

CONCURSO COMFORP



El mundo está en nuestras manos.

Modalidad: electromecánica

Equipo: A

Trabajo realizado: “dispositivos de anticontaminación empleados en los motores de automóviles”

Centro educativo: IES “Andrés Benítez”

Alumnos: Manuel Carmona Sánchez y Carlos Manuel

Jurado Sánchez

Profesor tutor: Andrés Cordero Pérez

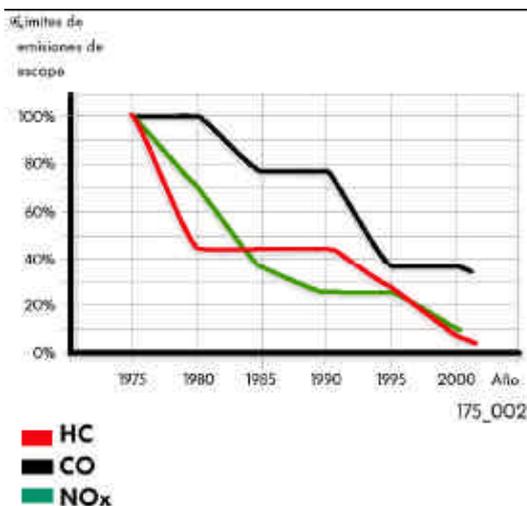
ÍNDICE.-

1.- INTRODUCCIÓN.....	2
2.- LOS GASES TÓXICOS.....	3
3.- LOS SISTEMAS ANTICONTAMINACIÓN.....	5
3.1.- EL CÁNISTER.....	5
3.2.- VENTILACIÓN DEL CÁRTER DEL MOTOR....	6
3.3.- EL CATALIZADOR.....	7
3.4.- LA PULS-AIR.....	9
3.5.- LA SONDA LAMBDA.....	9
3.6.- EL FILTRO ANTIPARTÍCULAS.....	14
3.7.- LA E.G.R.....	20
4.- PROPUESTAS DE MEJORAS.....	21
5.- CONCLUSIÓN. COMENTARIOS.....	22

1.-INTRODUCCIÓN.-

Desde hace más de una década se detecto la alarma de la peligrosidad de nuestro planeta. El desarrollo sostenible surge como un concepto inquietante para todos nosotros. El problema es serio: la contaminación ambiental empieza a causar estragos en la naturaleza, en la flora y la fauna, el clima y mucho peor aún en nuestra salud. Sí, así es, resulta que tanto desarrollo tecnológico en vías de una mejor calidad de vida en cambio está causando males irremediables e irreversibles. Es hora de actuar, de cambiar métodos de fabricación, de buscar materiales y tecnologías con sistemas alternativos que no dañen nuestro entorno, nuestro hábitat.

El sector del automóvil como tantos otros sectores “se tiene que poner las pilas” en este aspecto, en buscar alternativas para el desarrollo sostenible. Los sistemas auxiliares del motor han implantado sistemas anticontaminación que si bien han aminorado bastante los niveles de contaminación, debemos seguir en esa línea. Las Normas Europeas han dictado las denominadas EURO 1, 2, 3,... hasta llegar a las actuales normas anticontaminación EURO 4. Por citar un ejemplo de referencia, los niveles de CO (monóxido de carbono) en los motores de carburación eran de más de 4%; en cambio los sistemas actuales de inyección rondan el 0.1 % que es un gran logro.



- HC gasolina o hidrocarburo sin quemar
- CO monóxido de carbono
- NOx óxidos de nitrógeno
- Las partículas de hollín son desprendidas por el escape

Gramos emitidos por Km recorrido:

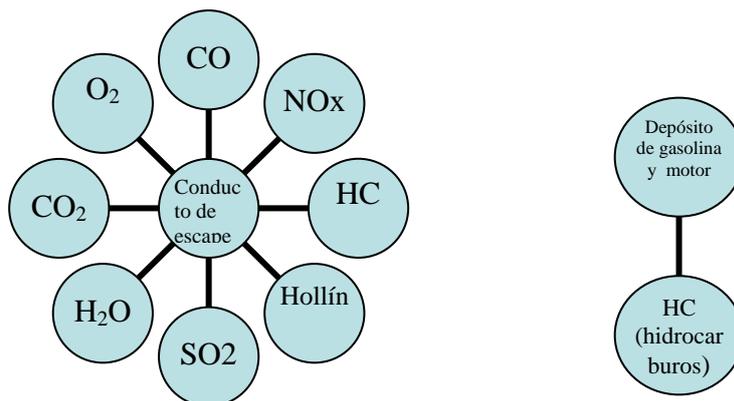
	CO		HC		NOx		HC + NOx		Partículas
	Gasolina	Diesel	Gasolina	Diesel	Gasolina	Diesel	Gasolina	Diesel	Diesel
Euro1 (1993)	2.72	2.72	-	-	-	-	0.97	0.97	0.140
Euro2 (1996)	2.20	1.00	-	-	-	-	0.50	0.70	0.080
Euro3 (2000)	2.30	0.64	0.20	-	0.15	0.50	-	0.58	0.050
Euro4 (2005)	1.00	0.50	0.10	-	0.08	0.25	-	0.30	0.025

Los fabricantes se han visto forzados a buscar alternativas debido a los “aprietes de tuerca” de las normas anteriormente mencionadas. Los motores actuales contaminan menos, gastan menos, desarrollan más potencia para un mismo consumo. Pero existen otros motores ya muy conocidos por todos que no contaminan: el motor de hidrógeno, el de aire comprimido, el solar, el eléctrico, el híbrido, etc. Esperemos que el monopolio del petróleo de rienda suelta a estas energías limpias.

Nosotros, alumnos estudiantes del Ciclo Formativo de Grado Medio de Electromecánica de Vehículos queremos aportar nuestro grano de arena en esta obra o concurso. No podemos luchar para que se implanten otros motores alternativos pero sí aportar ideas sobre mejoras en los sistemas o dispositivos anticontaminación existentes. Al final del estudio se exponen estas mejoras o alternativas a la válvula de recirculación de gases EGR encargada de eliminar los NOx sin dañar al motor de combustión. Esto evitará la desconexión de muchos usuarios de este dispositivo.

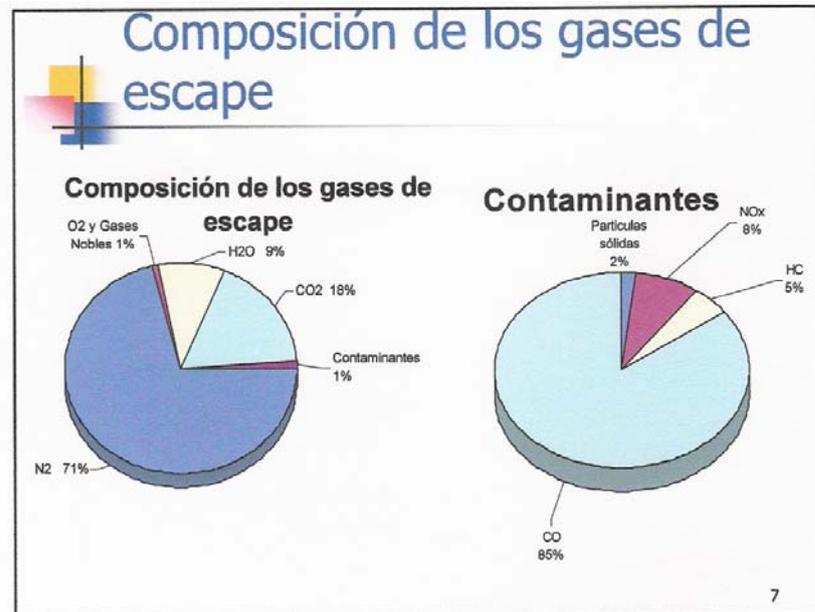
2.- LOS GASES TÓXICOS.-

Hacemos un repaso de los gases contaminantes que emanan del vehículo. La fuente a destacar es el conducto de escape, pero además existen otras dos: los gases que emanan los tanques de gasolina y los gases que se emanan del motor de combustión.



De entre ese abanico de gases procedentes de las 3 fuentes mencionadas algunos son inocuos: agua, el oxígeno y nitrógeno sobrante y el dióxido de carbono aunque este puede producir asfixia por desplazamiento de la atmósfera de oxígeno y además contribuye al efecto invernadero. Los restantes gases son tóxicos que afectarán como ya hemos dicho anteriormente en la salud y el medio ambiente: la flora y la fauna.

Un ejemplo de ello son las lluvias ácidas que se generan debido al componente azufre y óxidos nitrosos.



Sabemos que en el vehículo actualmente existen dispositivos para aminorar estos tóxicos, si bien los combustibles también han contribuido para ser menos agresivos optando por otros aditivos y eliminando en la medida de lo posible elementos nocivos como el plomo y el azufre.

En cuanto a los HC (hidrocarburos) o gases de gasolina sin quemar que vierte el motor y el tanque de gasolina, éstos son debidamente canalizados a la admisión del motor para su aprovechamiento. Así no contaminamos y se consume menos combustible.

El CO es también neutralizado, transformándose en CO₂ y agua, gracias al catalizador o a la insuflación de aire (puls-air) a la entrada al colector de escape.

Y por último los óxidos de nitrógeno que se producen mayormente en los motores Diesel (más en los de inyección directa) son aminorados con la recirculación de los gases quemados. En este apartado vamos a insistir con un estudio sobre alternativas a la EGR.

Los valores actuales admisibles de emisiones son:

	Carburación	Inyección sin catalizar	Inyección antes del catalizador	Inyección después del catalizador
CO	1 ÷ 2 %	1,5 ÷ 0,5 %	0,4 ÷ 0,8 %	< 0,2 %
HC	< 400 ppm	< 300 ppm	< 250 ppm	< 100 ppm
CO ₂	> 11%	> 12 %	> 13 %	> 13,5 %
O ₂	< 3,5 %	< 2,5 %	< 1,5 %	< 0,2 %
λ	-----	-----	0,9 ÷ 1,02	0,99 ÷ 1,01
R.P.M	2000	2000	2000	2000

3.- LOS SISTEMAS ANTICONTAMINACIÓN-

En los motores de gasolina, debido a la gran volatilidad de este combustible, en el depósito se generan gases de hidrocarburos que en vehículos antiguos se lanzaban a la atmósfera. Hoy en día se recupera esta gasolina suponiendo un ahorro de combustible y respeto hacia el medio ambiente.

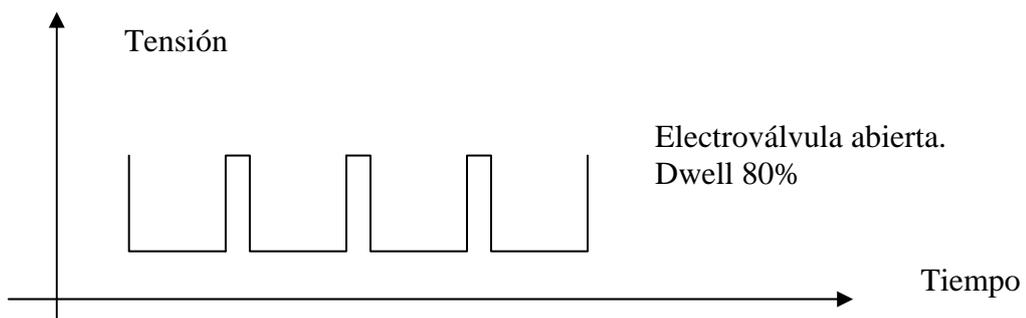
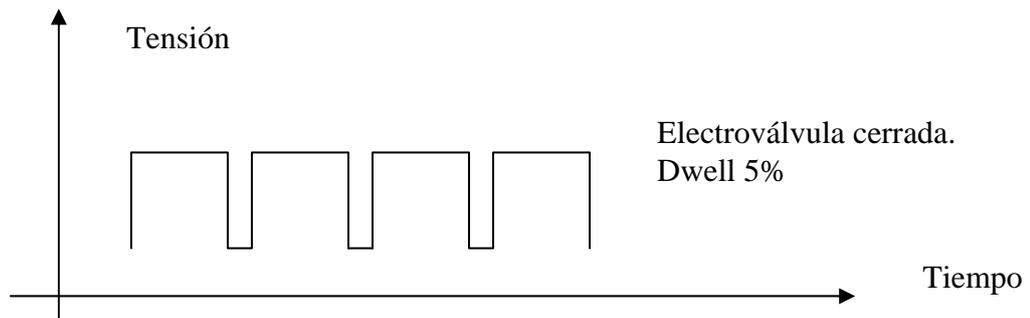
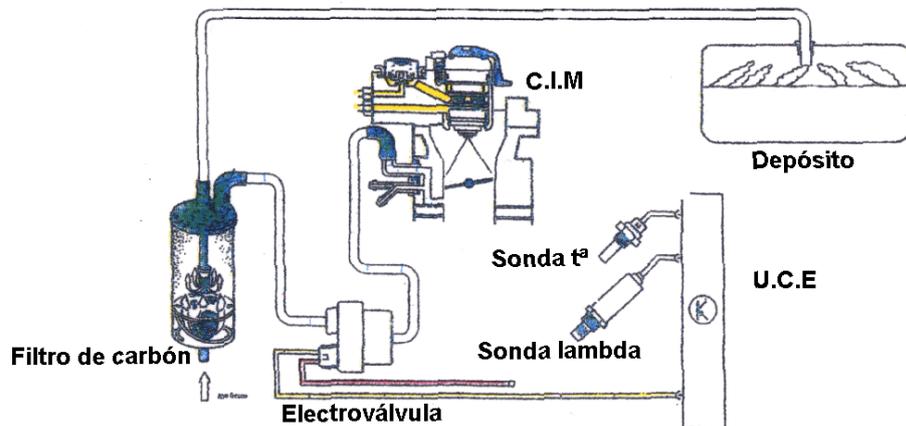
3.1.- EL CÁNISTER.-

El circuito mencionado es cerrado, conduciéndose los vapores del tanque de combustible hacia la admisión del motor regulado por un sistema que comanda la UCE del motor. Así se reduce la emisión de HC.

Descripción detallada: los vapores de gasolina llegan hasta un filtro de carbón activo, cánister, donde se licua la gasolina. Posteriormente una electroválvula gobernada por la UCE del motor y excitada por pulsos de corriente continua da paso en los momentos convenientes de esa riqueza de combustible adicional al motor por el conducto de admisión como puede verse en la figura que se muestra.

Nota: la mayoría de las electroválvulas que disponen hoy en día los motores para la gestión de la alimentación y sistemas anticontaminación son excitadas de la

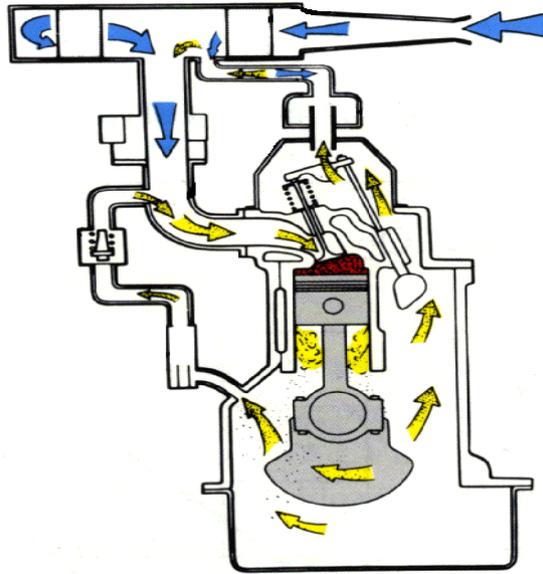
forma anteriormente citada, además de ser una señal de frecuencia fija pero de dwell variable. También es curioso destacar que el % de excitación de estas electroválvulas no llega a ser del 0 % sino que el mínimo está en 5%. Quiere decir que están alertas para ser abiertas y no se generan picos de tensión al no tener que ejercer mucha fuerza para accionarlas. Esto lo podemos corroborar con el ordenador de diagnóstico.



3.2.- VENTILACIÓN DEL CÁRTER DEL MOTOR.-

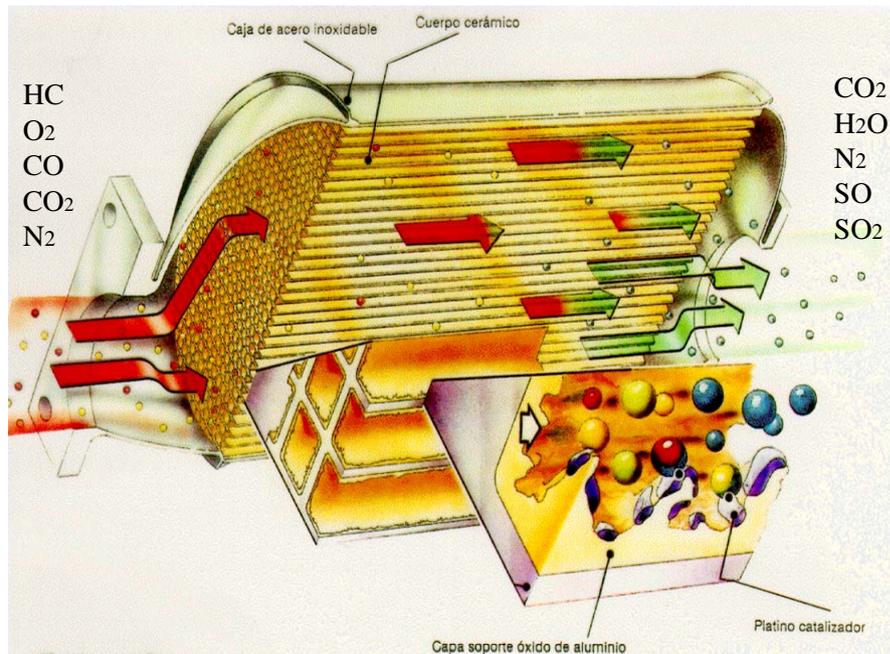
Al igual que la ventilación del depósito de gasolina está cerrado, hace muchos años que el circuito de ventilación del cárter del motor sabemos que está cerrado. Los gases que se escapan del interior supuestamente hermético del cilindro, se

canalizan hasta la admisión del motor economizando y protegiendo al medio ambiente. Se muestra claramente en la siguiente figura:



3.3.- EL CATALIZADOR.-

Otro de los sistemas anticontaminantes que los fabricantes se han visto forzados a implantar es aquel que transforma el CO y el HC en agua y dióxido de carbono. Éste es el catalizador, situado en el tubo de escape, cerca del colector de escape para que esté a elevada temperatura para así hacer bien su función. Está albergado de forma parecida al silenciador. Es un cuerpo cerámico recubierto por metales preciosos que cumplen la acción catalizadora, transformando los gases tóxicos en gases no tóxicos. Este cuerpo cerámico está taladrado en toda su longitud, con multitud de taladritos pequeños. Si se abatiera todos estos pequeños “canutillos” formaríamos una superficie equivalente a muchos campos de fútbol. Es importante que la superficie de contacto sea lo mayor posible para que la catalización surta el mayor efecto posible. La figura siguiente muestra el flujo de gases de escape y sus partículas en color rojo las tóxicas y en color verde las no tóxicas; a la izquierda la relación de componentes procedentes del motor y a la derecha las sustancias transformadas hacia la atmósfera:



Los catalizadores pueden ser de dos vías y de tres vías según sea el número de gases tóxicos capaces de neutralizar. Los metales preciosos responsables de la canalización son rodio y platino. En presencia de ellos los gases tóxicos se recombinan con otros para dar lugar a la siguiente reacción química ajustada:

$\text{CO} + 2\text{HC} + 3\text{O}_2 \rightarrow 3\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ Quiere decir que una molécula de monóxido de carbono junto con 2 moléculas de hidrocarburo más 3 moléculas de oxígeno dan lugar a 3 moléculas de dióxido de carbono y una de agua.

Circular con el catalizador en buen estado es una cuestión de respeto al medio ambiente y también una obligación. Las ITV's son las encargadas de comprobar que los automóviles circulan con un catalizador en buen estado. La vida media de los catalizadores rondan los 150000 km. Los vehículos equipados con catalizador, los gasolina matriculados a partir del 1 de enero del 1993 y los diesel matriculados a partir del 1 de enero del 1997 deben someter a prueba el catalizador para comprobar que éste cumple con las exigencias que establece la directiva europea 92/55.

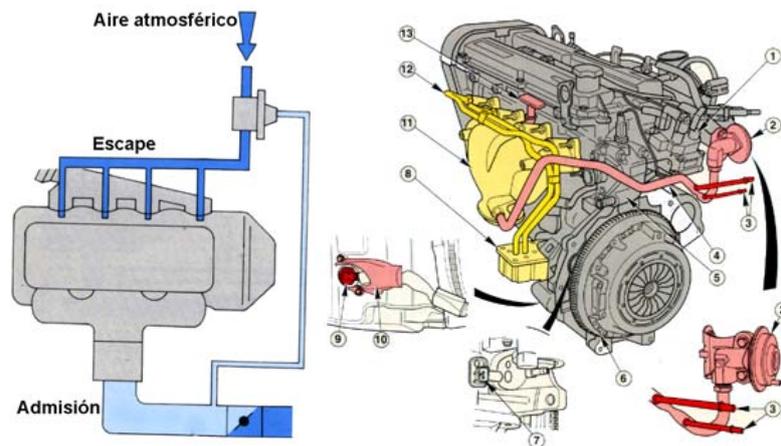
Las pruebas en el catalizador serán:

1) Al ralentí, la tasa máxima de CO no debe superar, por regla general, el 0,5% del volumen.

2) Entre 2500 y 3000 rpm la tasa de CO no debe superar de 0.3 % del volumen y el valor lambda deber estar comprendido entre 0.97 y 1.03.

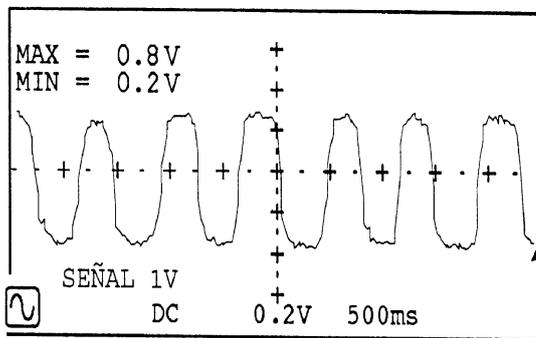
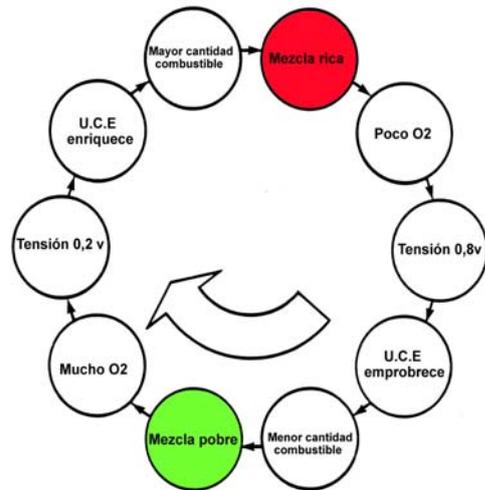
3.4.- LA PULS-AIR.-

Según vemos en la reacción anterior, es necesario que haya cantidad de oxígeno sobrante a la salida de los gases quemados para que tenga lugar dicha recombinación de gases. Existe al respecto una alternativa a este sistema que es la puls-air o bomba de aire encargada de insuflar aire a la salida de los gases quemados en el escape. Es preciso que el aire se introduzca en esa zona porque es la que está a la temperatura ideal para que tenga lugar la reacción química.



3.5.- LA SONDA LAMBDA.-

En los catalizadores encontramos también otro dispositivo anticontaminante: la sonda lambda. Esta supone un sensor de información a la UCE del motor sobre la riqueza resultante de la mezcla aire-gasolina. En función del oxígeno presente en los gases de escape genera una tensión diferente. Es un bucle cerrado de funcionamiento: si se presencia oxígeno, mezcla pobre, la sonda emite un valor de 0.1-0.2 voltios a la UCE con lo que ésta aumentará ligeramente el tiempo de inyección. Ahora la sonda lambda detectará menos oxígeno, mezcla rica, con lo que emitirá un valor de 0.8-0.9 voltios y la UCE que queda enterada de ello, empobrecerá ligeramente la mezcla. Esto se sucede a una frecuencia aproximada de 2 Hz.



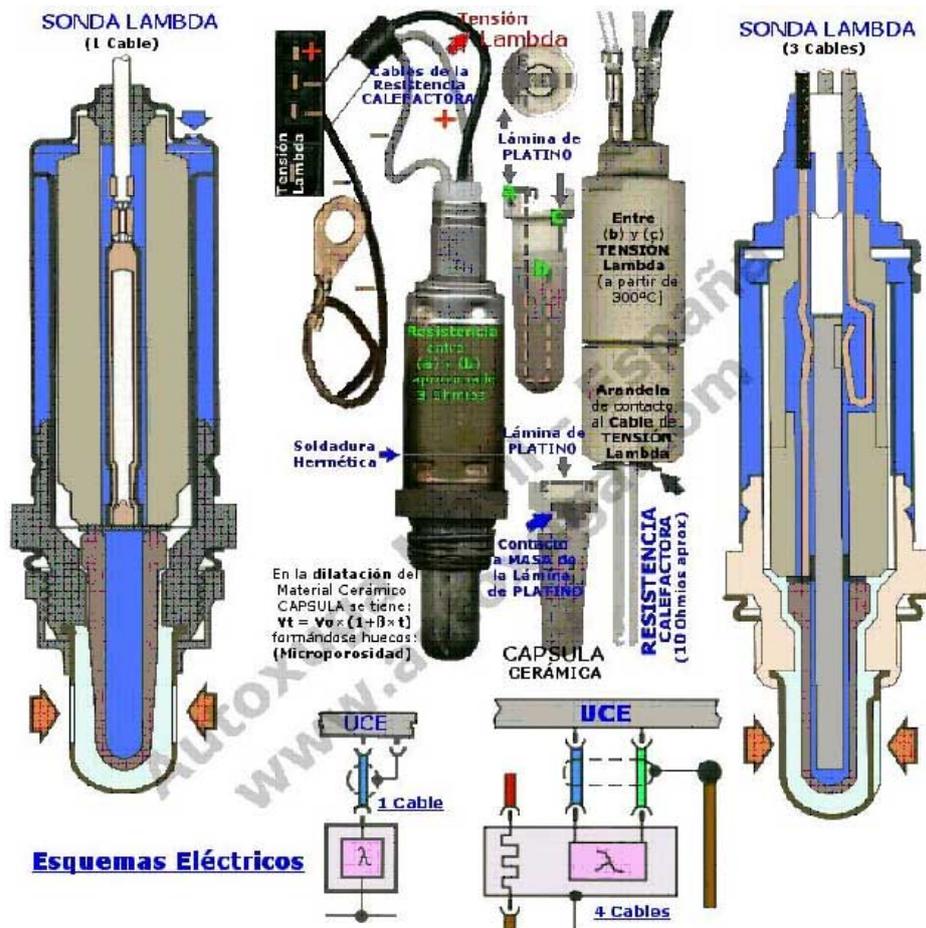
Esta sonda está ubicada antes del catalizador y puede ir calefactada eléctricamente para que en la fase de calentamiento del motor de combustión haga su función. Otros motores llevan otra sonda lambda después del catalizador para confirmar la buena eficacia de éste. Podemos encontrar sondas con uno o varios cables:

Un cable: este será de color negro y es el que da alimentación a la sonda siendo la carcasa la masa de la misma.

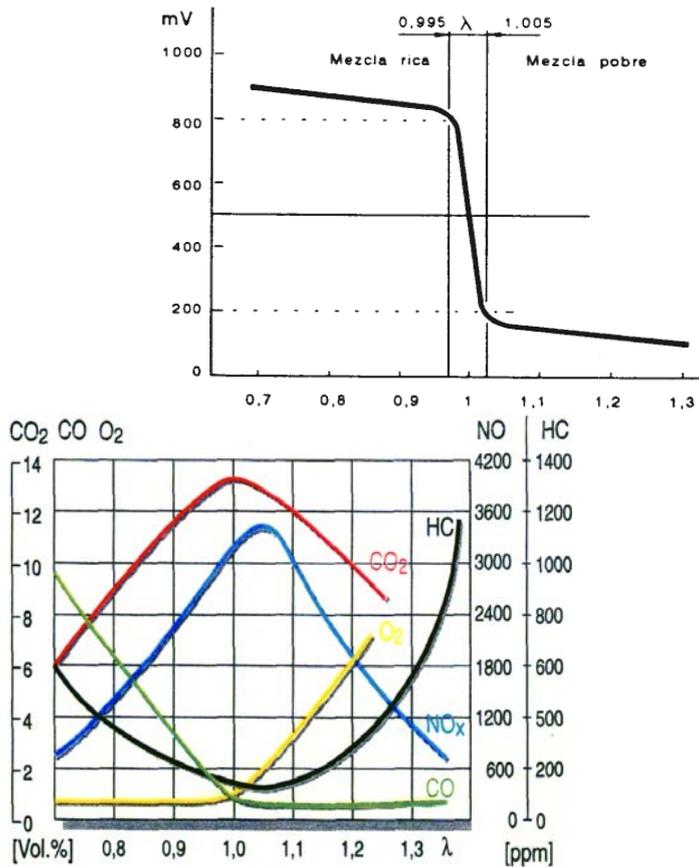
Dos cables: Negro positivo, gris negativo o negro positivo, blanco positivo resistencia de caldeo.

Tres cables: Negro positivo, blanco resistencia de caldeo, dos blancos positivo y resistencia de caldeo.

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

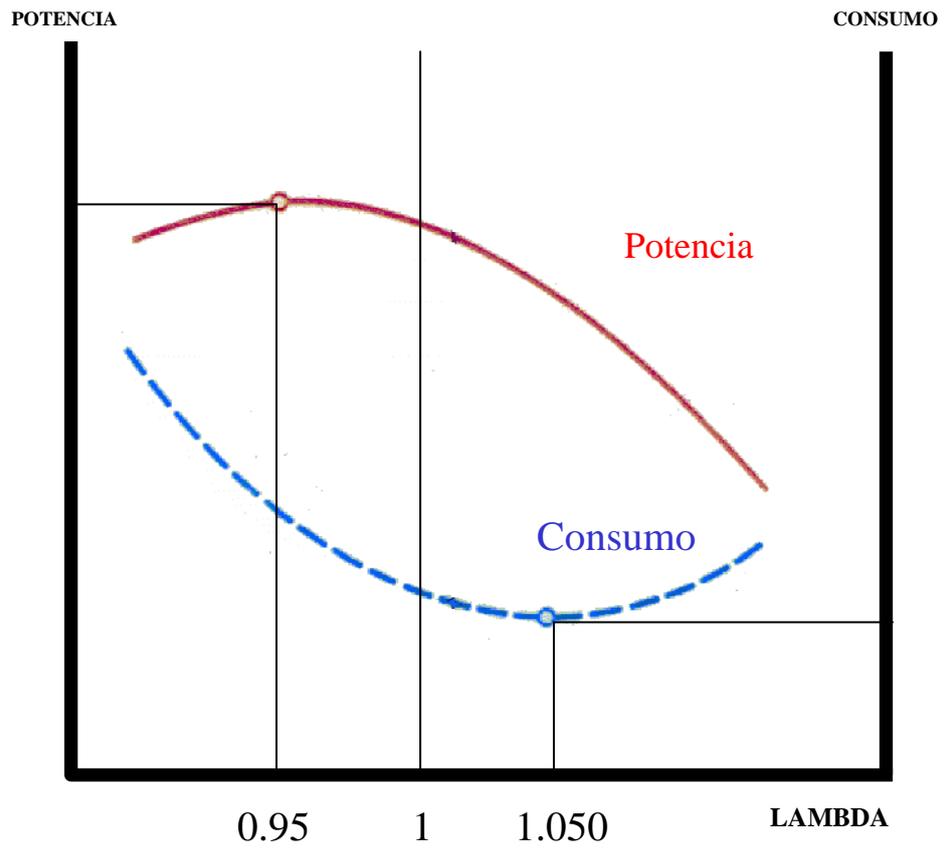


En torno a esta sonda existe un término denominado valor lambda o “λ”. Este puede variar ligeramente por encima de 1 o por debajo de este valor. Significa la relación entre la relación de aire-gasolina real (R real) con la que trabaja el motor y la relación estequiométrica (Re): $\lambda = R_{e}/R_{real}$. Por ejemplo $\lambda = (1/16) / (1/14.7) < 1$ quiere decir que la mezcla es rica. Por el contrario si λ es > 1 quiere decir que la mezcla es pobre. Los valores ronda entre $0.8 < \lambda < 1.2$ El valor de mezcla algo inferior a 1 (mezcla algo rica) mejora el rendimiento del motor o su par, pero contamina y gasta algo más. Es curioso mencionar que los motores de inyección directa en gasolina trabajan con mezcla estratificada o pobre $\lambda = 1.2$ para demandas bajas de potencia y con mezclas normales para demandas de potencia mayores.

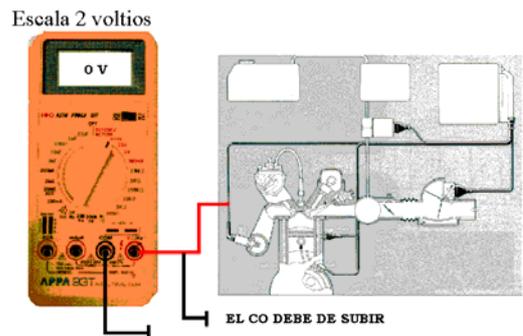
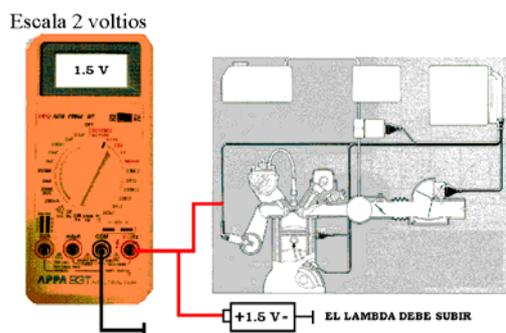


En la gráfica anterior también se ha representado las variaciones en cantidad de los gases según el valor λ . Podemos observar que un valor $\lambda=1.2$ sería ideal para evitar contaminantes y ahorrar combustible. No obstante el par o potencia del motor decae y el motor se calienta más. Como ya hemos mencionado antes en los motores de inyección directa en gasolina se juega con este valor para demandas de potencia leves.

La siguiente gráfica muestra el punto óptimo de consumo y de potencia. Hay que optar por una mezcla algo pobre sacrificando algo la potencia pero consumimos menos y contaminamos menos.



El aspecto de la sonda lambda es el que se muestra en la figura y se expone a continuación la forma de comprobar su funcionamiento:

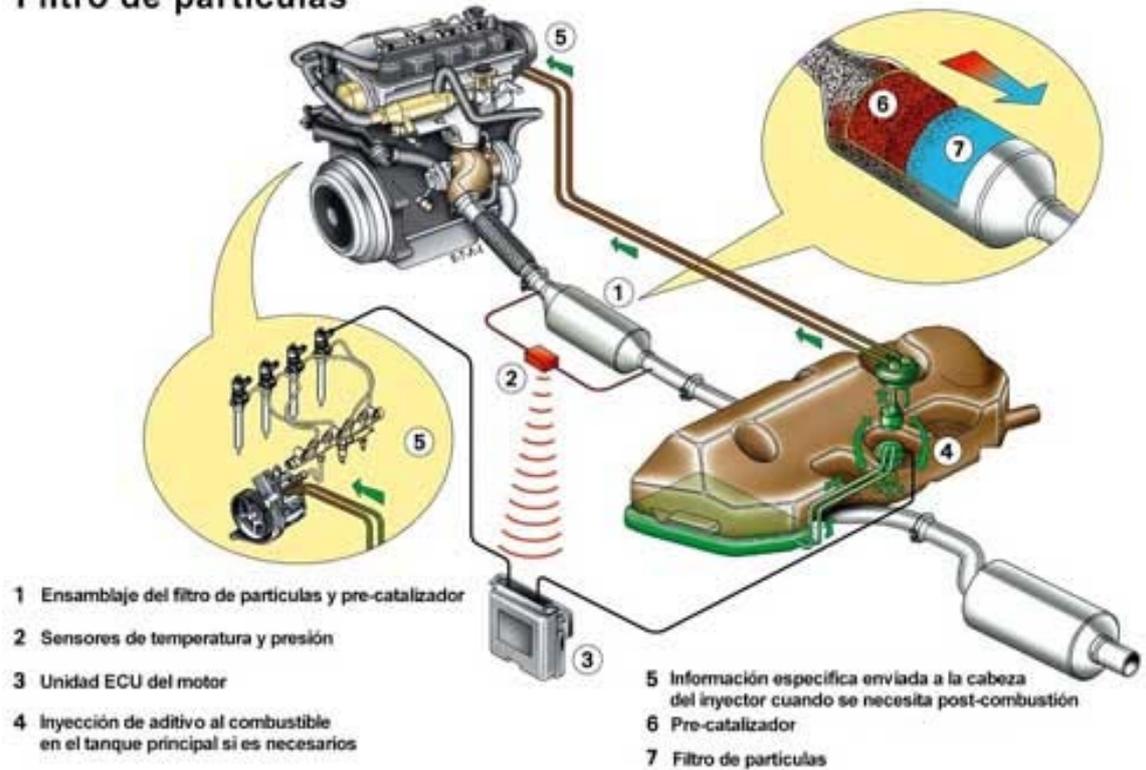


De forma normal el polímetro debe marcar una tensión continua variable entre 0.2 y 0.8 voltios aproximadamente. Si esto no ocurre así puede ser debido a dos problemas: que la centralita no hace caso a las indicaciones de la sonda lambda o bien que la sonda lambda está “muerta”. Para deducir cual es la causante del problema tomamos una pila de 1.5 voltios y la conectamos al cable de señal de la sonda lambda. En ese caso la UCE interpreta mezcla rica con lo que ordenará que λ aumente (mezcla pobre). Si esto no se refleja en el analizador de gases dispuesto, la UCE está defectuosa. No obstante comprobaremos antes el cableado que une la UCE a la sonda lambda y los inyectores. Si desconectamos la pila y colocamos el cable de señal de la sonda lambda a masa ($v=0$ voltios), la UCE interpretará mezcla pobre con lo que mandará enriquecer y se reflejará en el analizador de gases con un λ menor que 1 ó nivel de CO mayor.

3.6.- FILTRO ANTIPARTÍCULAS.-

El filtro anti-partículas (abreviado FAP) es un filtro integrado en el catalizador que atrapa las partículas de carbono generadas en la combustión cuando pasa el gas de escape. El FAP suprime así las emisiones de partículas y de humos protegiendo el medioambiente. Este componente lo suelen montar los motores Diésel para cumplir con la normativa de consumos y emisiones, concretamente la norma Euro4. Con el filtro anti-partículas se consigue capturar cerca del 99% de las partículas contaminantes en un filtro y éste, mediante calor, se regenera destruyendo las partículas. Los filtros antipartículas (FAP) de los motores diesel pueden llegar a quedar dañados si solo se circula en tráfico urbano. Al igual que le sucede a muchos, necesitan de vez en cuando escapar de la ciudad.

Filtro de partículas



Cada vez es más común que los coches diesel vengan equipados con el llamado filtro anti-partículas (FAP), cuya misión es retener gran parte de las partículas (hidrocarburos no quemados) que emiten por el tubo de escape.

Los más eficaces son los que se llaman “de circuito cerrado”, capaces de atrapar más del 90 por ciento de estos contaminantes. A medida que el filtro se va saturando, el propio sistema realiza una función de limpieza quemándolos durante el funcionamiento del coche (cada 400-500 km, más o menos).

Pero cuando el vehículo es destinado básicamente al tráfico urbano, con trayectos cortos a regímenes bajos, estos ciclos de desatasco no se efectúan correctamente, y el filtro puede llegar a taponarse y quedar inservible.

Para evitar este problema, los propios fabricantes recomiendan realizar, cada cierto tiempo, recorridos más largos para que el filtro pueda regenerarse.

Serían itinerarios de unos 30-40 km. o con una duración de al menos 10-15 minutos con el motor “ligero de vueltas”. De este modo, conseguiremos que el tubo de escape alcance los 600° de temperatura, el mínimo que necesita el sistema para mantenerse en buenas condiciones de uso.

El filtro de partículas existía en las instalaciones industriales fijas y ciertos vehículos utilitarios pesados. PSA Peugeot Citroën resolvió el problema de la regeneración del filtro que, hasta ahora, impedía su aplicación en vehículos particulares.

La regeneración consiste en quemar periódicamente las partículas acumuladas en el filtro. En presencia de oxígeno, se produce naturalmente la regeneración del filtro mediante combustión de las partículas cuando la temperatura de los gases de escape supera los 550° C. Esta temperatura está muy lejos de las que se observan en la franja clásica de uso del motor HDI. Por un lado, los adelantos realizados en materia de rendimiento del motor redujeron la energía disipada en el escape y, por otro lado, el motor sufre un impacto térmico poco importante en las ciudades y la temperatura en el escape varía generalmente de 150° a 200° C.

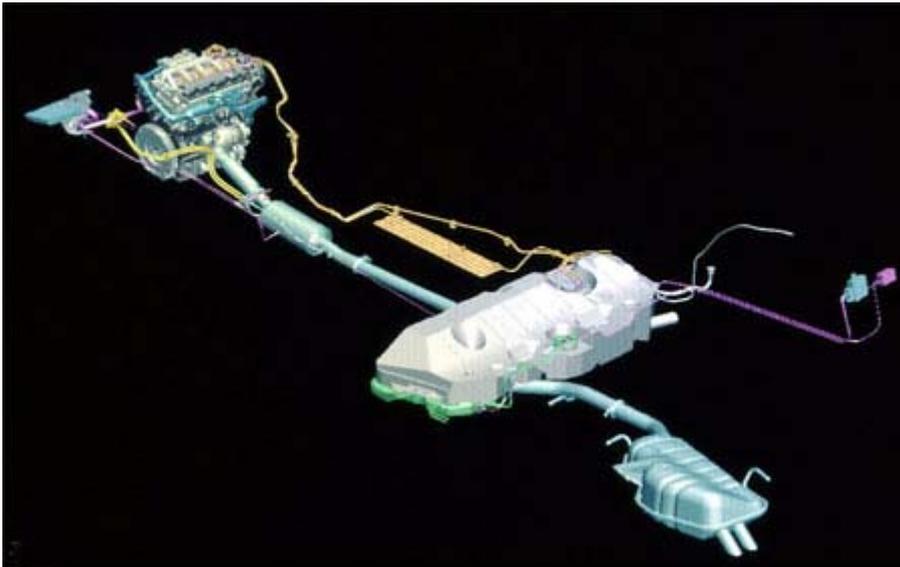
Era necesario pues desarrollar una estrategia de regeneración del FAP que no influyera en el placer de conducción, cualesquiera que fueran las condiciones de rodaje. Las partículas constan esencialmente de micro-esferas de carbono sobre las que se condensan hidrocarburos contenidos en el carburante y el lubricante. Estas partículas retenidas por un filtro tienen un aspecto de agregado de un tamaño de una micra aproximadamente. La cantidad de partículas y su composición dependen:

Del proceso de combustión: una mezcla homogénea de aire/carburante limita la formación de partículas.

De la calidad del gasóleo: La calidad del gasóleo influye de manera decisiva en el nivel de emisiones de partículas. Un índice mayor de cetano y la reducción de los compuestos poliaromáticos limitan la formación de partículas.

De la eficacia del post-tratamiento: El post-tratamiento por catálisis de oxidación reduce la fracción hidrocarbonácea de las partículas. Sólo la filtración permite suprimir las partículas.

Comprende:

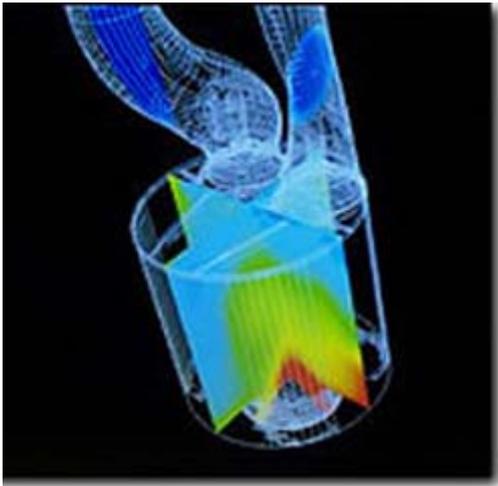


1. Un soporte filtrante de carburo de silicio asociado a un precatizador "arriba" y sensores de control de temperatura y de presión.
2. Un software perfeccionado de mando y control del motor HDI de rampa común, diseñado por PSA Peugeot Citroën. Integrado en el calculador "rampa común", este software constituye el "corazón" del sistema. Dirige la regeneración del filtro y realiza el autodiagnóstico del sistema.
3. Un sistema de adición del carburante integrado al vehículo y que, a cada repostaje, inyecta en el depósito las cantidades apropiadas de aditivo a base de cerina.

Gracias a su principio de funcionamiento y su flexibilidad, el motor HDI de rampa común permite un control eficaz de todas las etapas del proceso de combustión:

- El caudal de carburante inyectado.
- La presión de inyección.
- La ley de introducción del carburante en el cilindro.
- La flexibilidad de esta tecnología es tal que permite realizar inyecciones repetidas que provocan, siempre que sea necesario, un aumento de la temperatura de los gases de combustión superior a 300° C.
- Incluso en las condiciones de rodaje más desfavorables, en las que el motor no dispone del tiempo suficiente para elevar su temperatura, estas operaciones permiten rebasar la línea de los 450° C en los gases de combustión.

- Para alcanzar el umbral de regeneración, se añade al carburante un producto llamado Eolys. Este compuesto a base de cerina fue puesto a punto por Rhodia y baja la temperatura natural de combustión de las partículas hasta 450° C. Las numerosas pruebas realizadas demostraron la inocuidad de Eolys hacia la salud y el medio ambiente. Este producto ha sido aprobado por los ministerios del Medio Ambiente de Francia y Alemania y recibió la notificación europea que autoriza su comercialización y su uso.
- La regeneración del filtro es dirigida por el software de mando del motor. Un sensor de presión controla el grado de atascamiento del filtro e inicia la operación de regeneración. Se obtiene esta regeneración gracias a las postcombustiones controladas que elevan la temperatura de los gases hasta 450° C en la entrada del filtro.



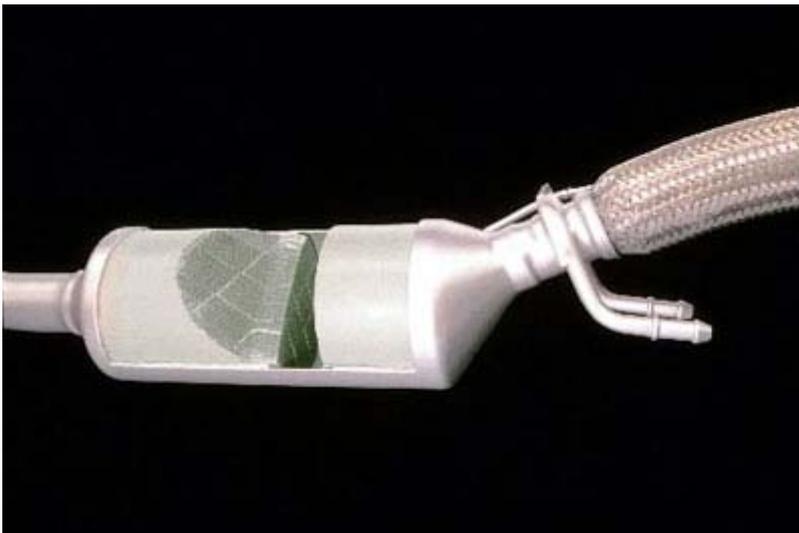
El sistema FAP es activo en todas las condiciones de uso del vehículo y la regeneración pasa desapercibida por el conductor sin alteración de las prestaciones del vehículo. Una regeneración completa dura de dos a tres minutos y se ejecuta cada 400 a 500 km.

El filtro de partículas es una estructura porosa compuesta de canales cuya disposición obliga los gases a atravesar las paredes del mismo. Compuesta de carburo de silicio, esta estructura se caracteriza por su excepcional eficacia de filtración y su capacidad de retención de las partículas, lo que limita la frecuencia de las regeneraciones.

Este filtro, eficaz durante toda la vida del vehículo, sólo necesita una limpieza con agua a presión cada 80.000 km en un taller para eliminar los depósitos de cerina. El líquido de adición a base de cerina se almacena en un depósito adicional, cerca del depósito de carburante.

Un sistema de adición ha sido desarrollado para inyectar una cantidad de aditivo proporcional al volumen de gasóleo introducido durante el repostaje de carburante : para un volumen de 60 litros, el sistema inyecta 37,5 ml de solución que contiene 1,9 g de cerina.

El depósito de aditivo de una capacidad de 5 litros permite una autonomía de 80 000 km y se rellena en un concesionario mientras se limpia el filtro.



3.7.- LA EGR.-

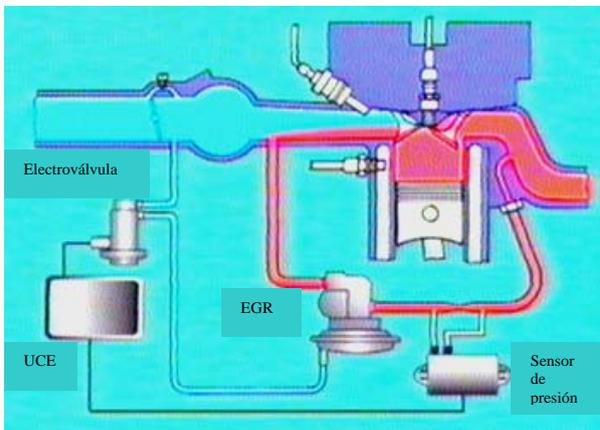
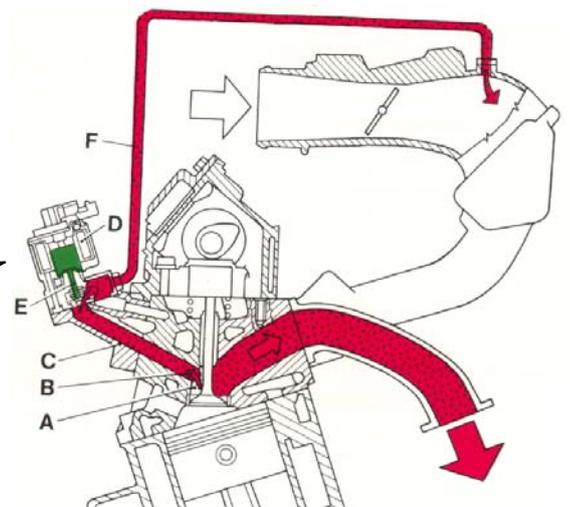
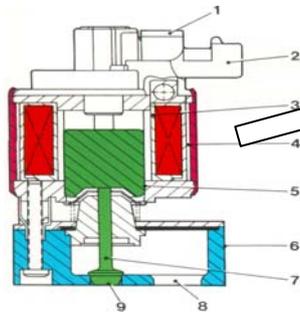
Por último el sistema a mencionar, conocido por todos, es la EGR (recirculación de los gases de escape). Este dispositivo tiene por finalidad disminuir los gases NOx, más presentes en los motores Diesel que gasolina. Estos gases nocivos se genera cuando las temperaturas son elevadas de ahí que se generen más en los motores de encendido por compresión. Consiste básicamente en introducir una parte de gases quemados a la admisión para ser nuevamente quemados en el motor, reduciéndose la temperatura del motor.

Consta el dispositivo de un by-pass entre el colector de escape y admisión regulado por un pulmón neumático, en la mayoría de los casos, que tira de la válvula de paso en dicho by-pass. Una electroválvula gobernada por la UCE se encarga de transmitir el vacío hacia el pulmón o cápsula neumática.

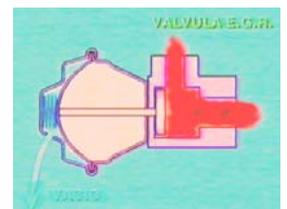
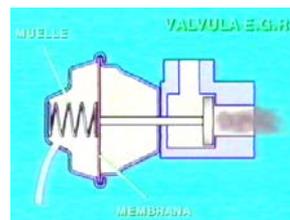
La señal que recibe la electroválvula es del tipo RCO, ya comentada anteriormente, de frecuencia fija pero dwell variable. Nunca llega a tener un dwell 0%, sino hasta un 5% para que no cueste mucho abrirla y no se generen picos de tensión. Cuando la puesta a masa por la centralita (masa electrónica) se produce, la electroválvula es excitada; cuando no se pone a masa, la tensión en el oscilograma es de 12 voltios.

El inconveniente de este sistema es que ensucia el colector de admisión y el interior del motor creando daño en él, acortando su vida y rebajando un poco de potencia.

Válvula EGR eléctrica de Renault



Válvula EGR neumática



4.- PROPUESTAS DE MEJORAS.-

Para subsanar los inconvenientes que presenta este sistema para el motor, nosotros proponemos ideas que podrían ser el inicio de investigaciones:

- Colocación de filtro mecánico antes de la entrada del colector de admisión que retenga las partículas sólidas procedentes del escape.
- Puesta en funcionamiento de una bomba de agua eléctrica adicional que ya de por sí incorporan algunos vehículos para refrigerar después de parado el motor y éste está caliente. Esta misma bomba podría ser puesta

en funcionamiento en determinadas condiciones de marcha del motor, en paralelo con la bomba de agua principal. Con esto se logra reducir la temperatura del motor y así no generar tanto NOx.

- Con el fin de aminorar la temperatura, al igual que en el apartado anterior, puede crearse en los motores Diesel una cámara de combustión de geometría variable, o sea, de volumen variable. Antes de llegar a tan altas temperaturas que generan los NOx, la cámara de combustión es aumentada de volumen por un actuador gobernado por la UCE. Consiste el sistema en un tetón que puede introducirse o extraerse de la cámara de combustión cambiando así el volumen de dicha cámara con lo que la relación de compresión varía y así mismo las temperaturas alcanzadas.
- Para neutralizar los Nox puede emplearse también nitrato o urea. Éste se vierte de forma dosificada de manera que se obtiene gas nitrógeno por un lado y agua por otro.

5.- CONCLUSIÓN. COMENTARIOS.-

Las normas propuestas EURO 5 y 6, aún no en vigor, suponen un nivel de emisiones muy recortado para los motores de combustión. Los fabricantes están descontentos porque no pueden depurar más los gases tóxicos. Aquí llega el final de los motores de combustión. Ya es hora de otras alternativas: vehículos dotados de motores con combustibles alternativos más limpios.

El motor híbrido es uno de los que se están implantando. Este dispone de motor de combustión y un motor eléctrico. El motor eléctrico funciona para demandas de potencia moderadas y el motor de combustión funciona cuando el pedal del acelerador se activa y va muy por delante de las rpm.

Pero el mejor es el motor de hidrógeno puesto que su proceso de combustión sólo desprende vapor de agua. He aquí el futuro, lo que ocurre es que el monopolio del petróleo tiene el mercado tomado en sus manos.