CAP I

Sistema de Inyección Electrónica MPFI D-TEC

Ivan Piedra

IP

[Seleccionar fecha]

1.1. SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA MPFI

1.1.1 Definición

Este es un sistema que reemplaza el carburador en los motores a gasolina, su introducción comercial en nuestro país fue en el año 2005 y se debió a un aumento en las exigencias de los organismos de control del medio ambiente para disminuir las emisiones de los motores.

Su importancia radica en su mejor capacidad respecto al carburador para dosificar el combustible y crear un mezcla aire / combustible, muy próxima a la estequiométrica (14,7:1), lo que garantiza una muy buena combustión con reducción de los porcentajes de gases tóxicos a la atmósfera. La relación estequiométrica es la proporción exacta de aire y combustible que garantiza una combustión completa de todo el combustible.

La función es la de tomar aire del medio ambiente, medirlo e introducirlo al motor, luego de acuerdo a esta medición y conforme al régimen de funcionamiento del motor, inyectar la cantidad de combustible necesaria para que la combustión sea lo más completa posible.

Consta fundamentalmente de sensores, una unidad electrónica de control y actuadores. El funcionamiento se basa en la medición de ciertos parámetros de funcionamiento del motor, como son: el caudal de aire, la temperatura del aire y del refrigerante, el estado de carga (sensor MAP), cantidad de oxígeno en los gases de escape (sensor Lambda), revoluciones del motor, etc., estás señales son procesadas por la unidad de control, dando como resultado señales que se transmiten a los actuadores (inyectores) que controlan la inyección de combustible y a otras partes del motor para obtener una combustión mejorada.

El sensor MAP (Presión absoluta del Múltiple) indica la presión absoluta del múltiple de admisión y el sensor Lambda la cantidad de oxígeno presente en los gases de combustión.

Estos sistemas tienen incorporado un sistema de autocontrol o autodiagnóstico que informa cuando algo anda mal, además existe la posibilidad de realizar un diagnóstico externo por medio de scanners electrónicos que se conectan a la unidad de control de inyección y revisan todos los parámetros, indicando aquellos valores que estén fuera de rango.

1.1.2 Ventajas del sistema de inyección Electrónica

Gracias a la electrónica de hoy en día, son indiscutibles las ventajas de la inyección electrónica. Aparte de tener un mapa de inyección para todas las circunstancias de carga y régimen del motor, permite algunas técnicas como el corte de inyección para evitar que el motor se revolucione excesivamente, y al retener el vehículo con el motor, o desacelerar, para aumentar la retención y evitar el gasto innecesario de combustible.

La mezcla será enviada a cada cilindro uniformemente, por lo tanto, la diferencia en poder desarrollarse en cada cilindro es mínima. Las vibraciones del motor equipado con este sistema son menores, debido a esto la vida de los componentes del motor se mejora.
No hay necesidad de girar el motor dos o tres veces en caso de frío a partir como ocurre en el sistema de carburador.

La respuesta inmediata, en caso de la súbita aceleración o desaceleración.

Dado que el motor está controlado por la ECM, la cantidad de mezcla más exacta será enviada, y como resultado se llevará a cabo la combustión completa. Esto da lugar a una utilización eficaz del combustible suministrado y, por tanto, un bajo nivel de emisión

1.2 CHEVROLET OPTRA LIMITED LS

1.2.1 Diseño

Chevrolet Optra es un compacto de diseño mundial. Este vehículo es un sedan distinguido y discreto de líneas suaves y tamaño conveniente; es confiable, práctico, familiar y amigable. Se comercializa en varios países alrededor del mundo, ofreciendo satisfacción accesible que mejora la vida diaria.

Chevrolet Optra incluye un motor de bajo consumo, gran rendimiento y economía, además de que el diseño exterior que no pasa de moda armonizando con una nueva dimensión de confort en su interior.

El Chevrolet Optra cuenta con una apariencia altamente refinada y líneas ajustadas que recuerdan a los costosos sedanes europeos. El sedán cuenta con un paquete eficiente y presencia en los caminos para realzar su carácter como un vehículo de alto valor, capaz de servir a las necesidades de familias pequeñas.

Desde el frente, el Optra cuenta con un cofre fuerte y potente, con faros cilíndricos tipo joya y luces de niebla claras, proporcionando una gran apariencia y visibilidad en el camino, mientras que el habitáculo de seis ventanas y manijas cromadas dan al auto una presentación elegante. Por detrás dos grandes unidades de luces rodean la cajuela, que es baja y ancha para una carga y descarga fáciles.

1.2.2 Características Generales

Motor: 4 cilindros 1.8L DOHC MPFI D-TEC

Potencia: 127hp a 5,600rpm

Torque: 131lb-pie a 4,000rpm

Relación de compresión: 9.5:1

Sistema de arranque: ignición directa

Especificaciones del sistema de ignición:

APLICACIÓN	Especificación	
	Métrico	Inglés
Orden de encendido	1-3-4-2	
Resistencia de cable de bujía	1000 ohmios por 31 cm	
Claro de la Bujía	0.7-0.9 mm	0.028-0.035 pulg
Torque de las bujías	25 N·m	18 lb-pies
Tipo de bujía	NGK - BKUR6ETB	

1.3 DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO DE CONTROL DEL MOTOR

1.3.1 Función del ECM

El módulo de control del motor ECM (*fig1.1*) interactúa con muchos sistemas y componentes relacionados con emisiones. El ECM también supervisa si hay deterioro en los sistemas y componentes relacionados con emisiones. Los diagnósticos a bordo supervisan el desempeño del sistema y un código de problema de diagnóstico (DTC) se establece si el desempeño del sistema se degrada.

El funcionamiento de la luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) y el almacenamiento del DTC son comandados por el tipo de DTC. Los DTC se clasifican como tipo A, B o C. Los DTC de tipos A y B están relacionados con emisiones. Un DTC tipo C no es relacionado con emisiones.

El ECM es el centro de control del sistema de controles del motor. El ECM controla los siguientes componentes:

- El sistema de inyección de combustible
- El sistema de ignición
- El sistema de control de emisiones
- Los diagnósticos a bordo
- Los sistemas de ventilador y de A/C
- El sistema de control de aire de ralentí (IAC) (si está equipado)

FIG 1.1 Módulo de control del motor (ECM)

El ECM constantemente supervisa la información de varios sensores y otras entradas, y controla los sistemas que afectan el desempeño del vehículo y emisiones.

El ECM también realiza pruebas de diagnóstico en varias partes del sistema. El ECM puede reconocer los problemas de funcionamiento y alertar al conductor por medio de la MIL. Cuando el ECM detecta un mal funcionamiento, el ECM almacena un DTC.

El área del problema se identifica por un DTC determinado que se establece. Esto ayuda al técnico en la realización de las reparaciones.

1.3.2 Eeprom

La memoria sólo de lectura programable electrónicamente (EEPROM) es una memoria permanente que es parte física del módulo de control del motor (ECM). El

EEPROM contiene información de calibración y programación que el ECM necesita para controlar el funcionamiento del tren motriz.

Equipo especial, así como también la calibración y programación correcta del vehículo, son necesarios para volver a programar el ECM.

1.3.3 Acciones predeterminadas del ECM

Cuando ocurre un mal funcionamiento dentro del sistema de control del motor, el módulo de control del motor (ECM) mantiene el control del sistema con acciones predeterminadas. Las acciones predeterminadas son valores calculados o valores predeterminados calibrados, que se almacenan dentro en el ECM.

Cierto nivel de desempeño del motor es posible cuando un mal funcionamiento ocurre dependiendo de las acciones predeterminadas tomadas. Las acciones predeterminadas del ECM evitan una pérdida completa del desempeño del motor.

1.3.4 Controles de salida del ECM

La herramienta de exploración puede controlar ciertos solenoides, válvulas, motores y relevadores. Los controles de salida se pueden encontrar bajo la selección de funciones especiales de la herramienta de exploración. Es posible que el módulo de control del motor (ECM) desactive algunos controles de salida durante cierto tipo de funcionamiento del vehículo.

1.3.5 Conector de enlace de datos (DLC)

El conector del vínculo de datos (DLC) proporciona al técnico un medio de obtener acceso a los datos seriales para ayuda de diagnóstico. Este conector permite que el técnico utilice una herramienta de exploración para supervisar varios parámetros de datos seriales y para mostrar información del DTC. El DLC se ubica dentro del compartimiento del conductor, debajo del tablero, ***(ver tablas 1.1y1.2).***

1.3.6 Luz Indicadora Mal Funcionamiento (MIL)

La luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) se encuentra en el cuadro del panel de instrumentos (IPC) o en el centro de información del conductor (DIC). El módulo de control del motor (ECM) controla la MIL y se ilumina cuando el ECM detecta un problema que afecta las emisiones del vehículo.

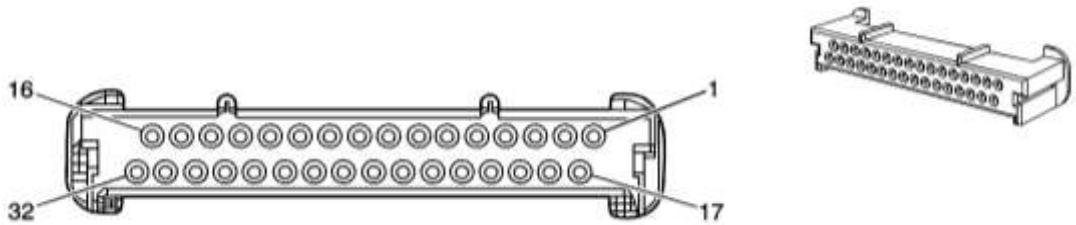
1.3.7 Precauciones de servicio del ECM

El módulo de control del motor (ECM) está diseñado para resistir los consumos de corriente normales que están asociados con el funcionamiento del vehículo. Se debe tener cuidado para evitar sobrecargar cualquier circuito durante la prueba.

No conecte a tierra o aplique voltaje, a cualquier circuito del ECM a menos que el procedimiento de diagnóstico se lo indique. Los circuitos se deben probar únicamente con un DMM.

1.3.8 Vistas del extremo del conector del módulo de control del motor

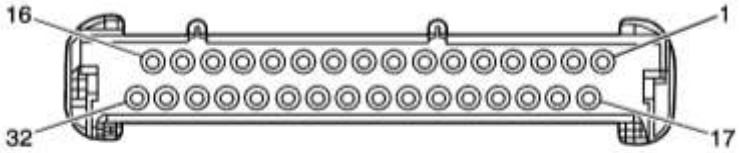
TABLA 1.1 Módulo de control del motor (ECM) A (HV-240)



Información de la parte del conector		•	PED 12129231
		•	Bloqueo del retenedor de 32 vías (gris)
Terminal	**Color del cable**	**Número de circuito**	**Función**
1	BK/WH	51	Tierra
2	BK/WH	51	Tierra
3	YE/BK	496	Señal del sensor de golpe
4	D-GN	411	Control de la válvula de recirculación del gas de escape (EGR)
5	—	—	Sin uso
6	YE/BK	1868	Baja referencia
7	D-BU	417	Señal del sensor de posición del acelerador (TP)

8	PK/BK	1746	Control 3 del inyector de combustible
9	BK	1744	Control 1 del inyector de combustible
10	BK/WH	252	Baja referencia
11	YE	410	Señal del sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT)
12	D-GN/RD	1665	Baja referencia del sensor de oxígeno (O2) 1 (únicamente sin conductores)
13	PU/WH	1749	Control alto de la bobina B del control de aire en marcha lenta (IAC)
14	—	—	Sin uso
15	Gy	416	Referencia de 5-voltios
16	OG/BK	469	Baja referencia
17	BK/WH	51	Tierra
18	L-BU	406	Control de la bobina de ignición (IC) 1 y 4
19	D-GN/WH	423	Control de la bobina de ignición (IC) 2 y 3
20	D-GN/WH	428	Control del solenoide de pura del depósito de emisión de gases (EVAP)
21	D-BU/WH	1869	Señal del sensor de posición del cigüeñal (CKP)
22	L-GN/BK	1745	Control 2 del inyector de combustible
23	BN	472	Referencia de 5 voltios del sensor de temperatura del aire de admisión (IAT)
24	L-GN	432	Señal del sensor de presión absoluta del distribuidor (MAP)
25	BN/WH	633	Señal del sensor de posición del árbol de levas
26	L-BU/BK	844	Control 4 del inyector de combustible
27	Gy	1653	Señal del sensor de oxígeno (O2) 1 (únicamente sin conductores)
28	BN	1747	Control de alta de la bobina A de control de aire en marcha mínima (IAC)
29	WH	444	Control bajo B de control de aire a ralentí (IAC)
30	YE/WH	1748	Control bajo A de control de aire a ralentí (IAC)
31	L-BU/BK	1688	Voltaje de referencia de 5-voltios
32	BK/YE	808	Baja referencia

TABLA 1.2 Módulo de control del motor (ECM) B (HV-240)



Información de la parte del conector		•	PED 12129232
		•	Bloqueo del retenedor de 32 vías (WH)
Terminal	**Color del cable**	**Número de circuito**	**Función**
1	PU/WH	632	Baja referencia
2	OG	440	Voltaje positivo de la batería
3	PK/D-BU	539	Voltaje de ignición 1
04-Jun	—	—	Sin uso
7	L-BU	380	Señal del sensor (ACP) de la presión del refrigerante AC
8	L-BU	722	Señal del interruptor de octanos
9	Gy	121	Señal de velocidad del motor
10	D-GN/WH	762	Señal de solicitud de A/C
11	—	—	Sin uso
12	D-BU	473	Control del relevador del ventilador de enfriamiento de alta velocidad
13	WH/BK	—	Control del solenoide de la válvula de afinación del distribuidor de admisión
14	PU	1807	Datos seriales altos de CAN
15	PU	2000	Datos seriales de palabra clave
16	—	—	Sin uso
17	Gy	605	Referencia de 5-voltios
18	OG	440	Voltaje positivo de la batería
19	Gy	1936	Indicador de combustible
20-21	—	—	Sin uso
22	PU	723	Señal del interruptor de octanos
23	D-GN/WH	817	Señal de velocidad del vehículo (transmisión manual)
24	D-GN	135	Señal del indicador del sensor del refrigerante del motor (ECT)
25	—	—	Sin uso
26	D-GN/WH	465	Control del relevador de la bomba de combustible
27	D-GN/WH	335	Control del relevador del ventilador de enfriamiento de baja velocidad

28	D-GN	67	Voltaje de suministro del embrague del compresor de la bobina A/C
29	—	—	Sin uso
30	YE	710	Datos seriales bajos de CAN
31	WH	30	Señal de sensor del nivel de combustible
32	BN/WH	419	Control de la luz del indicador de mal funcionamiento (MIL)

1.4 DESCRIPCIÓN SISTEMA COMBUSTIBLE

1.4.1 Definición

Este vehículo está equipado con un sistema de combustible sin retorno. El regulador de presión de combustible forma parte del ensamble del emisor de combustible, eliminando la necesidad de un tubo de retorno del motor. Un sistema de combustible sin retorno reduce la temperatura interna del tanque de combustible al no retornar el combustible caliente del motor. Reducir la temperatura interna del tanque de combustible da como resultado menores emisiones de evaporación.

El tanque almacena el combustible. Una bomba de combustible estilo turbina eléctrica se conecta al ensamble del emisor de combustible dentro del tanque de combustible. La bomba suministra combustible con alta presión a través del filtro, contenido en el ensamble del emisor y el tubo de alimentación de combustible al sistema de inyección. La bomba proporciona un flujo más alto que el requerido por el sistema de inyección.

El regulador de presión de combustible mantiene la presión adecuada en el sistema de inyección de combustible. La bomba de combustible y el ensamble del emisor contienen una válvula de retención de flujo inverso. La válvula de retención y el regulador de presión mantienen la presión de combustible en el tubo de alimentación y el riel de inyectores para evitar períodos largos de arranque.

1.4.2 Sensor de nivel de combustible

El sensor de nivel de combustible consiste de un flotador, un brazo de flotador de cable y una tarjeta de la resistencia cerámica. La posición del brazo de flotador indica el nivel de combustible. El sensor del nivel de combustible contiene un resistor variable que cambia la resistencia de acuerdo con la posición del brazo del flotador.

El módulo de control envía la información del nivel de combustible al cuadro del panel de instrumentos (IPC). Esta información se utiliza para el indicador de combustible. El módulo de control también supervisa la entrada del nivel de combustible para varios diagnósticos.

1.4.3 Bomba de combustible

La bomba de combustible ***(fig1.2)*** está montada en la reserva del ensamble del emisor de combustible. La bomba de combustible es una bomba eléctrica de alta presión. El combustible se bombea al sistema de inyección a una presión y un flujo especificado.

FIG 1.2 Bomba de combustible

La bomba distribuye un flujo constante de combustible al motor, aún durante condiciones de combustible bajo y maniobras agresivas del vehículo. El módulo de control controla el funcionamiento de la bomba eléctrica de combustible a través de un relevador. El tubo flexible sirve para amortiguar los pulsos de combustible y los ruidos generados por la bomba.

1.4.4 Tamiz de combustible

El tamiz de combustible funciona como un filtro grueso para realizar las siguientes funciones:

- Contaminantes del filtro
- Agua separada del combustible
- Proporciona una acción de absorción que ayuda a enviar el combustible dentro de la bomba

La obstrucción de combustible en el tamiz indica que el tanque contiene una cantidad anormal de sedimento o agua. El tanque tendrá que ser desinstalado y limpiado y el tamiz deberá ser reemplazado.

1.4.5 Filtro de combustible

El filtro ***(fig1.3)*** se encuentra después del ensamble del emisor. El elemento de papel del filtro atrapa partículas en el combustible que pueden dañar el sistema de inyección. La caja del filtro está elaborada para resistir la presión máxima del sistema, la exposición a aditivos y los cambios de temperatura.

FIG 1.3 Filtro de combustible

1.4.6 Regulador de presión de combustible

El regulador de presión ***(fig1.4)*** está contenido en el ensamble del emisor de combustible. El regulador de presión es una válvula de alivio tipo diafragma. El diafragma tiene presión de combustible a un lado y presión del resorte del regulador en el otro lado. Una polarización del software compensa el inyector a tiempo debido a que el regulador de presión del combustible no tiene referencia al vacío del

distribuidor. El regulador de presión del combustible mantiene combustible disponible para los inyectores a una presión regulada.

FIG 1.4 Regulador de combustible

1.4.7 Inyectores de combustible

Los inyectores de combustible ***(fig1.5)*** son solenoides a través de modulación de ancho de pulso (PWM) controlados por el módulo de control del motor (ECM). El ECM enciende los inyectores de combustible para abrir una válvula de agujas o retención normalmente cerrada. Esto permite que el combustible fluya en la parte superior de los inyectores, pase la válvula de agujas o retención y a través de la placa de control de flujo hundido en la salida del inyector. El riel de combustible está montado en el distribuidor de admisión y distribuye el combustible a cada cilindro a través de inyectores de combustible individuales. El riel de combustible consta de 2 partes:

- El tubo que transporta combustible a cada inyector
- Inyectores de combustible individuales

La placa de control tiene agujeros trabajados a máquina que controlan el flujo de combustible, generando un patrón de aspersión cónico de combustible finamente pulverizado en la punta del inyector de combustible. El combustible de la punta se dirige a la válvula de admisión, ocasionando que éste se encuentre más atomizado y vaporizado antes de ingresar a la cámara de combustión

Un inyector de combustible que esté parcialmente atascado en abierto puede provocar los siguientes síntomas:

- Pérdida de presión de combustible con la ignición apagada

- Tiempo de marcha extendido

FIG 1.5 Inyectores de combustible

1.4.8 Llenado del Motor

El motor es alimentado con combustible por inyectores de combustible individuales, uno para cada cilindro, que son controlados por el módulo de control del motor (ECM). El ECM controla cada inyector de combustible al encender la bobina del inyector de combustible por un breve período una vez cada segunda revolución del motor. El período en que el inyector de combustible enciende se llama ancho de pulso y se mide en milisegundos.

El ancho de pulso es calculado por el ECM para entregar la cantidad correcta de combustible para control de emisiones y maniobrabilidad apropiada. Mientras el motor está en funcionamiento, el ECM constantemente supervisa las entradas y vuelve a calcular el ancho de pulso apropiado para cada inyector de combustible.

El cálculo de ancho de pulso se base en la relación de flujo del inyector de combustible, la relación de aire/combustible deseada y la masa de aire real en cada cilindro. El ancho de pulso también es ajustado para el voltaje de la batería, ajuste de combustible a corto plazo y largo plazo.

El pulso del inyector de combustible, está regulado para que ocurra cada vez que las válvulas de admisión de cada cilindro se cierran para lograr la duración más larga y más vaporización.

El sistema de reabastecimiento tiene varios ajustes automáticos para compensar las diferencias en el equipo del sistema de combustible, condiciones de manejo, combustible usado y antigüedad del vehículo.

El ajuste de voltaje de la batería es necesario debido a que los cambios en el voltaje a través del inyector de combustible afectan la relación de flujo. Los ajustes de corto y largo plazo son ajustes fino y bruto al ancho de pulso que están diseñados para maximizar la maniobrabilidad y control de emisiones. Los ajustes de combustible se basan en la retroalimentación de los sensores de oxígeno en el flujo de escape y sólo se utilizan cuando el sistema de control de combustible está en la operación de circuito cerrado.

La administración de combustible durante la puesta en marcha es un poco diferente que la administración de combustible durante el funcionamiento del motor. Cuando el motor empieza a girar, es posible que un primer pulso se inyecte para el inicio de velocidad. Una vez que el ECM determina en dónde esté el motor en orden de explosión, el ECM inicia el envío de pulsos a los inyectores de combustible.

El ancho de pulso durante la puesta en marcha se basa en la temperatura del refrigerante y la carga del motor.

Bajo ciertas condiciones, el sistema de abastecimiento de combustible apagará los inyectores de combustible por un período. Esto se denomina corte de combustible.

El corte de combustible se utiliza para mejorar la tracción, ahorrar combustible, mejorar las emisiones y proteger el vehículo bajo ciertas condiciones extremas o de abuso.
En caso de un problema interno mayor, es posible que el ECM pueda utilizar una estrategia de reserva de combustible de modo seguro que hará funcionar el motor hasta que se pueda realizar el servicio.

1.4.9 Modo de arranque

Cuando el ECM detecta pulsos de referencia del sensor de posición del cigüeñal (CKP), el ECM activará la bomba de combustible. La bomba de combustible funciona y aumenta la presión en el sistema de combustible. Entonces, el ECM supervisa la presión absoluta del distribuidor (MAP) ***(fig1.6)***, la temperatura del aire de admisión (IAT) ***(fig1.7),*** la temperatura del refrigerante del motor (ECT) ***(fig1.8)*** y las señales del sensor de posición del acelerador (TP) ***(fig1.9)*** para determinar el ancho de pulso del inyector necesario para el arranque.

FIG 1.6 Sensor de presión absoluta MAP

FIG 1.8 Sensor de temperatura del refrigerante ECT

1.4.10 Modo para eliminar la condición de ahogado

Si el motor se moja con combustible durante el encendido no arrancará, el modo limpiar desbordamiento se puede activar manualmente. Para activar el modo limpiar desbordamiento, presione el acelerador a acelerador abierto (WOT). El ECM APAGARÁ completamente los inyectores de combustible y mantendrá este modo

siempre y cuando el ECM detecte una condición WOT con la velocidad del motor debajo de un valor predeterminado.

1.4.11 Modo en marcha

El modo de funcionamiento tiene 2 condiciones denominadas:

Ciclo abierto: En el momento del arranque inicial del motor y cuando la velocidad del motor es mayor que un valor predeterminado, el ECM pone a funcionar el sistema de combustible en funcionamiento de circuito abierto. Durante un funcionamiento de circuito abierto, el ECM ignora las señales de los sensores de oxígeno ***(fig1.10)*** y calcula el ancho de pulso del inyector de combustible requerido basado principalmente en las salidas de los sensores MAP, IAT y ECT. El ECM funciona en circuito abierto hasta que se cumplen las siguientes condiciones:

FIG 1.10 Sensor de oxígeno (O2)

- El sensor de oxígeno tiene un voltaje de salida variable, que indica que está lo suficientemente caliente para que funcione correctamente.
- El sensor de ECT está por arriba de la temperatura especificada
- Una cantidad específica de tiempo ha transcurrido después del arranque.

FIG 1.7 Sensor de temperatura de aire de admisión IAT

Ciclo cerrado: Durante el funcionamiento de circuito cerrado, el ancho de pulso del inyector de combustible se basa en la señal del sensor de oxígeno. El ECM utiliza la señal del sensor de oxígeno para mantener la relación de aire/combustible lo más parecido a 14.7: 1 como sea posible.

1.4.12 Modo en aceleración

El ECM supervisa los cambios en la TP y en las señales del sensor MAP para determinar cuando se está acelerando el vehículo. Entonces, el ECM aumentará el ancho de pulso del inyector para abastecer más combustible para obtener un rendimiento mejorado.

FIG 1.9 Sensor de posición del acelerador TP

1.4.13 Modo de desaceleración

El ECM supervisa los cambios en la TP y en las señales del sensor MAP para determinar cuando se está desacelerando el vehículo. El ECM luego reducirá el

ancho de pulso del inyector o incluso apagará los inyectores por períodos cortos para reducir las emisiones de escape y mejorar la desaceleración (frenado con motor).

1.4.14 Modo de corrección del voltaje de la batería

El ECM puede compensar para mantener la maniobrabilidad aceptable del vehículo cuando el ECM detecta un problema de voltaje bajo de la batería. El ECM se compensa al realizar las siguientes funciones:

- Aumentar el ancho de pulso del inyector de combustible para mantener la cantidad apropiada de combustible que se entrega
- Cómo aumentar la velocidad a ralentí para aumentar la salida del generador

1.4.15 Modo Corte de Combustible

Para evitar autoencendido o que el motor continúe en funcionamiento, no se distribuye combustible a los inyectores de combustible cuando la ignición se apaga. Para evitar el llenado, no se suministra combustible a los inyectores de combustible cuando no se reciben pulsos de referencia del sensor CKP.

1.5 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE EMISIÓN DE GASES

El sistema de control de emisión de evaporación básico EVAP ***(fig1.11)*** utilizado es el método de almacenamiento de depósitos de carbón. Este método traslada el vapor de combustible del tanque de combustible a un depósito o dispositivo de almacenamiento de carbón vegetal o carbón activado para mantener los vapores cuando el vehículo no está funcionando. Cuando el motor está en marcha, el vapor de combustible se purga del elemento de carbón por medio de flujo de aire de admisión y se consume en el proceso de combustión normal.

La gasolina se evapora del flujo del tanque de combustible al tubo etiquetado TANK (tanque). Estos vapores son absorbidos por el carbón. El módulo de control del motor

(ECM) purga del depósito cuando el motor ha estado en marcha por una cantidad de tiempo específico. El aire se jala hacia el depósito y se mezcla con el vapor. Luego esta mezcla se jala hacia el distribuidor de admisión.

El ECM suministra tierra para energizar a la válvula de solenoide de purga del depósito de emisión de EVAP. Esta válvula es de ancho de pulso modulado (PWM) o se enciende y apaga varias veces por segundo. El ciclo de trabajo del PWM de purga del depósito de emisión EVAP varía dependiendo de las condiciones de funcionamiento determinadas por el flujo de aire masivo, ajuste de combustible y temperatura del aire de entrada.

Las siguientes condiciones pueden causar mal ralentí, atascamiento o mala capacidad de transmisión:

- Una válvula de solenoide de purga del depósito de emisión de EVAP sin funcionamiento.
- Un depósito dañado.
- Mangueras divididas, rajadas o que no están conectados a los tubos correspondientes.

FIG 1.11 Solenoide de control de emisión de gases EVAP

1.5.1 Deposito de emisión de evaporación

El depósito de emisión de gases (EVAP) es un dispositivo de control de emisión que contiene gránulos de carbón activo. El depósito de emisión de EVAP se utiliza para almacenar vapores de combustible del tanque de combustible. Cuando se hayan cumplido ciertas condiciones, el módulo de control del motor (ECM) activa al

solenoide de purga del depósito EVAP, permitiendo que los vapores de combustible se jalen hacia los cilindros del motor y se quemen.

1.6 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EI

El sistema de ignición es responsable de producir y controlar una chispa secundaria de energía alta. Esta chispa se usa para encender la mezcla de aire comprimido/combustible precisamente en el momento correcto. Esto suministra un desempeño óptimo, economía de combustible y control de emisiones de escape. Este sistema de ignición utiliza una bobina por cada pareja de cilindros.

Cada pareja de cilindros que esté en posición de punto muerto superior (TDC) al mismo tiempo se conocen como cilindros en posición de punto muerto superior. El cilindro que está en el TDC del movimiento de compresión se llama cilindro de evento. El cilindro que está en el TDC del movimiento de escape se llama cilindro inútil.

Cuando la bobina se dispara, ambas bujías de resistencia eléctrica de los cilindros en posición de punto muerto superior se encienden al mismo tiempo completando los circuitos seriales. Debido a que la presión baja dentro del cilindro inútil ofrece muy poca resistencia, el cilindro de evento utiliza la mayoría del voltaje disponible para producir una chispa de energía muy alta. Esto es conocido como ignición de chispa inútil. El sistema de ignición consta de los siguientes componentes:

1.6.1 Sensor de posición del cigüeñal (CKP)

El sensor de posición del cigüeñal (CKP) ***(fig1.12)*** es un generador de imán permanente conocido como un sensor de reluctancia variable. El sensor CKP produce un voltaje AC de frecuencia y amplitud variable.

La frecuencia depende de la velocidad del cigüeñal. La salida de AC depende de la posición del cigüeñal y el voltaje de la batería. El sensor CKP trabaja junto con una rueda relectora de 58 dientes acoplada al cigüeñal. Mientras cada diente de la rueda

relectora gira pasando el sensor de CKP, el cambio resultante en el campo magnético crea un pulso de encendido/apagado 58 veces por revolución del cárter del cigüeñal.

El módulo de control del motor (ECM) procesa los pulsos para determinar la posición del cigüeñal. El ECM puede sincronizar la regulación de la ignición, la regulación del inyector de combustible y el golpe de la chispa, con base en las entradas del sensor de posición del árbol de levas (CMP) y el sensor CKP. Con las señales del sensor CKP junto con las señales del sensor CMP, el ECM determina la posición del motor con gran exactitud.

FIG 1.12 Sensores de posición del cigüeñal (CKP)

El sensor de CKP también se utiliza para detectar una visualización del tacómetro y fallos de arranque. El ECM aprende las variaciones entre todos los 58 dientes bajo diferentes condiciones de carga y velocidad para detectar correctamente fallos de arranque.

Los circuitos del sensor CKP consisten de un circuito de señal, un circuito de referencia baja y un circuito de tierra de protección. Ambos circuitos del sensor CKP están protegidos de la interferencia electromagnética por medio del circuito de tierra de protección.

1.6.2 Rueda relectora del cigüeñal

La rueda relectora del cigüeñal es parte del cigüeñal. La rueda relectora cuenta con 58 dientes y una abertura de referencia. Cada diente de la rueda relectora está separada 6 grados con un espacio de 12 grados para la abertura de referencia. El

pulso de la abertura de referencia se conoce como pulso de sincronización. El pulso de sincronización se utiliza para sincronizar la secuencia de explosión de la bobina con la posición del cigüeñal, mientras el otro diente suministra la ubicación del cilindro durante el giro.

1.6.3 Sensor de posición del árbol de levas (CMP)

El sensor de la posición del árbol de levas (CMP) es un sensor de efecto hall ***(fig1.13)***. La señal CMP es un pulso de ENCENDIDO/APAGADO digital, el cual se produce una vez por revolución del árbol de levas. El sensor de CMP no afecta directamente el funcionamiento del sistema de ignición.

La información del sensor CMP es utilizada por el módulo de control del motor (ECM) para determinar la posición del tren de válvulas relacionado con la posición del cigüeñal. Al supervisar las señales de posición del cigüeñal (CKP) y CMP, el ECM puede activar con precisión los inyectores de combustible.

FIG 1.13 Sensor de posición árbol levas (CMP)

Esto le permite al ECM calcular el modo de inyección de combustible secuencial verdadero de funcionamiento. Si se pierde la señal CMP mientras el motor está en marcha, el sistema de inyección de combustible cambiará a un modo de inyección de combustible secuencial calculada basándose en el último pulso de inyección de combustible y el motor continuará en marcha.

El sensor CMP consta de un circuito de voltaje de ignición 1, un circuito de tierra y un circuito de señal.

1.6.4 Rueda relectora del árbol de levas

La rueda relectora del árbol de levas está sujetada con un perno a la parte delantera del árbol de levas. La rueda es una pista refinada, cuya mitad es de perfil más bajo que el de la otra mitad. Esta pista se lee en una manera radial o axial respectivamente. Esto permite que el sensor de posición del árbol de levas (CMP) suministre una señal tan pronto como la llave se enciende, debido a que el sensor CMP lee el perfil de pista en lugar de la muesca.

1.6.5 Bobinas de ignición (IC)

La bobina de ignición (IC) ***(fig1.14)*** suministra voltaje simultáneamente a las 2 bujías. La IC es un paquete de bobinas dobles y suministran voltaje directo a cada bujía.

El módulo de control del motor (ECM) comandará ON (encender) al circuito de IC, esto permitirá que la corriente fluya a través de los bobinados de la bobina primaria para el ángulo de parada o tiempo adecuado.

FIG 1.14 Módulos de la bobina de ignición.

Cuando el ECM comanda al circuito de IC que se apague, esto interrumpirá el flujo de corriente a través de los devanados de la bobina primaria. El campo magnético creado por los devanados de la bobina primaria se inducirá a través de los devanados de la bobina secundaria, los cuales inducen un pico de voltaje.

El voltaje de la bobina secundaria viaja de la terminal de salida de la bobina a través del cable de la bujía y a través de la abertura de la bujía al bloque del motor. La IC no se puede reparar y debe reemplazarse como una unidad. La IC consta de un circuito de voltaje de ignición 1, un circuito de control de IC 1 y 4 y un circuito de control IC 2 y 3.

1.6.6 Módulo de control del (ECM)

El módulo de control del motor (ECM) es responsable de mantener la regulación de inyección de combustible y de la bujía correcta para todas las condiciones de conducción. La regulación electrónica de la chispa (EST) es el método que el ECM utiliza para controlar el avance de la chispa. El módulo de ignición está integrado dentro del ECM y el ECM controla directamente el ENCENDIDO/APAGADO de la bobina primaria. Para proporcionar emisiones y maniobrabilidad óptimas, el ECM supervisa las señales de entrada de los siguientes componentes calculando la regulación de la chispa de la ignición:

- Sensor de posición del cigüeñal (CKP)
- El sensor de posición de la mariposa (TP)
- El sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT)
- El sensor de presión absoluta del múltiple (MAP).
- El sensor de la temperatura del aire en la admisión (IAT)
- El sensor de velocidad del vehículo (VSS)
- El sensor de golpe (KS)

1.6.7 Modos de operación

Hay un modo normal de funcionamiento, con la chispa bajo el control del módulo de control del motor (ECM). Si se pierden los pulsos del sensor de posición del cigüeñal (CKP) el motor no funcionará. La pérdida de señal de la posición del árbol de levas (CMP) podría dar como resultado un tiempo de dar marcha al motor más largo, ya

que ECM no puede determinar en qué movimiento están los pistones. Hay códigos de avería o falla disponibles para diagnosticar con precisión posibles problemas en el sistema de ignición, con la ayuda de una herramienta de exploración.

1.6.8 Información importante sobre la ignición

El voltaje secundario de salida de las bobinas de la ignición es superior a los 40,000 voltios. Cuando el motor esté en marcha, evite el contacto del cuerpo con los componentes secundarios del alto voltaje de la ignición, ya que podría provocar una lesión personal.

Tenga cuidado de no dañar las cubiertas de la bobina de la ignición secundaria cuando le dé servicio al sistema de la ignición. Gire cada cable de la bujía para aflojar la cubierta de la bujía antes de retirarla.

Nunca perfore una cubierta de la ignición secundaria para cualquier propósito de prueba. Se le garantiza que habrá problemas de ignición si se insertan terminales de focos o lámparas de prueba a través del aislador del componente de la ignición secundaria.

1.7 DESCRIPCIÓN SISTEMA KS

El sistema del sensor de golpe (KS) habilita el módulo de control del motor (ECM) para controlar la regulación de ignición para el mejor funcionamiento posible mientras protege el motor de niveles de detonación potencialmente dañinos. El ECM utiliza el sistema KS para revisar si hay ruido del motor fuera de lo normal que pudiera indicar detonación, conocido como golpe de chispa.

1.7.1 Descripción del sensor

El sistema de sensor de golpe (KS) ***(fig1.15)*** utiliza un sensor de respuesta uniforme de 3 cables. El sensor utiliza tecnología de cristal piezoeléctrico que produce una señal de voltaje AC de amplitud diversa y frecuencia basada en la vibración del

motor o el nivel del ruido. La amplitud y la frecuencia dependen del nivel de golpe que detecte KS. El KS está conectado al módulo de control del motor (ECM) por un circuito de baja referencia y un circuito de señal. Ambos circuitos de KS están protegidos de interferencia electromagnética por medio de un circuito de tierra protector. El circuito de tierra protector está conectado a tierra a través del ECM.

FIG 1.15 Sensor de golpe (KS)

El ECM esta calibrado para un nivel mínimo de ruido o un ruido de fondo a ralentí desde el KS y utiliza valores calibrados del resto del rango de velocidad del motor. El módulo de control utiliza el nivel mínimo de ruido para calcular un canal de ruido. Una señal normal de KS está dentro del canal de ruido.

A medida que cambia la carga y la velocidad del motor, los parámetros superior e inferior del canal de ruido cambian para acomodar la señal normal del KS, manteniendo la señal dentro del canal. Para determinar qué cilindros tienen golpe, el ECM utiliza únicamente la información de señal KS cuando cada cilindro está cerca del centro muerto superior (TDC) del golpe de arranque. Si existe un golpe, el ECM detecta que la señal está fuera del canal de ruido.

Si el ECM detecta que existe un golpe, el ECM retrasa la regulación de ignición para intentar eliminar el golpe. El ECM siempre intenta ajustar de nuevo a un nivel de compensación de cero o no retardo de la chispa.

Una señal de KS irregular permanece fuera del canal de ruido o no existirá. Los diagnósticos del KS están calibrados para detectar fallas con la circuitería del KS dentro del ECM, el cableado del KS o la salida del voltaje del KS.

Algunos diagnósticos también están calibrados para detectar el ruido constante de una influencia exterior como un ruido excesivo de la mecánica del motor o un componente dañado o flojo.

1.8 DESCRIPCIÓN SISTEMA EGR

El sistema de recirculación de gases de escape (EGR) ***(fig1.16)*** se utiliza para reducir el nivel de emisiones de óxido de nitrógeno (NOx), causadas por temperaturas de combustión superiores a 816°C. Esto se logra al introducir pequeñas cantidades de gas de escape de regreso a la cámara de combustión.

FIG 1.16 Válvula de recirculación de gas de escape EGR

El gas de escape absorbe una parte de la energía térmica producida por el proceso de combustión, y entonces reduce la temperatura de combustión. El sistema EGR funcionará únicamente bajo las condiciones específicas de carga del motor, presión barométrica y temperatura a fin de evitar problemas en la capacidad de transmisión y para aumentar el rendimiento del motor.

1.8.1 Circuitos válvula EGR

La válvula de recirculación del gas de escape (EGR) consiste de los siguientes circuitos:

- Un circuito de ignición de voltaje 1 que suministra 12 voltios a la bobina de la válvula de EGR
- Dos circuitos de control que conectan a tierra la bobina de la válvula de EGR. El circuito de control es una conexión a tierra de ancho de pulso modulado (PWM) producido por un controlador del lado bajo interno del módulo de control del motor (ECM).
- Un circuito de referencia de 5 voltios suministrados por el ECM al sensor de posición interna de la válvula EGR.
- Un circuito de señal que envía voltaje de realimentación del sensor de posición interna de la EGR al ECM. Este voltaje varía dependiendo de la posición de la aguja de la válvula de EGR. El ECM interpreta este voltaje como la posición de la aguja de la válvula de EGR.
- Un circuito de baja referencia suministrado del ECM a un sensor de posición interno de la válvula EGR

1.8.2 Diagnósticos de EGR

El módulo de control del motor (ECM) prueba el flujo de recirculación del gas de escape (EGR) durante la desaceleración, comandando temporalmente a la válvula EGR a que se abra, mientras supervisa la señal del sensor de presión absoluta del distribuidor (MAP).

Cuando la válvula de EGR está abierta, el ECM esperará ver un aumento predeterminado en la lectura del sensor MAP. Si no se detecta el aumento esperado en MAP, el ECM registra el aumento de la diferencia de MAP que fue detectada y ajusta un contador de fallo calibrado hacia a un nivel del umbral de falla calibrado. Cuando el contador de fallo sobrepasa el nivel del umbral de fallo, el ECM establecerá un DTC.

Normalmente, el ECM sólo permitirá un conteo de prueba de flujo del EGR durante un ciclo de ignición. Como ayuda en la verificación de una reparación, el ECM permite 12 conteos de prueba de flujo de EGR durante el primer ciclo de ignición seguido de una desconexión de batería o bordo de un código Entre 9-12 conteos de prueba de flujo de EGR deben ser suficientes para que el ECM determine el flujo de EGR adecuado y apruebe la prueba de flujo de EGR. Si el ECM detecta un error de flujo de EGR, se establecerá un DTC.

El ECM supervisa la posición de la aguja de la válvula de EGR por medio del sensor de posición de EGR. Si el ECM detecta una variación de la calibración entre la posición de la aguja de la válvula EGR deseada y la posición actual por un período de tiempo calibrado, se establecerá este DTC.

El ECM también supervisa si los circuitos de la válvula EGR tienen fallas eléctricas. Si se detecta una falla en el circuito para el período de tiempo calibrado, se establecerá un DTC.

1.9 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA VENTILACIÓN CÁRTER CIGÜEÑAL

El gas comprimido de combustión que escapa a través de los anillos del pistón hacia el cárter del cigüeñal se conoce como fuga de gas. El gas contiene grandes cantidades de monóxido de carbono (CO) e hidrocarbono (HC). El sistema de ventilación adecuada del cárter del cigüeñal (PCV) evita que la fuga de gas se emita hacia la atmósfera. El sistema PCV enruta la fuga de gas del cárter del cigüeñal hacia el sistema de admisión donde la fuga de gas se vuelve parte del proceso de combustión. El sistema PCV consiste de los siguientes componentes:

- El separador de aceite del cárter del cigüeñal
- Cualquier manguera o acoplador
- La cubierta de la válvula

1.9.1 Operación

El separador de aceite es el control principal de los gases fugados del cárter del cigüeñal del motor. El separador de aceite separa el aceite de los gases fugados y mide el flujo de los gases fugados de acuerdo a la señal de vacío del distribuidor. El vacío del distribuidor arrastra los gases fugados del separador de aceite en una cubierta de la válvula, luego a la admisión en donde el proceso de combustión normal lo consume. El volumen del gas de la fuga de gas que ingresa en el distribuidor de admisión es controlado precisamente para mantener una calidad del ralentí.

1.9.2 Resultados de un funcionamiento incorrecto

Una manguera o separador de aceite tapado, podría ocasionar cualquiera de los siguientes problemas:

- Un ralentí desigual en el motor
- Atascamiento del motor o la velocidad baja del ralentí del motor
- Presión alta del cárter del cigüeñal del motor
- FUGAS DE ACEITE DEL MOTOR
- Aceite del motor en el filtro de aire
- Fango de aceite en el motor
- Consumo de aceite del motor
- Emisiones excesivas del escape

Una manguera o separador defectuoso podría ocasionar cualquiera de los siguientes problemas:

- Un ralentí desigual en el motor
- Parada del motor
- Velocidad alta del ralentí del motor

- Presión incorrecta en el cárter del cigüeñal del motor
- Emisiones excesivas del escape
- Consumo de aceite del motor

1.10 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ENTRADA DE AIRE

El sistema de inducción de aire proporciona aire con oxígeno para el proceso de combustión. El depurador de aire evita que entre suciedad al motor.

El aire exterior es enviado hacia el ensamble inferior del depurador de aire y pasa a través del elemento del depurador de aire. Luego el aire entra al ensamble superior del depurador de aire y fluye a través del ducto de aire de entrada en el cuerpo del acelerador y en el distribuidor de admisión.

Finalmente el aire viaja hacia la cabeza del cilindro y a través del puerto de admisión, terminando en la cámara de combustión.

FIG 1.17 Válvula de control de aire en ralentí IAC

1.11 TABLAS COMPARATIVAS

TABLA 3. Comparación de valores de Temperatura y Resistencia del sensor ECT

°C	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	-10	-20	-30	-40
Ω	11	24	33	46	66	97	145	223	352	567	942	1618	28680	5270	10070

	7	1	2	7	7	3	9	8	0	0	0	0		0	0

TABLA 4.Comparación de valores de Temperatura y Resistencia del sensor IAT															
°C	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	-10	-20	-30	-40
Ω	187	246	327	441	603	837	1180	1700	2500	3760	5800	9200	15080	25600	45300

1.11.1 Altitud versus presión barométrica

Tabla 5. ALTITUD vs PRESIÓN BAROMÉTRICA		
ALTITUD		**PRESIÓN BAROMÉTRICA**
(m)	***(pies)***	***(kPa)***
4 267	14	56-64
3 962	13	58-66
3 658	12	61-69
3 353	11	64-72
3 048	10	66-74
2 743	9	69-77
2 438	8	71-79
2 134	7	74-82
1 829	6	77-85
1 524	5	80-88
1 219	4	83-91
914	3	87-95
610	2	90-98
305	1	94-102
0	0 Nivel del mar	96-104
-305	-1	101-105