

El sistema de inyección electrónica y de control de emisiones

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:



El sistema de inyección electrónica y de control de emisiones

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. Juan Carlos Ochoa Rivera

Desarrollo de contenidos:
Ing. Juan Carlos Ochoa Rivera

Asesor técnico de la materia:
Ing. Roberto Benítez Valencia

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

Algunos temas e ilustraciones de este libro se basan en la obra: Diagnóstico y Servicio. Inyección Electrónica en Motores a Gasolina, publicada previamente por esta casa editorial, y cuya dirección editorial estuvo a cargo de la Lic. Juana Vega Parra.

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. Fundamentos del sistema de inyección

I. El sistema de inyección de gasolina	7
• Qué es el sistema de inyección de gasolina....	7
• Características del sistema de inyección	8
II. Funcionamiento del sistema de inyección electrónica	12
• Sistema con carburador vs. Inyección electrónica	12
Sistema de combustible con carburador ...	12
Sistema de inyección de combustible	13
• Cómo funciona el sistema de inyección electrónica	13
III. Estructura del sistema de inyección electrónica	14
• Sensores.....	14
• Actuadores	14
• Módulo de control electrónico	15
IV. Recursos didácticos	18

Capítulo 2. Cómo funciona el sistema de inyección electrónica

I. La inyección electrónica y sus sistemas	21
• Sistema de inyección de combustible.....	21
• Clasificación de los sistemas de inyección de combustible.....	21
• Componentes del sistema de inyección de combustible.....	23
• El protagonista del sistema: el inyector.....	26
• Cómo funciona la inyección.....	26

Principio de operación	27
• Modos de inyección.....	27
• Sistema de admisión de aire	28
• Componentes del sistema de admisión.....	30
Válvula de control de aire de marcha mínima (ralentí) o válvula IAC.....	30
• Sistema de control de emisiones	31
Sistema EGR.....	32
Sistema de control de la evaporación de emisiones (EVAP o cánister)	33
Sistema PCV	33
Válvula PCV	34
Convertidor catalítico o catalizador.....	34
• Sistema de encendido	37
• Tipos de sistema de encendido	38
II. Componentes del sistema de inyección electrónica	40
• Cómo se controla el sistema.....	40
• Dispositivos de monitoreo	41
Sensores.....	41
• Dispositivos de control.....	48
Actuadores	48
• Módulo de control electrónico (ECU)	49
• Cuánto combustible se entrega y cuándo	52
Modo de arranque.....	52
Modo de arranque de motor ahogado.....	52
Modo de marcha	53
Modo de aceleración.....	53
Modo de desaceleración	54
Modo de corte de combustible.....	54
Modo de protección del convertidor.....	54
Modo de corrección de voltaje de batería. 54	
III. Recursos didácticos	55

Capítulo 3. Diagnóstico del sistema de inyección electrónica y de control de emisiones

I. Qué es el diagnóstico a bordo (OBD On Board Diagnostic)	57
• OBD I.....	57
Funcionamiento de OBD I.....	57
• OBD II.....	58
Funcionamiento de OBD II.....	59
• Qué es un código de falla (DTC Data Trouble Code).....	59
• Sistemas de monitoreo continuo	60
• Sistemas de monitoreo no continuo.....	60
• Ciclo de manejo.....	61
• Protocolos de comunicación, CAN Bus.....	63
¿Cómo funciona el CAN Bus?.....	64
¿Existe una tercera generación?	65
II. Elementos necesarios antes del diagnóstico	66
• ¡Cuidado, no te arriesgues!	66
• Qué necesitas para escanear, analizar y afinar.....	67
III. Diagnóstico general del sistema de inyección	68
• El escáner.....	68
Tipos de escáneres	68
Escáneres específicos por fabricante	68
Escáneres genéricos	68
• ¿Cómo diagnosticar con el escáner?	69
• Diagnóstico mediante el análisis de gases.....	72
Cómo analizar gases	73
• Pruebas a sensores	74
IV. Recursos didácticos	77

Capítulo 4. Afinación y mantenimiento del sistema de inyección y de control de emisiones

I. La afinación del sistema de inyección y de control de emisiones	80
• Qué es y porqué se realiza la afinación	80
Diagnosticar antes de afinar.....	81
• Cuándo se debe realizar una afinación.....	81
II. Acciones durante la afinación	81
• Restauración de niveles (líquidos y aceites) ...	82
Pasos generales para la restauración de niveles.....	82
• Reemplazo de filtros (de aire, aceite y combustible).....	84
• Revisión de presiones.....	85
• Reemplazo de bujías	86
• Limpieza de la válvula IAC.....	91
• Limpieza de la válvula PCV	92
III. Lavado de inyectores	92
• Despresurización del sistema	93
• Lavado con bote presurizado.....	94
• Lavado con boya	94
• Lavado de inyectores en laboratorio	95
• Lavado con ultrasonido	97
IV. Fallas del sistema de control de emisiones	98
• Fallas en el convertidor catalítico.....	98
V. Recursos didácticos	99

Introducción

Introducción general

El uso de sistemas electrónicos en el automóvil constituyó una revolución tecnológica por el tipo de controles susceptibles a ser incorporados en el automóvil: en la inyección de combustible, en el encendido, en el sistema de frenos, etc.

Precisamente, en la inyección de combustible se dio una de las primeras posibilidades de integración de dispositivos electrónicos. Y la historia la conocemos bien: los altos precios de los hidrocarburos y de los niveles de contaminación en las ciudades, obligaron a los fabricantes a buscar sistemas más eficientes en el consumo de combustible.

En la actualidad, la inyección electrónica depende de un sistema central computarizado, del que también dependen otras funciones vitales para la operación del automóvil, y de entre ellas el diagnóstico a bordo, cuyo tema también será objeto de estudio del presente libro, junto con la inyección electrónica. Los temas principales que abordaremos son:

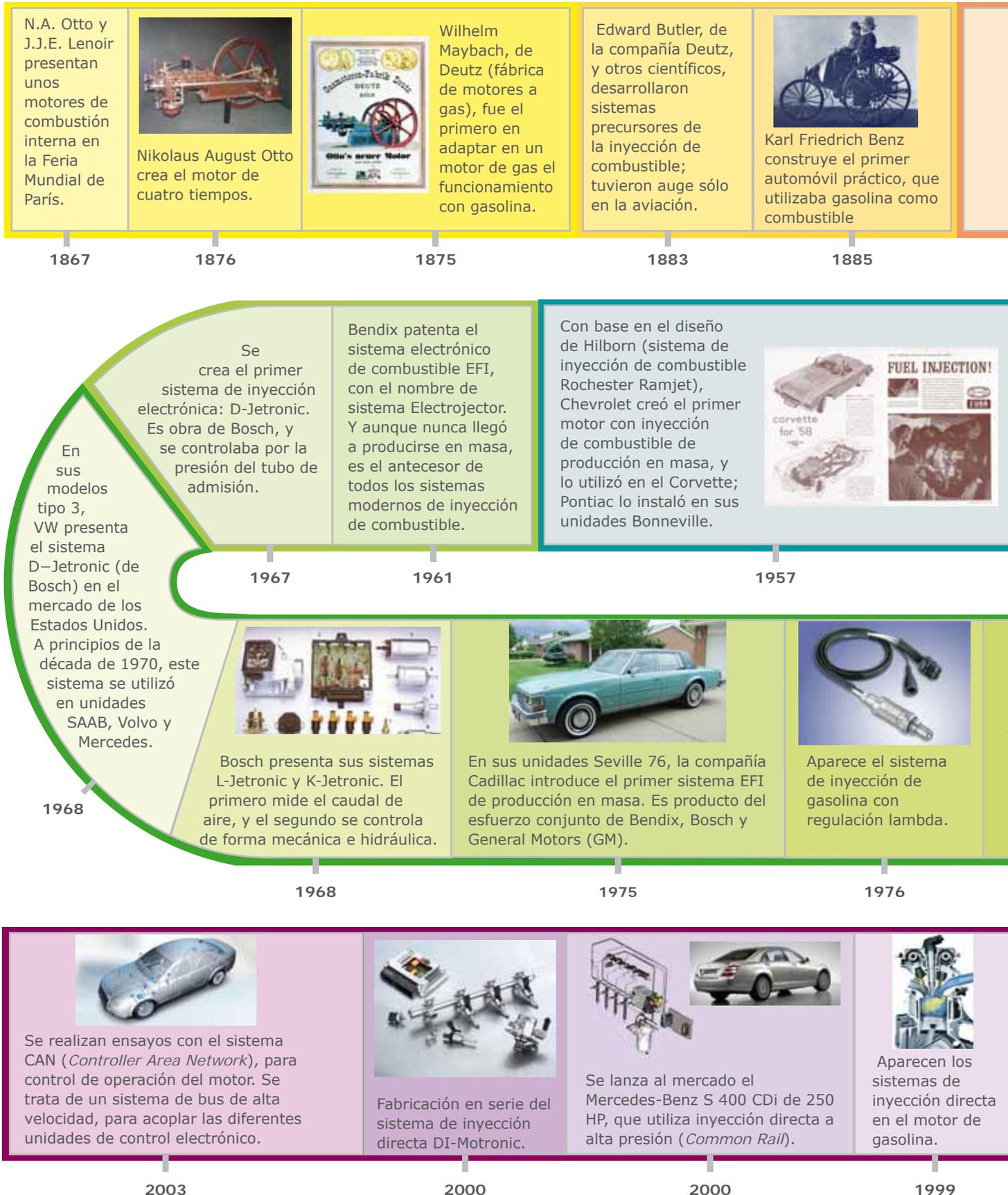
- Fundamentos del sistema de inyección
- Cómo funciona el sistema de inyección electrónica
- Diagnóstico del sistema de inyección electrónica y del control de emisiones
- Afiliación y mantenimiento

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 1 (*Afinación de motores a gasolina con sistema de inyección*) del Módulo III. 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 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

■ La inyección de combustible a través del tiempo...



■ Esquema general del sistema de inyección electrónica

Tipos de sensores

Interruptor

Es un dispositivo utilizado para desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica. Este tipo de sensores pueden tener distintos diseños; en su diseño más común, permiten enviar una señal mientras se les aplica presión (al interruptor) para cerrar un circuito eléctrico; y cuando se libera la presión, se interrumpe el circuito; a esto se le conoce como interruptor normalmente abierto.

Termistor o resistencia variable

Es un semiconductor cuya resistencia eléctrica varía en función de la temperatura. Existen dos clases de termistores: NTC y PTC. A medida que aumenta la temperatura:

- Disminuye el valor del termistor NTC (Negative Temperature Coefficient)
- Aumenta el valor del termistor PTC (Positive Temperature Coefficient)

Potenciómetro

Es un resistor cuyo valor de resistencia varía. Señala la posición de un determinado mecanismo. Tiene tres conexiones con el circuito.

Generadores de voltaje

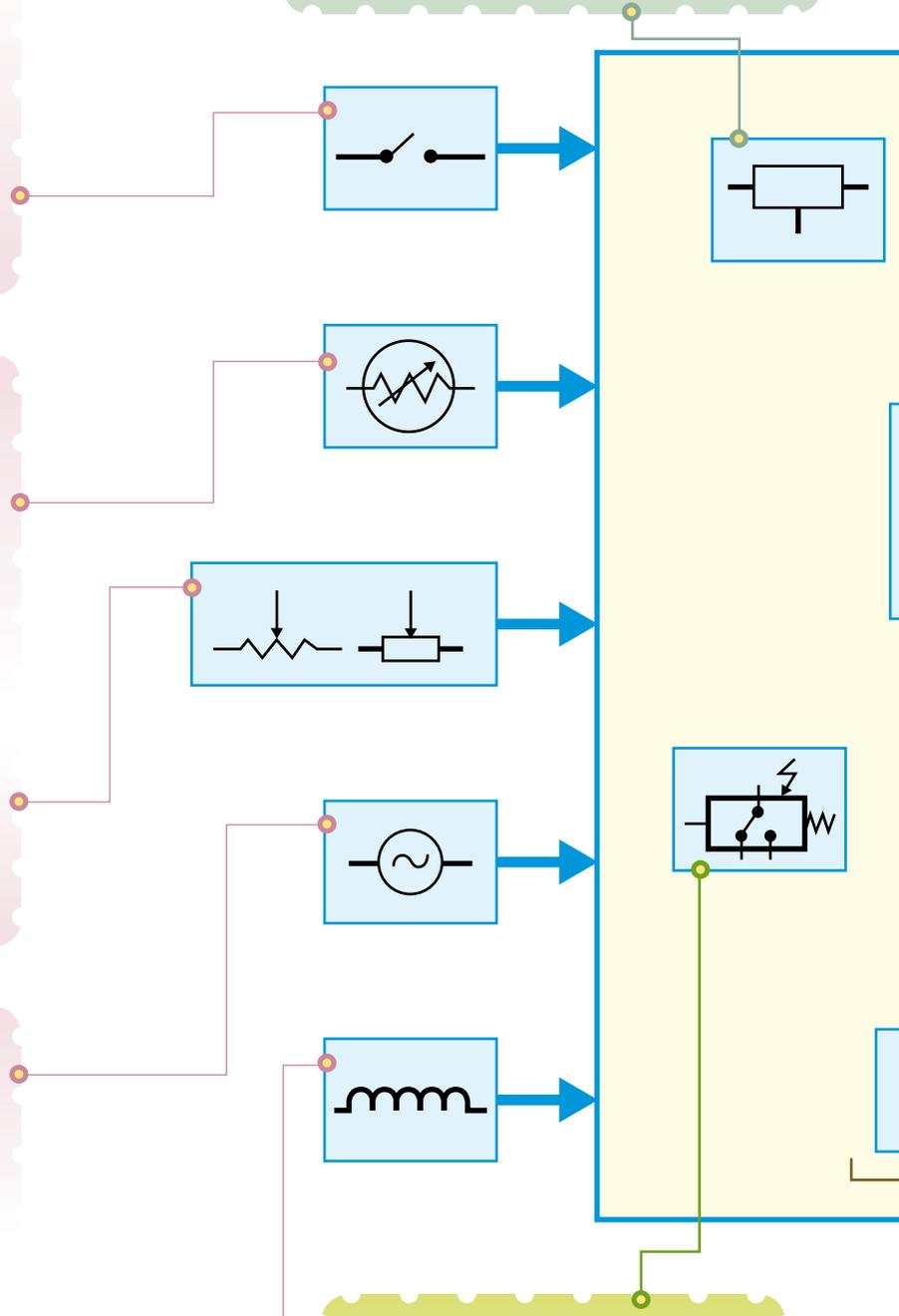
Crean su propia señal, misma que se envía hacia el procesador para indicar una condición. Transforman la energía mecánica en energía eléctrica, mediante el fenómeno de la inducción electromagnética.

Captador magnético o inductor

Se usa para la detección de posición o para sensar una posición sin contacto. Está libre de desgaste.

Reguladores

Mediante estos dispositivos, los componentes electrónicos delicados se protegen contra variaciones de potencial (tensión/voltaje), descargas eléctricas y "ruido" existente en la corriente de distribución eléctrica.



Convertidores

Convierten las señales de entrada analógica, rango de frecuencia, etc., en señales de salida digitales, señales para protocolos, pulsos para regulación, etc.

Diagnóstico del sistema de inyección electrónica y de control de emisiones

Capítulo

3



Uno de los avances tecnológicos más útiles en la industria automotriz, fue establecer la función de **diagnóstico a bordo (OBD, On Board Diagnostic)** en los vehículos. Gracias a este sistema, la computadora principal del vehículo (módulo de control electrónico) puede enviar una señal que activa a la **luz check engine** en el tablero, cuando se detecta una falla; y establece un **código de diagnóstico de fallas** para identificarlas, cuando se recuperan mediante el **escáner**. Este es el punto de partida para hacer las reparaciones del sistema de inyección o de cualquier otro sistema electrónico del vehículo, además de las pruebas de sus componentes.

También es importante **analizar los gases del escape**, porque con ello pueden diagnosticarse las condiciones de operación del sistema de combustible y del sistema de control de emisiones del vehículo. La ejecución de todas estas acciones permite que la **labor de diagnóstico** de estos sistemas sea más completa. En este capítulo podrás conocerlas, y conocer también los equipos con los que se realizan.



OBJETIVOS

- ✓ Diagnosticar a través del escáner los sistemas electrónicos del vehículo
- ✓ Diagnosticar mediante el analizador de gases los niveles de emisiones del vehículo
- ✓ Realizar pruebas de diagnóstico a los sensores del sistema



PRUEBA TUS CONOCIMIENTOS

1. Anota una X dentro del paréntesis de la respuesta correcta:

- a) Para recuperar y mantener la eficiencia del motor, tienen que sustituirse las partes desgastadas y realizar labores de regulación y limpieza de componentes. A este conjunto de acciones se le denomina...
- () Diagnóstico del motor () Reparación () Afinación
- b) Son síntomas de que el vehículo necesita una afinación:
- () Cascabeleo del motor e incremento en el consumo de gasolina () Emisiones de color blanco o azul en el escape () El motor se sobrecalienta o tarda en reaccionar a la aceleración
- c) Se pueden distinguir dos tipos de afinación:
- () Electrónica o mecánica () Mayor o menor () Con escáner o sin escáner
- d) Es un proceso que debe realizarse antes y después de la afinación:
- () Limpieza de componentes () Diagnóstico de componentes y sistemas () Prueba auditiva del motor
- e) Los inyectores se pueden lavar mediante:
- () Compresor, líquido especial y una franela () Bote presurizado, boya, laboratorio y ultrasonido () Brocha, thinner y gasolina o líquido especial

2. Explica brevemente cada uno de los procesos de afinación que se mencionan enseguida:

- a) **Reemplazo del filtro de gasolina:**
- b) **Limpieza del cuerpo de aceleración (desmontado):**
- c) **Limpieza de la válvula IAC:**
- d) **Despresurización del sistema de combustible:**
- e) **Lavado de inyectores con boya:**



CONCEPTOS CLAVE

Afinación: Mantenimiento preventivo aplicado a un motor de combustión interna, para perfeccionar su funcionamiento y compensar el desgaste que sufren sus mecanismos por el uso normal.

Bote presurizado: Se utiliza para el lavado de inyectores, como método alternativo al uso de la "boya".

Boya: Equipo para lavar a presión y con un líquido especial los inyectores automotrices.

Ultrasonido: Onda acústica de frecuencia superior al límite perceptible por el oído humano. Se utiliza para obtener imágenes, para

realizar diagnósticos médicos, para desincrustar residuos de carbón en piezas mecánicas automotrices, etc.

Presurización: Aumento de la presión en el interior de un recipiente, o de la presión del flujo de un líquido.

Ralentí: Velocidad mínima de operación de un motor de combustión interna.

Electrolito: Líquido especial para el funcionamiento de baterías automotrices. Se compone de ácido sulfúrico diluido en agua con una densidad adecuada.