal? No. ¿Es ético? Menos. ¿Es reproable? Naturalmente que sí. Existen muchas formas de ganar potencia, unas más caras, otras más baratas, pero sin que implique contaminar de esa forma. Un gasofero purista critica a los diesel por lo que emiten y sus humos negros... de modo que quitando el catalizador comete un ejercicio supino de hipocresía y demagogia insoportable. Y también demuestra una gran ignorancia.

¿Cómo se podría atajar esta situación? Equipando a la Guardia Civil con sondas que analicen los gases de escape de todo aquel coche sospechoso o con el escape tocado. Al que eche gases de más, multazo, pero una de las gordas. Y por supuesto, la obligatoriedad de reinstalar catalizador en un plazo determinado.

¿Cómo valoraríamos a un conductor de diesel que quitase el filtro antipartículas para ganar caballos? Seguro que no lo miraríamos bien, y esas humaredas negras que tan poco molan... ¿sólo dejan de molar por ser visibles? **Quitando el catalizador, uno traiciona a sus principios y ya no tiene categoría moral para criticar a un diesel, con o sin DPF/FAP.**

No conozco a nadie que considere sano morir de muerte dulce, o alguien que no le importe recibir lluvia ácida en su cabeza (precipitación de ácido sulfúrico). Entonces, ¿por qué no importa contribuir a



(precipitación de ácido sulfúrico). Entonces, ¿por qué no importa contribuir a provocar esos fenómenos a menos escala? **Es una cuestión de solidaridad con nuestros semejantes y con el planeta en el que vivimos.**

Nuestros padres, cuando eran jóvenes, contaminaban con el coche porque no había tantos adelantos. Aunque se intentó de muchas formas destrozar el planeta en el que vivimos, aún está ahí. Quien no quiera dejarlo en el mismo estado que se lo encontró o mejor, le insto a que se haga una vasectomía para hacer un favor a su descendencia.

Es muy cómodo pensar en que total, como vamos a morir, ¿qué más da? ¿Por encima del bien colectivo puede estar una ganancia de unos pocos caballos? Echar balones fuera y hablar de los demás no quita que podamos ser unos insolidarios y unos delincuentes medioambientales. Todo lo demás es demagogia y basura.

No podemos pedir a la gente que pase frío y apague las calefacciones por ecologismo. De acuerdo. Pero sí podemos evitar que la gente ponga las calderas a 50°C y luego abra las ventanas. ¿Que si no quiero contaminar que vaya en bus? Vé en bus tú también. En, resumen, hay que cambiar el chip hasta este planteamiento:

El bosque es de todos, conserva tu parte. Así otros podrán disfrutarlo, aunque nazcan 100 años después que tú, sean o no sean tus descendientes. Se contamina involuntariamente y voluntariamente. Pues todo lo que sea voluntariamente debe reducirse en la medida de lo posible.



¿Catalizar o no catalizar? Catalizar sí, y todo el mundo, por favor. A todos nos gusta respirar aire puro, es más sano y todo eso. Hay que tener las gónadas de plomo para criticar las humaredas de los diesel (que también son evitables) y luego despreciar lo que echa su bonita línea de escape solo por ser invisible.

¿Y qué pasa con esas humaredas? Las criticamos porque las vemos. Son el producto de combustiones deficientes del gasóleo por un mal mantenimiento o por las limitaciones tecnológicas del motor cuando se fabricó. Al que le pillen con un DPF/FAP suprimido, que también le metan una multa que lo deje tieso.

ANEXO 5

COMBUSTION

Combustible. Sustancia que reacciona con otra sustancia produciendo calor. Aporta toda la energía en la combustión. Gasolina o Diesel, formada por HC.

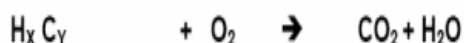
Comburente. Sustancia necesaria para que reaccione el combustible. Aire, O₂

energía de activación. Mínima cantidad de energía necesaria para que se produzca la reacción en cadena. Chispa

Los combustibles utilizados están principalmente compuestos de Carbono C e Hidrogeno H. Estos compuestos se unen formando cadenas largas llamadas de hidrocarburos. Según sea la cadena forma compuestos diferentes como el Gasoil, gasolina, GPL, etc. Estos compuestos por si mismos no pueden utilizarse en el motor ya que necesitan añadirles aditivos para evitar la detonación, la congelación, la lubricación, etc.

Al decir combustión nos referimos a una mezcla de Aire + Gasolina o Gasoil que han reaccionado al aplicarles una energía de activación. En este proceso el oxígeno necesario se encuentra en el aire.

Combustible + Aire → Gases de combustión



Como resultado del funcionamiento del motor la reacción química anterior no se produce nunca tan perfecta resultando una serie de gases nocivos. Se dice que es una combustión completa. Casi siempre es incompleta

Componentes de los gases de escape.

En una combustión real nos podemos encontrar varios compuestos:

- Inofensivas: Nitrógeno, Oxígeno, CO₂, hidrogeno y vapor de agua.
- Nocivas: Monóxido de carbono CO, Hidrocarburos HC, Óxidos de Nitrógeno, Plomo y compuestos de plomo Pb, Dióxidos de azufre SO₂, hollín, etc.,

- Monóxido de carbono CO: Se

* Combustión Ideal con mezcla estequiométrica

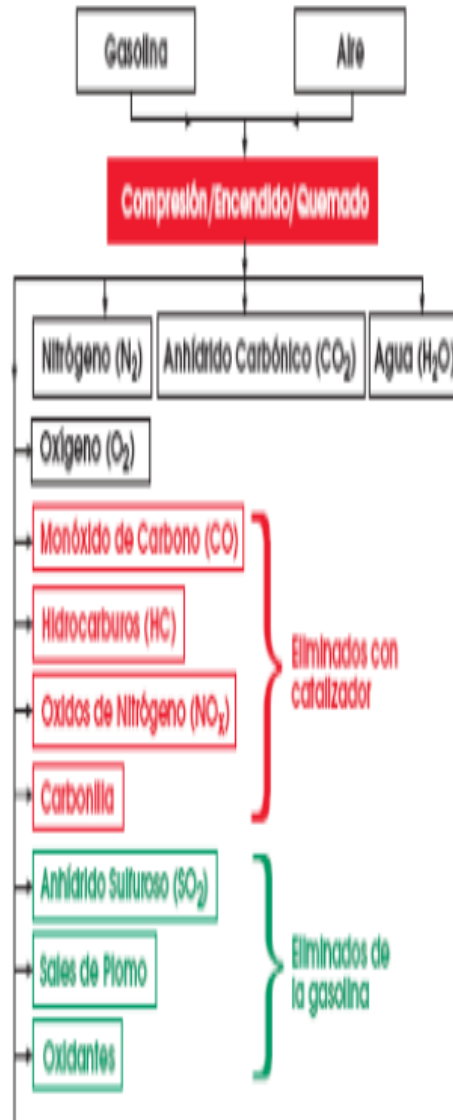


* Combustión real

- Monóxido de carbono CO:** Se produce cuando hay poco oxígeno disponible para la combustión y por tanto no llega para quemar todo el Carbono del combustible completamente quedando átomos de carbono unidos a solo un oxígeno formando el CO. Es letal para los seres vivos ya que por ejemplo en el hombre puede fijarse a la hemoglobina 5 veces mejor que el oxígeno. Se genera en el interior del motor. En concentraciones altas y tiempos largos de exposición puede provocar en la sangre la transformación irreversible de la Hemoglobina, molécula encargada

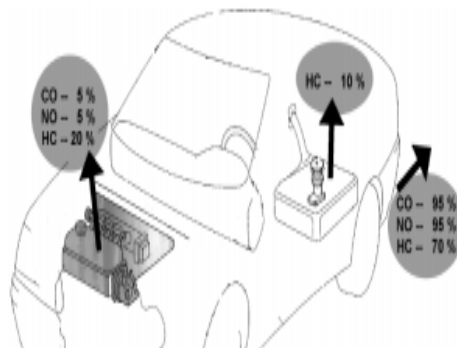
de transportar el oxígeno desde los pulmones a las células del organismo, en Carboxihemoglobina, incapaz de cumplir esa función. Por eso, concentraciones superiores de CO al 0,3 % en volumen resultan mortales.

* Combustión real



- Hidrocarburos HC: son los restos de hidrocarburos sin quemar que salen por el escape. Se producen por mezclas pobres en Oxígeno. Es nocivo, cancerígeno e irritante. Dependiendo de su estructura molecular, presentan diferentes efectos nocivos. El Benceno, es venenoso por sí mismo, y la exposición a este gas provoca irritaciones de piel, ojos y conductos respiratorios; si el nivel es muy alto, provocará depresiones, mareos, dolores de cabeza y náuseas, también causa cáncer.
- Óxidos de Nitrógeno: resulta al combinarse el oxígeno y el nitrógeno debido a las altas temperaturas que se alcanzan dentro del motor y a las altas presiones. En la cámara de combustión se forma el NO. Al abrirse la válvula de escape los gases pasan al conducto de escape donde se combinan con oxígeno para formar NO₂. Por tanto en el escape se encuentran NO y NO₂ de ahí que para aglutinarlos decimos que hay restos de NO_x. Irrita el aparato respiratorio pudiendo dañarlo gravemente.
- Compuestos de Plomo: Es el metal más peligroso contenido en los aditivos del combustible. El Plomo se usa en los motores para evitar la detonación y para lubricar las válvulas de admisión y escape. Es venenoso. Inhalado puede provocar la formación de coágulos o trombos en la sangre, de gravísimas consecuencias patológicas. Se encuentra presente en las gasolinas en forma de Tetraetilo de Plomo y se utiliza en su producción para elevar su índice de octano y, también, en motorizaciones antiguas como lubricante de los asientos de válvulas. En las gasolinas sin Plomo se ha sustituido este metal por otros componentes menos contaminantes que también proporcionan un alto índice de octano.
- Dióxido de Azufre: Se encuentra en los combustibles como impureza. La emisión de SO₂ es pequeña en los motores de gasolina. En los Diesel es superior por el tipo de combustible utilizado. Al mezclarse con vapor de agua, es responsable de las lluvias ácidas.

EMISIONES CONTAMINANTES EN MOTORES DE GASOLINA



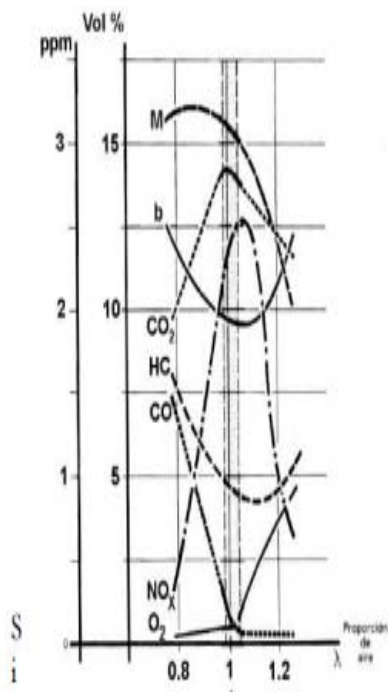
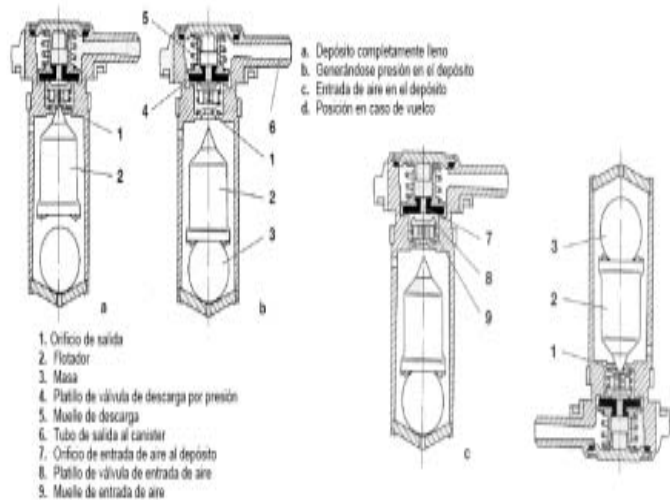
Estos motores contaminan por:

- El bloque: emitiendo vapores de aceite.
- Evaporación: procedente de la gasolina del depósito.
- Escape: todos los elementos de la combustión

- **Emisiones por el bloque:** Debido a que los aros de los pistones deben llevar ciertas holguras de ajuste, parte de los gases de la combustión pasan al carter. Estos gases deben ser evacuados del interior del carter ya que de no ser así se generaría una presión en el interior del carter que haría que tanto retenes como juntas quedarían destruidos. también se producirían pérdidas de aceite por el reten del cigüeñal. Este aceite caliente en contacto con el lo que se vaporizaría. La manera de evitar estos gases es enviarlos por medio de una desaireación del carter a la admisión para quemarlos.
- **Emisiones por evaporación:** se deben a que el combustible es muy volátil sobre todo la gasolina. Los puntos donde se produce son:
 - **el carburador** (en la cuba), actualmente este problema no existe ya que el sistema de inyectores es totalmente hermético.
 - **El depósito:** no se pueden evitar , la mejor manera de evitarlos era descargarlos al exterior. Actualmente no esta permitido por lo que se idean sistemas que vuelvan a consumir estos vapores . Estos vapores se forman con el motor parado ya que cuando el motor esta en marcha el consumo de gasolina impide que la presión interna del deposito aumente evitando gran parte de estos gases volátiles. Existen varias soluciones para el deposito.

-
- Válvula de respiración de dos direcciones :
 - Deja entrar aire al deposito a medida que se va consumiendo la gasolina.
 - Cuando los vapores de gasolina hacen que la presión dentro del deposito alcance un determinado valor esta válvula los evacua a un deposito llamado **canister**.
 - Válvula o compuerta en la boca del deposito que impide que los vapores puedan salir por el tapón de llenado
 - Válvula obturadora de vapores: puede ser de tipo neumática, se abre o cierra en función del vacío en el colector de admisión. Actualmente es de tipo eléctrico y comandada por la UEC. Con esta válvula, los vapores almacenados en el canister son consumidos por el motor cuando este se encuentre en funcionamiento y siempre que la UEC determine que quemar mas gasolina en ese momento no es perjudicial para el motor, como por ejemplo a plena carga, en aceleraciones bruscas o en frío.

- Válvula multifunción: tiene varias funciones:
 - Descarga los vapores de gasolina al canister
 - Permite que entre aire en el depósito a medida que se va gastando esta.
 - función de seguridad en el caso de que el depósito este muy lleno o bien vuelque el vehículo evitando que la gasolina salga.



- Emisiones por el escape.

Son las mas importantes de controlar.

En la figura vemos la grafica tipo de composición de los gases de escape en función de su volumen y partes por millón en relación al valor lambda λ el cual nos define la riqueza de mezcla. también se incluyen dos curvas que dan idea del funcionamiento del motor, como son la curva del par (M) y la del consumo de gasolina (d).

$$\lambda = \frac{\text{Aire.rea.admitido}}{\text{Aire.teorico.necesario}}$$

$\lambda=1$ significa que estamos usando el aire teóricamente necesario, es decir 14,7 Kg. aire/ 1 Kg. de gasolina.

Si $\lambda > 1$ la mezcla es pobre

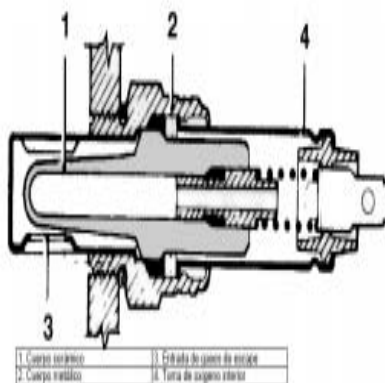
Si $\lambda < 1$ la mezcla es rica

En la grafica podemos ver que la menor cantidad de contaminantes se producen en las proximidades del valor $\lambda=1$

Supongamos que el motor esta funcionando con una mezcla un poco rica , por ejemplo con una relacion 13.8:1 , entonces la relacion lambda sera R. $\text{Lambda} = 13.8/14.7$
Vemos que este valor sera 0.9.

MEDIDAS ADOPTADAS PARA LA REDUCCION DE LAS EMISIONES DE ESCAPE

Sonda Lambda.



Es el elemento mas importante de un vehiculo en lo que se refiere al control sobre gases contaminantes junto con el catalizador. Cuando el valor de $\lambda=1$ se ha comprobado que la contaminación es la menor.

Funciona comprando la cantidad de oxígeno presente en los gases de escape con el oxígeno del aire exterior. La diferencia de concentración de oxígeno entre estas dos medidas se traduce en el sensor en una señal de voltaje proporcional a esa medida.

Esta compuesta por una capsula de óxido de circonio. Esta capsula por su parte exterior esta en contacto con los gases de escape y por su parte interior lo esta con el aire exterior y por su parte interior lo está con el aire exterior.

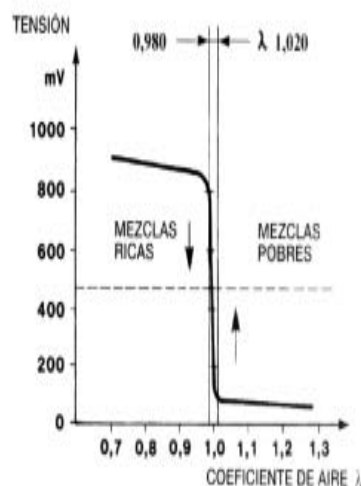
Su funcionamiento optimo se produce cuando se encuentra a una temperatura de unos 300°C.

$\lambda = \frac{\text{Peso real de aire consumido por Kg de gasolina}}{\text{Peso teórico de aire que se debería consumir por Kg. de gasolina}} = \frac{X}{14.7}$	
--	--

$$\lambda = \frac{\text{Peso real de aire consumido por Kg. de gasolina}}{\text{Peso teórico de aire que se debería consumir por Kg. de gasolina}} = \frac{X}{14,7}$$

Casos según mezcla real (x)			
X	Aire	Mezcla	λ
<14,7	Defecto	Rica	<1
=14,7	Equilibrio	Equilibrada	=1
>14,7	Exceso	Pobre	>1

Mezcla	%	Consecuencias
Rica	<0,75	El motor se ahoga y la mezcla no inflama por lo que el motor deja de funcionar
	0,75 + 0,85	Mezcla demasiado rica, que en uso instantáneo, proporciona incrementos de potencia
	0,85 + 0,95	Potencia máxima en régimen continuo (pendiente, adelantamientos, etc.)
Normal	0,95 + 1,05	Conducción normal (regímenes de crucero)
Pobre	1,05 + 1,15	Mínimo consumo con ligera pérdida de potencia
	1,15 + 1,30	Disminución considerable de potencia con aumento de consumo por pérdida de rendimiento
	>1,30	El motor no funciona, no se propaga la llama

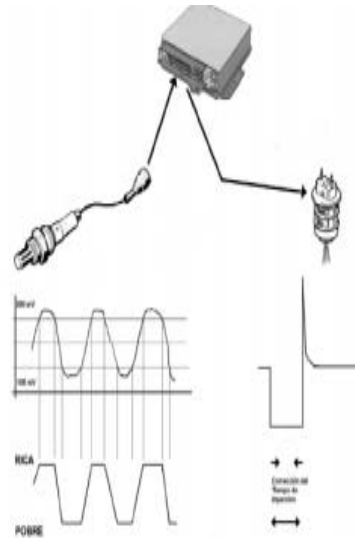
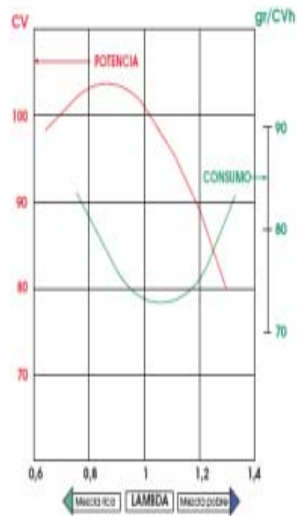


La tensión que genera varía de 100mV a 900mV dependiendo de la composición de los gases tal y como se ve en la figura.

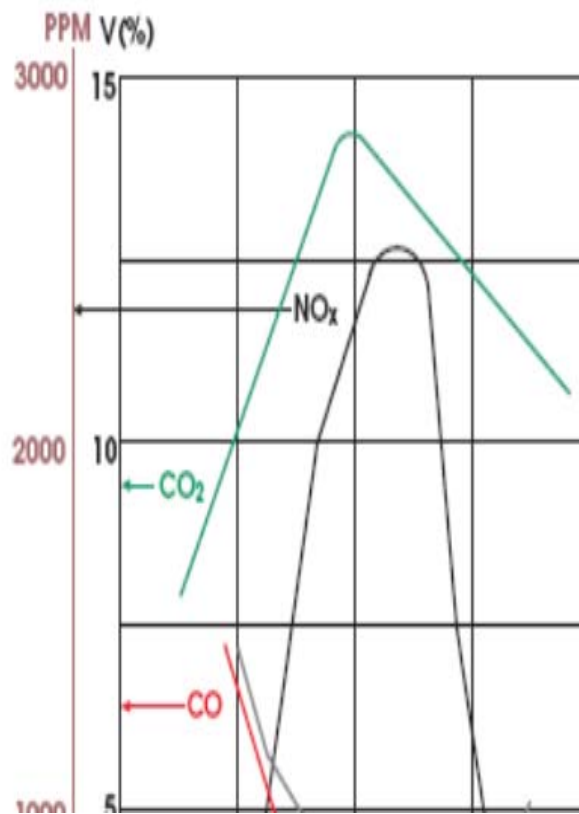
Esta tensión se aplica a la UEC por su correspondiente pin . La UEC en función de este valor realiza un ajuste del tiempo de inyección para que la combustión se realice siempre en las proximidades de una $\lambda=1$.

En la curva inferior vemos la curva de potencia y consumo en función de Lambda para un motor genérico





Composición de los gases. Curva típica. Emisión gases en función de Lambda para un motor genérico antes del Catalizador



Tipos de sondas lambda.

- Con uno o dos cables

En este tipo de sonda , solo se emite la señal de voltaje.

- Con tres o cuatro cables

Se emite la señal y también incorpora una resistencia de calefacción.

1 Cuerpo cerámico.	4 Resistencia calefactora.
2 Tubo metálico de protección.	a Electrodo (+), contacto con el aire externo.
3 Cuerpo de la sonda.	b Electrodo (-), contacto con los gases de escape.

- De titanio



Esta sonda lleva un elemento a base de bióxido de titanio. Este elemento tiene una conductividad eléctrica que varía en función de la cantidad de oxígeno presente en los gases de escape.

Un exceso de oxígeno en los gases (mezcla pobre) interactúa con el bióxido de titanio haciendo la sonda más resistiva.

En caso de mezcla rica el compuesto se hace más conductor.

En este tipo de sonda la UEC aplica una tensión constante a la sonda y debido a que la propia sonda tiene resistencia variable según la concentración de oxígeno, esta resistencia actúa como un divisor de tensión variable según sea la composición de la mezcla.

- Sonda lambda de banda ancha o de 2ª generación

Es una sonda que funciona en un margen mucho mas amplio que las anteriores. Este margen va desde mezclas de 11:1 a 22:1 (λ entre 0,9 a 2,2)

Su principio de medición es el mismo a las anteriores.

Existen diferencias entre el tipo anterior y este. Mientras que el tipo convencional genera una tensión precisa justo cuando $\lambda=1$ (con una pequeña tolerancia) y fuera de este valor la tensión que genera se comporta como una línea recta (ver grafico) en la sonda de banda ancha tiene una cámara interior llamada “ célula de oxígeno” que siempre se le hace trabajar en un valor de $\lambda=1$. Esto se consigue bien introduciendo oxígeno dentro de esa célula o bien extrayéndolo. La introducción o la extracción depende del sentido de la corriente que se le aplica a la célula.

Para determinar si el oxígeno debe entrar o salir de la cámara el sistema incorpora un amplificador operacional que dependiendo de la tensión de la célula de medida (según λ) se aplica una corriente eléctrica en un sentido o en otro.

Este amplificador operacional tiene aplicada en su entrada una tensión de referencia V_{ref1} en uno de sus terminales y en otro de sus terminales otra que es la **suma de la generada en la célula de medida mas una tensión de referencia V_{ref2} . La diferencia que hay entre V_{ref1} y V_{ref2} es la que debe generar la sonda λ y será captada por la UEC.** Por ejemplo para $\lambda=1$ la señal es de unos 450mV.

Cuando la medida es inferior a 450 mV (mezcla pobre) el amplificador aplica una intensidad con un sentido a la célula de oxígeno. En esta situación en la cámara de medida se extrae oxígeno haciendo que la mezcla sea mas rica que la real, en este momento la tensión de la célula de medida crece.

Cuando la célula de medida genera un voltaje mayor de 450mV (mezcla rica) el amplificador aplica una intensidad en sentido contrario al anterior a la célula de oxígeno, en este momento se introduce oxígeno en la cámara de medida por lo que la célula tiende a medir una mezcla mas pobre que la que realmente tiene.

Por tanto el amplificador da una corriente de valor y sentido proporcional a la mezcla que tiene como misión compensar el oxígeno par que en la célula la mezcla tenga una $\lambda=1$ y por tanto una señal de 450mV.

Insuflación de aire.

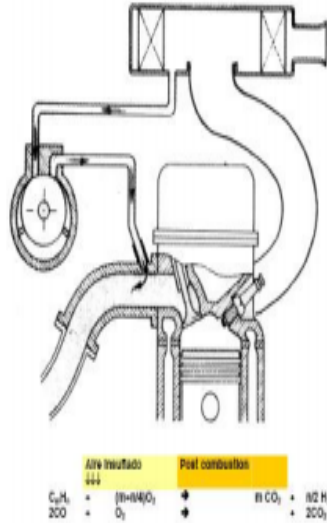
El insuflar aire en el escape sirve para producir una post-combustión de los gases de escape mediante oxidación.

Si en los gases de escape hay restos de HC y CO el oxígeno que introducimos sirve para que se combinen entre ellos para formar H₂O y CO₂.

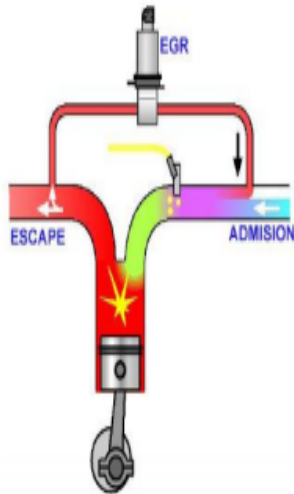
Hay varios tipos de sistemas.

- Mediante válvula que se abre por la depresión en el colector de escape.
- Por una válvula controlada por la UEC y una bomba que insufla aire a presión.

- Por una válvula controlada por la UEC y una bomba que insufla aire a presión.



Válvula EGR.



Se utiliza para reducir los óxidos de nitrógeno NOx.

Los NOx se generan en presencia de exceso de aire ($\lambda < 1$) de la combustión y de las altas temperaturas de la misma. Son inevitables sobre todo en motores Diesel.

La EGR trabaja para:

- Empobrecer considerablemente la mezcla.
- Disminución la t° de la combustión.

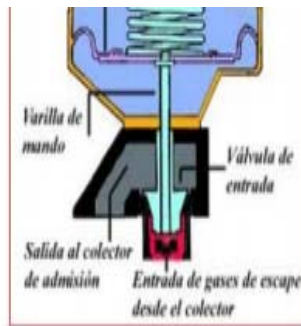
En su fase de funcionamiento introduce gases de escape en la admisión mezclándose con los propios gases de la admisión. Al ocurrir esto, se reduce la relación de compresión y el rendimiento de la combustión.

Dependiendo de cada vehículo, la EGR esta controlada para que entre en funcionamiento a ralenti y mientras no se superen un numero determinado de revoluciones (3000) o en demanda de carga.

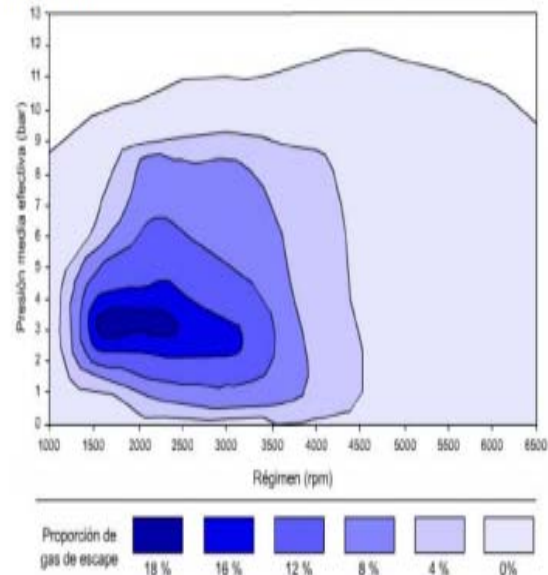


En el siguiente grafico podemos ver la zona de trabajo de la EGR en función de las revoluciones del motor. Es decir % de gases de escape a introducir.



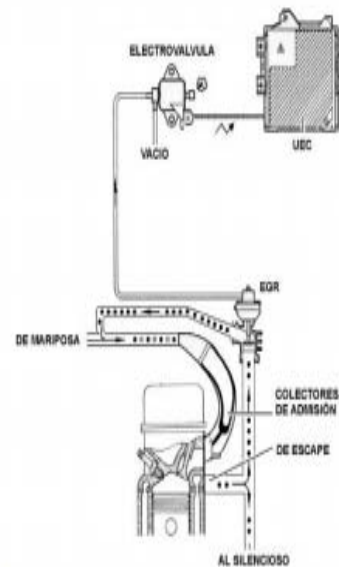


introducir.



Mando de la EGR.

La UEC aplica una señal de mando a la electroválvula EGR modulando la depresión que aplica a la membrana de la válvula y por tanto abriendo o cerrando la cantidad de gases a recircular.



Electroválvula neumática con interruptor (Diesel con bomba inyectora sin gestión)

según vemos en la figura, un interruptor situado en la bba inyectora Diesel, se activa por la palanca de acelerador de forma que al alcanzar el motor una determinada velocidad, la EGR se desconecta para evitar una pérdida de potencia.

La EGR se abre o cierra por vacío. La apertura es todo o nada.

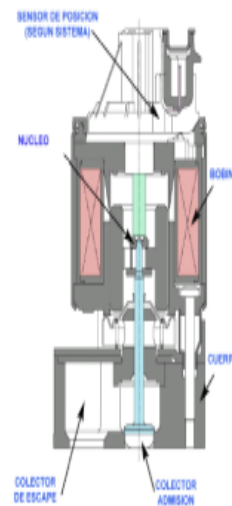
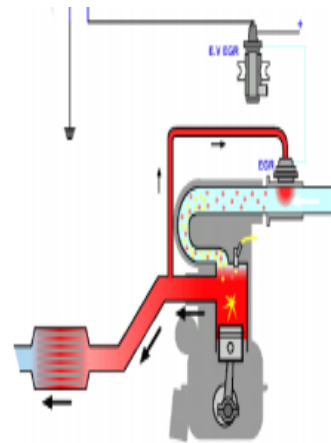


Actuador electromagnético.

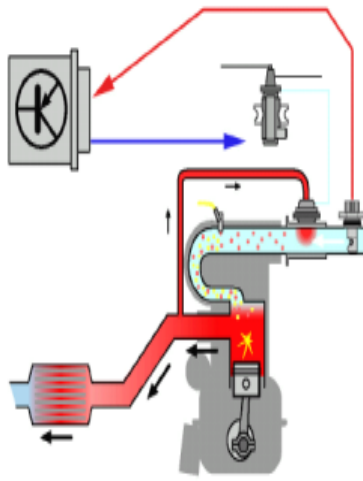
El mando de la EGR se realiza por medio de una bobina integrada en la propia válvula.

Al aplicarle una señal eléctrica a la bobina esta abrirá la EGR proporcionalmente a esa señal.

Estas válvulas incorporan un sensor de posición de la válvula que sirve para detectar movimiento en la misma, de tal manera que si no detecta movimiento en la misma iluminará en el cuadro el testigo de avería correspondiente



Control por aire aspirado.



La UEC modula una señal adecuada a la cantidad de gases a recircular para que abra o cierre la EGR.

Para saber si es correcta la cantidad de gases que recircula.

El motor cuando aspira aire limpio introduce una cantidad dependiendo del volumen de la cámara y de la presión de sobrealimentación. Esta cantidad es medida por el caudalímetro.

Para ver si la cantidad de gases recirculados es correcta, el motor sigue admitiendo la misma cantidad de volumen de gas pero ahora en vez de ser aire limpio es una mezcla de gases de escape + aire. Esta diferencia la mide el caudalímetro y le sirve a la UEC para determinar la apertura de la EGR.

La UEC tiene memorizada de fábrica distintos valores de tensión del caudalímetro para cada una de las condiciones de funcionamiento del motor. En función de esto compara las recibidas con las que tiene memorizadas y confirma el funcionamiento de la EGR.

Este sistema detecta averías en la EGR como: falta de vacío, rotura de tubo, obstrucción, etc.

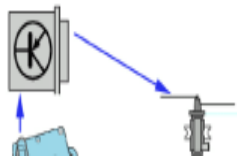
Control de posición de la válvula EGR.

Para saber la posición de la válvula en cada instante, el núcleo de la válvula lleva incorporado un potenciómetro lineal que reconoce cada desplazamiento de la válvula. Para cada posición, el potenciómetro da una salida de tensión variable. Esta tensión es interpretada por la UEC como una posición determinada de la válvula y sabe cuantos gases están pasando a la admisión.

Suele ir en EGR de membrana o electromagnéticas.

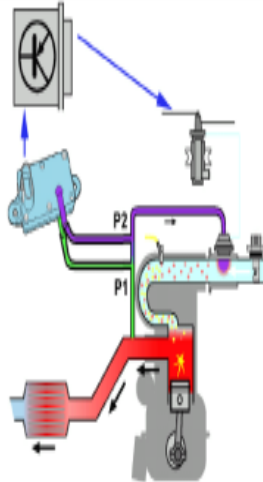
Si la UEC no detecta movimiento indicara fallo en el cuadro. Si la UEC ordena un desplazamiento y no es detectado ese mismo desplazamiento enviado por el potenciómetro, indicara fallo también.

Control por sensor de presión.



Para que la UEC sepa que lo que ordenó que se abriese la EGR realmente ha sido abierto algunos sistemas incorporan un sensor de presión.

Este sensor de presión mide la cantidad de gases de escape recirculados al hacerlos pasar a través de un estrechamiento.



Para que la UEC sepa que lo que ordenó que se abriese la EGR realmente ha sido abierto algunos sistemas incorporan un sensor de presión.

Este sensor de presión mide la cantidad de gases de escape recirculados al hacerlos pasar a través de un estrechamiento.

Al pasar por el estrechamiento los gases pasan de una presión y una velocidad determinadas antes del estrechamiento a una presión menor y una velocidad mayor después del estrechamiento. Esta diferencia de presión es captada por el sensor que determina en función de esa diferencia el caudal de gases de escape recirculados.

Normativa de emisiones.

ANÁLISIS DE GASES.

Siempre debe realizarse a la temperatura de servicio del motor, es decir el aceite motor debe estar al menos a 60°C.

En motores gasolina debe hacerse una prueba a ralenti y otra prueba a unas rpm entre 2000 y 3000 rpm.

El equipo estará homologado y debe al menos analizar 4 ó 5 gases: CO, HC, CO₂, O₂, factor λ (para motores gasolina) y opacímetro (para diesel).

Esta prueba nos dará indicación de funcionamiento del motor

La normativa es:

Forma de medición de la opacidad de los gases en vehículos diesel:

Emisiones permitidas en Grs/Km según las diferentes normativas en la UE.

	CO		HC		NO _x		HC+NO _x		Partículas
	GASOLINA	DIESEL	GASOLINA	DIESEL	GASOLINA	DIESEL	GASOLINA	DIESEL	DIESEL
EURO 1	2.72	-	-	-	-	-	0.97	-	-

	CO		HC		NOx		HC+NOx		Partículas
	GASOLINA	DIESEL	GASOLINA	DIESEL	GASOLINA	DIESEL	GASOLINA	DIESEL	DIESEL
EURO 1	2.72	-	-	-	-	-	0.97	-	-
EURO 2	2.2	-	-	-	-	-	0.5	-	-
EURO 3	2.30	0.64	0.20	-	0.15	0.50	-	0.56	0.050
EURO 4	1.00	0.50	0.10	-	0.08	0.25	-	0.30	0.025

Se debe acelerar el motor en vacío (desembragado y pasando de la velocidad de ralenti a la velocidad de corte).
No se deben superar los valores máximos registrados en la placa del vehículo. Vehículos anteriores a 1980 estarán exentos de esta prueba.

El tubo de escape deberá estar purgado durante un mínimo de 3 ciclos de aceleración en vacío. Inspección del sistema de escape para chequear fugas.

Cada ciclo de aceleración empieza accionando el acelerador completamente de forma rápida y continua (en menos de 1 segundo) pero no violentamente para obtener el máximo caudal de la bba de inyección.

En cada ciclo el vehículo debe alcanzar la velocidad de corte y si es de transmisión automática al menos 2/3 partes de esa velocidad.

El vehículo será rechazado si la media aritmética de 3 pruebas consecutivas supera los valores límite.

Normativa E-OBD

Establece normas de los vehículos en diagnosis de gases. Incluso de los conectores utilizados y su conexión a entre el equipo de diagnosis y los modernos sistemas de multiplexado.

La normativa obliga al fabricante a que en sus vehículos las UCE controlen los componentes y sistemas anticontaminantes a fin de detectar posibles averías (que superen en 1,5 veces el valor establecido).

Debe avisar al conductor con indicación en el cuadro y además de debe de incorporar funcionamiento de emergencia del vehículo así como memorización de fallos.

La normativa E-OBD obliga a supervisar los siguientes sistemas:

- Catalizador
- Calefacción del catalizador
- Detección de fallos de encendido.
- Sistema de combustible.
- Sensores de agua
- Sistema de aire secundario
- Sistemas de evaporación

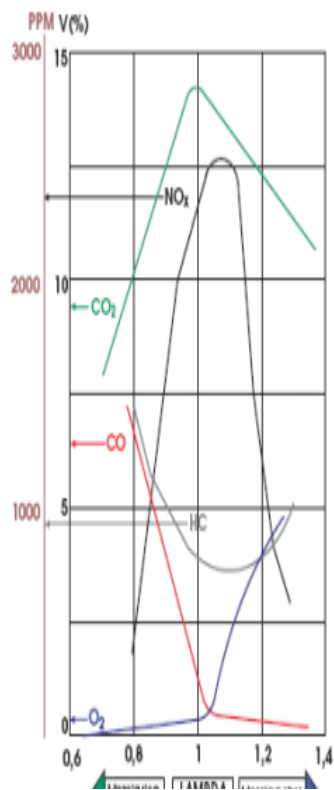
Verificación y diagnóstico de los gases de escape.

VALORES DENTRO DE UN MARGEN CORRECTO.

verificación y diagnóstico de los gases de escape.

VALORES DENTRO DE UN MARGEN CORRECTO.

	CARBURACIÓN	INYECCIÓN SIN catalizar	INYECCIÓN antes del catalizador	INYECCIÓN después del catalizador
CO	Entre 1% y 2%	1 $\pm$ 0.5%	Entre 0.4% y 0.8%	Menor de 0.2%
CO ₂	Mayor que 11%	Mayor que 12%	Mayor que 13%	Mayor que 13.5%
HC	Menor de 400 ppm	Menor que 300 ppm	Menor de 250 ppm	Menor de 100 ppm
O ₂	Menor de 3.5%	Menor de 2.5%	Menor de 1.5%	Menor de 0.2%
λ			Entre 0.99 y 1.02	Entre 0.99 y 1.01
RPM			Ralentí	2000 RPM



INTERPRETACION DE AVERIAS.

Caso n°1. Funcionamiento correcto

HC	300 ppm	150 ppm	80 ppm
CO	2%	1%	0,8%
CO2	12,5%	13%	13%
O2	1,2%	0,8%	0,7%
RPM	900	2000	3000

La tabla es de un vehiculo en perfecto estado, el CO y el HC descienden sus valores a medida que subimos las rpm, indicando que economiza correctamente el sistema de alimentación, ya siendo un carburador ó sistema de inyección.

El CO2 tiende a subir algo conforme va subiendo de revoluciones. Y el O2 baja porque a mayor número de vueltas quema mejor.

Caso n°2 . Caudalimetro

HC	300 ppm	250 ppm	200 ppm
CO	2%	3,5%	4%
CO2	13%	12,5%	12%
O2	1,2%	0,5%	0,3%
RPM	900	2000	3000

Si aumenta sus valores de CO y HC, como vemos en el gráfico N° 2, quiere decir que no economiza correctamente, deberemos comprobar el elemento que nos mide la cantidad de aire, ya sea por caudal (caudalimetro), por masa (hilo caliente o película) o por presión de aire en el colector .

Las variaciones de O2 y CO2 son inapreciables. (MAP o medidor de presión absoluta.)

Caso N°3 Tubo de escape Roto

HC	300 ppm
CO	1.5%
CO2	9%
O2	6%
λ	fuera de escala

RPM	ralentí
-----	---------

En este caso los valores nos indican una toma de aire en el sistema de escape.

El CO junto con los HC prácticamente no varían. Sin embargo el O₂ aumenta de forma considerable dependiendo de las dimensiones de la toma de aire, y el CO₂ disminuye sus valores indicando que la mezcla no es del todo óptima.

Caso N°4 Fallo de encendido

HC	1500 ppm
CO	1%
CO ₂	11%
O ₂	6%
λ	fuera de escala
RPM	ralentí

En este caso los valores nos están indicando un fallo de encendido, achacable a una bujía en cortocircuito, un cable de bujía cortado ó tapa de distribuidor comunicada.

Siempre que aparezca un fallo de encendido, aparece una cantidad elevada de gasolina sin quemar, reflejada en HC y O₂. El CO₂ tiende a ser algo más bajo de lo normal.

El fallo de encendido se observa a todos los regímenes de vueltas, no variando prácticamente los HC a diferentes rpm.

Caso N° 5 Mezcla rica

HC	390 ppm
CO	5%
CO ₂	12%
O ₂	0,2%
λ	0,92
RPM	ralentí

En este caso los valores nos indican, que hay un exceso de CO. Cuando el CO es muy alto siempre existe una deficiencia de O₂. Este problema se subsana regulando con el tornillo de la mezcla, si no es catalizado. Si fuese catalizado deberemos comprobar el funcionamiento de la sonda lambda, ya que aquellos que la lleven no tienen regulación de CO.

Respecto al CO₂, casi no varia. Y los HC suelen estar algo más elevados de los normal.

Caso N° 6 Mezcla pobre

HC	250 ppm
CO	0,3%
CO ₂	11%
O ₂	20%

En este caso nos indica, que hay muy poco CO y una cantidad elevada de O₂, indicándonos una mezcla pobre. Sin embargo, no se observa ningún otro fallo, porque tanto los

diferentes regímenes de vueltas de motor, viendo en el analizador como a mayor revoluciones por minuto, descienden rápidamente los HC y el O₂. Por lo que el fallo es de la válvula de escape.

Si fuera un fallo de encendido se mantendrían los HC y O₂ a distintas rpm.

Caso N° 8 Toma de aire en colector de admisión

HC	600 ppm
CO	0.5%
CO ₂	10.5%
O ₂	5%
λ	1,3
RPM	ralentí

La cantidad de O₂ es muy elevada en relación a CO en este caso.

Esta cantidad elevada de O₂, es debida a una entrada de aire por el colector de admisión, no medida por el caudalímetro, hilo caliente ó sensor de presión de la admisión. Provocando un fallo de motor y

una elevada cantidad de HC.

AVERIAS DE UN VEHÍCULO CATALIZADO.

Para verificar un vehículo catalizado se tiene que comprobar el estado del motor y después el del catalizador. Si no lo hacemos así nos puede dar lecturas erróneas y creer que no funciona el catalizador.

La lectura leída **antes del catalizador** debe ser:

HC	Menor de 250ppm
CO	Entre 0.4 a 0.8%
CO ₂	Mayor de 13%
O ₂	Menor de 1.5%
λ	Entre 0.99 a 1.02
RPM	ralentí

Si el vehículo no tiene toma de gases antes del catalizador, se puede medir de la siguiente forma:

Mantener el vehículo al ralentí, ya que aunque el motor esté caliente e incluso haya saltado el electroventilador, el catalizador no funciona estando al ralentí porque no hay suficientes gases para que adquiera la tª de trabajo

(menos en aquellos que sean muy nuevos, menos de 10.000 km.)

Para verificar el estado del catalizador poner el motor a 2.000 rpm. durante unos minutos, y los valores deben ser estos:

Gases **después del catalizador**

estos:

Gases después del catalizador

HC	Menor de 100ppm
CO	Menor de 0.2%
CO2	Mayor de 13,5%
O2	Menor del 0,2%
λ	Entre 0.99 a 1.01
RPM	2000

Caso N° 1 Fallo sonda λ

Cuando el CO oscila al ralenti y no se nota las fluctuaciones del motor y al comprobar la sonda λ con el polímetro la medida de tensión es correcta, pero sin embargo la fluctuación de dicha variación es excesivamente lenta. Para saber con seguridad que la avería es de la sonda λ se desconecta la sonda lambda, siempre que el sistema lo permita y veremos como el CO no fluctúa. Con lo cual debemos cambiar la sonda lambda. (suele estar garantizado su funcionamiento para unos 170000 Km).

Caso N° 2 Toma de aire en colector de escape

Si existe una entrada de aire en el colector escape, antes de la sonda lambda, ésta captará mucho oxígeno y enriquecerá la mezcla instantáneamente. Esto, provocará un consumo elevado y una obstrucción prematura del catalizador.

Gases	Sin catalizar		Gases	Catalizado	
Co	3%	1.5%	Co	1.2%	0.04%
CO2	12%	13%	CO2	13%	14%
Hc	390 Ppm.	170 Ppm.	Hc	180 Ppm.	5 a 50 Ppm.
O2	1.5%	0.8%	O2	0.4%	0.2%
Lambda	930	998	Lambda	960	1020
	Motor frio	Caliente		Motor frio	Caliente

Comparación de gases en un vehículo catalizado y sin catalizar tanto en motor frío como caliente

MEZCLA	LAMBDA	INTERPRETACIÓN
RICA	Menos de 0.75	El motor se ahoga. La mezcla es poco inflamable. Si se enriquece más la mezcla, el motor llegará a pararse por exceso de combustible.
	Entre 0.75 y 0.85	Mezcla muy rica. Este factor lambda proporciona un aumento de potencia si es en intervalos muy breves. Por esto, en las aceleraciones se enriquece la mezcla durante un tiempo muy corto para obtener este pico de potencia
	Entre 0.85 y 0.95	Mezcla rica. Entre estos valores de Lambda es donde el motor entrega más potencia de forma continua, pero este tipo de mezcla tiene efectos secundarios por lo que no debe usarse para conducción normal
IDEAL	Entre 0.95 y 1.05	Mezcla correcta. Este es el factor lambda con el que debe funcionar un motor tanto al ralenti como en régimen estacionario
POBRE	Entre 1.05 y 1.15	Mezcla pobre. El motor pierde potencia, pero se consigue el consumo mínimo
	Entre 1.15 y 1.30	Mezcla muy pobre. El motor pierde mucha potencia y el consumo aumenta. Se producen problemas de autoencendido y falsas explosiones.
	Más de 1.30	La mezcla no es inflamable. El motor no funciona

7 >> Filtro de partículas

Los motores diésel llevan en su sistema de escape un subsistema específico denominado FAP (filtro antipartículas) acoplado después del catalizador. Tiene como objetivo atrapar las partículas de hollín existentes en los gases de escape permitiendo el paso de los componentes gaseosos al exterior (figura 5.84).



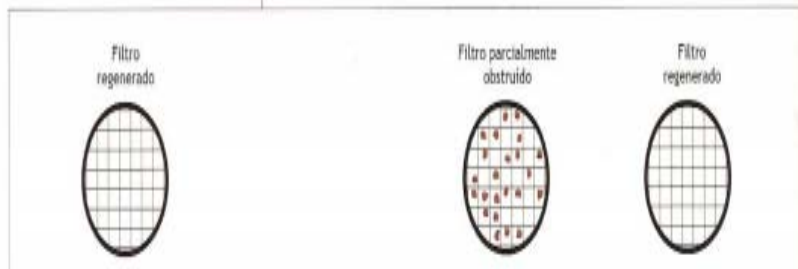
5.84. Componentes del sistema FAP.

Los FAP se diferencian de los catalizadores tradicionales en la posibilidad de regeneración, es decir, durante el funcionamiento del motor se va llenando el filtro de partículas y para evitar la saturación del mismo se dispone del **proceso de regeneración del filtro**. Esto consiste en realizar inyecciones de combustible posteriores a la inyección principal con el fin de facilitar la eliminación del hollín mediante su combustión en el filtro de partículas y así permitir nuevamente el flujo de gases de escape sin mermas y retener nuevas partículas de hollín. Pero con el paso del tiempo llegan a saturarse, reduciéndose su capacidad filtrante y la facilidad de salida de los gases al exterior.

Para que la regeneración se lleve a cabo, se necesitan altas temperaturas. Por este motivo se ha acercado el filtro al motor, situándolo justo a la salida de los gases de escape, en el turbocompresor.

A su vez, la regeneración puede ser de dos tipos:

- **Natural.** Se produce cuando se supera de forma espontánea los 550 °C. Esta temperatura se alcanza cuando se producen fuertes cargas en el motor.
- **Forzada.** La unidad de control interviene en caso de que reciba señal de obstrucción del filtro de partículas y no se haya alcanzado una temperatura que ayude a la regeneración. Los parámetros principales que se tienen en cuenta para llevar a cabo esta regeneración son los de presión diferencial por obstrucción del filtro de partículas y el de kilómetros realizados desde la última regeneración (figura 5.85).



El sistema FAP se compone de los siguientes elementos:

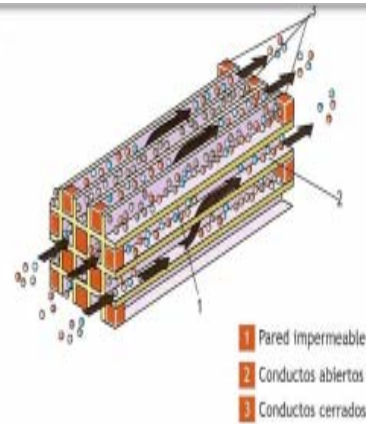
- **Cámara.** Consta de un precatalizador y un soporte filtrante. El primero está recubierto de una capa de óxido de aluminio y óxido de cerio que se encarga de la oxidación de los gases de escape. El sustrato se recubre a su vez con una capa de platino, que constituye el catalizador de las reacciones de oxidación.

El soporte filtrante (filtro de partículas) es de estructura porosa y hecho a base de carburo de silicio (SiC) estructurado en tubos paralelos, pero abiertos solo por un extremo de manera alternativa, de forma que obliga a los gases a pasar por las paredes, donde queda retenido el hollín (figura 5.86).

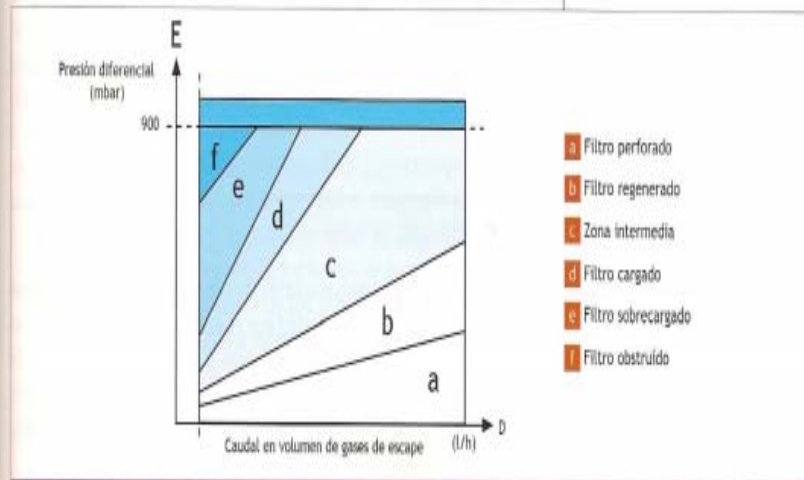
Esta estructura de fabricación permite, por un lado, el filtrado de las partículas de hollín y, por otro, la reducción de los hidrocarburos no quemados presentes en los gases de escape.

Suelen tener una caducidad de unos 80 000 km aproximadamente, tras los cuales debe ser sustituido.

- **Sensor de presión diferencial.** Comprueba el estado de saturación del filtro de partículas del sistema indicando la diferencia de presión a la entrada y salida de la cámara (catalizador + filtro antipartículas). La diferencia de presiones obtenida es convertida en una señal eléctrica que aumenta a medida que crece el grado de obstrucción del filtro. Cuanto mayor sea la variación de presión, mayor será la saturación del filtro.



5.86. Soporte filtrante del FAP.



5.87. Niveles de carga del FAP obtenidos por el sensor de presión diferencial.

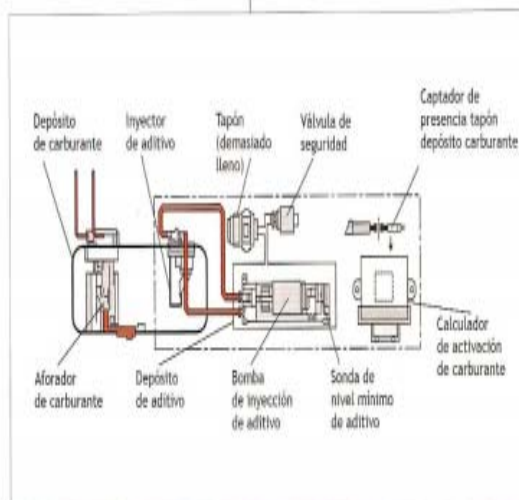
Como se aprecia en la figura 5.87, la unidad de mando de inyección, a partir del cálculo de gases de escape, gestiona 6 niveles de funciona-

La unidad de mando velará por mantener el nivel de carga de filtro entre las zonas b y c.

- Zona a: existe una presión diferencial muy reducida que puede ser debida a un error del captador de presión diferencial, fugas en la línea de escape o que el filtro se encuentre perforado.
- Zona b: es el nivel de carga natural del filtro.
- Zona c: el nivel de obstrucción del filtro es relativamente pequeño.
- Zona d: la unidad estima que el FAP necesita la ayuda a la regeneración.
- Zona e: el filtro está sobrecargado y se efectúa la ayuda a la regeneración.
- Zona f: el calculador bloquea la ayuda a la regeneración señalando un fallo mediante la puesta en funcionamiento del testigo de diagnosis. Este fallo puede ser motivado por un error del captador de presión diferencial, que el filtro se encuentre obstruido por la cerina o por una regeneración ineficaz.

- **Dispositivo de aditivación del carburante.** Existe un programa integrado dentro del calculador que se encarga de gestionar la inyección de aditivo

al combustible. Una parte importante de la gestión consiste en acumular en su memoria la cantidad total de aditivo inyectado desde el principio de la vida útil del filtro. Para la gestión de esta y otras funciones, la unidad de mando de aditivación interviene sobre los siguientes elementos: bomba inyección de aditivo, inyector de aditivo, sonda de nivel mínimo de aditivo, captador del tapón del depósito de carburante y transmisor de temperatura de los gases de escape (a la entrada del catalizador) (figura 5.88).



5.88. Componentes del dispositivo de aditivación del carburante.

El aditivo está compuesto por óxido de cerio, también llamado **cerina** (comercialmente Eolys de Rhodia) que se encuentra almacenado en un depósito con capacidad aproximada para 5 litros junto al depósito de combustible. Cuando se alcanza el nivel de reserva del depósito de cerina, aproximadamente 0,3 litros, se enciende una luz testigo en la pantalla de visualización.

- **Unidad de control del motor.** Recibe información de presión a la entrada y salida del filtro, registrada por el sensor de presión, y determina el grado de saturación y cuándo es necesaria una regeneración.

Sonda de temperatura de gases. Se sitúa a la entrada y salida del esta-

7.2 > Regeneración del filtro de partículas

La regeneración se realiza de forma periódica y automática durante el funcionamiento normal del vehículo sin que el conductor lo advierta. Aproximadamente, se realiza cada 400 ó 1 000 kilómetros, y dura unos 3 minutos.

El sistema necesita saber en todo momento el grado de obstrucción del filtro para, en caso necesario, proceder a solicitar la activación de ayuda a la regeneración. La función de control de nivel de carga de filtro se lleva a cabo a partir de una serie de informaciones entre las que cabe destacar los kilómetros recorridos, la temperatura de los gases de escape tanto a la entrada como a la salida del catalizador, la presión diferencial entre la entrada y salida del filtro de partículas y el caudal de aire de admisión.

◆ Técnica

La limpieza del FAP o eliminación del hollín

• En un sistema que requiere aditivación y mantenimiento, se puede conseguir de la siguiente forma. Puesto que la combustión normal de las partículas de hollín tiene lugar a 550 °C y los gases de escape llegan al filtro de partículas a 150 °C, se plantea una diferencia de temperaturas que se debe salvar en varias etapas para conseguir la regeneración.

- Hay que tener en cuenta que reduce la temperatura de combustión de las partículas de hollín a 450 °C mediante la aditivación del combustible con cerina al combustible con el objetivo de rebajar la temperatura de combustión (antes 550 °C) y proteger al catalizador y alargar su vida útil.
- Aumento de la temperatura de los gases de escape a la salida del catalizador mediante la generación de una señal por parte de la unidad de mando de gestión de motor que proporciona una inyección extra o postinyección de combustible en el tiempo de expansión que provoca una postcombustión en el cilindro y un aumento de temperatura de 200 a 250 °C (que sumados a los 150 de los gases de escape, resulta un total de 350 a 400 °C). Este aumento de temperatura a la salida del catalizador se produce porque la postcombustión producida en el tiempo de expansión (20 a 120° después del PMS de compresión) genera hidrocarburos (HC) sin quemar que producen un gran rendimiento térmico.
- Aumento de temperatura en unos 100 °C por la postcombustión complementaria, generada por un catalizador de oxidación situado por delante del filtro de partículas, que provoca la combustión de hidrocarburos no quemados durante la postinyección. Se alcanzan así los 450 ó 500 °C necesarios para regenerar el



5.89. Esquema de limpieza de un FAP.