Tu Taller Mecánico
www.tutallermecanico.com.mx

Teoría y práctica

Clave de referencia: TP11-03

Iván Cisneros Rodríguez

Los sensores en el automóvil

Este artículo corresponde al Capítulo 1 del Manual Combo titulado: **Los Sensores Automotrices en la Práctica**. Además del manual, incluye un DVD en el que se muestran pruebas reales con multímetro y osciloscopio, y algunas animaciones.

Específicamente, los temas que tratamos en el manual son los siguientes:

- Principales tipos de sensores usados en el automóvil, según su principio de operación: termistores, potenciómetros, interruptores y conmutadores, captadores magnéticos, de tipo transistorizado (ópticos y Hall), piezoeléctricos, de tipo iónico (de oxígeno), de hilo y película caliente. Se explica su estructura y funcionamiento, su circuito, sus aplicaciones, pruebas de banco y en el vehículo, etc.
- Sensores asociados al sistema de combustible y emisiones: de temperatura del refrigerante, de masa de aire, de posición del acelerador, de cigüeñal, de árbol de levas, etc. Al respecto, se especifica su ubicación en el vehículo, el tipo de sensor (su tecnología), su funcionamiento, sus síntomas de fallas, el mantenimiento/servicio y sus códigos de falla; ofreciendo a la vez explicaciones y consejos prácticos.
- Consejos prácticos para "engañar" a los sensores.

La idea del **Manual Combo** es ofrecer una edición que lo mismo sirva al estudiante que al técnico en el taller. Estamos convencidos que la combinación de manual impreso con DVD es ideal, porque a la vez que ofrece un aprendizaje teórico-práctico, con animaciones y demostraciones diversas, brinda la información de consulta que se requiere en el taller.

Descarga otros artículos gratuitamente

Boletín Tu Taller Mecánico es una publicación de distribución gratuita. **Tu Taller Mecánico** es un sello de **Concepto Editorial RED.**

Este artículo se publica bajo licencia **Creative Commons** de tipo ˝Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada˝. Se permite su copia y distribución libre por cualquier medio siempre que se mantenga el reconocimiento a **Tu Taller Mecánico** y a los autores de cada artículo o lección. No se autoriza el uso comercial de este documento ni modificación alguna. La licencia completa puede consultarse en: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0.

Capítulo 1

Los sensores en el automóvil

Comencemos este manual con un panorama general de los sensores en el automóvil y de la autotrónica.

La intención es ofrecerle al estudiante y al especialista mecánico un conocimiento general, que le permita ubicar el mundo de los sensores; o al menos puntualizar sus conocimientos al respecto, si es que ya cuenta con esta formación temática.

El hecho de que los automóviles ya no sean sistemas puramente mecánicos, y que se hayan convertido en máquinas electromecánicas, controladas por una computadora a bordo, ha modificado de manera muy importante (y lo seguirá haciendo) la manera en que se realiza el diagnóstico y la corrección de averías en el taller. Y este capítulo pone énfasis en esos cambios.

Qué es autotrónica

En términos simples, podemos decir que la autotrónica es la disciplina que se ocupa de la aplicación de la electrónica en el automóvil, por lo que considera a los vehículos ya no como máquinas típicamente mecánicas, sino como máquinas electromecánicas controladas por una computadora a bordo. Esto, a su vez, representa un nuevo concepto de ingeniería, que poco a poco ha ido modificando el perfil de la reparación automotriz.

El modelo básico de un sistema autotrónico, descansa en una arquitectura compuesta por tres bloques de compontes: sensores, unidad de control y actuadores.

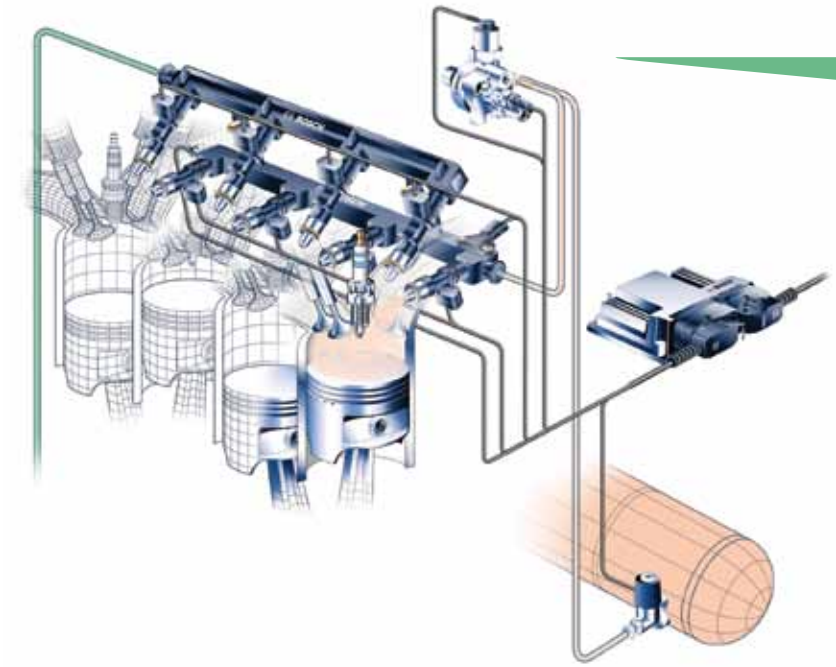
La autotrónica surgió como una necesidad de controlar las emisiones contaminantes y ahorrar combustible, y tomó fuerza a principios de los años 1980, con las reglamentaciones del gobierno de Estados Unidos en esa materia. Por lo tanto sus primeras aplicaciones se dieron principalmente en el ámbito del control del motor, pero gradualmente se han ido extendiendo a otros sistemas, como a la transmisión, el frenado, el confort, la suspensión y dirección, etc. Figura 1.1.

El hecho de incluir una computadora que puede ser programada para controlar con mayor precisión al motor, bajo diversas condiciones de operación, permitió eliminar algunas piezas mecánicas y sustituirlas por componentes electrónicos, haciendo que éste opere en forma más eficiente.

El control del motor

La inyección electrónica es un procedimiento de inyección de combustible en motores de combustión interna, tanto a gasolina como a diesel. En el caso de los motores a gasolina, la mezcla aire-combustible ingresa al motor a través del múltiple

Figura 1.1 **Electrónica en el automóvil**



La autotrónica es una disciplina relativamente nueva, que surge como respuesta a la necesidad de gestionar más eficientemente a los motores de combustión interna, para el ahorro de combustible y el control de emisiones. Sin embargo, poco a poco se ha extendido a diversos ámbitos, como el frenado y la seguridad en general, el confort, etc.

Por ejemplo, las bolsas de aire pueden requerir una unidad de control específica.

de admisión, mientras que en los motores diesel el combustible ingresa por separado del aire y se mezcla en los cilindros. Pero en cualquier caso, se requiere de un sistema o unidad que controle las proporciones de aire y combustible, para que la mezcla sea la adecuada y el motor funcione en forma eficiente y minimice las emisiones contaminantes. Esta unidad es la computadora. Figura 1.2.

A su vez, la computadora funciona solamente con señales eléctricas, de manera que se requiere de dispositivos que le suministren la información sobre el funcionamiento del motor, precisamente en forma de señales eléctricas. Esos dispositivos especiales son los sensores.

La información que recibe la computadora (figura 1.3) es comparada con datos grabados en sus memorias y, según su programa o software almacenado, ordena a los actuadores determinadas respuestas, y es así como controla el funcionamiento del motor, a través de diferentes áreas de control, como:

Los sensores convierten los fenómenos físicos (rotación, temperatura, presión, etc.) en señales eléctricas, las cuales son recibidas e interpretadas por la computadora, que a su vez envía determinadas señales a los actuadores para que ejecuten tal o cual función; por ejemplo, el control de frenado en la modalidad ABS.

La base de la autotrónica es una arquitectura funcional que depende de tres tipos de elementos: computadora(s), sensores y actuadores.

Imágenes: cortesía de Bosch

Figura 1.2

En la cámara de combustión de un motor con inyección directa de gasolina ingresa la mezcla aire-combustible, la cual es encendida por la bujía.

Cilindro de un motor diesel con inyección electrónica directa. Se aprecia la bujía de incandescencia (no suministra chispa) y el inyector.

Figura 1.3

1. Entrega de combustible.
2. Velocidad en vacío (ralentí o marcha mínima).
3. Sincronización del avance de chispa.
4. Dispositivos de emisiones (válvula EGR, recipiente de carbón activado-cánister, etc.).

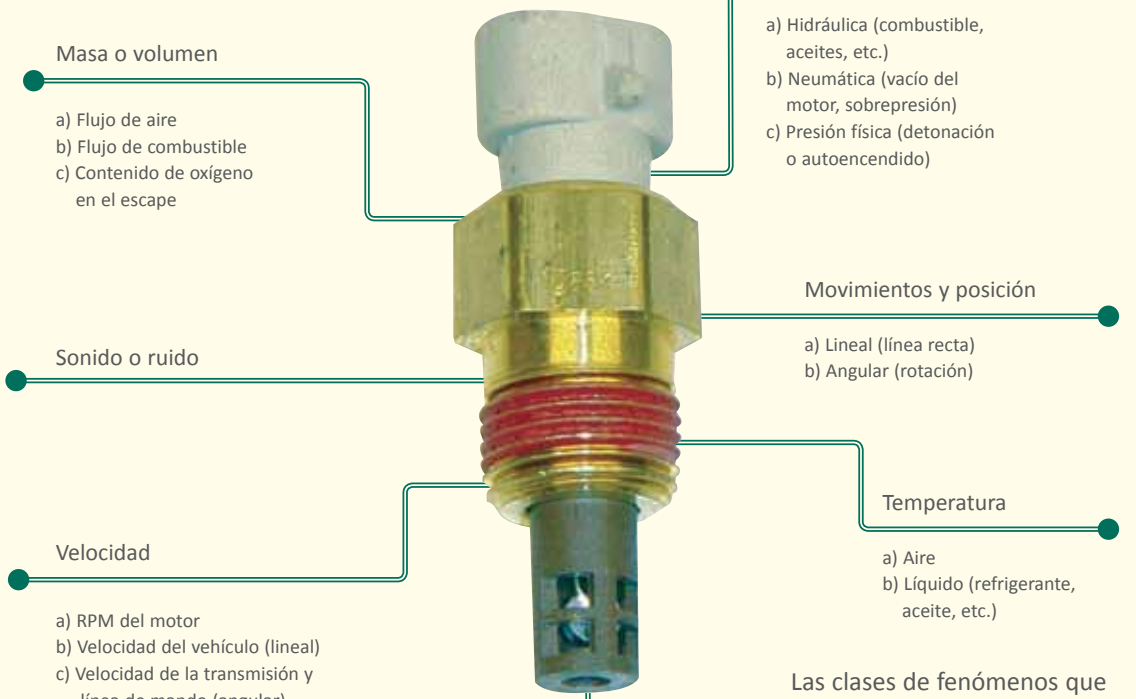
Qué son los sensores

Queda claro entonces que los sensores son los dispositivos encargados de monitorear las condiciones de operación del vehículo, y de enviar su información a la computadora para que ésta ordene a los actuadores a operar sobre ciertos parámetros, de acuerdo a las condiciones cambiantes de funcionamiento del motor.

Así, puede decirse que los sensores convierten las condiciones de funcionamiento del motor (temperatura, presión absoluta del múltiple, movimientos mecánicos, etc.) en un voltaje eléctrico que es enviado a la computadora para ser procesado y comparado con datos de referencia grabados en sus memorias. Y los actuadores son los dispositivos que realizan los cambios en la operación del vehículo, para adecuar su operación a diferentes condiciones específicas.

Un sensor es un elemento transductor. A su vez, un transductor es un dispositivo que puede convertir una forma de energía en otra; específicamente, los sensores del automóvil son dispositivos que captan la posición, rotaciones, caudal, aceleración, temperatura, oxígeno y otras magnitudes fundamentales en el vehículo, y convierten esos fenómenos en señales eléctricas. Y en este sentido, son como los "órganos sensoriales" del vehículo. Figura 1.4.

Figura 1.4



Las clases de fenómenos que puede medir un sensor y convertir en señal eléctrica son de diversos tipos.
Sólo para efectos gráficos tomamos este sensor como referencia general.

Los sensores automotrices generan o presentan en su salida dos tipos de señal (análoga o digital), y no necesariamente son dispositivos eléctricos o electrónicos, ni en todos los casos convierten un fenómeno o señal no eléctrica en una señal eléctrica. De hecho, para efectos prácticos, se considera que dispositivos como interruptores, resistencias o transformadores actúan como sensores aunque no generen voltaje (sólo lo modifican). Y a veces a las señales que producen se les conoce como "señales de sensibilidad".

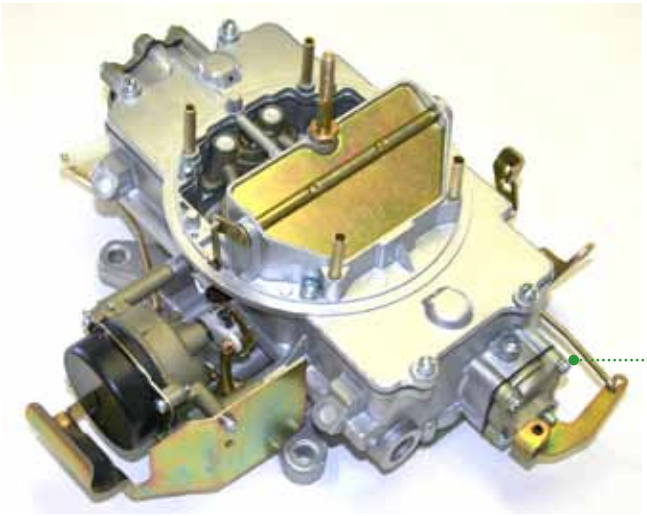
Usted puede considerar a los sensores como indicadores de "alta tecnología", pues dispositivos similares en vehículos antiguos, como medidores y luces indicadoras en el tablero de instrumentos (presión de aceite, nivel de combustible, etc.) tenían una función similar.

Por otra parte, una característica fundamental de los sensores es su exactitud en las mediciones y su rapidez de respuesta, de ahí una de las ventajas del control electrónico del motor (y de otros sistemas del vehículo) sobre el control puramente mecánico. Es el caso, por ejemplo, del carburador, para la dosificación de combustible, que es menos eficiente en cuanto a la emanación de gases tóxicos que el sistema de inyectores y cuerpo de aceleración (figura 1.5).

Como veremos en el capítulo 2, los materiales transductores se incorporan en una unidad constructiva con su empaque y conectores específicos, y casi siempre van asociados a un circuito electrónico para acondicionar la señal que será enviada a la unidad de control. Por ejemplo, la figura 1.6 corresponde a un sensor Bosch que mide la velocidad angular y se asocia a sistemas de estabilidad del vehículo; y es de hecho una combinación de varios elementos sensores en una misma placa.

Incluso, cabe mencionar que hay una tendencia encaminada a integrar los sensores en los módulos. Es el caso, por ejemplo, del pedal del acelerador, que cuenta con sensor de posición integrado; del módulo de cigüeñal, que incluye sensor de revo-

Figura 1.5



El carburador fue un dispositivo que utilizaban los automóviles para la mezcla aire-combustible, hasta antes de la llegada de los sistemas de inyección electrónica.

En un sistema de inyección electrónica el cuerpo de aceleración regula la entrada de aire al motor. Para su función incluye un sensor de ángulo.

Los inyectores, alimentados por la bomba de alta presión, suministran el combustible al motor. La sonda lambda mide oxígeno en los gases de escape y envía la señal generada a la computadora, la cual determina si la mezcla de aire-combustible es la adecuada.

Figura 1.6

luciones; o del módulo de aspiración, que cuenta con medidor de masa de aire de película caliente.

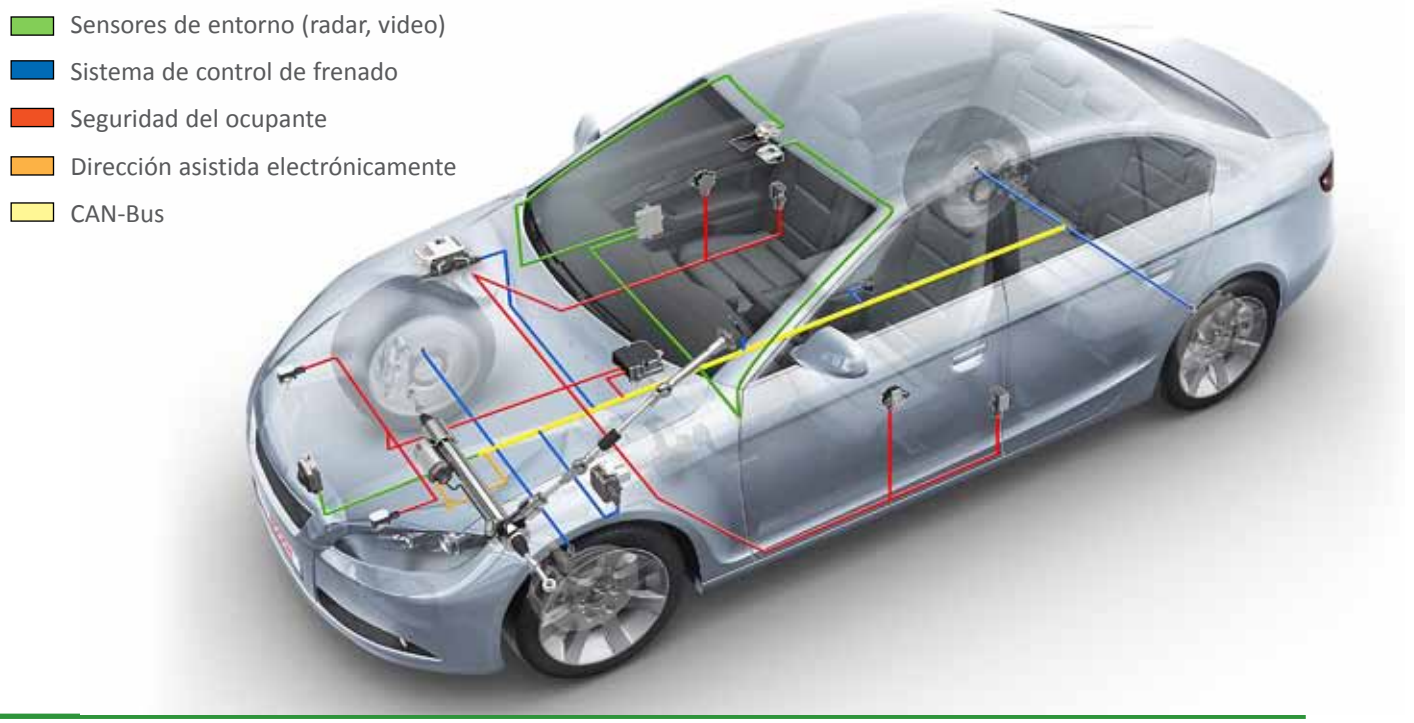
Y es que cada vez los fabricantes son más exigentes en cuanto a que los sensores cumplan determinadas características de exactitud, en virtud de que sus señales de salida influyen críticamente en la potencia y el par motor, en las emisiones y en el comportamiento de marcha, así como en la seguridad del vehículo.

Se prevé, incluso, que los sensores de próxima generación sean "más inteligentes"; es decir, que integren en su electrónica procesos de cálculo cada vez más complejos. Y esto, obviamente, cambiará el perfil del trabajo en

Figura 1.7

Además de los sensores relacionados con la operación del motor, los vehículos modernos pueden incluir sensores en los sistemas de frenos, en la caja de velocidades, en los sistemas de seguridad y de asistencia al conductor, etc.

Tecnologías Bosch para los sistemas de asistencia al conductor



el taller, pues ya no estaríamos hablando se dispositivos relativamente simples que se pueden diagnosticar con un simple led o con el multímetro. El osciloscopio, por ejemplo será imprescindible en todo taller.

En resumen, los sensores ya constituyen una amplia familia de dispositivos, que poco a poco se van haciendo más refinados y complejos, y cada vez más se generalizan en diversos sistemas del automóvil (figura 1.7).

Evolución de los sistemas electrónicos

Para concluir este panorama general, vale la pena hacer un breve recuento de cómo ha evolucionado la aplicación de los sistemas electrónicos en los automóviles. Para efectos prácticos, nos basaremos en la clasificación por generaciones que suele emplearse al hablar de estas tendencias.

Primera generación
(aprox. principios de 1980-1988)
Comienza con los encendidos electrónicos. En un principio, los sistemas que incorporaban los automóviles eran analógicos, no disponían de microprocesador y sus componentes eran robustos. Debido a ello, el programa de funcionamiento era muy sencillo y el sistema en general se reducía a algunos sensores y actuadores. Se controlaba el tiempo de encendido, pero en menor medida el suministro de combustible.

Los primeros sistemas electrónicos tampoco disponían de sistema alguno de auto-chequeo, de manera que si un sensor o actuador fallaba, el sistema no era capaz de comprobarlo y por lo tanto seguía interpretando ese valor como correcto.

Segunda generación: OBD I *(aprox. 1988-1996)*
Estos sistemas ya contaban con un microprocesador en el sistema de control, lo que les permitía incluir un programa de funcionamiento más amplio.

Aumentó el número de sensores y actuadores, y se incorporó el autodiagnóstico, que en un principio solamente transmitía una serie de códigos de avería, a través de un testigo de avería instalado en el cuadro de mandos. Además de los códigos de avería, se obtenían datos de funcionamiento del sistema; ya contaban con un conector de diagnóstico, según el fabricante.

Tercera generación: OBD II *(aprox. 1996-2007)*
Son sistemas con más de un microprocesador, lo que además del autodiagnóstico permite una programación externa. De esta manera, es posible una re-programación de la unidad de control electrónico, en caso de que el fabricante determine nuevos ajustes para un funcionamiento más adecuado del sistema. Anteriormente, en algunos casos de falla en la programación, se procedía a la sustitución de la unidad; pero actualmente, con la reprogramación o adaptación, ya no es necesaria la sustitución física.

Cuarta generación: redes multiplexadas (protocolo CAN) *(aprox. 2000 a la fecha)*
Se incluye una red común para todos los dispositivos controlados electrónicamente. Corresponde a las mismas técnicas basadas en microprocesador, pero con protocolos optimizados, espacios más reducidos y menos componentes, gracias a la multiplexación.

Corresponde a las mismas técnicas de microprocesador pero en espacios más reducidos, menos componentes, mayor velocidad, redundancia, seguridad y tolerancia de errores.

Un nuevo protocolo de red multiplexada, el FlexRay, ha comenzado a utilizarse en Europa y Estados Unidos.

Quinta generación (autos híbridos, eléctricos y de hidrógeno) *(en curso)*
La tendencia tecnológica en cuanto a fuentes de energía aún no está clara, aunque los fabricantes ya han lanzado comercialmente vehículos híbridos y eléctricos; a la par que siguen apostando por lograr un mayor rendimiento en los motores de combustión interna, gracias al control electrónico y a la revolución mecánica que ésta posibilita.

No obstante, independientemente de que sean vehículos de combustión interna, eléctricos, híbridos (o aun de hidrógeno), los nuevos automóviles cada vez se aproximan más a un sistema robotizado, con muchas funciones automáticas y autónomas del conductor.

Ver video 1
Gestión del motor y distribución de la fuerza motriz