



Mantenimiento preventivo  
a motores a gasolina en vehículos comerciales vendidos en México

---

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**“Manual de mantenimiento preventivo a motores a  
gasolina en los vehículos comerciales vendidos en  
México”**

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA  
PRESENTA:

**Miguel Ricardo Marmolejo Trujillo**

Director: Ubaldo Eduardo Márquez Amador



MÉXICO DF

2007

---



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

A GABY, MI ANGEL.

A MIS ABUELOS MIGUEL Y AMALIA, MI GRAN TESORO Y ORGOLLO.

A MI MADRE, A PAULA, A LUCIANO Y A MÍ TÍA TERE.

A LA SRA. DARLENE HERNANDEZ, CUYO EJEMPLO INFLUYO EN MÍ.

A MI SENSEI GUILLERMO HOFFNER LONG, GRAN MAESTRO Y AMIGO.

A MIS HERMANOS CARLOS, LUIS GABRIEL, JESÚS EDUARDO, JOSÉ ALBERTO Y ANGELICA, Y A MÍ TÍA TERE Y POR EL APOYO BRINDADO AL INICIAR GRANDES PROYECTOS.

A LORENA, ROSARIO, NADIA Y LUDMILA SVETLANA, A QUIENES LES ROBÉ Y ME ROBARÓN PARTE DE MI CORAZÓN.

A ARTURO, ULISES, EDMUNDO, ALBERTO, MIGUEL ANGEL Y RICARDO, GRANDES HERMANOS Y COMPAÑEROS DE MIS MAYORES LOGROS.

A MARÍA ELENA, MI ESMERALDA; EXCELENTE MUJER.....LUZ Y MOTOR DE MI VIDA. CON PROFUNDO AMOR.

A MI CARMEN QUERIDA, MI GRAN AMIGA.

AL ING. UBALDO MÁRQUEZ AMADOR Y A LA ING. ALEJANDRA GARZA VÁZQUEZ. POR EL APOYO Y PACIENCIA QUE TUVIERON.

A LEE IACocca.

A TÍ, AUNQUE NUNCA FUÍ NI SERÉ TU FAVORITO, TU SI LO ERES PARA MÍ. GRACIAS POR ENSEÑARME EL CAMINO.

A MI UNIVERSIDAD, POR PERMITIRME PERTENECER A TI, ¡COMO NO TE VOY A QUERER

---

## ÍNDICE TEMÁTICO

<b>Símbolos, abreviaturas y prefijos</b>	<i>IV</i>
<b>Objetivos</b>	<i>1</i>
<b>Introducción</b>	<i>1</i>
<b>Capítulo I. Antecedentes</b>	<i>3</i>
1.1 <i>Mantenimiento en los motores</i>	<i>3</i>
1.2 <i>Proceso de combustión</i>	<i>4</i>
1.2.1 <i>Requerimientos de aire – combustible</i>	<i>6</i>
1.2.2 <i>Gases de la combustión</i>	<i>8</i>
<b>Capítulo II. Motores a gasolina</b>	<i>12</i>
2.1 <i>Los cuatro tiempos del motor</i>	<i>14</i>
2.2 <i>Componentes del motor</i>	<i>15</i>
2.3 <i>Operación de las válvulas</i>	<i>17</i>
2.4 <i>Ciclo teórico y ciclo real</i>	<i>18</i>
2.5 <i>Clasificación de motores a gasolina</i>	<i>20</i>
2.6 <i>Pruebas y servicio al motor</i>	<i>21</i>
2.6.1 <i>Calibración de punterías</i>	<i>21</i>
2.6.2 <i>Chequeo de presión de compresión</i>	<i>22</i>
2.6.3 <i>Pruebas de vacío del múltiple</i>	<i>23</i>
<b>Capítulo III. Sistema de encendido</b>	<i>26</i>
3.1 <i>Sistema convencional (platino y condensador)</i>	<i>27</i>
3.1.1 <i>Sistema de avance y retardo de la chispa</i>	<i>32</i>
3.1.2 <i>Orden de encendido</i>	<i>34</i>
3.1.3 <i>Tiempo de encendido</i>	<i>34</i>
3.2 <i>Sistema de encendido electrónico</i>	<i>35</i>
3.3 <i>Sistema de ignición directa (DIS)</i>	<i>39</i>
3.4 <i>Pruebas y servicio al sistema de encendido</i>	<i>41</i>
3.4.1 <i>Verificación de bobina de encendido</i>	<i>41</i>
3.4.2 <i>Servicio a los platinos y condensador</i>	<i>42</i>
3.4.3 <i>Verificación de cables de bujía, tapa y escobilla del distribuidor</i>	<i>43</i>
3.4.4 <i>Verificación de avances</i>	<i>45</i>
3.4.5 <i>Calibración de generador de señales</i>	<i>46</i>
3.4.6 <i>Puesta a tiempo básico</i>	<i>47</i>
3.4.7 <i>Servicio a las bujías</i>	<i>48</i>

---

<b>Capítulo IV. Sistema de arranque</b>	52
4.1 <i>Pruebas y servicio al sistema de arranque</i>	58
4.1.1 <i>Pruebas a la batería</i>	58
4.1.2 <i>Pruebas al sistema de arranque</i>	60
4.1.3 <i>Pruebas al motor de arranque</i>	60
4.1.4 <i>Para pasar corriente</i>	61
<b>Capítulo V. Sistema de carga</b>	62
5.1 <i>Pruebas y servicio al sistema de carga</i>	67
5.1.1 <i>Inspección visual al sistema</i>	67
5.1.2 <i>Verificación de bandas</i>	67
5.1.3 <i>Cambio de banda</i>	68
5.1.4 <i>Pruebas y servicio al sistema en general</i>	70
<b>Capítulo VI. Sistema de enfriamiento</b>	72
6.1 <i>Sistema de enfriamiento por líquido</i>	72
6.2 <i>Sistema de enfriamiento por aire</i>	79
6.3 <i>Pruebas y servicio al sistema de enfriamiento por líquido</i>	80
6.3.1 <i>Inspección visual</i>	80
6.3.2 <i>Inspección de mangueras</i>	80
6.3.3 <i>Inspección del tapón del radiador</i>	81
6.3.4 <i>Consumo de refrigerante</i>	82
6.3.5 <i>Estado de refrigerante</i>	82
6.3.6 <i>Cambio de refrigerante</i>	83
6.3.7 <i>Inspección del sensor de temperatura del refrigerante</i>	84
6.3.8 <i>Medición de temperatura del refrigerante</i>	85
6.3.9 <i>Prueba de presión del sistema de enfriamiento</i>	85
6.4 <i>Pruebas y servicio al sistema de enfriamiento por aire</i>	86
6.4.1 <i>Inspección visual</i>	86
6.4.2 <i>Limpieza del ventilador</i>	86
6.4.3 <i>Comprobación del termostato</i>	87
<b>Capítulo VII. Sistema de lubricación</b>	88
7.1 <i>Sistema de lubricación a presión</i>	88
7.2 <i>Aceite de motor</i>	91
7.2.1 <i>Clasificación de aceite</i>	92
7.2.2 <i>Categoría de servicio API</i>	93
7.3 <i>Pruebas y servicio al sistema de lubricación</i>	94
7.3.1 <i>Presión de trabajo</i>	94
7.3.2 <i>Consumo de lubricante</i>	94
7.3.3 <i>Contaminación del aceite</i>	95
7.3.4 <i>Cambio de aceite del motor</i>	96

---

<b>Capítulo VIII. Sistemas principales de control de emisión vehicular</b>	98
8.1 <i>Emisiones del cárter</i>	98
8.1.1 <i>Sistemas principales</i>	98
8.2 <i>Emisiones de escape</i>	99
8.2.1 <i>Sistema EGR</i>	99
8.2.2 <i>Convertidor catalítico</i>	100
8.2.3 <i>sistema de inyección de aire</i>	102
8.3 <i>Sistema de emisiones por evaporación</i>	103
8.4 <i>Pruebas y servicio a los sistemas de emisión vehicular</i>	105
8.4.1 <i>Pruebas y servicio al sistema PCV</i>	105
8.4.2 <i>Pruebas y servicio al sistema EGR</i>	105
8.4.3 <i>Pruebas y servicio al sistema de escape</i>	107
8.4.4 <i>Pruebas y servicio al sistema de inyección de aire</i>	107
8.4.5 <i>Pruebas y servicio al sistema de control de emisiones de vapor</i>	108
<b>Conclusiones</b>	109
<b>Anexos</b>	
<i>Anexo A. La seguridad es lo primero</i>	111
<i>Anexo B. Uso del extinguidor</i>	112
<i>Anexo C. Herramientas y equipo</i>	113
<i>Anexo E. Requisitos para la verificación vehicular</i>	115
<i>Anexo F. Recomendaciones para la verificación vehicular</i>	116
<b>Bibliografía</b>	117

---

## **OBJETIVOS**

Proporcionar una herramienta que facilite el aprendizaje técnico-teórico en el inicio de una capacitación en el mantenimiento preventivo a motores de gasolina de cuatro tiempos, ofreciendo una descripción de sus principales sistemas de operación.

Así mismo establecer técnicas de mantenimiento y sugerencias de reparación básica del motor contemplando los temas contenidos en el examen Engine Performance realizado por el Instituto Nacional para la Excelencia en Servicio Automotriz (**ASE**: Automotive Service Excellence) con sede en los EUA, para que sirva a manera de manual y/o guía informática en español.

## **INTRODUCCIÓN**

Gracias a la participación y confianza de maestros y alumnos, desde 1990, mis compañeros y yo, hemos participado en diferentes eventos del ramo automotriz, así como impartido diversos cursos, pláticas y conferencias en la **UNAM** y otras universidades. Hoy queremos refrendar el compromiso que asumimos como universitarios.

Nuestro compromiso como universitarios siempre ha sido claro: dejar en lo más alto el nombre de la **UNAM** y de **MEXICO**.

En este sentido, me propuse realizar actividades profesionales e innovadoras. Por ello, desde septiembre de 1991 a la fecha, he llevado a cabo, entre otras actividades, el curso de afinación de motores a gasolina nivel 1 y nivel 2, y he ofrecido a todos aquellos interesados en el mantenimiento preventivo básico del automóvil, parte de este trabajo que sirve como guía para dichos cursos.

El automóvil, símbolo del hombre, ha sufrido cambios bruscos desde que se inventó en el siglo XIX. Cabe recordar que empezó el siglo XX a una velocidad de 100 km/h y terminó a 1200 km/h. La mayoría de los automóviles modernos tienen las características principales de los vehículos antiguos; sin embargo, tienen mayores prestaciones que lo hacen más complejo y más delicado, además de que las normas ambientales son cada vez más estrictas, por lo que el encargado de dar mantenimiento tiene que estar actualizado y debe conocer las técnicas modernas de mantenimiento.

Es importante mencionar que en México hay poca información disponible debido a que las plantas armadoras son muy cuidadosas, la información escrita en español es poca, y lo más importante, no es fácil encontrar para vehículos comerciales vendidos en México o bien la existente es para vehículos extranjeros. Esta tesis, además de servir como consulta y guía, contiene, las que considero, las mejores prácticas básicas para realizar un buen trabajo además de reducir el tiempo y minimizar el costo de servicio.

Mi compromiso como universitario y como mexicano es poner mi máximo esfuerzo para lograr un país cada vez mejor, además de contribuir en el

engrandecimiento de los universitarios. Es por ello que deseo que la presente tesis sea de gran utilidad para todas las personas que lo consulten.

Es importante aclarar que el uso de estas recomendaciones deben hacerse bajo la supervisión de personal capacitado ya que la mala realización puede llevar a daños materiales y personales.

# **CAPÍTULO I. ANTECEDENTES**

## **1.1 MANTENIMIENTO EN LOS MOTORES**

**El mantenimiento preventivo o sistemático** en un motor a gasolina consiste en probar, inspeccionar y ajustar a especificaciones del fabricante algunos elementos y accesorios que tienen efecto con el funcionamiento del motor y del vehículo. **El mantenimiento correctivo** consiste en la reparación cuando aparece el fallo.

En la época actual, mantener en buen funcionamiento el motor de un vehículo es de mucha importancia, debido a que se tiene que cumplir con las normas ambientales impuestas por el Gobierno Federal (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente), y el Gobierno Estatal (Ley Ambiental del Distrito Federal), además de cuidar la economía y para el bienestar del ser humano.

Para realizar el mantenimiento general del motor se deben tomar en cuenta varios puntos importantes:

- Capacitación técnica adecuada.
- Especificaciones y ajustes del fabricante del vehículo.
- Cartas de procedimientos de pruebas adecuadas recomendadas por el fabricante.
- Refacciones originales o de tipo original (OEM, Original Equipment Manufacturer).
- Herramientas y equipos adecuados y en buen estado.
- Áreas correctas de trabajo.

No sólo se deben poner a especificaciones los elementos, es importante verificar el correcto funcionamiento de todos los sistemas siguiendo un análisis y un diagnóstico adecuado al vehículo.

Para realizar un mantenimiento rápido y eficiente es necesario conocer los antecedentes del vehículo. Primero, debe realizarse un **análisis** del motor y verificar lo que es evidente, posible e imposible. Después, se realiza un **diagnóstico** con el cual se concluye cómo está funcionando el motor y qué va a suceder con él. Si el motor tiene una o más fallas, es importante analizar y diagnosticar antes de tratar de **corregir**.

A continuación se propone un método para localizar la causa del problema. Recuerde que siempre es necesario proceder con un orden lógico y con sentido común.

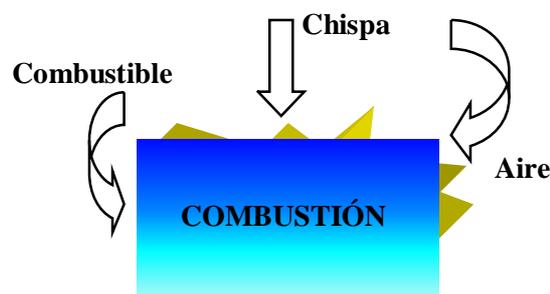
1. **Verifique el problema** – Cerciórese de que realmente existe el problema.
2. **Inspeccione visualmente** – Revise si existen fugas, cables sueltos, mangueras rotas o desconectadas, bandas flojas, humo por el escape, etc.

3. **Aísle la falla** – Pruebe el funcionamiento de los sistemas hasta encontrar el o los sistemas que estén fallando.
4. **Prueba precisa** – Ya aislado el sistema dañado, localice el elemento que causa la falla.
5. **Organice resultados** – Analice correctamente la falla. ¿Por qué paso?, ¿Volverá a pasar?, ¿La falla de este sistema tiene relación con otro?. Siga los síntomas hasta dar con el origen.
6. **Solucione el problema** – Repare, reemplace o ajuste el elemento dañado.
7. **Compruebe el trabajo** – Verifique que la falla se ha solucionado. Maneje el vehículo en todas las condiciones posibles (tráfico de ciudad y carretera, lluvia, etc.).

## 1.2 PROCESO DE COMBUSTIÓN

Los motores de combustión interna convierten la energía química de la gasolina en energía mecánica necesaria para mover el vehículo. Esto se logra debido a la combustión generada dentro de unos cilindros.

Para que exista la combustión necesitamos una mezcla formada por aire y combustible, y una chispa para encenderla (Fig. 1). El aire está compuesto de 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y 1% de otros gases (expresado en volumen); la gasolina es una mezcla de 86% de carbono y 14% de hidrógeno en peso. Únicamente el oxígeno del aire se utiliza para la combustión.



**Fig. 1** *Proceso de combustión*

**La combustión** en el motor es un proceso físico-químico en el cual se libera la energía almacenada cuando la mezcla, previamente comprimida, es encendida. Dicha combustión es una reacción de oxidación del combustible por el aire en el que se libera luz y calor.

En los motores a gasolina, a diferencia de los Diesel, no debe existir oxidación intensiva de las moléculas del combustible, pues de ser así, la combustión será en forma de explosión (combustión detonante), lo que afecta la economía de combustible, la potencia del motor, las prestaciones del vehículo y causa daños al motor. <sup>(1)</sup>

En el proceso de combustión destacan tres fases (Fig. 2):

### **Primera fase**

La combustión es lenta. Empieza con la chispa en la bujía y termina cuando la presión alcanza su valor máximo al ser comprimida la mezcla sin combustión. Se llama fase inicial de la combustión o fase de formación del frente de la llama y cubre el 10% del ángulo de la combustión.

### **Segunda fase**

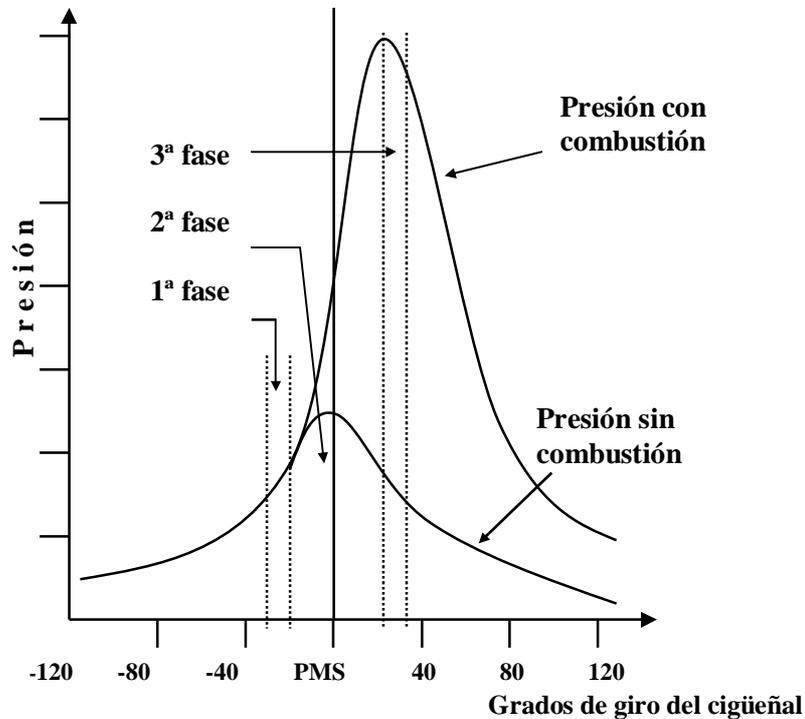
La combustión es rápida y se llama fase principal de combustión. Su duración se calcula a partir del final de la primera fase hasta el momento en que la presión alcanza su valor máximo en el ciclo. Cubre el 85% del ángulo de la combustión.

### **Tercera fase**

Es la fase de extinción. Empieza en el momento de llegar a la presión máxima del ciclo y termina con la extinción de la combustión. Tiene un intervalo del 5% del ángulo de la combustión.

---

<sup>(1)</sup> PAYRY, F: *Motores de combustión interna alternativo*. Sección de publicaciones de la ETS de Ingenieros Industriales, Fundación General U.P.M. p 257.



*Fig. 2 Fases de la combustión*

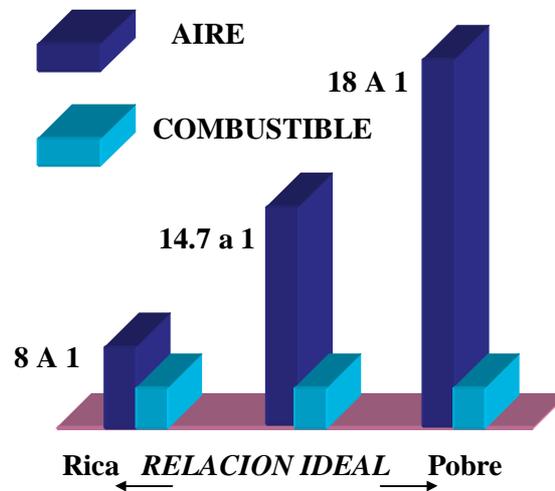
### 1.2.1 REQUERIMIENTOS DE AIRE Y COMBUSTIBLE

La cantidad de aire y de combustible necesaria para la combustión varía de acuerdo a la operación del motor. Sin embargo, para lograr la mejor combustión, es necesario mezclar cerca de 8800 galones de aire por un galón de gasolina, obteniéndose una relación de 8800 a 1.

Si convertimos esta relación de volumen a peso, tenemos que:

$$\begin{aligned}
 100 \text{ gal. de aire} &= 1 \text{ lb.} \\
 1 \text{ gal. de gasolina} &= 6 \text{ lbs (aprox.)} \\
 \text{Por lo que:} \\
 8800 \text{ gal. de aire} &= 88 \text{ lbs.} \\
 1 \text{ gal. de gasolina} &= 6 \text{ lbs.} \\
 88 / 6 &= 14.7
 \end{aligned}$$

Esto significa que la relación de mezcla más eficiente para la combustión completa es aproximadamente 14.7 a 1. También se le conoce como mezcla químicamente pura o **relación estequiométrica**. Para que un motor funcione sin apagarse, la mezcla puede variar de 8 a 1 (mezcla rica) hasta 18 a 1 (mezcla pobre) (Fig. 3).



**Fig. 3** *Relación de aire - combustible*

Es importante mencionar que no hay una mezcla que permita obtener la máxima potencia del motor y a la vez máxima economía de combustible. Para lograr la máxima potencia, el sistema de alimentación de combustible debe proporcionar la gasolina necesaria para quemar todo el oxígeno del aire, por lo que la relación de mezcla debe ser entre 12.5 y 13.5 a 1; si se desea obtener máxima economía de combustible, se debe proporcionar una relación de mezcla entre 15 y 16 a 1 para quemar todo el combustible.

Hasta ahora hemos hablado de dos requerimientos del motor: máxima potencia y máxima economía de combustible, pero hay otras condiciones como aceleración, desaceleración, motor sin acelerar (ralentí) y arranque en frío. Esta última puede utilizar una mezcla excesivamente rica consumiendo mucho combustible y produciendo una cantidad excesiva de contaminantes.

Con lo anterior podemos darnos cuenta de lo versátil que debe ser un sistema de alimentación de combustible para satisfacer los requerimientos variables del motor. En la actualidad, el sistema de alimentación es controlado por una computadora logrando un rango menor de la relación aire-combustible.

## 1.2.2 GASES DE LA COMBUSTIÓN

Cuando la mezcla aire-combustible se quema, se producen varias sustancias que pueden tener efectos contaminantes (aproximadamente el 1% del total de los gases de escape).

Se llaman tóxicas a las sustancias que ejercen una influencia nociva sobre el organismo del ser humano y el ambiente. Si los hidrocarburos de la gasolina encuentran aire necesario para la combustión, solo habrá vapores de agua ( $H_2O$ ), bióxido de carbono ( $CO_2$ ), nitrógeno ( $N_2$ ) y oxígeno ( $O_2$ ). Sin embargo, como la combustión casi nunca es completa, presenta emisiones de efecto tóxico como son: monóxido de carbono ( $CO$ ), hidrocarburos ( $HC$ ) y óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ), entre otros (Fig. 4).

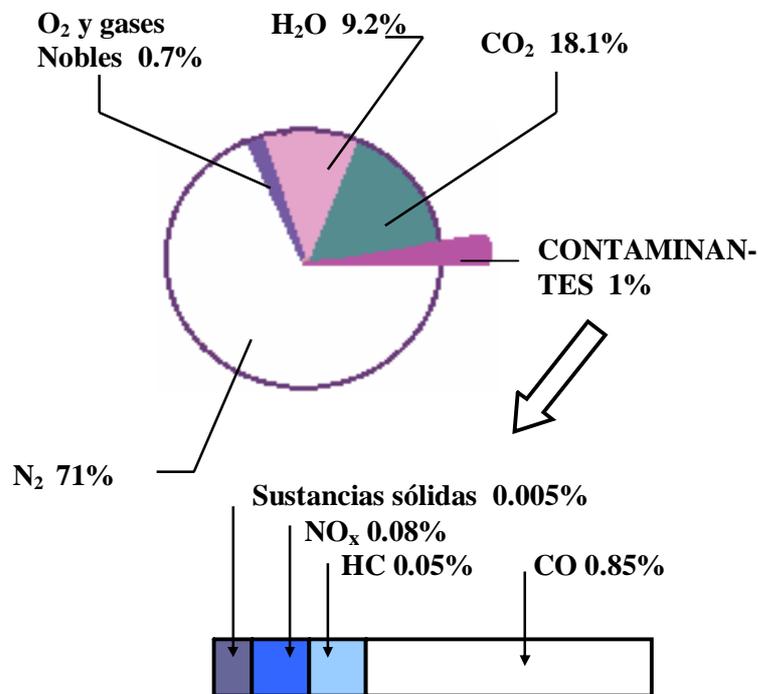


Fig. 4 Composición de los gases de escape

A continuación se presentan los principales contaminantes atmosféricos emitidos por motores automotrices.

### **Bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)**

Es un gas no tóxico resultado de la unión de una molécula de carbono con dos de oxígeno; sin embargo, debido a las grandes cantidades de combustible que se queman en el mundo, se producen altas temperaturas provocando el efecto de invernadero.

### **Monóxido de carbono (CO)**

Es el resultado de una combustión incompleta debido, casi siempre, a una mezcla rica. Es un gas incoloro e inodoro que, si es respirado en forma masiva, se combina con la hemoglobina provocando que el cuerpo sufra sofocación debido a la falta de oxígeno. También produce fatiga, pérdida de memoria, dolores de cabeza, náuseas, mareos e inclusive la muerte. Es un gas más pesado que el aire y desplaza fácilmente el oxígeno de la atmósfera.

### **Hidrocarburos (HC)**

Es un término que se usa para describir las materias orgánicas que se encuentran en las gasolinas. Las emisiones de HC son residuos de combustible no quemado.

Los hidrocarburos, junto con los óxidos de nitrógeno, en presencia de la luz del sol reaccionan formando un grupo de oxidantes que producen una mezcla de humo y niebla llamada *smog*. Si son respirados masivamente, causan irritación en los ojos y nariz, además pueden ser cancerígenos.

### **Partículas**

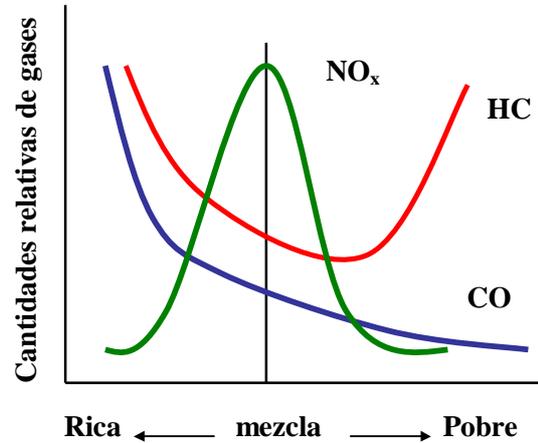
Son sustancias no gaseosas muy pequeñas que flotan en el aire. Pueden ser compuestos químicos, metales, etc.

De las partículas más importantes se encuentran los residuos de plomo, capaces de producir alteraciones digestivas y nerviosas. Otras partículas son el hollín y el carbón, capaces de dañar pulmones y sistema respiratorio.

### **Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)**

Es una mezcla de oxígeno y nitrógeno que se forma cuando el aire, a temperaturas elevadas, se calienta.

Todos los motores de combustión interna a gasolina emiten NO<sub>x</sub> debido al nitrógeno que hay en el aire. Los NO<sub>x</sub>, al reaccionar con HC junto con los rayos solares, forman oxidaciones, dando el color café del *smog*. Producen irritaciones de pulmones, neumonía, bronquitis y disminuye la resistencia a enfermedades respiratorias.



*Fig. 5 Componentes contaminantes*

Las tres principales fuentes de emisión de contaminantes en el vehículo provienen de los vapores del cárter (interior del motor), la evaporación de la gasolina del tanque de combustible y del carburador, y la salida de los gases de escape cuando el vehículo está funcionando.

### **Tipos de humo**

Se consideran partículas sólidas o líquidas presentes en los gases de escape.

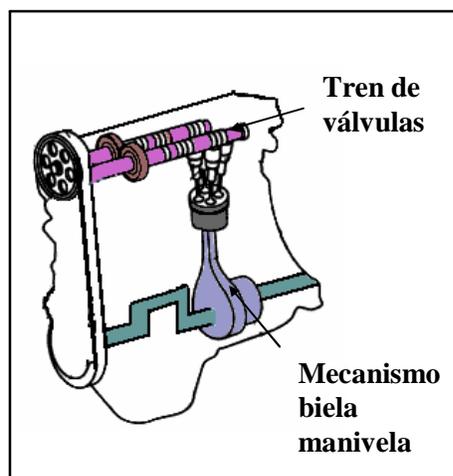
- **Humo negro** – Son partículas de carbón debido a gasolina no quemada. Puede ser ocasionado por inyectores sucios, carburador en mal estado, regulador de presión dañado, filtro de aire sucio, etc.
- **Humo azul** – Es aceite quemado. Principalmente puede ser lubricante que pasó por los anillos rotos del pistón, sellos o guías de válvulas dañados, la válvula de ventilación positiva del cárter (PCV) en mal estado o turbocompresor dañado. En muchas ocasiones se confunde con vapor.
- **Vapor** – Presencia de agua. Puede ser ocasionado por agua en el combustible, junta de cabeza de motor dañada, fugas en el sistema de enfriamiento, ambiente con lluvia, etc.

Como sabemos, La Ciudad de México y área metropolitana está rodeada de montañas y un volcán, lo que obstruyen en parte las corrientes de aire hacia el exterior ocasionando que se acumulen los contaminantes; además de que los vientos del Noreste contienen polvos aumentando el peligro para el ambiente. Las lluvias de junio a septiembre ayudan a limpiar el aire, lo mismo que los vientos provenientes del Norte en marzo y abril; sin embargo, esto no es suficiente para el habitante de la ciudad.

La altitud juega otro papel en contra. La Ciudad de México está a 2200 MSNM, lo que ocasiona que haya aproximadamente 23% menos de oxígeno en comparación con el nivel del mar. Esto afecta la combustión dentro del motor, aumentando la emisión de contaminantes.

## CAPÍTULO II. MOTORES A GASOLINA

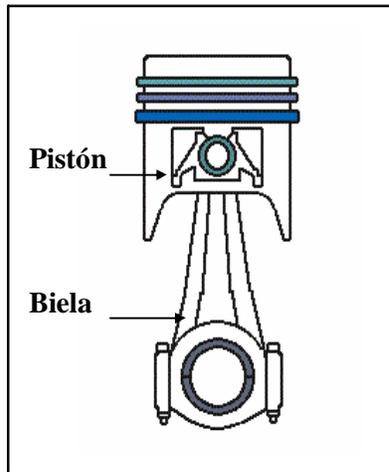
*El motor es la fuente de energía del automóvil. Utiliza el oxígeno del aire y los hidrocarburos del combustible para formar una mezcla que, al ser encendida dentro de un cilindro cerrado, eleva la presión empujando a un pistón, que a su vez, mueve a un eje cigüeñal (Fig. 6). De esta forma el motor convierte la energía calorífica en energía mecánica.*



**Fig. 6** Partes principales del motor

La mayoría de los motores de combustión interna que se encuentran en los vehículos nacionales utilizan gasolina como combustible, y son llamados de cuatro tiempos (Ciclo Otto en honor a quien lo patentó) debido a que el pistón (Fig. 7) tiene dos carreras ascendentes y dos carreras descendentes por cada ciclo de trabajo.

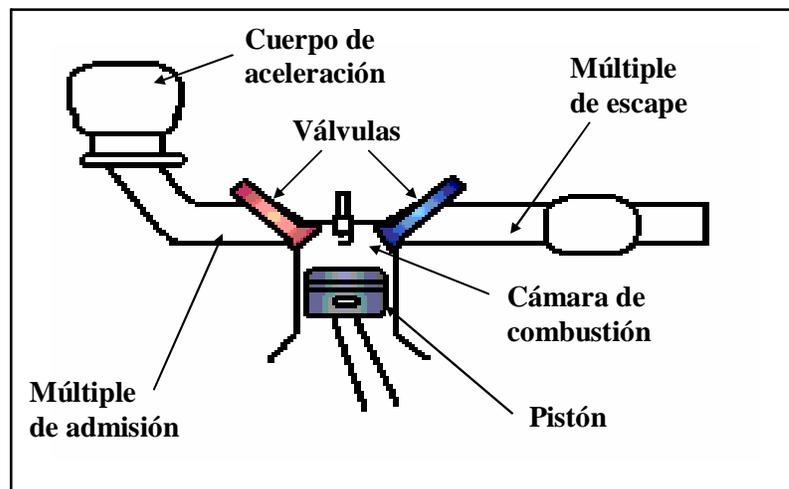
El pistón se desplaza dentro de un cilindro y es movido por un cigüeñal y una biela. El combustible entra a la cámara de combustión por u el múltiple de admisión cuando se abre la válvula de admisión, y después de ser quemado, sale por el múltiple de escape al abrirse la válvula de escape. Las cuatro carreras se realizan en dos revoluciones (dos vueltas) del motor.



*Fig.7 El pistón y biela*

Los requerimientos para el funcionamiento del motor son:

1. **La admisión** de la mezcla aire-combustible.
2. La **disminución** de volumen de la mezcla.
3. La **combustión** de la mezcla.
4. La **expulsión** de los gases.



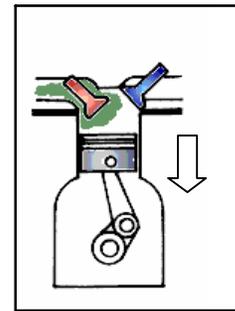
*Fig. 8 Requerimientos del motor*

## 2.1. LOS CUATRO TIEMPOS DEL MOTOR CICLO TEÓRICO

### Admisión

Cuando el cigüeñal gira, jala al pistón ocasionando una baja presión dentro del cilindro, la válvula de admisión se abre permitiendo que la mezcla sea empujada por la presión atmosférica hacia el cilindro (Fig. 9).

En este tiempo el pistón desciende del punto muerto superior (PMS) al punto muerto inferior (PMI); el cigüeñal gira  $180^\circ$  y la válvula de admisión permanece abierta.

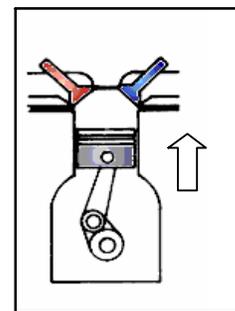


*Admisión  
Fig. 9*

### Compresión

El mismo giro del cigüeñal empuja al pistón hacia arriba, la válvula de admisión se cierra sellando el cilindro y la mezcla es comprimida. La presión y la temperatura se elevan (Fig. 10).

El pistón recorre una carrera ascendente (del PMI al PMS), el cigüeñal gira otros  $180^\circ$  más, completando una vuelta (una revolución). La válvula de admisión permanece cerrada.

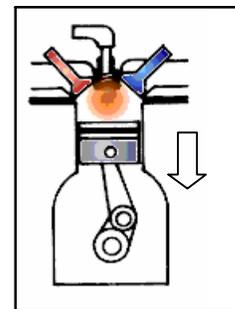


*Compresión  
Fig. 10*

### Fuerza

Cuando la mezcla es comprimida, se enciende debido a una chispa formada en la bujía. Como resultado de la combustión se genera una alta presión que empuja fuertemente al pistón transmitiendo movimiento al cigüeñal (Fig. 11).

El pistón recorre una carrera descendente y el cigüeñal gira  $180^\circ$  más, llegando a  $540^\circ$ .

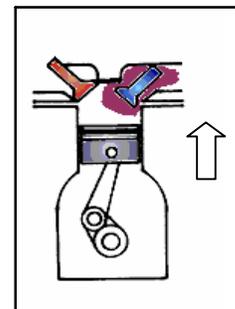


*Fuerza  
Fig. 11*

### Escape

Debido al giro del cigüeñal, el pistón es empujado hacia arriba; la válvula de escape se abre permitiendo que los gases, sometidos a presión, salgan rápidamente (Fig. 12).

El pistón recorre del PMI al PMS y el cigüeñal gira media vuelta más, totalizando  $720^\circ$  (dos revoluciones del motor). La válvula de escape está abierta y la de admisión, cerrada.



*Escape  
Fig. 12*

## **2.2 COMPONENTES DEL MOTOR**

### **Monoblock**

Es la estructura y soporte para el mecanismo biela manivela. Está hecho de hierro fundido o aleación de aluminio y es donde se montan, en el interior y exterior, la mayoría de las piezas del motor. En él se encuentran los cilindros, la caja del cigüeñal, galerías de aceite, cámaras de agua y pasajes de enfriamiento.

### **Cabeza de cilindros**

Está hecha de hierro fundido, o aluminio. En ella se encuentran las cámaras de combustión, orificios para las bujías, guías de válvulas, pasajes de aceite y refrigeración, conductos y puertos de entrada de mezcla y salida de gases, y soportes para el conjunto de balancines.

### **Múltiple de admisión**

Es un conducto que lleva la mezcla de aire-combustible, o simplemente aire según sea el tipo de alimentación de combustible, hacia cada cilindro. En un extremo se encuentra el cuerpo de aceleración y, en el otro, la junta que va unida al motor. Puede ser de hierro fundido, aluminio o plástico.

### **Múltiple de escape**

Es un conducto que transporta los gases hacia al el tubo del sistema de escape. Va unido al motor y es de hierro fundido para soportar alta presión. Entre los múltiples y el monoblock van juntas que sirven para sellar.

### **Pistones**

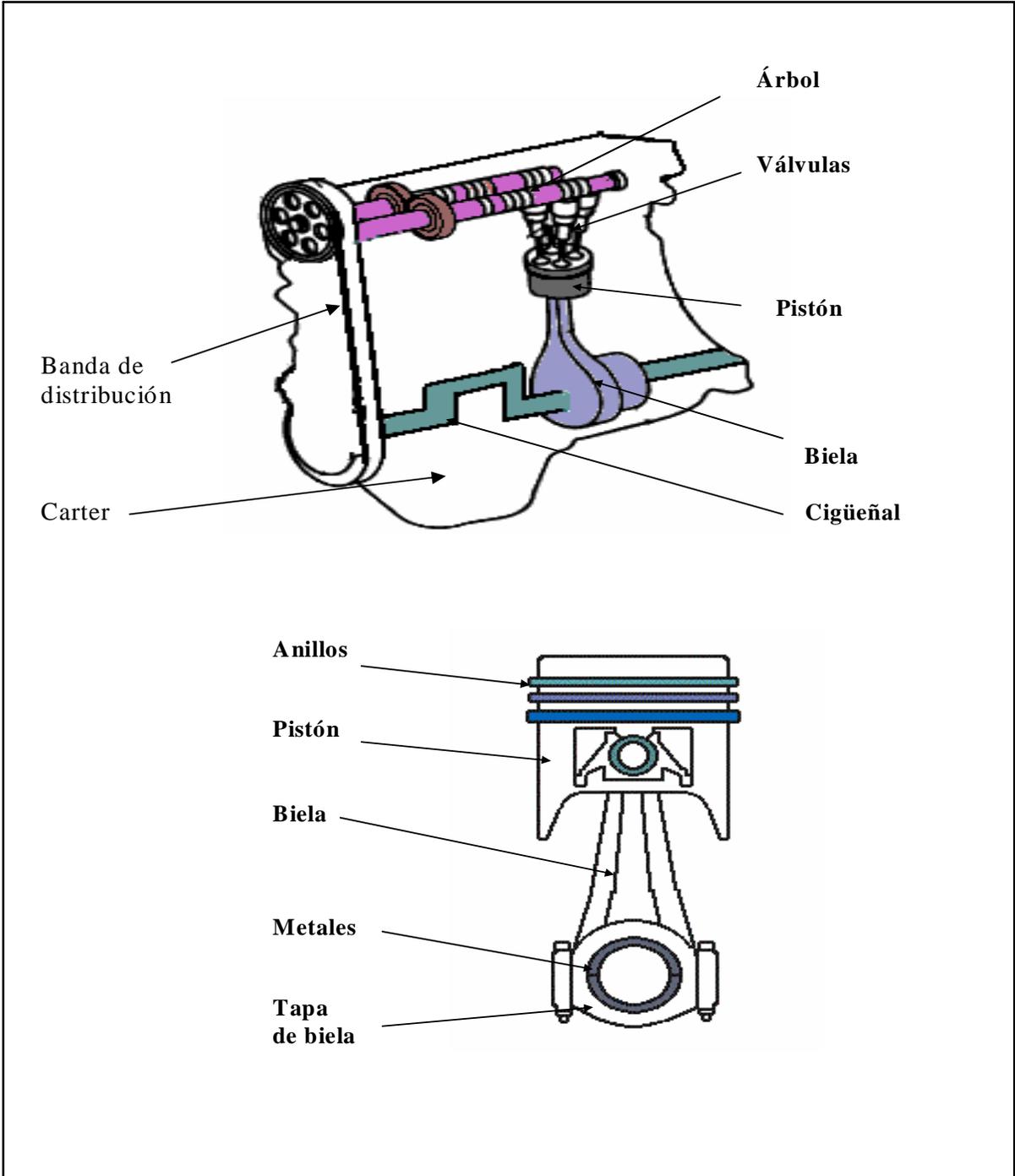
Tienen la función de crear una baja presión en el cilindro, comprimir la mezcla de aire-combustible, transmitir el movimiento al cigüeñal y empujar los gases hacia el exterior. Están hechos de aluminio y tienen tres ranuras para los anillos. Las dos primeras ranuras son para los anillos de compresión y la tercera es para el anillo rascador de aceite. Los pistones están atravesado por un perno y unido a la biela.

### **Bielas**

Es la unión entre el pistón y el cigüeñal. El extremo pequeño de la biela está unido al perno del pistón y el otro extremo, al cigüeñal. Entre la biela y el cigüeñal van unos metales o cojinetes.

### **Cigüeñal**

Está fabricado de acero forjado y tiene la función de cambiar el movimiento del pistón en acción giratoria del volante de inercia. Tiene dos o más muñones principales (puntos de apoyo) en el monoblock, y otros muñones más delgados en donde se unen con las bielas.

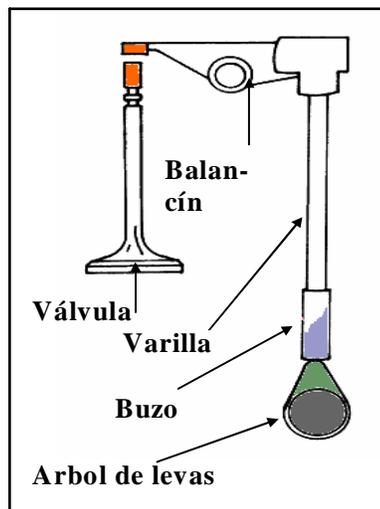


*Fig. 13 ..partes del motor de cuatro tiempos*

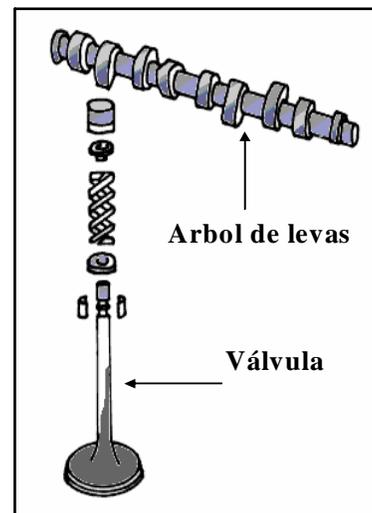
## 2.3 OPERACIÓN DE LAS VALVULAS

La válvula de admisión permite la entrada de la mezcla aire-combustible al cilindro; y la válvula de escape permite la salida de los gases de la combustión. Lo que determina el momento de apertura y cierre de las válvulas es el árbol de levas que es movido por el cigüeñal.

En México se utilizan dos sistemas diferentes: el sistema de válvulas a la cabeza y el sistema de árbol a la cabeza. En **el sistema de válvulas a la cabeza (OHV)**, el árbol de levas mueve a unos levantadores, y éstos, a unas varillas que levantan a los balancines y por último a las válvulas (Fig. 14). En **el sistema de árbol(es) a la cabeza (SOHC y DOHC)**, el árbol de levas mueve directamente a los balancines o a las válvulas (Fig. 15).



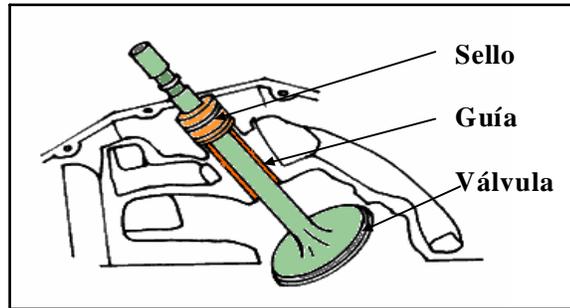
**Fig. 14** Válvulas a la cabeza



**Fig. 15** Árbol a la cabeza

El movimiento del árbol de levas se transmite del cigüeñal por medio de engranes, cadenas o bandas.

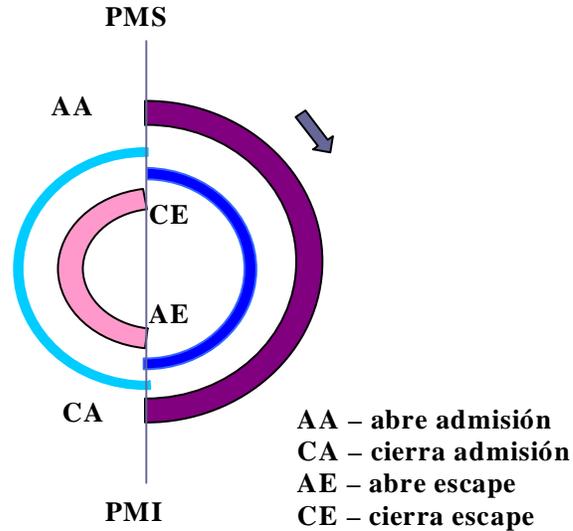
En la figura 16, se observa una válvula con su sello y su guía. La guía sirve para que la válvula se desplace; y el sello, para controlar la lubricación de la válvula y evitar el paso de aceite a la cámara de combustión.



**Fig. 16** Válvula con sello y guía

## 2.4 CICLO TEÓRICO Y CICLO REAL

En el **ciclo teórico**, las válvulas abren y cierran en los puntos muertos del pistón en forma instantánea (Fig. 17), pero en realidad no sucede así por dos causas: 1) la apertura y cierre de las válvulas es mecánica y 2) los fluidos tardan en empezar a moverse o a detenerse. Con el fin de obtener mejor rendimiento del motor, la apertura de las válvulas se adelanta y el cierre se atrasa.

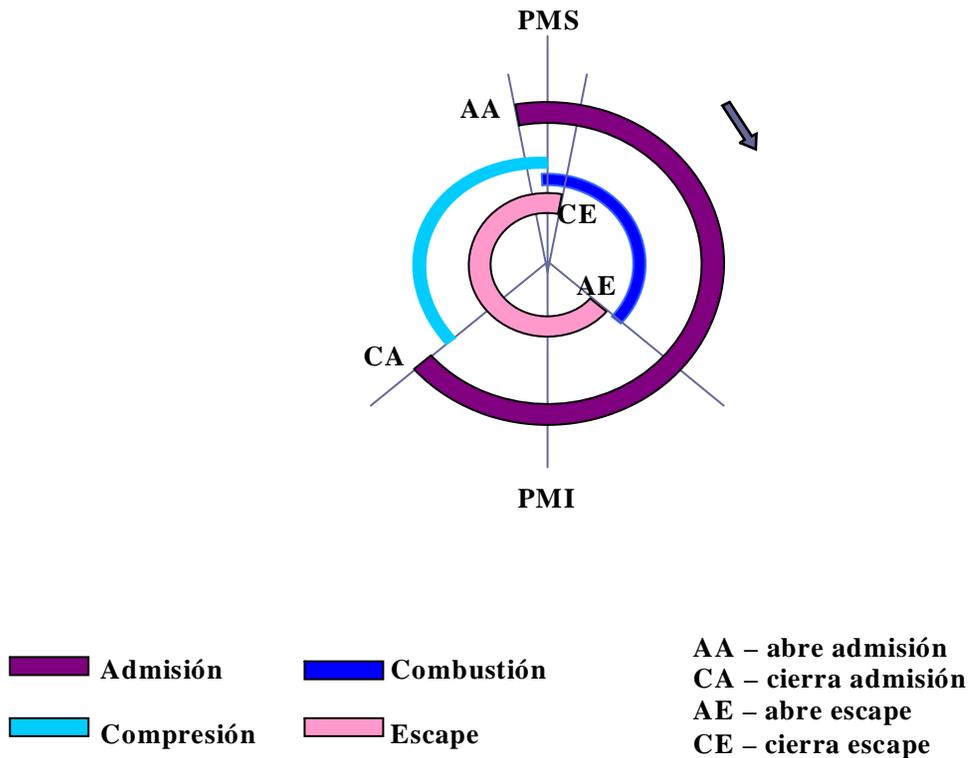


**Fig. 17** Ciclo teórico

En el **ciclo real** (Fig. 18) la válvula de admisión abre antes de que el pistón empiece la carrera de admisión permitiendo que entre más mezcla al cilindro y cierra después de que el pistón llega al PMI. El pistón, al empezar la carrera de compresión, asciende a baja velocidad y la mezcla sigue entrando debido a la inercia.

La válvula de escape comienza a abrirse antes de que el pistón llegue al PMI en el tiempo de potencia. En este punto, la presión generada por la combustión ya bajó, pero aún es mayor a la presión atmosférica lo que permite la salida de los gases. El cierre de las válvulas es después de que el pistón empieza la carrera de admisión.

Observe cómo hay un momento en el que las válvulas de admisión y de escape están abiertas. A esto se le conoce como **traslape valvular** y es con la finalidad de que la mezcla nueva desplace a los gases quemados.



*Fig. 18* Ciclo real

## 2.5 CLASIFICACIÓN DE MOTORES A GASOLINA

Los motores se clasifican por:

### 1. El número de cilindros

- Generalmente son de cuatro, seis u ocho  
(En México también hay de cinco cilindros)

### 2. La posición de los cilindros (diseño base)

- Horizontal, en línea, en “V”, etc.

### 3. El sistema de enfriamiento

- Por líquido (agua y refrigerante)
- Por aire

### 4. El número de tiempos

- Dos tiempos
- Cuatro tiempos

### 5. La alimentación de combustible

- Carburador
- Inyección de combustible

### 6. La aspiración

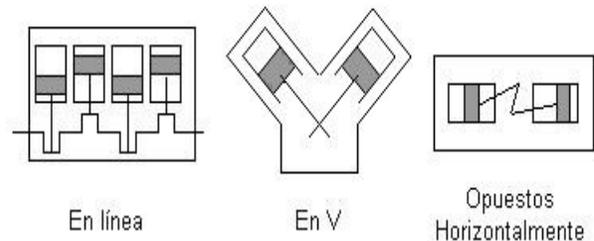
- Natural
- Sobrealimentada (turbocargado y supercargado)

### 7. La posición del árbol de levas

- Un solo árbol con válvulas a la cabeza (OVH o SOVH)
- Un solo árbol de levas a la cabeza (SOHC)
- Doble árbol de levas a la cabeza (DOHC)

### 8. El sistema de ignición

- Platino y condensador
- Electrónico
- Sistema de ignición directa (DIS – E DIS)



*Fig. 19* Posición más común de los cilindros

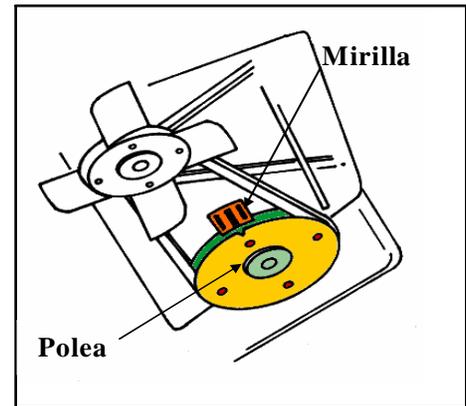
## 2.6 PRUEBAS Y SERVICIO A LOS MOTORES

### 2.6.1 CALIBRACIÓN DE PUNTERÍAS

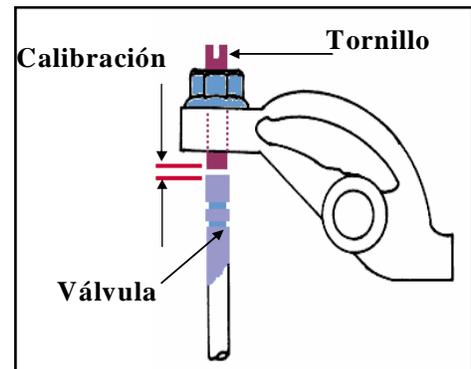
Las válvulas, al igual que otros materiales, cuando están sometidas a calor sufren incremento de longitud, es por esto que se debe dejar una holgura entre los balancines y las válvulas. Si la holgura es poca, la válvula no cerrará correctamente, ocasionando pérdida de presión en el cilindro; si la holgura es grande, no abrirá la distancia correcta y el llenado del cilindro será insuficiente.

#### Procedimiento de pruebas

1. Verifique en las especificaciones del fabricante si la calibración se debe realizar en caliente o en frío. De ser necesario, ponga el motor a la temperatura normal de funcionamiento.
2. **Con motor apagado**, quite la tapa de punterías, marque los cables y retire las bujías.
3. Gire el motor en el sentido correcto hasta que el pistón del cilindro No. 1 esté en el PMSC. Las marcas del tiempo deben coincidir en  $0^\circ$  y la escobilla del distribuidor debe apuntar a la torreta del cable de bujía No. 1 (Fig. 20).
4. Identifique las válvulas de admisión y de escape.
5. Con un calibrador de hojas verifique la holgura o calibración entre las válvulas y los balancines (Fig. 21). Si es necesario ajustar, gire el tornillo o tuerca hasta lograr la calibración adecuada. (En algunos casos es necesario girar una tuerca para poder girar el tornillo).
6. Una vez calibradas las punterías del cilindro 1, gire el motor en el sentido correcto y según el orden de encendido calibre las siguientes punterías.
7. Es importante que el pistón esté en el PMSC y la escobilla apuntando a la torreta del cable de bujía del cilindro en turno. Si es necesario, marque señales en la polea.



*Fig. 20* Marcas de tiempo

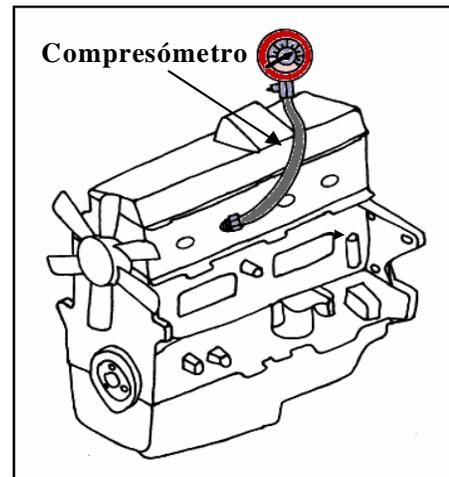


*Fig. 21* Calibración de punterías

8. Calibradas todas las punterías, coloque la tapa de punterías, las bujías y cables.
9. Ponga en marcha el motor y verifique el correcto funcionamiento. Además, se debe verificar que no existan fugas de aceite en la tapa de punterías.

### 2.6.2 CHEQUEO DE PRESIÓN DE COMPRESIÓN

1. Con el motor apagado y a su temperatura normal de funcionamiento, desconecte los cables de bujías y márquelos para no perder el orden.
2. Quite las bujías y observe cómo están trabajando.
3. Fije la mariposa de aceleración en la abertura máxima y desconecte el distribuidor (se recomienda desconectarlo del negativo). Si el motor no tiene distribuidor, desconecte el sistema de ignición o el sistema de alimentación de combustible.
4. Si se cuenta con control remoto, instálelo según el fabricante.
5. Conecte el manómetro en el cilindro No. 1 (Fig. 22). Es importante seguir las especificaciones del fabricante del aparato.
6. Dé marcha al motor durante 8s y observe la lectura.
7. Libere la presión en el manómetro y repita la operación. Anote la lectura más alta.
8. Repita la operación dos veces en cada cilindro y anote las lecturas. Compárelas con la tabla 1.
9. Reestablezca los sistemas, coloque las bujías y los cables según las especificaciones.



**Fig. 22** Prueba de presión de compresión

10. Ponga en marcha el motor y verifique que funcione correctamente.

• Las lecturas deben estar cerca de la especificada por el fabricante. En la Ciudad de México Las lecturas deben estar máximo 20% debajo de la especificada.
• Si la lectura en un cilindro es baja, introduzca una cucharada de aceite al cilindro y repita la prueba. Si la presión mejora, los anillos están gastados; si la presión no mejora, las válvulas no sellan adecuadamente.
• Si se detecta que dos cilindros juntos tienen lecturas bajas y después de hacer la prueba con aceite no mejora, el daño puede estar en la junta de la cabeza.
• Si la lectura es mayor a la especificada, posiblemente hay exceso de carbón en el cilindro.

*Tabla 1 Resultados de la prueba de presión de compresión*

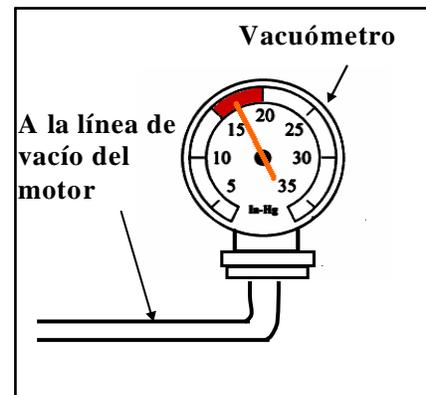
### 2.6.3 PRUEBA DE VACIO EN EL MÚLTIPLE DE ADMISIÓN

En esta prueba se utiliza un vacuómetro para obtener lecturas del vacío (generalmente en in-Hg) que hay en el múltiple de admisión y saber cómo esta funcionando el motor. Cualquier interrupción en el flujo de aire que pasa dentro del múltiple se observa en un movimiento de la aguja del vacuómetro. Es una prueba muy útil, pero fácil de mal interpretar, por lo que se recomienda hacer otras pruebas para obtener un diagnóstico adecuado.

Es importante saber que las lecturas que da el fabricante generalmente son a nivel del mar y, con forme aumenta la altura, las lecturas son menores. A partir de los 2000 pies de altura, por cada 1000 pies más, la lectura descenderá una pulgada de mercurio (in-Hg).

#### Procedimiento de prueba

1. Caliente el motor hasta alcanzar la temperatura normal de funcionamiento y apáguelo.
2. Conecte el vacuómetro a una línea de vacío del múltiple (Fig. 23), verifique que no haya otra línea desconectada.
3. Encienda el motor y déjelo en marcha mínima, observe la lectura del vacuómetro (Fig. 24) y compárela con las especificaciones (Tabla 2).

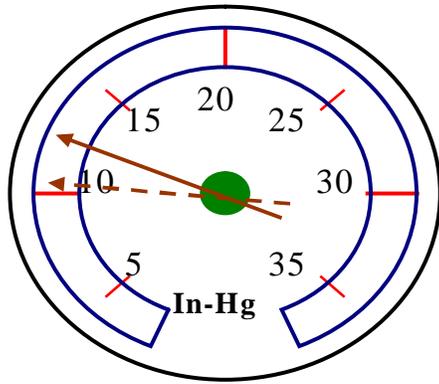


*Fig. 23 Vacuómetro*

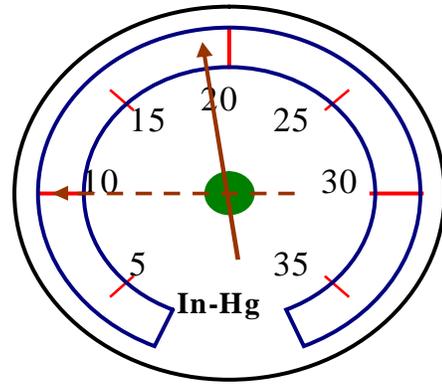
4. Apague el motor, desconecte el vacuómetro y conecte la línea.
5. Encienda el motor y verifique el correcto funcionamiento.

<b>Lectura</b>	<b>Interpretación de resultados</b>
15 a 22 in-Hg.	Motor en buen estado. Al acelerar a 2500 rpm, la lectura deberá ser de 18 a 23 in-Hg, con acelerador totalmente abierto deberá leerse casi 0, y en desaceleración deberá leerse de 23 a 28 in-Hg.
Lectura baja inestable	Fuga en juntas del múltiple de admisión.
Lectura baja estable	Fuga en el múltiple de admisión, tiempo de encendido atrasado, calibración de punterías errónea, fuga por anillos de pistón, motor desincronizado.
Fluctuaciones intermitentes	Una o más válvulas en mal estado o descalibradas, sistema de encendido con fallas.
Fluctuaciones constantes	Válvulas dañadas o descalibradas.
Fluctuaciones pequeñas	Fuga en el múltiple de admisión, mezcla incorrecta de aire-combustible, sistema de encendido fuera de especificaciones.
Fluctuaciones grandes	Junta de cabeza dañada, uno o más cilindros dañados.
Fluctuaciones al acelerar	Fuga en el múltiple de admisión, sistema de encendido fuera de especificaciones.

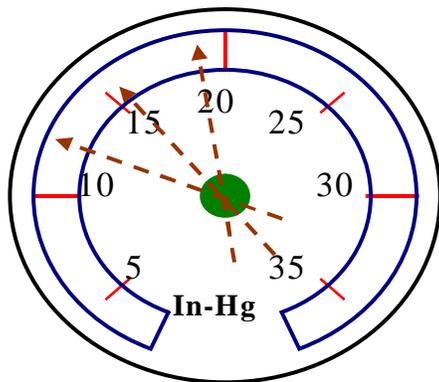
**Tabla 2** Resultados de la prueba de medición de vacío de múltiple



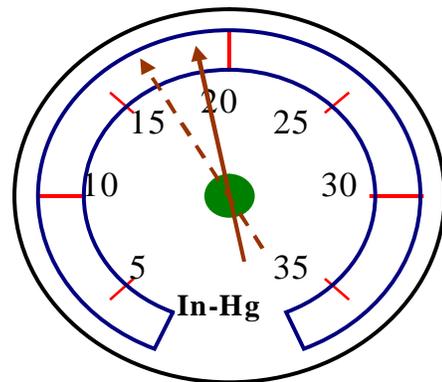
**Lectura baja inestable**



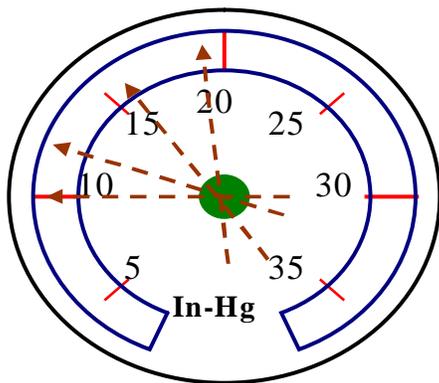
**Fluctuaciones**



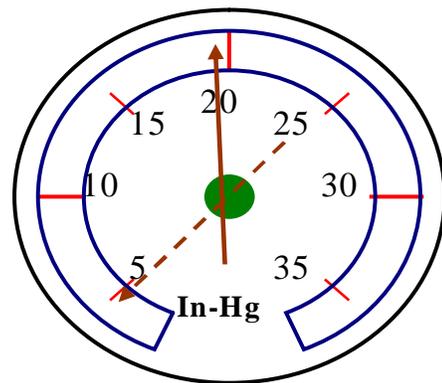
**Fluctuaciones constantes**



**Fluctuaciones pequeñas**



**Fluctuaciones grandes**

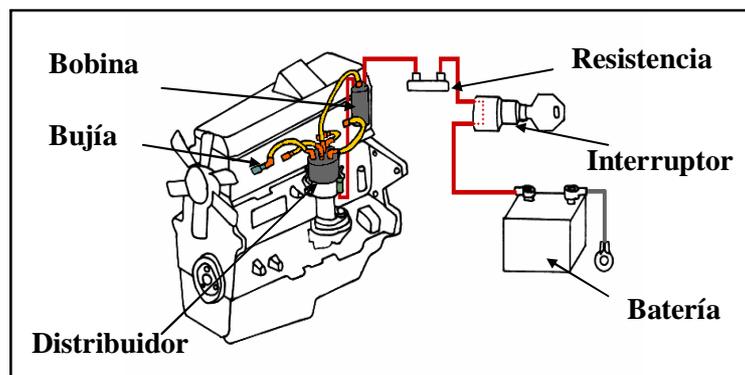


**Fluctuaciones al acelerar**

**Fig. 24** Lecturas más comunes con el medidor de vacío.

## CAPÍTULO III. SISTEMA DE ENCENDIDO

La mezcla aire-combustible que entra al cilindro debe ser encendida para generar los gases en expansión e impulsar al pistón hacia abajo. Dicho encendido de mezcla es por medio de una chispa producida por el sistema de encendido, también llamado de ignición (Fig. 25).



*Fig. 25 Sistema de encendido o ignición*

Las principales funciones del sistema de encendido son:

- Transformar el voltaje de la batería en oleadas de alto voltaje que pueden ser desde 15 kV (15 000 V) hasta 50 kV (50 000 V) según el motor.
- Distribuir estas oleadas a cada bujía en el orden adecuado, comúnmente llamado **“orden de encendido”**.
- Iniciar la combustión de la mezcla aire-combustible en el momento apropiado.

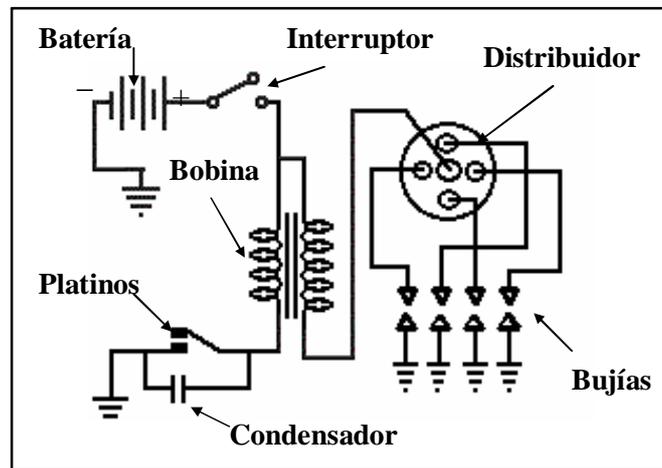
En México hay tres sistemas de ignición:

1. Sistema convencional (platinos y condensador).
2. Sistema de encendido electrónico.
3. Sistema de ignición directa (DIS).

### 3.1 SISTEMA CONVENCIONAL

Es un sistema ya no utilizado en autos modernos. De hecho, en USA se prohibió en 1963 y, en México, el último auto en utilizarlo fue Tsuru de Nissan en 1989.

Este sistema utiliza dos contactos para controlar el flujo de corriente (Fig. 26). Se divide en dos circuitos: 1) **el circuito primario** que utiliza voltaje de la batería (12 V) y está compuesto por: batería, interruptor de encendido, resistencia balastra, bobina, platinos y condensador. 2) **el circuito secundario** (por donde pasa alto voltaje) compuesto por: secundario de bobina, cable de bobina, tapa de distribuidor, escobilla, cables de bujías y bujías.



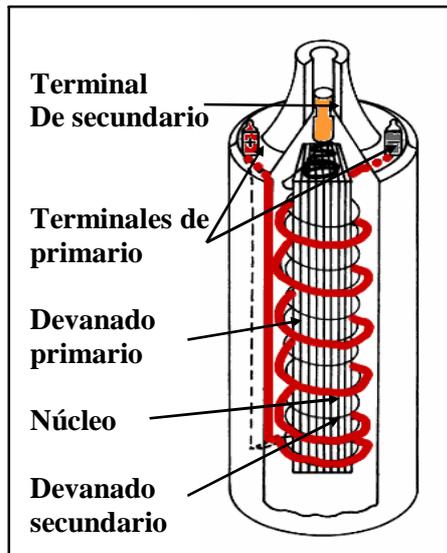
*Fig. 26 Sistema de encendido convencional*

Cuando giramos el interruptor de encendido, el voltaje suministrado por la batería llega a la terminal positiva (+) de la **bobina**, de ahí, pasa por un devanado de pocas vueltas y cable de alto calibre (grueso) a la terminal negativa (-) de la bobina. Un cable de bajo calibre (delgado) sale de esta terminal hacia los platinos y condensador cerrando el circuito.

La función de la **resistencia balastra** es que el voltaje de la batería sea suministrado únicamente a los sistemas necesarios para poner en marcha el motor.

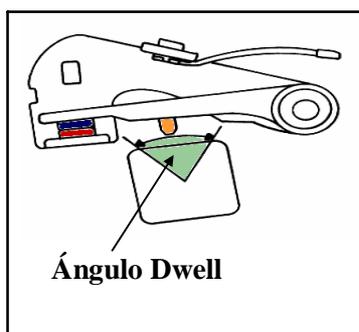
Una vez que los platinos hacen contacto, el circuito primario se cierra permitiendo la expansión de un campo magnético en la bobina (Fig. 27). Si los platinos se abren, el campo magnético se contrae e induce un voltaje muy alto en el devanado secundario de la bobina (que tiene miles de vueltas de alambre muy delgado). Ambos devanados están enrollados en un núcleo de tiras de hierro dulce.

Hay dos tipos de bobinas: bobina de aceite, en la que se utiliza el aceite como aislante y refrigerante; y la bobina tipo "E", en la que el núcleo está cubierto de plástico.

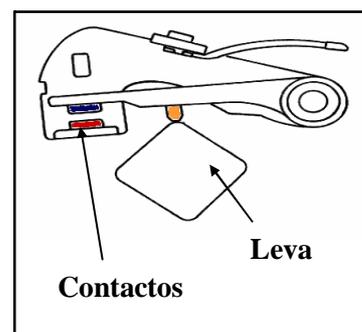


*Fig. 27 Bobina de encendido*

Los **platinos** abren y cierran debido al contacto de la baquelita con las levas del eje del distribuidor (Fig. 28 y 29). Este eje gira una vuelta por cada dos del cigüeñal y es movido generalmente por el árbol de levas o una flecha auxiliar. Los platinos tienen un contacto móvil (+) y uno fijo (-) y están hechos de tungsteno con la finalidad de lograr una buena conductividad y dureza soportando altas temperaturas. El **ángulo Dwell** (o tiempo de saturación de la bobina) son los grados en que los dos contactos se tocan.

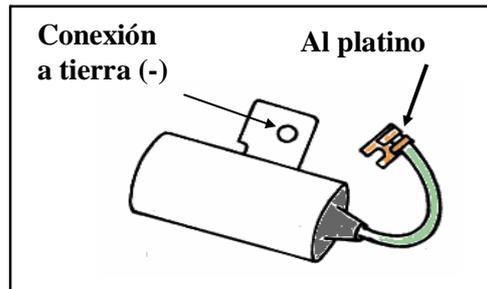


*Fig. 28 Platinos cerrados*



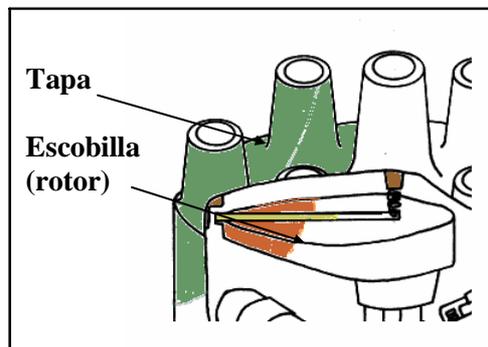
*Fig. 29 Platinos abiertos*

Cada vez que los contactos se separan una chispa ocurre entre ellos. **El condensador** tiene la función de disminuir esta chispa y almacenar temporalmente la carga de voltaje que es devuelta a la bobina para mejorar su funcionamiento (Fig. 30).



*Fig. 30 Condensador*

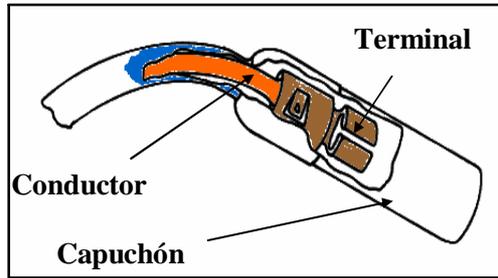
Con el rápido desplome del campo magnético, se induce un alto voltaje que sale del devanado secundario de la bobina y es conducido por un cable a la torreta principal de **la tapa del distribuidor** (Fig. 31).



*Fig. 31 Tapa y escobilla de encendido*

La tapa de distribuidor generalmente es de baquelita o de otro material aislante y tiene una torreta central y varias torretas laterales. Debajo de la tapa está **la escobilla o rotor** unida al eje del distribuidor, es de un material aislante y tiene un electrodo que conduce el voltaje a las torretas laterales.

De las torretas laterales salen **los cables de bujías** que tienen la función de transmitir el voltaje secundario. Estos cables son gruesos y muy bien aislados, tienen capuchones en ambos extremos y cierta resistencia en los conductores para evitar la interferencia en el radio y otros aparatos. Además, la resistencia reduce la corriente, que por ser tan alta, quemaría la tapa y la escobilla (Fig. 32).

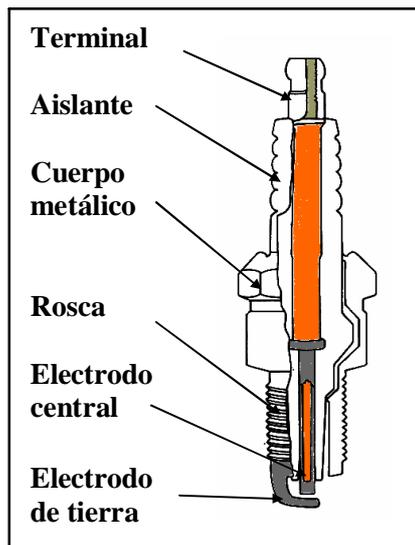


*Fig. 32 Cable de bujía*

Los conductores de los cables generalmente son de cobre, carbón o fibra de vidrio impregnados de grafito o carbono.

Con el cobre se logra excelente conducción de corriente, pero hay interferencia. Con los conductores de fibra de vidrio se obtienen mejores resultados ya que, con cierta resistencia, eliminan la interferencia y son más flexibles.

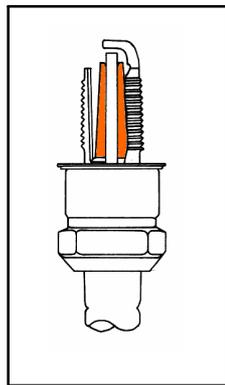
Los aislantes generalmente son de Cloruro de Polivinilo (PVC), Etilén Propilén Terpolimerizado (EPDM), Hypalon o silicona. En el caso del PVC, se logra bajo costo pero no soportan grandes temperaturas. Con los de Hypalon se logra una mejor resistencia a la temperatura (máximo 100°C). Los de silicona soportan aproximadamente 250°C y duran más tiempo, además de ser más resistentes al calor y al aceite. El EPDM generalmente se utiliza como aislante interior.



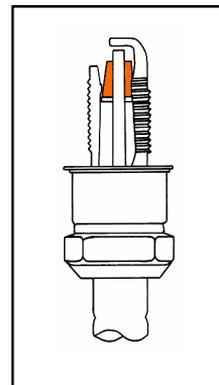
*Fig. 33 partes de la bujía*

**Las bujías** completan el circuito secundario, sellan la alta presión y ayudan a disipar el calor generado por la combustión. Se construyen con cuerpo metálico, un aislador de cerámica que cubre el electrodo central hecho de cobre o níquel, y un electrodo lateral o de masa. Es ahí, en medio de los dos electrodos, en donde salta la chispa necesaria para encender la mezcla aire-combustible (Fig. 33).

El funcionamiento normal de una bujía ocurre entre los 350 y 850°C. El calor generado por la combustión es transmitido del electrodo central a las cuerda de las bujía y luego a la cabeza. Si el aislador del electrodo es largo (Fig. 34a), se trata de una bujía caliente ya que tarda en enfriar; si el aislador es corto (Fig. 34b), se trata de una bujía fría.

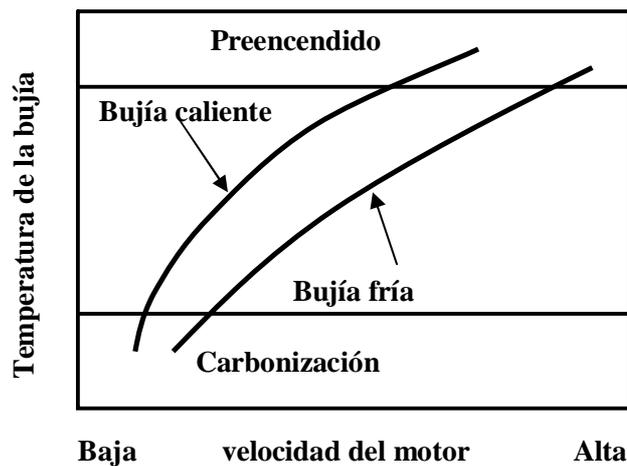


*Fig. 34a Bujía caliente*



*Fig. 34b Bujía fría*

El rango térmico de las bujías se refiere a la capacidad para disipar el calor, por lo que la bujía caliente se debe emplear en vehículos que son utilizados a baja velocidad y la bujía fría se utiliza en vehículos que imprimen altas velocidades (Fig. 35).

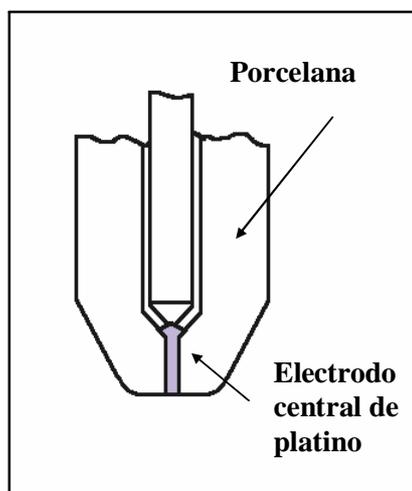


*Fig. 35 Rango térmico de las bujías*

También hay bujías con dos, tres o cuatro electrodos laterales con el fin de hacerlas más duraderas. En algunas otras, el electrodo central puede ser de cobre, níquel, plata, iridio, oro o platino.

En nuestro país, las bujías más usadas, aparte de las de cobre y níquel, son las de electrodo central de platino (Fig. 36) y las de dos, tres y cuatro electrodos debido a que presentan muchas ventajas como son: mayor resistencia a la corrosión, mejor comportamiento térmico, mejor arranque en frío y mayor duración. Las bujías de plata, de oro o iridio son poco conocidas en México, pero también han demostrado excelentes resultados.

Algunas bujías están marcadas con la letra "R" debido a que tienen una resistencia de aproximadamente 5 k omhs (5 k $\Omega$ ) colocada en el electrodo central. Es un electrodo especial que sirve para eliminar la interferencia en radio, instrumentos del tablero y computadoras.



*Fig. 36 Bujía de platino*

### **3.1.1 SISTEMA DE AVANCE Y RETARDO DE LA CHISPA.**

Cuando el motor está encendido sin acelerar, la combustión dura cerca de 3 milisegundos (0.003 s) con determinados grados de rotación del cigüeñal (ángulo de combustión). Conforme se acelera el motor, el tiempo de combustión varía poco, pero el ángulo de combustión aumenta.

Ejemplo:

*Si la velocidad del motor es de 1100 rpm, el cigüeñal gira 38° en 3 milisegundos.*

*Si la velocidad del motor es de 3500 rpm, el cigüeñal gira 60° en 3 milisegundos.*

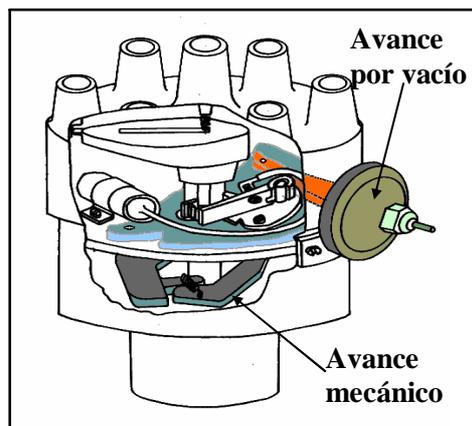
Para que el motor responda bien y la mezcla se inflame correctamente, el momento en que inicia la chispa debe adelantarse.

Ejemplo:

*Si la velocidad del motor es de 1100 rpm, la chispa inicia 15° APMSC y termina 23° DPMSC.*

*Si la velocidad del motor es de 3500 rpm, la chispa se adelanta a 37° APMSC y termina 23° DPMSC.*

El adelanto y atraso se logra con el uso de un avance centrífugo y/o un avance por vacío (Fig. 37).

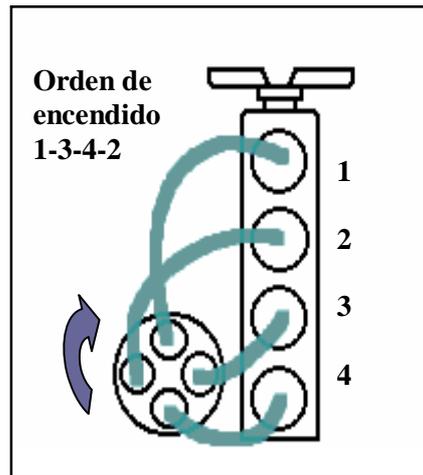


**Fig. 37** *Sistemas de avances*

**El avance centrífugo** varía de acuerdo a las revoluciones del motor y funciona con el desplazamiento de dos contrapesos que están dentro del distribuidor. **El avance por vacío** consta de un diafragma fijo en el exterior del distribuidor, el cual convierte la señal de vacío del múltiple de admisión en una señal mecánica que mueve a la placa portaplatinos.

### 3.1.2 ORDEN DE ENCENDIDO

Cada cilindro del motor está numerado. **El orden de encendido** indica el orden y en qué cilindro se realiza la combustión. Por ejemplo, en la figura 38, tenemos un motor 2.5 L. de Chrysler, de 4 cilindros, cuyo orden de encendido es 1-3-4-2. Esto nos indica que si la combustión se realiza en el cilindro 4, la siguiente combustión será en el cilindro 2, luego en el cilindro 1, etc.



*Fig. 38 Orden de encendido*

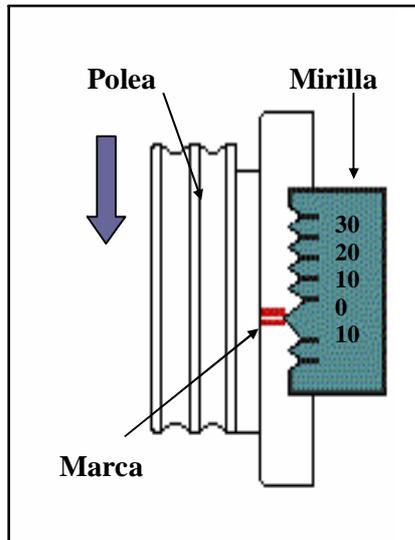
### 3.1.3 TIEMPO DE ENCENDIDO

Desde el momento en que inicia la combustión hasta que termina, pasan aprox. 0.003 s, por lo que la chispa debe saltar en el momento justo para que la combustión genere su valor máximo después del PMSC.

El tiempo básico de encendido es el momento en que se inicia la combustión. Generalmente está dado en grados de rotación del cigüeñal antes de que el pistón llegue al PMSC (Fig. 39). Esta especificación varía según el diseño del motor y es necesario consultar el manual de servicio del vehículo.

Si la chispa salta antes de tiempo, el cilindro es frenado bruscamente ocasionando que la temperatura se eleve y el motor se sobrecaliente; si la chispa inicia después, el pistón habrá empezado la carrera descendente lo que ocasiona pérdida de energía.

Para poner a tiempo básico de encendido es necesario girar el distribuidor. Si es girado en sentido contrario a la rotación de la escobilla, el tiempo básico se adelanta. Si el distribuidor se gira en el sentido de rotación de la escobilla, el tiempo se atrasa.

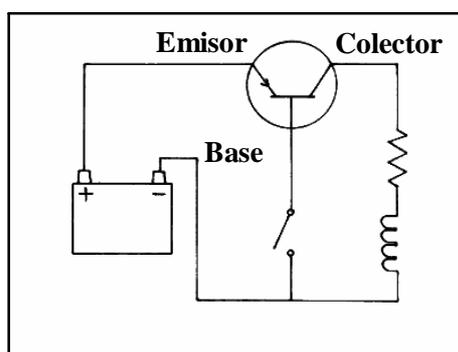


*Fig. 39 Marcas de tiempo básico*

### 3.2 SISTEMA DE ENCENDIDO ELECTRÓNICO

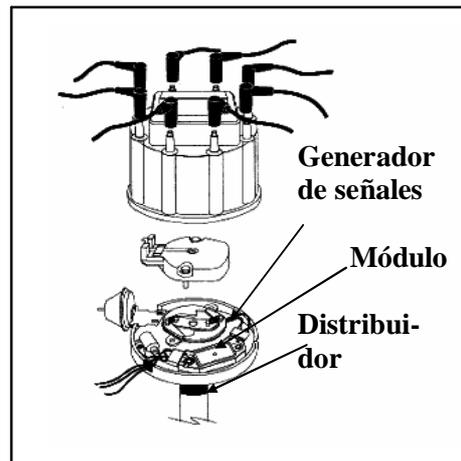
El sistema de encendido convencional presenta varias deficiencias importantes de las que sobresalen: el constante desajuste de la calibración de platinos debido al picado de los contactos y al desajuste del bloque de fricción, la tensión en el circuito secundario decrece conforme aumenta el régimen de giro, crítico movimiento de platinos debido a la fuerza de inercia al aumentar las rpm, etc.

En los primeros sistemas **de encendido electrónico** (Transistorizado) se utilizan los platinos en conjunto con uno o más transistores (Fig. 40). Los transistores se usan como interruptores eléctricos en el circuito primario debido a que, con una corriente pequeña, pueden interrumpir una corriente elevada.



*Fig. 40 Sistema de enc. Transistorizado*

Como es de suponerse, el desajuste de los platinos y el rebote de los contactos a altas velocidades siguen presentes. Con el fin de evitar estos problemas los platinos se eliminan y en su lugar se coloca un **generador de señales**, también llamado **dispositivo de disparo**, que genera o cambia el voltaje del transistor ubicado en el **módulo de control** (Fig. 41). Este módulo contiene otros transistores, resistencias, diodos y capacitores, y su función es controlar la trayectoria de tierra del devanado primario de la bobina.



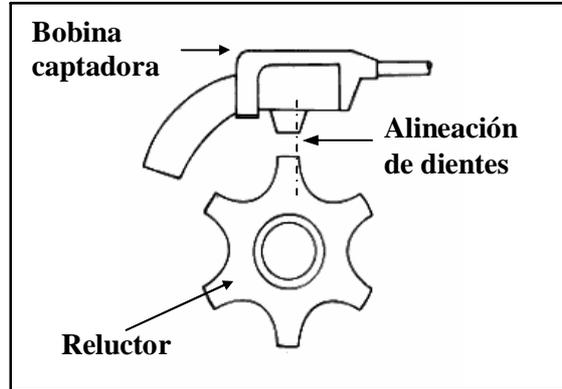
*Fig. 41 Módulo de control en sistema HEI de General Motors*

Casi todos los módulos de control tienen el mismo funcionamiento, lo que difiere en los encendidos electrónicos es la forma de generar la señal del distribuidor al módulo.

Hay tres tipos de generador de señales utilizados en México:

1. Captación magnética
2. Efecto Hall
3. Detección de metales

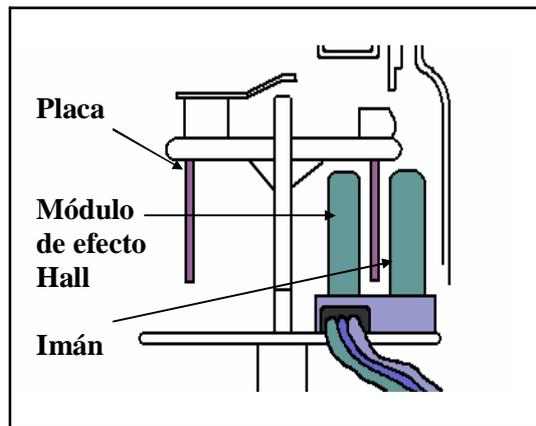
Los generadores de señales más comunes son los de **captación magnética**, los cuales constan de una **bobina captadora** (conjunto de captación magnética) y un **reluctor** (núcleo sincronizador) que tiene un diente por cada cilindro del motor (Fig. 42). Cada vez que un diente del reluctor se acerca al diente del captador magnético se genera un voltaje positivo, cuando los dientes se alinean el voltaje desaparece y, cuando se separan, se induce un voltaje negativo. Es en el momento en que se induce un voltaje de diferente polaridad cuando el módulo de control desconecta el circuito primario.



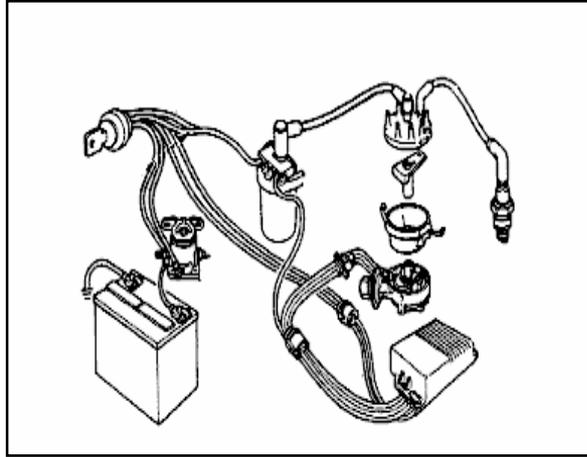
**Fig. 42** Conjunto de captación magnética

Otro generador de señales muy común es el de **efecto Hall** (Fig. 43), el cual consta de un disco con tiras de metal, un imán permanente y junto a él, un módulo que contiene un interruptor de efecto Hall (modulo de efecto Hall). Cuando el disco gira y una tira pasa entre el imán y el módulo, se crea una derivación magnética cambiando la intensidad del campo que llega al elemento Hall. Esto ocasiona que la señal de voltaje cambie. Conforme el disco sigue girando y las tiras pasan entre el imán y el módulo, la señal de voltaje cambia de alta a baja, creando una serie de pulsos.

La ignición se logra cuando no hay tiras de metal entre el imán y el módulo.



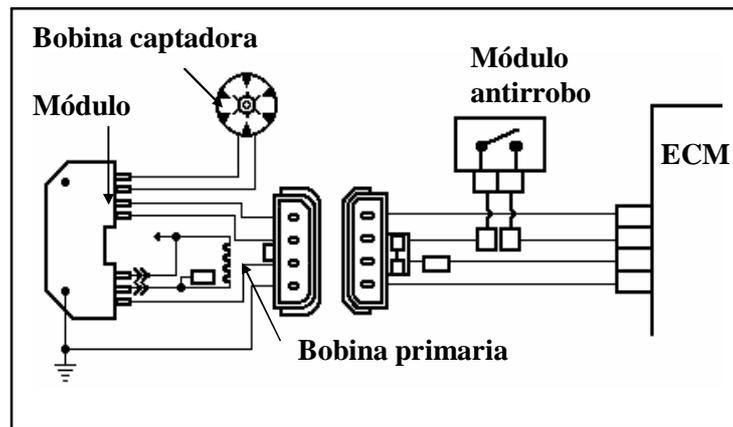
**Fig. 43** Sensor de efecto Hall



**Fig. 44** Sistema de encendido Duraspark Ford Motor Company.

El avance y retardo de la chispa en los primeros encendidos electrónicos es controlado por el avance mecánico y el avance por vacío. En los encendidos más modernos se controla con una computadora que recibe señales de varios sensores como son: sensor de posición del cigüeñal (CKP), sensor de temperatura del motor (CTS), sensor de velocidad del vehículo (VSS), sensor de presión en el múltiple de admisión (MAP), sensor de detonación (KS), etc. (Fig. 45)

El material de la tapa y escobilla debe ser de alquidío o vidrio de poliéster, ya que si es de baquelita, se carbonizaría por el alto voltaje.



**Fig. 45** Encendido electrónico General Motor de México

### 3.3 SISTEMA DE IGNICIÓN DIRECTA (DIS)

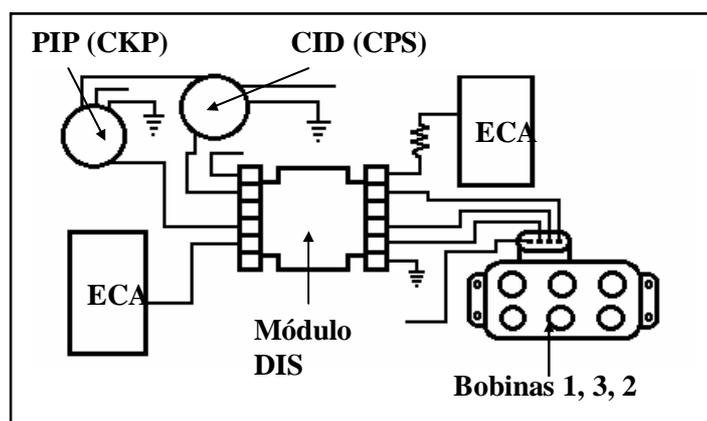
En el sistema **DIS (Distributorless Ignition System)** (Fig. 46) se elimina por completo el distribuidor y sus componentes internos. Hay varias versiones utilizadas en autos nacionales. Generalmente emplean una computadora, un módulo de ignición, un paquete de bobinas y uno o más sensores.

Cada bobina energiza a dos bujías. Si en el motor un cilindro está en la carrera de compresión, otro cilindro está en la carrera de escape, en las bujías de los dos cilindros saltará la chispa. Sin embargo, sólo se utiliza la chispa que se genera en la carrera de compresión, la que se genera en la carrera de escape se desperdicia, por eso este sistema también se llama **Sistema de chispa perdida**. Como la polaridad de la bobina es fija y el par de bujías está en serie, en una bujía saltará la corriente del electrodo central al electrodo de tierra y, en la otra, saltará del electrodo de tierra al electrodo central.

Este sistema utiliza uno o más sensores para determinar qué bobina y cuándo debe disparar.

Los sensores más frecuentes son:

1. **Sensor de posición del cigüeñal o Crankshaft position (CKP):** Detecta la posición de un volante ubicado en el cigüeñal y la velocidad del motor (señal PIP).
2. **Sensor de posición del árbol de levas o Camshaft position (CPS o CMP):** Sensa la posición del árbol de levas y reconoce cuando el pistón del cilindro 1 está cerca del PMSC (señal CID).
3. **Sensor de detonación o Knock Sensor (KS):** Detecta ruidos internos anormales en el motor y envía una señal a la computadora que sirve para reducir el avance de la chispa.



*Fig. 46 Sistema DIS. Motor 3.8 l. SC. Ford Motor Company*

En algunos casos **el módulo DIS** recibe la señal del sensor CKP, del sensor CPS, u otros sensores (según la versión). Esto es con el fin de controlar la trayectoria de tierra para el encendido, determinar qué bobina debe disparar y, también, controlar la corriente en el circuito primario de cada bobina. En otros vehículos, es la computadora la que recibe directamente las señales de varios sensores incluyendo el CKP y CPS para determinar la operación de las bobinas.

En la actualidad se utiliza un encendido, en el cual, la bobina y la bujía están juntas y son controladas por la computadora. Otra diferencia importante es que no se utiliza los cables de bujías evitando así, salto de chispas e interferencia.

Como se observa en la figura 47, la bobina tiene en un extremo el capuchón que se une a la terminal de la bujía y en el otro, tiene la terminal eléctrica en donde recibe la señal de la computadora del motor; con esto nos damos cuenta que hay una bobina por cada bujía. Esto presenta grandes ventajas como: tener menos partes en movimiento, requerir menor mantenimiento, aunque más caro.

También hay vehículos, como el Astra de GM, que tiene todas las bobinas en un solo conjunto.



**Fig. 47** *Bobina de ignición individual*

## 3.4 PRUEBAS Y SERVICIO AL SISTEMA DE ENCENDIDO

### 3.4.1 VERIFICACIÓN DE BOBINA DE ENCENDIDO

(aplica al sistema convencional y electrónico)

#### Inspección visual

1. Bobina sin golpes ni fracturas.
2. Debe ser la indicada por el fabricante.
3. Los cables y terminales deben estar limpios y aislados.
4. Soporte de bobina en buen estado.

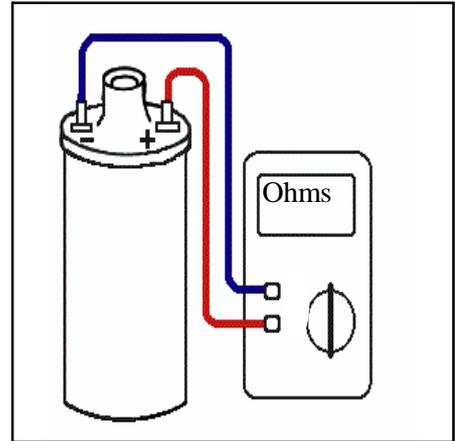
#### Verificación de resistencia

1. Coloque los cables de un óhmetro a las terminales (+) y (-) de la bobina (devanado primario); compare la lectura con las especificaciones del fabricante y deseche la que esté mal (Fig. 48).
2. Repita la prueba para el devanado secundario, pero ahora en la torreta principal y la terminal (-) o (+) según la bobina; compare la lectura y deseche la que esté fuera de especificaciones (Fig. 49).
3. En algunas bobinas, como el encendido electrónico del VW sedan, es necesario colocar el óhmetro en terminales y torretas numeradas lo que hace necesario seguir los pasos recomendados por el fabricante.

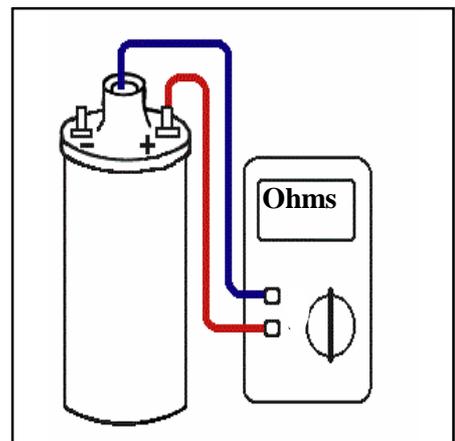


#### ADVERTENCIA

*Si se desconecta el cable positivo (+) de la bobina, es importante revisar que no toque tierra ya que puede ocasionar daños severos a los componentes electrónicos.*



**Fig. 48** Revisión del devanado primario



**Fig. 49** Revisión del devanado secundario

---

### IMPORTANTE

*Es necesario verificar que la bobina sea la indicada por el fabricante, ya que en apariencia pueden ser iguales, pero diferentes en el interior.*

---

### IMPORTANTE

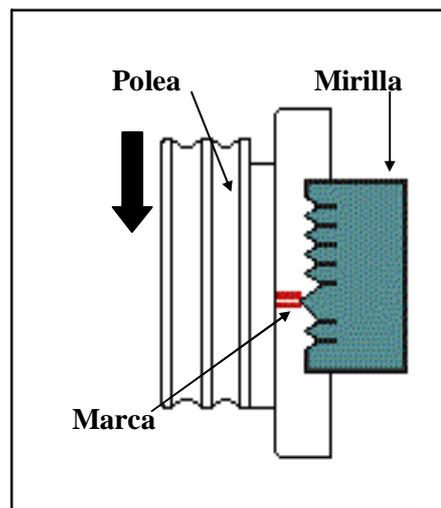
*Cuando la bobina se moja, puede ocasionar que el motor se apague o no arranque, en este caso es necesario secarla con aire comprimido o un trapo.*

---

### 3.4.2 SERVICIO A LOS PLATINOS Y AL CONDENSADOR

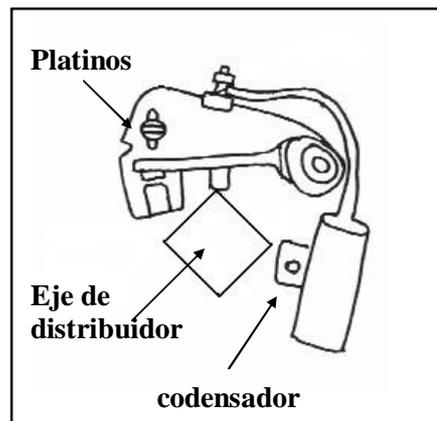
(sólo para sistema convencional)

1. Haga coincidir las marcas de tiempo a 0° (Fig. 50), verifique que la escobilla apunte a la torreta del cable de bujía No. 1, y que el pistón No. 1 esté en PMSC.
2. Separe la tapa del distribuidor y el cable que llega al condensador, quite el tornillo que fija al distribuidor y saque el distribuidor. Observe hacia donde apunta la escobilla.
3. Quite la escobilla y los tornillos que sostienen a los platinos y al condensador, analice el estado de los contactos y verifique la continuidad en el condensador. De ser necesario, **cambie los platinos y el condensador por un conjunto nuevo.**
4. Observe que las levas del eje del distribuidor estén en buen estado; coloque los platinos y el condensador. No apriete los tornillos.



**Fig. 50** *Marcas de tiempo básico en la polea del cigüeñal*

5. Coloque la cresta de una leva del eje del distribuidor en el bloque deslizante de los platinos. Deslice el calibrador con la medida indicada entre los contactos, mueva los platinos hasta que el calibrador pase suavemente, apriete los tornillos (Fig. 51).
6. Coloque el distribuidor en la misma posición en la que se sacó, apriete el tornillo.
7. Coloque la escobilla, fije la tapa y conecte el cable al condensador.
8. Encienda el motor y déjelo hasta que llegue a la temperatura normal de funcionamiento, enseguida, ponga a tiempo básico el motor.
9. Si se cuenta con un medidor de ángulo Dwell, siga las instrucciones del fabricante, verifique que esté dentro de especificaciones.



**Fig. 51** Calibración de platinos

---

### **IMPORTANTE**

*Si es necesario cambiar platinos y condensador, es recomendable que sean de la misma marca.*

---

### **IMPORTANTE**

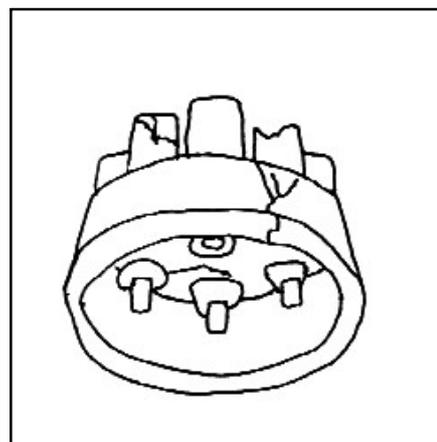
*En la actualidad, en la Ciudad de México circulan muchos vehículos que utilizan este sistema de ignición. Se recomienda utilizar platinos y condensadores de buena calidad ya que existen refacciones muy económicas, pero poco eficientes.*

---

### **3.4.3 VERIFICACIÓN DE CABLES, TAPA Y ESCOBILLA**

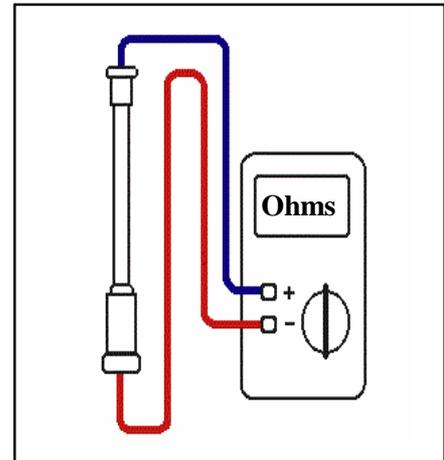
**(aplica al sistema convencional y electrónico)**

1. Marque los cables de bujías y sepárelos de la tapa.



**Fig. 52** Revisión de tapa

2. Retire e inspeccione visualmente la tapa y escobilla, deben estar completas, sin fracturas y sin síntomas de quemadura. Verifique el estado del carbón de la tapa y el libre accionamiento de la escobilla (Fig. 52). Deseche si es necesario.
3. Coloque la tapa y la escobilla.
4. Inspeccione visualmente que los cables de bujías no estén agrietados, o con las terminales quemadas. Se recomienda analizar cable por cable.
5. Con un óhmetro, revise la resistencia de los cables (Fig. 53), compare las lecturas con las especificaciones del fabricante, y deseche los que estén fuera de especificaciones.
6. Coloque los cables de bujías y verifique que estén ordenados.
7. Encienda el motor y verifique que funcione correctamente.



*Fig. 53 Medición de resistencia de cable de bujía*

---

#### **ADVERTENCIA**



*No toque los cables de bujías, la tapa del distribuidor o la bobina cuando el motor esté prendido debido a que se puede sufrir descarga eléctrica y causar la muerte.*

---

#### **IMPORTANTE**

*Una falla común después de retirar los cables, es dejar incorrecto el orden de los cables de bujía. Se recomienda marcar la torreta No.1 de la tapa para ver en donde empieza el orden.*

---

---

### IMPORTANTE

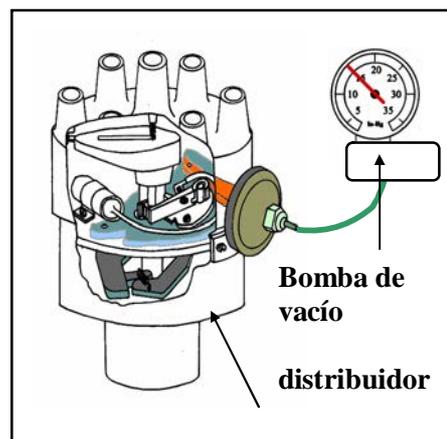
*Se recomienda que los cables sean originales o de tipo original, ya que de no ser así, puede verse afectado el funcionamiento del motor.*

---

#### 3.4.4 VERIFICACIÓN DE AVANCES (aplica a todos los sistemas convencionales y electrónicos que tengan avances)

##### Avance por vacío

1. Verifique que la manguera que va del carburador al distribuidor esté en buen estado.
2. Verifique que la placa portaplatinos se desplace correctamente.
3. Con el motor apagado, conecte una bomba de vacío al diafragma y aplique 15 in-Hg (Fig. 54). La lectura no debe moverse durante 8 s.
4. Con el motor en marcha, aplique lentamente 10 in-Hg. La velocidad del motor debe variar, incluso puede apagarse.
5. Si no cumple con los pasos anteriores es necesario reemplazar el avance. Algunos avances por vacío pueden calibrarse quitando o aumentando rondanas.



**Fig. 54** Verificación de avance por vacío

---

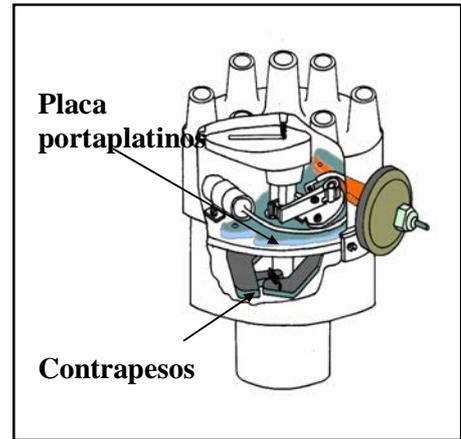
### IMPORTANTE

*Si al separar la línea de vacío que llega al distribuidor hay gasolina, es necesario cambiar el avance por vacío.*

---

### Avance mecánico

1. Quite la tapa y la escobilla para observar el avance mecánico. En algunos vehículos es necesario quitar la placa portaplatinos e inclusive es necesario separar el distribuidor del motor.
2. Verifique que el eje del distribuidor no tenga juego o esté desgastado. Haga girar el eje en dirección contraria y verifique que los contrapesos se muevan (Fig. 55); suelte el eje, los contrapesos deben regresar a su posición original. Lubrique con grasa o reemplace el avance si es necesario.
3. Coloque la placa, escobilla y tapa del distribuidor.
4. Encienda el motor y verifique su funcionamiento.

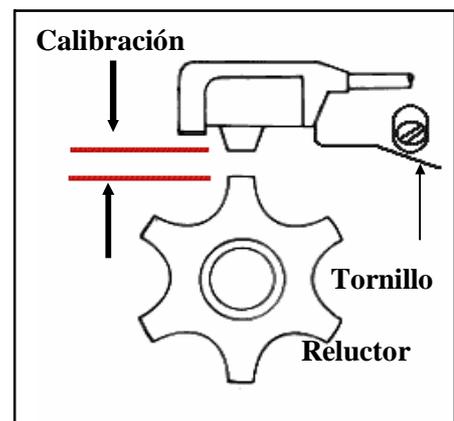


**Fig. 55** Verificación de avance mecánico

### 3.4.5 CALIBRACIÓN DEL GENERADOR DE SEÑALES

(sólo para el sistema de encendido electrónico)

1. Inspeccione visualmente si hay piezas sucias o dañadas en el distribuidor; de ser así, repare o reemplace lo necesario.
2. Quite la tapa y la escobilla del distribuidor.
3. Con un calibrador no ferroso verifique la separación entre la bobina captadora y los dientes del reluctor (Fig. 56).
4. De ser necesario calibrar la separación, afloje levemente el tornillo de la bobina captadora y muévala hasta dar con la calibración adecuada.
5. Apriete el tornillo y verifique la calibración.
6. Coloque la tapa y la escobilla.
7. Encienda el motor y verifique su funcionamiento.



**Fig. 56** Calibración del generador

---

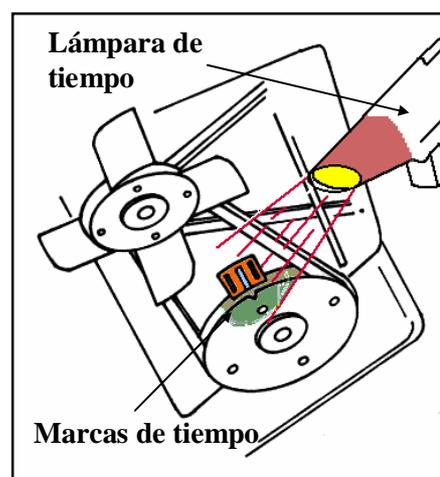
## IMPORTANTE

*Es recomendable verificar los conectores eléctricos ya que son la principal falla en el sistema de encendido*

---

### 3.4.6 PUESTA A TIEMPO BÁSICO (aplica para los sistemas de encendido convencional y encendido electrónico)

1. Caliente el motor a temperatura normal de funcionamiento.
2. Si es necesario, desconecte y tape la manguera que llega al avance por vacío. En algunos motores es necesario mover un interruptor, desconectar un arnés, un fusible, el TPS o el CTS, según el vehículo. **Es importante ver el manual de servicio.**
3. Conecte una lámpara de tiempo (luz estroboscópica) al vehículo como indica el fabricante. Comúnmente se conecta a la batería y al cable de bujía No. 1.
4. Dirija la luz a las marcas de tiempo y observe la lectura (Fig. 57).
5. Si se tiene el lápiz magnético, colóquelo en el receptáculo para prueba magnética del tiempo ubicado en la concha de la transmisión.
6. Si está fuera de especificaciones, afloje el tornillo que fija al distribuidor. Gire el distribuidor hasta que se obtenga la lectura correcta y apriete el tornillo.
7. **Cheque nuevamente el tiempo** y apague el motor.



*Fig. 57 Verificación del tiempo de encendido*

- Desconecte la lámpara y reestablezca los sistemas desconectados.
- Encienda el motor y verifique que todo esté funcionando correctamente.



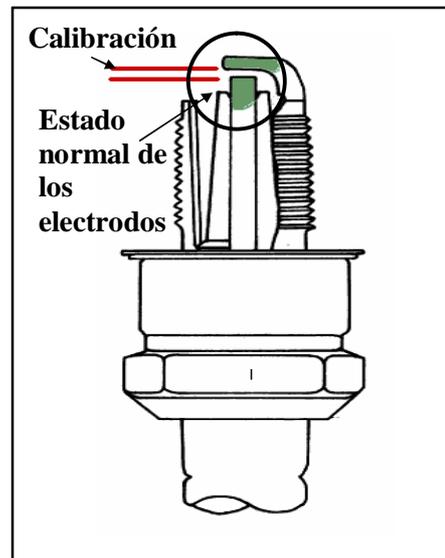
#### ADVERTENCIA

*Si al verificar el tiempo de encendido se tiene que acercar la lámpara y/o aflojar el tornillo del distribuidor, se debe poner cuidado de no tener contacto con las partes móviles o calientes del motor. Se recomienda apagar el motor antes de conectar la herramienta.*

---

### 3.4.7 SERVICIO A LAS BUJÍAS (aplica a todos los sistemas)

- Con el motor frío y apagado, limpie cables de bujías y áreas cercanas, enumere y separe los cables de las bujías. (apóyese del capuchón y gírelo).
- Con la herramienta adecuada, quite las bujías sin perder el orden en que se sacan.
- Examínelas cuidadosamente. Compárelas con la tabla 3.
- Las bujías que garantizan buen funcionamiento, pueden ser limpiadas y calibradas (Fig. 58). **Las bujías nuevas deben ser calibradas, excepto las de doso más electrodos.**
- Coloque cada bujía con la mano y gírela tres vueltas.**



*Fig. 58 Servicio a las bujías*

6. Apriete con la herramienta adecuada y a las especificaciones del fabricante. Si no se tienen las especificaciones y la bujía tiene arandela, apriete de 1/4 a 1/2 de vuelta; si la bujía tiene asiento cónico, se aprieta 1/16 de vuelta.
7. Coloque los cables en orden marcado.
8. Encienda el motor y verifique que funcione correctamente a cualquier velocidad del motor.

---

#### **IMPORTANTE**

*Las bujías deben colocarse con la mano ya que se corre el riesgo de dañar las cuerdas de la cabeza.*

---

#### **ADVERTENCIA**



*No toque los cables de bujía, bobina de ignición y/o tapa del distribuidor cuando el motor esté prendido, ya que puede sufrir una descarga eléctrica.*

---

---

#### **IMPORTANTE**

*Si no cuenta con las especificaciones de calibración de bujías, se puede consultar las páginas [ngkntk.com.mx](http://ngkntk.com.mx)*

---



### Carbonización Húmeda

Cuando la bujía presenta una apariencia oscura brillante, se tienen problemas de paso de aceite, el cual afecta el funcionamiento de la bujía ya que el aceite impide el paso de la chispa entre los electrodos de la bujía causando dificultades en el arranque.

Causas de la carbonización:

- Contrapresión del carter
- Válvula PCV obstruida
- Junta de la cabeza deteriorada
- Guías o sellos de válvula deteriorados
- Anillos desgastados



### Carbonización Seca

A medida que se acumula el carbón en la punta de encendido, en el aislador ocurrirán fugas de alto voltaje resultando en falla de encendido, causando dificultades en el arranque y la marcha.

Causas de la carbonización:

- Mezcla aire/combustible muy rica
- Ajuste incorrecto del carburador, estrangulador
- Sistema de inyección de combustible defectuoso
- Marcha en vacío prolongada
- Bujía demasiado fría



### Suciedad por plomo

Generalmente aparece como un sedimento café-amarillento en la punta del aislador, y es resultado de exceso de plomo en el combustible.



### Depósitos

Si se acumulan depósitos en la punta de encendido, la temperatura de la bujía se elevará demasiado, y provocará pre-ignición dañando el pistón.



### Sobrecalentamiento

La superficie del aislador en la punta de encendido tiene una coloración blanca con sedimentos moteados. Cuando la temperatura de la bujía excede los 870°C, la punta de encendido actúa como fuente de calor encendiendo la mezcla antes que la chispa, ocasionando así una combustión anormal dañando ocasionalmente al motor.

Causas del sobrecalentamiento:

- Tiempo de encendido demasiado adelantado
- Mezcla aire/combustible demasiado pobre
- Sistema de inyección de combustible defectuoso
- Agua de enfriamiento y lubricantes insuficiente
- La presión aplicada al turbocargador es demasiado alta en un motor turbocargado
- Apriete insuficiente de la bujía
- Sedimentos acumulados en la cámara de combustión
- Bujía demasiado caliente



### Vida Normal

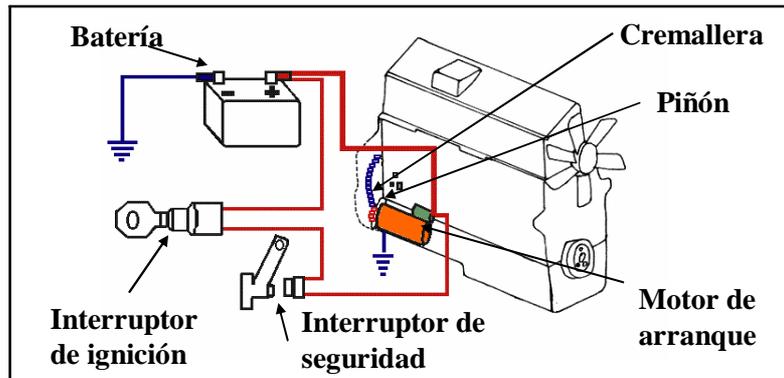
Los electrodos desgastados tendrán dificultad para producir las chispas, no mostrará potencia el motor, y gastará más combustible, por lo que será necesario instalar bujías nuevas.

**Tabla 3** *Análisis de bujías.* NGK de

**México**

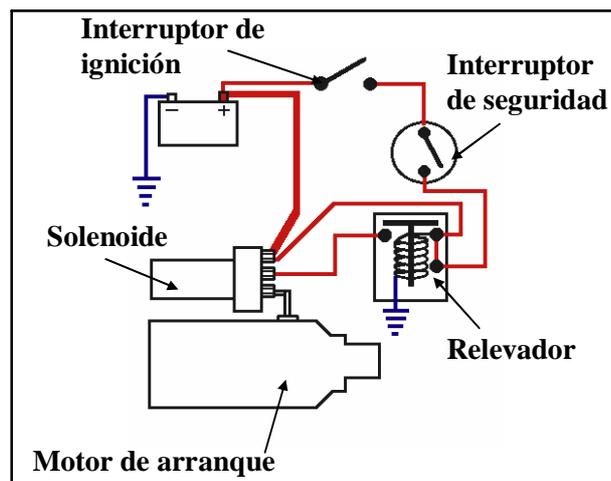
## CAPÍTULO IV. SISTEMA DE ARRANQUE

Este sistema transforma la energía química proporcionada por la batería en energía mecánica necesaria para hacer girar el cigüeñal y así encender el motor (Fig. 59 y Fig.60).



*Fig. 59 Sistema de arranque típico*

Cuando se inserta la llave al interruptor de encendido y se gira a la posición de arranque (Fig. 63), la energía suministrada por la batería hace que el relevador se active y cierre el circuito, conectando el motor de arranque a la batería.



*Fig. 60 Sistema de arranque típico*

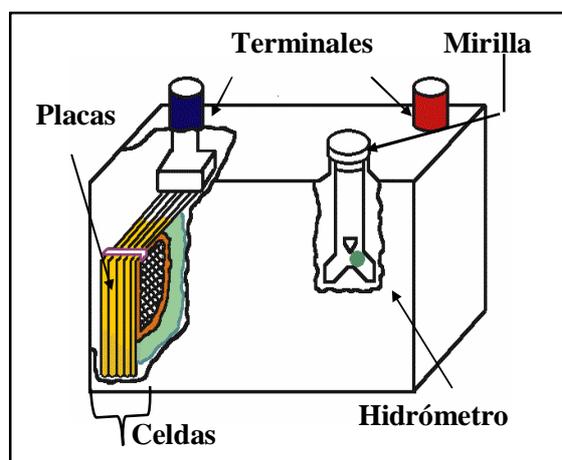
**La batería o acumulador** es la fuente de voltaje para los sistemas eléctricos del vehículo (12.5 voltaje directo). Es un dispositivo que convierte la energía química en energía eléctrica necesaria para que funcione el motor de arranque. Esta energía también es suministrada a los accesorios eléctricos cuando la demanda es excesiva, cuando está apagado el motor, o cuando el sistema de carga no recarga a la batería. La batería también funciona como estabilizador de voltaje.

Dos especificaciones importantes en una batería son:

**Capacidad de reserva:** es el tiempo que la batería cargada suministra 25 amperios a 27°C (80°F) sin que funcione el alternador.

**Capacidad de arranque en frío:** es el número de amperios que suministra la batería durante 30 segundos a una temperatura de -18°C (0°F) sin que el voltaje por celda descienda de 1.2 volts, o sea, 7.2 volts en las terminales de la batería.

La batería está compuesta de varias celdas o pilas conectadas en serie. Cada celda suministra 2.1 volts y esta compuesta por un grupo de placas positivas y un grupo de placas negativas (Fig. 61).



**Fig. 61** *Batería o acumulador*

Las placas positivas están formadas por unas rejillas de dióxido de plomo ( $\text{PbO}_2$ ), mientras que las placas negativas son rejillas de plomo ( $\text{Pb}$ ); casi todas las placas tienen antimonio del 7 al 10%. Para que las placas no se toquen, se colocan entre ellas unas láminas separadoras hechas de material poroso no conductor. La parte inferior de las placas están apoyadas sobre una base en forma de costillas.

Dentro de la batería se produce un proceso electroquímico llamado electrólisis que es una reacción causada por dos materiales distintos y una sustancia conductora. Esta sustancia llamada **electrolito** es una solución al 35% de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) y agua ( $H_2O$ ). El electrolito tiene una gravedad específica de 1.280 a  $80^\circ F$  la cual cambia aproximadamente 0.004 cada  $10^\circ F$ .

La caja puede ser de caucho o un plástico capaz de soportar ácido sulfúrico, cambios bruscos de temperatura, golpes, vibraciones, etc. En la parte superior está la tapa en la que se colocan las terminales positiva y negativa. La terminal positiva generalmente está marcada con signo (+) o con color rojo y es de un diámetro mayor; la terminal negativa tiene un signo (-) o una marca negra y es de un diámetro menor.

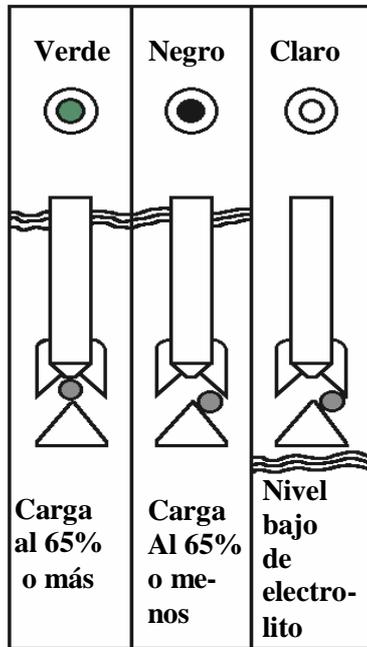
En la tapa también se encuentran unos tapones respiraderos que permiten el escape de hidrógeno ( $H_2$ ) formado durante la carga. Estas tapas pueden retirarse para ver el nivel del electrolito.

Cuando una batería se descarga, los cambios químicos en los materiales reducen gradualmente el potencial eléctrico. Los iones del ácido sulfúrico ( $SO_4$ ) se fusionan con los iones del plomo (Pb) formando sulfato de plomo ( $PbSO_4$ ) en las placas (+) y (-) convirtiéndolas en material igual, el ácido sulfúrico se diluye y la gravedad específica cambia.

En la actualidad las baterías son "libres de mantenimiento", con algunas diferencias muy claras como son: los pequeños orificios que han reemplazado a los tapones, las rejillas son de plomo y calcio, se elimina la cámara de sedimentos, la caja es de polipropileno o materiales más resistentes, se ha colocado una mirilla con un hidrómetro para mostrar la carga y, en algunos casos, las terminales se ubican a un costado.

Una de las ventajas de estas baterías es que al utilizar rejillas con aleaciones de calcio, se reduce el calor debido a la poca resistencia que presenta a la corriente de carga. Al reducirse el calor hay menor evaporación del agua del electrolito y se reduce la gasificación de la batería lo que permite que el mantenimiento requerido por esta batería sea menor.

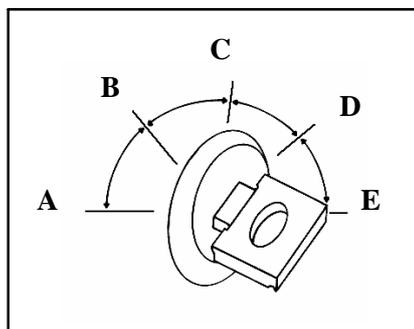
**La mirilla** (Fig. 62) es un indicador que muestra el estado de carga de la batería. Consiste en un conducto y una bola que flota en el electrolito. Cuando la gravedad específica del electrolito es alta, la bola flota y se ve de color verde. Cuando la gravedad específica es baja, el nivel del electrolito es mínimo ocasionando que la bola caiga y se observe de color negro. Cuando la bola se ve de color claro, el nivel del electrolito es bajo lo que indica que la batería necesita servicio o ya no sirve.



*Fig. 62 Hidrómetro para mostrar el estado de carga*

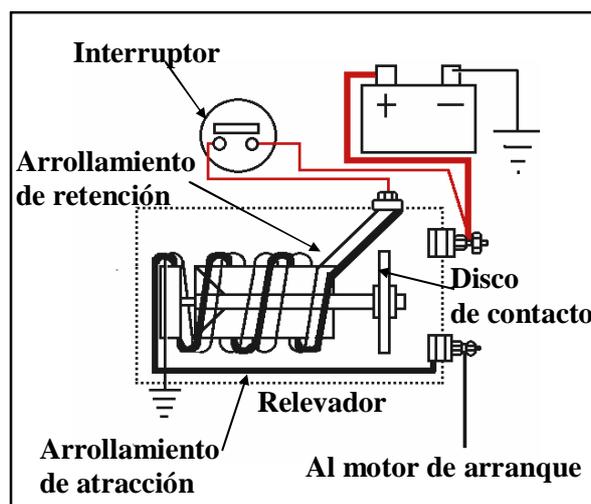
El sistema de arranque se divide en dos circuitos: 1) **el circuito de control** formado por el relevador, el interruptor de seguridad, el interruptor de encendido y el cableado primario; 2) **el circuito del motor de arranque** (por donde fluye corriente intensa) formado por el relevador, el motor de arranque, el solenoide y el cableado secundario. Es importante mencionar que la batería está conectada a los dos circuitos.

Cuando se inserta la llave al **interruptor de encendido o switch de ignición** y es girado a la posición de arranque, se suministra voltaje al circuito de control. Este interruptor generalmente tiene cinco posiciones: accesorios (A), seguro (B), apagado (C), encendido (D) y arranque (E) (Fig. 63).



*Fig. 63 Interruptor de encendido*

Cuando es activado el interruptor de ignición a la posición de arranque en un vehículo con transmisión manual, el voltaje es suministrado al **interruptor de seguridad** ubicado en el pedal del embrague; si cuenta con transmisión automática, el voltaje llega al interruptor "park-neutral" ubicado en la palanca de cambios o en la transmisión. Este interruptor, al ser accionado, permite que llegue el voltaje con baja intensidad al **relevador de arranque** (Fig. 59, 60 y 64).

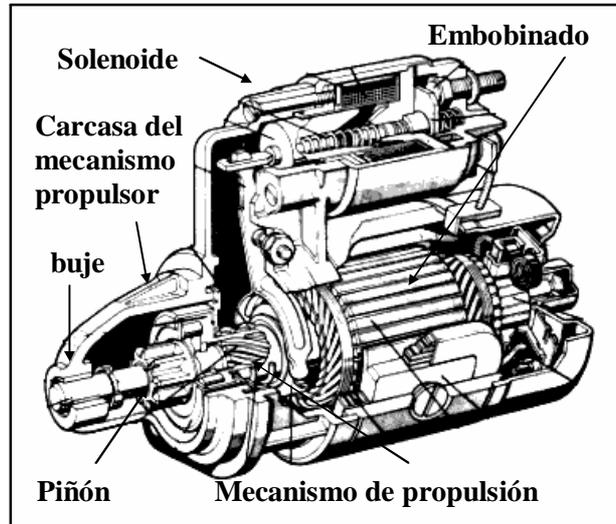


*Fig.64 Relevador del motor de arranque*

Hay dos tipos de **relevador de arranque**: el que permite que el circuito de control conecte o desconecte a una corriente intensa que pasa por el circuito de motor de arranque, y el que simplemente proporciona la corriente débil al solenoide. Se puede ubicar en la carrocería o en el motor de arranque.

En algunos sistemas se utiliza un **solenoides**. Esta pieza tiene en su interior unos arrollamientos por donde fluye la corriente, induciendo un campo magnético que mueve al émbolo. Al moverse el émbolo, de un lado cierra el circuito del motor de arranque, y del otro, acciona una palanca con la que se engrana el piñón y la cremallera.

**El motor de arranque** (Fig. 65) es un motor eléctrico de corriente directa (CD) que tiene la función de hacer girar al cigüeñal para poder encender el motor. Tiene un pequeño engrane llamado piñón que, cuando es accionado, entra en contacto con un engrane más grande llamado cremallera ubicado en el volante de inercia que está en el extremo trasero del cigüeñal.



*Fig. 65 Motor de arranque*

Casi todos los motores de arranque son iguales: tienen un armazón de campo, unas escobillas, un bastidor de inducido; y un mecanismo de acople, impulsión y desacople.

El armazón de campo tiene unas bobinas conectadas entre sí por donde fluye la corriente. Esta corriente también fluye por el inducido (que es un eje con un núcleo de tiras de metal y un colector). Tanto en el armazón de campo como en el inducido se producen campos magnéticos de diferente polaridad. El funcionamiento se logra debido a que los campos magnéticos diferentes se atraen y campos magnéticos iguales se repelen. Como las bobinas están fijas, lo que gira sobre dos bujes, es el inducido.

El mecanismo de acople y desacople tiene la función de alinear el piñón con la cremallera, además de proporcionar la reducción entre engranes. El modo de engrane depende, en gran parte, de la potencia necesaria y el factor económico al diseñar el motor de arranque. Los mecanismos más destacados son: transmisión por inercia, y de engarce positivo.

La relación de engranes varía debido a que el piñón puede tener de 8 a 20 dientes y la cremallera de 80 a 200 dientes obteniéndose una relación que va de 10 a 1 hasta 20 a 1. Esto permite que el motor de arranque gire de 2000 a 4000 rpm y el motor del vehículo tenga una frecuencia de arranque de 150 a 270 rpm.

## 4.1 PRUEBAS Y SERVICIO AL SISTEMA DE ARRANQUE

### 4.1.1 PRUEBAS A LA BATERÍA

(no aplica a todas las baterías)

#### Inspección visual

1. Revise que la batería esté libre de sulfato, de grasa, que no tenga fracturas, con el soporte de la batería en buen estado, cables y terminales correctamente instalados, nivel de electrolito correcto, etc.
2. Si es necesario, limpie las terminales con bicarbonato de sodio y agregue agua desmineralizada o electrolito a las celdas. Se recomienda agregar hasta 0.5 cm arriba de las placas.



#### ADVERTENCIA

*Recuerde que no se debe colocar herramienta encima de la batería. Además, se recomienda utilizar guantes, ropa adecuada, evitar utilizar joyería y reloj, y no fumar.*

---



#### ADVERTENCIA

*El ácido sulfúrico es altamente corrosivo por lo que se debe evitar el contacto con alguna pieza del vehículo o el cuerpo humano. Si hay contacto con el cuerpo, deberá lavarse con agua durante diez minutos y llamar al médico.*

---



#### ADVERTENCIA

*Cuando se trabaje con la batería no se debe fumar o acercar fuego ya que puede explotar.*

---

### Comprobación de la carga

1. Con un hidrómetro lea el peso específico del electrolito en cada celda (Fig. 66) y compárela con la tabla 4.

<i><b>Peso específico</b></i>	<i><b>Carga</b></i>
1.260 - 1.280	100 %
1.225 - 1.255	65 %
1.200 - 1.220	50 %

*Tabla 4 Lectura con hidrómetro*

2. Si la batería es libre de mantenimiento, observe la mirilla (Fig. 66) y compárela con la tabla 5.

<i><b>Mirilla</b></i>	<i><b>Carga</b></i>
Verde	100 %
Negra	65 %
Sin color	50 %

*Tabla 5 Lectura con mirilla*

### Comprobación de descarga

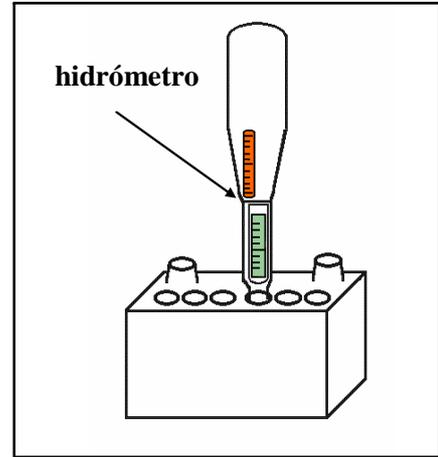
1. Desconecte o apague todos los aparatos eléctricos.
2. Desconecte el negativo de la batería y conecte un foco como se muestra en la figura 67. Si se prende el foco, un componente está conectado o en corto.
3. Conecte la batería.

---

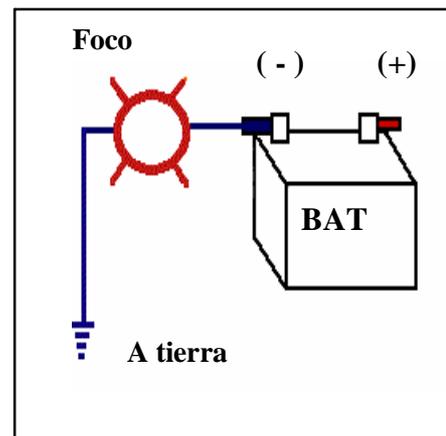
#### **IMPORTANTE**

*En algunos casos existen descargas parásitas como son: la memoria del radio, la computadora del motor, la computadora de viajero, etc. Estos componentes en muchos casos no deben ser desconectados lo que hace ineficiente esta prueba.*

---



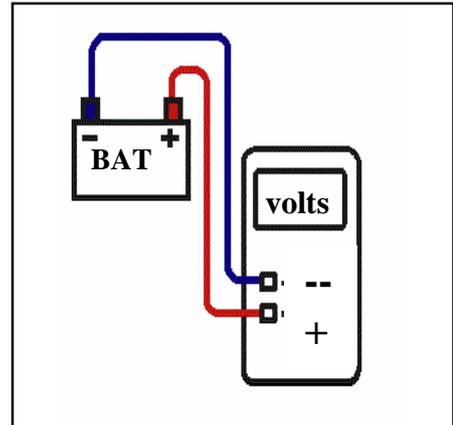
**Fig. 66** Lectura con hidrómetro



**Fig. 67** Comprobación de descarga

**4.1.2 PRUEBAS AL SISTEMA DE ARRANQUE**  
(aplica a todos los sistemas)

1. Desconecte el negativo de la bobina, el sistema de ignición o el sistema de alimentación de combustible para que el motor no encienda.
2. Conecte un voltímetro a la batería (Fig. 68).
3. Dé marcha durante 10 s y lea la lectura.
4. Repita la operación tres veces con intervalos de 15 s y lea la lectura. Compárela con la tabla 6.
5. Conecte la bobina, reestablezca el sistema desconectado y encienda el motor.



**Fig. 68** Verificación de voltaje

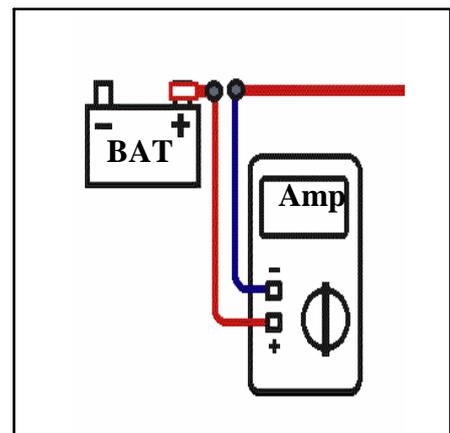
Si la lectura del voltímetro es:

Voltaje	Diagnóstico
10.5 V ó más	Sistema dentro de especificaciones.
9.7 a 10.4 V	El sistema dará problemas en poco tiempo.
9.6 V ó menos	Sistema fuera de especificaciones. Revise posibles cables dañados, terminales flojas o corroídas, resistencia muy alta en los cables. Es posible que el motor de arranque esté dañado o se necesite reemplazar la batería.

**Tabla 6** Diagnóstico del sistema de arranque según el voltaje

**4.1.3 PRUEBAS AL MOTOR DE ARRANQUE**  
(no aplica a todos los sistemas)

1. Desconecte el negativo de la bobina o algún sistema para que el motor no encienda.
2. Conecte un amperímetro (de preferencia inductivo) al cable positivo de la batería y dé marcha durante 8 s (Fig. 69); compare la lectura con la tabla 7.
3. Si la lectura excede lo especificado, repare o dé servicio al motor de arranque.



**Fig. 69** Prueba de amperaje a la batería

- Reestablezca el sistema desconectado y encienda el motor.

Cilindros	Amperaje
4	120 - 160 A
6	160 - 210 A
8	180 - 210 A

*Tabla 7....Lectura de amperaje*

---

### IMPORTANTE

*Recuerde que el amperímetro se conecta en serie y el voltímetro en paralelo tal como se muestra en las figuras 68 y 69.*

---

#### 4.1.4 PARA PASAR CORRIENTE

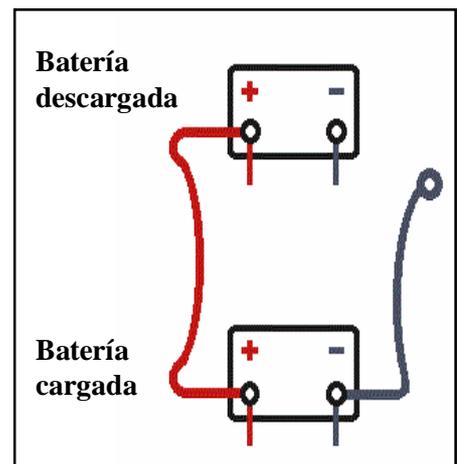
- Con el freno de estacionamiento aplicado, conecte las puntas del cable rojo a las terminales positivas (+) de ambas baterías (Fig. 70).
- Una punta del cable negro al negativo (-) de la batería cargada.
- La otra punta del cable negro al motor o transmisión del vehículo con la batería dañada. Debe hacer buena tierra.
- Encender el vehículo averiado.
- Quitar los cables en el orden inverso a la colocación.
- Encender el vehículo con batería cargada.



#### ADVERTENCIA

*No se debe cortocircuitar la batería ni alumbrarse con llama ya que se puede producir una explosión. Recuerde que no se debe fumar mientras se trabaja en el vehículo.*

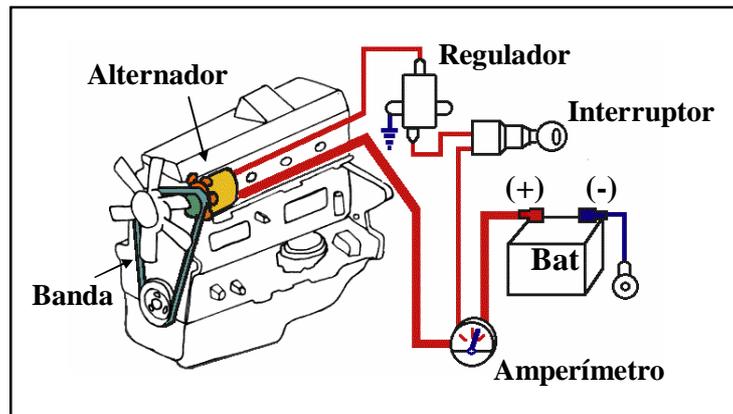
---



**Fig.70** Orden para pasar corriente

## CAPÍTULO V. SISTEMA DE CARGA

*Cuando el motor de un vehículo es encendido, la batería suministra la energía necesaria para el arranque. En el momento en que el motor está funcionando, el sistema de carga abastece de energía a varios sistemas eléctricos como son: de encendido, faros, luces traseras, luces de frenos, claxon, etc. (Fig. 70).*



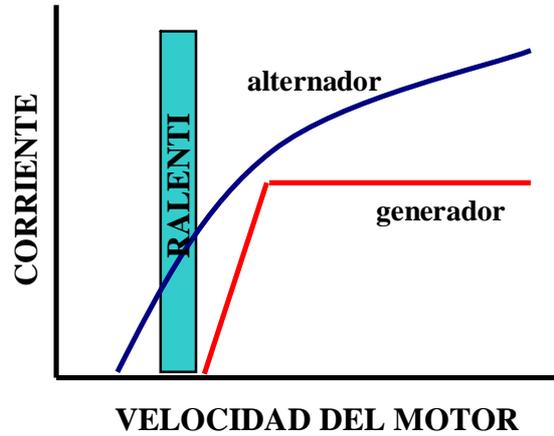
*Fig. 70 Sistema de carga*

Los sistemas de carga de los vehículos actuales utilizan un componente llamado **alternador**, el cual genera corriente alterna (ca) que luego es transformada a corriente continua (cc) necesaria para satisfacer los siguientes requerimientos del automóvil:

- Suministrar cc a todos los componentes eléctricos mientras el motor funciona.
- Cargar rápidamente a la batería después del arranque.
- Estabilizar la tensión (voltaje) del alternador a cualquier velocidad del motor.

En los vehículos pasados y en el VW sedan hasta el modelo 1991 se utilizó el generador en lugar del alternador. **El generador** presenta grandes desventajas, ya que la gama de velocidades del motor es muy reducida. Además, cuando el motor está en velocidad de ralentí, el sistema no carga a la batería (Fig. 71).

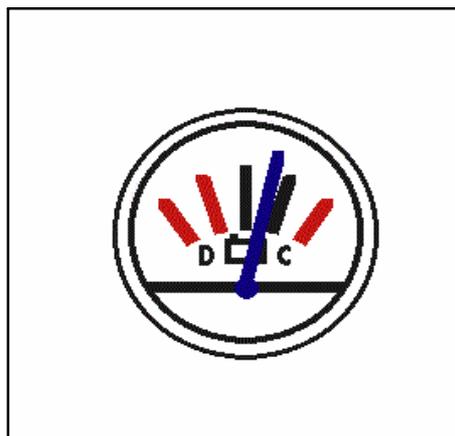
En el sistema de carga está la **batería**, que tiene la función de entregar la energía necesaria para el arranque correcto y cuando la demanda es excesiva. Para mayor información vea el sistema de arranque.



*Fig. 71 Alternador Vs. Generador*

Unos **dispositivos de medición y/o luces de advertencia** van colocados en el tablero del vehículo. Puede ser un voltímetro, un amperímetro, o simplemente un foco indicador con un escrito "ALT" o "AMP" y/o una batería dibujada. Estos componentes muestran el funcionamiento del sistema de carga (algunos de manera deficiente).

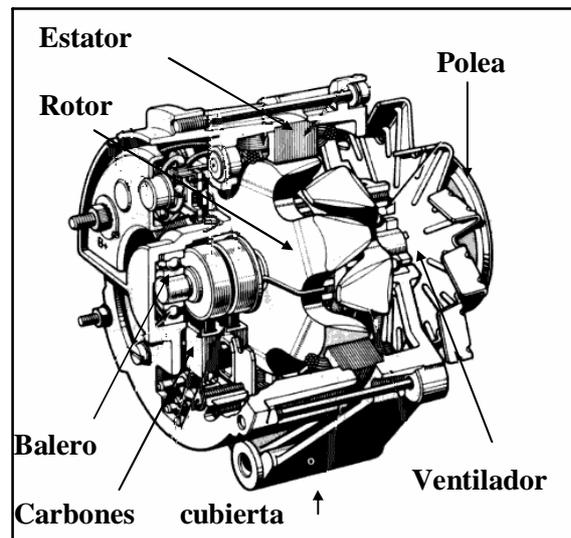
Si en el tablero está un foco indicador, este se prenderá cuando el interruptor esté colocado en posición de encendido y se apagará cuando se pone en marcha el motor o se desconecta el interruptor. Cuando el tablero cuenta con un voltímetro o un amperímetro (Fig. 72), la aguja deberá moverse ligeramente hacia la derecha cuando el motor aumenta la velocidad. Esto puede variar de vehículo a vehículo, por lo que es necesario consultar el manual del propietario.



*Fig. 72 Amperímetro*

Cuando se gira el **interruptor de ignición** a la posición de encendido permite el paso de corriente a muchos componentes, entre ellos, a los indicadores del tablero y al alternador.

**El alternador** es un elemento que convierte la energía mecánica, proveniente del cigüeñal, en energía eléctrica necesaria para los sistemas eléctricos (Fig. 73). Mientras que en los vehículos la batería desempeña el papel de acumulador de energía cuando el motor está parado, el alternador es para la marcha la auténtica “central eléctrica” del vehículo. Tiene la misión de abastecer de energía a casi todos los dispositivos consumidores de corriente.<sup>(2)</sup>



*Fig. 73 Corte de un alternador*

El alternador básicamente se compone de:

- Un estator
- Un rotor
- Un conjunto de diodos rectificadores
- Dos baleros o cojinetes
- Una cubierta
- Una polea
- Un ventilador

---

<sup>(2)</sup> *Alternadores trifásicos*. Departamento de impresos técnicos, KH/VDT. Robert Bosch GmbH. Pag. 2.

En el **alternador**, el campo magnético se mueve para que los conductores del estator corten las líneas de campo magnético en movimiento. Esto se logra porque el cigüeñal transmite movimiento a la polea del alternador, que está en un extremo del rotor, por medio de una banda. **El rotor** gira logrando que el polo norte y el polo sur se alternen y, al pasar por los conductores del estator, se induce una corriente que fluye por el conductor y circuito. Esta corriente fluye primero en una dirección y, conforme gira el rotor, fluye en otra dirección obteniéndose una corriente alterna (ca). La corriente fluye a **los diodos rectificadores** en donde se convierten en corriente continua (cc).

Otra diferencia muy importante entre el alternador y el generador es que, en el primero, el campo magnético gira y los conductores estáticos cortan la línea de fuerza magnética; y en el generador, los conductores giran y el campo magnético permanece estático.

Una de las características en el diseño del alternador es que regula o limita su propia salida de corriente máxima. Sin embargo, es indispensable regular la tensión o voltaje que aumenta con la velocidad del motor, ya que un voltaje demasiado alto puede dañar algunos componentes eléctricos e inclusive a la computadora; para esto se coloca un regulador de voltaje.

**El regulador de voltaje** controla por tiempos la corriente de campo. Es decir, a bajas velocidades permite el paso de la corriente de campo por periodos largos para que el voltaje aumente. Conforme la velocidad del motor aumenta, limita la corriente de campo en periodos cortos para mantener constante la tensión del alternador en todo margen de velocidades.

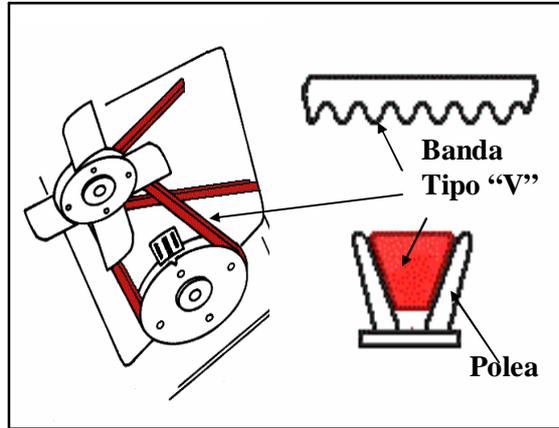
En el pasado se utilizaron los reguladores mecánico-eléctricos que fueron reemplazados por los reguladores electrónicos montados, casi siempre, en el alternador. En los vehículos nuevos, el sistema tiene la regulación de voltaje controlada por computadora.

En la mayoría de los vehículos el máximo voltaje de carga es de 14.2 V, aunque en algunos vehículos, como el Tsuru de Nissan, el límite es de 15.5V.

El cigüeñal transmite movimiento por medio de una o más **bandas o correas** a otros componentes como: alternador, dirección hidráulica, aire acondicionado, bomba de agua, etc. Son fabricadas de hule resistente con fibras reforzantes que proporcionan gran resistencia a las cargas, al calor, al aceite, y al agua, entre otros.

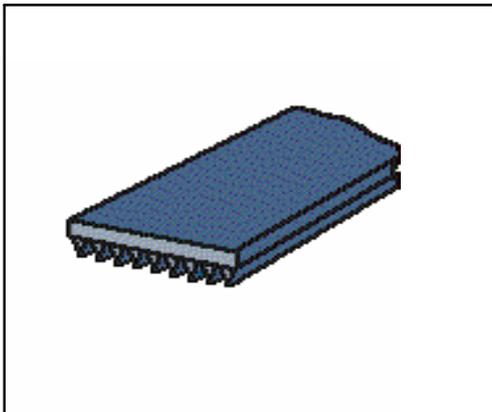
Las bandas más comunes en México son: las tipo "V" y micro "V".

**Las bandas tipo "V" o trapezoidales** apoyan las paredes laterales con las poleas para poder transmitir mejor el movimiento (Fig. 74). Actualmente son dentadas con la finalidad de que se enfríe más rápido y pueda flexionarse mejor.

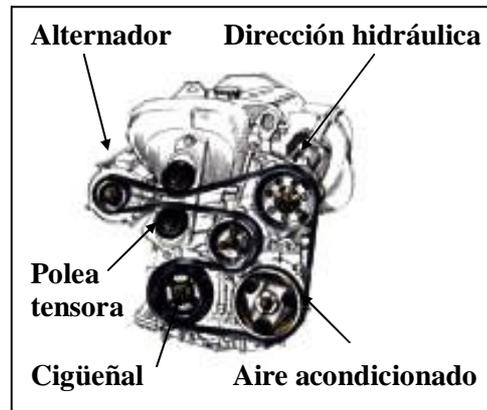


*Fig. 74 Bandas tipo "V"*

Las **bandas micro "V" o serpentín** (Fig. 75) reemplazan a las anteriores, pues con una sola banda se puede transmitir movimiento a la mayoría de los componentes (Fig. 76). Tienen varias costillas a lo largo que se ajustan en unos canales hechos en las poleas.



*Fig. 75 Banda micro "V"*



*Fig. 76 Banda y accesorios*

## 5.1 PRUEBAS Y SERVICIO AL SISTEMA DE CARGA

### 5.1.1 INSPECCIÓN VISUAL AL SISTEMA

(aplica a todos los sistemas)

1. La batería debe estar en buen estado y cargada.
2. Con el motor apagado revise cables, arneses y acoplamientos, tierras, etc.

---

#### IMPORTANTE

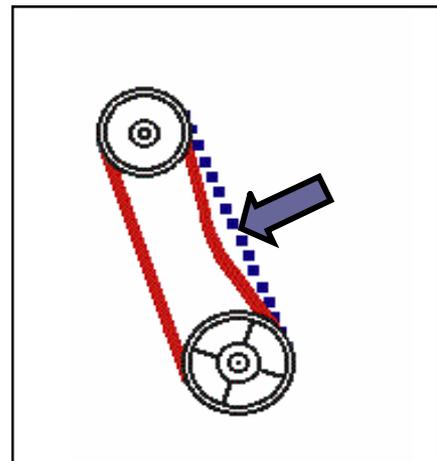
*Cuando se trabaje con bandas y con el sistema de carga, es necesario desconectar el negativo de la batería. Observe las recomendaciones para trabajar en el vehículo debido a que, en algunos casos, es necesario suministrar voltaje al cenicero o a los cables de alimentación cuando se desconecta la batería, debido a que se pierde la memoria del radio ocasionando que no encienda. En otros vehículos es la computadora la que se afecta.*

---

### 5.1.2 VERIFICACIÓN DE BANDAS

(aplica a todas las bandas)

1. Con el motor apagado, revise que las bandas no estén rotas o gastadas, con grasa o aceite, fracturadas, cristalizadas, etc. En caso necesario, cambie la banda afectada.
2. Si tiene un probador de tensión, cheque las bandas siguiendo las instrucciones de la herramienta
3. Compruebe el ajuste ejerciendo presión sobre las bandas; deben ceder máximo 1 cm (Fig. 77).
4. Ejerza en las bandas una ligera torsión, deben permitir máximo 90°. Una torsión excesiva puede causar daño a la banda.
5. Cambie o ajuste si es necesario.



**Fig. 77** Verificación de tensión de bandas



### ADVERTENCIA

*No toque las bandas o intente ajustarlas cuando el motor esté funcionando. De ser posible, ponga las llaves alejadas del vehículo.*

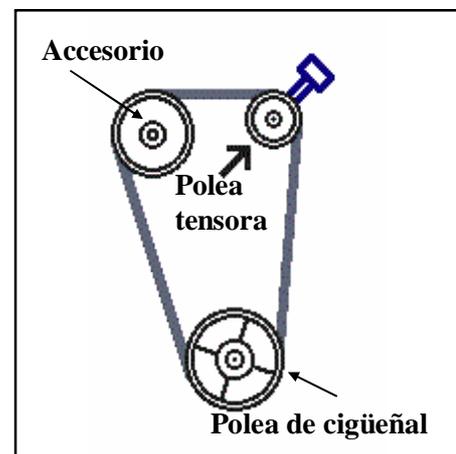
---

#### 5.1.3 CAMBIO DE BANDA

(aplica a todas las bandas tipo V y micro V)

##### Bandas tipo V

1. Con el motor apagado y frío, afloje los tornillos superior e inferior del accesorio afectado hasta que pueda moverse. En algunos casos es necesario aflojar un tornillo guía o girar una polea tensora (Fig.78).
2. Empuje el accesorio hacia adentro de tal forma que la banda se destense y pueda retirarse fácilmente.
3. Retire la banda y **compárela con la nueva**, deben ser iguales.
4. Coloque la banda nueva cuidando de no torcerla.
5. Jale el accesorio hacia afuera y apriete ligeramente los tornillos. Si trae tornillo guía, gírelo hasta obtener la tensión correcta y apriete los tornillos del accesorio. Pase al punto No. 7.
6. Si no trae tornillo guía, será necesario mover el accesorio con una palanca suave hasta que la tensión de la banda sea la adecuada (hacer palanca en lugares resistentes) y apriete adecuadamente.
7. Ponga en marcha el motor durante 5 minutos, apáguelo y **compruebe la tensión** (recuerde que la banda sufre elongación).



**Fig.78** Ajuste de banda tipo "V"

---

### IMPORTANTE

*En el caso de reemplazar las bandas tipo "V" antiguas, se recomienda colocar bandas dentadas de buena marca, pero de la misma medida.*

---

#### Banda micro "V" (tipo serpentín)

1. Observe perfectamente la ruta de la banda; si es necesario, **dibújela en un papel** (Fig. 79).
2. Localice la polea tensora y, con la herramienta correcta, gírela haciendo palanca en el lugar adecuado hasta que la banda esté floja (Fig. 80).
3. Quite la banda y **compárela con la nueva**, deben ser de dimensiones iguales. Si desea saber cual es la banda correcta puede consultar las paginas:

**gates.com.mx**  
**bosch.com.mx.**

4. Coloque la banda nueva en las poleas. Si parece corta, empiece por otra polea. Se recomienda dejar la polea más pequeña hasta el último.
5. Coloque en su lugar la polea tensora y tense la banda. Observe si quedó correctamente enrutada.
6. Opere el motor durante 5 min. y observe que la polea tensora no vibre mucho. Algunos motores tienen marcas que indican si la tensión es correcta.

---

### IMPORTANTE

*El observar pequeñas grietas no implica necesidad de cambio. Revise que estén enrutadas correctamente y cambie cada 80 000 Km o antes si es necesario.*

---

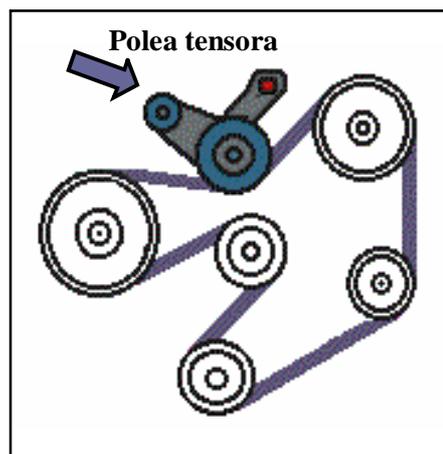


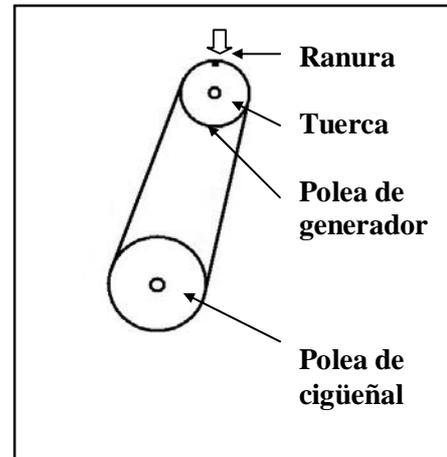
Fig. 79 Ruta de la banda micro V



Fig. 80 Polea tensora

## Banda de generador VW

1. Afloje, con una llave de 3/4" (puede utilizarse una llave de cruz para llantas), la tuerca que está al frente del generador. Para esto, es necesario introducir una barra en la ranura de la polea exterior para evitar que gire (Fig. 81).
2. Quite la tuerca, la arandela, las laines, y la polea exterior. Cunte las laines que están entre las dos poleas.
3. Quite la banda y **compárela con la nueva.**
4. Coloque la banda nueva, instale las laines, la polea y la tuerca con su arandela.
5. Apriete la tuerca haciendo palanca en la ranura. Si se desea tensar más la banda, quite una o dos laines que están entre las poleas; si desea menos tensión, coloque más laines entre las poleas.
6. Ponga en funcionamiento el motor y verifique el funcionamiento de la banda.

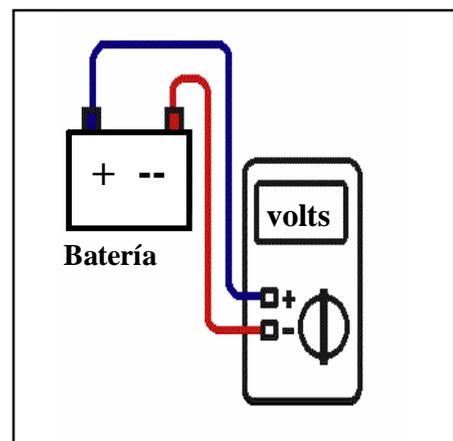


*Fig. 81* Banda de generador

### 5.1.4 PRUEBAS Y SERVICIO AL SISTEMA EN GENERAL

(aplica a todos los vehículos)

1. Con el motor apagado, conecte el cable rojo del voltímetro al positivo de la batería y el cable negro a una buena tierra o al negativo de batería (Fig. 82).
2. Con el motor encendido, pise el acelerador a 2000 rpm y observe la lectura.
3. Suelte el acelerador y observe la lectura.
4. Repita los pasos 2 y 3 pero con luces prendidas y observe la lectura.



*Fig. 82* Verificación de voltaje

5. Apague el motor, retire el voltímetro, y compare las lecturas con los datos de la siguiente tabla.

<b>Lectura</b>	<b>Resultado</b>
14.5 V o más	Sobrecarga. Es posible que el regulador esté dañado
13.8 a 14.4 V	El sistema está cargando bien
13 a 13.7 V	El sistema requiere próximo mantenimiento
Menos de 13 V	El sistema no carga. Posible alternador o regulador con falla

*Tabla 8 lectura de carga de alternador*

---

**IMPORTANTE**

*Si se escucha un rechinado dentro del alternador cuando gira, se debe dar servicio inmediatamente.*

---

---

**IMPORTANTE**

*Si el foco indicador no se apaga durante una conducción normal o la aguja de los aparatos medidores no se mueve o lo hace hacia la izquierda, deberá revisarse el sistema de carga.*

## CAPÍTULO VI. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

Dentro del motor se generan temperaturas muy altas que alcanzan los 2500°C en la cámara de combustión. El sistema de enfriamiento (Fig. 83) elimina el exceso de calor ya que, si el motor se sobrecalienta, las partes metálicas se expanden y el aceite se quema ocasionando que el motor se pegue.

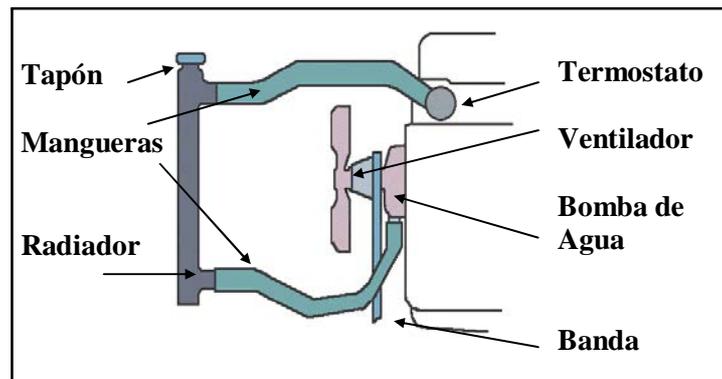


Fig. 83 Sistema de enfriamiento

Hay dos tipos de sistemas de enfriamiento: por aire y por líquido.

El más usado es el enfriamiento por líquido debido a que presenta grandes ventajas sobre el enfriamiento por aire. De los vehículos nacionales, solo en el Sedán de VW y en algunos motores antiguos se utiliza el sistema de enfriamiento por aire.

Los motores que utilizan sólo el sistema de enfriamiento por aire alcanzan más rápido la temperatura normal de funcionamiento; sin embargo, es más lento el enfriamiento y emite más ruido. La principal ventaja es que no utiliza refrigerante líquido, lo que da mayor autonomía y no presenta fugas.

### 6.1 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR LÍQUIDO

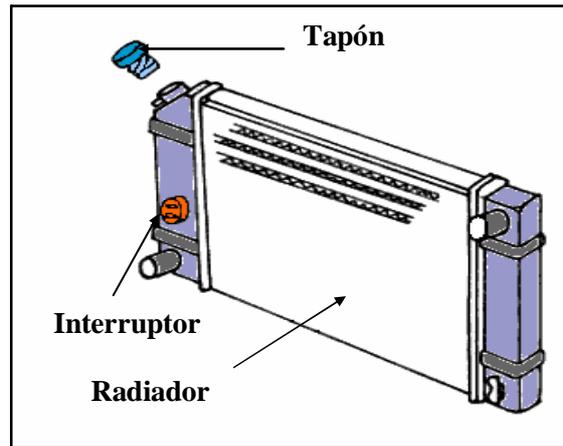
La ventaja principal de éste sistema es que tiene un mejor control de temperatura del motor. Se utiliza una mezcla de agua con refrigerante que circula por unos conductos dentro del motor, absorbiendo el calor y llevándolo hacia el radiador, el cual es enfriado por aire. La temperatura dentro del sistema varía, según el diseño del motor, entre 85° y 105°C, y se denomina **TNF (temperatura normal de funcionamiento)**. Este sistema también usa aire como refrigerante debido a que el motor está expuesto al flujo cuando avanza o cuando funciona el ventilador.

Las funciones principales del sistema de enfriamiento son:

- Hacer que el motor alcance la TNF lo más rápido posible
- Regular la temperatura del motor

- Transferir el calor al medio exterior.

Al frente del vehículo se encuentra un intercambiador de calor llamado **radiador** que está expuesto al flujo directo del aire (Fig. 84).



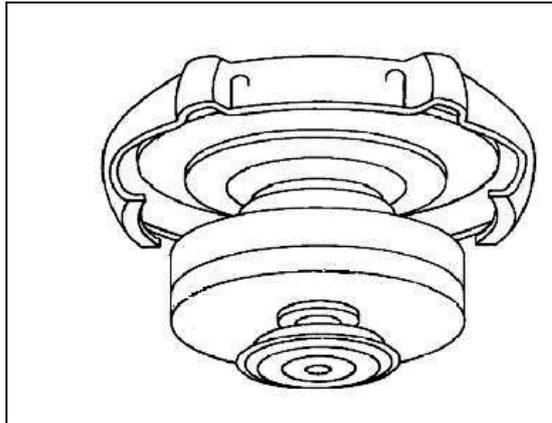
*Fig. 84 Radiador de flujo horizontal*

La mezcla caliente de agua con refrigerante llega al radiador por la parte superior y pasa por unos tubos muy finos que son enfriados por aire. Estos tubos tienen por la parte de afuera unas aletas muy delgadas que ayudan a transferir el calor de la mezcla hacia el exterior.

Hay dos tipos de radiadores: los de flujo descendente y los de flujo horizontal. La diferencia está en la posición de los tubos, y por consiguiente, en la conducción del líquido dentro del radiador. Esto hace más eficiente al de flujo horizontal debido a que los tubos son más largos y hay más tiempo para enfriar. Cuando el vehículo tiene transmisión automática, el aceite ATF (automatic transmission fluid) es enfriado cuando pasa por un conducto especial dentro del radiador.

Los radiadores antiguos tenían el núcleo de latón o cobre; los modernos son fabricados de aluminio y con cabezas de plástico. Aunque en el mercado existen radiadores de metal que han demostrado ser confiables.

En la parte superior del radiador generalmente se localiza un cuello en donde se coloca **el tapón de radiador** (Fig. 85), aunque algunos sistemas lo traen en el tanque de recuperación.



*Fig. 85 Tapón de radiador*

Es una tapa que permite que la presión dentro del sistema aumente a un determinado valor. Contiene una válvula de presión y una válvula de alivio para proteger al sistema de presiones elevadas o fugas causadas por vacío.

Conforme el motor se calienta, el fluido se expande y la presión aumenta. Cuando esta presión excede el límite, levanta del asiento a la válvula de presión permitiendo que se libere la presión excedente y parte del fluido pase al tanque de recuperación. Cuando el fluido dentro del radiador se enfría, se contrae y la presión descende, la válvula de admisión del tapón se abre permitiendo que líquido del tanque de recuperación regrese al radiador.

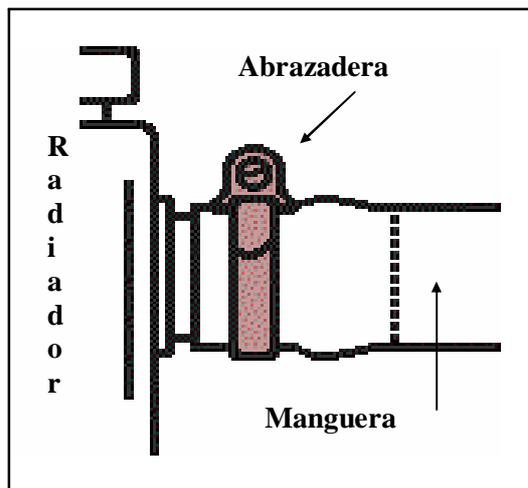
En la mayoría de los taponos de radiador está estampado el régimen de presión que generalmente es de 13 a 16 psi.

El cigüeñal transmite movimiento a **la bomba de agua centrífuga** y ésta hace circular la mezcla en grandes caudales a baja presión por todo el sistema. Casi siempre está al frente del motor y es movida por una banda o por engranes.

Dentro de la bomba hay un eje que tiene, en un extremo, un impulsor de plástico o de metal y en el otro, una polea. Cuando gira el impulsor, unos álabes empujan, debido a la fuerza centrífuga, al refrigerante hacia el interior del motor. El eje gira sobre uno o más cojinetes.

Para evitar que el refrigerante toque a los cojinetes, se coloca un sello de carbón; entre el cojinete y la junta hay un orificio de desagüe. Cuando el refrigerante escapa por este orificio, indica que es necesario cambiar la bomba.

Generalmente hay dos **mangueras de radiador**: La superior, que conduce la mezcla caliente del motor al radiador; y la inferior, que conduce la mezcla fría del radiador a la bomba de agua. Son fabricadas de hule sintético y son moldeadas. Todas las mangueras están fijadas en sus extremos por unas abrazaderas. La manguera inferior puede tener un resorte por adentro que sirve para evitar que se deforme al momento de encender el vehículo.



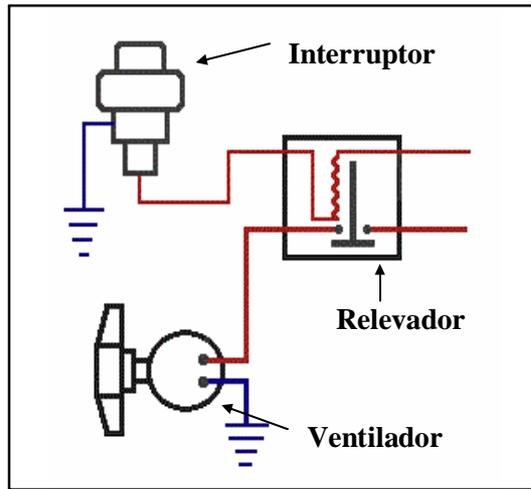
*Fig. 86 Manguera de radiador*

Junto al radiador está colocado **el ventilador** que aspira aire fresco a través de los tubos y aletas del radiador. Su principal función se realiza con el motor en ralentí y a baja velocidad. Las aspas pueden ser de acero o plástico, siendo este último el más usado. Actualmente van junto a una tolva que aumenta la eficiencia del ventilador.

Hay tres tipos de ventiladores:

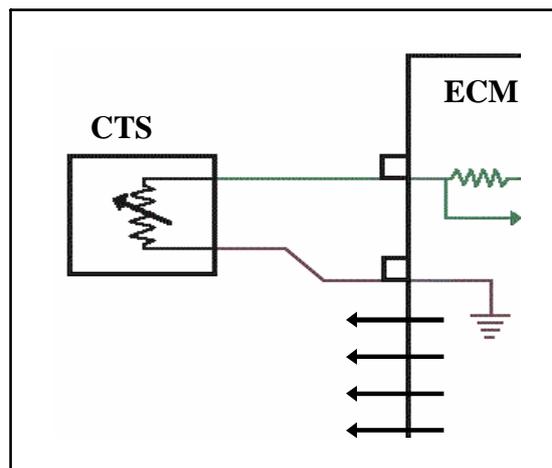
1. **Los ventiladores mecánicos** trabajan todo el tiempo y son movidos por una banda. Incluyen una polea que está colocada en un extremo del eje de la bomba de agua. Generalmente se usan en los vehículos con tracción trasera.
2. **Los ventiladores de embrague** son movidos igual que los mecánicos, con la diferencia de que se desacoplan a determinada velocidad del motor o a determinada temperatura. Pueden ser térmicos o no térmicos.

3. **Los ventiladores eléctricos** (Fig. 87) tienen un motor que funciona con el voltaje de la batería y es accionado cuando el refrigerante llega a la temperatura indicada. Generalmente se utilizan en los motores transversales.



*Fig. 87 Ventilador eléctrico con interruptor*

Lo que detecta cuándo debe prender y apagar el ventilador es **el interruptor del motor del ventilador** que está colocado en el radiador, cerca de la manguera superior, o en la caja del termostato (Fig. 88).

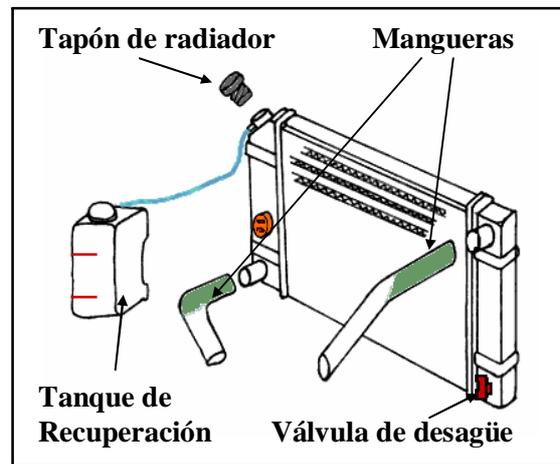


*Fig. 88 Sensor de temperatura de refrigerante*

Cuando la mezcla alcanza determinada temperatura, el interruptor se cierra, permitiendo el paso de voltaje a la computadora o al relevador del ventilador.

En la actualidad se utiliza un **sensor CTS o ETC** conectado a la computadora. Este sensor, que es de tipo NTC (Negativer Temperatur Coeficient), monitorea la temperatura de funcionamiento del motor y envía constantemente una señal variable de voltaje a la computadora, la cual, además de controlar el ventilador, controla la entrega de combustible, entre otras funciones.

El radiador está unido al **tanque de recuperación** por una manguera delgada (Fig. 89).

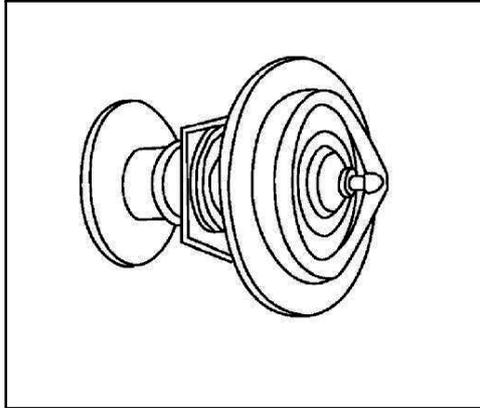


*Fig. 89 Radiador y sus componentes*

Cuando el líquido del sistema se calienta, se expande fluyendo parte del líquido del radiador hacia el tanque de recuperación. Cuando el motor está frío y es puesto en marcha, se crea una baja presión en el radiador regresando el líquido del tanque.

Una pieza importante en el sistema de enfriamiento es **el Termostato** (Fig. 90). Es una llave de paso controlada por calor que obstruye el flujo del líquido mientras el motor alcanza la temperatura normal de funcionamiento. Mientras el motor está frío, el termostato permanece cerrado obstruyendo el flujo del líquido hacia el radiador mandándolo por el circuito de derivación.

Casi todos los termostatos constan de un diafragma que es cerrado por un resorte y por una pastilla de cera que, cuando se calienta, empuja al diafragma; cuando el líquido llega a la temperatura normal de funcionamiento, el termostato estará completamente abierto. En la parte superior está estampada la temperatura a la que empezará a abrir.



**Fig. 90** *Termostato de Ikon 1.6 L.  
Ford Motors Compañy*

Este sistema jamás debe trabajar sin el termostato debido a que puede causar grandes daños al motor y reducción de prestaciones principalmente por:

- Excesivo consumo de combustible
- Excesiva emisión de contaminantes
- Manejo deficiente
- Dilución del aceite y pérdida de lubricación
- Desgaste irregular en el motor
- Preignición

Como refrigerante, el agua es un fluido ideal debido a que es de bajo costo y es buen conductor de calor. Sin embargo, esto no es suficiente debido a que, si se toma en cuenta que el punto de congelación es alto y el punto de ebullición es bajo, no será suficiente para satisfacer las necesidades del sistema. Para lograr un punto de congelación más bajo, se agregan al agua aditivos refrigerantes y para elevar el punto de ebullición se presuriza el sistema.

En la actualidad, el agua se mezcla con un aditivo anticongelante llamado etilenglicol (glicol etilénico) obteniendo mejor protección contra la congelación y aumento en el punto de ebullición. Además de este aditivo se agregan otros como son: inhibidores de la corrosión para proteger a los diferentes materiales, y antiespumantes que reducen la tensión superficial del líquido. El refrigerante concentrado tal y como se compra, casi siempre es una mezcla de 94% de glicol etilénico, 3% de otros aditivos y 3% de agua.

Hasta hace poco tiempo se empezó a utilizar el glicol de propileno debido a que no es tóxico y presenta una gravedad específica cercana a la del agua.

En la mayoría de los vehículos nacionales, en especial los del Distrito Federal, se recomienda usar una mezcla de 50% de refrigerante y 50% de agua. En climas muy fríos se puede utilizar una mezcla máxima de 2/3 de refrigerante y 1/3 de agua. Recuerde que la mezcla obtendrá un color que puede ser verde o azul brillante.

Actualmente se utiliza un refrigerante de larga vida de color rojo o anaranjado que dura 240.000 km ó 5 años, lo que ocurra primero. La mezcla debe ser igual al del refrigerante convencional.

También entro al mercado nacional, un refrigerante inteligente que lo único especial es que cambia de color cuando es necesario reemplazarlo.

## **6.2 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR AIRE (V. W.)**

En este sistema de enfriamiento, las partes calientes ceden parte del calor al aire que circula alrededor del motor. Para disipar mejor el calor, se colocan varias aletas en las cabezas, camisas, y en la superficie externa del motor por donde pasa el aire.

Si el vehículo es manejado a altas velocidades, el aire que pasa alrededor del motor es suficiente para mantenerlo refrigerado. Sin embargo, si es conducido a baja velocidad o a velocidad de ralentí, un **ventilador** forma una corriente de aire que es controlada por unas **aletas** para mantener condiciones térmicas ideales. El ventilador es movido por la banda que llega al generador y está adentro de la cubierta del ventilador. Las aletas están colocadas en un mecanismo ubicado debajo de la cubierta y controlado por el **termostato de control de temperatura** que está debajo de la cabeza del lado izquierdo viendo por atrás el vehículo.

## 6.3 PRUEBAS Y SERVICIO AL SISTEMA DE ENFRIMIENTO (POR LÍQUIDO)

Para verificar el correcto funcionamiento del sistema de enfriamiento es necesario analizar tres puntos:

- La temperatura a la que está trabajando el sistema
- El consumo de líquido refrigerante
- El estado de refrigerante

### 6.3.1 INSPECCIÓN VISUAL (aplica a todos los vehículos)

1. Verifique que el radiador esté limpio y sin fugas, la banda sin daños, el sistema en general sin fugas, las aspas del ventilador en buen estado, cableado del ventilador limpio y bien instalado.

### 6.3.2 INSPECCIÓN DE MANGUERAS (aplica a todos los vehículos)

1. Revise el estado de las mangueras. Si están duras, fracturadas o con fugas, o si al encender el motor se deforman, es necesario reemplazarlas.
2. Si presenta fugas, verifique el apriete de las abrazaderas. Reemplace si es necesario (Fig. 92).
3. Revise que estén limpias, que no tengan aceite, pintura o grasa y que no estén en contacto con otras piezas.



**ADVERTENCIA**  
*Si es necesario cambiar una manguera, el motor debe estar completamente frío para evitar quemaduras.*

---

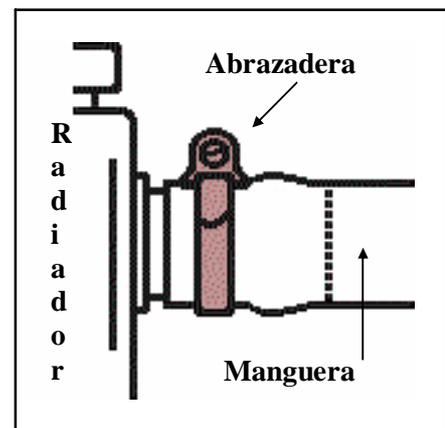


Fig. 92 Manguera de radiador

---

### IMPORTANTE

*Las mangueras deben ser originales o de tipo original. Una de las principales fallas en carretera es ocasionado por las mangueras y tapón de radiador en mal estado.*

---

#### 6.3.3 INSPECCIÓN DEL TAPÓN DEL RADIADOR

(aplica a todos los sistemas)

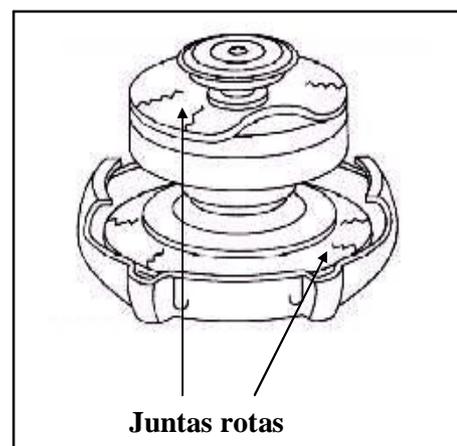
1. **Con motor frío**, coloque un trapo sobre el tapón, presione y gire hacia la izquierda hasta llegar a un tope. **Espere un minuto**, gire nuevamente el tapón en el mismo sentido hasta que salga (Fig. 93). Si el tapón tiene rosca, gírelo hacia la izquierda.
2. Revise que el tapón tenga la(s) junta(s) y que esté en buen estado.
3. Limpie el tapón y el cuello del radiador con agua y cepillo.
4. Si cuenta con un probador de tapones, siga las instrucciones del fabricante.
5. Coloque el tapón del radiador, verifique el apriete, encienda el motor y verifique que no tenga fugas.

---

### IMPORTANTE

*El tapón del radiador debe ser de tipo original y del régimen de presión correcta.*

---



**Fig. 93** Revisión del tapón



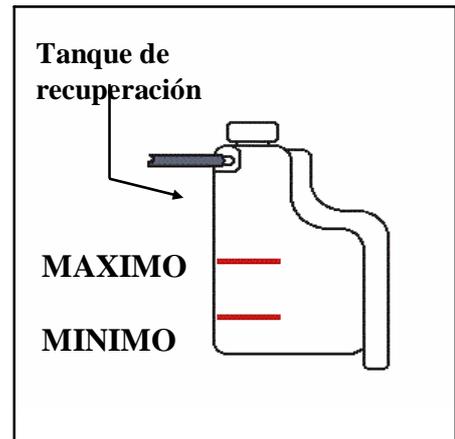
#### **ADVERTENCIA**

*El tapón de radiador y el sistema en general no se debe tocar o abrir estando caliente el motor ya que puede causar quemaduras graves.*

---

#### **6.3.4 CONSUMO DE REFRIGERANTE (aplica a todos los vehículos)**

1. Verifique el nivel de la mezcla. En algunos vehículos las marcas (mín. y máx.) o (hot y cold) están en el radiador cerca del tapón; y en otros, en el tanque de recuperación (Fig. 94). De ser necesario, consulte el manual del conductor.
2. Si es necesario, agregue refrigerante al 100 % o de preferencia listo para usarse.



**Fig. 94** Tanque de recuperación

#### **6.3.5 ESTADO DEL REFRIGERANTE (aplica a todos los vehículos)**

1. Verifique que la mezcla esté limpia, sin cambio de color, sin aceite y sin burbujas
2. Si se cuenta con refractómetro, tiras de ensayo o hidrómetro, haga la prueba según el fabricante.

---

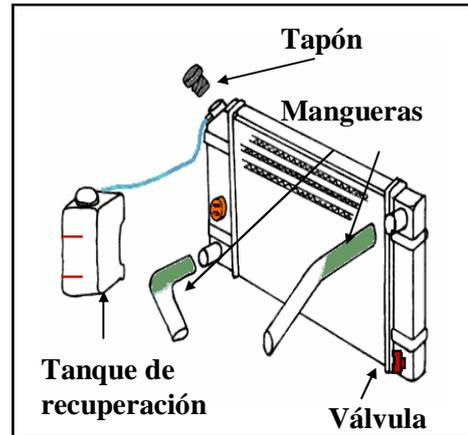
#### **IMPORTANTE**

*Si se localiza aceite en el refrigerante, posiblemente el motor o el radiador estén fracturados. Es necesario corregir la falla antes de que el motor sufra un daño mayor.*

---

### 6.3.6 CAMBIO DE REFRIGERANTE (aplica a la mayoría de los vehículos)

1. Con motor frío, quite el tapón del radiador (Fig. 95).
2. Abra la válvula de desagüe o desconecte la manguera inferior para drenar el sistema.
3. Retire, limpie y coloque el tanque de recuperación.
4. Apriete la válvula de desagüe o coloque la manguera en su lugar.
5. Con la mezcla ya preparada y mezclada, llene el radiador y el tanque de recuperación.
6. En algunos autos, es necesario purgar el sistema con una bomba. Siga la prueba de presión de radiador (Pág. 85). De ser necesario, consulte el manual de servicio.
7. Encienda el motor y apáguelo a los 5 min. Verifique que el sistema no presente fugas.
8. Llene nuevamente el radiador y el tanque de recuperación.
9. Coloque el tapón del radiador.



**Fig. 95** Radiador y sus componentes



**ADVERTENCIA**  
*No trabaje el motor cuando esté caliente debido a que puede sufrir quemaduras graves. De preferencia trabaje con el motor completamente frío.*

---

---

### ADVERTENCIA



*El refrigerante tiene un sabor dulce y un color llamativo por lo debe mantenerse alejado de los niños y los animales. Para desecharlo, vea la Pág. 97*

---

### ADVERTENCIA



*Debido a que la mezcla es combustible, se deben tomar todas las precauciones posibles cuando se trabaje con el refrigerante.*

---

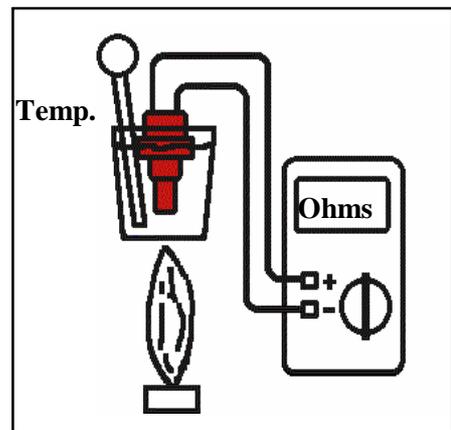
### IMPORTANTE

*La mezcla debe ser la adecuada en condiciones difíciles (climas extremosos) ya que de no ser así, el sistema trabajará deficiente; no debe exceder más del 70 % de refrigerante.*

---

#### 6.3.7 INSPECCIÓN DEL SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE (aplica a la mayoría de los vehículos)

1. **Con el motor apagado y frío**, desconecte y quite el sensor. Para ver la localización del sensor consulte el manual de servicio.
2. Coloque el sensor en un recipiente con agua y caliéntelo.
3. Con un óhmetro y un termómetro, lea la resistencia y la temperatura (Fig. 96). Compárela con las especificaciones del fabricante y cambie si es necesario.
4. Coloque el sensor en su lugar y conéctelo.



**Fig. 96** Verificación del sensor de temperatura de refrigerante

5. Encienda el motor y verifique que no haya fugas. En algunos casos es necesario purgar el sistema.

### 6.3.8 MEDICIÓN DE TEMPERATURA DE REFRIGERANTE

(aplica a la mayoría de los vehículos)

1. Si se cuenta con scanner o algún otro equipo con termómetro, siga las instrucciones del fabricante.

---

#### IMPORTANTE

*Por lo peligroso de ésta prueba, no se recomienda hacerlo si no se cuenta con el equipo necesario.*

---

### 6.3.9 PRUEBA DE PRESIÓN DE RADIADOR

(aplica a todos los vehículos)

1. quite el tapón de radiador o de depósito de refrigerante, llene el radiador según especificaciones del fabricante.
2. ajuste el probador de presión de tipo de bomba manual al cuello del radiador (Fig. 97).
3. Presurice el sistema de enfriamiento máximo 15 psi y manténgalo durante 2 minutos.
4. Observe la presión. Si la presión cae durante ese tiempo, inspeccione si hay fugas y repare según se requiera.

---

#### IMPORTANTE

*No presurice a más de 15 psi ya que puede ocasionar daño al sistema de enfriamiento e inclusive, a la junta de la cabeza del motor.*

---

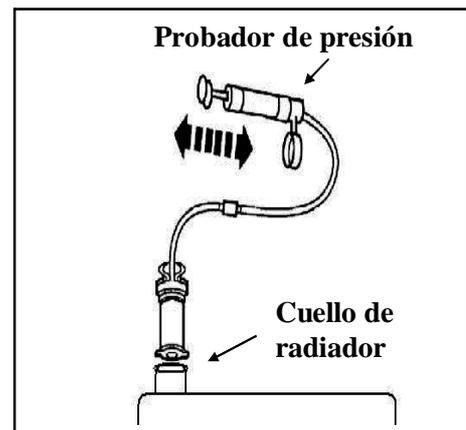
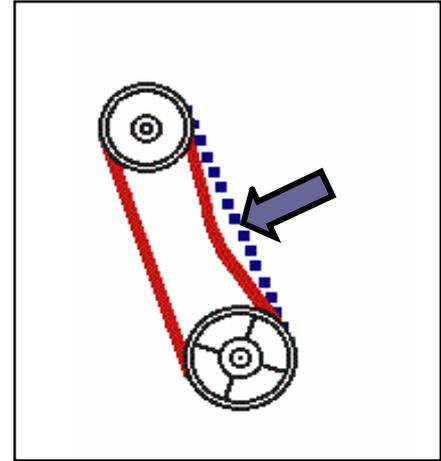


Fig. 97 Prueba de presión

## 6.4 PRUEBAS Y SERVICIO AL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO POR AIRE

### 6.4.1 INSPECCIÓN VISUAL

1. El motor debe estar limpio y sin grasa en el exterior. De ser necesario lávelo de la forma adecuada y en frío.
2. Verifique que la tensión de la banda sea la correcta y repare si es necesario (Fig. 98).
3. Verifique el tiempo básico y corrija si es necesario.
4. Verifique el nivel de aceite del motor.



**Fig. 98** Verificación de tensión de bandas

### 6.4.2 LIMPIEZA DEL VENTILADOR

1. **El motor debe estar apagado y frío.**
2. Introduzca la mano en la parte trasera de la cubierta del ventilador y verifique que no haya cuerpos extraños.
3. Si es necesario, quite la banda del generador; el ventilador debe girar libremente; corrija si es necesario.



#### **ADVERTENCIA**

*Es necesario retirar las llaves del interruptor de ignición ya que se puede sufrir un accidente*

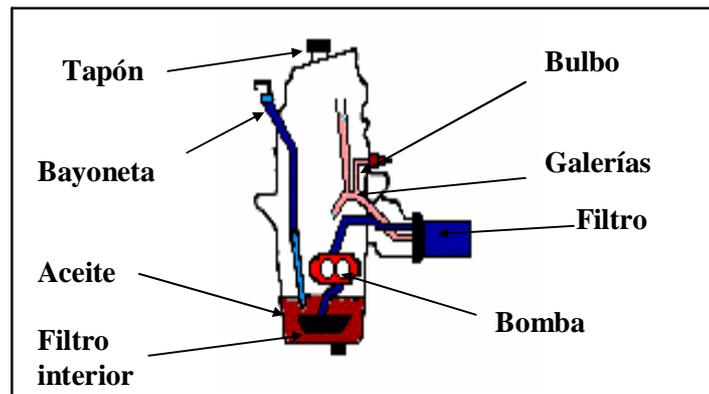
---

### **6.4.3 COMPROBACIÓN DEL TERMOSTATO**

1. **Con el motor frío y apagado**, retire el termostato ubicado debajo de la cabeza izquierda.
2. Introduzca el termostato en agua y caliéntelo a 70°C.; se debe expandir por lo menos 4.5 cm. Reemplace si es necesario.
3. Atornille el termostato en la articulación de conexión.
4. Afloje la tuerca de la ménsula y levante el termostato para que las aletas abran completamente.
5. Levante la ménsula hasta que haga contacto con la cara superior del termostato. Apriete el tornillo de la ménsula.
6. encienda el motor y verifique que no se sobrecaliente

## CAPÍTULO VII. SISTEMA DE LUBRICACIÓN

El sistema de lubricación está diseñado para cumplir con diversas funciones como son: lubricar piezas sometidas a fricción, reducir al máximo el desgaste, enfriar el motor y filtrar el aceite (Fig. 100).



*Fig. 104 Sistema de lubricación*

En el motor pueden producirse tres tipos de fricción: hidrodinámica, semiseca y seca.

**La fricción** se define como la resistencia que se opone al movimiento cuando dos superficies están en contacto. **La fricción hidrodinámica** se presenta cuando dos superficies están separadas por lubricante; la **fricción semiseca** se logra cuando hay presencia de lubricante, pero también hay contacto entre las superficies; y la **fricción seca** ocurre cuando las superficies en contacto carecen de lubricante.

Con el motor en funcionamiento, la fricción hidrodinámica casi siempre está presente, sólo al encender el motor se presenta la fricción semiseca. La fricción seca no debe existir ya que daña gravemente el motor.

Hay varias formas de lubricar un motor y más de una se utilizan en los motores modernos. Las más importantes son:

- Sistema de lubricación a presión
- Sistema de salpicadura de aceite
- Sistema de baño de aceite

## 7.1 SISTEMA DE LUBRICACIÓN A PRESIÓN

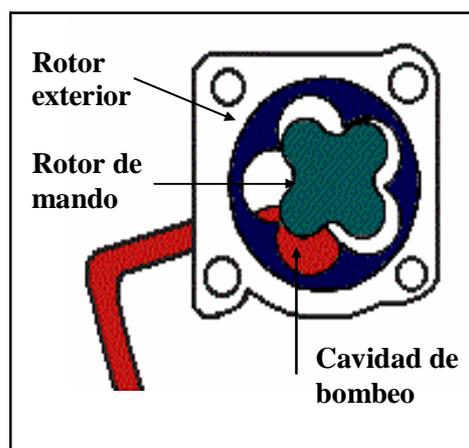
El sistema más utilizado en la actualidad es el **sistema de lubricación a presión**. El aceite, que está depositado en la parte inferior de motor (carter), es succionado por la bomba hacia el filtro de aceite, luego fluye por varias venas de lubricación que están dirigidas a ciertas partes internas del motor. Después de que el aceite llega a la pieza, cae al cárter listo para ser utilizado nuevamente.

**El carter** es la tapa inferior del motor en donde se deposita el aceite. Está expuesto al flujo de aire que se forma cuando el auto avanza para ser enfriado, y contiene un tapón para drenar el aceite y una junta que evita fugas. El cárter está expuesto a golpes por lo que se recomienda revisar periódicamente o después de sufrir un impacto con el vehículo.

Lo que absorbe aceite del cárter es **la bomba de aceite** y lo hace circular a presión por varios conductos (Fig. 101). Generalmente está ubicada en el interior del motor y es movida por el árbol de levas, una flecha auxiliar y, en algunos casos, por el cigüeñal.

Hay dos tipos de bombas:

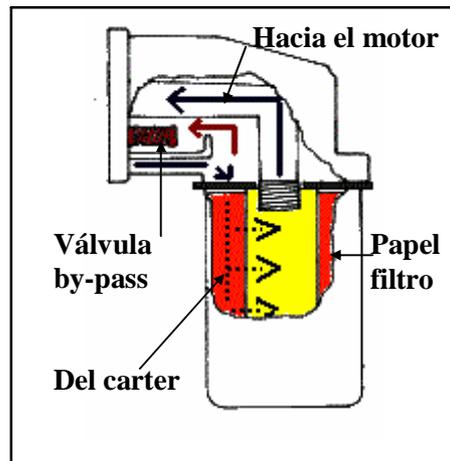
- **La bomba de engranes** tiene dos piñones engranados entre sí que, cuando giran, de un lado atrapa el aceite y del otro lo manda a presión a los conductos internos del motor (Fig. 101).
- **La bomba de rotor** tiene un rotor interior y uno exterior que, conforme giran, presurizan el aceite forzándolo a salir de la bomba.



*Fig. 101* Bomba de rotores

Cuando el aceite es presurizado pasa por **el filtro de aceite** que debe ser capaz de retener partículas contaminantes que circulan con el aceite (Fig. 102). En el extremo del filtro se observan varios orificios. El aceite, que es presurizado por la bomba, entra por los orificios laterales (pequeños) y sale filtrado por el orificio central (grande). Algunos filtros tienen una válvula de paso que permite circular aceite en caso de que el filtro se tape.

El filtro de aceite debe ser del tamaño especificado por el fabricante, ya que de no ser así, puede sufrir golpes y no filtrar debidamente el aceite.

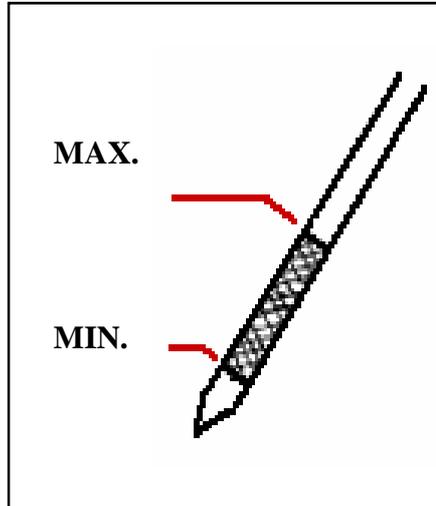


*Fig. 102 Filtro de aceite*

Después de que el aceite se filtra, entra a **los conductos de aceite**, también llamados **pasajes** o **galerías**. Dichos conductos transportan el aceite a las áreas o piezas que necesitan lubricación y/o enfriamiento. Algunos conductos tienen cambios de sección para reducir la presión.

El nivel de aceite que está en el cárter se puede observar por una varilla llamada **bayoneta** (Fig. 103) colocada en un **tubo** en dirección al cárter del motor y generalmente tiene un mango de color amarillo o naranja. En la parte inferior se encuentra una marca para verificar el nivel.

En una línea de presión está ubicado **el bulbo de presión de aceite** que detecta la presión que hay en el sistema. Este bulbo manda una señal al aparato de medición o a un foco que se encuentra en el tablero. En algunos autos se coloca un **sensor de presión de aceite** que manda una señal a la computadora la cual, en caso de ser necesario, no permite que arranque el motor y se dañe por falta de aceite.



*Fig. 103 Bayoneta*

## 7.2 ACEITE DE MOTOR

Los aceites para motor son una mezcla de materia prima básica (80%) y aditivos (20%) que son utilizados para mejorar el rendimiento y la durabilidad del motor.

Entre las funciones más importantes del aceite destacan:

- Lubricar las partes móviles
- enfriar piezas sometidas al calor
- mantener limpio el motor y formar un sello para evitar el paso de gases al interior del motor

Sobresalen dos clases de aceites: los minerales y los sintéticos.

**Los aceites minerales** utilizan petróleo altamente refinado y **Los aceites sintéticos** son mezcla de hidrocarburos sintéticos y ésteres de alto índice de viscosidad.

Los aceites sintéticos son superiores a los minerales debido a que soportan presiones de  $18,000 \text{ kg/cm}^2$  o más; mientras que los minerales soportan aproximadamente  $500 \text{ kg/cm}^2$  sin que la composición molecular de vea alterada.

Ambos aceites deben cumplir con algunas propiedades necesarias para los motores. El aceite debe tener buena resistencia a la oxidación, a la corrosión, a la formación de espuma y a la formación de carbón. Además debe ser poco volátil, contar con la viscosidad adecuada, y evitar la formación de gomas y hollín.

### 7.2.1 Clasificaciones de aceites

Es absolutamente indispensable que los aceites cumplan con dos clasificaciones: por el tipo de servicio y por su viscosidad.

La **clasificación por el tipo de servicio** se usa para determinar las condiciones de lubricación que dependen de la calidad del aceite. Existen muchas especificaciones, de las cuales, la más utilizada es la **A.P.I.** (American Petroleum Institute) y se designa como se muestra en la tabla de la siguiente página.

**La viscosidad** se define como la resistencia que presenta un fluido (en este caso, el aceite) a ser movido por una fuerza. **La clasificación por viscosidad** más conocida en el mundo está designada por **SAE** (Society of Automotive Engineers). Estas designaciones indican los intervalos de viscosidad del aceite determinados por el método Saybolt y están expresados en SUS (Saybolt Universal Seconds).

En el lenguaje técnico es común que se asigne un valor determinado de viscosidad, el cual nos indica el rango de temperatura en la que el aceite trabaja mejor.

Los aceites diseñados para motores que trabajan en clima frío, tienen la letra W (winter) y están medidos a  $-18^{\circ}\text{C}$ . Estos aceites son SAE 5W, 10W, 15W, 20W Y 25W. La característica principal de estos aceites es la de permitir un arranque fácil del motor de clima frío.

Los aceites para climas no invernales son: SAE 20, 30, 40, 50 Y 60. Están medidos a  $98.8^{\circ}\text{C}$  y trabajan mejor en climas calientes; sin embargo, dificultan el arranque en climas fríos. Para evitar el cambio de aceite según la temporada y con el fin de que la lubricación sea correcta, se diseñaron aceites de grado múltiple (multigrado) que son equivalentes en viscosidad a diferentes graduaciones. Estos son: SAE 5W-30, 5W-40, 10W-30, 5W-40, 10W-40, 10W-50, 15W-40, 20W-40 Y 20W-50. Estos aceites contienen aditivos que permiten que el aceite tenga intervalos de viscosidad de acuerdo a los números anotados en el envase.

Como hemos visto, los aditivos mejoran las propiedades del aceite. Los de mayor importancia son: dispersantes y detergentes, inhibidores de la herrumbre y de la corrosión, antiespumantes, depresores del punto de fluidez, contra la oxigenación, enriquecedores del índice de viscosidad (I. V.) y antidesgaste.

Otro aceite sintético salió a la venta en los estados unidos en 1997. Se trata del aceite de viscosidad cero (0W) que, según los fabricantes, presentan muchas ventajas sobre los aceites conocidos; sin embargo, en La Republica Mexicana no se ha comercializado.

Algunas de esas ventajas son:

- Mayor protección contra el desgaste en arranques en frío.
- Puede fluir a 55° C bajo cero.
- Menores emisiones en frío.

### 7.2.2 Categorías de servicio API para motores a gasolina

<b>SA</b>	Aceite puro
<b>SB</b>	Solo contiene aditivos antioxidantes y anticorrosivos para los metales (1930 o anteriores)
<b>SC</b>	Se le agregan aditivos detergentes (1967 o anteriores)
<b>SD</b>	Aceite con resistencia a la oxidación y corrosión del motor. Mejor control de detergencia (1970 o anteriores)
<b>SE</b>	Mayor protección contra la oxidación del aceite y contra la corrosión y oxidación en los motores (1972 o anteriores)
<b>SF</b>	Mayor protección contra la oxidación del aceite, aditivos mejorados (1980 o anteriores)
<b>SG</b>	Aceite con mejor control de oxidación y protección contra el desgaste y la herrumbre. Mayor control a la formación de lodo y barniz (1989 o anteriores)
<b>SH</b>	Aceite con gran poder detergente y dispersante. Excelente control de oxidación, excede los requisitos mínimos de API (1994 o anteriores)
<b>SJ</b>	Aceite con magnífico control de oxidación y poder dispersante. Proporciona economía de lubricante y combustible (1997 o anteriores)
<b>SL</b>	Proporciona excelente protección para motores de alto rendimiento y altas RPM. protege contra la descomposición química. (2001 o anteriores)
<b>SM</b>	Para los motores actualmente en uso. Presentados el 30 de Noviembre del año 2004, Los aceites SM, están diseñados para brindar una mejor resistencia a la oxidación, protección superior contra depósitos, mayor protección contra desgastes y mejor rendimiento a baja temperatura. (En México, son pocos los aceites que cumplen esta categoría).

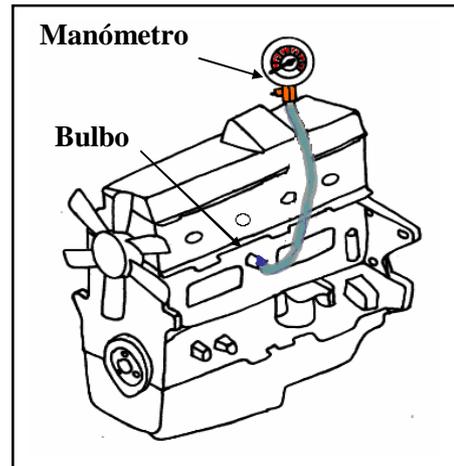
*Tabla 9 categorías de servicio API para motores a gasolina*

## 7.3 PRUEBAS Y SERVICIO AL SISTEMA DE LUBRICACIÓN

### 7.3.1 PRESIÓN DE TRABAJO

(aplica a la mayoría de los vehículos)

1. **Con el motor apagado** y a TNF desconecte y quite el bulbo de presión de aceite.
2. Coloque un manómetro para presión de aceite y encienda el motor (Fig. 104).
3. Observe la lectura y compárela con la especificada por el fabricante. Una lectura normal en la mayoría de los motores es de 10 a 60 psi. Si la lectura es baja, las causas más probables son: bajo nivel de lubricante, bomba dañada, filtro tapado y/o aceite muy caliente; repare lo necesario.
4. Retire el manómetro de presión, coloque el bulbo y encienda el motor para verificar que no existan fugas de lubricante.



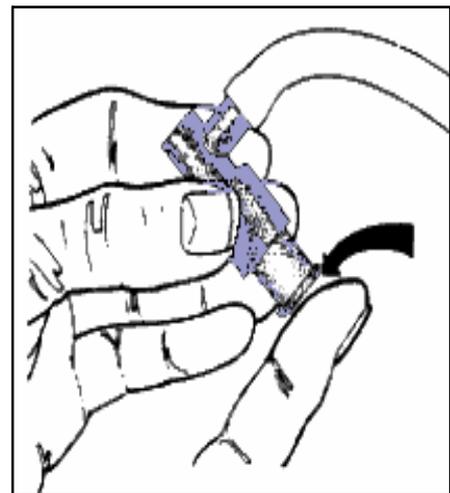
**Fig. 104** Chequeo de presión de aceite

### 7.3.2 CONSUMO DE LUBRICANTE

(aplica a todos los vehículos)

En todos los motores hay pérdida de lubricante y su consumo varía por tres posibles causas:

- Combustión
  - Fugas
  - Evaporación
1. Verifique si hay presencia de humo azul en el escape (vea página 10).
  2. Investigue si hay fugas externas de aceite en el motor; repare si es necesario.



**Fig. 105** Revisión de PCV

3. **Con el motor apagado y frío**, quite el tapón del radiador y observe si hay aceite mezclado con refrigerante; si es así, es posible que la junta de la cabeza esté dañada o el monoblock esté fracturado.
4. Revise juntas del motor, filtro de aceite, válvula PCV (Fig. 105), etc; reemplace lo necesario.

---

### IMPORTANTE

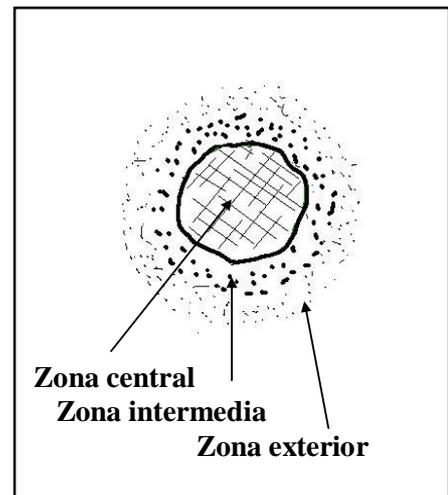
*Si hay contacto de aceite con la piel, es necesario lavarse con agua y jabón. Pruebas de laboratorio concluyen que contacto continuo con aceite produce cáncer a animales.*

---

### 7.3.3 CONTAMINACIÓN DEL ACEITE (aplica a todos los vehículos)

La contaminación se debe a varias causas:

- **Contaminación interna:** desgaste del motor, bomba de gasolina dañada, fugas en el sistema de enfriamiento, degradación del aceite, consumo excesivo de aceite.
  - **Contaminación externa:** principalmente por aire sucio.
1. Ponga en funcionamiento el motor y apáguelo después de 5 min.
  2. Saque la bayoneta para medir el nivel de aceite y observe. No debe haber agua, elementos mecánicos, polvo, etc.
  3. Con la misma bayoneta, deje caer una gota de aceite en un papel filtro (Fig. 106), espere 24 hrs. y compare los resultados con los de la tabla 10.



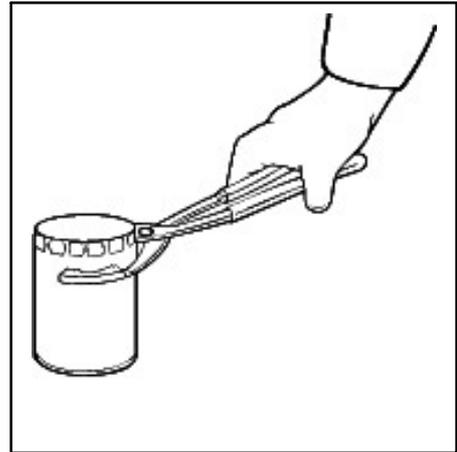
**Fig. 106** Prueba de gota de aceite

Zona	Resultado
La zona central	Muestra qué tan sucio está el aceite; mientras más limpia esté, es mejor.
La zona intermedia	Muestra el poder dispersante del aceite; mientras más grande sea, es mejor.
La zona exterior	Indica qué tanto combustible hay en el aceite; mientras más pequeña sea, es mejor.

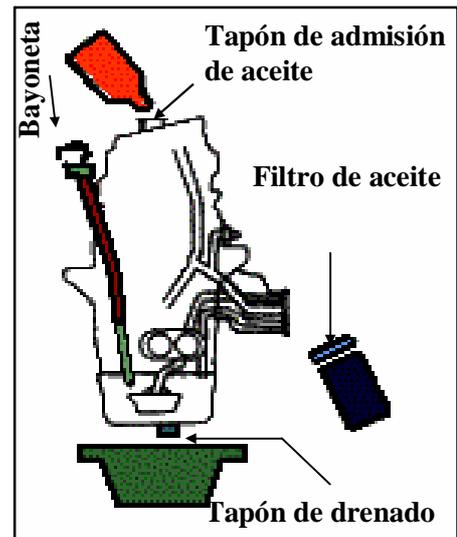
*Tabla 10 resultados de la prueba de gota de aceite*

### 7.3.4 CAMBIO DE ACEITE DEL MOTOR (aplica a la mayoría de vehículos)

1. **Con el motor apagado y frío**, levante el vehículo y **colóquelo sobre torres**.
2. Quite el tapón de drenado y de admisión del aceite; drene todo el lubricante (Fig. 108).
3. Si es necesario, quite el filtro de aceite con la herramienta correcta (Fig. 107).
4. Instale el nuevo filtro de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Coloque el tapón de drenado.
5. Baje el vehículo y llene el cárter al nivel apropiado.
6. Coloque el tapón de admisión y encienda el motor.
7. **Verifique que la luz del aceite que está en el tablero se apague.**
8. Apague el motor, verifique que no existan fugas y agregue aceite si es necesario.



*Fig. 107 Herramienta para filtros de aceite*



*Fig. 108 Cambio de aceite*

9. Deseche el filtro y aceite de la manera correcta (Fig. 109).

---

**IMPORTANTE**

*El filtro debe desecharse con un aplastador recuperando aceite, que de otra manera se derramará.*

---

---

**IMPORTANTE**

*Observe que se apague el foco del aceite que está en el tablero y verifique que no existan fugas*

---

---

**IMPORTANTE**

*El filtro de aceite debe ser del tamaño especificado por el fabricante ya que de no ser así puede sufrir golpes, además de no filtrar debidamente el aceite.*

---

---

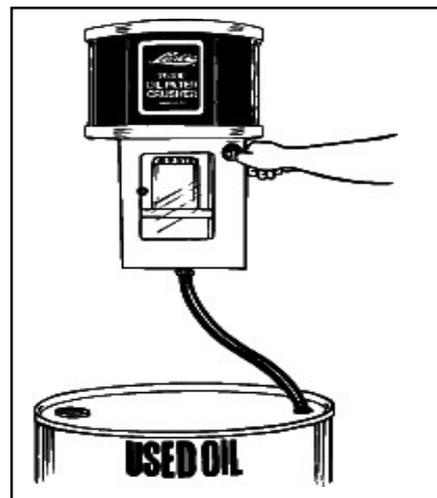
**IMPORTANTE**

*El Gobierno del Distrito Federal, el Grupo Hidrosina, Bardahl y Quaker State, elaboraron un programa de recepción de refrigerantes, aceites lubricantes usados y sus envases.*

*Para mayor información, se puede consultar las paginas:*

*Sma.df.gob.mx  
hidrosina.com.mx*

*O al telefono 52-62-38-00 ext. 3507 y3508 de  
Hidrosina,  
y al 52-78-99-31 ext. 6386 y 6389 de la Secretaría  
del Medio ambiente del D. F.*



**Fig.109** *Aplastador de filtro de aceite*

## CAPÍTULO VIII. SISTEMAS PRINCIPALES DE CONTROL DE EMISIÓN VEHICULAR.

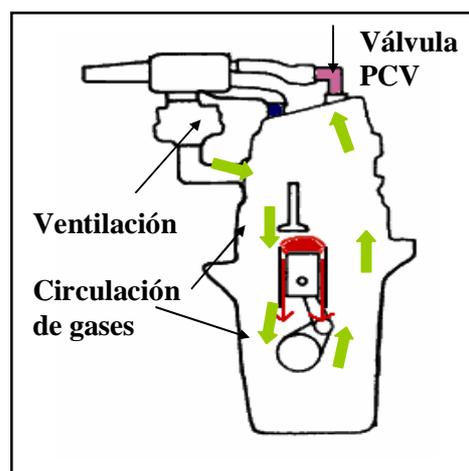
Como hemos visto, el vehículo emite contaminantes, generalmente en forma gaseosa, que necesitan ser controlados por diversos componentes debido al grave daño que producen al medio ambiente y al ser humano.

Hay varios sistemas para controlar las emisiones cuando se utiliza gasolina como combustible. Las más usuales son: sistema de emisiones del carter, sistema de emisiones de escape y sistema de emisiones por evaporación.

### 8.1 EMISIONES DEL CARTER

#### 8.1.1 SISTEMA PCV

Funciona con el motor en marcha y consiste en unas mangueras y la **válvula de ventilación positiva (PCV positive crankcase ventilation)** que reduce las emisiones de HC llevando los vapores del carter al múltiple de admisión o al filtro de aire (Fig. 110).



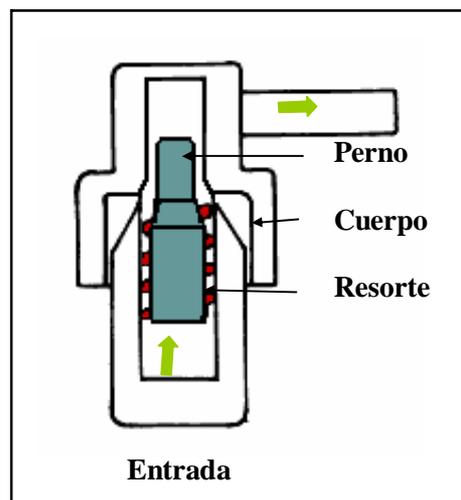
*Fig. 110 Sistema PCV*

De los gases que se producen en la combustión, una parte pasa por los anillos del pistón al cárter. Estos vapores, junto con los vapores del aceite, originan grandes presiones que son necesarias ventilar para evitar graves daños al motor.

En la parte superior del motor se localiza una ventilación que viene del filtro de aire y permite entrar aire fresco por donde cae el aceite al interior del motor. Mientras el motor está en marcha, la presión es aliviada hacia la válvula PCV, la cual se encuentra en una manguera conectada al múltiple de admisión hacia donde son llevados los vapores.

**La válvula PCV** es un dispositivo que controla el paso de las emisiones del cárter reciclándolas con la mezcla nueva (Fig. 111). Es operada por presión del múltiple y generalmente está en la tapa de punterías o en el múltiple de admisión.

Una válvula PCV dañada puede originar altos HC y presencia de humo azul en el tubo de escape.

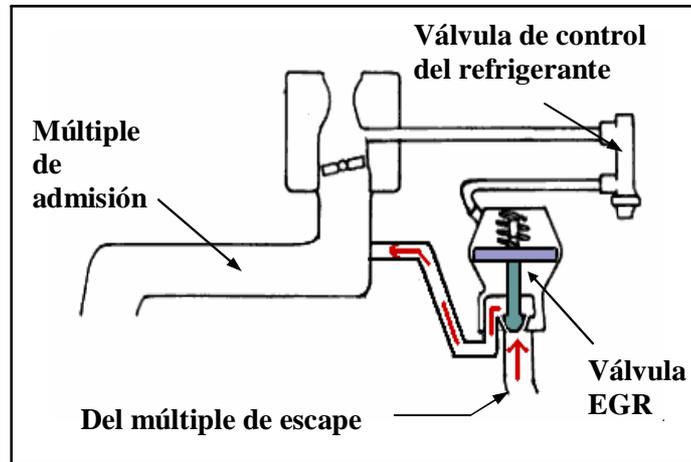


*Fig. 141* Válvula PCV

## 8.2 EMISIONES DE ESCAPE

### 8.2.1 SISTEMA EGR

Este sistema circula una parte de los gases de escape a través de una válvula y los introduce al múltiple de admisión para reducir la temperatura de combustión y con ello las emisiones de NOx. Consiste de una **válvula EGR (Recirculación de gases de escape)** y un sistema de control para la válvula (Fig. 112).



*Fig. 112 Sistema EGR*

Al introducir gases quemados (cerca del 9 %) se provoca una dilución en la mezcla aire-combustible. Los gases del escape son básicamente inertes y lo único que hacen es absorber calor. Esto hace que bajen los  $\text{NO}_x$ ; sin embargo, hay veces que interfieren con el funcionamiento del vehículo ocasionando un pobre rendimiento del motor, marcha inestable en ralentí, deficiencias en aceleración plena e inclusive se apaga el motor cuando se calienta.

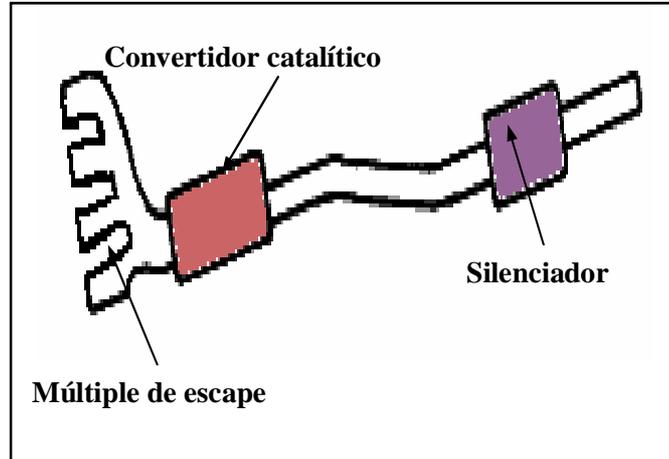
**La válvula EGR** consiste en un diafragma de vacío y un vástago colocado, generalmente, en el múltiple de admisión; es controlada por un sistema de control que puede ser digital u operada por vacío.

En el caso que sea operada por vacío, un interruptor térmico detecta la temperatura del refrigerante del motor interrumpiendo la señal de vacío a la válvula EGR mientras el motor alcanza determinada temperatura. En los sistemas más modernos, la válvula EGR es controlada por una computadora.

En ralentí, la válvula no recibe señal de vacío, permaneciendo cerrada; conforme se abre la mariposa de aceleración, la válvula también se abre.

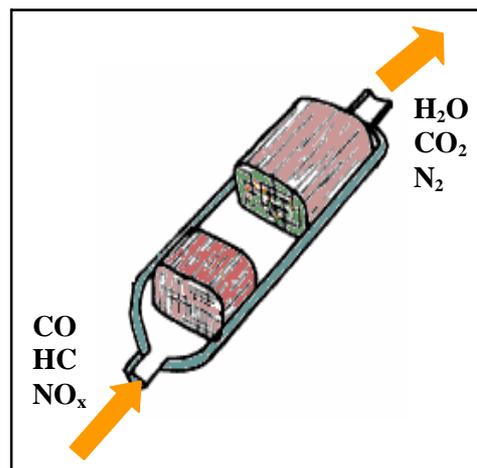
### 8.2.2 CONVERTIDOR CATALÍTICO

En la actualidad, todos los autos comerciales con motores a gasolina que salen de planta, utilizan un dispositivo de poscalentamiento de gases de escape llamado **convertidor catalítico**. Este dispositivo anticontaminante transforma los gases dañinos de escape en sustancias inofensivas para el cuerpo humano (Fig. 113).



**Fig. 113** Sistema de escape

Los gases de la combustión pasan por el convertidor, que realiza dos reacciones de oxidación y una de reducción, y son reducidos a niveles admisibles. Es un cuerpo de acero inoxidable; su interior está compuesto por un monolito de óxidos de aluminio en forma de panal cubierto por una capa activa catalizadora que contiene platino, paladio y rodio. Esta capa actúa como acelerador de las reacciones de oxidación que convierten los HC y CO en  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$  si el convertidor es simple. Y la reacción de reducción, si el convertidor es de tres vías, que convierte el  $\text{NO}_x$  en N y  $\text{O}_2$  (Fig. 114).



**Fig. 114** Convertidor catalítico de tres vías

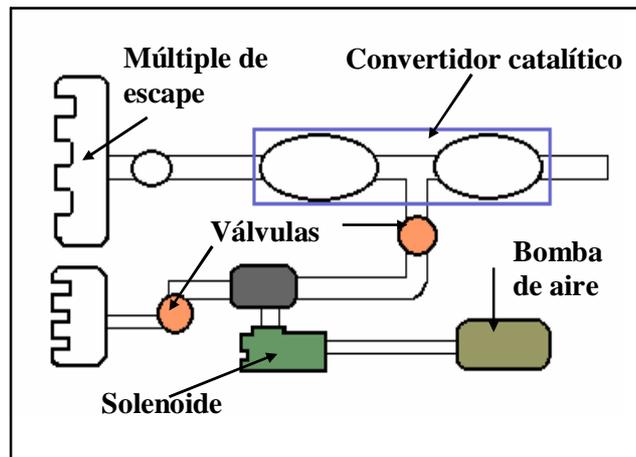
Una cantidad de aire es inyectada por un sistema para poder efectuar la oxidación. Debido a que la reducción necesita más calor que la oxidación, el catalizador requiere trabajar con un margen de mezcla muy estrecha.

Un vehículo equipado con convertidor catalítico no debe utilizar gasolina que contenga plomo debido a que este material se deposita en el panel formando una capa que tapa el paso de los gases. Una falla común del convertidor cuando se tapa es la pérdida de potencia en el vehículo por que se obstruye el flujo de salida de gases de escape.

Como el convertidor catalítico trabaja a altas temperaturas, el vehículo no deberá estacionarse sobre pasto seco u otro material fácil de prender debido a que puede producir un incendio.

### 8.2.3 SISTEMA DE INYECCIÓN DE AIRE

Este sistema tiene como propósito inyectar una cantidad de aire a la entrada del múltiple de escape y/o convertidor catalítico para lograr la oxidación de HC y CO. Recuerde que en el escape hay calor y sólo falta aire para poder completar la combustión de los gases no quemados (Fig. 115).



*Fig. 115 Sistema de inyección de aire*

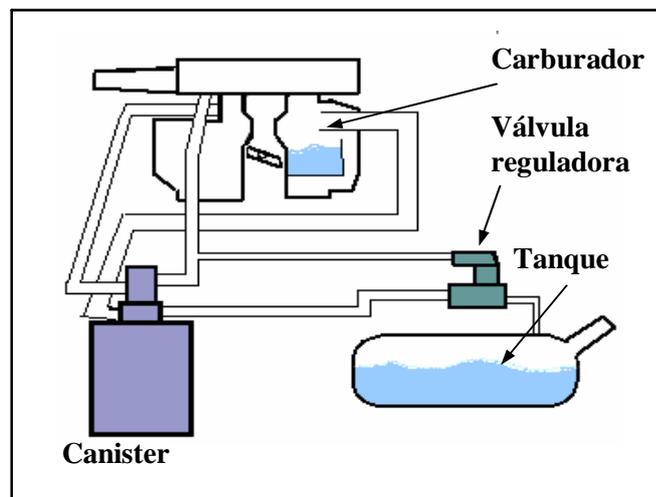
Hay dos formas de introducir aire: por medio de una contrapresión en el sistema de escape debido a la operación valvular y por medio de una bomba de aire accionada por una banda.

Cuando se utiliza una bomba se coloca un filtro en el lado de admisión. El aire inyectado puede ser conducido al múltiple de admisión, al convertidor, al filtro de aire o simplemente al exterior del motor, todo depende de la presión en el múltiple y el requerimiento del motor.

El sistema de aire por pulsos depende en gran medida de los pulsos de presión negativa formados en el múltiple de escape. Como los gases que salen del cilindro a alta presión pasan por el escape, forman un vacío que sirve para que la presión atmosférica introduzca aire fresco al sistema.

### 8.3 SISTEMA DE EMISIONES POR EVAPORACIÓN

Con el calor exterior, una parte de gasolina contenida en el tanque de combustible se evapora, esto hace que se eleve la presión haciendo necesario aliviarla, por lo que esos vapores son enviados a un recipiente que contiene carbón activado (canister) en donde son almacenados; esto sucede con el motor frío. Cuando se enciende el motor y se acelera, una válvula de control de purga se abre permitiendo que la gasolina sea llevada del canister al múltiple de admisión o a la base del carburador para que sea quemada (Fig. 116).



*Fig. 116 Control de emisión de vapores (canister)*

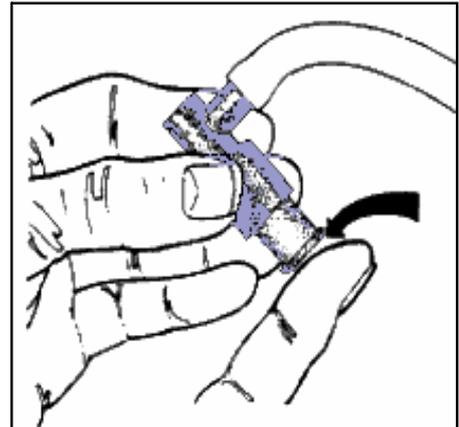
**El canister** es un elemento, generalmente de nylon o plástico resistente, que tiene en su interior carbón activado el cual retiene por absorción a los vapores de gasolina (la gasolina queda adherida en la superficie del carbón). Estos vapores provienen del tanque de combustible y del carburador. La parte inferior está expuesta a la presión atmosférica por donde pasa a su interior una pequeña corriente de aire filtrado que entra en contacto con el carbón y es llevada, junto con la gasolina, hasta el múltiple de admisión o al carburador. En otros cartuchos se coloca un tubo de purga en la parte superior.

Los cartuchos de carbón activado más antiguos, no tiene válvula de control. En los cartuchos más modernos, la válvula de control de purga puede ser controlada por vacío o electrónicamente y su función es controlar el paso de los vapores.

## 8.4 PRUEBAS Y SERVICIO A LOS SISTEMAS DE EMISIÓN VEHICULAR

### 8.4.1 PRUEBAS Y SERVICIO AL SISTEMA PCV

1. Con el motor apagado, inspeccione visualmente mangueras, abrazaderas y junta de la válvula. De ser posible quítelas y límpielas.
2. Quite y limpie el ensamble del filtro de aire; si es necesario, cambie los filtros de aire.
3. Separe la válvula PCV y sacúdala, se debe escuchar un golpe de balón.
4. Coloque la válvula, instale un tacómetro (siga las instrucciones del fabricante de aparato) y encienda el motor.
5. desconecte la válvula PCV de lado del motor, las revoluciones deben aumentar y se escuchará un silbido; de no ser así, cambie la válvula.
6. Ponga un dedo en la válvula, deberá sentir una succión y las revoluciones caerán un poco; de no ser así, reemplace la válvula (Fig. 117).
7. Coloque la válvula y observe que las revoluciones estén correctas.



*Fig. 117 Prueba a la válvula*

### 8.4.2 PRUEBAS Y SERVICIO AL SISTEMA EGR

1. Con el motor apagado, inspeccione que las mangueras y tubos estén en buen estado; cambie si es necesario.
2. Conecte una bomba manual de vacío al interruptor térmico (o de vacío) y aplique de 10 a 15 in-Hg. El interruptor debe cerrar cuando el motor está frío y abrir con el motor caliente.

3. Con el motor apagado, intente mover con un dedo el diafragma de la válvula EGR. Si no se mueve, es necesario limpiar la base y el múltiple o cambiar la válvula.
4. Con mucho cuidado, rocíe poco líquido limpiador para carburador cerca del diafragma (no al diafragma). Si las rpm aumentan, la válvula EGR está dañada. Esta prueba se realiza con motor encendido.
5. Con el motor a la temperatura normal de funcionamiento, acelere y observe si el vástago de la válvula EGR se mueve.
6. Si la válvula EGR es dinámica o de contrapresión negativa, con el motor en ralentí, aplique 10 in-Hg a la línea de vacío de la válvula; las rpm bajaran un poco e incluso se puede apagar el motor. Vea los resultados del siguiente paso.
7. Si la válvula es de contrapresión positiva, aplique de 15 a 20 in-Hg a la válvula; esta no debe trabajar. Coloque un trapo en el tubo de escape y aplique 10 in-Hg, el vástago y el diafragma deben tener movimiento y las rpm bajaran.
  - Si el vástago no se mueve, o no se detiene el vacío, es necesario cambiar la válvula EGR.
  - Si el vástago se mueve pero las rpm no cambian, es necesario limpiar los conductos del múltiple. Lo mismo sucede en el punto anterior.
8. Si se tiene duda o no se pueden realizar los pasos anteriores, es necesario seguir el procedimiento indicado en el manual de servicio.

### **8.4.3 PRUEBAS Y SERVICIO AL SISTEMA DE ESCAPE**

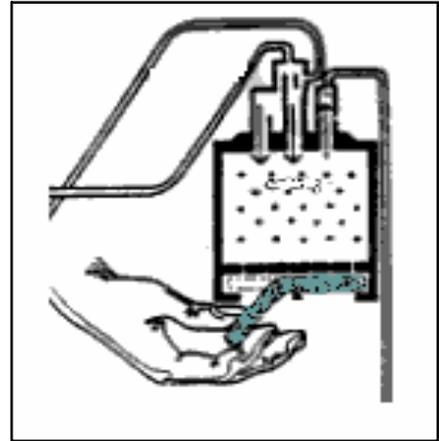
1. Revise que el tubo del escape, silenciador y convertidor catalítico, no estén golpeados o fracturados.
2. Revise que los soportes del sistema de escape estén en buen estado.
3. Si se sospecha que el convertidor está mal, coloque un manómetro en el múltiple de admisión, encienda el motor y observe que la lectura sea alta.
4. Con el motor prendido, tape la salida del escape; se debe sentir la salida de los gases.
5. Si es necesario reemplazar el convertidor, tiene que ser completo. Se recomienda que sea colocado en un centro PIREC autorizado por el gobierno del Distrito Federal.

### **8.4.4 PRUEBAS Y SERVICIO AL SISTEMA DE INYECCION DE AIRE**

1. Revise que las conexiones, bandas, mangueras y tubos estén en buen estado; reemplace si es necesario.
2. Revise el filtro de aire de la bomba; reemplace si es necesario.
3. Con el motor funcionando, escuche si la bomba produce mucho ruido; de se así, reemplace la bomba.

#### 8.4.5 PRUEBAS Y SERVICIO AL SISTEMA DE CONTROL DE EMISIONES DE VAPOR

1. Con el motor apagado, verifique que las líneas y cables estén en correcto estado; reemplace si es necesario
2. Si tiene filtro, limpie, lave o reemplace si es necesario. Vea la figura 118.



*Fig. 118 Filtro del canister*

## CONCLUSIONES

Durante algunos años he utilizado este trabajo en cursos de mecánica automotriz impartidos a estudiantes y profesores de diversas carreras de la Facultad de Ingeniería de la UNAM y de otras universidades, teniendo como resultado las siguientes ventajas:

- El alumno puede leer la teoría y al mismo tiempo ver físicamente la mayoría de las piezas en el vehículo.
- El alumno puede consultar la sección de “pruebas y servicios” de cada sistema y al mismo tiempo realizar pruebas físicas en el vehículo.
- Al contemplar que la mayoría de los sistemas del motor están relacionados entre sí, este trabajo permite relacionar los temas de un capítulo con otros anteriores o posteriores al que se está estudiando, lo que permite el manejo de forma integral de dicha tesis.

Considero que el momento más peligroso y más delicado en el diseño y mantenimiento automotriz es precisamente cuando se realizan las pruebas físicas en el vehículo. Es ahí cuando compruebo que el objetivo de esta tesis se cumple, ya que ningún vehículo ha sufrido desperfectos, y lo más importante es que ningún alumno se ha lesionado en las pruebas recomendadas al estar completamente probadas en muchos vehículos y escritas desde el principio, paso a paso, con las recomendaciones necesarias.

Es importante hacer énfasis en la necesidad de crear un historial del vehículo en el cual se lleve un control de los servicios y tiempos realizados con la finalidad de evitar gastos innecesarios y pérdidas de tiempo.

No es posible predecir cuanto tiempo más se utilizaran motores a gasolina, pero mientras se sigan descubriendo yacimientos de petróleo, difícilmente se fabrican otro tipo de motores para autos en serie. Sin embargo, la disminución de recursos naturales, los altos costos de extracción del petróleo y las emisiones contaminantes que los motores a gasolina y Diesel emiten entre otros, se ha tenido la necesidad de llevar a cabo investigaciones para la utilización de combustibles alternativos como el gas y el alcohol, así como la realización de pruebas con celdas solares, sin que estos hayan sido lo suficientemente efectivos.

Considero que el motor magnético de dos tiempos es el ideal para sustituir al motor a gasolina. Es un motor en el que estoy trabajando y consiste básicamente en el mismo mecanismo biela-manivela del motor a gasolina de cuatro tiempos, con la diferencia de que en la parte superior, en donde van las válvulas, tiene un imán que gira. Basado en el conocimiento de que polos iguales se repelen y polos diferentes se atraen, el pistón, que tiene otro imán en la parte superior, subirá y bajará moviendo al cigüeñal. Es importante remarcar que el motor se convierte en dos tiempos y en cada uno transmite potencia al cigüeñal.

Pruebas realizadas en mi laboratorio dan resultados satisfactorios; a pesar de que el motor está lejos de funcionar eficientemente pues solo ha funcionado unas cuantas revoluciones, sin embargo, apenas estoy en la parte inicial del trabajo y estoy recolectando información.

Definitivamente el objetivo de la presente tesis se cumple, ya que los datos recabados de manera oral y escrita provenientes de alumnos y profesores de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, así como trabajadores en talleres mecánicos que han tenido contacto con esta tesis, manifiestan haber sido capacitados y haber adquirido conocimientos ampliamente positivos.

## **ANEXO A**

### **LA SEGURIDAD ES LO PRIMERO**

Es importante recordar que la mayoría de los accidentes se producen por ignorancia, descuido o torpeza. La seguridad y los primeros auxilios son necesarios en toda actividad.

En la siguiente lista se mencionan algunas recomendaciones y advertencias importantes para trabajar en los automóviles.

- Trabaje en un lugar ventilado y limpio
- No fume mientras trabaja
- No trabaje con corbata, ropa suelta o de manga larga
- No trabaje con reloj, pulseras, collares, anillos, lentes, etc.
- No trabaje debajo del vehículo cuando el motor esté caliente
- Procure no empujar el vehículo
- Si es necesario levantar el automóvil, que sea en un lugar plano
- Utilice guantes, ropa y calzado adecuado
- Trabaje con el freno de estacionamiento activado. Si el automóvil es con transmisión automática, colóquela en "P"; si tiene transmisión manual, colóquela en "N"
- Seleccione la herramienta y equipo adecuado
- Mantenga las manos alejadas del ventilador
- No deje las llaves en el interruptor de encendido mientras trabaja en el vehículo
- No destape el radiador con el motor caliente
- Tenga a la mano el extinguidor
- No trabaje cerca de los niños
- Procure aplicarse la vacuna contra el tétanos

## **ANEXO B**

### **USO DEL EXTIGUIDOR**

La mayoría de los incendios pertenecen a una de las siguientes clases (tabla 10); seleccione el adecuado.

<b>Clase A (verde)</b>	Combustibles ordinarios: tela, papel, basura y madera
<b>Clase B (rojo)</b>	Líquidos flamables: pintura, grasa, aceite y gasolina
<b>Clase C (azul)</b>	Equipo eléctrico: motores, caja de fusibles, etc.
<b>Clase D (amarillo)</b>	Metales: aluminio, magnesio, etc.

*Tabla 10 Clasificación de extinguidor*

Para el uso del extinguidor se recomiendan los siguientes pasos:

1. Cargarlo con la mano izquierda
2. Ponerlo en el piso, tomar la válvula de descarga con la mano derecha quitando el seguro
3. Oprimir el percusor
4. Sujetar el extinguidor con la mano izquierda y dirigir el chorro con la derecha a la base del fuego con movimientos de un lado a otro

**IMPORTANTE:** Recuerde que es necesario revisar el extinguidor cada mes, recargarlo cada año o después de usarlo, y verificar que este fijo y en el lugar correcto. De ser necesario, ubicarlo en la cajuela.

## **ANEXO C**

### **HERRAMIENTAS Y EQUIPO**

A continuación se presenta una lista de las herramientas y equipo más necesario para el mantenimiento preventivo al motor de combustión interna a gasolina.

Se recomienda utilizar solo herramienta en buen estado, limpias y de marcas serias, ya que en el mercado hay herramientas económicas que presentan riesgo al usuario.

#### **Herramientas**

- Desatornilladores (desarmadores) planos y de cruz de # cero al #4
- Martillos de goma y de bola 16 Oz.
- Pinzas de todo tipo (mecánico, corte, pelacables, punta, anillo de retención, presión, etc.)
- Dados milimétricos y estándar de 1/4", 3/8", 1/2".
- Dados para bujías.
- Matracas y extensiones de 1/4", 3/8", 1/2".
- Torquímetro de 3/8", 1/2".
- Calibradores de espesores milimétricos y estándar
- Llaves allen milimétricas (2 a 10 mm) y estándar (3/32" a 3/8")
- Puntas torx (T8 a T60)
- Dados (E8 a E20)
- Llaves para filtros de aceites
- Embudo y recipientes
- Llaves mixtas milimétricas (8 a 24 mm) y estándar (1/4" a 1")
- Cepillo de alambres
- Limas
- Herramienta de enganche telescópico y espejo
- Lentes y guantes de seguridad
- Navajas
- Extractores de dos patas
- Leznas

### **Equipo de diagnóstico**

- Lámpara estroboscópica
- Compresómetro
- Multímetro digital
- Vacuómetro y manómetro de presión
- Bomba manual de vacío
- Lámpara de prueba de 12 V.
- Hidrómetro
- Probador de tensión de bandas
- Probador de sistema de enfriamiento, radiadores y tapones.
- Comprobador de refrigerante y anticongelante
- Termómetro
- Rastreador o monitor de diagnóstico OBD 1 y OBD 2 (scanner)
- Estetoscopio
- Juego de desconexión de líneas de combustible
- Manómetro para presión de neumáticos
- Lavador y probador de inyectores

### **Equipo de taller**

- Banco de trabajo
- Compresor y accesorios
- Taladro y accesorios
- Gato de elevación y torres
- Cargador de baterías o unidad de potencia portátil
- Cama deslizante

## **ANEXO E**

### **REQUISITOS PARA LA VERIFICACION VEHICULAR 2007 EN EL D. F.**

1. Tarjeta de circulación con copia
2. Tenencias del 2005, 2006 y 2007 pagadas
3. Certificado de verificación vehicular del semestre anterior
4. Holograma de verificación anterior
5. Pago y multa en caso de ser necesario
6. El vehículo no debe arrojar humo (azul, negro o café)
7. El sistema de escape debe ser de tipo original y sin fugas
8. El tapón del tanque de gasolina, tapón y bayoneta del depósito de aceite deben ser de tipo original y bien colocados
9. Dispositivos anticontaminantes en buen estado
  - Sistema de emisiones del cárter
  - Sistema de emisiones por el escape
  - Sistema de emisiones por evaporación
10. Velocidad de ralentí debajo de 1200 rpm
11. En los vehículos que tengan convertidor catalítico instalado de planta, deberá estar en buen estado. En los vehículos 1999 y anteriores, en caso de rechazo, tiene que acudir a un centro PIREC autorizado por el Gobierno del Distrito Federal, en donde será reemplazado.

#### **Periodo de verificación vehicular**

<b>TERMINACIÓN DE PLACAS</b>	<b>ENGOMADO</b>	<b>PERIODO DE VERIFICACIÓN (primer y segundo semestre)</b>	
5 - 6	Amarillo	Enero y febrero	Julio y agosto
7 - 8	Rosa	Febrero y marzo	Agosto y septiembre
3 - 4	Rojo	Marzo y abril	Septiembre y octubre
1 - 2	Verde	Abril y mayo	Octubre y noviembre
9 - 0	Azul	Mayo y junio	Noviembre y diciembre

## **ANEXO F**

### **RECOMENDACIONES PARA LA VERIFICACIÓN VEHICULAR**

- 1 Antes de verificar el vehículo, afine correctamente el motor
- 2 Revise las suspensiones y presión en neumáticos
- 3 Revise que el tanque tenga suficiente combustible; no lo llene
- 4 Si desea revisar los valores de emisión vehicular antes de llevarlo al verificentro, el vehículo debe estar en una superficie horizontal, y observe que la sonda sea igual a la de los verificentros
- 5 Evite llevar el vehículo a las preverificaciones callejeras
- 6 Procure verificar el vehículo en "horas y días no pico"; de preferencia en las primeras semanas del mes
- 7 Revise que el motor esté a la temperatura normal de funcionamiento
- 8 Revise que la sonda esté bien colocada en el tubo de escape cuando se esté verificando el vehículo
- 9 Si por algún motivo la verificación se suspende en el momento de analizar el vehículo (se cae el sistema, los rodillos se pegan, etc.), es importante mantener el motor a la temperatura correcta

## BIBLIOGRAFÍA

Macián Martínez, Vicente, *Mantenimiento de motores de combustión interna alternativos*, Universidad Politécnica de Valencia, 1993.

*Instalaciones de arranque eléctricas*, Departamento de impresos técnicos, Robert Bosch GMBH, 1983.

*Alternadores trifásicos*, Departamento de impresos técnicos, Robert Bosch GMBH, 1982.

*Automotive fuel and emissions systems Mitchell*, Prentice Hall Inc., 1993.

*Información avanzada del sistema de emisión vehicular*, Centro de capacitación técnica, Chrysler de México, 1991.

Erjavec, Jack, *Automotive Technology a systems approach*, Ed. Delmarr publishers inc. 1992.

M. Muñoz; F. Payri, *Motores de combustión interna alternativos*, Servicio de publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia, 1983.

*Enciclopedia práctica del automóvil*, Ediciones Génesis, 1993.

Salavert, J. M, *Técnicas experimentales en motores de combustión interna alternativos*, Servicio de publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia, 1994.

Hernández Goribar, Eduardo, *Prácticas del Laboratorio de Máquinas térmicas*, División de Ingeniería Mecánica y eléctrica, Fac. Ingeniería, UNAM,

Crouse, W. H., *Equipo Eléctrico del automóvil*, Publicaciones Marcombo S. A., 1984.

Leeming, D. J., *El motor del automóvil, conocimientos básicos*, Publicaciones Marcombo S. A., 1984.