Universidad Autónoma Chapingo

INGENIERÍA MECÁNICA AGRÍCOLA

PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE SENSORES EN SISTEMAS "FUEL INJECTION"

TESIS PROFESIONAL

Que como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO MEXICO
DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

Presenta:

IVAN GONZÁLEZ GARCÍA

Dirigido por:

DR © FRANCISCO MUÑOZ GÓMEZ

Chapingo, Estado de México, Noviembre de 2010

INDICE

1. INTRODUCCIÓN 1

2. OBJETIVOS 3

3. JUSTIFICACIÓN 4

4. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA 5

4.1. HISTORIA DE LA INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE 5

4.1.1. Historia de la inyección de combustible BOSCH. 7

4.1.2. Historia de la inyección de combustible GM en México. 8

4.2. VENTAJAS DE LA INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE 9

4.3. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INYECCION ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE 10

4.3.1. Por el número de inyectores: 10

4.3.2. Por la ubicación del inyector: 11

4.3.3. Por el sincronismo de la inyección: 12

4.3.4. Por el sistema de control y accionamiento de los inyectores: 13

4.4. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN 14

4.4.1. Alimentación de combustible 16

4.4.2. Sistema de alimentación de aire 20

4.4.3. Determinación de la temperatura del motor 29

4.4.4. Detección del estado de detonación del motor 30

4.4.5. Sensor de oxigeno (Sonda Lambda) 31

4.4.6. Determinación del régimen de giro del motor 32

4.4.7. Unidad de control electrónico 35

4.5. SISTEMAS DE INYECCIÓN 38

4.5.1. Inyección mecánica K-Jetronic 39

4.5.2. Inyección mecánica, KE-Jetronic 39

4.5.3. Inyección electrónica de combustible D-Jetronic 41

4.5.4. Sistema de inyección electrónica L-Jetronic 41

4.5.5. Sistema de inyección electrónica LH-Jetronic 42

4.5.6. Sistema de inyección electrónica Bosch LE-Jetronic, EZK, TSZ 43

4.5.7. Sistema Multec 700 y Multec TBI 43

4.5.8. Sistema Multec Delphi 45

4.5.9. Sistema Motronic 46

4.5.10. Sistema FIC, EECV, OBD II 46

4.5.11. Sistema Ford EEC V, Zetec RoCam. 47

4.5.12. Sistemas Magneti Marelli, IAW IG7, IAW IAB 48

4.5.13. Sistema Bosch Motronic M 1.5.4 48

4.6. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SENSORES. 51

4.6.1. Sensor de posición del estrangulador 51

4.6.2. Sensor de posición de la válvula de recirculación de gases del escape. 51

4.6.3. Sensor de temperatura del aire de carga. 52

4.6.4. Sensor de temperatura del refrigerante. 52

4.6.5. Sensor de temperatura del aire del múltiple. 52

4.6.6. Sensor de presión absoluta del múltiple 53

4.6.7. Sensor de flujo de masa de aire. 56

4.6.9. Sensor de golpeteo o cascabeleo 61

4.7. PARAMETROS DE SENSORES PARA DIFERENTES VEHICULOS. 63

4.7.1. Sensor de Flujo de Masa de Aire (MAF). 63

4.7.2. Sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS). 64

4.7.3. Sensor Temperatura del Refrigerante (CTS). 64

4.7.3. Sensor Temperatura del Aire de Admisión (IAT). 65

4.7.4. Sensor de oxigeno (HEGO). *65*
4.7.5. Sensor posición del cigüeñal (CKP). *66*
4.8. PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE SENSORES EN UN NISSAN TSURU 1.6 L. 66

5. MATERIALES Y MÉTODOS **70**

5.1. MATERIALES 70
5.2. METODOLOGÍA 71
5.2.1. Pruebas a sensores *71*
5.2.2. Acceso al valor de los sensores mediante el Scanner *74*

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN **75**

6.1. VALORES DE PRUEBA DE SENSORES EN DIFERENTES VEHICULOS 75
6.2. COMPARACIÓN ENTRE PARÁMETROS DE REFERENCIA Y VALORES DE PRUEBA DE SENSORES EN UN NISSAN TSURU 1.6 L. 86

7. CONCLUSIONES **89**

8. RECOMENDACIONES **91**

9. BIBLIOGRAFIA **92**

10. ANEXOS **94**

INDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Inyección monopunto. (Sistemas de Inyección Electrónica Bosch, 2008). 10
Figura 4.2. Inyección multipunto. (Sistemas de Inyección Electrónica Bosch, 2008). 11
Figura 4.3. Inyección Directa 11
Figura 4.4. Inyección Indirecta 12
Figura 4.5. Inyección de acuerdo al sincronismo. (Manual Técnico de Fuel Injection 2006) 13
Figura 4.6. Diagrama de funcionamiento del sistema de inyección. (Manual Técnico de Fuel Injection 2006). 15
Figura 4.7. Bomba de combustible. (Sistemas de Inyección Electrónica BOSCH, 2008). . 17
Figura 4.8. Filtro de combustible. (Sistemas de Inyección Electrónica BOSCH, 2008). 18
Figura 4.9. Riel de inyectores. (Manual Técnico de Fuel Injection 2006). 18
Figura 4.10. Regulador de presión. (Sistemas de Inyección Electrónica BOSCH, 2008). .. 19
Figura 4.11. Inyector (Sistemas de Inyección Electrónica BOSCH, 2008). 20
Figura 4.12. Contactor mariposa. (Sistemas de Inyección Electrónica BOSCH, 2008). 21
Figura 4.13. Sensor TPS. (Sistemas de Inyección Electrónica BOSCH, 2008). 22
Figura 4.14. Válvula de aire adicional. (Manual Técnico de Fuel Injection 2006). 23
Figura 4.15. Actuador de la válvula bypass. (Manual Técnico de Fuel Injection 2006). 23
Figura 4.16. Esquema de un sensor MAP. 25
Figura 4.17. Sensor de flujo de aire de placa. (Manual Técnico de Fuel Injection 2006). .. 26
Figura 4.18. Sensor de caudal de aire (VAF). (Manual Técnico de Fuel Injection 2006). .. 26
Figura 4.19. Sensor de flujo de aire tipo Karman-vortex. (Manual Técnico de Fuel Injection 2006). 27
Figura 4.20. Sensor de flujo de aire (MAF). (Manual Técnico de Fuel Injection 2006). 28
Figura 4.21. Sensor de flujo de aire de película caliente. (MAF). (Crouse – Anglin, 2005). 28
Figura 4.22. Sensor de temperatura del liquido refrigerante (CTS). (Sistemas de Inyección Electrónica BOSCH, 2008). 29
Figura 4.23. Sensor de detonación (KS). 30
Figura 4.24. Sensor de oxigeno (HEGO). (Sistemas de Inyección Electrónica BOSCH, 2008). 32
Figura 4.25. Señal inductiva del cigüeñal. (Manual Técnico de Fuel Injection 2006). 34
Figura 4.26. Sensor de posición del árbol de levas GM (CMP). (HELLA, Productos eléctricos y electrónicos 2009). 35
Figura 4.27. Gestión electrónica del sistema de inyección. (Manual Técnico de Fuel Injection 2006). 36
Figura 4.28. Clasificación de los diferentes sistemas de inyección (Manual Técnico de Fuel Injection (2006). 38
Figura 4.29. Sensor del ángulo de la mariposa. Diagrama de un potenciómetro. 51
Figura 4.30 Diafragma Piezorresistivo. 54
Figura 4.31. Variación de la capacitancia. 55
Figura 4.32. Esquema de un circuito con alambre caliente de un sensor MAF. 58
Figura 4.33 Esquema de un magnetómetro. 59
Figura 4.34. Principio del efecto Hall. 61
Figura 4.35. Efecto piezoeléctrico. 61

Figura 4.36. Comportamiento del sensor TPS. 67
Figura 4.37. Comportamiento del sensor CTS. 67
Figura 4.38. Comportamiento del sensor IAT. 68
Figura 4.39. Comportamiento del sensor CKP. 68
Figura 4.40. Comportamiento del sensor CPM. 69
Figura 6.1. Comportamiento del sensor CTS, Nissan Tsuru. 75
Figura 6.2. Comportamiento del sensor TPS, Nissan Tsuru. 76
Figura 6.3. Comportamiento del sensor MAF, Nissan Tsuru. 76
Figura 6.4. Comportamiento del sensor CTS, Chevrolet Cavalier. 77
Figura 6.5. Comportamiento del sensor TPS, Chevrolet Cavalier. 77
Figura 6.6. Comportamiento del sensor MAP, Chevrolet Cavalier. 78
Figura 6.7. Comportamiento del sensor CTS, Chrysler Shadow. 78
Figura 6.8. Comportamiento del sensor TPS, Chrysler Shadow. 79
Figura 6.9. Comportamiento del sensor MAP, Chrysler Shadow. 79
Figura 6.10. Comportamiento del sensor CTS, Honda Civic. 80
Figura 6.11. Comportamiento del sensor TPS, Honda Civic. 80
Figura 6.12. Comportamiento del sensor MAP, Honda Civic. 81
Figura 6.13. Comportamiento del sensor CTS, Ford Ka. 81
Figura 6.14. Comportamiento del sensor CTS, Chrysler Voyager. 82
Figura 6.15. Comportamiento del sensor TPS, Chrysler Voyager. 82
Figura 6.16. Comportamiento del sensor MAP, Chrysler Voyager. 83
Figura 6.17. Comportamiento del sensor IAT, Ford F150. 83
Figura 6.18. Comportamiento del sensor TPS, Ford F150. 84
Figura 6.19. Comportamiento del sensor MAF, Ford F150. 84
Figura 6.20. Comportamiento del sensor CTS, Honda Accord. 85
Figura 6.21. Comportamiento del sensor TPS, Honda Accord. 85
Figura 6.22. Comportamiento del sensor MAP, Honda Accord. 86

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Valores de referencia del sensor MAF..... 63
Cuadro 2. Valores de referencia del sensor TPS. 64
Cuadro 3. Valores de referencia del sensor CTS..... 64
Cuadro 4. Valores de referencia del sensor IAT..... 65
Cuadro 5. Valores de referencia del sensor HEGO. 65
Cuadro 6. Valores de referencia del sensor CKP. 66
Cuadro 7. Valores de referencia del sensor CTS, Nissan Tsuru..... 87
Cuadro 8. Valores de prueba del sensor CTS, Nissan Tsuru. 87

RESUMEN

Se realizaron pruebas de funcionamiento a sensores de sistemas “Fuel Injection” a vehículos de diferentes marcas. Primeramente se reunió información sobre los sistemas de inyección y el funcionamiento de los sensores, así como los valores de referencia dados por los fabricantes. Las pruebas se efectuaron en vehículos de las marcas más importantes en el mercado nacional como Chevrolet, Nissan y Ford, en modelos populares como Nissan Tsuru y Ford F150. Para la realización de las pruebas se utilizó el escáner Genisys SPX OTC, así como conectores correspondientes a cada vehículo. Se realizaron pruebas a sensores de temperatura, presión, posición angular entre otros, para esto, se efectuó la conexión entre el scanner y el vehículo. El vehículo fue puesto en ignición o en marcha, dependiendo del sensor a medir. Para algunos casos fue necesario modificar el régimen de funcionamiento. Se obtuvo la curva característica de los sensores medidos y en algunos casos el voltaje mínimo y máximo de salida. El voltaje de salida de la mayoría de los sensores se registró entre 0 y 5 V, sin embargo, en el sensor de posición de la mariposa de Crysler Voyager el valor máximo fue 3.55 V. Los sensores son fundamentales para el óptimo funcionamiento del sistema de inyección, por lo que resulta de suma importancia conocer su comportamiento y comparar sus valores de salida con los valores de referencia y así saber si funcionan de forma adecuada.

Palabras clave; prueba, vehículo, escáner, voltaje.

SUMMARY

Performance tests were realized to sensors of fuel injection systems for vehicles of different brands. First gathered information on the injection systems and the operation of sensors and the reference values given by manufacturers. Tests were conducted on vehicles of the most important brands in the domestic market as Chevrolet, Nissan and Ford, in popular models such as Nissan Tsuru and Ford F150. To carry out tests was used Genisys SPX OTC Scanner and connectors for each vehicle. Were tested temperature, pressure, angular position sensors and others, for this, was made the connection between the scanner and the vehicle. The vehicle was put in ignition or up, depending on the sensor to be measured. For some cases it was necessary to modify the operating system. Were obtained the sensor characteristic curves and in some cases the minimum and maximum output voltage. The output voltage of most of the sensors was recorded between 0 and 5 V, however, the maximum output voltage in Throttle Position Sensor of Chrysler Voyager was 3.55 V. The sensors are essential for the optimal functioning of the injection system, making it extremely important to know their performance and compare its output values with reference values and thus know if they work properly.

Keywords; testing, vehicle, scanner, voltage.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad es difícil concebir la vida diaria sin un medio de transporte como lo es el automóvil. Por las grandes ciudades circulan cada día miles de vehículos que funcionan gracias a un motor de combustión interna. En los últimos años el mercado automotriz mexicano ha pasado de ser uno de los más restringidos del mundo a uno de los más competitivos y abiertos, (Wikipedia, Autos en México).

Debido a la gran cantidad de vehículos y a la contaminación que estos representan al medio, se han tenido que generar normas que regulen la cantidad de emisiones contaminantes. A raíz de la obligatoriedad de la instalación de catalizadores en automóviles nuevos a partir de 1991, se diseñó el actual sistema de calcomanías del programa “Hoy no circula”, (Wikipedia, 2010).

La lucha por la permanencia o dominio del mercado demanda cada vez vehículos con mejores prestaciones y economía en el consumo de combustible. Es por ello que la industria automotriz ha tenido que buscar nuevas tecnologías que sean capaces de cumplir con las exigencias de los compradores y con las normas anticontaminantes.

Una solución a estas demandas fue encontrada en la inyección electrónica de combustible. Gracias al monitoreo constante de las condiciones de funcionamiento del motor, se ha logrado tener un suministro de combustible preciso según el requerimiento, esto ha permitido aumentar la eficiencia del motor, disminuir el consumo de combustible y controlar la cantidad de emisiones contaminantes a la atmosfera.

Debido a la existencia de diferentes marcas o compañías en el sector, se han desarrollado diversos sistemas de inyección electrónica. Cada uno con particularidades en su funcionamiento. El uso de sensores y actuadores es imprescindible en estos sistemas.

Al tratarse de sistemas nuevos con tecnologías avanzadas, el sector dedicado al servicio, mantenimiento y reparación, ha tenido que darse a la tarea de buscar la información necesaria que lo ayude a comprender dichos sistemas. Es una tarea continua y constante de mejoramiento en el servicio si se pretende ser una alternativa de solución.

El presente trabajo se suma a esa tarea constante. Se buscó reunir, organizar y estructurar información acerca de sistemas de inyección electrónica de combustible. También se generó una base de datos con los parámetros de funcionamiento de sensores, especificando marcas y modelos de vehículos. Se realizaron pruebas de funcionamiento a sensores para comparar los valores de operación con los de la base de datos, proporcionados por los fabricantes de automóviles.

Las pruebas fueron realizadas en los talleres del Departamento de Ingeniería Mecánica. Y se procuró realizarlas en vehículos de marcas que dominan el mercado automotriz como, Nissan, General Motors, Chrysler entre otras. Un claro ejemplo de ello es el caso del Nissan Tsuru, que actualmente ocupa los primeros lugares en ventas y popularidad.

2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

- Realizar pruebas dinámicas para generar información acerca de algunos sistemas de inyección electrónica.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Realizar investigación de sistemas de inyección electrónica, su clasificación y funcionamiento.

- Describir el principio de funcionamiento de sensores utilizados en sistemas fuel injection.

- Describir el funcionamiento de algunos sistemas de inyección electrónica de combustible.

- Realizar pruebas dinámicas a sensores de diferentes automóviles.

- Generar una base de datos con valores de operación de sensores y compararlos con los valores característicos de comportamiento proporcionados por los fabricantes de sistemas fuel injection.

3. JUSTIFICACIÓN

El sistema de inyección electrónica de combustible, se utiliza en todos los vehículos modernos. En los últimos años se ha generado gran cantidad de información acerca del funcionamiento de estos sistemas, misma que se encuentra en libros, folletos, manuales, revistas en forma dispersa.

La finalidad del presente trabajo es reunir parte de esta información y presentarla de forma estructurada y que sirva como material de consulta por los estudiantes del Departamento. Del mismo modo la base de datos que se pretende generar, se espera pueda servir de apoyo para la realización de prácticas y pruebas para materias relacionadas con el tema como es laboratorio automotriz.

4. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

4.1. HISTORIA DE LA INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE

La historia de la inyección de combustible se remonta al siglo XIX. (Manual Técnico de Fuel Injection (2006)).

En fecha tan lejana como 1883, junto con los que trabajaban en los carburadores, otros estaban experimentando con la inyección de combustible rudimentaria. Edward Butler, Deutz y otros desarrollaron sistemas precursores de inyección de combustible.

La inyección de combustible gasolina realmente tomo vuelo por medio de la aviación. A mediados de los veintes, Stromberg presentó un carburador sin flotador para aplicaciones en aeronaves, que es el predecesor de los sistemas actuales. Durante la segunda guerra mundial la inyección de combustible dominó los cielos. (Manual Técnico de Fuel Injection (2006)).

En 1949, un auto equipado con inyección de combustible, Offenhauser participó en la carrera de Indianápolis 500. El sistema de inyección lo diseño Stuart Hilborn y utilizaba inyección directa, en la cual el combustible inyectaba en el múltiple de admisión justamente delante de la válvula de admisión.

Chevrolet presento en 1957 el primer motor con inyección de combustible de producción en masa en el Corvette. Basándose básicamente en el diseño de Hilborn, el sistema de inyección de combustible Rochester Ramjet la Chevrolet lo usó en 1957 y 58, y Pontiac en el Bonneville en 1957.

Al mismo tiempo que el sistema Ramjet se desarrollaba, evolucionó el sistema de inyección electrónico de combustible (EFI) el cual tenía como fin la producción en masa. El trabajo de diseño para esos sistemas comenzó en 1952 en la Eclipse Machine División de la corporación Bendix, y en 1961 se patento como el sistema Bendix Electrojector. Casi simultáneamente, al EFI se le declaro como un proyecto muerto por la gerencia de la Bendix y se archivo. Aunque el sistema Electrojector en sí nunca llegó a la producción en masa, fue el antecesor de prácticamente

todos los sistemas modernos de inyección de combustible. Cuando la Bendix descarto al EFI en 1961, el interés renació hasta 1966 en que la compañía comenzó a otorgar permisos de patentes a Bosch. La VW presento en 1968 el sistema D-Jetronic de Bosch en el mercado de los Estados Unidos en sus modelos tipo 3.

Al principio de los setentas el sistema D-Jetronic se uso en varias aplicaciones europeas, incluyendo SAAB, Volvo y Mercedes aunque los encargados de dar servicio al sistema no comprendían totalmente cómo funcionaba.

Cadillac introdujo el primer sistema EFI de producción en masa en Septiembre de 1975. Era equipo estándar en el modelo Cadillac Seville de 1976. El sistema se desarrollo por medio de un esfuerzo conjunto de Bendix, Bosch y la General Motors(GM).

El sistema Cadillac-Bendix se uso hasta la introducción de la siguiente mejora tecnológica de la inyección de combustible, la computadora digital. Cadillac presento un sistema de inyección digital de combustible en 1980.

En 1965 la inyección de combustible Hilborn se le adapto al motor V-8 Ford de cuatro levas, desarrollado para autos Indy. Un motor Lotus de cuatro cilindros y 16 válvulas, equipado con inyección de combustible Lucas, se uso en pocos Scorts Ford europeos modelos 1970. Fue hasta 1983 que una división Ford decidió usar la inyección de combustible de manera formal. Ese año la Ford Europea comenzó a usar el sistema K-Jetronic de Bosch que usaron ampliamente los fabricantes del norte de Europa desde los primeros años de los setentas.

Mientras tanto, comenzó en 1978, la Ford de Estados Unidos pasó por tres generaciones de carburadores controlados electrónicamente. Los sistemas EECI, II y III se proyectaron para cumplir con las normas cada vez más estrictas de emisión de fines de los setenta e inicios de los ochenta. La Ford introdujo su inyección de combustible centralizada a gran presión (CFI) en el Versalles de 5 litros equipado con EEC III. El uso se extendió en 1981 hasta el LTD y el Gran Marquis. El modelo 1983 vio la introducción de la inyección multipuntos (MPI) en las aplicaciones de 1.6 litros. Con la introducción del sistema EEC IV en los

modelos 1984, la carburación resulto la excepción en lugar de la regla para la Ford. Al entrar a los noventa, los únicos Ford todavía con equipo de carburadores, fueron paquetes de equipos especiales, como autos policíacos y remolques. (Manual Técnico de Fuel Injection (2006)).

La inyección de combustible ha recorrido un largo camino durante los últimos 20 años, pero su historia se remonta a los primeros días del carburador.

4.1.1. Historia de la inyección de combustible BOSCH.

Los sistemas de encendido y de inyección de gasolina, están basados en más de 100 años de investigación (Sistemas de Inyección Electrónica BOSCH, 2008).

La historia de BOSCH se remonta a principios del siglo XX. En 1902 se suministra la primer bujía de encendido.

Para 1939 BOSCH presenta su primer sistema de inyección el cual es probado en un avión alemán.

En 1951 se realiza la presentación del sistema de inyección de la marca, en la exposición de automóviles de Frankfurt. Para 1954 se realiza el montaje del sistema de inyección Bosch al Mercedes-Benz 300 SL.

En 1967 se introduce el primer sistema de inyección electrónica D-Jetronic.

En 1973 se da el fenómeno de crisis energética, en este año BOSCH introduce los sistemas L-Jetronic y K-Jetronic.

Para 1979 se introduce en el mercado mundial el sistema Motronic. Y para 1981 y 1982 se introducen los sistemas LH-Jetronic y KE-Jetronic respectivamente.

La introducción al mercado mundial del Mono-Jetronic se da en 1987, un año después llega al mercado el Mono-Motronic.

En 1993 se da el desarrollo del software y el hardware.

Para 1999 surgen los sistemas de inyección directa de combustible en motores a gasolina y un año después se introduce al mercado mundial el sistema de inyección directa Motronic MED 7.

En 2005 se presenta una nueva tecnología de arranque en frío con sistema de calentamiento del combustible en la galería.

4.1.2. Historia de la inyección de combustible GM en México.

En lo referente a la inyección electrónica en México, según el Manual de Servicio Genuino Chevrolet (2002) en 1986 se da a conocer el primer sistema fuel injection de esta marca en México, el cual aparece en las unidades Century y Celebrity ambas con motor 2.8L V6.

A partir de 1989 a las unidades Cutlas y Century, ambas con el motor 3.1L V6, y el celebrity con motor 2.8L V6, se les conoce como segunda generación. Las diferencias entre la primera y segunda generación son las siguientes: no cuentan con distribuidor; traen un sistema de encendido DIS, se elimina el inyector de arranque en frío con interruptor, ya no cuentan con el interruptor para la activación del ventilador, el sensor TPS ya no es calibrable, el sensor MAF se elimina, el múltiple de admisión superior es reemplazado por una forma plana.

A partir de 1993 todas las unidades Chevrolet son Fuel Injection.

De 1993 a la fecha, Chevrolet ha introducido al mercado diferentes vehículos, uno de los más representativos de la marca es el Chevy Joy y Swing, ambos con motor 1.4L comercializado a partir de 1994.

Para 1995 El Chevy Swing presenta un motor 1.6L cuatro cilindros multiport, y se incluye el Cavalier al igual que la pick–up S-10 ambos con motor 2.2L cuatro cilindros.

En 1996 destaca una de las camionetas emblemáticas de la marca, la Chevrolet Silverado con motor 5.7L V8 TBI (Monopunto), también el Camaro Z-28 5.7L V8 MPFI (Multipunto) y el Chevy Monza con motor 1.6L.

En 1998 el Malibu y la camioneta familiar Venture presentan un motor 3.1L V6.

En el año 2000 la novedad es el impala con motor 3.1 o 3.8 ambas V6.

El Chevrolet Astra fue un nuevo modelo, introducido en 2001 con un motor 1.8 doble árbol de levas a la cabeza. Manual de Servicio Genuino Chevrolet (2002).

Los vehículos mencionados son algunos de los autos representativos de la marca General Motors de México, los cuales cuentan con sistema de inyección electrónica de combustible ya sea monopunto o multipunto.

4.2. VENTAJAS DE LA INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE

La inyección electrónica de combustible se puede entender en tres sistemas (Manual Técnico de Fuel Injection (2006)):

1. **Suministro de aire**: El aire entra por un ducto que lo filtra, pasa al cuerpo de la válvula mariposa, de igual forma que en el carburador. Al accionar el pedal del acelerador se dosifica la entrada de aire y no el de combustible. Existe un sistema eléctrico que permite el paso de aire para el funcionamiento de la marcha mínima. El diseño de los múltiples de admisión hace que a cada cilindro le llegue la misma cantidad de aire.
2. **Suministro de combustible**: La bomba, sumergida en el tanque, envía el combustible hacia los inyectores; un regulador permite mantener la presión constante en la galería (riel) de inyectores; otra tubería de retorno devuelve al tanque el combustible sobrante. Los inyectores son unas válvulas eléctricas que dosifican y pulverizan el combustible sobre las válvulas de admisión, antes de entrar en la cámara de combustión.
3. **Parte electrónica**: La computadora (ECU, ECM, PCM, UCE) dosifica la entrada de combustible, por lo tanto controla el tiempo durante el cual deben permanecer abiertos los inyectores.

La cantidad de combustible que se inyecta depende de varios factores como la temperatura del motor, velocidad el motor, carga y posición de la válvula mariposa (acelerador). Todos los cambios mencionados son captados por sensores que envían la información a la computadora.

Una variedad de sensores miden: flujo de aire, temperatura del motor, presión atmosférica, revoluciones del motor, posición de los pistones, etc. Por lo que el Manual del Automóvil, Reparación y Mantenimiento (2002) menciona las siguientes ventajas de los sistemas de inyección frente al carburador.

- Mejor adaptación del motor a las diferentes fases de funcionamiento: ralentí, carga parcial, plena carga, aceleración, desaceleración, cortes de inyección.
- Dosificación precisa y mejor repartida de la mezcla aire-combustible.
- Facilidad de adaptar los elementos electrónicos a los diversos sistemas del motor.

- Aumento de potencia del motor: del 2 al 15% de potencia suplementaria de un mismo motor con carburador y sistema de inyección.
- La entrada del aire y la pulverización de la gasolina son más directas.
- La tasa de llenado de los cilindros es más grande (aumento del rendimiento volumétrico).
- Los colectores de admisión pueden ser más cortos.
- La pulverización de la gasolina es más fina que la obtenida en un carburador.
- Se puede utilizar una mezcla más pobre.
- La combustión es más homogénea y más completa.
- Mayor par motor a bajos regímenes.
- Disminución del consumo de combustible.
- Reducción de la contaminación atmosférica por los gases de la postcombustión.
- Gran fiabilidad de los elementos electrónicos del sistema.

4.3. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INYECCION ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE

Para los sistemas de inyección se pueden aplicar cuatro clasificaciones (Manual Técnico de Fuel Injection (2006)):

4.3.1. Por el número de inyectores:

a) Monopunto: existe un solo inyector en una posición similar a la que tendría un carburador (figura 4.1).

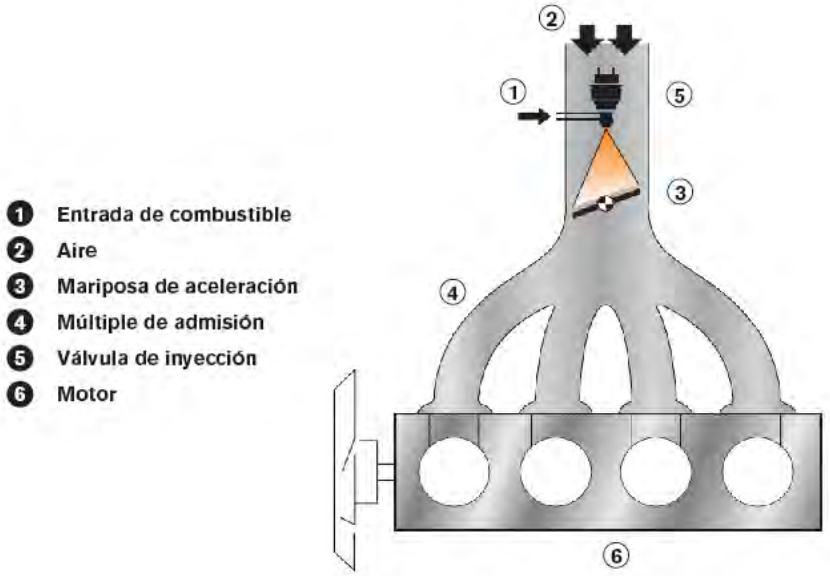


Figura 4.1. Inyección monopunto. (Sistemas de Inyección Electrónica Bosch, 2008).

b) Multipunto: se dispone de un inyector para cada cilindro (figura 4.2).

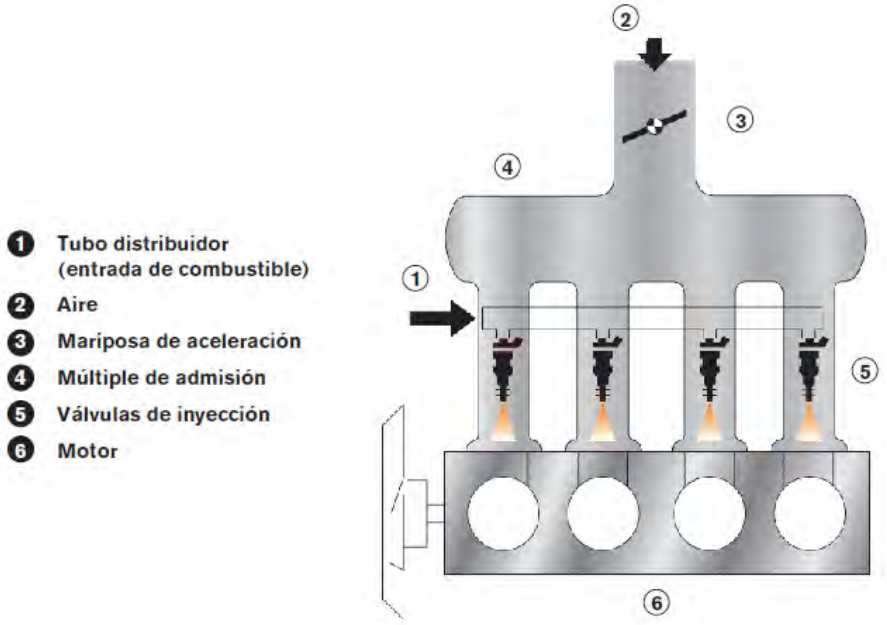


Figura 4.2. Inyección multipunto. (Sistemas de Inyección Electrónica Bosch, 2008).

4.3.2. Por la ubicación del inyector:

Directa en el cilindro: el inyector se encuentra en contacto con la cámara de combustión y lanza el combustible al interior de ésta. Este sistema se utiliza poco debido al corto tiempo para realizarse la mezcla y por los problemas tecnológicos del inyector (altas presiones y temperatura). Volkswagen está implementando la inyección directa en algunos de sus modelos, como el Golf GT Sport y Passat. En la figura 4.3 se muestra un esquema de la inyección Directa.

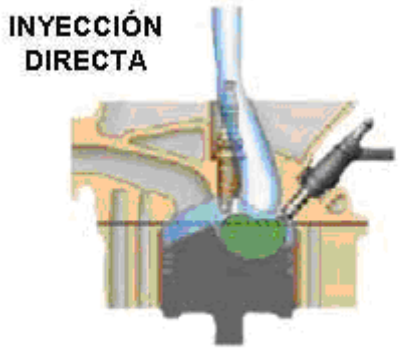


Figura 4.3. Inyección Directa

Indirecta en el colector de admisión: los inyectores están situados muy cerca de la válvula de admisión, en el colector de admisión (figura 4.4).

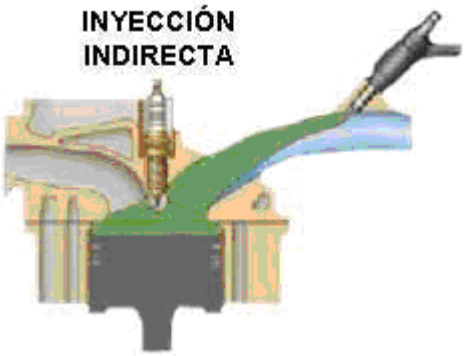


Figura 4.4. Inyección Indirecta

4.3.3. Por el sincronismo de la inyección:

Simultánea: debe ser indirecta, y se basa en inyectar el combustible simultáneamente en todos los inyectores a cierta frecuencia, que no coincide con la apertura de la válvula de un determinado cilindro, de modo que el combustible inyectado se acumula en el colector de admisión, mientras la válvula de admisión permanece cerrada. Cuando se abre la válvula se produce la entrada de la mezcla acumulada y de la nueva que se forma.

Semisecuencial: el combustible es inyectado en los cilindros de forma que los inyectores abren y cierran de dos en dos.

Secuencial: la inyección se produce sólo en el momento de apertura de la válvula de admisión.

El inyector regula la cantidad de combustible por el tiempo que permanece abierto, y la frecuencia de apertura depende directamente del régimen de giro del motor.

El esquema de la figura 4.5 muestra los tres casos de sincronismo en la inyección.

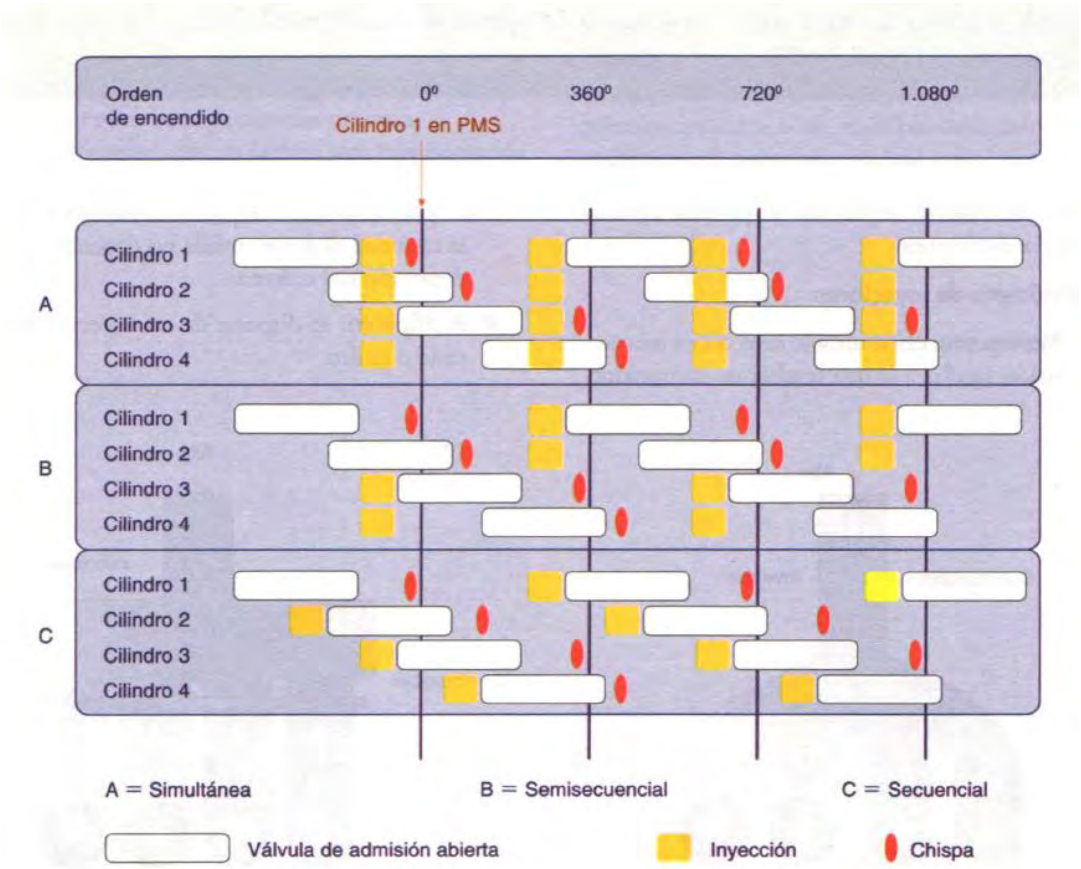


Figura 4.5. Inyección de acuerdo al sincronismo. (Manual Técnico de Fuel Injection 2006)

4.3.4. Por el sistema de control y accionamiento de los inyectores:

Mecánica: control y accionamiento mecánico de los inyectores (K-Jetronic).

Mecánica electrónica: control electrónico y accionamiento mecánico de los inyectores (KE-Jetronic).

Electrónica: control y accionamiento electrónico de los inyectores (L-Jetronic, LE-Jetronic, Motronic, Digifant).

Las configuraciones más comunes que se pueden conseguir en el mercado son:

- **Inyección directa, multipunto y secuencial.**
- **Inyección indirecta, multipunto y secuencial.**
- **Inyección indirecta, multipunto y simultánea.**
- **Inyección indirecta, monopunto y simultánea.**

4.4. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN

Los equipos de inyección electrónica son sistemas de alimentación precisos. Para conseguir una dosificación exacta se controlan una serie de parámetros para determinar el tiempo básico de inyección, como son:

- **Densidad del aire.**
- **Temperatura del motor.**
- **Régimen de giro del motor.**
- **Carga del motor.**
- **Voltaje de la red del vehículo.**
- **Oxígeno residual de la mezcla (sonda Lambda).**
- **Condiciones de funcionamiento** (marcha mínima, ralentí, en frío).

(Manual Técnico de Fuel Injection (2006)).

Para la determinación de estos parámetros son utilizados transductores capaces de determinar modificaciones de tensión eléctrica, de acuerdo con la magnitud que controlan. Los transductores transmiten a la ECU (unidad de control electrónico) la información, que será procesada.

En la figura 4.6 se puede apreciar los diferentes procesos a los cuales se ven sometidos tanto el aire como la gasolina antes de ser mezclados. El aire aspirado pasa primero por un filtro, enseguida pasa al medidor del flujo de aire, que envía la información a la ECU. La cantidad de aire que entra está regulada por la válvula mariposa, que a través de la caja de contactos envía la señal de su estado a la ECU y por la válvula de aire adicional también controlada por la ECU.

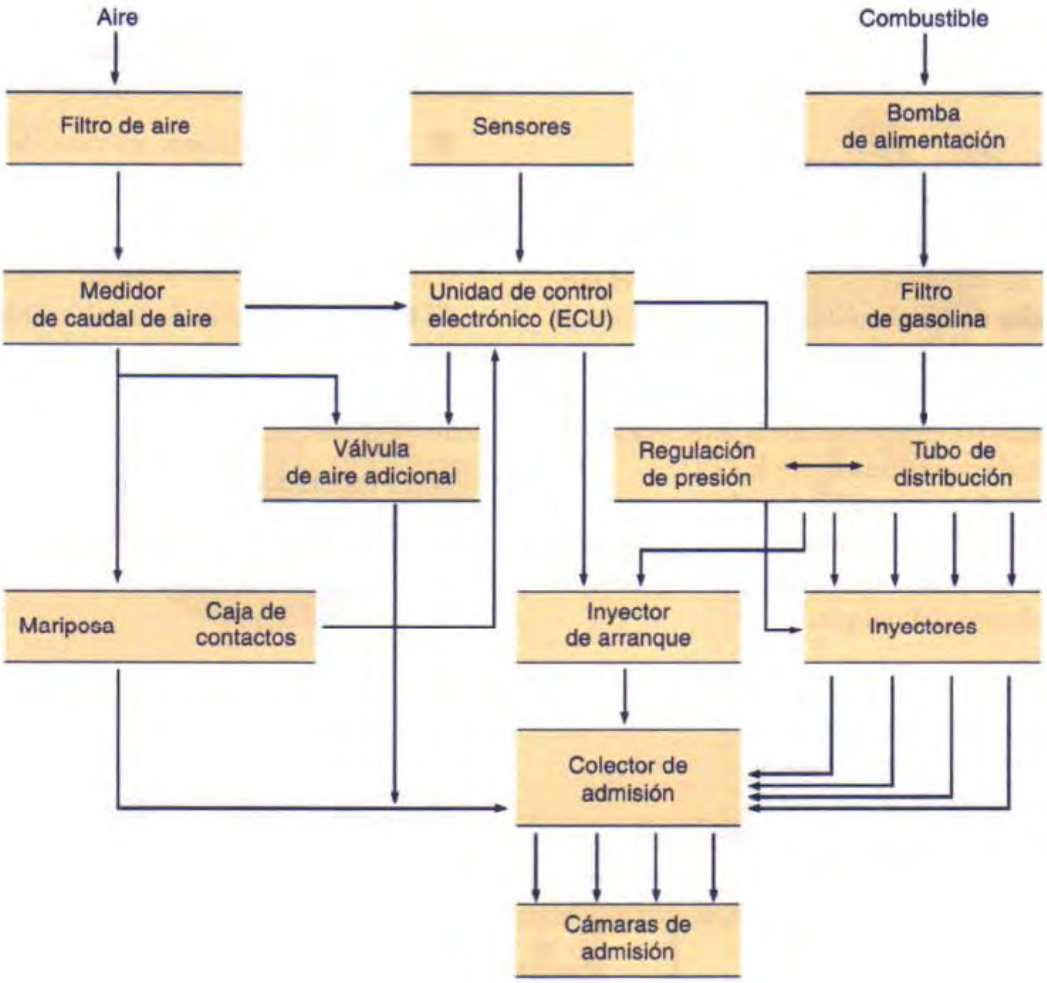


Figura 4.6. Diagrama de funcionamiento del sistema de inyección. (Manual Técnico de Fuel Injection 2006).

El recorrido de la gasolina empieza desde el tanque de combustible, donde es aspirada por la bomba eléctrica de combustible, que recibe la corriente desde el relé principal, controlada por el interruptor de contacto y la ECU. La bomba de combustible impulsa la gasolina a través del filtro, al tubo de distribución (riel), y llega al regulador de presión donde se establece la presión de inyección. Después de tener la presión adecuada, pasa finalmente al inyector de arranque en frío, si lo tiene, y posteriormente a los inyectores.

Finalmente, el aire recibe la aportación de combustible del inyector de arranque en frío, sólo cuando el motor funciona en el estado de calentamiento y enseguida la cantidad de combustible necesaria para la combustión por parte de los inyectores.

Los sistemas de inyección de gasolina actuales dosifican exactamente la cantidad de combustible que es requerida en cada régimen de funcionamiento y carga del motor. En los sistemas actuales de inyección indirecta el combustible es inyectado en el colector de admisión, de esta forma se consigue un mayor control de la mezcla aire-combustible en cualquiera de las condiciones de marcha del motor, de lo que resultan unos niveles reducidos de emisión de gases contaminantes y mejor rendimiento del motor.

La supresión del carburador permite un diseño óptimo de los colectores y conductos de admisión, gracias a la cual se mejora considerablemente el llenado de los cilindros. De lo anterior resulta una potencia mayor.

A través de los colectores y conductos de admisión circula aire solamente, inyectándose la gasolina justamente en la entrada del cilindro, dosificándola adecuadamente de manera que el motor reciba la cantidad justa para sus necesidades reales. Asimismo, cada uno de los cilindros recibe la misma cantidad de combustible.

4.4.1. Alimentación de combustible

4.4.1.1. *Bomba eléctrica de combustible*

En cualquiera de los sistemas de inyección, la bomba eléctrica de combustible suministra a los inyectores combustible a presión. (Crouse – Anglin, (2005)).

Se encarga de extraer el combustible desde el tanque (depósito de combustible) y lo envía al riel de inyectores. Está ubicada dentro del tanque y es accionada por un motor eléctrico. La bomba es de funcionamiento continuo y recibe la alimentación eléctrica de un relevador, el cual es comandado por la ECU.

La electrobomba de combustible está montada dentro del tanque y puede incorporar:

• El regulador de presión de combustible.

• El medidor de nivel de combustible.

• El filtro de combustible.

La bomba no sólo debe alimentar todos los conductos, sino que debe proporcionar una presión y flujos mayores que los de máximo consumo de la instalación. Usualmente la presión es de 5 bar y el caudal de 2 litros por minuto, aproximadamente. En la figura 4.7 se ilustra la bomba de combustible.

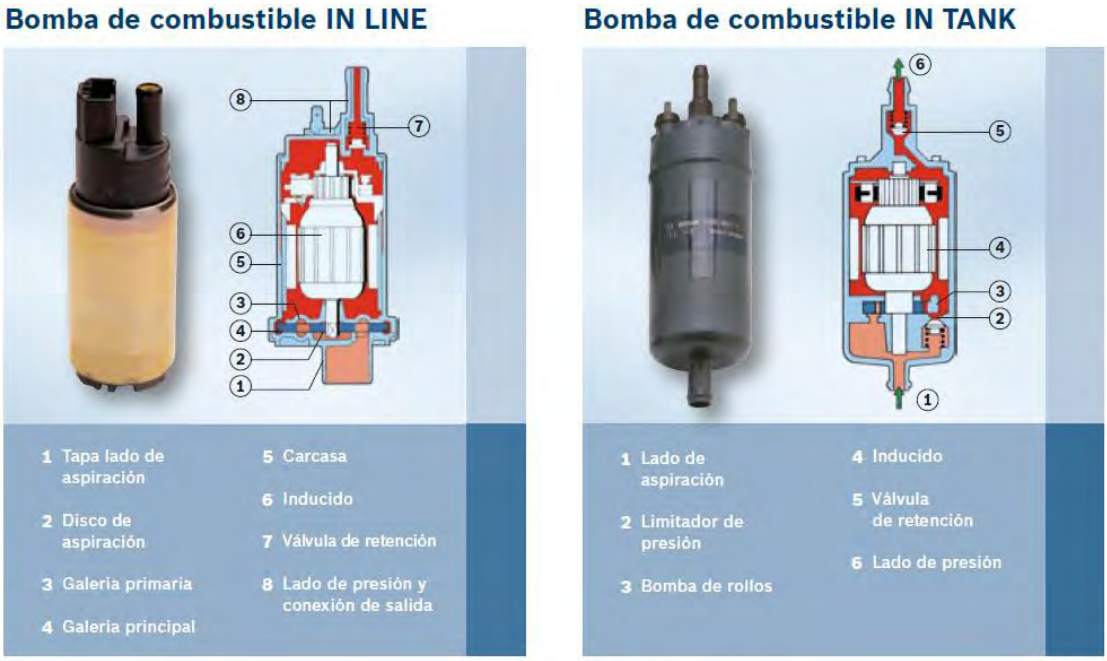


Figura 4.7. Bomba de combustible. (Sistemas de Inyección Electrónica BOSCH, 2008).

4.4.1.2. *Filtro de combustible (FP)*

Se encarga de retener las partículas de suciedad existentes en la gasolina, para que éstas no obstruyan los pequeños orificios de descarga de los inyectores. El filtro trabaja a alta presión y debe ser remplazado de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Generalmente consiste en una malla fina de papel en una lata metálica que filtra partículas muy pequeñas como se ilustra en la figura 4.8.

Figura 4.8. Filtro de combustible. (Sistemas de Inyección Electrónica BOSCH, 2008).

4.4.1.3. *Riel o galería de inyectores*

Es utilizado en los sistemas de inyección multipunto, proporciona una presión uniforme de combustible a todos los inyectores, asegurando un suministro homogéneo en cada uno. En la figura 4.9 se muestra el esquema del riel de inyectores.

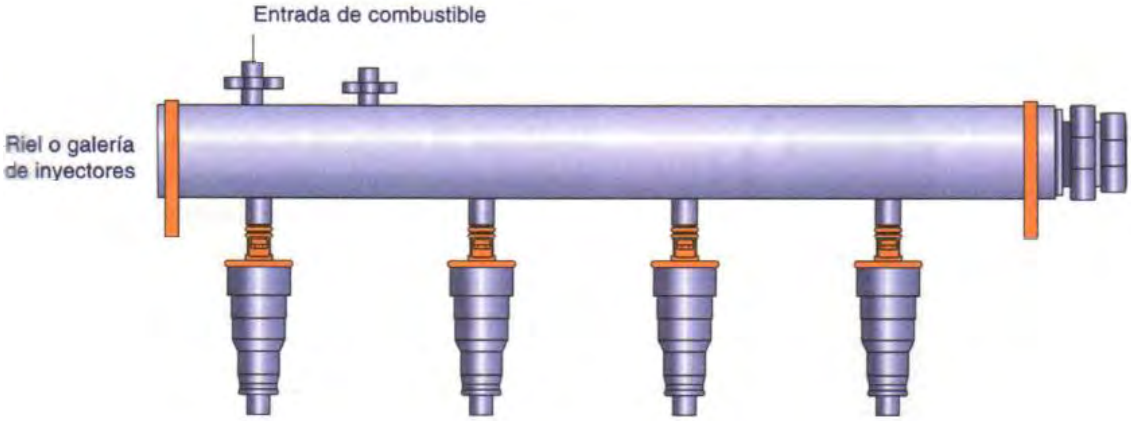


Figura 4.9. Riel de inyectores. (Manual Técnico de Fuel Injection 2006).

4.4.1.4. *Regulador de presión de combustible*

Según el Manual Técnico de Fuel Injection (2006). Una de sus funciones es transferir el combustible al tanque por la línea de retorno cuando la presión máxima admisible en el riel de inyectores es superada.

Adicionalmente, el regulador se encuentra comunicado con el colector de admisión, por lo que la regulación se hace sensible a la depresión que exista en el colector. El objetivo fundamental de esta regulación es impedir que las variaciones

de vacío en el colector influyan en la cantidad de combustible inyectado. Al aumentar la depresión en el colector, la cantidad de combustible que ingresa en los cilindros será mayor, por lo que en esas condiciones el regulador disminuye la presión de inyección, quedando compensada la cantidad real de combustible que ingresa en los cilindros.

Cuando la depresión en el colector disminuye, el regulador actúa en forma contraria, es decir, aumenta la presión de inyección. Es de notar que la gama de regulación de presiones siempre estará por debajo de la presión máxima que desarrolla la bomba eléctrica de combustible. La figura 4.10 muestra el esquema del regulador de presión.

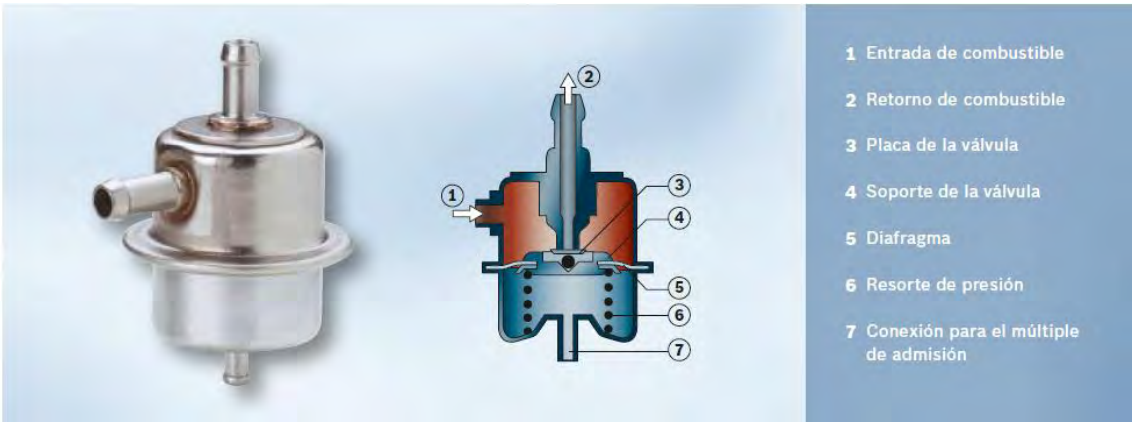


Figura 4.10. Regulador de presión. (Sistemas de Inyección Electrónica BOSCH, 2008).

4.4.1.5. *Inyectores*

Los sistemas actuales utilizan inyectores controlados eléctricamente, es decir, por válvulas de regulación eléctricas. Son dispositivos de tipo "todo o nada", ya que sólo tienen dos estados estables (abierto o cerrado).

Cuando están abiertos permiten el paso de combustible y cuando están cerrados lo bloquean.

La ECU es la encargada de mandar los impulsos eléctricos que gobiernan la apertura de los inyectores. El tiempo de duración de los impulsos determina el tiempo de apertura de la aguja pulverizadora, y debido a que la presión de

alimentación del inyector es constante, la cantidad de combustible inyectado será proporcional al tiempo de duración del impulso eléctrico.

El inyector (figura 4.11.) es una válvula que responde con gran precisión a los impulsos eléctricos que recibe. Los componentes que lo conforman son de gran precisión.

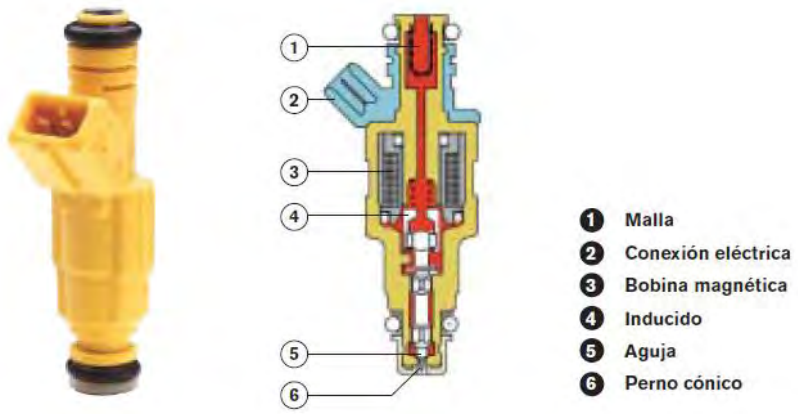


Figura 4.11. Inyector (Sistemas de Inyección Electrónica BOSCH, 2008).

4.4.2. Sistema de alimentación de aire

La determinación de la posición de la mariposa es esencial para el control electrónico del sistema. (Manual Técnico de Fuel Injection (2006)).

Es lo que determina el estado de ralentí, media, plena carga del motor y, adicionalmente, la voluntad del conductor de solicitud de mayor potencia para aceleraciones en todas sus variaciones.

4.4.2.1. *Caja de contactos de la mariposa (contactor mariposa)*

Se encuentra fijada en el cuerpo de la mariposa y se acciona por el eje de aceleración. Sólo debe determinar dos posiciones, una relacionada con el ralentí y la otra, con el estado en plena carga. En carga máxima el motor debe desarrollar su potencia máxima y eso se consigue haciendo la mezcla más rica. La información de que el motor se encuentra en carga máxima, la unidad de comando la recibe por el contacto cerrado del interruptor de la mariposa, cuando ella se encuentra totalmente abierta. En régimen de ralentí, la unidad de comando evalúa las señales del interruptor de la mariposa y las revoluciones con el fin de ahorrar

combustible, manteniendo cerradas las válvulas de inyección. En la figura 4.12 se ilustra el contactor mariposa.

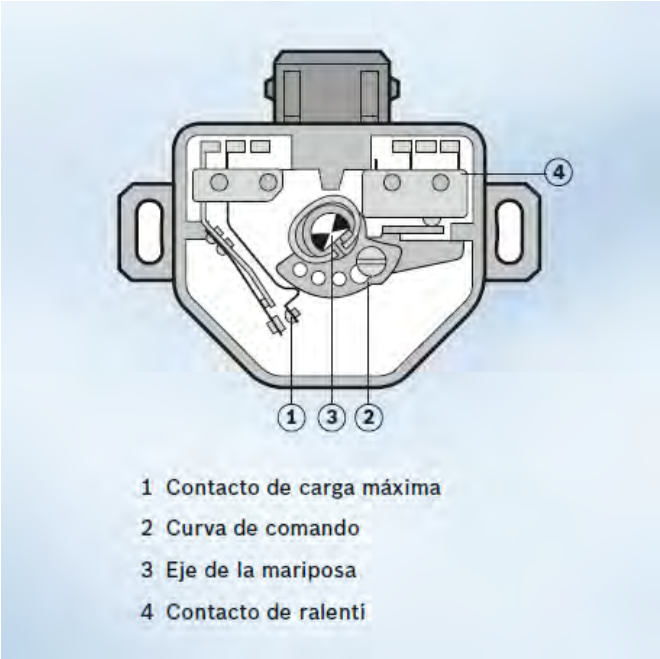


Figura 4.12. Contactor mariposa. (Sistemas de Inyección Electrónica BOSCH, 2008).

4.4.2.2. *Potenciómetro de la mariposa (Sensor de posición de la mariposa TPS)*

Para Crouse – Anglin, (2005), La velocidad del motor y la posición de la mariposa, son entradas esenciales para la ECU. El conocimiento de la posición de la mariposa permite a la ECU hacer coincidir el flujo de combustible con el flujo de aire. La posición del acelerador es también importante para el control de la velocidad de marcha en vacío y para los patrones de cambio de velocidad de las transmisiones automáticas. En algunos motores, cuando la mariposa del acelerador se cierra, la ECU detiene el flujo de combustible, lo que evita una mezcla exageradamente rica durante la desaceleración.

A fin de proporcionar a la ECU información sobre la posición del acelerador, se monta un sensor de posición de la mariposa (TPS). Este sensor, como se ilustra en la figura 4.13, es un potenciómetro que envía de manera continua una señal de voltaje variable a la ECU. Un potenciómetro es una resistencia variable, que transforma un movimiento mecánico en un voltaje.

Figura 4.13. Sensor TPS. (Sistemas de Inyección Electrónica BOSCH, 2008).

4.4.2.3. *Válvula de aire adicional*

El funcionamiento se basa en una mariposa de freno que hace cortocircuito. Ésta se encuentra articulada sobre un eje fijo y central, y giran en sentido rotativo, de modo que en una posición determinada cierra el paso de aire. La posición que adopta la mariposa depende a su vez de la posición de un tope en forma de extremo de una lámina bimetálica con resistencia de calentamiento. Un muelle o resorte, obliga a la mariposa de freno a apoyarse sobre el tope.

La mariposa dispone de una ranura de paso que depende de la posición que adopte la lámina bimetálica, como se ilustra en la figura 4.14. Cuando el motor está frío la lámina bimetálica permanece en una posición en que la ranura se alinea exactamente con el conducto (orificio) de paso de aire adicional, por lo que el paso de aire no tiene ninguna restricción. Cuando se arranca el motor, la ECU, de acuerdo con la señal que le llega del sensor de temperatura, manda una intensidad de corriente a la resistencia que envuelve a la lámina, y provoca un movimiento de ésta, y por lo tanto, una rotación de la mariposa.

La rotación de la mariposa desalinea la ranura de la mariposa con el conducto u orificio de aire adicional, cerrándolo parcialmente. A medida que la temperatura es mayor, la intensidad también, es decir, más se cierra el paso de aire. Cuando el motor llega a la temperatura de funcionamiento, la intensidad es máxima y la mariposa adopta una posición que cierra totalmente el paso de aire adicional.

El inconveniente principal de este método de regulación de aire adicional es que se efectúa una sola vez, es decir, una vez cerrada no se abre nuevamente.

Debido a esta característica este método es poco utilizado.

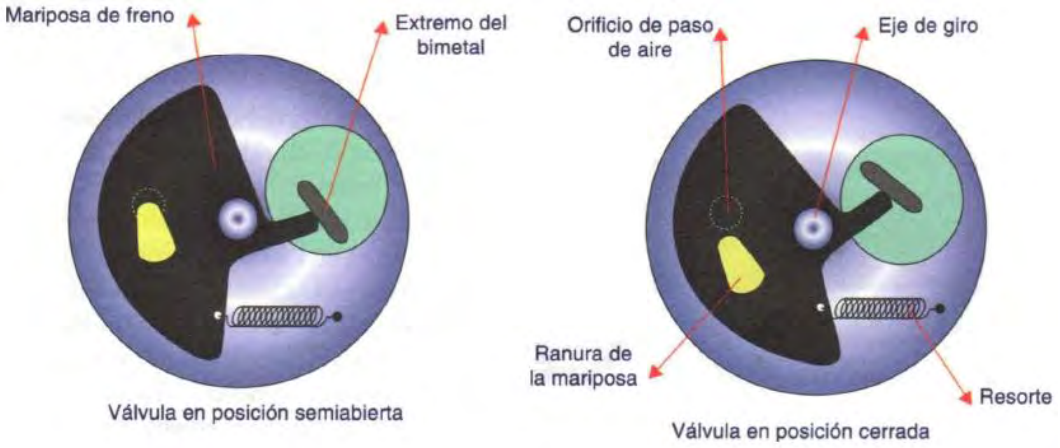


Figura 4.14. Válvula de aire adicional. (Manual Técnico de Fuel Injection 2006).

4.4.2.4. *Regulación escalonada o pulsatoria*

En el Manual Técnico de Fuel injection (2006), se indica que algunos sistemas de regulación de aire adicional utilizan un servomotor de movimiento escalonado, que controla el paso de aire durante el calentamiento del motor, de la misma forma que el cortocircuito de la mariposa.

El control lo efectúa directamente la ECU mediante un flujo de pulsos cuadrados que envía constantemente a este elemento, en función de diferentes parámetros del motor (ralentí, temperatura). La regulación consiste en variar la intensidad de los pulsos de manera que, mientras más duren más tiempo estará abierta la válvula, lo que permite el paso de aire adicional. La figura 4.15 ilustra un actuador de válvula bypass, para regulación de aire adicional.

Figura 4.15. Actuador de la válvula bypass. (Manual Técnico de Fuel Injection 2006).

4.4.2.5. *Actuador de ralentí*

Según el Manual Técnico de Fuel Injection (2006) el actuador de Ralentí tiene la misión de regular directamente la posición de la mariposa mediante una señal eléctrica enviada por la ECU.

El actuador está montado en el cuerpo mariposa y constituido por un motor de corriente continua que regula la apertura de la mariposa de 0° a 15°. En el actuador hay normalmente potenciómetros integrados que transmiten respectivamente a la ECU la posición angular. Esto es, de 0° a 15° para el ralentí y de 15° a 83° para el resto de rpm del motor.

4.4.2.6. *Determinación del flujo de aire*

La cantidad de aire que fluye hacia el motor debe medirse con precisión. Crouse – Anglin, (2005). La ECU necesita esta información para calcular la cantidad de combustible a inyectar. El flujo de aire admitido se puede medir de manera indirecta utilizando un sensor de presión absoluta del múltiple (MAP) o de manera directa utilizando un sensor de flujo de aire.

La medición indirecta se conoce como medición de densidad-velocidad. La velocidad es la velocidad del motor y la densidad, es la densidad del aire o de la mezcla aire-combustible del múltiple de admisión.

La medición directa, el aire de admisión fluye a través de un sensor de flujo de aire. Este sistema se conoce como medición de flujo de aire y mide de manera directa ya sea el volumen o la masa.

a) *Medida indirecta del flujo de aire*

Un sistema velocidad-densidad no tiene sensor de flujo de aire, sino que, para calcular la cantidad de combustible a inyectar, la ECU utiliza la señal del sensor MAP, Crouse – Anglin, (2005).

En medición velocidad-densidad, las dos entradas primarias a la ECU son la posición del acelerador o velocidad del motor y el vacío del múltiple de admisión, es decir, la carga del motor. El vacío parcial o presión absoluta del vacío del múltiple de admisión está medido por un sensor MAP.

Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP). Muchos sistemas de inyección de combustible y de control electrónico del motor incluyen un sensor MAP. Este sensor mide la presión absoluta en el múltiple de admisión y envía esta información como una señal variable de voltaje a la ECU.

Se conforma como un chip de silicio para sellar un ligero vacío entre el chip y su placa base, lo que permite que el chip se flexione conforme se le aplica una presión absoluta variable. Dos semiconductores en la parte superior del chip detectan esta presión y conforme se flexiona el chip, los semiconductores alteran su forma, lo que cambia la resistencia. Este cambio en la resistencia es utilizado por la ECU para determinar la presión absoluta del múltiple.

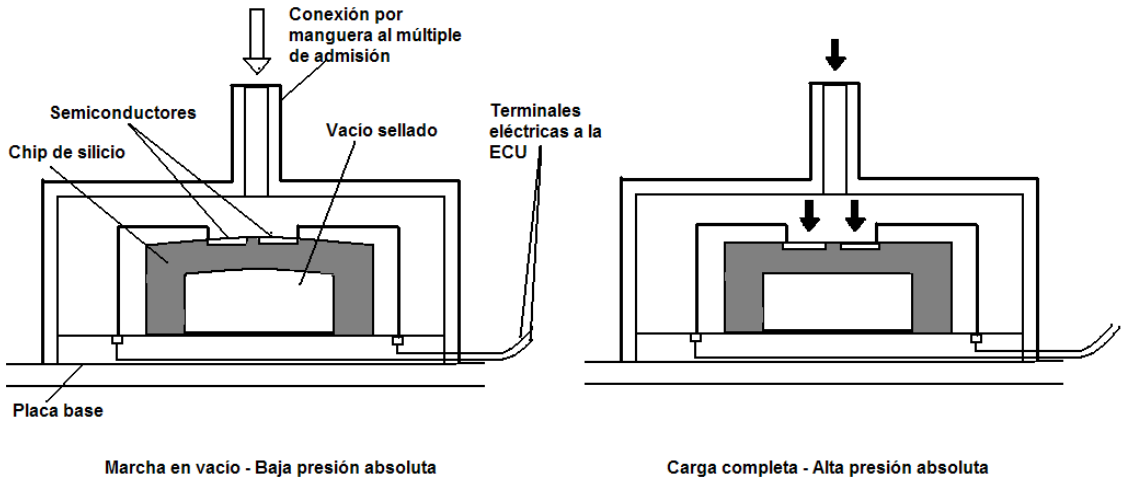


Figura 4.16. Esquema de un sensor MAP.

b) ***Medida directa del flujo de aire***

Para medir de manera directa el flujo del aire de admisión, los motores utilizan varios tipos de sensores de flujo de aire, que incluyen los de placa, de aletas, Karman- vortex, de alambre caliente y de película caliente. Crouse – Anglin, (2005).

- El sensor de placa (figura 4.17) es utilizado en los sistemas mecánicos de inyección continua. La placa se coloca en el pasaje de admisión del sensor de flujo de aire, conforme el flujo de aire se incrementa la placa se levanta, lo que eleva un embolo de control en el distribuidor de combustible y permite un flujo mayor de combustible a los inyectores.

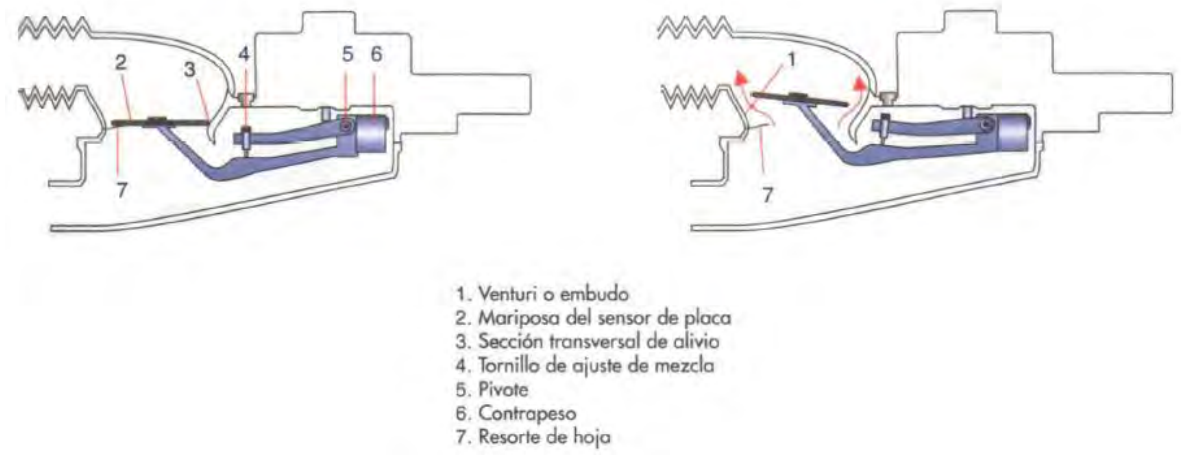


Figura 4.17. Sensor de flujo de aire de placa. (Manual Técnico de Fuel Injection 2006).

- El sensor de aletas (figura 4.18) se utiliza en algunos sistemas multipunto. Las aletas cargadas por resortes están en el pasaje de admisión de aire del sensor de flujo de aire y están conectadas a un potenciómetro. El aire que fluye a través suyo, hace que la aleta se mueva y el potenciómetro envíe una señal variable.

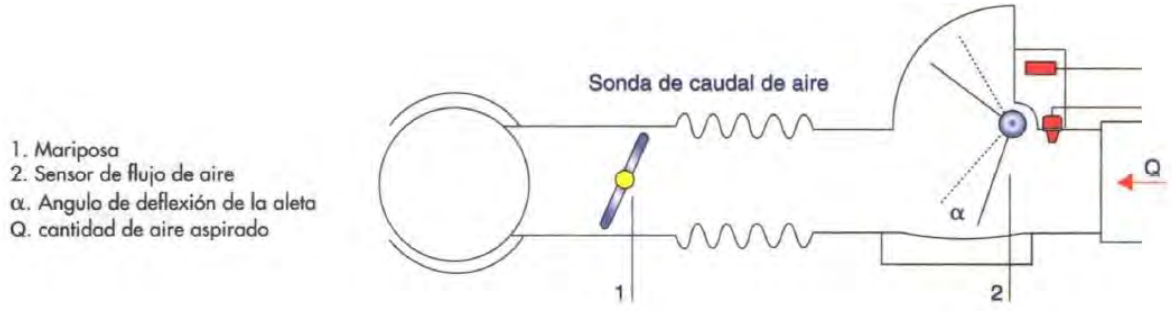


Figura 4.18. Sensor de caudal de aire (VAF). (Manual Técnico de Fuel Injection 2006).

- En el sensor tipo Karman-vortex (figura 4.19), conforme el aire se mueve a través del sensor del flujo de aire, el aire pasa por una varilla de generación de vortex o de vórtice, en el centro del sensor. La varilla genera pequeñas espirales conocidas como “vórtices”, en el aire que pasa y en la parte trasera de la varilla un transmisor ultrasónico envía de manera continua ondas sonoras de alta frecuencia a través del aire de admisión. Los vórtices interrumpen las

ondas ultrasónicas en relación con el flujo de aire de admisión. Esta medida de la tasa de flujo volumétrico produce una señal eléctrica que es enviada a la ECU.

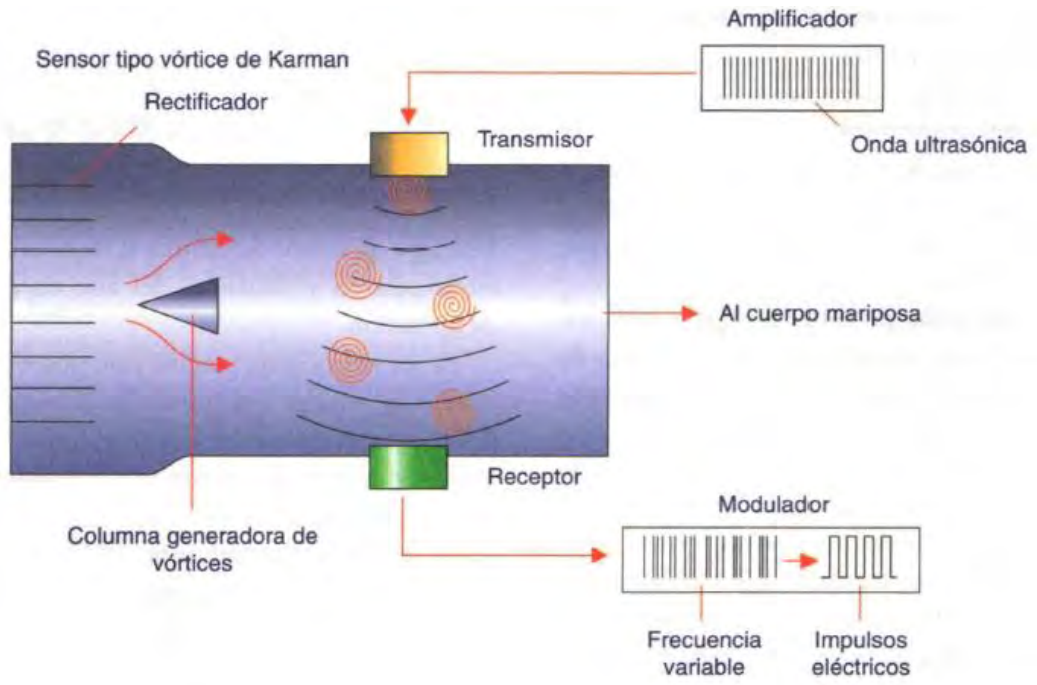


Figura 4.19. Sensor de flujo de aire tipo Karman-vortex. (Manual Técnico de Fuel Injection 2006).

- El sensor de alambre caliente (figura 4.20) es del tipo de masa de flujo de aire (MAF). Un alambre de platino se coloca en la trayectoria del flujo de aire y un sensor de temperatura del aire de admisión mide la temperatura o la densidad del aire de admisión. La ECU envía una corriente eléctrica a través del alambre de platino para mantenerlo a una temperatura constante por encima de la temperatura del aire de admisión. Sin embargo, mientras mayor sea el flujo de aire, más se enfriará el alambre caliente. Entonces la ECU deberá incrementar la corriente para mantener el alambre a la temperatura especificada. Esta corriente variable se convierte en un voltaje variable que es enviado a la ECU. Dicho voltaje es proporcional a la masa de aire que entra al motor.

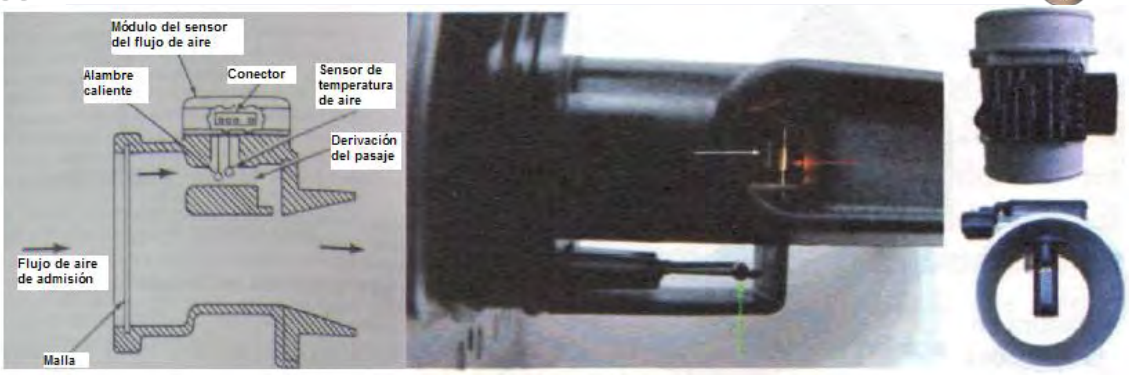


Figura 4.20. Sensor de flujo de aire (MAF). (Manual Técnico de Fuel Injection 2006).

- El sensor de película caliente (figura 4.21), es otro tipo de sensor de flujo de aire de masa que utiliza un elemento sensor de película caliente consistente en una hoja o rejilla de metal o de níquel recubierta con un material de alta temperatura. El flujo de corriente a través de la película la calienta y el flujo de aire que pasa por encima de la película la enfría. Igual que en el caso del alambre caliente, la ECU mantiene la película a una temperatura especifica. El voltaje variable requerido para mantener la temperatura se convierte en una señal que es enviada a la ECU.

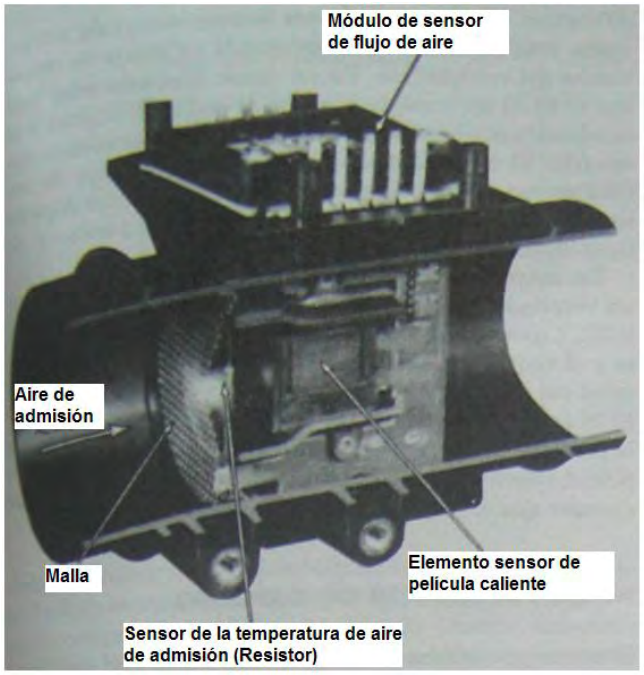


Figura 4.21. Sensor de flujo de aire de película caliente. (MAF). (Crouse – Anglin, 2005).

***Sensor de presión barométrica*:** funciona bajo el mismo principio del sensor MAP, sólo que mide la presión atmosférica y la convierte en un voltaje que envía a la ECU. La ECU utiliza esa señal para calcular la altitud a que funciona el vehículo y corrige la tasa de aire/combustible y la distribución de encendido, mejorando así la conducción a gran altitud.

4.4.3. Determinación de la temperatura del motor

La determinación de la temperatura del motor se realiza mediante una resistencia eléctrica variable **(termistor)** tipo NTC *(Negative Temperature Coeficient,* coeficiente de temperatura negativo) que está en contacto directamente con el líquido refrigerante. (Manual Técnico de Fuel Injection 2006).

Estos sensores (figura 4.22) disminuyen su resistencia proporcionalmente al incremento de la temperatura.

La variación es detectada por la ECU, la cual ajusta los pulsos de inyección de acuerdo con la interpretación de la temperatura del motor. Básicamente la ECU disminuye los pulsos de inyección en la medida en que el motor se calienta y los incrementa cuando el motor está frío. La señal de este elemento es de tipo analógico y la información la porta la variación de tensión entre sus bornes.

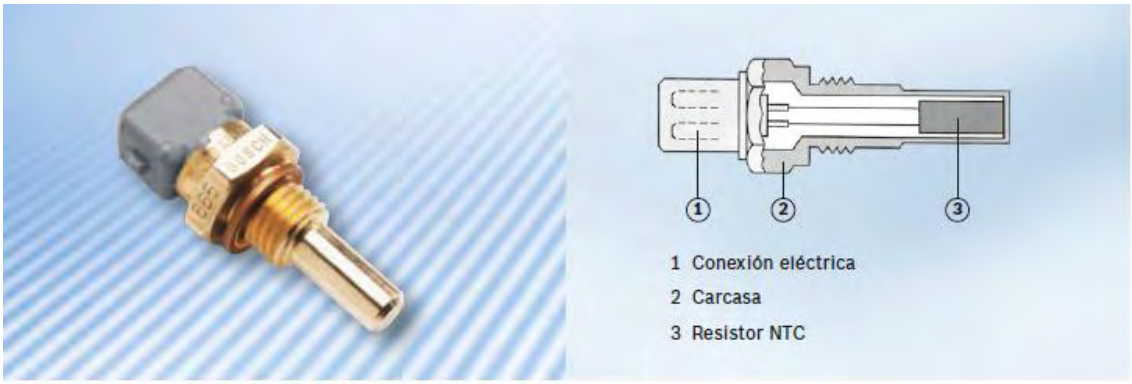


Figura 4.22. Sensor de temperatura del liquido refrigerante (CTS). (Sistemas de Inyección Electrónica BOSCH, 2008).

4.4.4. Detección del estado de detonación del motor

El estado de detonación del motor se determina mediante un sensor de cerámica piezoeléctrica comprimido por una masa metálica (figura 4.23), montado en el bloque de cilindros. Es capaz de detectar la intensidad de las vibraciones provocadas por la detonación, en alguna de las cámaras de combustión. (Manual Técnico de Fuel Injection 2006).

La masa metálica está sometida a las vibraciones del motor y comprime más o menos el elemento sensible piezoeléctrico, Éste emite impulsos eléctricos que son enviados a la ECU. En caso de detonación, las vibraciones de frecuencia determinada generan pulsos eléctricos de la misma frecuencia.

La ECU recibe esta información, detecta la detonación por cilindro y aporta las correcciones de avances necesarias a cada cilindro. Cuando el fenómeno de detonación no es percibido por el sensor, la ECU lleva, poco a poco, el punto de encendido al valor preestablecido en caso de falla del sensor.

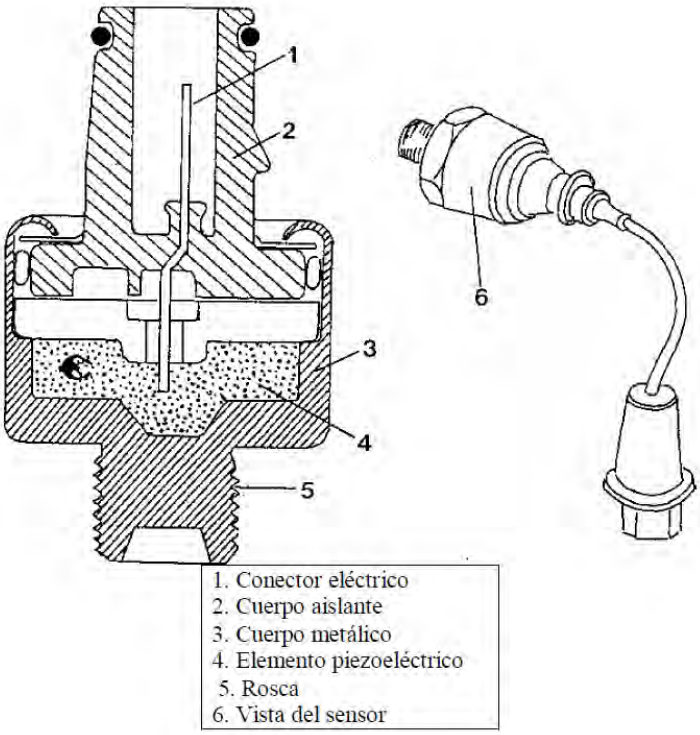


Figura 4.23. Sensor de detonación (KS).

4.4.5. Sensor de oxigeno (Sonda Lambda)

El sensor de oxigeno o de O_2 está instalado en el múltiple de escape, antes del catalizador y después de éste en caso de contar con doble sensor. Crouse – Anglin, (2005).

El sensor está constituido básicamente por un cuerpo de cerámica, compuesto fundamentalmente de dióxido de zirconio, y sus superficies internas y externas están provistas de electrodos revestidos de una fina capa de platino, permeable a los gases. La zona externa está recubierta de una capa cerámica porosa, que protege la superficie del electrodo de los residuos de combustión. A partir de 300 °C la cerámica se vuelve conductora para los iones de oxígeno, estableciendo una tensión eléctrica en los bornes de la sonda.

En los primeros modelos eran los propios gases del escape calientes los que se encargaban de calentar la sonda. El inconveniente era que demoraba algunos segundos en calentarse, lo cual incrementaba la emisión de gases contaminantes durante el arranque en frío, ya que al no funcionar la sonda Lambda la ECU no puede corregir el combustible inyectado.

Actualmente la sonda Lambda se calienta artificialmente mediante una resistencia eléctrica, antes de poner en marcha el motor (sonda Lambda calefactadas).

Cada uno de los electrodos se encuentra en contacto con un medio diferente, es decir, por un lado los gases del escape y, por el otro, el aire del ambiente.

Si el contenido de oxígeno de ambos lados en contacto con los electrodos difiere, aparece entre ellos una diferencia eléctrica. Como la tasa de oxígeno de los gases de escape es función de la riqueza de la mezcla, la sonda Lambda es capaz de detectar y medir esta riqueza, enviando la señal conveniente a la ECU para que corrija el pulso de inyección.

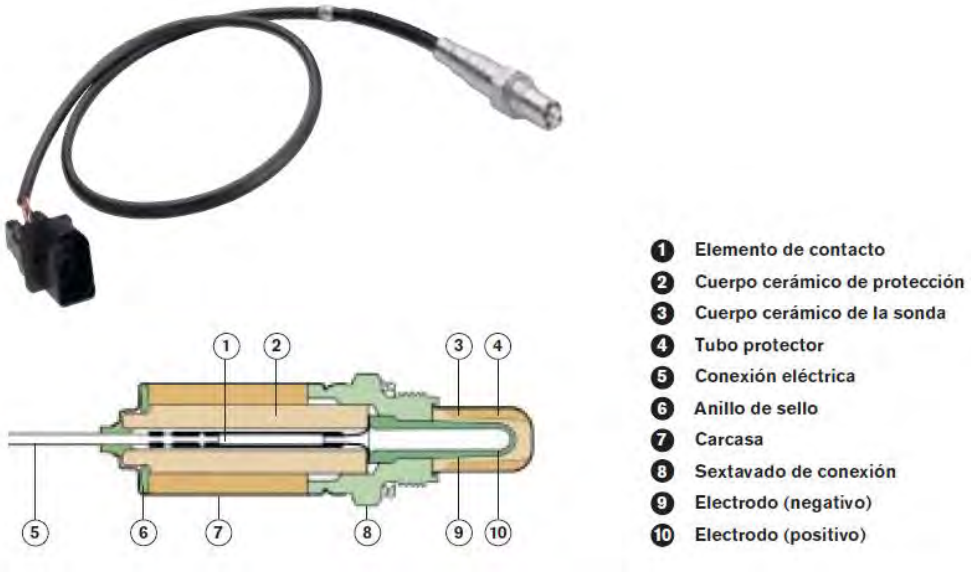


Figura 4.24. Sensor de oxigeno (HEGO). (Sistemas de Inyección Electrónica BOSCH, 2008).

4.4.6. Determinación del régimen de giro del motor

Las rpm de funcionamiento del motor son el principal principio de análisis de la ECU del sistema de inyección, y este análisis está presente en todos los sistemas de inyección electrónica. (Manual Técnico de Fuel Injection 2006).

La señal para la determinación de las rpm del motor es analógica de tipo inductiva, y es portadora, adicionalmente, de la información de la posición del cigüeñal, por lo que es utilizada de diferentes formas según el tipo de inyección. Si el sistema de inyección es secuencial, se necesita una información adicional sobre la posición exacta de un pistón (normalmente el número 1), por lo cual será necesario una segunda señal de referencia, en este caso casi siempre del **árbol de levas** mediante un sensor tipo *Hall.*

Los sistemas multipunto simultáneos no requieren una sincronización exacta para determinar el momento de la inyección, en *estos* casos basta con la señal de posición de PMS (punto muerto superior) de la señal inductiva de las rpm o la señal del circuito primario de encendido.

4.4.6.1. *Señal del circuito de encendido*

Esta señal puede utilizarse por los sistemas multipunto-simultáneos para determinar las rpm del motor y sincronizar la inyección.

En motores de cuatro tiempos y cuatro cilindros (dos saltos de chispa por vuelta del cigüeñal), será necesario incorporar un divisor de frecuencia en la ECU, ya que estos sistemas normalmente activan todos los inyectores simultáneamente una vez por vuelta del cigüeñal. La determinación de las rpm. Se efectúa tratando la señal en un circuito conformador, que convierte la señal en pulsos cuadrados, luego por un divisor de frecuencia y finalmente por un contador de, pulsos.
Algunos sistemas utilizan también esta señal como elemento de seguridad pasiva del vehículo, es decir, si no aparece esta señal después de haberse puesto en marcha el motor, se desconecta completamente el sistema de inyección y fundamentalmente la alimentación de la bomba de combustible.

4.4.6.2. *Señal inductiva del cigüeñal*

Esta señal es generada por un elemento inductivo acoplado frente a una rueda dentada fijada al cigüeñal. La rueda dentada posee tallados 58 dientes, faltando uno o dos dientes justo donde coincide con el PMS del cilindro No. 1 (generalmente), en esta zona es donde se inducen los pulsos de mayor amplitud.
Estos pulsos bastan para los sistemas multipunto-simultáneos para la sincronización y determinación de las rpm del motor. Para ello, sólo es necesario conformar la señal y contar los pulsos de mayor amplitud y se obtienen las rpm, sin la necesidad de un divisor de frecuencia, ya que corresponde a un pulso por vuelta del cigüeñal.
La sincronización de la inyección se efectúa utilizando el pulso mayor como disparador (debidamente retardado) para el comienzo de la inyección.
Algunos sistemas que intentan ser más precisos, cuentan continuamente los pulsos menores para la determinación de las rpm, y reservan los pulsos mayores sólo para la sincronización de la inyección.

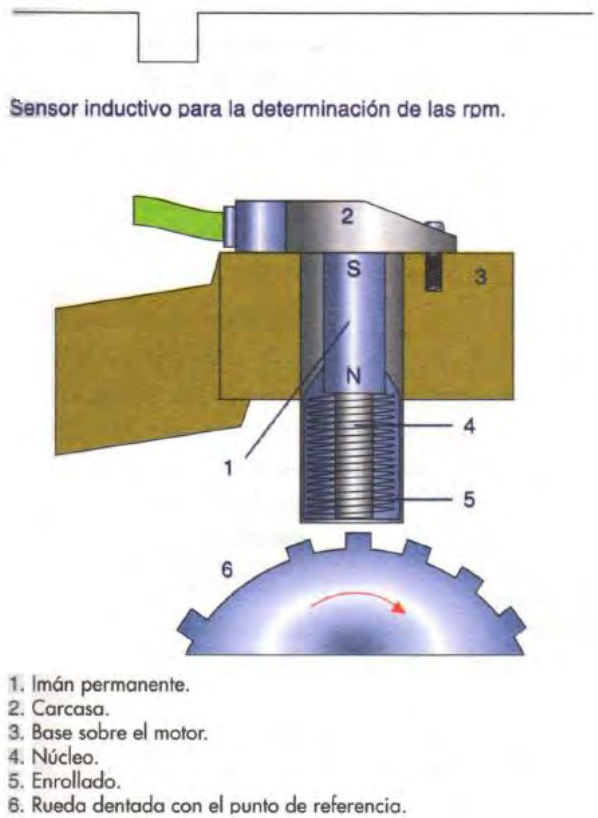


Figura 4.25. Señal inductiva del cigüeñal. (Manual Técnico de Fuel Injection 2006).

4.4.6.3. *Señal Hall del árbol de levas*

Los sistemas de inyección multipunto secuencial, además de la señal inductiva del cigüeñal, requieren una segunda señal para su correcta sincronización de la inyección, generalmente del tipo *Hall* y acoplada en el **árbol de levas.** La determinación de las rpm se efectúa a partir del sensor inductivo del cigüeñal, exactamente igual que en los sistemas multipunto simultáneo.

La señal tipo *Hall* genera una pulso por vuelta, justo en el momento que el pistón 1 se encuentra en PMS (punto muerto superior) y en fase de admisión, a diferencia de la señal inductiva del cigüeñal que indica el PMS del pistón 1, pero no en una fase determinada. Cuando el sistema detecta la coincidencia de ambas señales (pistón 1 en PMS y admisión), genera un tren de pulsos hacia los inyectores siguiendo el orden exacto de inyección (1, 3, 4, 2).

La ECU calcula el tiempo entre cada inyección de acuerdo con las rpm del motor, consiguiendo así una inyección secuencia y sincronizada con cada cilindro. También es posible generar la señal de inyección para los cilindros 1 y 3, Y con la siguiente señal del cigüeñal la de los cilindros 4 y 2.

Otros sistemas que intentan ser más precisos generan cuatro señales por vuelta del **árbol de levas.**

En estos sistemas la ECU no tiene que determinar ningún flujo de pulsos, en este caso se utiliza cada señal del árbol de levas como *disparador* (debidamente ajustado) para iniciar la inyección en el cilindro correspondiente.

Figura 4.26. Sensor de posición del árbol de levas GM (CMP). (HELLA, Productos eléctricos y electrónicos 2009).

4.4.7. Unidad de control electrónico

En la inyección electrónica de combustible se utiliza una diversidad de captadores y sensores que proporcionan información a la unidad de control electrónico (ECU, ECM, UCE, PCM), con el fin de controlar la inyección de combustible (Manual Técnico de Fuel Injection (2006)).

La unidad de control electrónico es la parte básica del equipo de inyección electrónica, ya que recibe toda la información de los captadores y sensores, y se encarga de su procesamiento para dar órdenes precisas para una correcta dosificación de la mezcla.

El resultado final de la gestión de la ECU es la determinación del tiempo e instante de la inyección y el salto de la chispa de encendido.

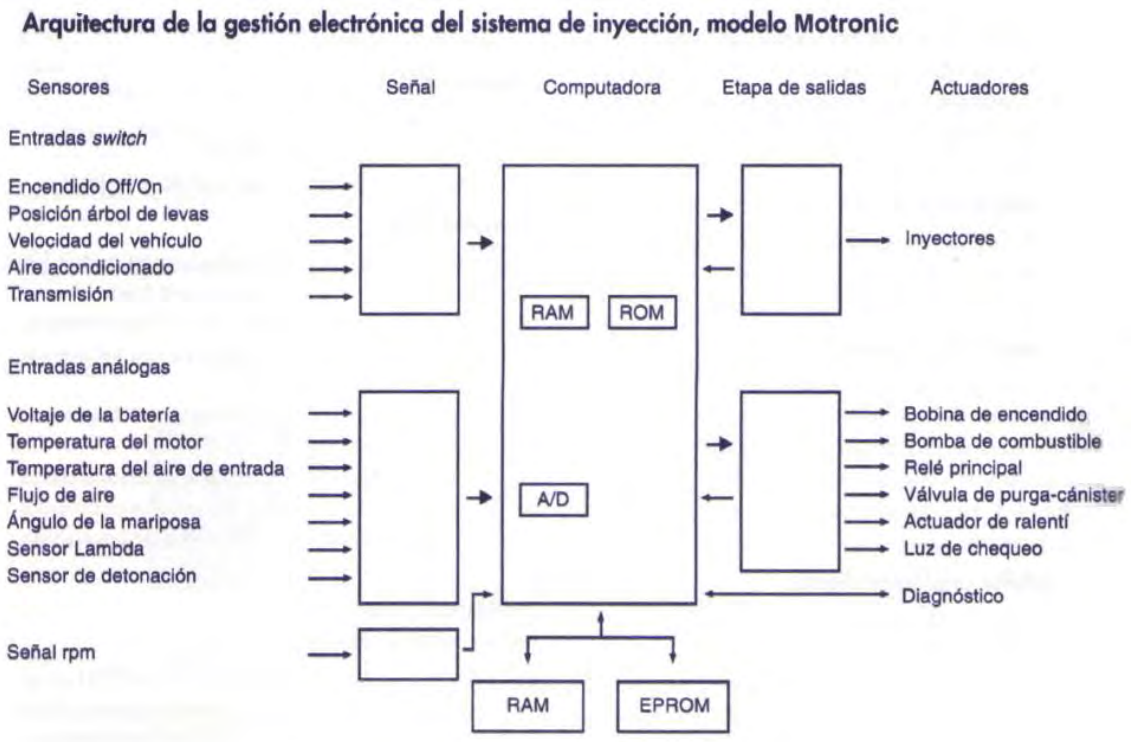


Figura 4.27. Gestión electrónica del sistema de inyección. (Manual Técnico de Fuel Injection 2006).

4.4.7.1. *Gestión de lazo abierto o cerrado*

El sensor de oxigeno no funciona, a menos que esté caliente. Su temperatura debe estar en aproximadamente 300 °C o más. Debido a lo anterior la ECU tiene dos condiciones que se pueden utilizar cuando el motor está operando normalmente. Estás condiciones o modos se conocen como lazo abierto o lazo cerrado. Un modo es un cierto método o conjunto predeterminado de condiciones de operación. Crouse – Anglin, (2005).

Cuando el motor arranca y se está calentando la ECU mantiene el sistema en lazo abierto. Durante este tiempo, la ECU ignora cualquier señal de voltaje emitida por el sensor de oxigeno y calcula la relación deseada de aire combustible utilizando

la señal del sensor de temperatura del refrigerante, la señal de la carga del motor y datos de las tablas de búsqueda.

La ECU coloca el sistema en lazo cerrado únicamente después de que se hayan cumplido tres condiciones:

- El motor debe haber estado operado durante un tiempo especificado.
- La señal del sensor de temperatura del refrigerante debe estar por encima de un valor especificado.
- La señal del sensor de oxigeno debe indicar que ha alcanzado su temperatura de operación 300 °C o más.

Cuando se cumplen estas condiciones la ECU coloca el sistema en lazo cerrado, acepta la señal del sensor de oxigeno. Utilizando esta retroalimentación, la ECU calcula el ancho del pulso del inyector de combustible.

4.5. SISTEMAS DE INYECCIÓN

A lo largo de la historia se han desarrollado diversos sistemas de inyección, cada uno con características o particularidades. A continuación se presenta una clasificación y descripción general de estos sistemas.

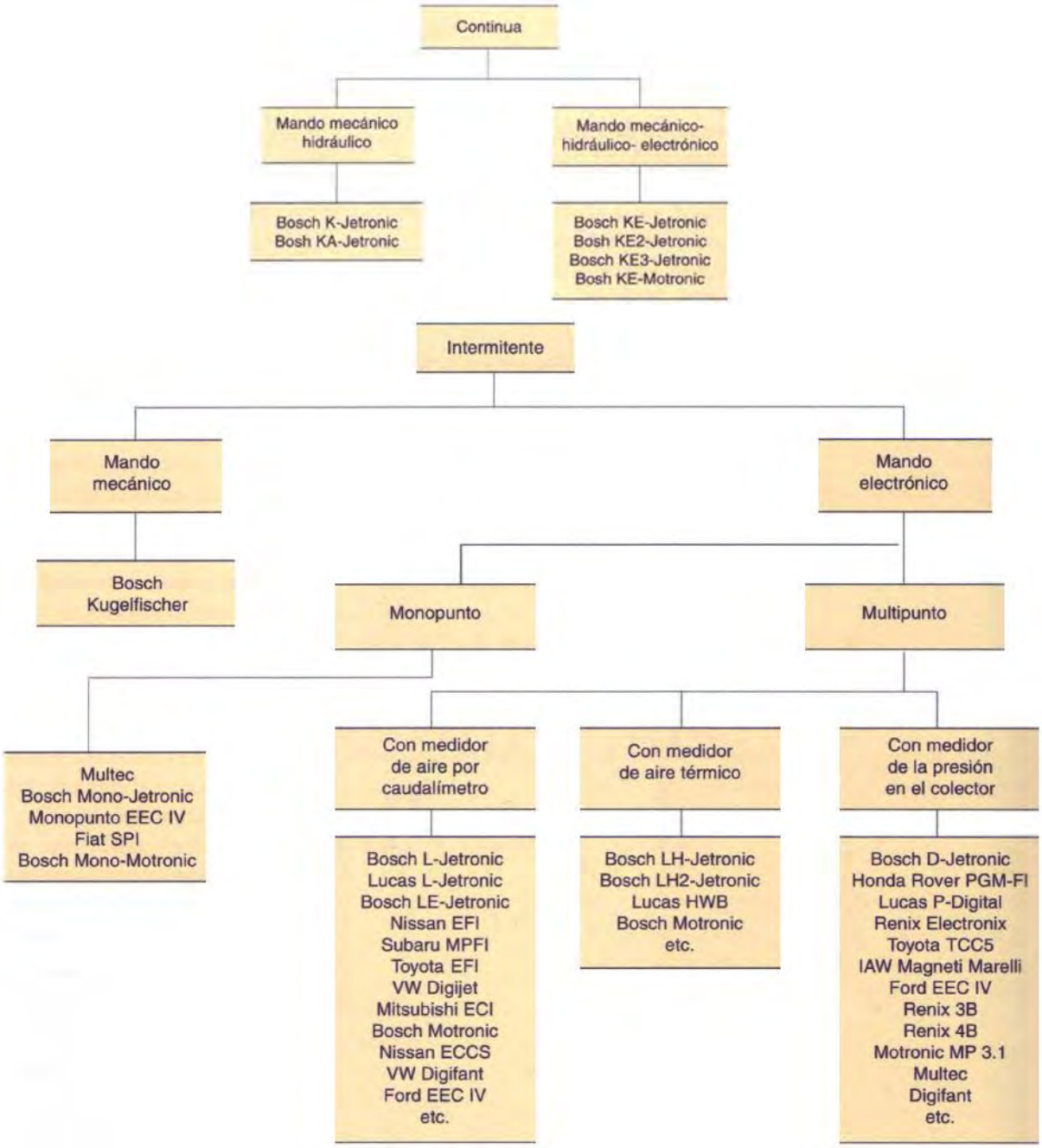


Figura 4.28. Clasificación de los diferentes sistemas de inyección (Manual Técnico de Fuel Injection (2006).

4.5.1. Inyección mecánica K-Jetronic

El sistema K-Jetronic debe su palabra a *kontinuerlich,* que significa "continuo". Por lo tanto, el sistema K se denomina con frecuencia Sistema de Inyección Continua (CIS).
A continuación se presentan algunos modelos de vehículos que poseían dicho sistema.

Funcionamiento del sistema K-Jetronic

El sistema K-Jetronic proporciona un caudal variable de combustible pilotado mecánicamente y de forma continua.

En el sistema se realizan tres funciones fundamentales:

Medir el volumen de aire aspirado por el motor, en este caso se emplea un sensor de flujo de aire de tipo placa.

Alimentación de gasolina mediante una bomba eléctrica que envía la gasolina hacia el repartidor que dosifica la cantidad para los inyectores.

Preparación de la mezcla: el volumen de aire aspirado por el motor en función de la posición de la válvula de mariposa, constituye el principio esencial de dosificación de combustible. El volumen de aire está determinado por el caudalímetro que actúa sobre el repartidor. El caudalímetro y el repartidor hacen la función de regulador de la mezcla. Manual del automóvil: reparación y mantenimiento (2002).

4.5.2. Inyección mecánica, KE-Jetronic

El sistema KE-Jetronic con sensor Lambda es muy similar al K-Jetronic; la diferencia principal es la adición de tres nuevos componentes: el sensor Lambda, la ECU y la válvula de frecuencia. Manual Técnico de Fuel Injection (2006).

Funcionamiento del sistema KE-Jetronic

Según el Manual del automóvil: reparación y mantenimiento (2002). El sistema KE-Jetronic es un sistema de inyección hidromecánica. La función base de KE-Jetronic consiste en determinar la cantidad de combustible en función del volumen de aire de admisión que representa el parámetro de mando principal.

En referencia al sistema K-Jetronic, este otro sistema también detecta otros parámetros de funcionamiento del motor mediante sensores que envían señales a la ECU la cual pilota un regulador electrohidráulico de presión. Este regulador adapta el caudal a las diferentes condiciones según las medidas prescritas.

En el Manual Técnico de Fuel Injection (2006) se menciona que el aire comienza a fluir hacia el motor cuando éste está encendido. El flujo de aire levanta la placa del sensor, que a su vez levanta la leva de control en el distribuidor de combustible. Al levantarse la leva, el combustible fluye de las cámaras inferiores del distribuidor a través de las ranuras de medición, dentro de las cámaras superiores y cierra los inyectores. A medida que el flujo de aire cambia, la posición de la leva también altera la cantidad de combustible que entra al motor. Si el motor está frío el inyector de arranque en frío rociará de 5 a 10 segundos. Cuando la temperatura alcanza los 35°C, el inyector dejará de funcionar.

Durante el calentamiento del motor, la entrada del sensor de temperatura del refrigerante a la ECU provoca el incremento del flujo de corriente a través del actuador electrohidráulico, para enriquecer la mezcla.

Al calentarse el motor la corriente disminuye y empobrece la mezcla hasta cuando el motor alcanza la temperatura de operación; el sensor de temperatura del refrigerante da paso al sensor Lambda.

Durante la operación de calentamiento normal, el sensor de flujo de aire levanta la leva de control del distribuidor de combustible en forma proporcional al volumen de aire que entra al motor. Al levantarse la leva, el combustible fluye de las cámaras inferiores a las superiores del distribuidor de combustible. Si la presión en las cámaras inferiores es igual o menor a las cámaras superiores, entonces el diafragma separa las cámaras superiores e inferiores y desvía hacia abajo el combustible y éste fluye hacia los inyectores. Cuando la presión excede los 30 psi, los inyectores se abren y el combustible fluye hacia el múltiple de admisión. El sensor Lambda indica a la ECU si es necesario que altere la corriente que pasa por el actuador electrohidráulico, para que se corrija la relación aire-combustible.

El interruptor del acelerador es utilizado en conjunto con el potenciómetro del sensor de flujo de aire para comunicar a la ECU la carga del motor. Si la ECU detecta un incremento en el flujo de aire y una apertura completa de la mariposa del acelerador, la corriente a través del actuador electrohidraulico se incrementará, el sensor Lambda es ignorado y la mezcla se enriquece. Cuando el interruptor de la mariposa del acelerador comunica un cierre y el potenciómetro de flujo de aire comunica una disminución de flujo de aire, la corriente a través del actuador electrohidráulico se invierte y se corta el flujo de combustible.

4.5.3. Inyección electrónica de combustible D-Jetronic

Según el Manual Técnico de Fuel Injection (2006). Es conocido también como sistema de control de presión en el múltiple (MPC).

Este sistema prescinde del regulador de dosificación mecánico.

Volkswagen introdujo el sistema con los modelos Tipo 3 en 1968. También Saab, Volvo y Mercedes Benz utilizaron dicho sistema de 1970 a 1976.

Funcionamiento del sistema D-Jetronic

La ECU se encarga de recibir señales de los distintos sensores y actúa sobre los inyectores mediante un solenoide en los mismos, los cuales se abren para dejar salir la gasolina pulverizada por la presión de suministro.

Los componentes principales del sistema D-Jetronic son: sensor de presión, regulador de presión del combustible, filtro de combustible, sensor de temperatura del aire, sensor de temperatura del refrigerante, sensor de posición de la mariposa, válvula de arranque en frío, válvula de aire auxiliar, interruptor *(switch)* térmico de tiempo (termo-tiempo), inyectores y bomba de combustible.

4.5.4. Sistema de inyección electrónica L-Jetronic

El sistema L-Jetronic fue introducido en 1974. Es un descendiente del primer tipo de los sistemas de inyección electrónica desarrollados por Bosch.

Funcionamiento del sistema L-Jetronic

El sistema L-Jetronic se destaca por su sistema de medición de aire, que resulta menos sensible al desgaste del motor que el sensor del múltiple utilizado en el sistema D-Jetronic. (Manual Técnico de Fuel Injection, 2006).

Se reconoce fácilmente por el medidor de flujo de aire o la caja de aire, la cual proporciona la información para el control del combustible a través de los inyectores.

Los métodos de dosificación e inyección de combustible en el sistema L-Jetronic corresponden a los desarrollados para el sistema D-Jetronic, donde el regulador de presión, el sensor de temperatura del refrigerante y el interruptor del acelerador son semejantes.

El sistema L-Jetronic proporciona una inyección intermitente en los puertos de admisión a baja presión, apoyándose en el dosificador de flujo masivo de aire como variable principal de entrada. Así determina la cantidad de combustible que se va a inyectar.

En el sistema L-Jetronic la dosificación de aire se realiza por medio de un sensor de presión del múltiple, se basa en el principio que mientras la presión atmosférica se mantenga en el frente de la válvula mariposa del acelerador, se crea un vacío después de ella. Este vacío cambia de acuerdo con la posición de la mariposa y puede usarse como parámetro para determinar la carga en el motor, también el volumen de aire de combustión que se admite en los cilindros.

4.5.5. Sistema de inyección electrónica LH-Jetronic

Entre los sistemas L-Jetronic y LH-Jetronic existen muchas similitudes.

Una de las diferencias más representativas, es el reemplazo del medidor del flujo de aire por el medidor de masa de aire del sistema LH-Jetronic. Las aplicaciones del sistema LH-Jetronic están limitadas al Volvo, Saab y Porche. (Manual Técnico de Fuel Injection, 2006).

4.5.6. Sistema de inyección electrónica Bosch LE-Jetronic, EZK, TSZ

El sistema de inyección electrónica LE-Jetronic es un sistema rnultipunto, el cual utiliza un inyector para cada cilindro. La serie L ha recogido toda la evolución en cuanto a los sistemas de inyección se refiere, alcanzando una multitud de series y versiones. En el sistema LE se suspende el inyector de arranque en frío, así como el termocontacto, encargando a la ECU del aumento del tiempo de apertura de los inyectores en función de la temperatura del motor. (Manual Técnico de Fuel Injection, 2006)

Funcionamiento del sistema LE-JETRONIC, EZK, TSZ

El sistema de inyección analógico se comunica con aparatos tipo scanner, por ello poseen un conectar de diagnóstico ALDL (conexión entre la ECU y el scanner).

Los componentes electrónicos pueden ser revisados con multímetros, analizador de polaridad u osciloscopios, lo cual dificulta el diagnóstico de fallas, sobre todo cuando son fallas intermitentes.

Los vehículos equipados con este sistema aún poseen distribuidor, algunos de ellos disponen la utilización de dos sistemas de avance de vacío o avance centrífugo, por estar equipados con más de una unidad de control (responsable por el avance de ignición) denominada EZK.

La unidad EZK controla la lámpara de mantenimiento urgente y envía una señal de avance de ignición a la ECU LE-Jetronic. El control del primario de la bobina está hecho por un módulo electrónico interno de la ECU LE-Jetronic, denominado módulo TSZ (en algunos vehículos como el Gol GTI es externo a la ECU).

4.5.7. Sistema Multec 700 y Multec TBI

La denominación Multec es la abreviación múltiple tecnología. Si bien es cierto que la mayoría de los sistemas Multec son monopunto, también hay los Multec-M o Multec-S, que son sistemas de inyección multipunto con tantos inyectores como cilindros. (Manual Técnico de Fuel Injection, 2006).

Funcionamiento del sistema Multec 700 y Multec TBI

El sistema Multec es un sistema de inyección electrónica digital, el cual integra el sistema de inyección de combustible e ignición, ambos controlados electrónicamente por la unidad de control electrónica (ECU).

La función principal de la ECU es dosificar la proporción de aire-combustible admitida por el motor y controlar el ángulo de permanencia de avance de ignición, siempre manteniendo una economía de combustible.

La ECU también controla:

- La bomba eléctrica de combustible.
- La lámpara de mantenimiento urgente o la lámpara de verificación del motor.
- El inyector.
- La válvula de control de aire de marcha mínima.

Para desempeñar sus funciones, la ECU requiere información de varios sensores como:

- Sensor de temperatura del líquido refrigerante (CTS).
- Sensor de posición de la mariposa del acelerador (TPS).
- Sensor de presión absoluta en el colector de admisión (MAP).
- Sensor de rotación (ESS).
- Sensor de velocidad del vehículo (VSS).
- Interruptor del aire acondicionado *(*A/C*).*

Los componentes del sistema Multec 700 que envían señales de entrada para la ECU, se denominan sensores y los componentes que reciben las señales de salida de la ECU, actuadores.

La ECU posee un sistema de diagnóstico interno que reconoce e identifica los posibles problemas de operación del sistema. Informa al conductor del vehículo, por medio de una lámpara que se enciende (lámpara de mantenimiento urgente o lámpara de verificación del motor) la cual se encuentra localizada en el panel de instrumentos.

Adicionalmente de los componentes controlados electrónicamente por la ECU el sistema **Multec 700 TBI** posee algunos dispositivos controlados por el vacío del colector de admisión:

- Sistema de control de emisiones de vapores de combustible **(cánister).**
- Válvula de recirculación de gases del escape (EGR).
- Sistema de ventilación del cárter,
- Sistema de control de temperatura del aire de admisión *(Thermac).*

4.5.8. Sistema Multec Delphi

El sistema Multec Delphi inicialmente era una versión monopunto con los vehículos *pick ups* S10 2.2 EFI, Blazer 2.2 EFI y Corsa EFI.

Posteriormente el sistema Multec Delphi pasó a una versión multipunto semisecuencial con los vehículos Omega 2.2 MPFI, Suprema 2.2 MPFI y los Corsa de la familia MPFI. (Manual Técnico de Fuel Injection, 2006).

Funcionamiento del sistema Multec Delphi

En el sistema Multec Delphi la masa de aire de admisión del motor es calculado por el método de velocidad/densidad *(Speed/density),* por esta razón sus principales sensores son el sensor de presión absoluta MAP, el sensor de temperatura del aire de admisión ACT y el sensor de temperatura del líquido refrigerante CTS.

Utiliza un sensor de oxígeno (sonda Lambda EGO), el cual monitorea la eficiencia del proceso de combustión.

El sistema de ignición es de tipo estática, no utiliza distribuidor y no requiere la regulación del punto de ignición.

Es un sistema de inyección digital, capaz de detectar innumerables fallas que son almacenadas en la memoria de la ECU en forma de códigos numéricos. El ventilador de enfriamiento es controlado por la ECU.

A partir de 1996, los vehículos Corsa MPFI y Omega pueden incorporar el sistema de inmovilizador de arranque.

4.5.9. Sistema Motronic

El sistema Motronic es un sistema multipunto. A diferencia del sistema LE-Jetronic, el Motronic trae incorporado en la unidad de comando también el sistema de encendido.

Posee Sonda Lambda en el sistema de inyección que está instalado en el tubo de escape. El sistema Motronic es digital, posee memoria de adaptación e indicación de averías en el tablero.

En vehículos que no utilizan distribuidor, el control del momento de encendido se hace por el sensor de revoluciones instalado en el volante del motor. En el sistema Motronic, hay una válvula de ventilación del tanque, también conocida como válvula del canister, que sirve para reaprovechar los vapores del combustible, que son altamente peligrosos.

4.5.10. Sistema FIC, EECV, OBD II

El sistema integrado de inyección/ignición EEC V *(Electronic Engine Control* V) fue desarrollado por FIC (Ford Industria y Comercio), fabricante de la ECU en el inicio de la década de los noventa 90.

Es un sistema de inyección secuencial, utilizando un inyector para cada cilindro. Los inyectores se encuentran instalados en el colector de admisión.

El sistema de ignición es del tipo estático, es decir, no utiliza distribuidor de ignición y no es necesaria la regulación del ángulo de avance inicial (punto de ignición).

La masa de aire admitida por el motor es calculada por el método de medición directa del flujo másico; por lo tanto, el sensor principal es el medidor de la masa de aire MAF.

Es un sistema de inyección/ignición digital, con capacidad de detectar innumerables fallas, que son almacenadas en la memoria de la ECU en forma de códigos numéricos (código ECU). Los códigos de falla pueden ser accesados por medio de un *Scanner.*

El sistema **EEC V** se encaja en el patrón **OBD II** *(On Board Diagnostic System II).* OBD II fue creado con el objetivo de minimizar las diferencias entre los sistemas de inyección electrónica.

Todos los sistemas OBD II tienen en común:

- El conectar de diagnóstico patrón (conector DLC). Es decir, con un mismo cable el equipo *Scanner* puede ser instalado en todos los vehículos OBD II.
- Códigos de falla comunes (código DTC).
- El lenguaje de la ECU común, es decir, con un mismo programa pueden ser accesados todos los vehículos con patrón **OBD II.**

4.5.11. Sistema Ford EEC V, Zetec RoCam.

Los principales atributos del **Zetec RoCam** HCS común en distintas cilindradas son: el **árbol de levas** en la cabeza es hueco, por tanto menor peso, menor inercia y mayor rapidez de respuesta. **Levas sinterizadas,** producto de la tecnología denominada **pulvimetalurgia,** que por un proceso de presión, temperatura, y una variante de estampado, con un polvo especial se logra formar la leva, que se suelda posteriormente al árbol mismo.

RoCam significa *Rolerfinger Camshalft,* son rodillos de plástico ubicados entre la parte superior central de los balancines de las válvulas y cada leva. Reducen rozamientos internos, desgaste del conjunto, y eliminan la necesidad del ajuste de las válvulas.

El módulo EEC V (0BD II, *On Board Diagnostic)* tiene la función de procesar toda la información recibida, calcular el tiempo de inyección y el avance de ignición adecuada para cada una de las condiciones de uso del motor.

El sistema de ignición es de tipo estático (no hay distribuidor de ignición) y no hay necesidad de regular el ángulo de avance inicial o punto de ignición.

El aire admitido por el motor es calculado principalmente por los sensores de presión MAP y el de temperatura del aire ACT. El EEC *V* RoCam trabaja en malla cerrada. Utiliza un sensor de oxígeno (sonda Lambda) que monitorea la eficiencia del proceso de combustión.

Es un sistema de inyección/ignición digital, capaz de detectar innumerables fallas que son almacenadas en la memoria de la ECU en forma de códigos numéricos (DTC). Los códigos de falla pueden ser accesados solamente con la ayuda de un *Scanner.*

4.5.12. Sistemas Magneti Marelli, IAW IG7, IAW IAB

Los sistemas integrados de inyección/ignición electrónica 1AW 1G7 y IAW 1AB fueron desarrollados por Magneti Marelli a partir del año 1996.

Ambos utilizan un inyector para cada cilindro. Los inyectores se encuentran instalados en el colector de admisión. El sistema de ignición es tipo estático (no hay distribuidor de ignición). No es necesaria la regulación del ángulo de avance inicial (punto de ignición).

La masa de aire admitida por el motor es calculada por medio del método de velocidad/densidad/Lambda *(Speed/*Density/Lambda); por lo tanto, tiene como principales sensores el sensor de presión MAP, el sensor de temperatura del agua CTS y el sensor de temperatura del aire ACT.

Trabajan en malla cerrada. Utilizan un sensor de oxígeno (sonda Lambda), el cual monitorea la eficiencia del proceso de combustión.

Son sistemas de inyección/ignición digitales con la capacidad de detectar fallas, que son almacenadas en la memoria de la ECU en forma de códigos numéricos. Los códigos de falla sólo pueden accesados por medio de un *Scanner.*

4.5.13. Sistema Bosch Motronic M 1.5.4

El sistema Motronic M 1.5.4 fue desarrollado por Bosch. Es un sistema de inyección electrónica capaz de detectar y grabar en la memoria de la **ECU** (Unidad de Control Electrónico) diversos códigos de falla que facilitan el diagnóstico de fallas en el sistema.

Los códigos pueden ser fácilmente accesados por medio del conector de diagnóstico (ALDL). En el Vectra B la masa de aire admitida por el motor y el

avance de ignición son calculados por la ECU utilizando la información de los sensores: presión (MAP), temperatura de aire (ACT), temperatura del agua (CTS) y rotación del motor. El sistema trabaja en malla cerrada, es decir, que utiliza la sonda Lambda (sensor de oxígeno) para efectuar las correcciones de la mezcla.

El ventilador de enfriamiento en los vehículos Vectra B 2.2 8V a partir del año 2000 y todos los 2.2 16V es controlado por la ECU y los demás por un termostato.

Los que son controlados por la ECU utilizan el procedimiento de recovery como estrategia de funcionamiento. Cuando se presenta una falla en el circuito del sensor de temperatura del agua, el ventilador es accionado (corto o circuito abierto).

Los vehículos Vectra B 2.2 poseen un procedimiento denominado *Power Latch* que permite mejores arranques (partidas) en caliente. Al retirar la llave del encendido la ECU continúa aterrizando la terminal 85 del relé principal por cerca de 20 minutos.

De esta forma el relé sigue alimentando la ECU para que monitoree las temperaturas del motor y del aire y las debidas correcciones de la posición del actuador de marcha mínima, avance de ignición y tiempo de inyección.

El sensor de fase se encuentra sólo en los vehículos de 16 válvulas. Por medio del sensor de fase y el sensor de rotación, la ECU detecta la fase del primer cilindro. Por lo tanto, pasa a controlar la inyección y la detonación de forma selectiva, es decir, en el cilindro necesario. Debido a la presencia del sensor de fase en estos vehículos, la inyección es secuencial. La señal de este sensor no es fundamental y en caso de falla el motor sigue funcionando.

En los vehículos con ABS, la analógica del sensor de rotación que se encuentra en la rueda delantera izquierda, es convertida en digital utilizando el conversor de velocidad para enviar a la ECU y a la central del ABS. En los vehículos que no poseen ABS, hay un conversor de señal analógico/digital que se encuentra en el compartimiento del motor, al lado del relé principal y de la bomba de combustible.

En los vehículos 2.0 la bomba de combustible es accionada cuando se recibe la señal del sensor de rotación del motor. En los vehículos con motor 2.2 al abrir el encendido el relé de la bomba es accionado por un segundo, presurizando la línea

de combustible, y cuando se recibe la señal del sensor de rotación del motor, la bomba es accionada continuamente.

La Sonda Lambda en los vehículos Vectra de 8 válvulas posee un solo cable y los vehículos Vectra de 16 válvulas poseen 3 cables.

El sistema de recirculación de gases del escape (EGR) es utilizado para disminuir los niveles de emisión de óxidos de nitrógeno (NOX) provocados por altas temperaturas de la cámara de combustión.

Los vehículos Vectra B 2.0 no poseen válvula EGR, los 2.2 8V poseen una EGR mecánica y los 2.2 16V, la EGR es eléctrica (lineal).

El sensor de detonación es un cristal piezoeléctrico que genera un pulso eléctrico cuando capta una detonación e informa a la ECU la existencia o no de una detonación en alguno de los cilindros. Los vehículos que poseen este sensor son los Vectra B 2.0 16V, 2.2 8V y 2.216V.

4.6. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS SENSORES.

Salgado (1996). Explica el principio de funcionamiento de los sensores y su modelación. De lo cual se retoma lo siguiente:

4.6.1. Sensor de posición del estrangulador

4.6.2. Sensor de posición de la válvula de recirculación de gases del escape.

Potenciómetros

El potenciómetro es un resistor variable el cual consiste en un contacto móvil, es decir, es un material resistivo en forma de arco que se monta alrededor del eje de rotación del contacto móvil, como se muestra en la figura 4.29.

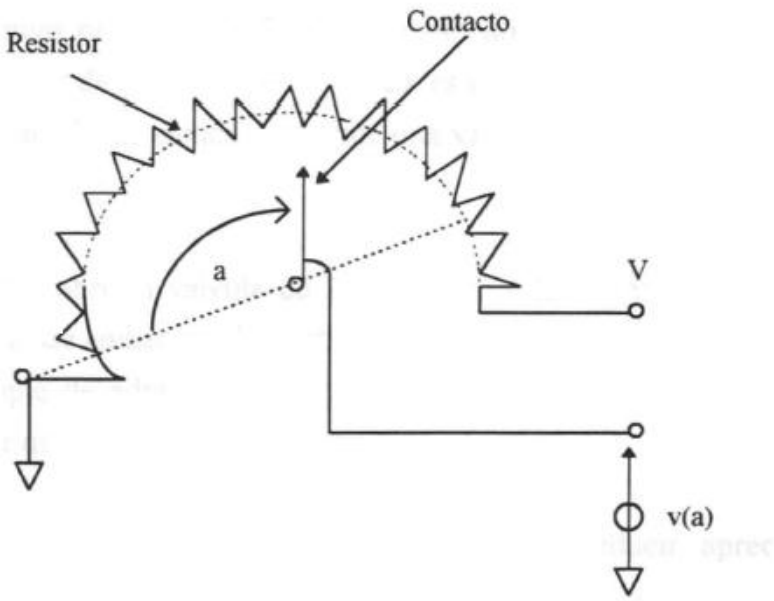


Figura 4.29. Sensor del ángulo de la mariposa. Diagrama de un potenciómetro.

Un extremo del resistor se conecta a tierra y el otro a un voltaje fijo *V* (5 volts). La tensión o voltaje fijo en el punto de contacto móvil es proporcional al ángulo entre el contacto de tierra y el contacto móvil: Así que se propone el siguiente modelo para calcular el voltaje en dicho punto:

$$v(a) = ka$$

Donde:

v(a): es el voltaje en el punto de contacto, (volt)

k: es una constante,[*volt/ rad]*

a: es el ángulo entre el punto de contacto y la conexión de tierra, [rad].

Este tipo de potenciómetros se puede emplear para medir cualquier ángulo de rotación y en particular para medir el ángulo de la mariposa. Su principal inconveniente es que en la aplicación en el automóvil consiste en su salida analógica, por tal motivo, para el control digital del motor, el voltaje *v(a)* debe convertirse a formato digital por medio de un conversor A/D (analógico-digital).

4.6.3. Sensor de temperatura del aire de carga.

4.6.4. Sensor de temperatura del refrigerante.

4.6.5. Sensor de temperatura del aire del múltiple.

Termistores

Estos son termistores, es decir, es una resistencia eléctrica hecha de materiales semiconductores, cuyo valor varia con la temperatura. Se emplea para medir tanto la temperatura del aire del múltiple como la temperatura del motor.

Cuando a través de un termistor se mantiene un voltaje constante, habrá cambios acentuados en la corriente que fluye por el dispositivo como resultado de los cambios de temperatura en este elemento, esto quiere decir que el termistor puede utilizarse para medir la temperatura de su medio.

Los termistores, están fabricados de una mezcla de óxidos de Mn, Ni, Co, Cu, Fe y están moldeados en un cuerpo cerámico de varios tamaños. La característica es bastante no lineal, pero su pendiente es muy grande, tienen una sensibilidad de 4%/°C. Esta elevada sensibilidad constituye el principio atractivo del termistor, Mayné (2003).

Otra de las características importantes del empleo de termistores en la elaboración de sensores de temperatura, es que el termistor tiene un coeficiente negativo de temperatura para la resistencia, en contraste con el coeficiente positivo de la mayor parte de los metales, por ello un termistor varía inversamente con la temperatura, por ejemplo a una temperatura, ya sea en el líquido refrigerante o en

el aire del múltiple, de -40°C un sensor de esta naturaleza posee una resistencia de 100000Ω, y ésta decrece aproximadamente a 185 Ω a 100°C. Además la resistencia sigue una variación exponencial con la temperatura en lugar de una relación polinomial, por lo tanto, para un termistor:

$$R = R_0 \exp\left[\beta\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)\right]$$

Donde:

R_0: es la resistencia a la temperatura de referencia T_0, Ω y °C respectivamente,

R: es la resistencia a la temperatura *T,* Ω y °C respectivamente,

β: es una constante experimentada. El valor numérico de β varía entre 3500 y 4600 K, dependiendo del material del termistor y la temperatura.

El termistor es un dispositivo muy sensible y puede anticiparse un comportamiento consistente dentro de 0.1 % con calibración apropiada. Una característica bastante atractiva del termistor es que puede usarse a fin de compensar la temperatura de los circuitos eléctricos. Esto es posible debido al coeficiente negativo de temperatura de modo que puede usarse para contrarrestar el aumento de resistencia de un circuito, conforme aumenta la temperatura, Holman (1994).

4.6.6. Sensor de presión absoluta del múltiple

Piezorresistivo

Sensor de presión absoluta del múltiple utilizando un medidor de deformación. Esta es una configuración de bajo costo, ya que utiliza un medidor de deformación basado en un diafragma de silicio difundido. Este sensor está formado por un "chip" de silicio de aproximadamente 3 mm", con los bordes externos de aproximadamente 250 micrones de espesor (1 micrón= 1 millonésimo de metro) y con un área central de solamente 25 micrones de espesor, constituyendo de esta manera un diafragma flexible de Si. Los bordes del "chip" son sellados al vacío con una placa de pyrex, formándose así entre la placa y el área central del "chip" de silicio una cámara de vacío.

El conjunto se monta en una caja sellada, la que se conecta al múltiple de admisión por medio de un conducto de pequeño diámetro. La presión del múltiple aplicada al diafragma hace que éste se flexione, deformándose. Los resistores sensores varían proporcionalmente a la presión del múltiple debido al fenómeno conocido como "piezorresistividad". Ciertos semiconductores son piezorresistivos, es decir que poseen la propiedad de que la resistividad varía proporcionalmente con la deformación.

La deformación de cada resistor es proporcional a la deformación del diafragma, la que a su vez es proporcional a la presión en la cara externa del diafragma, que no es más que la presión del múltiple.

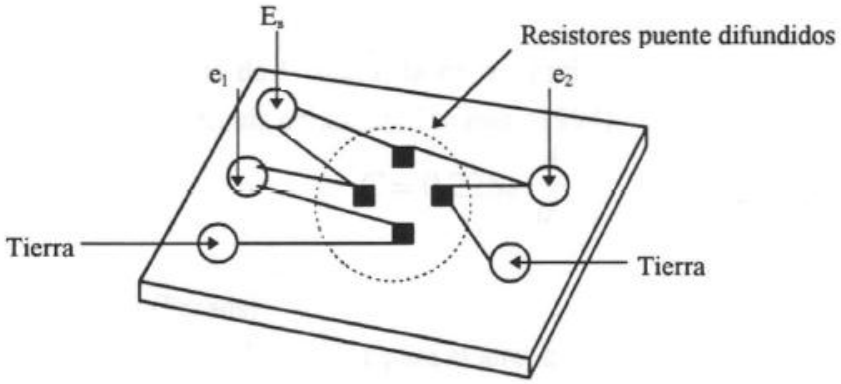


Figura 4.30 Diafragma Piezorresistivo.

Otro tipo de sensores map son los que utilizan una:

Capsula capacitiva.

Este consiste en un dispositivo que utiliza una cápsula capacitiva. Un electrodo laminar se deposita en la cara interior de cada una de las dos placas de alúmina en las cuales se conectan terminales para las conexiones exteriores. Las placas están selladas a un espaciador cilíndrico, hueco, aislante (es decir con la forma de una arandela) de manera de formar una cámara aneroide, y la cápsula capacitiva se monta dentro de un compartimiento hermético que se conecta al múltiple por un conducto de pequeño diámetro. Los electrodos laminares, uno enfrente del otro

dentro de esta cámara aneroide, forman un capacitor de placas paralelas. Debido a la flexibilidad de las placas de alúmina, éstas se deforman hacia adentro bajo la influencia de la presión del múltiple haciendo a su vez, varíe la distancia entre los electrodos.

Según los principios básicos de la física, la capacitancia C de dicho capacitor se expresa aproximadamente con la fórmula:

$$C = 0.225\varepsilon \frac{A}{d}$$

Donde:

C: es la capacitancia, F (Farads)

E: es la constante dieléctrica del aire, E= 1 para el aire; E=3 para plásticos

A: es el área de traslape entre los electrodos laminares, pulg^2 y

d: es la distancia entre electrodos, pulg.

La constante es 0.0885 cuando el área esta en cm^2 y la distancia de separación en cm.

A medida que la presión del múltiple aumente, *d* disminuye, por lo tanto la capacitancia aumenta con el aumento de presión; este tipo de arreglos puede usarse para medir un cambio en la distancia *d* por medio de un cambio en la capacitancia. Como se puede observar en la figura 4.31.

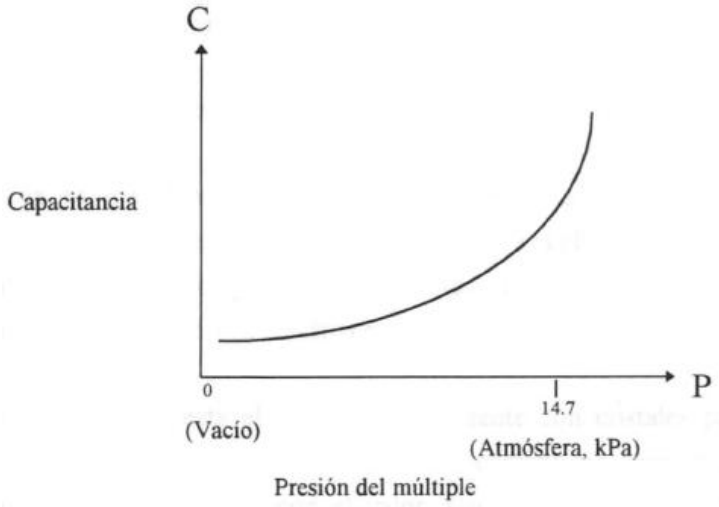


Figura 4.31. Variación de la capacitancia.

Dado que en este tipo de sensor la capacitancia es únicamente función de la presión, una medida de la capacitancia es directamente una medida de la presión.
El capacitor forma parte de un circuito resonante que defina la frecuencia de un oscilador.
Ésta es igual a la frecuencia de resonancia fr la cual está dada por:

$$fr = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Donde:
L: es la inductancia en henrys,
C: es la capacitancia en farads,
fr: es la frecuencia en Hz.
La frecuencia del oscilador puede medirse contando los ciclos del oscilador durante un intervalo dado. La compuerta electrónica, que está normalmente abierta, se cierra durante el intervalo *T.* El número *N* de ciclos del oscilador durante un intervalo es:

$$N = f_r T$$

El contador binario se pone a cero justo antes que la compuerta electrónica se cierre y a partir de ese instante el contador se incrementa una vez por cada ciclo del oscilador. ASÍ, al final del intervalo de conteo, el contador binario genera el equivalente binario de *N*.

4.6.7. Sensor de flujo de masa de aire.

El sensor de flujo de masa de aire tiene el principio de funcionamiento de un anemómetro de alambre caliente, como ya se mencionó, este tipo de instrumento generalmente es empleado para estudiar las condiciones de flujo que varían con rapidez. Este dispositivo consiste en calentar un alambre fino, que para el caso de un sensor de flujo de masa de aire es una lámina, y posteriormente se coloca en la corriente del flujo de aire; algunos experimentos según King citado por Holman (1994) han demostrado que la tasa de transferencia de calor del alambre puede expresarse como:

$$q = (a + bu^{0.5})(T_w - T_\infty)$$

Donde:

q: es la transferencia de calor, W,

*T*w: temperatura del alambre, °C,

T_∞*:* temperatura de la corriente del fluido, °C,

u: velocidad del fluido, *m/s,*

a, b: son constantes obtenidas mediante una calibración del dispositivo.

La tasa de transferencia de calor también debe darse por:

$$q = i^2 R_w = i^2 R_0 \left[1 + \alpha\left(T_w - T_\infty\right)\right]$$

Donde:

i: corriente eléctrica, A,

R_0: resistencia a la temperatura de referencia T_0, Ω y °C respectivamente,

α: coeficiente de temperatura de la resistencia.

El elemento de lámina caliente se calienta eléctricamente hasta alcanzar una temperatura constante superior a la del aire de admisión. La temperatura del aire de admisión se mide con un sensor de temperatura de estado sólido. El elemento de lámina caliente se incorpora a un puente de Wheatstone, como lo ilustra la figura 4.32 cuya fuente de alimentación está provista por un amplificador. Cuando el aire fluye por la lámina caliente, ésta se enfría proporcionalmente al flujo de la masa de aire por unidad de tiempo. La pérdida de calor de la lámina provoca una variación de la resistencia de la misma, lo que desequilibra el circuito puente, generando así una tensión de entrada al amplificador. La salida del amplificador conectada al circuito puente suministra la fuente de alimentación del mismo. La tensión aplicada varia la resistencia de tal manera de mantener una diferencia de temperatura constante entre la lámina caliente y el aire de admisión.

El empleo de este dispositivo es, por que se pueden medir flujos transitorios, especialmente en las medidas de fluctuaciones turbulentas. La respuesta del alambre o de la lámina depende del ángulo de la velocidad del flujo con el eje del alambre, y existen técnicas para tomar esto en cuenta.

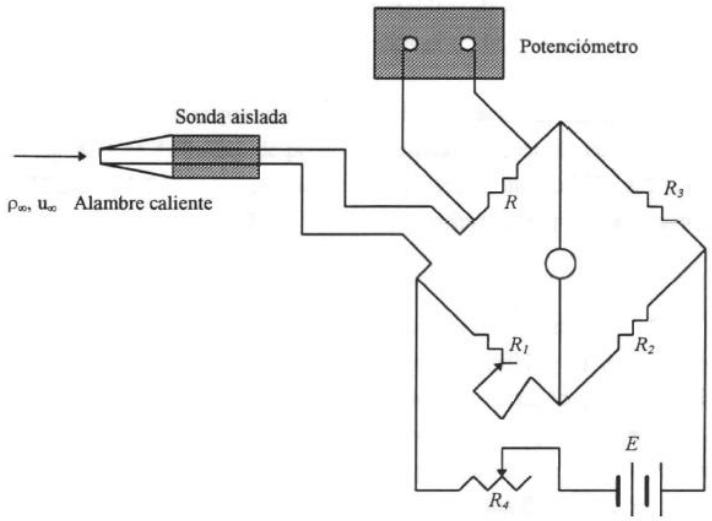


Figura 4.32. Esquema de un circuito con alambre caliente de un sensor MAF.

4.6.8. Sensor de posición del cigüeñal o contador de ciclos, sensor de Revoluciones.

Sensor de posición a Reluctancia Magnética.

Su principio de funcionamiento se basa en el magnetismo de los materiales, como puede ser el hierro, cobalto, níquel ó materiales magnéticos compuestos, dichos materiales tienen la propiedad de presentar permeabilidades extremadamente altas, comprendidas desde pocos cientos a miles de veces el vacío.

La reluctancia magnética como ya se menciono es la resistencia de un circuito al flujo magnético, esto es cuando el material pasa por el disco de acero donde se hallan las marcas la reluctancia es menor, pero cuando se encuentra en el vacío la reluctancia es mayor.

Este tipo de sensores funciona como un magnetómetro de bobina rastreadora. Un magnetómetro es un aparato que mide la intensidad de los campos magnéticos (consta de una aguja magnética capaz de girar libremente sobre un pivote y que, colocada en uno de estos campos, indica la intensidad del mismo por la desviación que sufre).

La figura 4.33 muestra el esquema de un magnetómetro; se coloca una bobina plana con *N* vueltas en el campo magnético como se muestra.

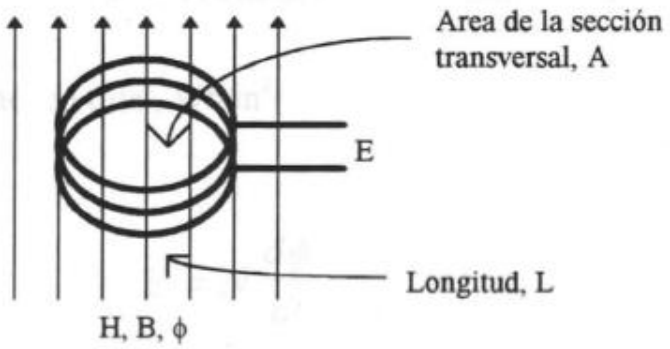


Figura 4.33 Esquema de un magnetómetro.

La longitud de la bobina es *L* y el área de la sección transversal *A;* la fuerza del campo magnético *H* y la densidad del flujo magnético *B* están en la dirección mostrada; por lo tanto:

$$B = \mu H$$

Donde:

μ; es la permeabilidad magnética, $4\pi * 10^{-7}$ *H/m* ó *Tm*/A,

H; campo magnético, *A/m,*

B; flujo magnético, Wb (weber). (1 T(tesla)=1 Wb/m^2=10^4 G(gauss)).

El voltaje de salida de la bobina *E* lo da;

$$E = NA\cos\alpha \frac{dB}{dt}$$

Donde:

N; número de vueltas de la bobina, adim,

A; área de la sección transversal, m^2,

t; tiempo, s,

α; ángulo formado entre la dirección del campo magnético y una línea perpendicular al plano de la bobina, grados,

E; voltaje de salida, Volts.

El flujo a través de la espira es;

$$\phi = A\cos\alpha B$$

Donde:

ϕ; es la densidad del flujo magnético total, Wb/m^2.

Por lo tanto tenemos que:

$$E = N\frac{d\phi}{dt}$$

El voltaje de salida del dispositivo depende de la rapidez de cambio del campo magnético, y que una bobina estacionaria colocada en un campo magnético constante produzca una salida de voltaje cero. La bobina exploradora es, por lo tanto, un transductor que transforma una señal del campo magnético en un voltaje.

Sensor de posición tipo efecto Hall

El efecto Hall se produce cuando un conductor por el que circula una corriente eléctrica es sometido a un fuerte campo magnético de dirección perpendicular a la de la corriente, donde aparece una diferencia de potencial perpendicular al campo y a la corriente, Salgado (1996).

El principio del efecto Hall lo podemos observar en la figura 4.34. Una placa semiconductora de espesor *t* se conecta como se puede observar, de modo que pase una corriente externa *I* a través del material. Cuando se aplica un campo magnético en la placa en dirección perpendicular a la superficie de la placa, se genera un potencial E_H como se ilustra, a este potencial se le conoce como voltaje Hall, Holman (1994) y se calcula por medio de:

$$E_H = K_H\frac{IB}{t}$$

Donde:

I; corriente externa, Amperes,

B; densidad del flujo magnético, G (gauss),

t; espesor de la placa semiconductora, cm,

K_H; constante de proporcionalidad o coeficiente de Hall $\frac{V\cdot cm}{A\cdot G}$

(volts-centímetro/ ampere-gauss),

E_H; voltaje Hall, Volts.

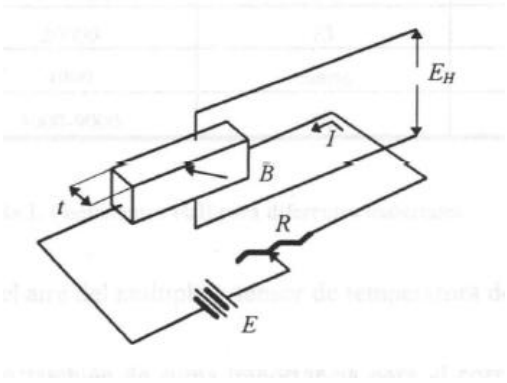


Figura 4.34. Principio del efecto Hall.

El fenómeno es independiente de la frecuencia, hasta la corriente directa CD. El efecto Hall puede emplearse en el diseño de multiplicadores analógicos en los que tanto la corriente externa como la densidad del flujo magnética son variables; tales multiplicadores constituyen la base del transductor de potencia utilizado en mediciones de potencia eléctrica. Cuando se emplea una corriente fija, el dispositivo de efecto Hall pasa a ser un transductor de campo magnético.

4.6.9. Sensor de golpeteo o cascabeleo

Piezoeléctrico

Este tipo de sensor está elaborado generalmente con cristales piezoeléctricos, los cuales funcionan como un sistema de control a lazo cerrado, es decir, la salida real del sistema se compara en todo momento con el valor deseado de acuerdo a la entrada aplicada. Los sensores construidos con materiales piezoeléctricos tienen el funcionamiento que a continuación se describe:

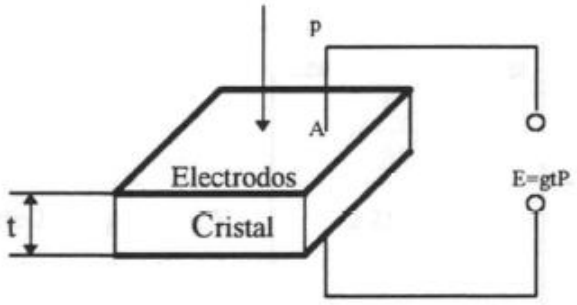


Figura 4.35. Efecto piezoeléctrico.

Considerando el arreglo que se muestra en la figura 4.35. Se coloca un cristal piezoeléctrico entre los dos electrodos de placa; cuando se les aplica una fuerza a las placas, se produce un esfuerzo en el cristal y una deformación correspondiente. La carga inducida en el cristal es proporcional a la fuerza impresa, por lo que se propone el siguiente grupo de ecuaciones para calcular dicha deformación:

$$Q = d \cdot F$$

Donde:

Q; es la carga, Coulombs

F; es la fuerza, Newtons (N)

d; constante piezoeléctrica.

El voltaje de salida del cristal lo proporciona:

$$E = g \cdot t \cdot p$$

Donde:

t; es el espesor del cristal, m

p; es la presión aplicada, N/m^2

g; sensibilidad del voltaje.

4.7. PARAMETROS DE SENSORES PARA DIFERENTES VEHÍCULOS.

A continuación se presenta una muestra de valores de referencia de sensores para diferentes modelos de vehículos. En el apartado de anexos, se presentarán dichos valores para un mayor número de vehículos de cada marca.

4.7.1. Sensor de Flujo de Masa de Aire (MAF).

En el cuadro 1 se muestran los valores de referencia correspondientes al sensor de Flujo de Masa de Aire. Los valores están expresados en volts (V) y corresponden al funcionamiento del motor en Ralentí, a cierto número de revoluciones o en una aceleración momentánea.

A manera de ejemplo, para el caso de NISSAN Tsuru, en Ralentí el voltaje va de 1.0 a 1.7 Volts, a 2500 rpm el voltaje será de 1.7 a 2.3 Volts y para el caso de aceleración momentánea el valor no está disponible.

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	Ralentí (V)	rpm/V	acel. (V)
FORD	Fiesta	95-02	EEC V	J4C 1.3	0.7	3000/1.5	N/D
FORD	Ka	00-04	EEC V	J4(N,P,S) 1.3	0.7	3000/1.5	N/D
FORD	Focus	98-05	EEC V	FXDA/C 1.4	0.7	N/D	4.3
OPEL	Corsa-C	00-06	Simtec 71	Z18XE 1.8	0.8	N/D	4
OPEL	Astra-G	98-00	Simtec 70	X20XEV 2.0	0.6	N/D	4
NISSAN	Tsuru	95-09	ECCS.	GA16DNE 1.6	1.0-1.7	2500/1.7-2.3	N/D
NISSAN	Almera	02-06	ECCS	QG18DE 1.8	1-1.7	2000/1.5-2.1	N/D
VW	Polo	95-02	Siemens Simos	AFT 1.6	1.2	3000/1.7	N/D

Cuadro 1. Valores de referencia del sensor MAF.

4.7.2. Sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS).

En el cuadro 2 se muestran los valores de referencia correspondientes al sensor de posición de la mariposa de aceleración. Los valores están expresados en voltaje (V) y corresponden a la posición cerrado o abierto.

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	Cerrado (V)	Abierto (V)
FORD	Fiesta	95-02	EEC V	J4C 1.3	0.9	4.8
FORD	Ka	00-04	EEC V	J4(N,P,S) 1.3	0.9	4.8
FORD	Focus	98-05	EEC V	FXDA/C 1.4	0.8	4.5
OPEL	Corsa-C	00-06	Simtec 71	Z18XE 1.8	0.8	4
OPEL	Astra-G	98-00	Simtec 70	X20XEV 2.0	0.1-0.9	3.9-4.9
NISSAN	Tsuru	95-09	ECCS	GA16DNE 1.6	0.4-0.6	4
NISSAN	Almera(N16)	00-02	ECCS	QG18DE 1.8	0.2-0.9	3.5-4.7
VW	Polo Clasic	95-02	Siemens Simos	AFT 1.6	4.3	0.7

Cuadro 2. Valores de referencia del sensor TPS.

4.7.3. Sensor Temperatura del Refrigerante (CTS).

En el cuadro 3 se muestran los valores de referencia correspondientes al sensor de Temperatura del Refrigerante. La relación Temperatura/Voltaje está expresada en °C/V. Se presentan temperaturas de motor en frío con sus respectivos voltajes y temperaturas de motor en caliente con sus respectivos voltajes.

A manera de ejemplo, para el caso de NISSAN Tsuru, cuando la temperatura es de 20 °C, motor frio, el voltaje es de 3.5 Volts, cuando la temperatura es de 90 °C, motor caliente, el voltaje es de 0.9 Volts.

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	°C/V	°C/V
FORD	Fiesta	95-02	EEC V	J4C 1.3	10/3.5	80/0.5
FORD	Ka	00-04	EEC V	J4(N,P,S) 1.3	10/3.5	80/0.5
FORD	Focus	00-05	EEC V	ALDA 2.0 ST	20/3	80/0.5
OPEL	Corsa-C	00-06	Motronic ME1.5.5	Z10XE 1.0	20/3.4	80/0.9
OPEL	Astra-G	98-00	Simtec 70	X20XEV 2.0	10/3	80-110/1.1-2
NISSAN	Tsuru	95-09	ECCS	GA16DNE 1.6	20/3.5	90/0.9
NISSAN	Almera(N16)	00-02	ECCS	QG18DE 1.8	20/3.5	90/0.9
VW	Polo Clasic	95-02	Siemens Simos	AFT 1.6	10/2.8	80/0.4

Cuadro 3. Valores de referencia del sensor CTS.

4.7.3. Sensor Temperatura del Aire de Admisión (IAT).

En el cuadro 4 se muestran los valores de referencia correspondientes al sensor de Temperatura del Aire de Admisión. La relación Temperatura/Voltaje está expresada en °C/V.

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	°C/V
FORD	Fiesta	95-02	EEC V	J4C 1.3	10/3.5
FORD	Ka	00-04	EEC V	J4(N,P,S) 1.3	10/3.5
FORD	Focus	00-05	EEC V	ALDA 2.0 ST	20/3.2
OPEL	Corsa-C	00-06	Simtec 71	Z18XE 1.8	20/1.9
OPEL	Astra-G	98-00	Simtec 70	X20XEV 2.0	10/3
NISSAN	Tsuru	95-09	ECCS	GA16DNE 1.6	25/3.32
NISSAN	Almera(N16)	00-02	ECCS	QG18DE 1.8	25/3.5
VW	Polo Clasic	95-02	Siemens Simos	AFT 1.6	10/2

Cuadro 4. Valores de referencia del sensor IAT.

4.7.4. Sensor de oxigeno (HEGO).

En el cuadro 5 se muestran los valores de referencia correspondientes al sensor de oxigeno. Los valores están expresados en Voltaje con el motor en Ralentí

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	Ralentí (V)
FORD	Fiesta/courier	95-02	EEC V	J4C 1.3	0.1-0.9
FORD	Ka	00-04	EEC V	J4(N,P,S) 1.3	0.1-0.9
FORD	Focus	00-05	EEC V	ALDA 2.0 ST	0.1-0.9
OPEL	Corsa-C	00-06	Simtec 71	Z18XE 1.8	0.1-0.9
OPEL	Astra-G	98-00	Simtec 70	X20XEV 2.0	0.4-4.8
NISSAN	Tsuru	95-09	ECCS	GA16DNE 1.6	0-1.0
NISSAN	Almera(N16)	00-02	ECCS	QG18DE 1.8	0-1
VW	Polo Clasic	95-02	Siemens Simos	AFT 1.6	0.2-1

Cuadro 5. Valores de referencia del sensor HEGO.

4.7.5. Sensor posición del cigüeñal (CKP).

En el cuadro 6 se muestran los valores de referencia correspondientes al sensor de posición del cigüeñal. Los valores corresponden a resistencia en Ω o a voltaje en Volts con el motor en ralentí.

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	Ralentí V	Resist. Ω
FORD	Fiesta	95-02	EEC V	J4C 1.3	N/D	200-900
FORD	Mondeo	96-00	EEC V	SEA 2.5	N/D	300-500
FORD	Focus	00-05	EEC V	ALDA 2.0 ST	1.6	400
OPEL	Corsa-C	00-06	Simtec 71	Z18XE 1.8	2.8	1000-1500
OPEL	Astra-G	98-00	Simtec 70	X20XEV 2.0	1.4	500-560
NISSAN	Tsuru	95-09	ECCS	GA16DNE 1.6	1-2	N/D
NISSAN	Almera(N15)	95-00	ECCS	GA14DE 1.4	1.5-3	N/D
VW	Golf	98-05	Motronic M5.9.2	APK, AQY, 2.0	3	480-1000

Cuadro 6. Valores de referencia del sensor CKP.

4.8. PARAMETROS DE FUNCIONAMIENTO DE SENSORES EN UN NISSAN TSURU 1.6 L.

A continuación se presentan mediante gráficos a manera de ilustración, los valores de referencia de los sensores del Nissan Tsuru 1.6 L. con motor GA16DNE según el manual de servicio NISSAN (2003).

Sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS).

En la figura 4.36 se muestra el comportamiento del sensor TPS. Los valores que corresponden a las posiciones; abierto y cerrado son:

- Cerrado 0.4 V
- Abierto 4 V

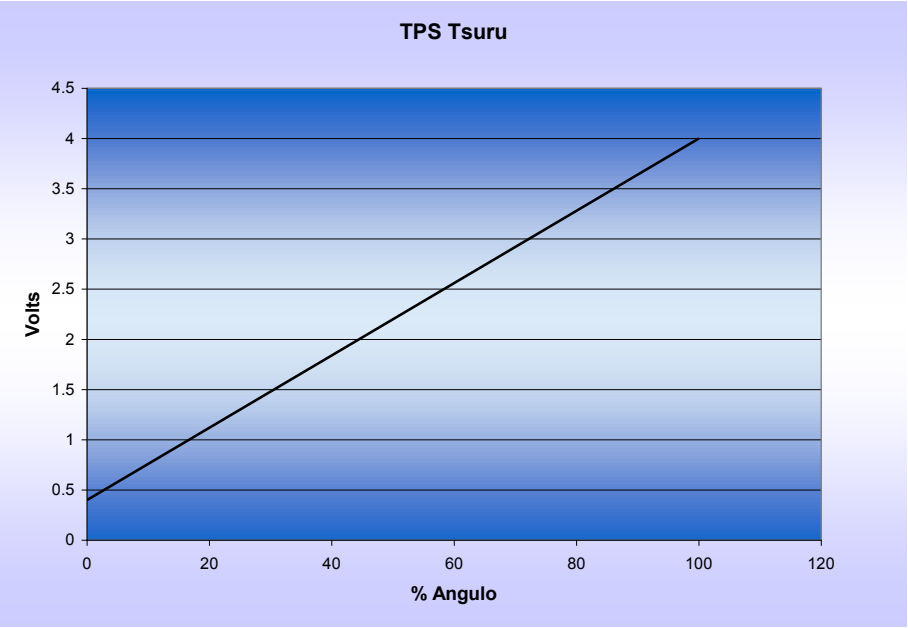


Figura 4.36. Comportamiento del sensor TPS.

Estos valores serán comparados con los que se obtengan en la prueba de este sensor correspondiente a un vehículo Nissan Tsuru, 1999.

Sensor de temperatura del refrigerante (CTS).

En la figura 4.37 se muestra el comportamiento del sensor CTS.

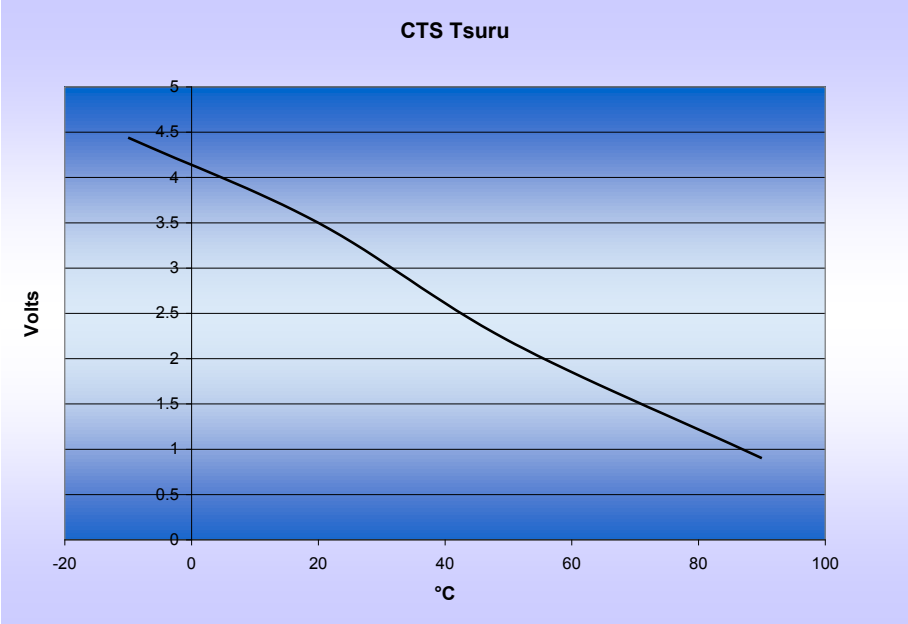


Figura 4.37. Comportamiento del sensor CTS.

Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT).

En la figura 4.38 se muestra el comportamiento del sensor IAT.

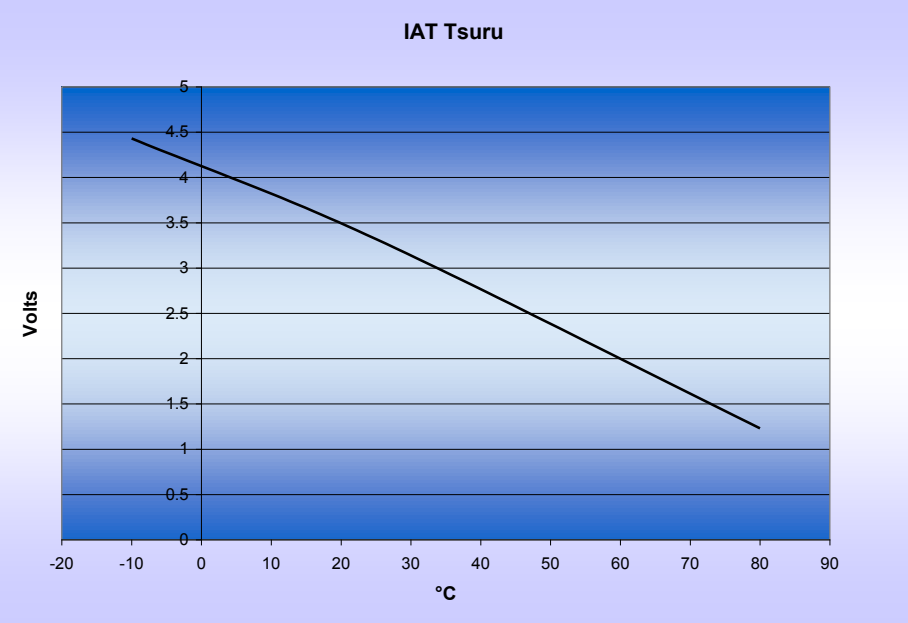
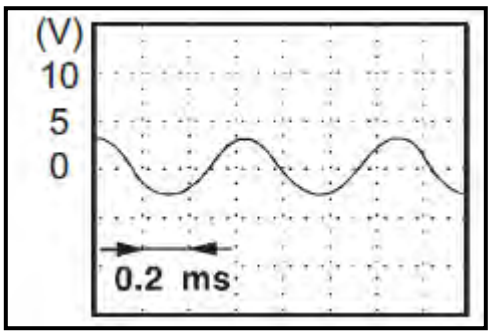


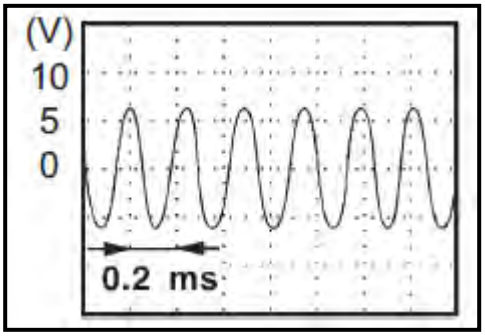
Figura 4.38. Comportamiento del sensor IAT.

Sensor de posición del cigüeñal (CKP).

A continuación se presenta el comportamiento del sensor CKP. La figura 4.39 a) muestra el comportamiento en Ralentí y la figura 4.39 b) muestra el comportamiento a 2000 rpm.



a) (Ralentí)

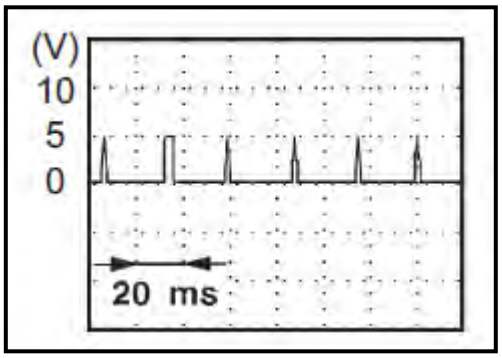


b) (2000 rpm.)

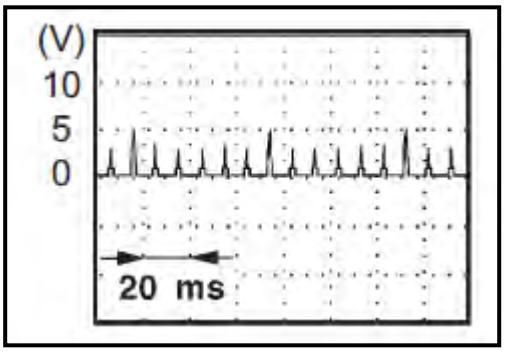
Figura 4.39. Comportamiento del sensor CKP.

Sensor de posición del árbol de levas (CPM).

A continuación se presenta el comportamiento del sensor CPM. La figura 4.40 a) muestra el comportamiento en Ralentí y la figura 4.40 b) muestra el comportamiento a 2000 rpm.



a) (Ralentí)



b) (2000 rpm.)

Figura 4.40. Comportamiento del sensor CPM.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se aborda la parte experimental del trabajo, la realización de pruebas dinámicas a sensores mediante equipo de diagnóstico, Scanner.

Las pruebas se realizaron a varios vehículos de diferentes marcas y modelos, para ello se consideraron las marcas de más importancia en el mercado tales como Nissan, Chevrolet, entre otras y modelos de gran popularidad como Nissan Tsuru.

Para efectuar las mediciones se accedió a los valores de la ECU mediante el Scanner. Dependiendo del sensor a medir, el vehículo fue puesto en ignición solamente o de ser necesario se puso en marcha el motor y se modificó el régimen de funcionamiento.

La finalidad de las pruebas fue obtener los valores de funcionamiento de los sensores, así como su curva característica y hacer la comparación respectiva con los valores de referencia dados por el fabricante de dichos vehículos.

5.1. MATERIALES

A continuación se presenta una lista de los materiales, equipos y vehículos utilizados para las pruebas a sensores.

- Scanner Genisys SPX OTC.
- Multímetro digital.
- Chrysler – Plymouth, Gran Vollager SE 1993, 3.3L.
- Chysler, Shadow 1994, 2.5L.
- Chevrolet, Cavalier 1994, 2.8L.
- Nissan, Tsuru 1999, 1.6L.
- Honda, Civic 1999, 1.6L.
- Ford, Ka 2000, 1.6L.
- Honda, Accord 2001, 2.3L.
- Ford, F150 2007, 4.2L.
- Conector 3305 – 72 y 212635 para Chrysler Gran Vollager y Shadow.
- Conector 3305 – 72 y 212633 para Chevrolet Cavalier.
- Conector 3305 – 72 y 3305 – 141 para Nissan Tsuru.
- Conector 3421 – 88 Cable OBD II para Honda Civic y Ford F150.
- Conector 3421 – 88 OBD II ó 3305 – 73 y 3306 – 01, 3306 – 22 para Ford Ka.
- Conector 3305 – 72 y 3305 – 124 para Honda Accord.

- Cámara fotográfica.

5.2. METODOLOGÍA

Para la realización de las pruebas a los sensores, primero se obtuvieron los valores de referencia establecidos en los manuales de servicio o en programas informáticos con datos de diferentes marcas y modelos. Obtenidos estos valores se procedió a la realización de pruebas a sensores en vehículos de las marcas más comerciales como Chevrolet, Ford, Chrysler y Nissan.

5.2.1. Pruebas a sensores

A continuación se describen las pruebas que se realizan a los diferentes sensores del sistema de inyección electrónica según el Manual de Inyección Electrónica General Motors de Grupo CEDVA, (2004).
Es necesario precisar que algunas de las pruebas que a continuación se describen fueron omitidas o reemplazadas gracias a la ayuda del scanner, pero se describen para fines ilustrativos.

Pruebas al sensor MAF.

Prueba del sensor:
1.- Con el switch en posición de apagado se intercepta la línea de señal del sensor a la computadora.
2.- Se conecta el voltímetro entre la línea interceptada y tierra del motor. Se coloca el switch en posición de encendido y se verifica el voltaje.

Prueba de trabajo:
1.- Se conecta un frecuenciómetro entre la línea interceptada y tierra en el motor.
2.- Se pone en funcionamiento el motor y se observa la lectura en Hz, se acelera el motor y se observa que la frecuencia aumente.

Pruebas al sensor de posición de la mariposa del acelerador, (TPS).

Pruebas de alimentación de voltaje al sensor TPS:

1.- Con el switch en posición de apagado se desconecta el arnés del sensor TPS.

2.- Se conecta un voltímetro, en caso de GM, entre el cable color gris y el cable color negro del conector, en seguida se coloca el switch en posición de encendido y se verifica la lectura del voltímetro la cual deberá de ser 5 VCD.

Prueba de salida de voltaje del sensor:

1.- Con el switch en posición de apagado se intercepta la línea de señal del sensor.

2.- Con el switch en posición de encendido se conecta un voltímetro entre la línea interceptada y tierra. Con la mariposa totalmente cerrada se verifica el voltaje. A medida que la mariposa se abre, se verifica el cambio en el voltaje, el cual debe aumentar.

Pruebas al sensor de temperatura del aire de admisión, (IAT).

Prueba de alimentación de voltaje y tierra al sensor:

1.- Con el switch en posición de apagado se desconecta el arnés que conecta al sensor.

2.- Con el switch en posición de encendido se conecta un voltímetro entre las terminales del conector del sensor y se verifica el voltaje, el cual debe ser 5 VCD ± 0.05.

Pruebas al sensor:

1.- Con el switch en posición de apagado, se conecta el arnés al sensor.

2.- Se intercepta la línea de 5 volts del sensor y se conecta un voltímetro, la pinza positiva a la línea interceptada y la negativa a tierra del motor, se verifica el voltaje registrado de acuerdo con los valores de referencia en las tablas.

Pruebas al sensor MAP.

Prueba de alimentación de voltaje al sensor:

1.- Con el switch en posición de apagado se desconecta el arnés que conecta al sensor.

2.- Se conecta un voltímetro entre la terminal de referencia del conector del sensor, en caso de GM, cable gris con rojo y la terminal de tierra, color purpura, para GM.

3.- Se coloca el switch en posición de encendido y se verifica el voltaje registrado el cual debe ser de 5 VCD ± 0.5.

Prueba de la salida de voltaje del sensor:

1.- Con el switch en posición de apagado se conecta el arnés al sensor y se intercepta la línea de señal de éste.

2.- Se coloca el switch en posición de enciendo y se verifica el voltaje, el cual debe ser de aproximadamente 3.5 VCD a 2000 msnm. Al poner en funcionamiento el motor el voltaje deberá estar en aproximadamente 1.10 ± 0.15 VCD y en una aceleración drástica se deberá incrementar a 3.5 VCD.

Pruebas al sensor de temperatura del refrigerante del motor, (CTS).

Prueba de alimentación de tierra y voltaje al sensor:

1.- Con el switch en posición de apagado se desconecta el arnés del sensor.

2.- Se coloca el switch en posición de encendido y se conecta un voltímetro entre las terminales del conector del sensor, se verifica el voltaje, el cual deberá estar en aproximadamente 5 ± 0.05 VCD.

Prueba de la salida de voltaje del sensor:

1.- Con el switch en posición de apagado se coloca el conector al sensor, se intercepta la línea de alimentación del sensor y se conecta un voltímetro entre la línea interceptada y tierra en el motor.

2.- Se pone en funcionamiento el motor y se verifica el voltaje, a medida que el motor se calienta, el voltaje debe disminuir.

5.2.2. Acceso al valor de los sensores mediante el Scanner

A continuación se presenta la forma de accesar al valor de los sensores en los diferentes vehículos, mediante la ayuda del Scanner.

- En todos los casos es necesario saber que conector corresponde al vehículo, para ello se siguen una serie de pasos esquematizados, éstos dependen de la marca y modelo. Los pasos a seguir para cada vehículo se describe en el apartado de anexos.
- Después de accesar al vehículo y de identificar el conector correspondiente, se procese a verificar los valores de los sensores. Para ello, es necesario poner el vehículo en ignición o poner en funcionamiento el motor según sea el caso.
- Para la lectura de los valores del sensor de posición de la mariposa, sólo se coloca el vehículo en ignición y se va modificando la posición mediante el pedal del acelerador.
- En el caso de los sensores de temperatura del refrigerante y del aire, el motor del vehículo debe encontrarse a temperatura ambiente. Se pone en funcionamiento el motor y se registran las lecturas conforme aumenta la temperatura.
- Para el sensor de presión absoluta del múltiple y el sensor de flujo de masa de aire se modifica el vacío o el flujo, según sea el caso, modificando las revoluciones del motor. Puesto que las lecturas cambian de manera rápida, es necesario la ayuda de una cámara fotográfica para registrar los valores.

Una vez obtenidos los valores para una mejor presentación e interpretación se convierten en gráficos, los cuales se presentarán en el apartado de resultados.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados obtenidos en las pruebas a sensores de diferentes modelos de vehículos.

VALORES DE PRUEBA DE SENSORES EN DIFERENTES VEHICULOS

A continuación se presenta mediante gráficos el valor y comportamiento de los diferentes sensores que forman parte del sistema de inyección electrónica, en diferentes vehículos.

Los valores fueron obtenidos mediante pruebas realizadas con ayuda del Scanner Genisys SPX OTC, con el vehículo en ignición o con el motor en funcionamiento según el caso.

Valores correspondientes a Nissan Tsuru 1.6 L.

La figura 6.1 muestra el comportamiento del sensor de temperatura del refrigerante según las pruebas realizadas mediante el Scanner.

La temperatura más baja fue de 37 °C y registró un voltaje de 2.82 V.

La temperatura más alta fue de 95 °C y registró un voltaje de 0.91 V.

Después de alcanzar 95°C, la ECU envía una señal que activa el ventilador y la temperatura empieza a descender.

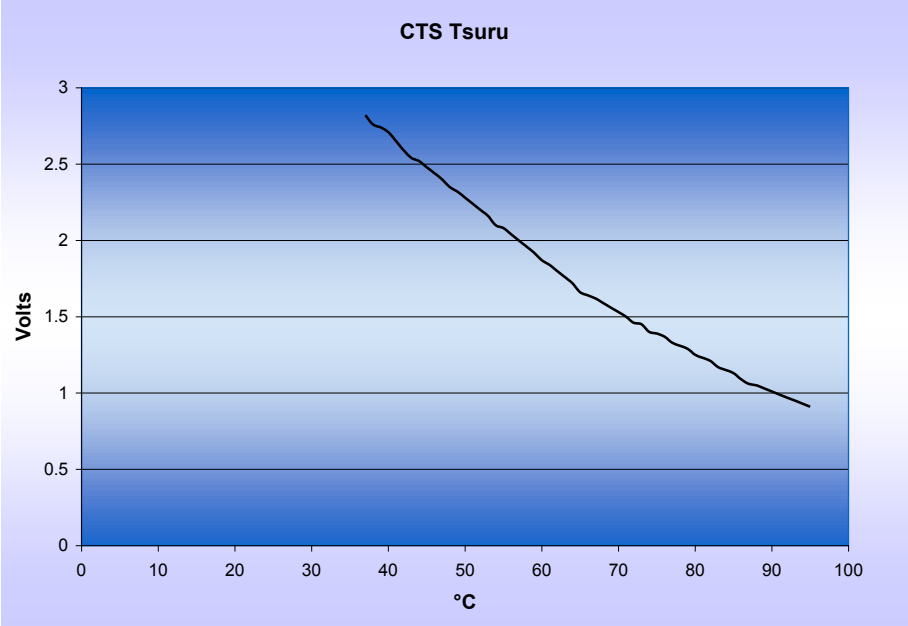


Figura 6.1. Comportamiento del sensor CTS, Nissan Tsuru.

La figura 6.2 muestra el comportamiento del sensor de posición de la mariposa. Se observa que en la posición; cerrado, el voltaje es de 0.6 Volts y en la posición abierto, el voltaje es de 4.1 con un incremento lineal.

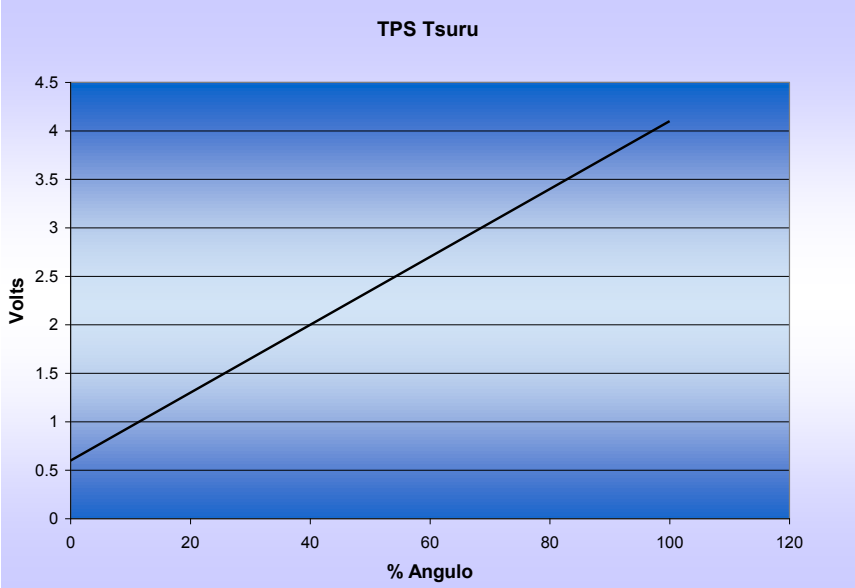


Figura 6.2. Comportamiento del sensor TPS, Nissan Tsuru.

En la figura 6.3 se muestra el comportamiento del sensor de flujo de masa de aire. Se observa que durante la marcha mínima el voltaje es de aproximadamente 1.6 Volts, y que al alcanzar aproximadamente 3000 rpm el voltaje se incrementa a aproximadamente 2.5 Volts.

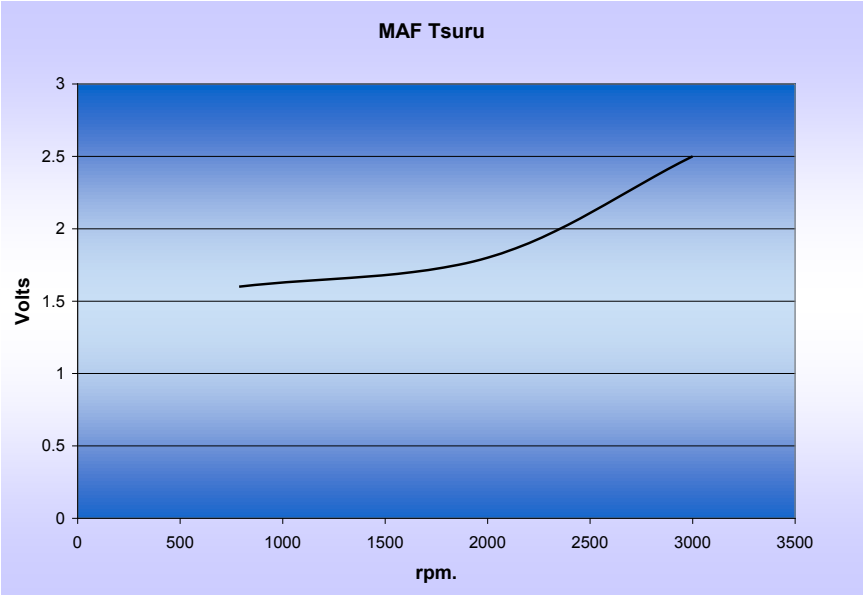


Figura 6.3. Comportamiento del sensor MAF, Nissan Tsuru.

Valores correspondientes a Chevrolet Cavalier 2.8 L.

En la figura 6.4 se muestra el comportamiento del sensor de temperatura del refrigerante correspondiente a Chevrolet Cavalier.

En la gráfica se observa que aproximadamente a los 50 °C el voltaje vuelve a subir y a bajar gradualmente, esto se debe a que en las computadoras existe una doble resistencia para el sensor de temperatura.

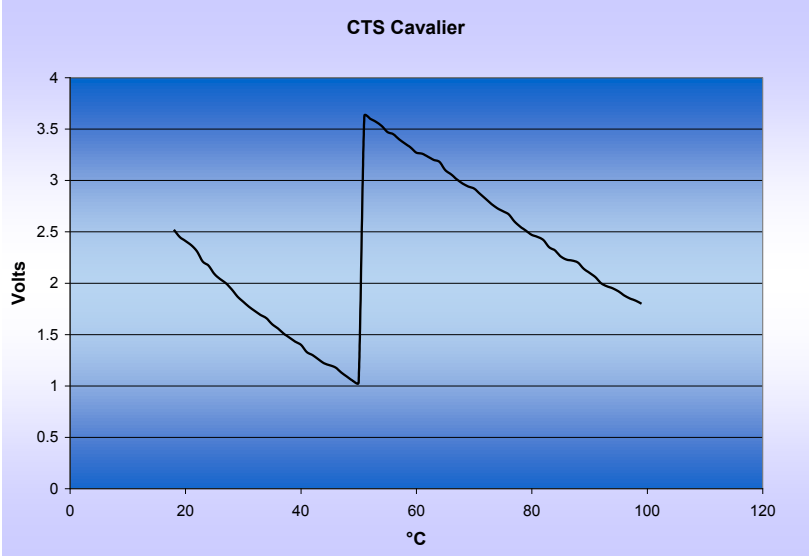


Figura 6.4. Comportamiento del sensor CTS, Chevrolet Cavalier.

En la figura 6.5 se muestra el comportamiento del sensor de posición de la mariposa. Cuando la mariposa se encuentra cerrada el voltaje es de 0.5 Volts Aproximadamente y cuando está abierta de 3.8 Volts.

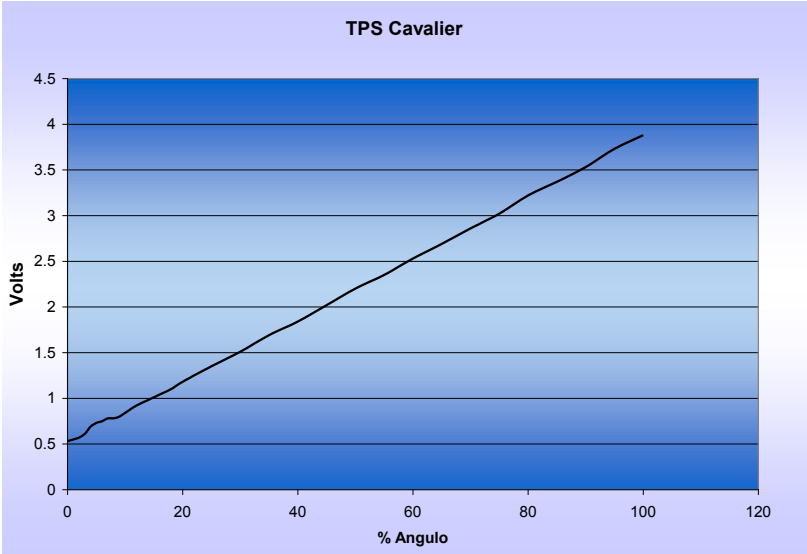


Figura 6.5. Comportamiento del sensor TPS, Chevrolet Cavalier.

En la figura 6.6 se muestra el comportamiento del sensor de presión absoluta del múltiple. Se observa que al sufrir una caída en la presión el voltaje aumenta. Por lo que en una aceleración momentánea el voltaje se incrementa hasta aproximadamente 3.4 Volts.

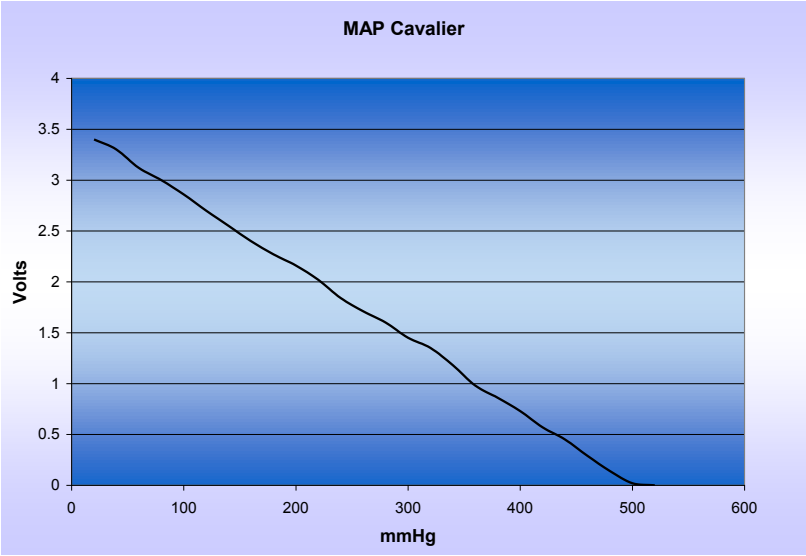


Figura 6.6. Comportamiento del sensor MAP, Chevrolet Cavalier.

Valores correspondientes a Chysler, Shadow, 2.5L.

En la figura 6.7 se muestra el comportamiento del sensor de temperatura del refrigerante correspondiente a Chysler Shadow.

Se observa que aproximadamente a los 40 °C el voltaje se incrementa y vuelve a bajar gradualmente igual que en el caso de Cavalier.

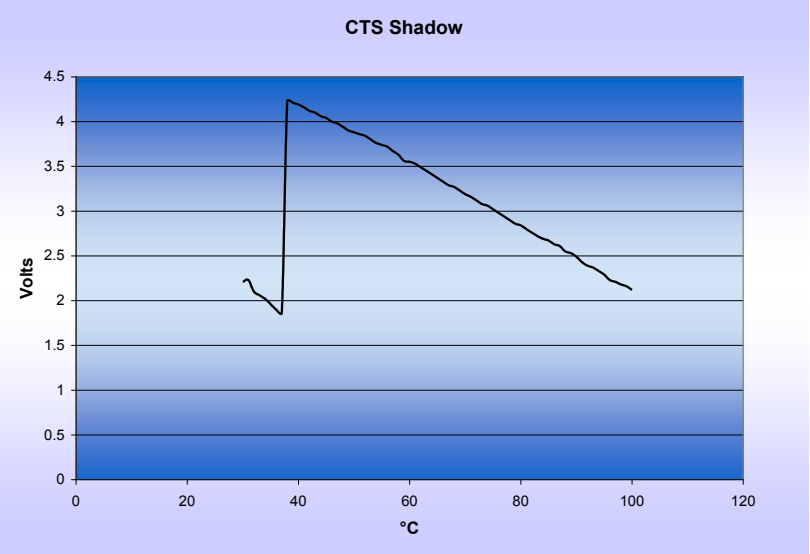


Figura 6.7. Comportamiento del sensor CTS, Chrysler Shadow.

En la figura 6.8 se muestra el comportamiento del sensor de posición de la mariposa.

Cuando se encuentra en la posición; cerrado, el voltaje es de aproximadamente 0.7 Volts y en la posición abierto el voltaje es de 3.8 Volts.

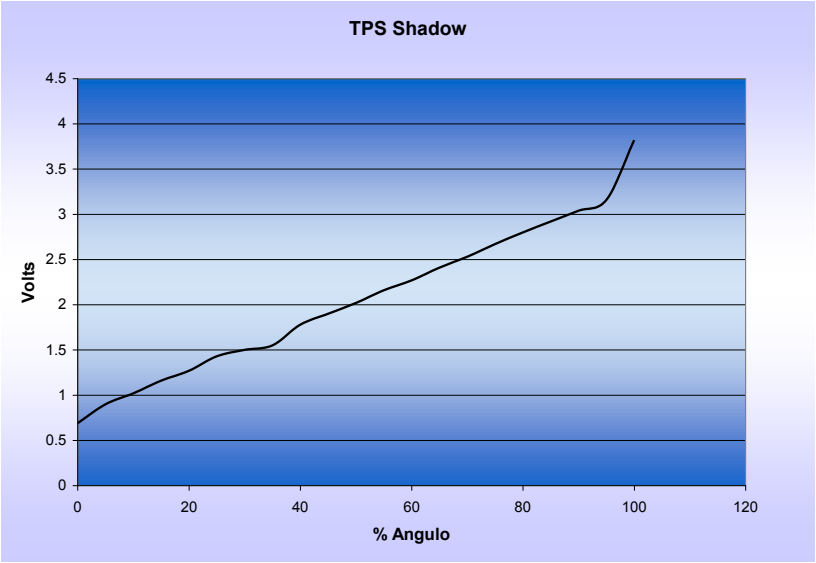


Figura 6.8. Comportamiento del sensor TPS, Chrysler Shadow.

En la figura 6.9 se muestra el comportamiento del sensor de presión absoluta del múltiple. El rango que se muestra es pequeño, pero la tendencia es la misma del MAP de Cavalier.

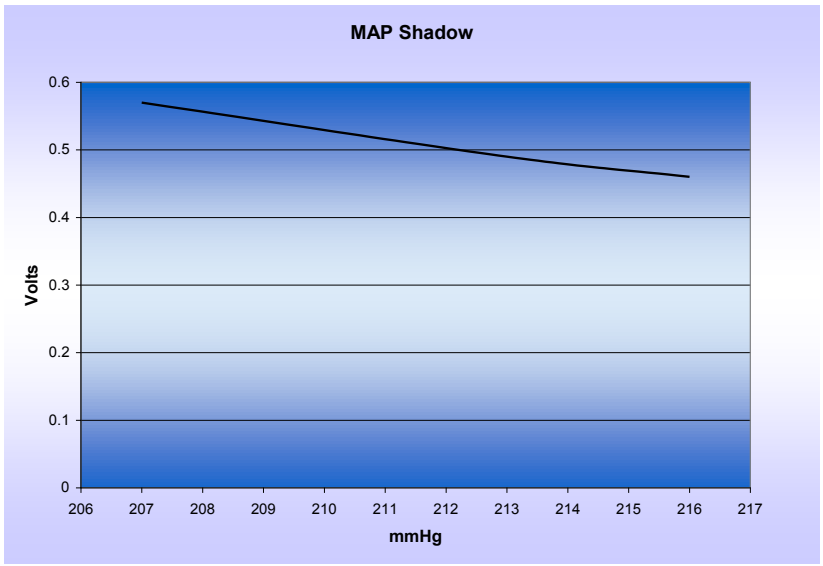


Figura 6.9. Comportamiento del sensor MAP, Chrysler Shadow.

Valores correspondientes a Honda Civic, 1.6L.

En la figura 6.10 se muestra el comportamiento del sensor de temperatura del refrigerante correspondiente a Honda Civic.

En este caso sólo se tiene una resistencia, el voltaje decrece cuando la temperatura aumenta, cuando la temperatura llega a 94 °C el voltaje es de 0.55 Volts aproximadamente. En ese momento el ventilador es accionado.

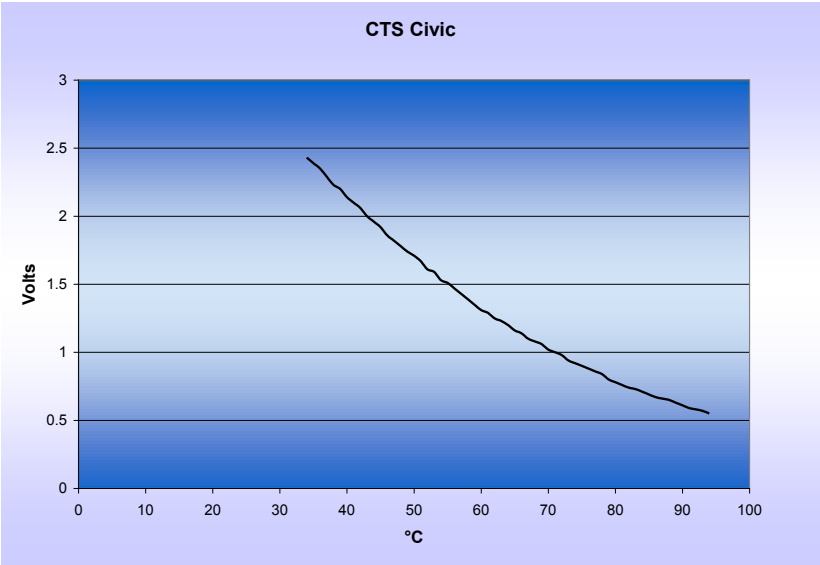


Figura 6.10. Comportamiento del sensor CTS, Honda Civic.

En la figura 6.11 se muestra el comportamiento del sensor de posición de la mariposa. En la posición cerrado, el valor es de aproximadamente 0.5 Volts, en la posición abierto el valor es de 4.5 Volts.

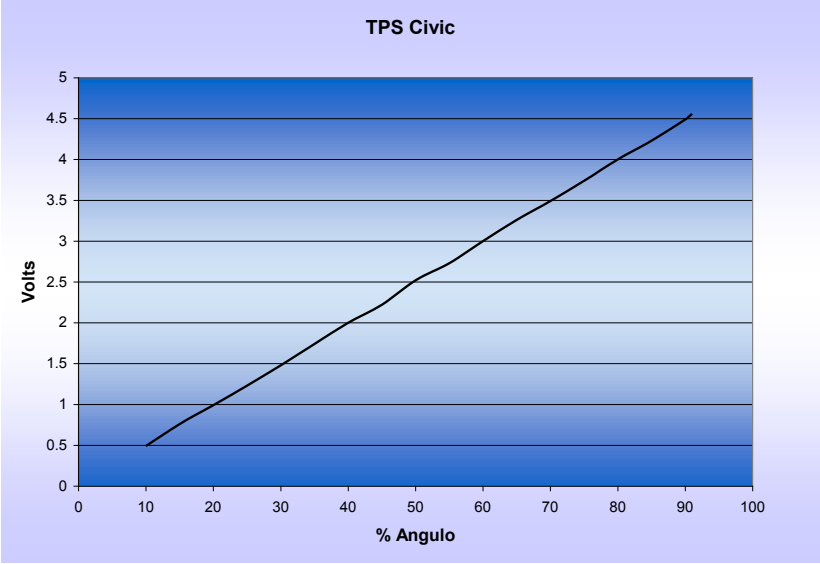


Figura 6.11. Comportamiento del sensor TPS, Honda Civic.

En la figura 6.12 se muestra el comportamiento del sensor de presión absoluta del múltiple. A diferencia de los casos anteriores en este sensor cuando el vacio aumenta el voltaje disminuye, de modo que en una aceleración momentánea el voltaje tiende a cero.

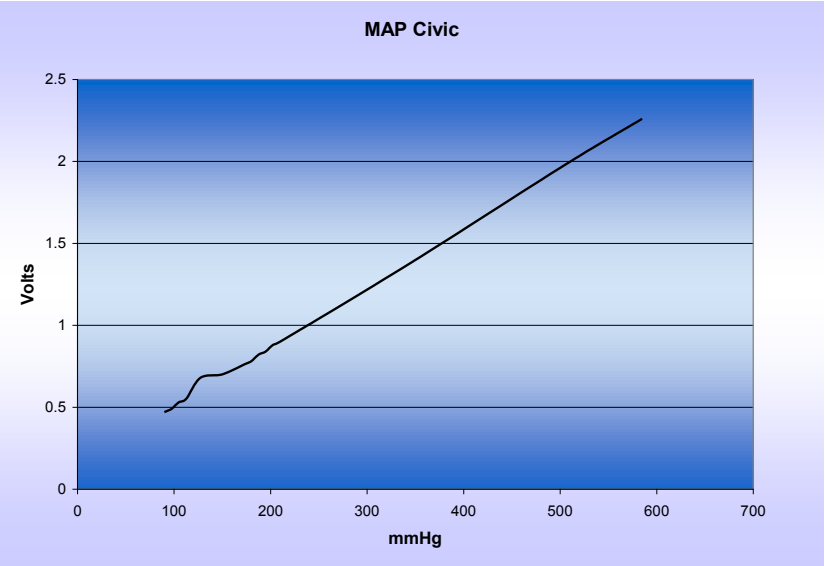


Figura 6.12. Comportamiento del sensor MAP, Honda Civic.

Valores correspondientes a Ford Ka, 1.6L.

En la figura 6.13 se muestra el comportamiento del sensor de temperatura del refrigerante correspondiente a Ford Ka. En este caso se tiene una sola resistencia y el voltaje disminuye cuando la temperatura aumenta. Al llegar a 101 °C el voltaje es de 0.45 Volts, en ese momento es accionado el ventilador.

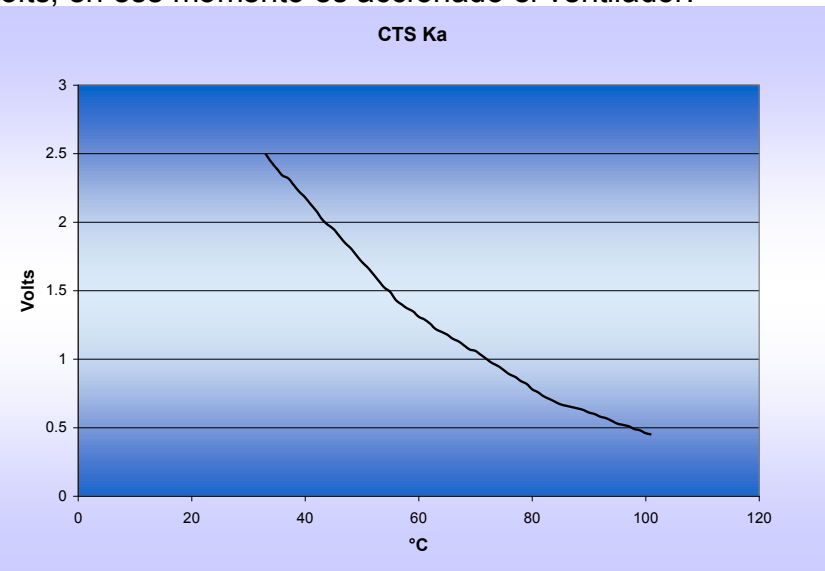


Figura 6.13. Comportamiento del sensor CTS, Ford Ka.

Valores correspondientes a Chrysler Voyager, 3.3 L.

En la figura 6.14 se muestra el comportamiento del sensor de temperatura del refrigerante correspondiente a Chrysler Voyager. Al igual que en Chrysher Shadow, se tienen dos resistencias, al llegar la temperatura a 40 °C aproximadamente el voltaje se incrementa drásticamente y vuelve a descender a medida que la temperatura aumenta. Al llegar a 102 °C el voltaje es de 2.04 Volts. En ese momento es accionado el ventilador.

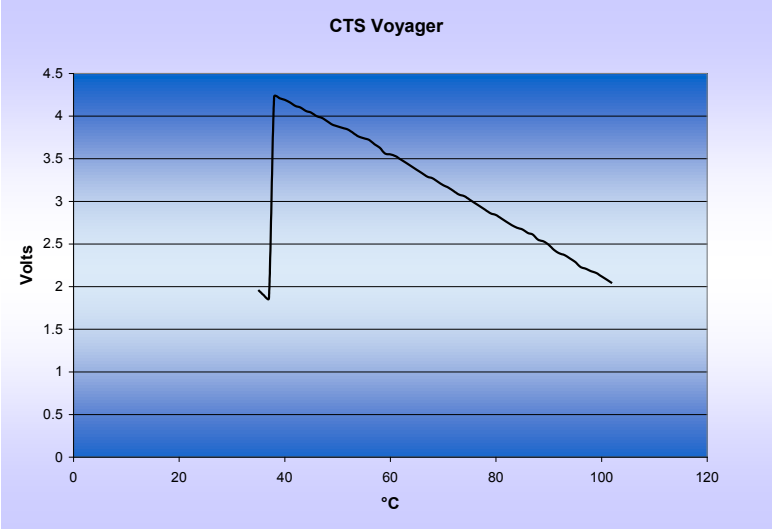


Figura 6.14. Comportamiento del sensor CTS, Chrysler Voyager.

En la figura 6.15 se muestra el comportamiento del sensor de posición de la mariposa. Cuando la mariposa está cerrada el voltaje es de 0.71 Volts, y cuando está completamente abierta el voltaje es de 3.55 Volts

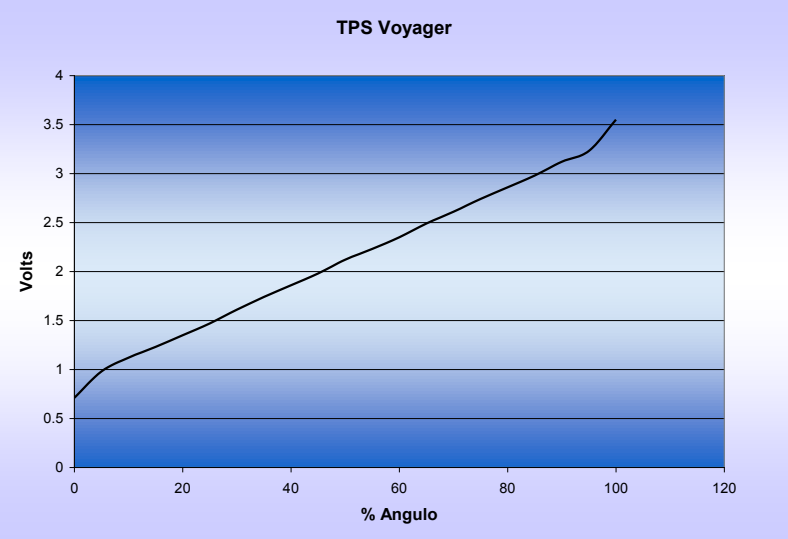


Figura 6.15. Comportamiento del sensor TPS, Chrysler Voyager.

En la figura 6.16 se muestra el comportamiento del sensor de presión absoluta del múltiple. El gráfico muestra un comportamiento poco uniforme, sin embargo aun se conserva la tendencia de aumentar el voltaje cuando se genera vacio. Durante una aceleración momentánea el voltaje aumenta a 3.37 Volts, puesto que la computadora registra variación en el voltaje no arroja código de falla, pero el gráfico muestra cierta deficiencia en el funcionamiento del sensor, la cual se atribuye al desgaste del sensor.

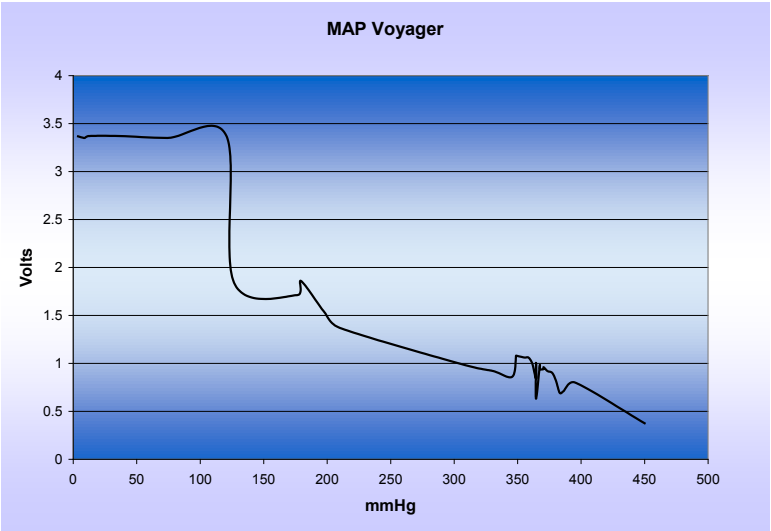


Figura 6.16. Comportamiento del sensor MAP, Chrysler Voyager.

Valores correspondientes a Ford F150, 4.2 L.

En la figura 6.17 se muestra el comportamiento del sensor de temperatura del aire correspondiente a Ford F150. Cuando la temperatura llega a 50 °C, el voltaje es de 1.68 Volts.

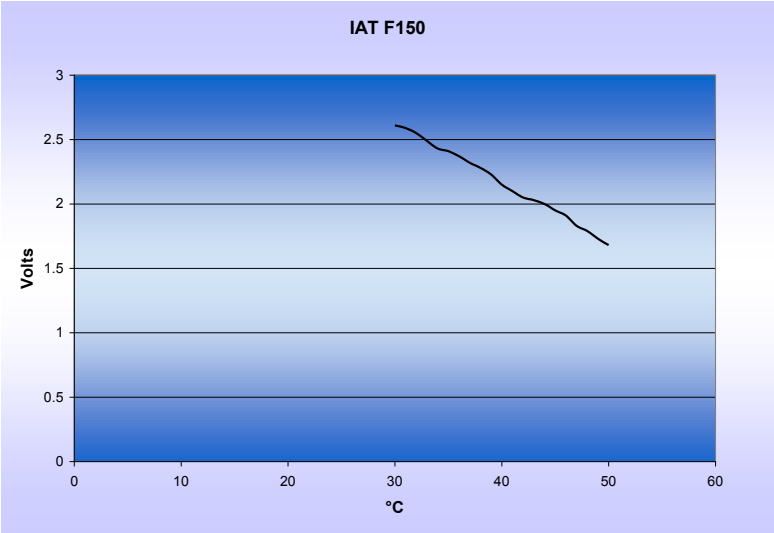


Figura 6.17. Comportamiento del sensor IAT, Ford F150.

En la figura 6.18 se muestra el comportamiento del sensor de posición de la mariposa. Cuando la posición de la mariposa es cerrado, el voltaje es de 1.0 Volts aproximadamente, cuando la posición es abierto, el voltaje es de 4.65 Volts.

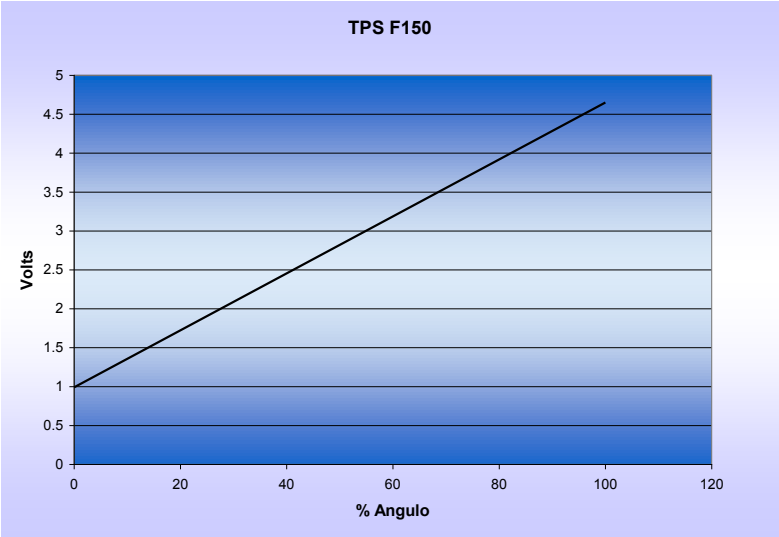


Figura 6.18. Comportamiento del sensor TPS, Ford F150.

En la figura 6.19 se muestra el comportamiento del sensor de flujo de masa de aire correspondiente a Ford F150. A medida que el flujo aumenta, también se incrementa el voltaje. Durante la marcha mínima el flujo es de aproximadamente 4 g/s y el voltaje de 0.6 Volts, en una aceleración se incrementa el flujo y el voltaje, cuando el flujo es de 28 g/s aproximadamente, el voltaje es de 1.84 Volts

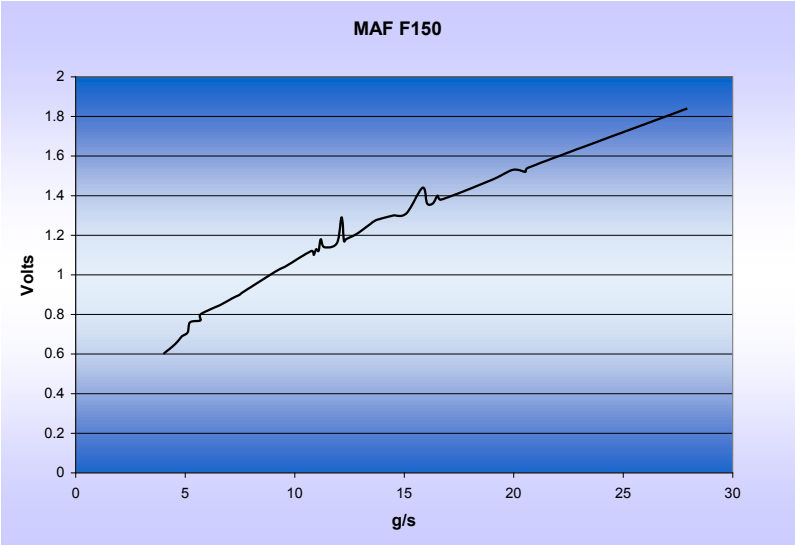


Figura 6.19. Comportamiento del sensor MAF, Ford F150.

Valores correspondientes a Honda Accord, 2.3 L.

En la figura 6.20 se muestra el comportamiento del sensor de temperatura del refrigerante correspondiente a Honda Accord. A medida que la temperatura aumenta el voltaje disminuye, cuando la temperatura llega a 97°C el voltaje es de 0.53 Volts. En ese momento es accionado el ventilador.

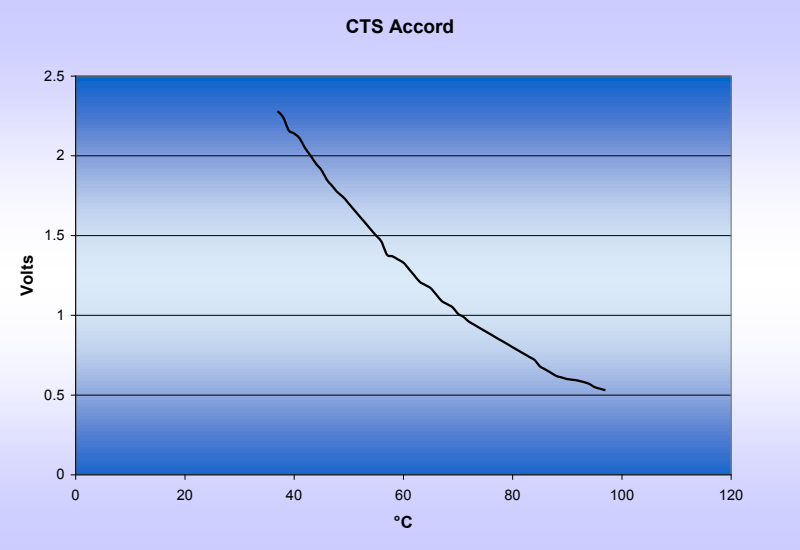


Figura 6.20. Comportamiento del sensor CTS, Honda Accord.

En la figura 6.21 se muestra el comportamiento del sensor de posición de la mariposa. Cuando la posición de la mariposa es cerrado, el voltaje es de 0.5 Volts aproximadamente, cuando la posición es abierto, el voltaje es de 4.52 Volts.

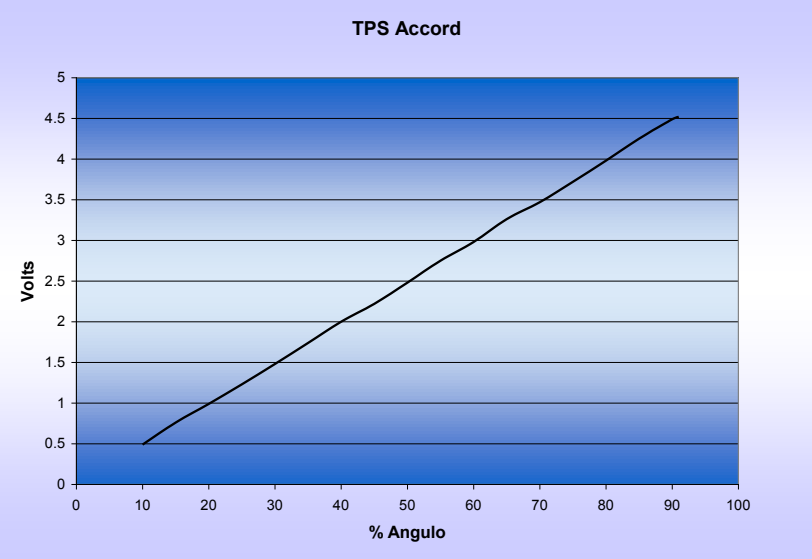


Figura 6.21. Comportamiento del sensor TPS, Honda Accord.

En la figura 6.22 se muestra el comportamiento del sensor de presión absoluta del múltiple. A medida que se genera vacío el voltaje disminuye, por lo que en una aceleración momentánea el voltaje tiende a cero.

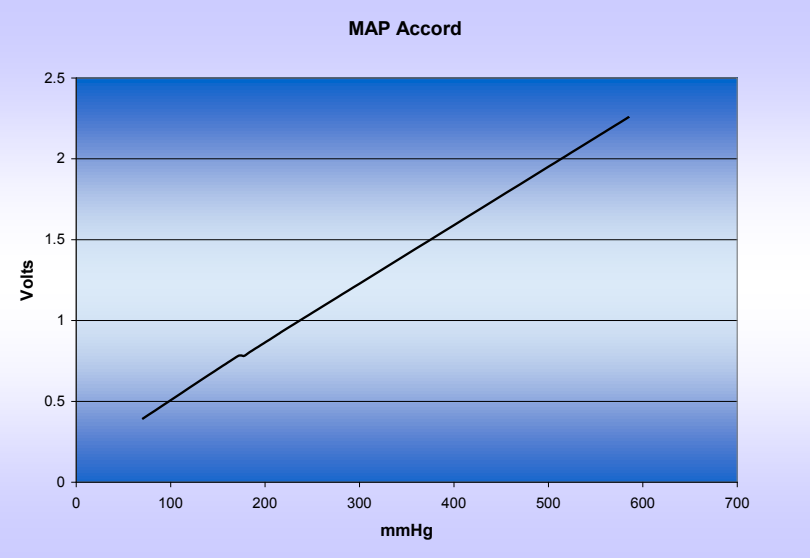


Figura 6.22. Comportamiento del sensor MAP, Honda Accord.

6.1. COMPARACIÓN ENTRE PARÁMETROS DE REFERENCIA Y VALORES DE PRUEBA DE SENSORES EN UN NISSAN TSURU 1.6 L.

A continuación se muestran los valores de referencia y los valores obtenidos de pruebas en sensores que corresponden al vehículo Nissan Tsuru 1.6 L.

Sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS).

Valores de referencia:

- Cerrado 0.4 V
- Abierto 4 V

Valores de prueba:

- Cerrado 0.6 V
- Abierto 4.1 V

Como se puede ver, los valores son muy aproximados, por lo que se puede decir que los valores de prueba corresponden con los valores de referencia. Por lo tanto el sensor presenta un buen funcionamiento.

Sensor de temperatura del refrigerante (CTS).

Valores de referencia:

°C	V
-10	4.44
20	3.5
50	2.2
90	0.9

Cuadro 7. Valores de referencia del sensor CTS, Nissan Tsuru.

Valores de prueba:

°C	V
37	2.82
40	2.71
50	2.28
90	1.01

Cuadro 8. Valores de prueba del sensor CTS, Nissan Tsuru.

Puesto que en los valores de prueba, la temperatura de inicio fue de 37 °C, solamente podemos comparar los dos últimos valores. Al igual que con el sensor TPS, vemos que los voltajes son muy similares. Por lo tanto se puede decir que los valores de prueba corresponden con los valores de referencia.

Del mismo modo si comparamos las graficas de la figura 6.2 y la figura 6.6, correspondientes a valores de referencia y valores de prueba respectivamente,

podemos apreciar que presentan un comportamiento similar. De este modo queda verificado el funcionamiento correcto del sensor así como de su confiabilidad.

Sensor de flujo de masa de aire (MAF).

Valores de referencia:

- Marcha Mínima 1.0 – 1.7 V
- Motor a 2500 rpm 1.7 – 2.3 V

Valores de prueba:

- Marcha Mínima 1.6 V
- Motor a 2500 rpm 1.8 V
- Motor a 3000 rpm 2.5 V

Se puede apreciar que el valor de prueba tanto en marcha mínima como a las 2500 rpm, están dentro del rango de aceptación en los valores de referencia. De este modo verificamos el buen funcionamiento del sensor y la correspondencia entre los valores de prueba y los parámetros de referencia.

En el caso de este vehículo, Nissan Tsuru 1.6 L, sólo se pudo verificar los sensores ya presentado, ya que el Scanner únicamente tuvo acceso a ellos. No se realizaron mediciones manuales directas a los demás sensores, por la seguridad de éstos y del vehículo.

Así como en el caso del vehículo Nissan Tsuru 1.6 L. se obtuvieron valores de varios vehículos más los cuales ya fueron presentados mediante gráficos, y cuyos valores de referencia se encuentran en el apartado de anexos.

7. CONCLUSIONES

1. Se realizó investigación sobre la inyección electrónica de combustible. Su clasificación y funcionamiento. La inyección electrónica se entiende en tres sistemas; sistema de suministro de aire, de combustible y la parte electrónica, la cual es la que controla tanto el suministro de aire como de combustible, para ello hace uso de los diversos sensores.

2. Se presentó la descripción y el principio de funcionamiento de algunos sensores empleados en los diferentes sistemas de inyección electrónica. Destacan los de tipo potenciómetro, termistores NTC y de efecto Hall.

3. Se describió de manera general el funcionamiento de algunos de los sistemas de inyección electrónica. Destacan los sistemas multipunto como el Bosch Motronic, el Ford EEC IV, Nissan ECCS. Del sistema monopunto se tiene el Bosch Mono-Monotronic y el sistema Multec.

4. Se generó una base de datos con valores de operación de diferentes sensores empleados en diversos vehículos. Se precisa en dicha base de datos la marca, el modelo, el año, cilindrada, y tipo de sistema empleado.

5. Se realizaron pruebas a sensores de vehículos tales como Nissan Tsuru, Chevrolet Cavalier, Chrysler Shadow. Dichas pruebas se realizaron con la ayuda del Scanner Genisys SPX OTC.

6. El sensor de temperatura del refrigerante es de tipo termistor NTC, el valor va de 0 a 5 Volts, sin embargo varían entre sensores, cuando la temperatura del Ford Ka es de 101 °C, el voltaje es de 0.45 Volts, mientras que en el caso de Voyager a 101 °C el voltaje es de 2.04 Volts.

7. El sensor de posición de la mariposa es de tipo potenciómetro, el valor varía de 0 a 5 Volts, cuando la mariposa se encuentra cerrada el valor se

aproxima a cero, y cuando se encuentra abierta el valor tiende a 5 Volts, sin embargo existen variaciones entre cada sensor. Cuando el TPS de Voyager se encuentra abierto, el voltaje es de 3.55 Volts mientras que el sensor TPS de Ford F150 en la misma posición registra un voltaje de 4.65 Volts.

8. El sensor de presión absoluta del múltiple de admisión puede ser de tipo piezorresistivo o de capsula capacitiva. En algunos sensores el voltaje aumenta cuando se genera vacio, como es el caso de Chevrolet Cavalier, mientras que en otros el voltaje disminuye al generarse vacio durante una aceleración repentina, como es el caso de Honda Accord.

9. Los sensores CKP y CPM son de tipo efecto Hall o reluctancia magnética, por lo que la señal que envían es un flujo de pulsos que varían dependiendo del régimen del motor.

10. El sistema de inyección electrónica tiene la finalidad de optimizar el funcionamiento del motor de combustión interna, el control de las emisiones contaminantes es de suma importancia, así como la optimización del consumo de combustible y la ganancia de potencia. Para ello es fundamental el monitoreo de los diferentes parámetros por medio de los sensores y el control por medio de la ECU.

8. RECOMENDACIONES

1. La industria automotriz está en constante cambio en cuanto a tecnología se refiere. Cada marca desarrolla nuevos sistemas o hace cambios a los ya establecidos, por ello se recomienda continuar trabajando en la búsqueda de información actualizada que permita comprender y estar a la par de los cambios existentes.

2. En los últimos años se ha dado una importante incursión sobre la inyección directa, ya que en la década de los noventas, la inyección indirecta fue la que dominó la industria, por tal motivo se recomienda profundizar sobre el funcionamiento de los sistemas de inyección directa.

3. Los valores de referencia de los sensores dados por los fabricantes corresponden a las principales marcas existentes en México y a los modelos que se pueden considerar populares. Se recomienda ampliar la información sobre dichos valores de referencia, ya sea para distintos modelos de las principales marcas, o incluso para marcas diferentes, pues el mercado mexicano en los últimos años ha experimentado una ampliación importante en dicho sector.

9. BIBLIOGRAFIA

1) Rueda S. J., 2006. Manual Técnico de Fuel Injection. Tomos I, II y III. Tercera edición. Diseli Editores. Colombia.

2) Salgado C. J. 1996. Modelo didáctico de un sistema de inyección electrónica de combustible. Tesis Profesional. Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo.

3) Nissan, 2003. Manual de servicio Nissan, modelos de la serie B13 con OBD. Nissan Mexicana S. A. DE C. V. México D. F.

4) Crouse H. W., Anglin L. D. 2005. Puesta a punto y rendimiento del motor. Tercera edición. Reimpresión, Alfaomega ediciones. México D. F.

5) Gil M. H. 2002. Manual del automóvil, Reparación y Mantenimiento; El motor de gasolina. Cultural. S. A. Madrid España.

6) CEDVA 2004. Inyección electrónica Ford. Centro educativo Grupo CEDVA. Ecatepec, México.

7) Cedva 2004. Inyección electrónica General Motors. Centro educativo Grupo CEDVA. Ecatepec México

8) Cedva 2004. Inyección electrónica Chrysler. Centro educativo Grupo CEDVA. Ecatepec México.

9) Bosch, 2008. Sistemas de Inyección Electrónica.

10) Hella, 2009. Productos Eléctricos / Electrónicos y Fuel Injection 2009/2010. Hellamex, S. A. de C. V. México.

11) Hella, 2009. Sensores y actuadores. Hella S. A. Madrid, España.

12) Autodata 2006.

13) Mayné J. 2003. Sensores, acondicionadores y procesadores de señal. Silica an Avnet Division.

10. ANEXOS

ANEXO A. DEFINICIONES

Se consideró importante para la comprensión del trabajo incluir la definición de algunos de los términos empleados.

ECU, ECM, PCM, UCE: Abreviaturas asignadas a la unidad de control electrónico o computadora.

MPFI: (Multi Port Fuel Injection). Abreviatura asignada al sistema de inyección electrónica multipunto.

EFI: (electronic fuel injection). Sistema de inyección electrónica.

Sensor CTS: (Coolant Temperature Sensor), sensor de temperatura del líquido refrigerante.

Sensor TPS: (Throttle Position Sensor), sensor de posición de la mariposa del acelerador.

Sensor MAP: (Manifold Absolute Pressure), sensor de presión absoluta en el colector de admisión.

Sensor CKP: (Crankshaft Position Sensor), sensor de posición del cigüeñal.

Sensor CPM: (Camshaft Position Sensor), sensor de posición del árbol de levas.

Sensor VSS: (Vehicle Speed Sensor), sensor de velocidad del vehículo.

Termistor NTC: (Negative Temperature Coeficient), es una resistencia eléctrica hecha de materiales semiconductores, cuyo valor varía con la temperatura y cuyo coeficiente de temperatura es negativo, es decir, a medida que la temperatura aumenta, el valor de la resistencia disminuye.

Ralentí: Régimen de funcionamiento del motor con el mínimo número de revoluciones en que éste se puede mantener funcionando.

ANEXO B. DIAGRAMAS DE ACCESO MEDIANTE EL SCANNER

A continuación se muestra en los diagramas la forma de accesar mediante el Scanner a cada uno de los vehículos.

Después de identificar el conector indicado, se hace el enlace y se accede a los parámetros de los sensores.

Acceso a Chrysler – Plymouth, Gran Vollager SE 1993, 3.3L.

- USA 2007 Domestic
  - Chrysler
    - 1990 – 1999
      - 1993
        - Plymouth
          - Van/Minivan
            - Gran Voyager
              - SE FWD
                - Engine/PCM
                - 3.3

Acceso a Chysler, Shadow 1994, 2.5L.

- 2007 Latinoamerica
  - La Chrysler
    - 1990 – 1999
      - 1994
        - Dodge
          - Car
            - Shadow

Acceso a Chevrolet, Cavalier 1994, 2.8L.

- 2007 Latinoamerica
  - La GM
    - 1990 – 1999
      - 1994
        - Chevrolet
          - Car
            - Cavalier
              - Base
                - Engine/PCM
                - 2.8

Acceso a Nissan, Tsuru 1999, 1.6L.

- 2007 Latinoamerica
  - La Nissan
    - 1990 – 1999
      - 1999
        - Nissan
          - Car
            - Tsuru
              - Base

Acceso a Honda, Civic 1999, 1.6L.

- USA 2007 Asian
  - Honda
    - 1990 – 1999
      - 1999
        - Honda
          - Car
            - Civic
              - Base

Acceso a Ford, Ka 2000, 1.6L.

- 2007 Latinoamerica
  - La Ford
    - 2000 – 2007
      - 2000
        - Ford
          - Car
            - Ka
              - Engine/PCM
                - Manual

Acceso a Honda, Accord 2001, 2.3L.

- 2007 Latinoamerica
  - La Honda
    - 2000 – 2005
      - 2001
        - Honda
          - Car
            - Accord
              - Engine/PCM
                - 2.3
                - Automatic

Acceso a Ford, F150 2007, 4.2L.

- 2007 Latinoamerica
  - La Ford
    - 2000 – 2007
      - 2007
        - Ford
          - Truck
            - Ranger
              - Manual

Acceso a Ford, Ka 2000, 1.6L.

A continuación se ilustra la forma de accesar a Ford Ka, mediante un scanner tipo Genisys SPX OTC.

La figura B.1. Ilustra el scanner Genisys SPX OTC. Cuenta con una tecla de entrada y una de salida, teclas de dirección, arriba, abajo, izquierda y derecha, una tecla para entrar al menú y una de ayuda.

Figura B.1. Scanner Genisys SPX

Los pasos a seguir para acceder a los datos de la ECU se ilustran a continuación. Primero se accede al menú principal y se elige la opción diagnóstico con la tecla enter, como lo ilustra la figura B.2.

Figura B.2. Opción diagnostico.

Al oprimir entrar, se despliega una nueva ventana en la que se muestra la procedencia de los vehículos. Para el caso del ejemplo se elige 2007 Latino América, como lo ilustra la figura B.3.

Figura B.3. Opción 2007 Latino América.

Ahora se despliega una ventana con las marcas de los vehículos, se elige la opción La Ford, como se presenta en la figura B.4.

Figura B.4. Opción La Ford.

La figura B.5. Muestra la siguiente ventana que se despliega, en la que aparecen rangos de años, a los que pertenecen los vehículos, para el ejemplo, el rango es 2000-2007.

Figura B.5. Opción 2000-2007.

Habiendo escogido el rango de años se muestran los años que están dentro del rango, en este caso la opción es 2000. Como se ilustra en la figura B.6.

Figura B.6. Opción 2000.

Ahora se despliega una ventana con las marcas de Ford, la opción a elegir es Ford, como lo ilustra la figura B.7.

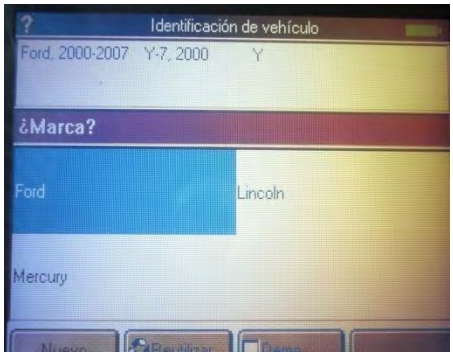


Figura B.7. Opción Ford.

Una vez elegida la marca se muestran los de vehículos, para el caso la opción es car, como se ilustra en la figura B.8.

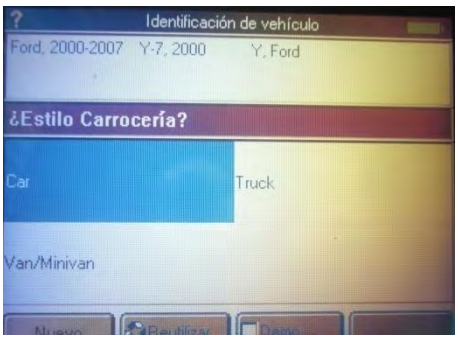


Figura B.8. Opción Car.

La figura B.9. Muestra la siguiente ventana desplegada en la que aparecen los modelos de la marca, para el ejemplo, la opción es Ka.

Figura B.9. Opción Ka.

Ahora se despliega una ventana con dos opciones: ENGINE/PCM y GLOBAL OBDII, se elige la primera como aparece en la figura B.10.

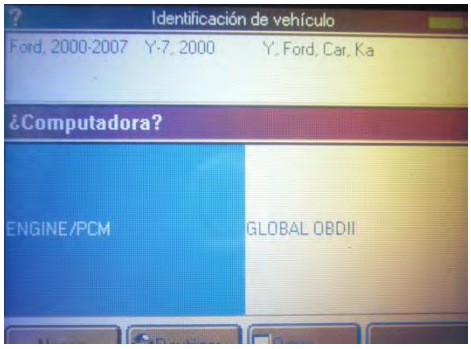


Figura B.10. Opción ENGINE/PCM.

La siguiente ventana desplegada muestra el tipo de transmisión al que corresponde el vehículo, en este caso la transmisión es manual, como lo muestra la figura B.11.

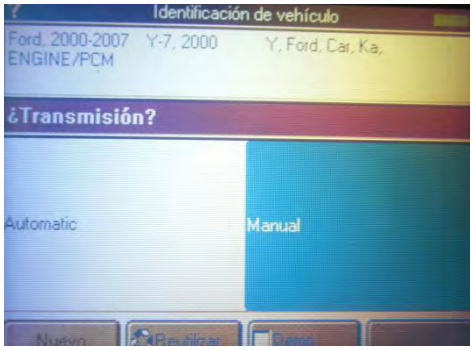
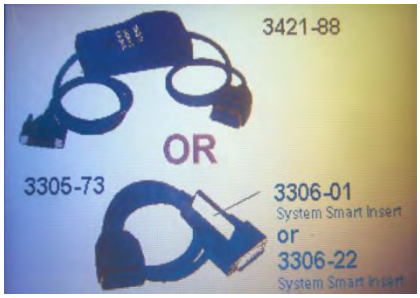


Figura B.11. Opción ENGINE/PCM.

La figura B.12. a) muestra los conectores que se utilizan para el caso de Ford Ka, se establece la conexión como se ilustra en B.12. b) y se pulsa la tecla enter.



a)

b)

Figura B.12. Conector.

Se establece la conexión con la ECU del vehículo y se despliega la ventana que se ilustra en la figura B.13. Para accesar a los valores de los sensores se elige la opción línea de datos.

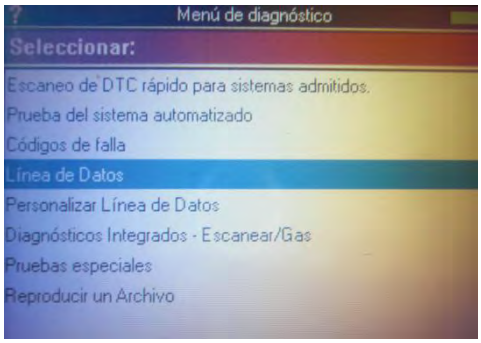


Figura B.13. Línea de datos.

La figura B.14. Muestra alguno de los valores de la línea de datos.

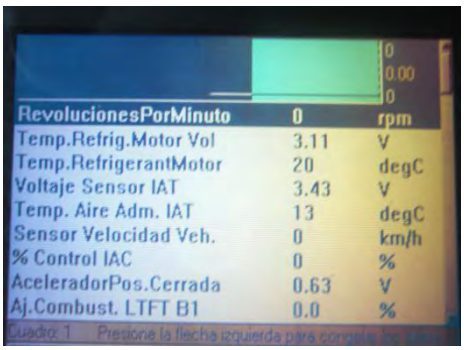


Figura B.13. Línea de datos.

ANEXO C. VALORES DE REFERENCIA.

C.1. VALORES DE SENSOR MAF PARA OPEL

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	Ralentí (V)	Acel. (V)	Carga (V)
Opel	Corsa-B	97-00	Motronic 1.5.5	X10XE 1.0	1.5	4.2	N/D
Opel	Corsa-B	94-00	Multec-S	C16XE 1.6	2-2.3	N/D	N/D
Opel	Corsa-C	00-06	Motronic ME1.5.5	Z10XE 1.0	1.3	N/D	4.3
Opel	Corsa-C	00-06	Simtec 71	Z18XE 1.8	0.8	4	N/D
Opel	Astra-F	91-97	Motronic M1.5.2	C20NE 2.0	0.8-1.1	N/D	N/D
Opel	Astra-F	94-98	Simtec 56.0/56.1	C18XEL 1.8 16V	0.25-0.67	N/D	N/D
Opel	Astra-F	93-98	Motronic M2.8	C20XE 2.0 16V	0.7-1	N/D	N/D
Opel	Astra-G	98-00	Motronic M1.5.5	X12XE 1.2	1.5	4.2	N/D
Opel	Astra-G	00-04	Motronic ME1.5.5	Z12XE 1.2	1.3	4.2	N/D
Opel	Astra-G	98-00	Simtec 56.5	C18SEL 1.8	0.4	N/D	3.7
Opel	Astra-G	98-00	Simtec 70	X20XEV 2.0	0.6	4	N/D
Opel	Astra-G	00-06	Simtec 71	Z18XE 1.8	0.8	4	N/D
Opel	Astra-H	04-06	Simtec 71	Z18XE 1.8	0.5	4.8	N/D
Opel	Vectra-B	95-00	Simtec 56.5	X20XEV 2.0	0.4	N/D	3.7

C.2. VALORES DE SENSOR MAF PARA FORD

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	Ralentí (V)	3000 rpm (V)	acel. (V)
FORD	Fiesta/courier	95-02	EEC V	DHA 1.25	0.7	1.5	N/D
FORD	Fiesta/courier	95-02	EEC V	J4C 1.3	0.7	1.5	N/D
FORD	Fiesta/courier	95-00	EEC V	FHA 1.4	0.7	1.5	N/D
FORD	Escort	94-98	EEC V	J4B 1.3	0.7	1.5	N/D
FORD	Escort	94-99	EEC IV	F4B 1.4	0.7	1.5	N/D
FORD	Escort	94-98	EEC V	RKC 1.8	0.7	1.5	N/D
FORD	Escort	94-01	EEC V	L1K 1.6 16V	0.7	1.5	N/D
FORD	Mondeo	93-96	EEC IV	RKA 1.8	0.8	1.7	N/D
FORD	Mondeo	93-96	EEC IV	NGA 2.0	0.8	1.7	N/D
FORD	Mondeo	94-96	EEC IV	SEA 2.5	0.9	1.7	N/D
FORD	Mondeo	96-98	EEC V	RKB 1.8	0.7	1.5	N/D
FORD	Mondeo	96-99	EEC V	NGA 2.0	0.7	1.5	N/D
FORD	Mondeo	96-00	EEC V	SEA 2.5	0.9	1.7	N/D
FORD	Mondeo	98-00	EEC V	L1L 1.6	0.7	1.5	N/D
FORD	Ka	96-00	EEC V	J4K 1.3	0.7	1.5	N/D
FORD	Ka	96-00	EEC V	JJD 1.3	0.7	1.5	N/D
FORD	Ka	00-04	EEC V	J4(N,P,S) 1.3	0.7	1.5	N/D
FORD	Ka	00-04	EEC V	JJ(G,H,L) 1.3	0.7	1.5	N/D
FORD	Serie F	N/D	N/D	4.6L	0.6-.9	0.7-1.1	1.2-2.3
FORD	Focus	98-05	EEC V	FYDA/C 1.6	0.8	N/D	4.3
FORD	Focus	98-05	EEC V	EYDC 1.8	0.8	N/D	4.3
FORD	Focus	98-05	EEC V	EDDC 2.0	0.8	N/D	4.3
FORD	Focus	00-05	EEC V	FXDB/D 1.4	0.8	N/D	4.3
FORD	Focus	00-05	EEC V	FYDB/D 1.6	0.8	N/D	4.3
FORD	Focus	00-05	EEC V	EYD(B,F,E) 1.8	0.8	N/D	4.3
FORD	Focus	00-05	EEC V	EDD(B,C,D,F) 2.0	0.8	N/D	4.3
FORD	Focus	00-05	EEC V	ALDA 2.0 ST	0.7	1.5	N/D

C.3. VALORES DE SENSOR MAF PARA NISSAN

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	Ralentí (V)	2000 rpm (V)	2500 rpm (V)
NISSAN	Tsuru	95-09	ECCS.	GA16DNE 1.6	1.0-1.7	N/D	1.7-2.3
NISSAN	Micra(K11)	92-00	ECCS	CG10DE 1.0	1-1.8	1.6-2.1	N/D
NISSAN	Almera(N15)	95-00	ECCS	GA14DE 1.4	1-1.8	1.5-2.3	N/D
NISSAN	Almera(N15)	95-00	ECCS	GA16DE 1.6	1-1.9	1.5-2.4	N/D
NISSAN	Almera(N15)	96-00	ECCS	SR20DE 2.0	1.3-1.7	2.3-3.1	N/D
NISSAN	Almera(N16)	00-02	ECCS	QG15DE 1.5	1-1.7	N/D	1.5-2.1
NISSAN	Almera(N16)	02-06	ECCS	QG15DE 1.5	1-1.7	N/D	1.5-2.1
NISSAN	Almera(N16)	00-02	ECCS	QG18DE 1.8	1-1.7	N/D	1.5-2.1
NISSAN	Almera(N16)	02-06	ECCS	QG18DE 1.8	1-1.7	1.5-2.1	N/D

C.4. VALORES DE SENSOR MAF PARA VW

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	Ralentí (V)	3000 rpm (V)	acel. (V)
VW	Polo	95-02	Siemens Simos	AFT 1.6	1.2	1.7	N/D
VW	Golf	94-97	Motronic M2.9/M2.9.1	AEK 1.6 4 Cab.	0.8	1.7	N/D
VW	Golf	94-97	Motronic M2.9/M2.9.1	AEK 1.6 5 Cab.	2.3	2.8	N/D
VW	Golf	94-97	Motronic M2.9.1/3.8.1	AAA 2.8 4 Cab.	0.8	1.7	N/D
VW	Golf	94-97	Motronic M2.9.1/3.8.1	AAA 2.8 5 Cab.	2.3	2.8	N/D
VW	Golf	97-04	Motronic M3.8.3/5	AGN 1.8	1.5	N/D	3.6
VW	Golf	98-05	Motronic M5.9.2	APK, AQY, 2.0	1.4	N/D	4
VW	Passat	96-00	Motronic 3.2	ADP 1.6	1.2	1.2	2.2
VW	Passat	96-00	Motronic M3.8.2	ADR 1.8	0.8-1,1	1.7-2	N/D
VW	Bora	97-05	Siemens Simos 2	AEH 1.6	1	N/D	4.2
VW	Bora	97-05	Motronic M3.8.3/5	AGN 1.8	1.5	N/D	3.6
VW	Bora	98-05	Motronic M5.9.2	APK, AQY, 2.0	1.4	N/D	4

C.5. VALORES DE SENSOR TPS PARA FORD Y CHYSLER

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	Cerrado (V)	Abierto (V)
FORD	Fiesta/courier	95-02	EEC V	DHA 1.25	0.9	4.8
FORD	Fiesta/courier	95-02	EEC V	J4C 1.3	0.9	4.8
FORD	Fiesta/courier	95-00	EEC V	FHA 1.4	0.9	4.8
FORD	Escort	94-98	EEC V	J4B 1.3	0.9	4.8
FORD	Escort	94-99	EEC IV	F4B 1.4	0.9	4.8
FORD	Escort	94-98	EEC V	RKC 1.8	0.9	4.8
FORD	Escort	94-01	EEC V	L1K 1.6 16V	0.9	4.8
FORD	Mondeo	93-96	EEC IV	L1F 1.6	0.8-1.2	4.3-4.8
FORD	Mondeo	93-96	EEC IV	RKA 1.8	0.8-1.2	4.3-4.8
FORD	Mondeo	93-96	EEC IV	NGA 2.0	0.8-1.2	4.3-4.8
FORD	Mondeo	93-96	EEC IV	NGA 2.0 4x4	0.8-1.2	4.3-4.8
FORD	Mondeo	94-96	EEC IV	SEA 2.5	0.5-1	4.3-4.8
FORD	Mondeo	96-98	EEC V	L1J 1.6	0.9	4.8
FORD	Mondeo	96-98	EEC V	RKB 1.8	0.9	4.8
FORD	Mondeo	96-99	EEC V	NGA 2.0	0.9	4.8
FORD	Mondeo	96-00	EEC V	SEA 2.5	0.5-1	4.3-4.8
FORD	Mondeo	98-00	EEC V	L1L 1.6	0.9	4.8
FORD	Ka	96-00	EEC V	J4K 1.3	0.9	4.8
FORD	Ka	96-00	EEC V	JJD 1.3	0.9	4.8
FORD	Ka	00-04	EEC V	J4(N,P,S) 1.3	0.9	4.8
FORD	Ka	00-04	EEC V	JJ(G,H,L) 1.3	0.9	4.8
FORD	Serie F	N/D	N/D	4.6L	0.53-1.27	4.5
FORD	Focus	98-05	EEC V	EYDC 1.8	0.8	4.5
FORD	Focus	98-05	EEC V	EDDC 2.0	0.8	4.5
FORD	Focus	00-05	EEC V	FYDB/D 1.6	0.8	4.5
FORD	Focus	00-05	EEC V	EYD(B,F,E) 1.8	0.8	4.5
FORD	Focus	00-05	EEC V	EDD(B,C,D,F) 2.0	0.8	4.5
CHYS	Shadow	1994	N/D	2.5L	0.5-1	4-4.5
CHYS	Voyager	1993	N/D	3.3L	0.5-1	4-4.5

C.6. VALORES DE SENSOR TPS PARA OPEL

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	Cerrado (V)	Abierto (V)
Opel	Corsa-B	97-00	Motronic 1.5.5	X10XE 1.0	1	4.3
Opel	Corsa-B	94-00	Multec-S	X14XE 1.4	0.7	4.6
Opel	Corsa-B	94-00	Multec-S	C16XE 1.6	0.7	4.6
Opel	Corsa-C	00-06	Motronic ME1.5.5	Z10XE 1.0	1	4.2
Opel	Corsa-C	00-03	Multec-S (F)	Z16SE 1.6	0.9	4.4
Opel	Corsa-C	00-06	Simtec 71	Z18XE 1.8	0.8	4
Opel	Astra-F	95-98	Multec-S	X14XE 1.4	0.7	4.6
Opel	Astra-F	93-97	Multec-Central	X16SZ 1.6	0.3-1.0	4.1-4.8
Opel	Astra-F	91-97	Motronic M1.5.2	C20NE 2.0	0.1-0.9	3.9-4.8
Opel	Astra-F	94-98	Simtec 56.0/56.1	C18XEL 1.8 16V	0.1-0.9	3.9-4.9
Opel	Astra-F	93-98	Motronic M2.8	C20XE 2.0 16V	0.1-0.7	3.9-4.8
Opel	Astra-G	98-00	Motronic M1.5.5	X12XE 1.2	1	4.3
Opel	Astra-G	00-04	Motronic ME1.5.5	Z12XE 1.2	1	4.2
Opel	Astra-G	98-00	Multec F	X16SZR 1.6	0.5	4.36
Opel	Astra-G	00-06	Multec S (F)	Z16SE 1.6	1	4.4
Opel	Astra-G	98-00	Simtec 56.5	C18SEL 1.8	0.5	4.2
Opel	Astra-G	98-00	Simtec 70	X20XEV 2.0	0.1-0.9	3.9-4.9
Opel	Astra-G	00-06	Simtec 71	Z18XE 1.8	0.5	4.5
Opel	Astra-H	04-06	Simtec 71	Z18XE 1.8	0.5	4.5
Opel	Vectra-B	95-00	Multec Central	X16SZR 1.6	0.6	4.5
GM	Cavalier	92	MPFI	2.8L	0.5	4

C.6. VALORES DE SENSOR TPS PARA NISSAN

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	Cerrado (V)	Abierto (V)
NISSAN	Tsuru	95-09	ECCS	GA16DNE 1.6	0.4-0.6	4
NISSAN	Micra(K11)	92-00	ECCS	CG10DE 1.0	0.6-0.7	4
NISSAN	Almera(N15)	95-00	ECCS	GA14DE 1.4	0.4-0.7	4
NISSAN	Almera(N15)	95-00	ECCS	GA16DE 1.6	0.4-0.7	4
NISSAN	Almera(N15)	96-00	ECCS	SR20DE 2.0	0.35-0.65	4
NISSAN	Almera(N16)	00-02	ECCS	QG15DE 1.5	0.2-0.9	3.5-4.7
NISSAN	Almera(N16)	02-06	ECCS	QG15DE 1.5	0.2-0.9	3.5-4.7
NISSAN	Almera(N16)	00-02	ECCS	QG18DE 1.8	0.2-0.9	3.5-4.7
NISSAN	Almera(N16)	02-06	ECCS	QG18DE 1.8	0.2-0.9	3.5-4.7

C.7. VALORES DE SENSOR TPS PARA VW

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	Cerrado (V)	Abierto (V)
VW	Polo Clasic	95-02	Motronic MP9.0	AEX 1.4	4.2	0.7
VW	Polo Clasic	95-02	Siemens Simos	AFT 1.6	4.3	0.7
VW	Polo	02-06	Magneti Marelli 4LV	AUA 1.4	4.3	0.7
VW	Golf	94-97	Motronic M2.9/M2.9.1	AEK 1.6 4 Cab.	0.6	4.6
VW	Golf	94-97	Motronic M2.9/M2.9.1	AEK 1.6 5 Cab.	0.6	4.6
VW	Golf	94-97	Motronic M2.9.1/3.8.1	AAA 2.8 4 Cab.	0.6	4.6
VW	Golf	97-04	Motronic M3.8.3/5	AGN 1.8	4.16	0.65
VW	Golf	98-05	Motronic M5.9.2	APK, AQY, 2.0	4	0.6
VW	Passat	96-00	Motronic 3.2	ADP 1.6	4	0.6
VW	Passat	96-00	Motronic M3.8.2	ADR 1.8	4.3	0.6
VW	Bora	97-05	Siemens Simos 2	AEH 1.6	4.3	0.6
VW	Bora	97-05	Motronic M3.8.3/5	AGN 1.8	4.16	0.65
VW	Bora	98-05	Motronic M5.9.2	APK, AQY, 2.0	4	0.6
VW	Bora	00-05	Motronic ME7.5	AZH 2.0	4.3	0.3

C.8. VALORES DE SENSOR CTS PARA FORD Y CHYSLER

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	°C/V	°C/V	°C/V
FORD	Fiesta/courier	95-02	EEC V	DHA 1.25	10/3.5	80/0.5	N/D
FORD	Fiesta/courier	95-02	EEC V	J4C 1.3	10/3.5	80/0.5	N/D
FORD	Fiesta/courier	95-00	EEC V	FHA 1.4	10/3.5	80/0.5	N/D
FORD	Escort	94-98	EEC V	J4B 1.3	10/3.5	80/0.5	N/D
FORD	Escort	94-99	EEC IV	F4B 1.4	10/3.5	80/0.5	N/D
FORD	Escort	94-98	EEC V	RKC 1.8	10/3.5	80/0.5	N/D
FORD	Escort	94-01	EEC V	L1K 1.6 16V	10/3.5	80/0.5	N/D
FORD	Mondeo	93-96	EEC IV	L1F 1.6	0/3.8-3.9	20/3-3.2	80/0.6-0.9
FORD	Mondeo	93-96	EEC IV	RKA 1.8	0/3.8-3.9	20/3-3.2	80/0.6-0.9
FORD	Mondeo	93-96	EEC IV	NGA 2.0	0/3.8-3.9	20/3-3.2	80/0.6-0.9
FORD	Mondeo	93-96	EEC IV	NGA 2.0 4x4	0/3.8-3.9	20/3-3.2	80/0.6-0.9
FORD	Mondeo	94-96	EEC IV	SEA 2.5	0/3.8-3.9	20/3-3.2	80/0.6-0.9
FORD	Mondeo	96-98	EEC V	L1J 1.6	10/3.5	80/0.5	N/D
FORD	Mondeo	96-98	EEC V	RKB 1.8	10/3.5	80/0.5	N/D
FORD	Mondeo	96-99	EEC V	NGA 2.0	10/3.5	80/0.5	N/D
FORD	Mondeo	96-00	EEC V	SEA 2.5	0/3.8-3.9	20/3-3.2	80/0.6-0.9
FORD	Mondeo	98-00	EEC V	L1L 1.6	10/3.5	80/0.5	N/D
FORD	Ka	96-00	EEC V	J4K 1.3	10/3.5	80/0.5	N/D
FORD	Ka	96-00	EEC V	JJD 1.3	10/3.5	80/0.5	N/D
FORD	Ka	00-04	EEC V	J4(N,P,S) 1.3	10/3.5	80/0.5	N/D
FORD	Ka	00-04	EEC V	JJ(G,H,L) 1.3	10/3.5	80/0.5	N/D
FORD	Serie F	N/D	N/D	4.6L	N/D	90/0.4-1	N/D
CHYSLER	Shadow	1994	N/D	2.5L	N/D	50/2.5	100/2.0
CHYSLER	Voyager	1993	N/D	3.3L	N/D	50/2.5	100/2.0

C.9. VALORES DE SENSOR CTS PARA OPEL

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	°C/V ó R	°C/V ó R
Opel	Corsa-B	97-00	Motronic 1.5.5	X10XE 1.0	20/3	80/0.8
Opel	Corsa-B	94-00	Multec-S	X14XE 1.4	0-10/3.2	85-110/0.5-1
Opel	Corsa-B	94-00	Multec-S	C16XE 1.6	0-10/3.2	85-110/0.5-1
Opel	Corsa-C	00-06	Motronic ME1.5.5	Z10XE 1.0	20/3.4	80/0.9
Opel	Corsa-C	00-03	Multec-S (F)	Z16SE 1.6	20/3.7	N/D
Opel	Corsa-C	00-06	Simtec 71	Z18XE 1.8	15/3200	90/200
Opel	Astra-F	95-98	Multec-S	X14XE 1.4	N/D	85-110/0.5-1
Opel	Astra-F	93-97	Multec-Central	X16SZ 1.6	N/D	85-110/1.4-2.2
Opel	Astra-F	91-97	Motronic M1.5.2	C20NE 2.0	10/4	90-110/0.5-1
Opel	Astra-F	94-98	Simtec 56.0/56.1	C18XEL 1.8 16V	N/D	80-110/0.8-1.5
Opel	Astra-F	93-98	Motronic M2.8	C20XE 2.0 16V	N/D	90-115/0.5-1
Opel	Astra-G	98-00	Motronic M1.5.5	X12XE 1.2	20/3	80/0.8
Opel	Astra-G	00-04	Motronic ME1.5.5	Z12XE 1.2	20/3.4	80/0.9
Opel	Astra-G	98-00	Multec F	X16SZR 1.6	10/2.31	85-90/1.88
Opel	Astra-G	00-06	Multec S (F)	Z16SE 1.6	20/3.7	N/D
Opel	Astra-G	98-00	Simtec 56.5	C18SEL 1.8	10/2.3	N/D
Opel	Astra-G	98-00	Simtec 70	X20XEV 2.0	10/3	80-110/1.1-2
Opel	Astra-G	00-06	Simtec 71	Z18XE 1.8	20/1.9	N/D
Opel	Astra-H	04-06	Simtec 71	Z18XE 1.8	20/3.6	N/D
Opel	Vectra-B	95-00	Multec Central	X16SZR 1.6	20/2950	70/500
GM	Cavalier	92	MPFI	2.8L	18/2.5	90/2.0

C.10. VALORES DE SENSOR CTS PARA NISSAN

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	°C/V	°C/V
NISSAN	Tsuru	95-09	ECCS	GA16DNE 1.6	20/3.5	90/0.9
NISSAN	Micra(K11)	92-00	ECCS	CG10DE 1.0	10/4	80/1
NISSAN	Almera(N15)	95-00	ECCS	GA14DE 1.4	10/4	80/1
NISSAN	Almera(N15)	95-00	ECCS	GA16DE 1.6	10/4	80/1
NISSAN	Almera(N15)	96-00	ECCS	SR20DE 2.0	10/3.9	80/1
NISSAN	Almera(N16)	00-02	ECCS	QG15DE 1.5	20/3.5	90/0.9
NISSAN	Almera(N16)	02-06	ECCS	QG15DE 1.5	20/3.5	90/0.9
NISSAN	Almera(N16)	00-02	ECCS	QG18DE 1.8	20/3.5	90/0.9
NISSAN	Almera(N16)	02-06	ECCS	QG18DE 1.8	20/3.5	90/0.9

C.10. VALORES DE SENSOR CTS PARA VW

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	°C/V	°C/V
VW	Polo Clasic	95-02	Motronic MP9.0	AEX 1.4	10/4.2	80/1.7
VW	Polo Clasic	95-02	Siemens Simos	AFT 1.6	10/2.8	80/0.4
VW	Polo	02-06	Magneti Marelli 4LV	AUA 1.4	20/2.2	80/0.5
VW	Golf	94-97	Motronic M2.9/M2.9.1	AEK 1.6 4 Cab.	5/1.5	80/0.3
VW	Golf	94-97	Motronic M2.9/M2.9.1	AEK 1.6 5 Cab.	5/1.5	80/0.3
VW	Golf	94-97	Motronic M2.9.1/3.8.1	AAA 2.8 4 Cab.	5/1.5	80/0.3
VW	Golf	94-97	Motronic M2.9.1/3.8.1	AAA 2.8 5 Cab.	5/1.5	80/0.3
VW	Golf	97-04	Motronic M3.8.3/5	AGN 1.8	12/2.25	85/0.5
VW	Golf	98-05	Motronic M5.9.2	APK, AQY, 2.0	20/2.2	90/0.36
VW	Passat	96-00	Motronic 3.2	ADP 1.6	10/2	80/0.4
VW	Passat	96-00	Motronic M3.8.2	ADR 1.8	10/2	80/0.4
VW	Bora	97-05	Siemens Simos 2	AEH 1.6	15/2.1	80/0.4
VW	Bora	97-05	Motronic M3.8.3/5	AGN 1.8	12/2.25	85/0.5
VW	Bora	98-05	Motronic M5.9.2	APK, AQY, 2.0	20/2.2	90/0.36
VW	Bora	00-05	Motronic ME7.5	AZH 2.0	20/2.2	80/0.4

C.10. VALORES DE SENSOR IAT PARA FORD Y CHYSLER

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	°C - V	°C - V	°C - V
FORD	Fiesta/courier	95-02	EEC V	DHA 1.25	10/3.5	N/D	N/D
FORD	Fiesta/courier	95-02	EEC V	J4C 1.3	10/3.5	N/D	N/D
FORD	Fiesta/courier	95-00	EEC V	FHA 1.4	10/3.5	N/D	N/D
FORD	Escort	94-98	EEC V	J4B 1.3	10/3.5	N/D	N/D
FORD	Escort	94-99	EEC IV	F4B 1.4	10/3.5	N/D	N/D
FORD	Escort	94-98	EEC V	RKC 1.8	10/3.5	N/D	N/D
FORD	Escort	94-01	EEC V	L1K 1.6 16V	10/3.5	N/D	N/D
FORD	Mondeo	93-96	EEC IV	L1F 1.6	0/3.8-3.9	20/3-3.2	60/1.2-1.4
FORD	Mondeo	93-96	EEC IV	RKA 1.8	0/3.8-3.9	20/3-3.2	60/1.2-1.4
FORD	Mondeo	93-96	EEC IV	NGA 2.0	0/3.8-3.9	20/3-3.2	60/1.2-1.4
FORD	Mondeo	93-96	EEC IV	NGA 2.0 4x4	0/3.8-3.9	20/3-3.2	60/1.2-1.4
FORD	Mondeo	94-96	EEC IV	SEA 2.5	0/3.8-3.9	20/3-3.2	60/1.2-1.4
FORD	Mondeo	96-98	EEC V	L1J 1.6	10/3.5	N/D	N/D
FORD	Mondeo	96-98	EEC V	RKB 1.8	10/3.5	N/D	N/D
FORD	Mondeo	96-99	EEC V	NGA 2.0	10/3.5	N/D	N/D
FORD	Mondeo	96-00	EEC V	SEA 2.5	0/3.8-3.9	20/3-3.2	60/1.2-1.4
FORD	Ka	96-00	EEC V	JJD 1.3	10/3.5	N/D	N/D
FORD	Ka	00-04	EEC V	J4(N,P,S) 1.3	10/3.5	N/D	N/D
FORD	Ka	00-04	EEC V	JJ(G,H,L) 1.3	10/3.5	N/D	N/D
FORD	Focus	98-05	EEC V	FYDA/C 1.6	N/D	20/3-3.2	N/D
FORD	Focus	98-05	EEC V	EYDC 1.8	N/D	20/3-3.2	N/D
FORD	Focus	98-05	EEC V	EDDC 2.0	N/D	20/3-3.2	N/D
FORD	Focus	00-05	EEC V	FXDB/D 1.4	N/D	20/3-3.2	N/D
FORD	Focus	00-05	EEC V	FYDB/D 1.6	N/D	20/3-3.2	N/D
FORD	Focus	00-05	EEC V	EYD(G,I,J) 1.8	N/D	20/3-3.2	N/D
FORD	Serie F	N/D	N/D	4.6L	N/D	20/3.2	N/D
CHYS	Shadow	1994	N/D	2.5L	N/D	30/2.0	N/D
CHYS	Voyager	1993	N/D	3.3L	N/D	30/2.0	N/D

C.11. VALORES DE SENSOR IAT PARA OPEL

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	°C/V
Opel	Corsa-B	94-00	Multec-S	X14XE 1.4	0-10/3.2
Opel	Corsa-B	94-00	Multec-S	C16XE 1.6	0-10/3.2
Opel	Corsa-C	00-06	Motronic ME1.5.5	Z10XE 1.0	20/3.4
Opel	Corsa-C	00-03	Multec-S (F)	Z16SE 1.6	20/3.7
Opel	Corsa-C	00-06	Simtec 71	Z18XE 1.8	20/1.9
Opel	Astra-F	95-98	Multec-S	X14XE 1.4	0-10/3.2
Opel	Astra-F	91-97	Motronic M1.5.2	C20NE 2.0	10/4
Opel	Astra-F	93-98	Motronic M2.8	C20XE 2.0 16V	10-74/1.3-4
Opel	Astra-G	98-00	Motronic M1.5.5	X12XE 1.2	20/3
Opel	Astra-G	00-04	Motronic ME1.5.5	Z12XE 1.2	20/3.2
Opel	Astra-G	00-06	Multec S (F)	Z16SE 1.6	20/3.7
Opel	Astra-G	98-00	Simtec 56.5	C18SEL 1.8	10/2.3
Opel	Astra-G	98-00	Simtec 70	X20XEV 2.0	10/3
Opel	Astra-G	00-06	Simtec 71	Z18XE 1.8	20-1.9
Opel	Astra-H	04-06	Simtec 71	Z18XE 1.8	20/3.6
GM	Cavalier	92	MPFI	2.8L	20/2.5

C.11. VALORES DE SENSOR IAT PARA NISSAN

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	°C/V
NISSAN	Tsuru	95-09	ECCS	GA16DNE 1.6	25/3.32
NISSAN	Micra(K11)	92-00	ECCS	CG10DE 1.0	10/4
NISSAN	Almera(N15)	95-00	ECCS	GA14DE 1.4	10/4
NISSAN	Almera(N15)	95-00	ECCS	GA16DE 1.6	10/4
NISSAN	Almera(N15)	96-00	ECCS	SR20DE 2.0	10/3.9
NISSAN	Almera(N16)	00-02	ECCS	QG15DE 1.5	25/3.5
NISSAN	Almera(N16)	02-06	ECCS	QG15DE 1.5	25/3.5
NISSAN	Almera(N16)	00-02	ECCS	QG18DE 1.8	25/3.5
NISSAN	Almera(N16)	02-06	ECCS	QG18DE 1.8	25/3.5

C.12. VALORES DE SENSOR IAT PARA VW

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	°C/V
VW	Polo Clasic	95-02	Motronic MP9.0	AEX 1.4	10/3.7
VW	Polo Clasic	95-02	Siemens Simos	AFT 1.6	10/2
VW	Polo	02-06	Magneti Marelli 4LV	AUA 1.4	20/2.4
VW	Golf	94-97	Motronic M2.9/M2.9.1	AEK 1.6 4 Cab.	5/1.5
VW	Golf	94-97	Motronic M2.9/M2.9.1	AEK 1.6 5 Cab.	5/1.5
VW	Golf	94-97	Motronic M2.9.1/3.8.1	AAA 2.8 4 Cab.	5/1.5
VW	Golf	94-97	Motronic M2.9.1/3.8.1	AAA 2.8 5 Cab.	5/1.5
VW	Golf	98-05	Motronic M5.9.2	APK, AQY, 2.0	20/2
VW	Passat	96-00	Motronic 3.2	ADP 1.6	10/2
VW	Passat	96-00	Motronic M3.8.2	ADR 1.8	10/2
VW	Bora	97-05	Siemens Simos 2	AEH 1.6	15/1.5
VW	Bora	97-05	Motronic M3.8.3/5	AGN 1.8	10/2
VW	Bora	98-05	Motronic M5.9.2	APK, AQY, 2.0	20/2
VW	Bora	00-05	Motronic ME7.5	AZH 2.0	20/2.1

C.13. VALORES DE SENSOR HEGO PARA NISSAN

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	Ralentí
NISSAN	Tsuru	95-09	ECCS	GA16DNE 1.6	0-1
NISSAN	Micra(K11)	92-00	ECCS	CG10DE 1.0	0-1
NISSAN	Almera(N15)	95-00	ECCS	GA14DE 1.4	0-1
NISSAN	Almera(N15)	95-00	ECCS	GA16DE 1.6	0-1
NISSAN	Almera(N15)	96-00	ECCS	SR20DE 2.0	0-1
NISSAN	Almera(N16)	00-02	ECCS	QG15DE 1.5	0-1
NISSAN	Almera(N16)	02-06	ECCS	QG15DE 1.5	0-1
NISSAN	Almera(N16)	00-02	ECCS	QG18DE 1.8	0-1
NISSAN	Almera(N16)	02-06	ECCS	QG18DE 1.8	0-1

C.14. VALORES DE SENSOR HEGO PARA FORD Y CHYSLER

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	Ralentí
FORD	Fiesta/courier	95-02	EEC V	DHA 1.25	0.1-0.9
FORD	Fiesta/courier	95-02	EEC V	J4C 1.3	0.1-0.9
FORD	Fiesta/courier	95-00	EEC V	FHA 1.4	0.1-0.9
FORD	Escort	94-98	EEC V	J4B 1.3	0.1-0.9
FORD	Escort	94-99	EEC IV	F4B 1.4	0.1-0.9
FORD	Escort	94-98	EEC V	RKC 1.8	0.1-0.9
FORD	Escort	94-01	EEC V	L1K 1.6 16V	0.1-0.9
FORD	Mondeo	93-96	EEC IV	L1F 1.6	0.1-0.9
FORD	Mondeo	93-96	EEC IV	RKA 1.8	0.1-0.9
FORD	Mondeo	93-96	EEC IV	NGA 2.0	0.1-0.9
FORD	Mondeo	94-96	EEC IV	SEA 2.5	0.1-0.9
FORD	Mondeo	96-98	EEC V	L1J 1.6	0.1-0.9
FORD	Mondeo	96-98	EEC V	RKB 1.8	0.1-0.9
FORD	Mondeo	96-99	EEC V	NGA 2.0	0.1-0.9
FORD	Mondeo	96-00	EEC V	SEA 2.5	0.1-0.9
FORD	Mondeo	98-00	EEC V	L1L 1.6	0.1-0.9
FORD	Ka	96-00	EEC V	J4K 1.3	0.1-0.9
FORD	Ka	96-00	EEC V	JJD 1.3	0.1-0.9
FORD	Ka	00-04	EEC V	J4(N,P,S) 1.3	0.1-0.9
FORD	Ka	00-04	EEC V	JJ(G,H,L) 1.3	0.1-0.9
FORD	Serie F	N/D	N/D	4.6L	0.1-0.9
FORD	Focus	98-05	EEC V	FYDA/C 1.6	0.1-0.9
FORD	Focus	98-05	EEC V	EYDC 1.8	0.1-0.9
FORD	Focus	98-05	EEC V	EDDC 2.0	0.1-0.9
FORD	Focus	00-05	EEC V	FXDB/D 1.4	0.1-0.9
FORD	Focus	00-05	EEC V	FYDB/D 1.6	0.1-0.9
FORD	Focus	00-05	EEC V	EYD(B,F,E) 1.8	0.1-0.9
CHYS	Shadow	1994	N/D	2.5L	0.1-0.9
CHYS	Voyager	1993	N/D	3.3L	0.1-0.9

C.15. VALORES DE SENSOR HEGO PARA OPEL

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	Ralentí
Opel	Corsa-B	97-00	Motronic 1.5.5	X10XE 1.0	0-1
Opel	Corsa-B	94-00	Multec-S	X14XE 1.4	0.1-1
Opel	Corsa-B	94-00	Multec-S	C16XE 1.6	0.1-1
Opel	Corsa-C	00-06	Motronic ME1.5.5	Z10XE 1.0	0-1
Opel	Corsa-C	00-03	Multec-S (F)	Z16SE 1.6	0.1-0.9
Opel	Corsa-C	00-06	Simtec 71	Z18XE 1.8	0.1-0.9
Opel	Astra-F	95-98	Multec-S	X14XE 1.4	0.1-1
Opel	Astra-F	93-97	Multec-Central	X16SZ 1.6	0.1-0.9
Opel	Astra-F	91-97	Motronic M1.5.2	C20NE 2.0	0.1-0.9
Opel	Astra-F	94-98	Simtec 56.0/56.1	C18XEL 1.8 16V	0.4-3.85
Opel	Astra-F	93-98	Motronic M2.8	C20XE 2.0 16V	0.1-1
Opel	Astra-G	98-00	Motronic M1.5.5	X12XE 1.2	0-1
Opel	Astra-G	00-04	Motronic ME1.5.5	Z12XE 1.2	0.1-0.9
Opel	Astra-G	98-00	Multec F	X16SZR 1.6	0.1-1
Opel	Astra-G	00-06	Multec S (F)	Z16SE 1.6	0-1
Opel	Astra-G	98-00	Simtec 56.5	C18SEL 1.8	0.1-4.6
Opel	Astra-G	98-00	Simtec 70	X20XEV 2.0	0.4-4.8
Opel	Astra-G	00-06	Simtec 71	Z18XE 1.8	0.1-0.9
Opel	Astra-H	04-06	Simtec 71	Z18XE 1.8	0.1-0.9
Opel	Vectra-B	95-00	Multec Central	X16SZR 1.6	0.1-1
GM	Cavalier	92	MPFI	2.8L	0.1-0.9

C.16. VALORES DE SENSOR HEGO PARA VW

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	Ralentí
VW	Polo Clasic	95-02	Motronic MP9.0	AEX 1.4	0.1-1
VW	Polo Clasic	95-02	Siemens Simos	AFT 1.6	0.2-1
VW	Golf	94-97	Motronic M2.9/M2.9.1	AEK 1.6 4 Cab.	0.1-1
VW	Golf	94-97	Motronic M2.9/M2.9.1	AEK 1.6 5 Cab.	0.1-1
VW	Golf	94-97	Motronic M2.9.1/3.8.1	AAA 2.8 4 Cab.	0.1-1
VW	Golf	94-97	Motronic M2.9.1/3.8.1	AAA 2.8 5 Cab.	0.1-1
VW	Golf	97-04	Motronic M3.8.3/5	AGN 1.8	0.1-0.9
VW	Golf	98-05	Motronic M5.9.2	APK, AQY, 2.0	0.1-1
VW	Passat	96-00	Motronic 3.2	ADP 1.6	0.1-1
VW	Passat	96-00	Motronic M3.8.2	ADR 1.8	0.1-1
VW	Bora	97-05	Siemens Simos 2	AEH 1.6	0.1-1
VW	Bora	97-05	Motronic M3.8.3/5	AGN 1.8	0.1-0.9
VW	Bora	98-05	Motronic M5.9.2	APK, AQY, 2.0	0.1-0.9
VW	Bora	00-05	Motronic ME7.5	AZH 2.0	0.1-0.9

C.17. VALORES DE SENSOR CKP PARA NISSAN

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	Ralentí Ω
NISSAN	Tsuru	95-09	ECCS	GA16DNE 1.6	1.5-3
NISSAN	Micra(K11)	92-00	ECCS	CG10DE 1.0	2-3
NISSAN	Almera(N15)	95-00	ECCS	GA14DE 1.4	1.5-3
NISSAN	Almera(N15)	95-00	ECCS	GA16DE 1.6	1.5-3
NISSAN	Almera(N15)	96-00	ECCS	SR20DE 2.0	2-3
NISSAN	Almera(N16)	00-02	ECCS	QG15DE 1.5	N/D
NISSAN	Almera(N16)	02-06	ECCS	QG15DE 1.5	N/D
NISSAN	Almera(N16)	00-02	ECCS	QG18DE 1.8	N/D

C.18. VALORES DE SENSOR CKP PARA FORD

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	Ralentí V	Resist. Ω
FORD	Fiesta/courier	95-02	EEC V	DHA 1.25	N/D	200-900
FORD	Fiesta/courier	95-02	EEC V	J4C 1.3	N/D	200-900
FORD	Fiesta/courier	95-00	EEC V	FHA 1.4	N/D	200-900
FORD	Escort	94-98	EEC V	J4B 1.3	N/D	200-900
FORD	Escort	94-99	EEC IV	F4B 1.4	N/D	200-900
FORD	Escort	94-98	EEC V	RKC 1.8	N/D	200-900
FORD	Escort	94-01	EEC V	L1K 1.6 16V	N/D	200-900
FORD	Mondeo	93-96	EEC IV	L1F 1.6	N/D	200-450
FORD	Mondeo	93-96	EEC IV	RKA 1.8	N/D	200-450
FORD	Mondeo	93-96	EEC IV	NGA 2.0	N/D	200-450
FORD	Mondeo	93-96	EEC IV	NGA 2.0 4x4	N/D	200-450
FORD	Mondeo	94-96	EEC IV	SEA 2.5	N/D	200-450
FORD	Mondeo	96-98	EEC V	L1J 1.6	N/D	400
FORD	Mondeo	96-98	EEC V	RKB 1.8	N/D	300-350
FORD	Mondeo	96-99	EEC V	NGA 2.0	N/D	400
FORD	Mondeo	96-00	EEC V	SEA 2.5	N/D	300-500
FORD	Mondeo	98-00	EEC V	L1L 1.6	N/D	400
FORD	Serie F	N/D	N/D	4.6L	N/D	460
FORD	Focus	98-05	EEC V	FYDA/C 1.6	1.6	400
FORD	Focus	98-05	EEC V	EYDC 1.8	1.6	400
FORD	Focus	98-05	EEC V	EDDC 2.0	1.6	400
FORD	Focus	00-05	EEC V	EYD(B,F,E) 1.8	1.6	400
FORD	Focus	00-05	EEC V	EDD(B,C,D,F) 2.0	1.6	400
FORD	Focus	00-05	EEC V	EYD(G,I,J) 1.8	1.6	400
FORD	Focus	00-05	EEC V	ALDA 2.0 ST	1.6	400

C.19. VALORES DE SENSOR CKP PARA OPEL

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	Ralentí V	Resist. Ω
Opel	Corsa-B	97-00	Motronic 1.5.5	X10XE 1.0	3.1	900
Opel	Corsa-C	00-06	Motronic ME1.5.5	Z10XE 1.0	1.6	900
Opel	Corsa-C	00-03	Multec-S (F)	Z16SE 1.6	N/D	2100-2600
Opel	Corsa-C	00-06	Simtec 71	Z18XE 1.8	2.8	1000-1500
Opel	Astra-F	95-98	Multec-S	X14XE 1.4	N/D	500-800
Opel	Astra-F	93-97	Multec-Central	X16SZ 1.6	7.5	500
Opel	Astra-G	98-00	Motronic M1.5.5	X12XE 1.2	3.1	900
Opel	Astra-G	00-04	Motronic ME1.5.5	Z12XE 1.2	3	700
Opel	Astra-G	00-06	Multec S (F)	Z16SE 1.6	1.6	2000-2500
Opel	Astra-G	98-00	Simtec 70	X20XEV 2.0	1.4	500-560
Opel	Astra-G	00-06	Simtec 71	Z18XE 1.8	2.8	1250
Opel	Astra-H	04-06	Simtec 71	Z18XE 1.8	3	N/D
GM	Cavalier	92	MPFI	2.8L	N/D	N/D

C.20. VALORES DE SENSOR CKP PARA VW

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	Ralentí V ó Hz	Resist. Ω
VW	Polo Clasic	95-02	Motronic MP9.0	AEX 1.4	30	N/D
VW	Golf	94-97	Motronic M2.9/M2.9.1	AEK 1.6 5 Cab.	N/D	500-700
VW	Golf	94-97	Motronic M2.9.1/3.8.1	AAA 2.8 4 Cab.	N/D	500-700
VW	Golf	94-97	Motronic M2.9.1/3.8.1	AAA 2.8 5 Cab.	N/D	480-1000
VW	Golf	97-04	Motronic M3.8.3/5	AGN 1.8	N/D	480-1000
VW	Golf	98-05	Motronic M5.9.2	APK, AQY, 2.0	3	480-1000
VW	Passat	96-00	Motronic 3.2	ADP 1.6	N/D	480-1000
VW	Bora	97-05	Motronic M3.8.3/5	AGN 1.8	N/D	730-1000
VW	Bora	98-05	Motronic M5.9.2	APK, AQY, 2.0	3	480-1000
VW	Bora	00-05	Motronic ME7.5	AZH 2.0	3	480-1000

C.21. VALORES DE SENSOR MAP PARA CHEVROLET Y CHYSLER

Marca	Modelo	Año	Sistema	Motor	Ralentí (V)	3000 rpm (V)	acel. (V)
GM	Cavalier	92	MPFI	2.8L	0.5	N/D	3.5
CHYS	Shadow	1994	N/D	2.5L	0.6	N/D	2-3.5
CHYS	Voyager	1993	N/D	3.3L	0.6	N/D	2-3.5