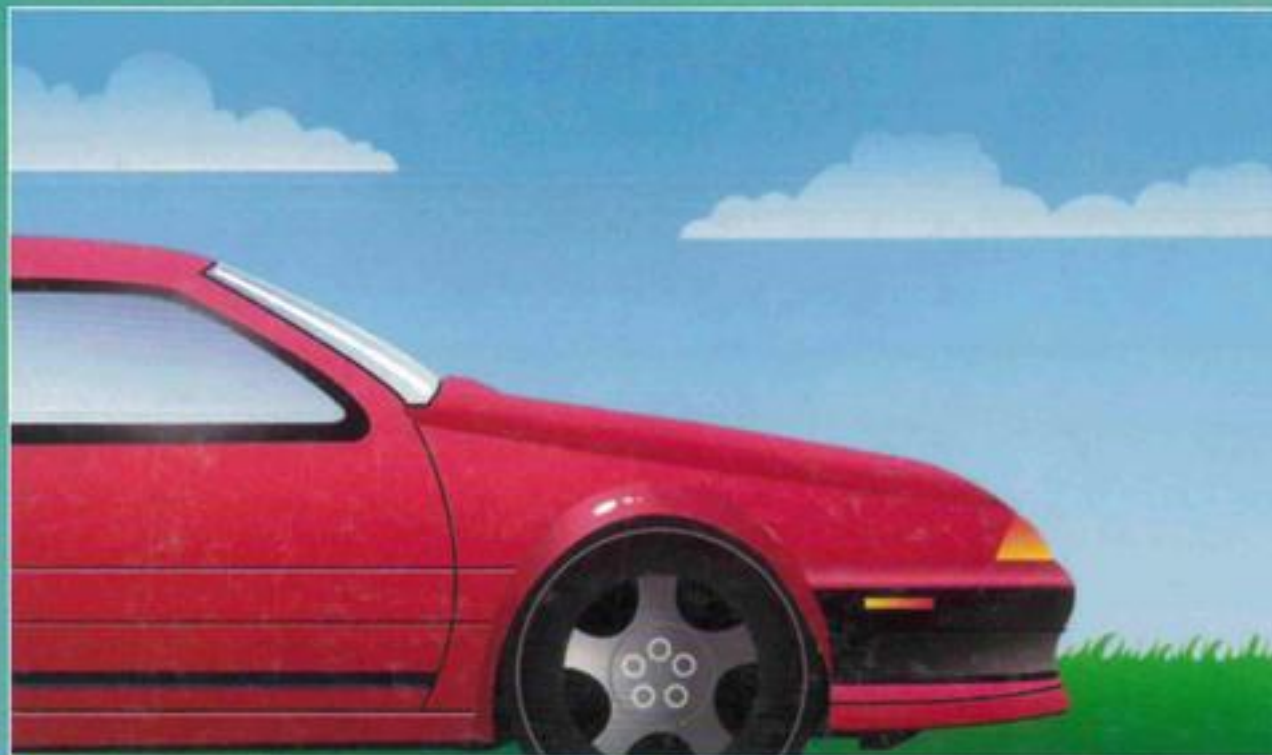


# CONTROL DE EMISIONES DE GASES

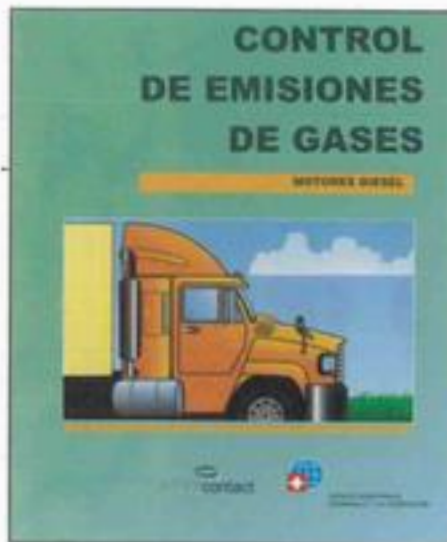
MOTORES A GASOLINA



  
swisscontact



**COSUDE**  
AGENCIA SUIZA PARA EL  
DESARROLLO Y LA COOPERACION



Existe un manual similar referente al Control de Emisiones de Gases en Vehículos con Motores Diesel.

Editado por:  
Swisscontact  
Fundación Sulza de Cooperación para el Desarrollo Técnico  
Apartado 2105, San Salvador, El Salvador  
Tel. (503) 264-3662  
Fax (503) 263-2872  
E-mail [proacosa@es.com.sv](mailto:proacosa@es.com.sv)  
[www.swisscontact.org.sv](http://www.swisscontact.org.sv)

Autores:  
Jon Bickel  
Ricardo Früh

Impreso en:  
Imagen Gráfica  
Septiembre 2000

Edición:  
5000 unidades (3era. Edición)

Los esfuerzos por mejorar el estándar de vida del hombre desarrollando nuevos productos y tecnologías, ha contribuido al deterioro ambiental y a la contaminación hasta el grado de que actualmente gran parte del aire, agua y tierra de nuestro planeta están contaminados. Todos los seres vivos causan cierta presión en el ambiente, por lo tanto el deterioro ambiental causado por el hombre es ya tan grande que algunos científicos ponen en duda si la tierra podrá seguir soportando vida si no se toman medidas correctivas inmediatas.

En este contexto la contaminación atmosférica se ha convertido en un problema serio, y en las ciudades de Latinoamérica ya ha alcanzado límites peligrosos para la salud humana y el medio ambiente. Prueba de ello son las enfermedades respiratorias que constituyen actualmente una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en dicha región.

Los vehículos son los principales causantes de la contaminación del aire, sin embargo, con la inspección y mantenimiento regular, se podría reducir considerablemente sus emisiones.

Este manual está dirigido a mecánicos, personal de empresas automotrices, cooperativas de transporte, centros de verificación y personal de tránsito, y sirve como manual de referencia después de haber recibido el entrenamiento en control de emisiones vehiculares.

El Programa Aire Puro, ejecutado por Swisscontact y financiado por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación COSUDE, trabaja en Centroamérica desde 1992, siendo su principal meta reducir la contaminación del aire en los centros urbanos de esta región.

Queremos agradecer a todos los instructores automotrices y mecánicos de diferentes instituciones por la valiosa ayuda en la elaboración de este material. Esperamos que sea una guía de referencia en sus labores de mantener limpio el aire de los centros urbanos de Centro América y de nuestro planeta.

Swisscontact  
Programa Aire Puro

**MEDIO AMBIENTE**

El impacto de la contaminación vehicular	3
El efecto invernadero	5

**LA MEZCLA**

La mezcla de aire/combustible	6
La preparación de la mezcla	7
El proceso de la combustión	8

**CONTROL DE EMISIONES**

Mantenimiento preventivo	9
Motor frío (Fase de arranque)	10
Sistemas de control de emisiones de gases	11
Sistema de ventilación positiva del carter (PCV)	12
Control de la evaporación prematura del combustible (EFE)	13
Sistema de recirculación de gases de escape (EGR)	14
Sistema de inyección de aire (AIS y Puls air)	15
Control termostático de la admisión de aire (TAC)	16
Sistema dashpot	17
Sensor de oxígeno	18
Convertidor catalítico	19
Procedimiento de medición de gases	20
Equipos de medición de gases	21
Aspectos legales	22
Diagnóstico a bordo (OBD II)	23

**TABLA DE FALLAS**

Análisis de los gases	24
-----------------------	----

**BIBLIOGRAFIA**

25

El transporte automotriz consume más del 90% de la energía utilizada para el transporte y una gran parte de los hidrocarburos de cada país. La contaminación atmosférica resultante de esta actividad tiene por ende un impacto muy visible y significativo, más aún si tomamos en consideración que altas densidades de tráfico coinciden con altas concentraciones poblacionales.

Las emisiones primarias o secundarias más importantes de motores automotrices son monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), plomo, partículas, óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), ozono (O<sub>3</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

**Cuadro 1: Efectos de los principales contaminantes automotrices sobre la salud.**

Contaminante	Origen	Efectos sobre la Salud
<b>CO</b> (monóxido de carbono)	Producido por combustión incompleta	Disminuye la absorción del oxígeno por parte de las células rojas, afecta la percepción y la capacidad de pensar, disminuye los reflejos y puede causar inconciencia. Afecta el crecimiento fetal en mujeres embarazadas. Junto con otros contaminantes, fomenta enfermedades de personas con problemas respiratorios y circulatorios.
<b>HC</b> (hidrocarburos)	Resultado de combustión incompleta o evaporación	Irritación de los ojos, cansancio y tendencia a toser. Puede tener efecto carcinógeno o mutativo. El HC de los motores puede causar enfermedades pulmonares.
<b>Pb</b> (plomo)	Aditivo para aumentar el octanaje de la gasolina	Afecta a los sistemas circulatorios, reproductivos, los riñones y nervios del cuerpo. Reduce la habilidad del aprendizaje de los niños y puede provocar hiperactividad. Puede causar daños neurológicos.
<b>Partículas</b>	Producido por deficiencia de oxígeno	Puede iniciar enfermedades respiratorias (afectando más a niños y ancianos) y provocar cáncer en los pulmones.
<b>NO<sub>x</sub></b> (óxidos de nitrógeno)	Producido por altas temperaturas	Irrita los ojos, nariz, garganta y causa dolores de cabeza.
<b>SO<sub>2</sub></b> (dióxidos de azufre)	Por el contenido de azufre en el diesel	Irrita las membranas del sistema respiratorio y causa inflamación en la garganta.

Existe evidencia que el efecto sinérgico (sumativo) de los diferentes gases, es mucho más serio que su impacto individual. También muchos gases reaccionan con la luz solar produciendo otros reactivos como por ejemplo el ozono con otros efectos adicionales sobre el bienestar y la salud.

**Fuentes:** Faiz (1991) en OECD (1993); OECD 1991.

Cuadro 2: Efectos de los principales contaminantes automotrices sobre la ecología.

Contaminante	Efectos sobre la Ecología
NOx, SO2	Provoca lluvia ácida con daños a los bosques, sistemas acuáticos, corrosión de metales, daños a edificios y monumentos. También contamina las aguas subterráneas.
O3 (Ozono)	Daña los bosques y reduce el crecimiento de varios productos agrícolas (por ejemplo: maíz, frutas y verduras). El ozono puede crearse luego de varias horas o días después de la emisión de los gases y tener un impacto lejos del sitio de la contaminación original.
CO2 (Dióxido de carbono)	Efecto invernadero (ver siguiente página). CH4 (Metano), CO y NOx son otros gases con un impacto directo e indirecto sobre el efecto invernadero.

Fuente: Faiz (1991) en OECD (1993)

#### Los efectos de las emisiones vehiculares sobre la economía son:

- Mayores gastos en salud provocados, por ejemplo, por enfermedades respiratorias.
- Menor productividad de la gente al encontrarse enferma, con dolores de cabeza o malestar general provocado por la contaminación ambiental.
- Malestar y reducción de la calidad de vida al ser expuesto a una contaminación fuerte del aire.
- Corrosión de materiales, motores y desgaste prematuro de edificios, provocado principalmente por el dióxido de azufre y el hollín.
- Menor productividad agrícola y agroforestal como resultado del ozono o de la lluvia ácida.
- Efecto invernadero o calentamiento atmosférico (ver siguiente página).

#### ¿QUE PODEMOS HACER?

Las siguientes medidas pueden reducir significativamente la contaminación vehicular:

- Llevar el vehículo a una Inspección y Mantenimiento (I/M) regular de sus emisiones.
- Esta medida reduce fácilmente la contaminación de su vehículo entre 30 y 40% y disminuye el consumo de diesel o gasolina entre 5 y 10%.
- Utilizar gasolina sin plomo. No daña los vehículos y disminuye efectos negativos sobre la salud y la ecología. Además es indispensable utilizar gasolina sin plomo en automóviles con catalizadores.
- Promover y utilizar el transporte público como medio de transporte menos contaminante que el transporte individual.
- Eliminar los subsidios directos e indirectos a carburantes o medios de transporte.
- Utilizar diesel con bajo contenido de azufre.



- 1.-La radiación de onda corta llega parcialmente a la superficie de la tierra y la calienta.
- 2.-La tierra devuelve la radiación de onda larga (radiación infrarroja o de calor) que es reflejada parcialmente por CO2 y otros gases.

Este reflejo causa un calentamiento en la atmósfera de nuestro planeta, aumentando así las temperaturas ambientales (sin este efecto la tierra sería demasiado fría para los seres humanos). Por emisiones industriales, vehiculares y agrícolas (por ejemplo quemas), se aumenta la cantidad de CO2 en la atmósfera por lo cual la temperatura de la tierra tiende a aumentar más y no quedarse estable. Otros gases como por ejemplo los clorofluorocarbonos, (CFCs; aerosoles que dañan la capa de ozono), también contribuyen al aumento de la temperatura del planeta terrestre, pero el CO2 constituye el gas más importante en este efecto.

Hasta el año 2050 la temperatura mediana del globo terrestre aumentará aproximadamente 2,5°C y hasta el año 2100 5,7°C, si no se reduce el crecimiento de las emisiones de CO2 en el mundo.

Los efectos del calentamiento atmosférico son la expansión de los desiertos, el derretimiento del hielo polar, el aumento del nivel del mar (por expansión térmica y por el derretimiento del hielo polar), catástrofes climatológicas, estrés biológico y posiblemente otros efectos desconocidos hasta el momento con sus correspondientes impactos sobre el bienestar humano y la economía mundial.

La preparación de la mezcla ( en motores carburados o inyectados ) pone a disposición del motor una mezcla de aire/combustible inflamable en todos los regímenes de carga: arranque en frío, arranques siguientes, marcha en la fase de calentamiento, ralentí, aceleración, carga parcial y plena carga.

Una buena mezcla consigue la máxima potencia del motor, un buen comportamiento de marcha, el menor consumo de combustible y una mínima emisión de gases contaminantes.

Teóricamente la combustión sería perfecta con una relación de aire a combustible de 14.7kg : 1 kg ( en peso ) ó en volumen con una relación de 10,000 litros de aire por 1 litro de gasolina. Esta proporción se conoce como Lambda = 1 (  $\lambda = 1$  )

$$\lambda = \frac{\text{Cantidad real de aire aspirado}}{\text{Cantidad teórica necesaria}}$$

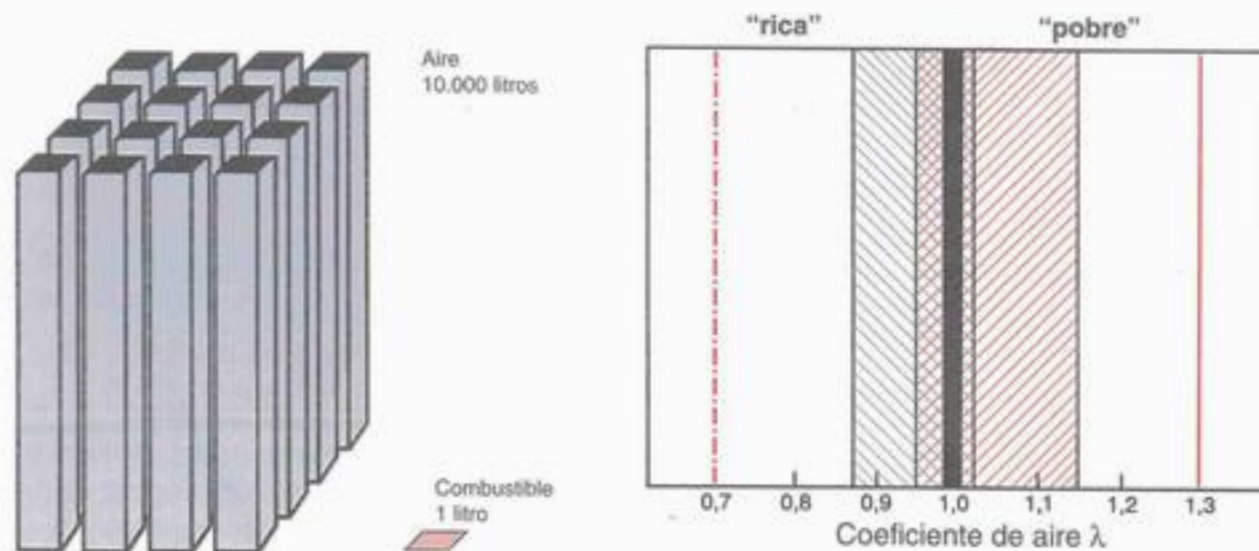
Lambda > 1 significa exceso de aire o " mezcla pobre "

Lambda < 1 significa exceso de combustible o " mezcla rica "

Una mezcla de aire a combustible de  $\lambda = 1,1$  significa 10% de exceso de aire ó una mezcla de aire a combustible de  $\lambda = 0,9$  significa 10% de exceso de combustible.

Con los motores modernos, los límites de inflamabilidad se encuentran entre  $\lambda = 0,7$  y  $\lambda = 1,3$ .

En marcha normal, los motores de gasolina funcionan entre  $\lambda = 0,95$  y  $\lambda = 1,15$ . Los motores con sistemas de regulación lambda funcionan con una mezcla de aire a combustible de  $\lambda = 1$ . Se exceptúan de estos, los estados de funcionamiento que exigen una mezcla rica, por ejemplo, en la fase de calentamiento, al acelerar o en el estado de plena carga.



Relación estequiométrica aire/combustible para combustión ideal sin elementos contaminantes.

- | Límite de inflamación
- ▨ Potencia óptima
- ▨ Consumo óptimo
- $\lambda$ - Regulación, emisiones mínimas

La industria automotriz pretende aumentar el rendimiento del motor y disminuir las emisiones vehiculares. Para lograr este fin la preparación de la mezcla "aire" y "combustible" que hasta la década de los 70 se lograba mediante carburadores, en la actualidad se realiza mediante carburadores controlados y sistemas de inyección.

En estos sistemas los diferentes sensores envían, de acuerdo a las condiciones de operación del motor y las características del estado ambiental, señales a la unidad de control. Esta unidad, a través de los actuadores puede dosificar de una manera más exacta la cantidad de combustible necesaria.

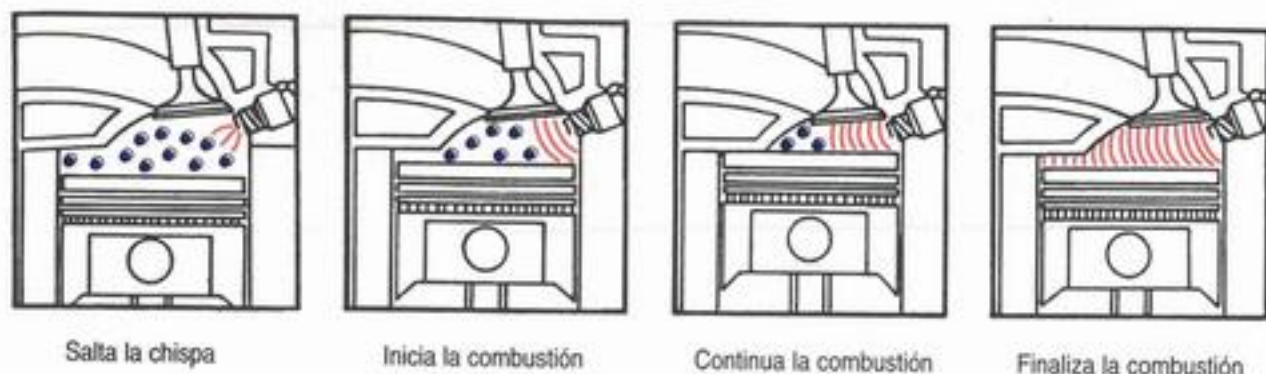


Al eliminar, variar o alterar parte del sistema de inyección electrónico, el rendimiento del motor empeora.

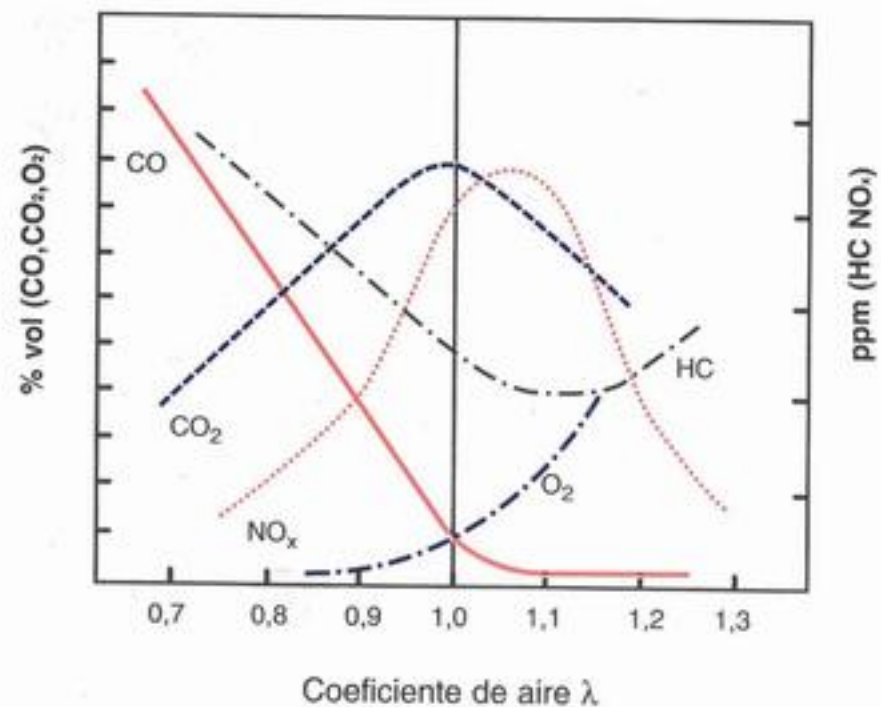
El proceso de la combustión está determinado principalmente por la composición de la mezcla, el diseño de las cámaras de combustión y de admisión de aire, el tiempo de encendido, la duración de la chispa, los Kilovoltios del secundario y la temperatura de funcionamiento del motor.

El proceso de la combustión puede ser verificado con la ayuda de un osciloscopio y un analizador de cuatro gases, el cual además, permite verificar el funcionamiento de algunos sistemas y/o componentes del motor.

**Proceso de combustión normal**



**Comportamiento de los gases contaminantes**



En un mantenimiento preventivo se revisa periódicamente los sistemas de lubricación, encendido y de preparación de mezcla. Además, se controla el filtro de aire (carburador) y el sistema de refrigeración, el cual tiene su especial importancia, dado que algunos sistemas de control de emisiones trabajan según la temperatura del motor.

Para llevar a cabo un buen mantenimiento preventivo del vehículo, se siguen las recomendaciones del fabricante y principalmente se realizan los siguientes trabajos:

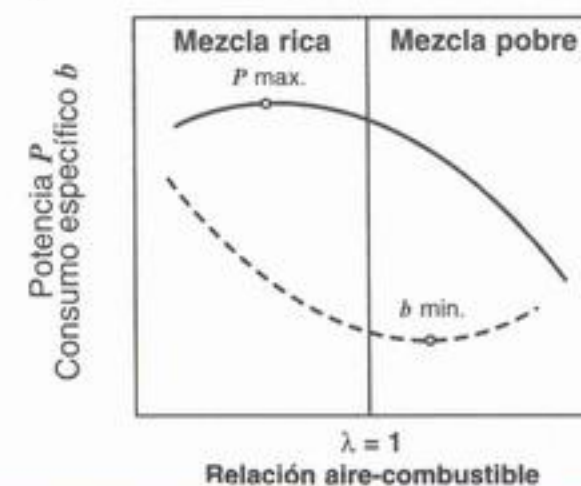
- Cambio de aceite ( según recomendación del fabricante ).
- Cambio de filtros ( gasolina, aire y aceite ).
- Revisión y/o cambio de bujías.

También hay que revisar:

- El ajuste de las válvulas.
- El sistema de encendido (especialmente el punto de encendido, sin olvidar las revoluciones y la temperatura de funcionamiento).
- El sistema de alimentación (carburador o inyección).
- El funcionamiento del sistema de control de emisiones.

Con todo lo anterior, se puede realizar el ajuste de la mezcla tomando en cuenta las recomendaciones del fabricante, logrando así obtener el máximo rendimiento del motor y disminuir las emisiones contaminantes.

**Dependencia de la potencia y del consumo específico de la proporción de aire y combustible**



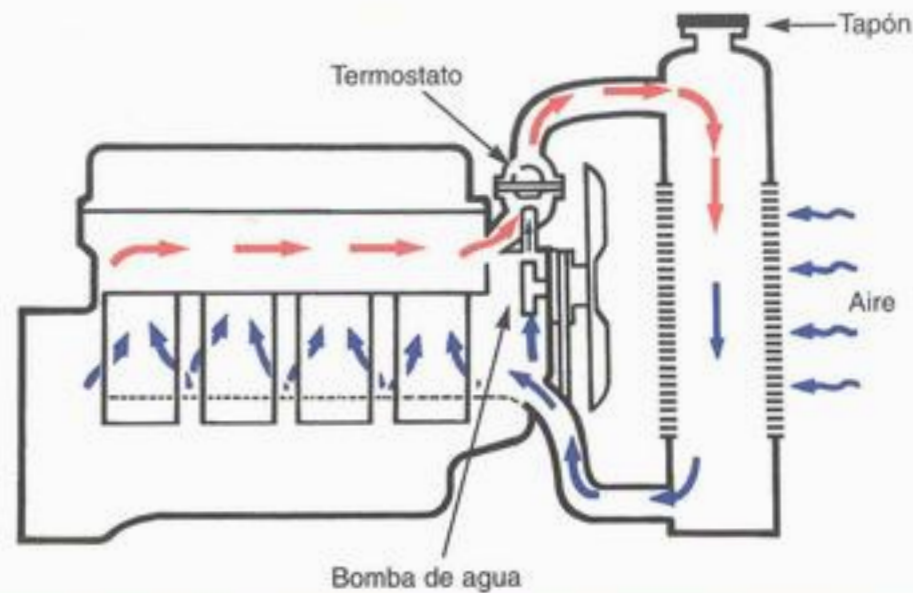
**Un buen mantenimiento preventivo prolonga la vida útil del automóvil, disminuye las emisiones de gases y previene reparaciones costosas.**

En la fase de arranque en frío, el motor presenta una combustión incompleta, un bajo rendimiento, una mayor contaminación y un consumo elevado de combustible. El motor no debe calentarse con el vehículo estacionado. Se calienta el motor conduciendo a baja velocidad y sin forzarlo mucho. Esto garantiza un calentamiento más rápido del motor, de la transmisión y del catalizador, aumentando su vida útil y produciendo menos contaminantes.

Algunos sistemas de control de emisiones de gases, trabajan según temperatura, por lo cual es muy importante el buen estado del sistema de refrigeración del motor.

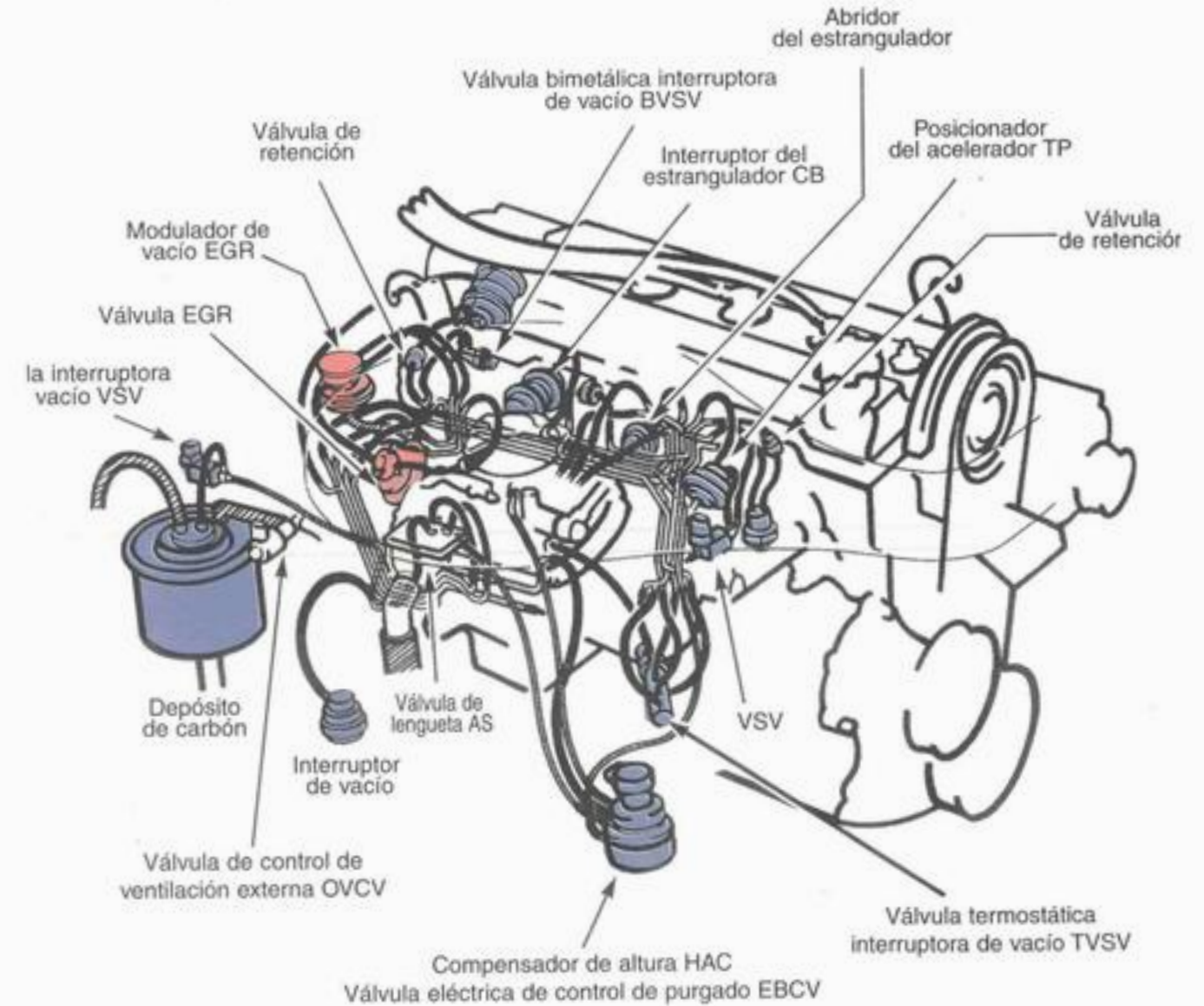
Las revisiones más importantes del sistema de refrigeración son:

- Revisar y ajustar la faja del ventilador.
- Revisar tuberías y mangueras.
- Verificar el funcionamiento correcto del tapón del radiador.
- Utilizar antioxidante en el refrigerante y cambio cada año, con la dosificación correcta.
- Determinar que el radiador no presente fugas u obstrucciones.
- Comprobar el buen funcionamiento del termostato.
- Verificar el estado de las aspas del ventilador (que no estén rotas o deformadas) y las conexiones eléctricas, si las tuviera.
- Verificar que la bomba de agua funcione correctamente y que no tenga fugas.



**Nunca elimine el termostato, esto causa daños al motor y aumenta el consumo de combustible.**

En la siguiente figura se muestran algunos de los sistemas encargados de reducir la cantidad de CO, HC, y NOx que salen por el tubo de escape. En la figura, aparecen tanto los sistemas como algunas válvulas que los conforman. Un Sistema de Control de Emisiones de Gases está formado por una determinada cantidad de válvulas, dependiendo del sistema que se estudie. En algunos casos, existe una computadora que gobierna algunos componentes o el sistema completo.

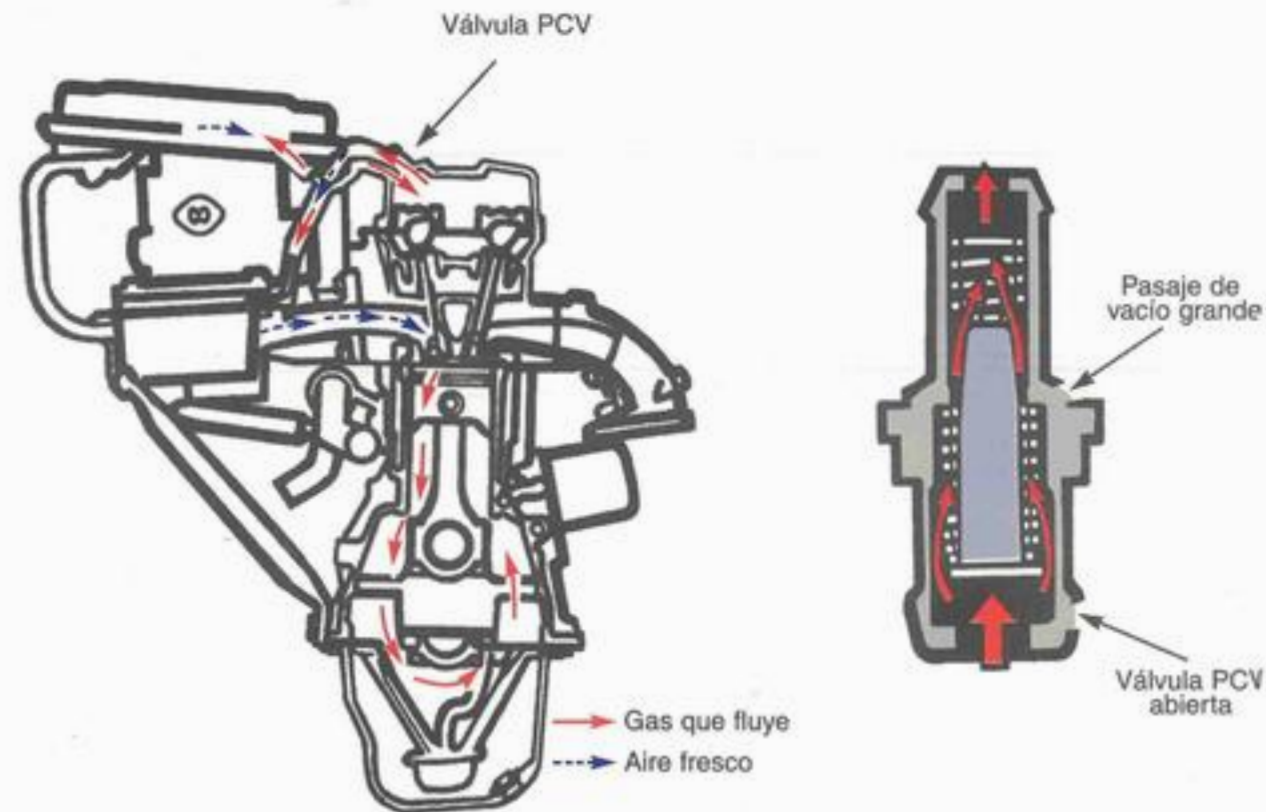


**Eliminar, variar o alterar algunas de estas conexiones, aumenta el consumo de combustible y altera el funcionamiento del motor.**

## (SISTEMA DE VENTILACION POSITIVA DEL CARTER)

El sistema PCV reduce los HC. Cuando el sistema no funciona correctamente altera el CO y la proporción de la mezcla que se introduce al motor. Al fallar este sistema existe una alimentación inadecuada al motor.

El funcionamiento del sistema PCV está regulado por la depresión existente en el múltiple de admisión, ya que la evacuación de los vapores del motor van a variar según los diferentes estados de cargas. Los vapores son introducidos a la cámara de combustión a través de la válvula PCV. La válvula de PCV existe en diferentes formas, pero su funcionamiento es el mismo, independientemente de su estructura.

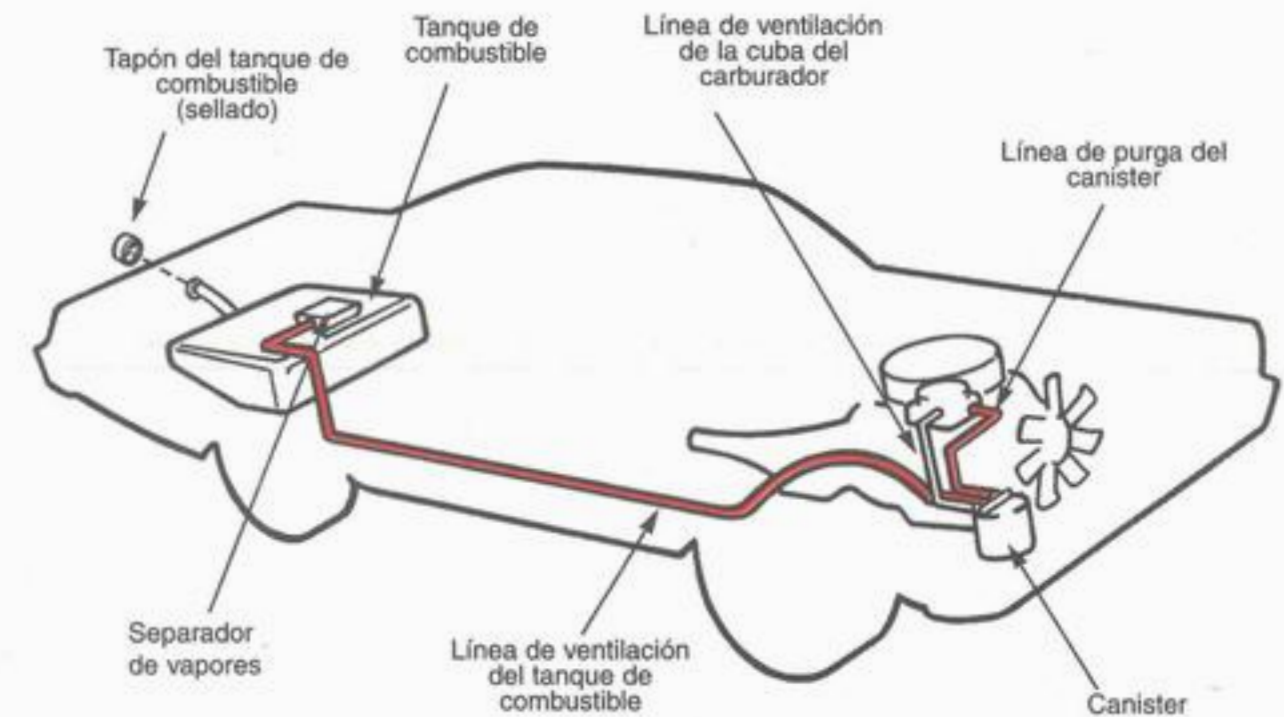


Si el motor presenta fallas de arranque, petardeo o contra explosiones, revise primero el sistema PCV.

## (CONTROL DE LA EVAPORACION PREMATURA DEL COMBUSTIBLE)

Este sistema reduce los HC provenientes del tanque de combustible y de la cuba del carburador. Si el motor es de inyección reduce únicamente los vapores del tanque de gasolina.

Los componentes de mayor cuidado dentro de este sistema son el tapón del tanque de combustible, el contenedor de carbón (canister), la válvula de control de ventilación externa y el ajuste del flotador del carburador. Si este sistema falla se produce un aumento tanto de los HC como del CO.



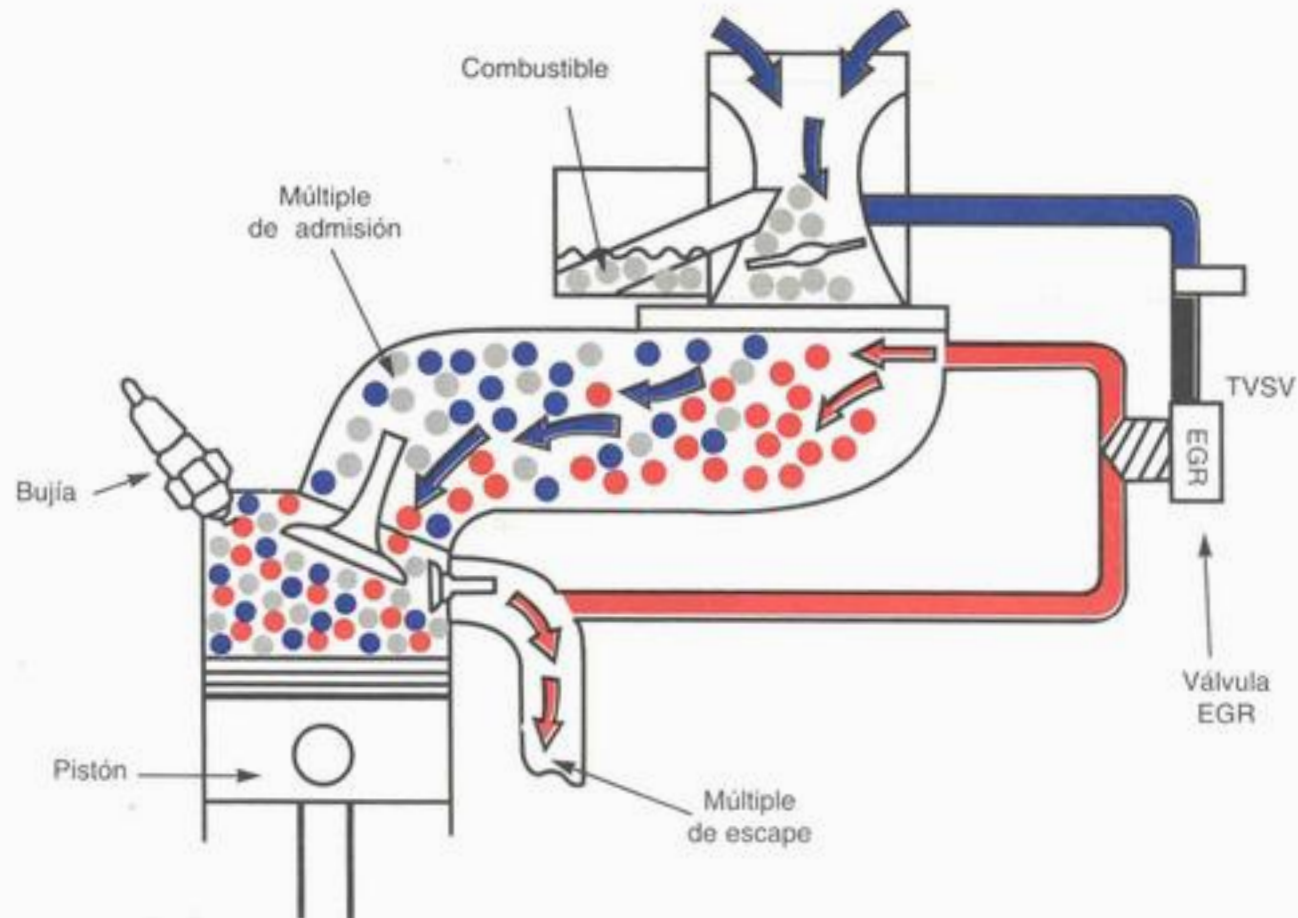
Los componentes del sistema deben de ser herméticos, para evitar que los HC se evaporen hacia la atmósfera.



## (SISTEMA DE RECIRCULACION DE GASES DE ESCAPE)

Su función principal es de reducir la formación de  $\text{NO}_x$ , enfriando las cámaras de combustión, circulando cierta cantidad de gases de escape al múltiple de admisión. El sistema sólo funciona cuando el motor está sometido a mucha carga y se alcanza la temperatura normal de funcionamiento.

En el caso de motores carburados y/o inyectados en los cuales el sistema de control de emisiones no es gobernado por la computadora, el sistema trabaja por medio del vacío del múltiple de admisión, a través de la válvula TVSV (válvula termostática interruptora de vacío) o BVSV (válvula bimetalica interruptora de vacío) y un modulador de la presión de los gases de escape (BPT). En los motores inyectados en los cuales la EGR es controlada por la computadora del motor unos son accionados por vacío y otros controlados digitalmente con 3 solenoides. Los solenoides son gobernados por la computadora a través de una VSV (válvula interruptora de vacío). La información que recibe la computadora para actuar la EGR son: la temperatura del motor, las revoluciones, la posición de la EGR, la contrapresión del tubo de escape y otros.



Si el sistema EGR trabaja en forma defectuosa, la contaminación aumenta y se producen fallas en el funcionamiento del motor, sobre todo en desaceleración y en ralentí.

## ( INYECCION DE AIRE )

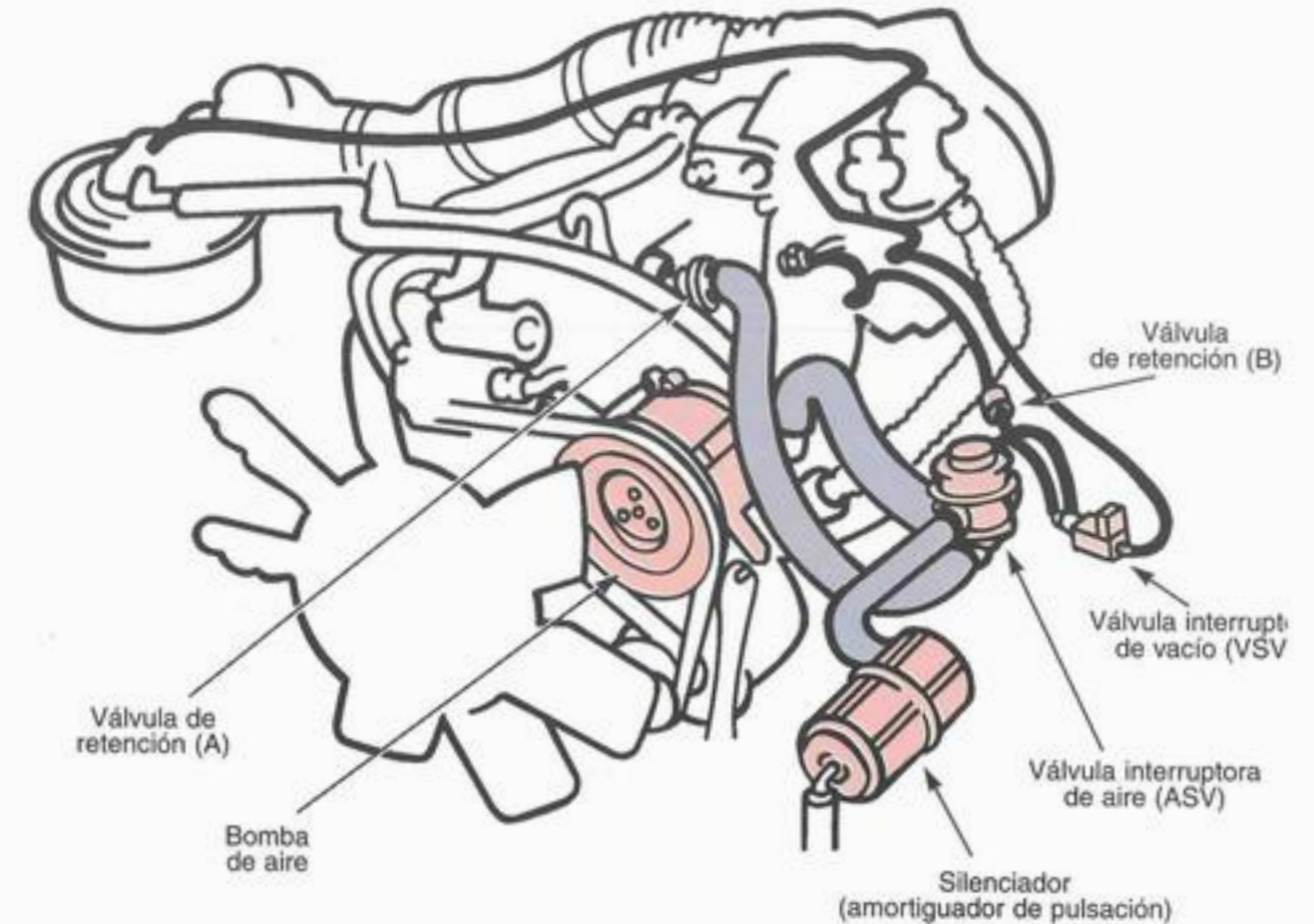
El sistema AIS se utiliza frecuentemente en los vehículos modernos, carburados e inyectados. Su función es proporcionar oxígeno a los gases de escape para provocar poscombustiones en el tubo de escape y mejorar la eficiencia del catalizador en ralentí, reduciendo así el CO y los HC.

La introducción de oxígeno al tubo de escape se realiza de dos maneras:

- Forzándolo por medio de una bomba (bomba de aire).
- Aspirándolo a través de válvulas de lengüetas (Pulse Air).

El sistema de bomba de aire consume potencia del motor, por lo que generalmente se utiliza en motores de gran cilindrada. En algunos casos, la inyección de aire se realiza directamente en el catalizador.

Nunca se debe eliminar la faja que acciona la bomba de aire o desactivar las válvulas de lengüeta, ya que esto haría que los niveles de contaminación aumenten. Si alguno de los componentes antes mencionados fallan, se debe cambiar, de lo contrario el sistema queda sin funcionar.



Para ajustar la mezcla midiendo gases, hay que interrumpir la inyección de aire. Al finalizar el proceso no olvidar abrirlo.

## (CONTROL TERMOSTATICO DE LA ADMISION DE AIRE)

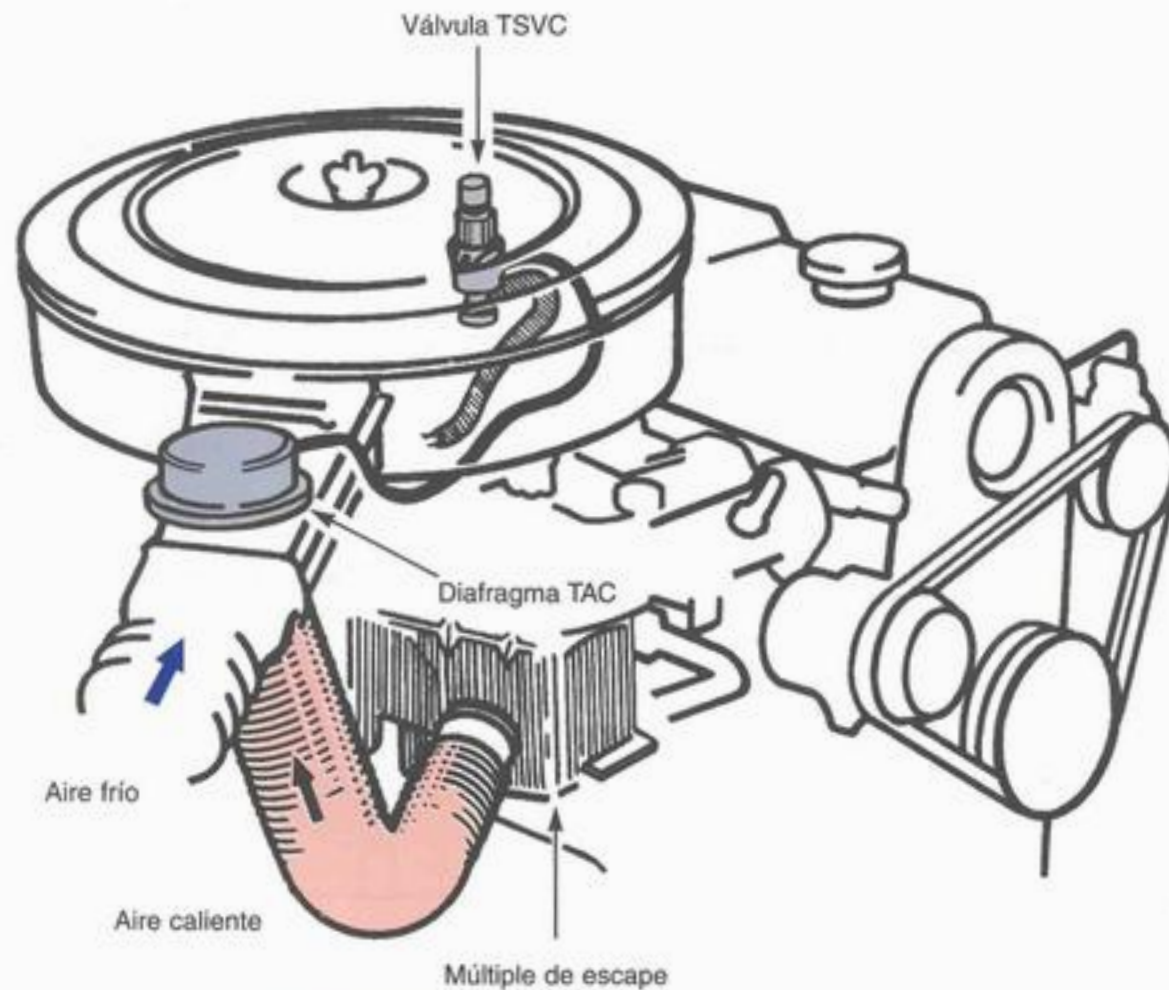
Durante el calentamiento de un motor, se producen niveles elevados de CO y HC, debido a que el exceso de combustible no se evapora adecuadamente con el aire frío entrando al motor. Para evitar esto se utiliza el sistema TAC, el cual provee al motor de aire caliente para permitir una evaporización más homogénea durante el arranque en frío, reduciendo así la formación de HC y CO.

Cuando alguno de los componentes de este sistema se dañe, se debe cambiar para mantener el sistema funcionando.

El sistema es empleado por el motor hasta que el aire que entra alcance una temperatura de 30° C aproximadamente (según modelo y fabricante)

La válvula TSVC (válvula de control de vacío sensible a la temperatura), controla el vacío del múltiple de admisión sobre el diafragma TAC, permitiendo así el ingreso de aire caliente.

Este sistema se utiliza sólo en motores carburados, controlados o no.

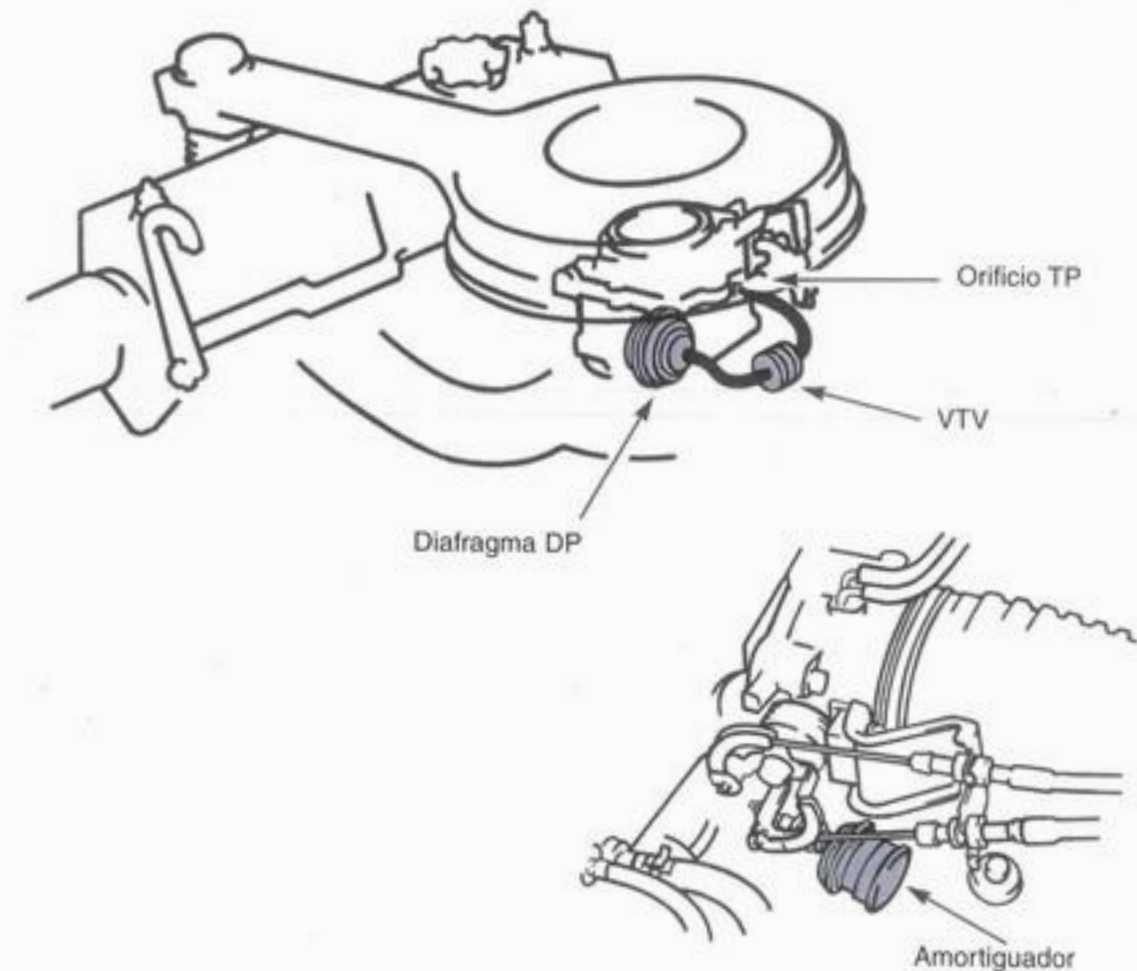


El funcionamiento de la válvula TSVC se debe comprobar tanto en frío como en caliente.

## (SISTEMA DE AMORTIGUACION DEL CIERRE DE LA MARIPOSA)

Este sistema se encuentra tanto en motores carburados como en motores inyectados y trabaja directamente conectado a la mariposa de admisión. Tiene la función de evitar que cuando la mariposa de admisión se cierre repentinamente, creando un alto grado de vacío en el múltiple de admisión, la gasolina se adhiera a las paredes del múltiple en forma de pequeñas gotas.

En los motores inyectados este sistema es conocido como amortiguador y trabaja en forma individual, a través de una válvula VTV (válvula transmisora de vacío), que amortigua el cierre de la mariposa.



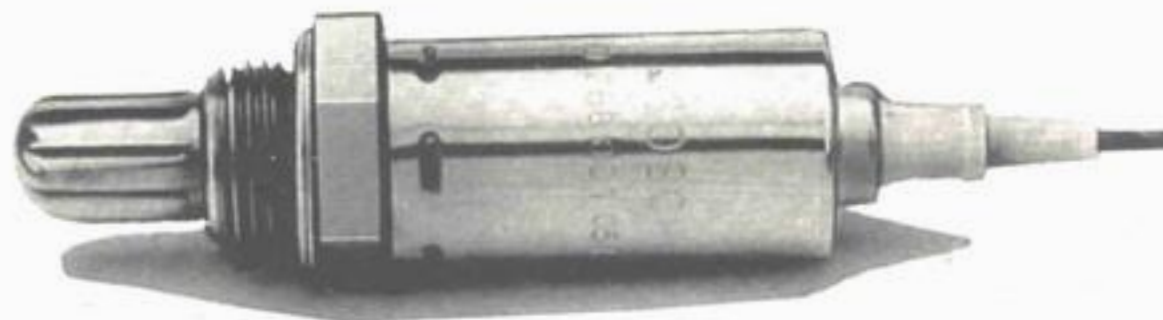
Este sistema al trabajar directamente con la mariposa, debe dejar su cierre libre para un buen ajuste de ralenti. Verifique si amortigua el cierre de la mariposa.

El sensor de oxígeno suministra a la unidad de control una señal eléctrica, tomando como referencia la cantidad de oxígeno que contienen los gases de escape y comparándola con la cantidad de oxígeno de la atmósfera. Con esta señal la unidad de control determina la composición de la mezcla.

La eliminación o el deterioro de este componente trae como consecuencia la falta de control sobre la relación de la mezcla aire-combustible produciendo con esto un aumento del consumo de combustible y una mayor contaminación de CO y HC.

Existen diferentes tipos de sensores O<sub>2</sub> con cantidades diversas de cables. El de un solo cable se instala cerca del múltiple de escape para lograr su temperatura de funcionamiento de aproximadamente 250° C. Esto implica una tardanza en la regulación de la mezcla. Los de más de un cable poseen calefacción a través de uno de los cables y comienzan a funcionar casi de inmediato, estos se instalan cerca del catalizador. Los sensores O<sub>2</sub> sin amplificador generan una tensión cuyo valor varía de 0 a 1 voltio, según la diferencia de oxígeno comparado.

La gasolina con plomo deteriora rápidamente la vida útil del sensor de oxígeno.



**La gasolina con plomo destruye el sensor de oxígeno  
El sistema de escape no debe de tener fugas  
antes del sensor de oxígeno**

El catalizador está ubicado en la tubería de escape. Su forma es similar a la de un silenciador pero generalmente de aspecto achatado. Tiene la función de transformar los gases contaminantes del motor (CO, HC, NOx) en N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O. Esta conversión catalítica se efectúa por oxireducción (reacción química de moléculas). Los catalizadores de tres vías contienen un monolito recubierto de los siguientes metales nobles: Rodio, Paladio y Platino, que aceleran el proceso de oxireducción.

El catalizador funciona entre 300 y 900°C. A temperaturas inferiores el catalizador no funciona, mientras que a temperaturas mayores el catalizador se destruye progresivamente. En la actualidad ya existen algunos vehículos con catalizadores con sistema de precalentamiento por resistencia, para lograr su temperatura de funcionamiento en un tiempo más corto.

Si se instala un catalizador en un vehículo sin sensor O<sub>2</sub>, su rendimiento es del 40 al 50 %, mientras que si el vehículo posee sensor O<sub>2</sub>, el rendimiento será de 90 al 95 %.

El catalizador pierde su funcionamiento al utilizar gasolina con plomo.

Para diagnosticar el funcionamiento del catalizador hay que medir los gases antes y después del mismo.



**La gasolina con plomo destruye el catalizador.**

Para verificar los trabajos de afinamiento de un motor, se debe realizar una medición de gases de escape, según el siguiente procedimiento:

- Arranque el motor y permita que logre la temperatura normal de funcionamiento.
- Asegúrese que no existan fugas en el tubo de escape. (La medición de O<sub>2</sub> le da esta información)
- Conecte correctamente el analizador de cuatro gases según especificación del fabricante.
- Asegúrese que el aire acondicionado esté apagado, las llantas estén línea recta, la palanca de velocidades esté en neutro (si es automático la palanca debe estar en P o N), y el freno de mano esté aplicado.
- Introduzca la sonda por lo menos 30 centímetros en el tubo de escape.
- Con el motor en marcha ralentí (menos de 1000 RPM), observe en pantalla los valores de CO, HC y CO<sub>2</sub> hasta que se estabilicen. Anote los valores y realice el mismo procedimiento a una revolución entre 2300 y 2700.
- Compare los valores obtenidos con los límites establecidos por la ley en su país. Si sobrepasa los valores se debe realizar el mantenimiento o la reparación del motor.
- Recuerde que los valores obtenidos con el motor girando entre 2300 y 2700 RPM deben ser menores o iguales a los valores obtenidos en marcha ralentí.
- Si no existe en su país una legislación de emisiones de gases, puede usar los valores recomendados en el cuadro de la página 23.



## (BANCOS DE GASES)

Los bancos de gases determinan el nivel de gases contaminantes de un vehículo mediante una muestra de los gases tomada del tubo de escape a través de una sonda.

El método para tomar la muestra puede ser de flujo total o flujo parcial. El más utilizado por las diferentes regulaciones del mundo para Inspección/Mantenimiento (I/M) es el de flujo parcial. Los bancos de gases de hoy miden los gases CO, HC, CO<sub>2</sub>, y O<sub>2</sub>. En la actualidad se incluye, en algunos bancos, también la medición de NO<sub>x</sub>. Aún cuando existen varios estándares para la fabricación de bancos de gases, incluso algunas propias de países como México y Alemania, todas están basadas en las normas BAR (Bureau of Automotive Repair) y OIML (Organisation Internationale de la Métrologie Légale).

BAR: Es originaria de California y rige, entre otros, la fabricación de bancos de gases para el I/M. Los bancos de gases más importantes fabricados según esta norma han sido BAR 80, BAR 84, BAR 90 y en la actualidad BAR 97.

OIML: Es una organización internacional que estableció una norma que rige en todos los países de la Comunidad Europea. Algunos países como Alemania la utilizan con algunas variaciones en el procedimiento pero sin alterar la calidad y exactitud del muestreo.



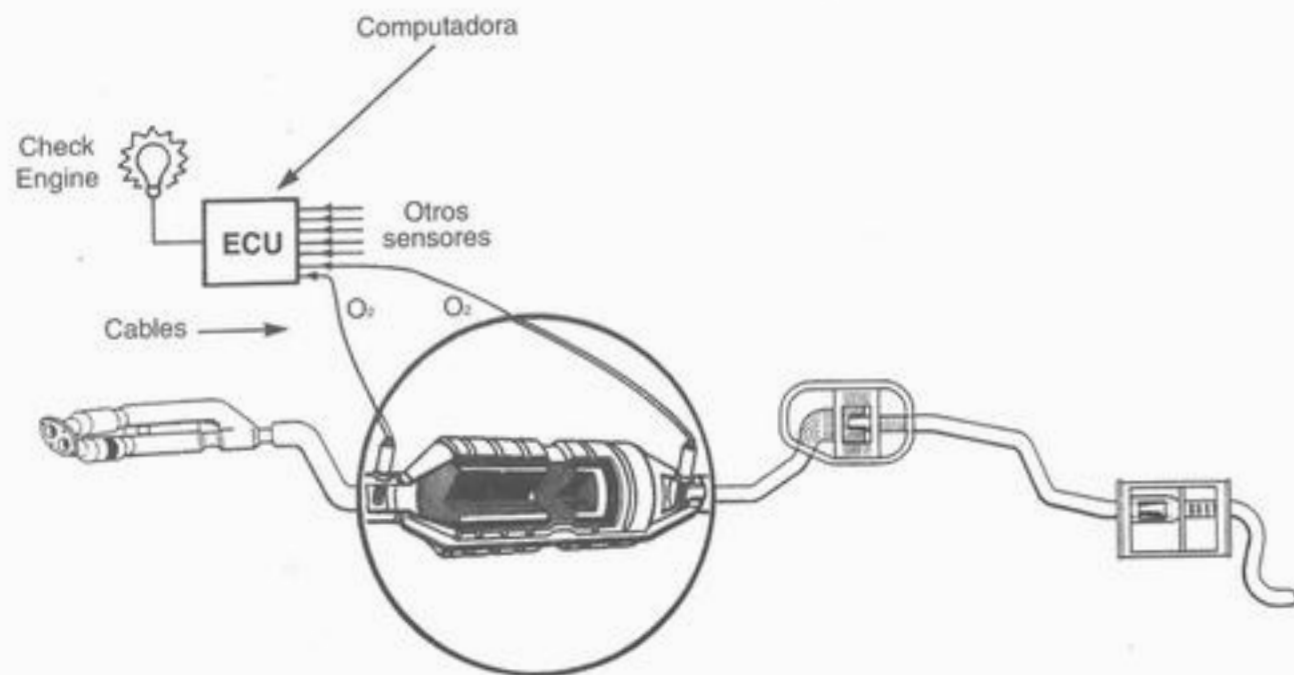
(DIAGNOSTICO A BORDO)

El OBD I estandariza la información necesaria para el diagnóstico de fallas en los vehículos que se fabrican y/o se importan a los EEUU. Este primer sistema se basaba en la disponibilidad de información a través de un solo conector de servicio (ALDL). Se introdujo en 1988 en California, (EEUU) y tenía la función de supervisar todos los componentes que están involucrados en el manejo del motor.

El OBD II ofrece un mejor y más rápido sistema estandarizado de diagnóstico de los diferentes sistemas de un motor y en especial los sistemas de control de emisiones de gases que anteriormente no se podían controlar. Este sistema de comunicación se basa en una corriente de datos sobre el funcionamiento de los sistemas y componentes del motor bajo las diferentes condiciones de operación, permitiendo realizar un diagnóstico más rápido y preciso.

El OBD II tiene las siguientes funciones:

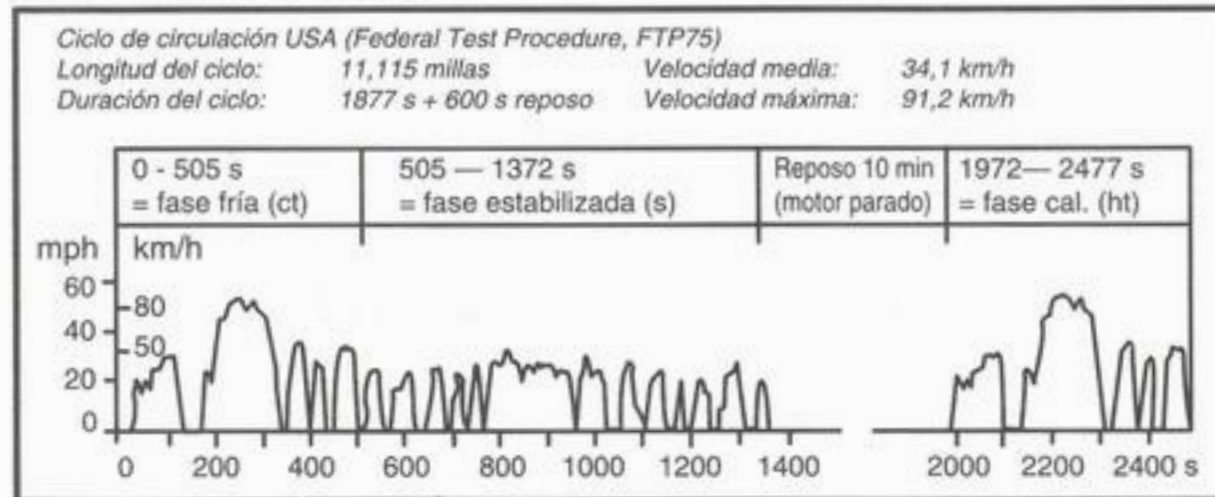
- Detectar exactamente empeoramientos o fallas de componentes del sistema de control de emisiones.
- Mostrar al propietario del vehículo la necesidad de un mantenimiento o de una reparación correspondiente en caso de una falla.
- Registrar señales de fallas de una manera que se pueda analizar posteriormente.
- Existen dos sensores de O<sub>2</sub>, antes y después del catalizador, para medir la eficiencia del mismo y poder establecer rangos de operación de los sistemas de control de emisiones



Existen dos tipos de control de emisiones de gases:

1. La certificación de las emisiones por tipo/modelo (Type Approval Test). Es una parte muy importante de las regulaciones de producción e importación de vehículos que cada país posee. Es una prueba dinámica y se realiza sobre un dinamómetro según un ciclo de prueba, como por ejemplo el FPT75, los cuales proporcionan resultados válidos para todos los vehículos del mismo modelo. Esta certificación se monitorea con pruebas aleatorias del total de los vehículos importados o producidos de un modelo determinado. La medición se hace en g/km o g/millas de CO, HC y NOx. La certificación nos muestra la efectividad de los sistemas del vehículo para minimizar la contaminación por emisiones. La norma mas utilizada para vehículos con motor a gasolina con catalizador, es de 0.62 g/km de NOx, 2.1 g/km de CO y 0.25 g/km de HC (US 83).

Ciclo de circulación FTP 75



2. Inspección y Mantenimiento (I/M). Es la revisión periódica de las emisiones de gases de los vehículos. Es en general una prueba estática y se realiza en marcha ralenti (menos de 1000 RPM), y en aceleración entre 2300 y 2700 RPM. Los HC, (ppm), CO y CO<sub>2</sub>, se miden en % de volumen. Los NOx en general no se miden en I/M, porque sólo bajo pruebas dinámicas nos proporcionan información correcta. El I/M nos asegura que el vehículo se encuentra dentro de los niveles permitidos de contaminación.

Normas usadas frecuentemente para I/M en vehículos con motor a gasolina.

Tipo	CO	HC	CO <sub>2</sub>
Sin catalizador	Menos de 4.5% Vol.	Menos de 600 ppm	Más de 10.5% Vol.
Con catalizador	Menos de 0.5% Vol.	Menos de 125 ppm	Más de 12.5% Vol.

Análisis de CO

Condición	Contenido CO	Observaciones concernientes a los defectos	
		Cantidad es demasiado elevada	Cantidad es demasiado baja
ralentí	Si el fabricante del vehículo o la legislación no prescribe otro valor, utilice 4.5% para vehículos sin catalizador y 0.5% para vehículos con catalizador.	<p>Mezcla mal ajustada, presión de carburante demasiado elevada, el motor no ha alcanzado la temperatura de funcionamiento, tiempo de encendido muy avanzado.</p> <p>Carburador: Filtro de aire muy sucio, nivel de flotador demasiado alto, pulverizadores incorrectos, y/o válvula de enriquecimiento y estranguladores defectuosos.</p> <p>Inyección electrónica: Problemas con sensores, tales como sonda térmica defectuosa, sensor de oxígeno malo, ajuste del TPS, medidor de caudal de aire malo, inyector goteando, alta presión de combustible y otros.</p>	<p>Mezcla mal ajustada, presión del combustible demasiado baja, entrada de aire por el colector de admisión.</p> <p>Carburador: Nivel del flotador demasiado bajo, pulverizadores incorrectos o pulverizadores obstruidos.</p> <p>Inyección electrónica: Problemas con sensores, tales como sonda térmica defectuosa, sensor de oxígeno malo, presión y/o caudal de combustible bajo, regulador de presión defectuoso, inyectores sucios.</p>

Análisis de Gases

valor CO <sub>2</sub>	valor CO	valor HC	Resultado	Información
Muy elevado	Escaso	Muy escaso	Combustión óptima de la mezcla, sistema de escape obstruido.	Revise el tubo de escape con los silenciadores y el catalizador
Escaso	Muy escaso	Elevado	Combustión mala, mezcla demasiado pobre.	Ajuste la mezcla, colector de múltiple de admisión con entrada de aire.
Escaso	Escaso	Escaso	Combustión correcta, sistema de escape con fugas.	Revise el tubo de escape
Escaso	Escaso	Muy elevado	Fallas de encendido, (utilizar el osciloscopio)	Revisar el sistema de encendido.
Escaso	Elevado	Elevado	Combustión mala, mezcla demasiado rica.	Ajuste la mezcla.
Escaso	Elevado	Muy elevado	Combustión mala, mezcla demasiado rica.	Revisar el sistema de admisión.

Bosch: Introducción Técnica: Sistema combinado de encendido e inyección de gasolina con regulación Lambda, Motronic, KH/VDT -11.86-SP

Bosch: Informaciones para los usuarios - Comprobación con Motortester IA 4-KDF 0151 SP (4.91)

Bosch: Technische Unterrichtung - Abgastechnik für Ottomotoren, KH/VDT -09.85- De

Bosch: La Técnica en la comprobación - Analizadores de gases de escape, Bosch IA 4/VPT - WAW 4465 SP 6.90

Bosch: Manual de la Técnica del Automóvil, Edición II, 1990.

Cline Williams: Major International Strategies Proposed to Avoid Massive Economic Damage from Global Warming, KIER Korea, 1993.

Ford Motor Company: Sistema del Control Electrónico del Motor, Octubre 1987

OECD: Cars and Climate Change, París 1993

OECD: The State of the Environment, París 1991

Snap-on Tools: Basic Service Training Manual (MITEPTM)

Frank Thiessen and Davis Dales: Mecánica Diesel, Prentice-Hall, 1990

Toyota TEAM, Volumen 4/Etapa 2: Sistema de Control de Emisiones, 1991

