

Sistema de combustible con carburador e introducción a la inyección electrónica

PARA
BACHILLERATOS
Y ESCUELAS
TECNOLÓGICAS

Desarrollado por el equipo
editorial de

MECANICA
automotriz
Fácil



Incluye
prácticas,
ejercicios y
evaluaciones

Desarrollado por el equipo editorial de:



Sistema de combustible con carburador e introducción a la inyección electrónica

PARA BACHILLERATOS Y ESCUELAS TECNOLÓGICAS

Una obra de:



Dirección General:
José Luis Orozco Cuautle

Dirección Editorial:
Felipe Orozco Cuautle

Dirección de Administración y Operaciones:
Javier Orozco Cuautle

Subdirectora de la División de Capacitación:
Juana Vega Parra

Subdirectora de Ventas:
Ma. de los Angeles Orozco Cuautle

Créditos

Créditos de esta edición

Concepto y dirección editorial:
Lic. Ma. Eugenia Buendía López

Diseño de contenidos:
Ing. Roberto Benítez Valencia

Desarrollo de contenidos:
Ing. Roberto Benítez Valencia
Ing. Juan Carlos Ochoa Rivera

Asesor técnico de la materia:
Ing. Juan Carlos Ochoa Rivera

Corrección de estilo:
Eduardo Mondragón Muñoz

Concepto y realización gráfica:
Norma C. Sandoval Rivero
Susana Silva Cortés

Ilustraciones:
Francisco Rubén García Vera

Revisión técnica:
Ing. Antonio Solorio Urbina
Ing. Luis Vega Cortés
Prof. Francisco Arturo
González Hernández
Prof. Germán García Cardoso

Agradecemos al Lic. Jorge Izquierdo Herrera, Director General de **EDAYO Cuautitlán Izcalli**, por todas las facilidades prestadas para la realización en la sesión de las fotografías utilizadas en este libro.

Nuestro agradecimiento en particular a los profesores Francisco Arturo González Hernández, Germán García Cardoso y Armando Sánchez Zavala, por su invaluable apoyo al respecto.

Todas las marcas y nombres registrados que se citan en esta obra, son propiedad de sus respectivas compañías. Aquí sólo se citan con fines didácticos y sin ningún propósito comercial de los nombres y marcas como tales.

Agradecemos especialmente a las empresas BOSCH, GM, VW, OPEL, RENAULT, CHRYSLER, MERCEDES BENZ, NISSAN y FORD por las imágenes proporcionadas para esta obra.

El autor y los editores de esta obra, no se responsabilizan por posibles daños en algún equipo, derivados de la aplicación de la información aquí suministrada. El lector es responsable de la manera en que usa esta información.

Indice

Capítulo 1. Los combustibles y la combustión

I. Qué es un combustible	7
• Características de un combustible	7
Poder calorífico inferior (PCI)	7
Poder calorífico superior (PCS)	7
Temperatura de combustión	7
Residuos de combustión	7
• Cómo se obtienen los combustibles	9
Combustibles no renovables	9
Combustibles renovables	10
• Combustibles según el tipo de motor	11
Combustibles para motores de encendido por chispa	11
Combustibles para motores de encendido por compresión	12
II. Qué es la gasolina	13
• Comportamiento de la gasolina en el automóvil	14
• Características de la gasolina	15
• Propiedades de la gasolina	15
Peso específico	15
Potencia o poder calorífico	15
Volatilidad	16
Corrosividad	16
¿Gasolina sin plomo?	16
• Tipos de gasolina	17
¿La gasolina reformulada es más tóxica que la gasolina sin plomo?	18
¿Cuánta gasolina consume un vehículo? ..	19
III. Cámaras de combustión	20
• Partes de la cámara de combustión	21
• Forma de la cámara de combustión	21
• Tipos de cámara de combustión	22
Hemisférica	22
De tina	22
En forma de cuña	22
De explosión	23

Situada en la cabeza del pistón

23

• Proceso de combustión

23

IV. Recursos didácticos

25

Capítulo 2. El sistema de combustible convencional

I. El sistema de combustible	29
• Sistema de combustible convencional	32
Componentes del sistema de combustible convencional	32
• Viaje del combustible dentro del motor	36
Fase de admisión	36
Fase de compresión	36
Fase de expansión	36
Fase de escape	37
II. Sistema de escape	37
III. Recursos didácticos	40

Capítulo 3. Principios de operación y diagnóstico del carburador

I. El carburador	45
• Funcionamiento del carburador	45
• Tipos de carburadores	45
• Carburadores electrónicos	50
• Circuitos en el carburador	51
II. Procedimiento de servicio al carburador... 52	
• Desmontaje y servicio	52
• Calibración de los circuitos principales	56
III. Afinación de un motor con carburador, pruebas y corrección de fallas	57

- Pruebas de operación en sistemas carburados 58
- Fallas en el sistema de combustible carburado 60

IV. Recursos didácticos 61

Capítulo 4. El sistema de control de emisiones en motores con carburador

I. Sistema de control de emisiones 64

- Qué es un sistema de control de emisiones ... 64
- ¿En qué consisten las emisiones vehículo? 64
 - Emisiones reglamentadas..... 64
 - Emisiones no reglamentadas..... 65
- Emisiones del vehículo 65
- Control de emisiones en el sistema convencional (con carburador) 67
 - Sus componentes..... 68
 - Sistema de ventilación del cárter 70

II. Análisis de gases..... 71

- ¿En qué consiste el análisis de los gases del vehículo? 72
- Productos de combustión presentes en los gases de escape 73
- Analizador de gases o comprobador de emisiones..... 75
 - Cómo se utiliza el analizador de gases..... 76
 - Algunas precauciones para el uso del analizador de gases 78

III. Recursos didácticos 79

Capítulo 5. Del carburador a la inyección electrónica

I. El salto, de la carburación a la inyección ... 83

- Menor contaminación y mayor ahorro 83
- Primeros intentos para inyectar combustible 84
- La electrónica aplicada al sistema de combustible 85

II. Sistema carburado vs. Inyección electrónica 86

- La mezcla en el sistema carburado y en el sistema de inyección 86
 - ¿Cómo se hace la mezcla en ambos sistemas? 86
- Ventajas de la inyección sobre el uso del carburador..... 90
 - Consumo reducido..... 90
 - Mayor potencia..... 90
 - Gases de escape menos contaminantes ... 90
 - Arranque en frío y fase de calentamiento 90
 - Diferencias específicas entre el sistema carburado y de inyección..... 91

III. Inyección electrónica de combustible 91

- ¿Qué es la inyección electrónica de gasolina? 91
- Características del sistema de inyección 92
- Principales componentes del sistema de inyección..... 93
- Clasificación de los sistemas de inyección 94

IV. Recursos didácticos 96

Introducción

Introducción general

Sabemos que los automóviles constituyen la fuente más importante de contaminación, y que uno de los propósitos de los sistemas de inyección electrónica fue, justamente, disminuir la emisión de partículas contaminantes. Sin embargo, se calcula que actualmente 35% de los vehículos que circulan en México todavía usan carburador y, por lo tanto, carecen de convertidor catalítico.

Es decir, aunque cada año se renueva el parque vehicular y las normas de contaminación son cada vez más estrictas, los vehículos con carburador no han salido de circulación, aunque es cierto que cada vez son menos los automóviles dotados con esta tecnología. Precisamente, para atender a este mercado y, a la vez sentar las bases para el aprendizaje de las nuevas tecnologías de suministro de combustible, el presente volumen está enfocado al estudio del carburador, desde dos puntos de vista: a) Su funcionamiento, su diagnóstico, la afinación del vehículo y el control de emisiones, y b) El paso de esta tecnología a la tecnología de inyección electrónica.

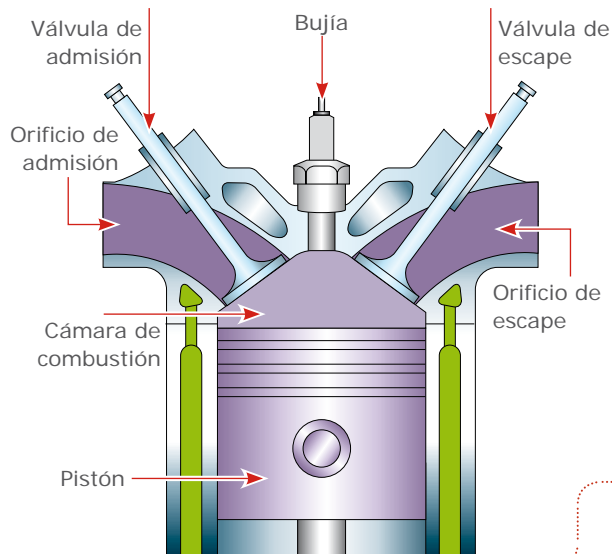
Los temas relevantes que estudiaremos en el presente volumen son los siguientes:

- Los tipos y características de los combustibles, y en específico de la gasolina
- El sistema de combustible convencional
- Principios de operación y diagnóstico del carburador
- El sistema de control de emisiones en motores con carburador
- El paso del carburador a la inyección electrónica

Estos temas, a su vez, responden a los programas de estudio vigentes de la DGETI, para la carrera de **Técnico en Máquinas de Combustión Interna**, en particular del Submódulo 2 del Módulo II (*Afinación de motores a gasolina con carburador*). Y por ello, se incluyeron prácticas y recursos didácticos que permitan al estudiante ir construyendo su portafolio de evidencias, y al docente ir valorando el desempeño del estudiante. Por supuesto, también se tomaron en cuenta las Normas Técnicas de Competencia Laboral citadas en el programa de estudios, así como las normas básicas de seguridad e higiene.

Conviene mencionar que el presente libro pretende ser una especie de guía-resumen que dé pie a los temas en cuestión y abra el escenario de las explicaciones teórico-prácticas; de ahí que las descripciones sean sintéticas, precisas y directas, y que se haga especial énfasis en los procedimientos, en el uso de esquemas, tablas, ilustraciones, fotografías, etc. De manera adicional, este libro se irá complementando con una serie de recursos audiovisuales para soportar el trabajo del maestro y del estudiante (vea el sitio el sitio web www.mecanica-facil.com). Esperamos cumplir en forma satisfactoria nuestro compromiso con la educación en México y en otros países de habla hispana.

Los editores



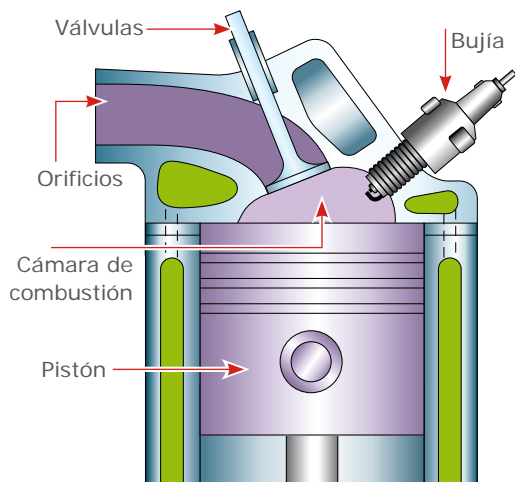
Tipos de cámara de combustión

Para que un motor cumpla y entregue ciertos estándares de rendimiento, se requieren ciertas características de diseño en sus componentes; tal es el caso de la forma de la cámara de combustión en el interior de cada uno de los cilindros en el motor.

El diseño de la cámara de combustión puede favorecer las condiciones para que se produzca la combustión; y así, podemos encontrar diferentes tipos de cámaras. Veamos.

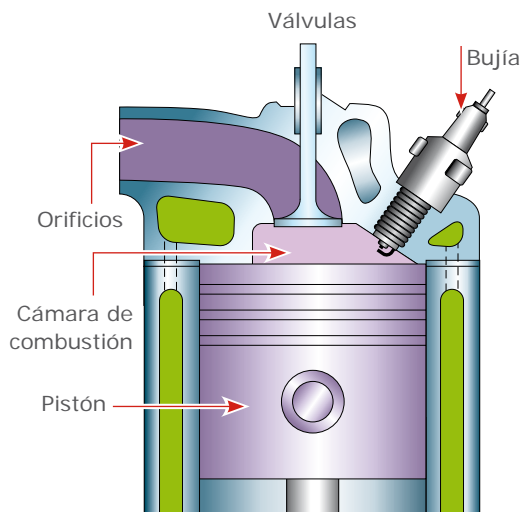
Hemisférica

Posee suficiente espacio para que los orificios de admisión y de escape sean de gran tamaño, esto es, para que el motor tenga un máximo de entrada y salida de gases en cada cilindro; esto produce gran potencia, cuando el motor está muy revolucionado. La bujía colocada en el centro, inflama toda la mezcla combustible en el menor tiempo posible.



De tina

Tiene la forma de una tina invertida, con las válvulas en su parte inferior. Como las válvulas pueden colocarse en una sola hilera, el mecanismo que las hace funcionar es muy sencillo. La forma alargada y ovalada de la tina, controla la turbulencia excesiva; y las paredes lisas por donde sube el pistón hasta el tope, hacen que se produzcan los chorros necesarios para que la mezcla forme turbulencias. Los cilindros de gran diámetro y cortas carreras del pistón, permiten utilizar las válvulas grandes; y así, se logra el paso adecuado de los gases.

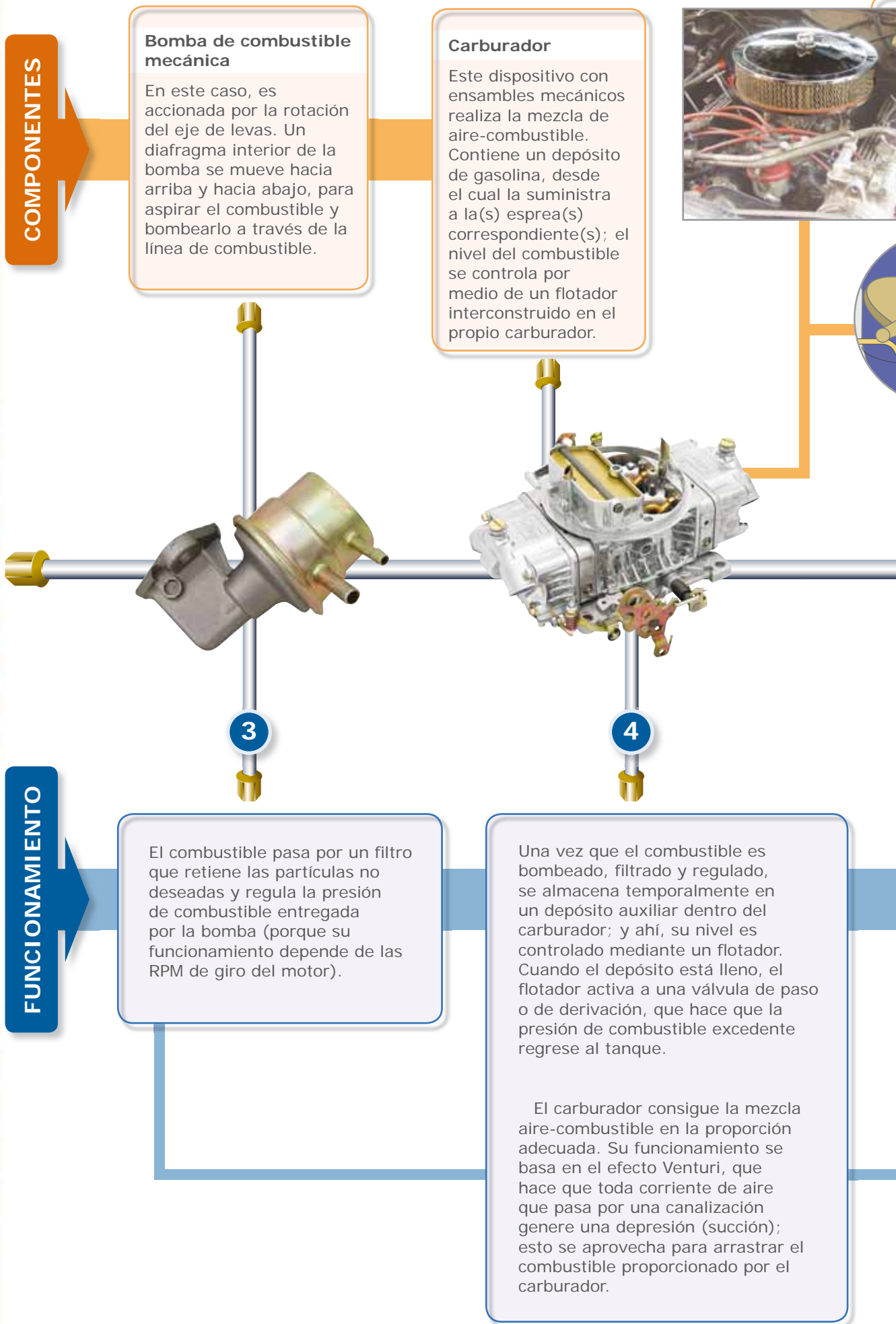


En forma de cuña

Es una cámara reducida, el corto recorrido de la llama (que va desde la bujía hasta el punto más distante de la cámara) reduce el riesgo de autoencendido (preignición) o detonación. La explosión produce remolinos turbulentos, cuando el pistón expulsa la mezcla de la zona más estrecha. La turbulencia mantiene bien mezclado el aire y el combustible de principio a fin, para que exista combustión uniforme. La expulsión también enfría a la mezcla que se encuentra en las esquinas, y reduce los puntos calientes que causan autoencendido.

Funcionamiento del sistema de combustible convencional

Cuadro explicativo 2.1



TOMA NOTA

Desde que los catalizadores y los sensores de oxígeno fueron incluidos en los sistemas de escape, sólo un sistema electrónico podía, en tiempo real, ajustar el suministro de combustible. Este ajuste es necesario, para que los catalizadores (diseñados para "filtrar" cierta cantidad de contaminantes) funcionen correctamente. Y ese sistema capaz de hacer tal ajuste en tiempo real, es precisamente el de inyección de gasolina.

II. SISTEMA CARBURADO VS. INYECCIÓN ELECTRÓNICA

Ciertamente, se están haciendo grandes esfuerzos en desarrollar prototipos de automóviles impulsados por energías alternativas (energía solar o hidrógeno por ejemplo). Sin embargo, aún está lejano el día en que dominarán el mercado; en cambio, a los motores a gasolina y a diesel todavía les queda mucha vida por delante. Por eso es importante buscar tecnologías avanzadas de mayor fiabilidad que el sistema de carburación (rebasado por el sistema de inyección electrónica), para **lograr que los sistemas de alimentación usen de forma eficiente el combustible**. Así, el sistema de inyección tiene una enorme ventaja en comparación con el sistema del carburador tradicional.



La mezcla en el sistema carburado y en el sistema de inyección

El funcionamiento del motor de combustión interna se basa en la **combustión de una mezcla homogénea de combustible y aire comprimido**. Para preparar esta mezcla, se utiliza un carburador (dispositivo mecánico) o un equipo de inyección (dispositivos electromecánicos y electrónicos). El rendimiento del motor y las emisiones contaminantes dependen básicamente de la composición de esta mezcla.

El cambio de carburadores a sistema de inyección por control electrónico, se debe a que este último permite un mayor ahorro de combustible y reduce las emisiones contaminantes (para cumplir las normas de conservación del medio ambiente, aplicables en todo el mundo).

Con inyección electrónica



Con carburador



¿Cómo se hace la mezcla en ambos sistemas?

El carburador y el sistema de inyección funcionan sobre la base de una mezcla exacta de aire y combustible (14.7 partes de aire, por 1 de combustible). El carburador permite el ajuste manual de esta mezcla; de modo que un dispositivo mal regulado, puede ser altamente nocivo. Dentro de la tolerancia 12 a 1 (mezcla rica) o 16 a 1 (mezcla pobre), es posible obtener diferentes resultados. Si se ajusta a una mezcla rica, pueden dañarse las válvulas y los pistones; y si se ajusta a una mezcla muy pobre, el motor pierde fuerza. Si la mezcla no es correcta, se desperdiciará gran cantidad de combustible, se dañará el motor y se contaminará el medio ambiente.



CONCEPTOS CLAVE

Carburación: Pulverización de la gasolina, y su mezclado con el aire en la proporción adecuada para lograr una buena combustión en los cilindros.

Homogénea: Sustancia que posee una composición uniforme.

Colector o múltiple de admisión: Pieza de un motor de combustión interna, la cual conduce hacia el interior de los cilindros el aire admitido por el motor.

Dosificación: Suministro en proporciones adecuadas de una sustancia que el sistema necesita para poder funcionar correctamente.

Par motor: Fuerza con la que el motor de combustión interna entrega su movimiento mecánico de rotación.

Atomizar: Dispersar un fluido líquido en pequeñas partículas, para facilitar

su aplicación o su combinación con otra sustancia.

Encendido o arranque en frío: Arranque de un motor que ha estado inactivo por varios minutos u horas. En el momento del arranque, sus fluidos de operación por lo general se encuentran a temperatura ambiente.

Microprocesador: Elemento de control electrónico compuesto de miles de circuitos formados por microdispositivos semiconductores que se colocan en forma de capas.

Avance de encendido: Es un mecanismo del motor de combustión interna. Su función es controlar, con respecto al tiempo, el momento del encendido de la mezcla aire-combustible dentro de la cámara de combustión en los cilindros.



EN POCAS PALABRAS

- ✓ Las principales ventajas del sistema de inyección de combustible son **contrarrestar el exceso de emisiones contaminantes y reducir el consumo de combustible**.
- ✓ Gracias a la evolución de la electrónica, se han incluido sensores y una computadora en el sistema de inyección; y así, **con precisión y rapidez, puede calcularse la cantidad de gasolina** que se debe combinar con el aire.
- ✓ Los sistemas de carburador y de inyección de combustible funcionan sobre la base de una **mezcla exacta de aire y combustible**.
- ✓ Algunas ventajas del sistema de inyección en comparación con el sistema de carburador son el reducido consumo de combustible, una **mayor potencia, la emisión de gases de escape menos contaminantes, un periodo de arranque más breve y una aceleración en tiempo más corto**.
- ✓ Para ajustar de manera óptima y precisa la mezcla de aire-combustible, y a través de uno o más inyectores, **el sistema de inyección proporciona combustible atomizado; lo introduce con cierta presión**, directamente al motor.
- ✓ Los principales componentes del sistema de inyección son la **unidad de control electrónico, los sensores y los actuadores**; entre estos últimos, destacan los inyectores.
- ✓ Por el sitio en el que inyectan, los sistemas de inyección pueden clasificarse en **directos o indirectos; por su número de inyectores, en multipuntos (MPFI) o monopuntos (TBI); y por la forma de inyección, en secuenciales, semiseuenciales o simultáneos**.