

## **CAPITULO 1**

### **1.1 Introducción.**

La **inyección electrónica** es una forma de **inyección de combustible**, tanto para motores de gasolina, en los cuales lleva ya varias décadas implantadas, como para motores diesel, cuya introducción es relativamente más reciente.



**Fig. 1. Inyectores de inyección de gasolina, con su rampa de alimentación**

**Fuente: <http://es.wikipedia.org>**

Se puede subdividir en varios tipos (Monopunto, multipunto, secuencial, simultánea) pero básicamente todas se basan en la ayuda de la electrónica para dosificar la inyección del carburante y reducir la emisión de agentes contaminantes a la atmósfera y a la vez optimizar el consumo.

Aunque un carburador se encuentre en perfectas condiciones y con su correcta calibración, no conseguirá alimentar al motor en la proporción ideal de la mezcla. Este sistema ha reemplazado al carburador en los motores de gasolina. Su introducción se debió a un aumento en las exigencias de los organismos de control del medio ambiente para disminuir las emisiones de gases en los motores de combustión interna.

En los motores diesel ha sustituido a la bomba inyectora, con inyectores mecánicos, por una bomba de alta presión con inyectores electrohidráulicos.

## **Aplicación de procedimientos del fabricante en la reparación del sistema de inyección electrónica**

---

La importancia de la inyección electrónica radica en su mejor capacidad respecto al carburador para dosificar el combustible y dosificar la mezcla aire / combustible, es decir el factor lambda de tal modo que quede muy próxima a la estequiométrica (14,7:1 para la gasolina), es decir factor lambda próximo a 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. En este caso el factor lambda es igual a 1

### **1.2 Planteamiento del Problema**

**El problema consiste en habilitar el sistema de inyección electrónica del vehículo jeep Grand Cherokee de 1996. Una vez habilitado el sistema, el vehículo estará operativo.**

El vehículo es de mi propiedad y por sus características lo considere apto para la elaboración de este proyecto; además no tendré que cancelar algún valor por concepto de mano de obra. Las partes o componentes que se necesitaran para llevar a cabo el trabajo serán provistas por el alumno.

Gran parte de los componentes del sistema de inyección no se encuentran o a su vez están en mal estado es decir no operativos. A continuación se presentan una lista de los componentes averiados o faltantes.

- Gran parte del harness (instalación eléctrica), fue cortado junto con la unidad de control del vehículo.
- Faltan los 8 inyectores de combustible
- Sensor TPS (aceleración), válvula IAC ( control de relanti), sensor MAP (presión absoluta del múltiple de admisión); se encuentran destruidos
- Cables de bujías y bujías deteriorados
- Bomba y filtros de gasolina dañados
- Ductos de alimentación de aire no se encuentran.

### **1.3 Justificación**

En vista del problema antes mencionado se quiere dar una solución definitiva a todas aquellas molestias que han mermado el correcto funcionamiento del vehículo. Por esa razón se propone mediante este proyecto el uso de los diferentes procedimientos, datos, y herramientas que son recomendadas por el fabricante del vehículo para que este funcione adecuadamente. También se da a conocer sus mantenimientos y correcciones.

### **1.4 Objetivo General**

Instalación del sistema de inyección de combustible en el vehículo Jeep Grand Cherokee de 1996 siguiendo los procedimientos del fabricante.

### **1.5 Objetivos Específicos**

- Instalación del sistema de inyección de combustible.
- Establecer el correcto funcionamiento del sistema de inyección de combustible según las especificaciones técnicas del fabricante
- Determinar la correcta interacción de los componentes del sistema de inyección de combustible con otros sistemas del vehículo.

## **CAPITULO 2**

### **2. INTRODUCCION A LA INYECCION ELECTRONICA DE COMBUSTIBLE**

#### **2.1 Historia de la inyección de combustible**

Existe un gran vínculo entre la carburación y la inyección de combustible, ya que la razón de su existencia es debido a las distintas desventajas que el carburador presento.

La carburación comenzó en 1824 cuando Samuel Morey y Erskine Harzard crearon el primer carburador usado en un motor de tipo atmosférico, en el que se incluía un precalentamiento para la evaporación del combustible.

Michael Faraday, en 1825 experimento con la evaporación de combustibles en estado líquido e hidrocarburos para el funcionamiento de dichos motores, después del gran paso que surgió en la época en cuanto a la destilación de petróleo ligero y obteniéndose la sustancia llamada gasolina.

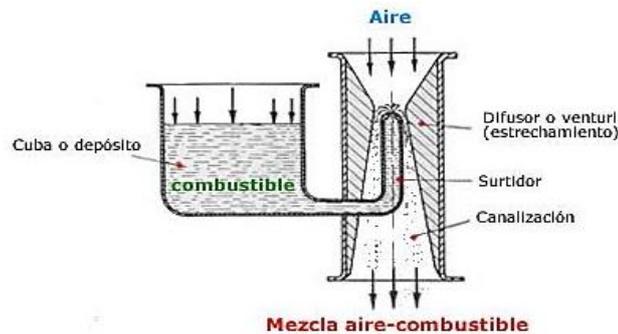
En 1865, Siegfried Marcus, solicito una patente para un diseño de carburador, recalcando la sencillez de su dispositivo comparándolo con la complejidad de los generadores de vapor que existían.

Posteriormente Deutz ideo cerrar el gas para ver que sucedía si mantenía un trapo mojado con gasolina a la entrada del múltiple. Se percató que el motor funciono hasta que el trapo se secó. Así con esta experiencia invento el carburador de mecha, el cual era de tipo estático, es decir no variaba el suministro de combustible a la máquina. Este invento fue aplicado en un carruaje con motor en el año de 1883 1884

## Aplicación de procedimientos del fabricante en la reparación del sistema de inyección electrónica

---

En 1884 se adaptó a un motor, el carburador construido por Fernand Forest el cual incluía una cámara de flotador y una boquilla con rociador de combustible. Un año después Otto logró utilizar un carburador de superficie mejorado, capaz de utilizar una variedad de combustibles líquidos de hidrocarburos incluyendo la gasolina.



**Figura 2: Principio del Carburador de superficie**

**Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net>**

Carl Benz mejoró el carburador de superficie, adicionando una válvula de flotador para asegurar un nivel constante de combustible, en 1886.

En 1892, Maybach planeó el carburador con rociador, el cual se convirtió en la base de todos los carburadores, solicitando un año después una patente para un carburador de rocío, en el cual el combustible se suministraba en forma de boquilla de regadera con cabezal rociador, que se abastecía de una taza de flotador que mantenía el nivel constante. El primer carburador de dos gargantas apareció en 1901 y fue un invento de Krastin, quien afirmaba que formaba buenas mezclas sin importar el flujo masivo de aire.

Los primeros avances de la inyección de combustible comenzaron realmente en la aviación.

En 1903, el aparato Wright Flier utilizó un motor de inyección de combustible de 28 HP.

Antes de la primera Guerra Mundial, la industria de la aviación considero las ventajas obvias que la inyección de combustible proporcionaba. Los

## **Aplicación de procedimientos del fabricante en la reparación del sistema de inyección electrónica**

---

carburadores de los aeroplanos eran propensos a congelarse en los cambios de altitud, limitando la potencia disponible, mientras que en la inyección de combustible no sucede esto. Otro problema era que las tazas de los carburadores eran propensas a derramar combustible.

Se introdujo la bomba de alta presión, también el principio de inyectores calibrados. La bomba de combustible fue la primera en tener una carrera variable del pistón como medio para aumentar o reducir la cantidad de combustible a inyectar.

El auge militar que empezó en Alemania, llevo a la compañía de Robert Bosch al desarrollo de la inyección de combustible para la aviación. Los primeros sistemas de inyección fueron de tipo directa, la cual rocía el combustible a alta presión directamente sobre la cámara de combustión, igual que en el sistema diesel.

La inyección electrónica de combustible se originó en Italia, en el año de 1940, cuando se incorporó un solenoide eléctrico como un medio para controlar el flujo de combustible hacia el motor.

En 1942 el sistema de inyección diseñado por Stuart Hilborn, destacó la inyección indirecta, con la que el combustible es inyectado en el múltiple de admisión exactamente delante de la válvula de admisión. Éste se puede comparar con el sistema de inyección en el cuerpo del acelerador para cada cilindro.

El sistema de inyección Kugelfischer de tipo de lumbrera tenía dosificación regulada. La bomba tenía un émbolo activado por una leva en cada inyector, y la dosificación de combustible se lograba con un intrincado arreglo de regulador-leva. La admisión de aire se controlaba con una sencilla válvula de mariposa

En 1974 Bosch adoptó la inyección de combustible Kugelfischer en una producción en serie que abastecía BMW Motor sport de motores para Fórmula Uno de 1980 a 1985, y el equipo Grand Prix de Renault-Elf de 1977 a 1984.

### **2.2 Carburación frente a la inyección de combustible**

El uso de la inyección electrónica de combustible se hizo importante gracias a las fallas que presentaba el carburador durante el funcionamiento del motor; por lo tanto es el punto de partida para examinar los principios de la inyección de combustible y sus dispositivos.

Debido a que el carburador deja o no pasar el aire, es el primer eslabón para controlar la respiración del motor. En teoría, durante la carrera de admisión, el pistón o embolo debe succionar al interior del cilindro un volumen de mezcla aire-combustible a presión atmosférica, igual al desplazamiento del cilindro. En practica, la cantidad de mezcla aire-combustible es casi siempre menor a la cantidad teórica.

La proporción entre la cantidad teórica y la cantidad real se denomina eficiencia volumétrica. El valor común para un motor moderno es aproximadamente 85% con todo el ahogador.

Los motivos para no llegar al 100% son:

- **Gases calientes en el escape**, que quedan atrapados en el interior del cilindro después de la carrera de escape.
- **Restricciones del carburador** y diseño del múltiple de admisión que limita el flujo de la mezcla hacia los cilindros.
- **Calentamiento de la carga** que entra por un puerto caliente de admisión o por otras secciones calientes que se encuentran cerca del múltiple de admisión, ocasionando que la mezcla de aire-combustible se expanda antes de entrar a la cámara de compresión.

El carburador, a pesar de sus complicaciones, purgas de aire, surtidores de corrección, bombas de aceleración, tubos de emulsión y mecanismos ahogadores sigue siendo un compromiso. Los costos adicionales para mejorar los diseños de carburadores ocasionaron que la industria adopte la inyección de combustible.

### **2.3 Ventajas de la inyección electrónica de combustible.**

Los sistemas de inyección de combustible no están libres de arreglos, pero todavía tienen argumentos a favor. El primero y que algunos expertos afirman es la verdadera ventaja de la inyección electrónica es el libre diseño del múltiple de admisión. Con los carburadores, los múltiples deben diseñarse a tal manera que favorezcan la atomización del combustible y disminuir la formación de gotitas de combustible crudo en las paredes de los ductos o canales de admisión. Por ello debe proporcionarse un calentamiento del múltiple.

El segundo argumento es la capacidad del motor para funcionar a compresión más elevada cuando se inyecta el combustible.

Los sistemas de inyección electrónica de combustible se los puede dividir para su compresión en tres tipos:

1. Suministro de aire
2. Suministro de combustible
3. Parte electrónica

**2.3.1.- Suministro de aire:** los sistemas de inyección de combustible electrónica difiere del carburador en la dosificación, ya que al accionar el pedal del acelerador se controla solo la entrada de aire y no la de combustible. Existe un sistema eléctrico que permite el paso de aire para el funcionamiento de la marcha mínima. Tomando en cuenta el diseño especial del múltiple de admisión para que ingrese la misma cantidad de aire a cada cilindro.

**2.3.2-Suministro de combustible:** se emplea una bomba eléctrica la misma que se encuentra sumergida en el tanque de combustible, la misma que se encarga de enviar el combustible hacia los inyectores; un regulador permite mantener la presión constante en el riel de inyectores, mientras otra tubería que sirve como retorno se encarga de enviar el combustible no utilizado de regreso al tanque. Los inyectores son solenoides eléctricos que dosifican y pulverizan el combustible sobre las válvulas de admisión antes de ingresar a la cámara de combustión.

**2.3.3- Parte electrónica (ECU):** es la encargada de calcular la dosificación en la entrada de combustible, es decir controla el tiempo durante el cual deben permanecer abiertos los inyectores.

Esta cantidad de combustible depende de varios parámetros tales como la temperatura del motor, carga y posición del acelerador, estos cambios son captados por sensores que envían esta información a la ECU, luego esta toma dicha información y procede a dosificar el combustible de acuerdo a los requerimientos del motor.

En los sistemas de inyección electrónica de combustible solo pasa aire por el múltiple de admisión por esta razón se lo puede construir de mayor diámetro, dando mayor flujo de aire al motor y en consecuencia mayor potencia, así también el aire puede ingresar frío y por lo tanto en mayor cantidad durante cada carrera de admisión del pistón, con lo que el llenado es más completo.

Si el combustible es pulverizado directamente en los cilindros (inyección directa), el tiempo de contacto entre las gotas de rocío y el aire es mucho menor; es así que en ese breve momento se produce la oxidación que tiende a ser detonante en la mezcla y por este motivo puede elevarse de 1 a 1.5 la relación de compresión para el mismo tipo de combustible.

El suministro de mezcla aire/combustible a cada cilindro puede ser medido perfectamente y recibirlo en la misma cantidad. En cambio en los carburadores

existe desigualdades de hasta el 30%, es decir, que unos cilindros la mezcla es demasiada rica y en otros demasiada pobre.

La aceleración y la desaceleración son más rápidas, ya que al contrario de lo que ocurre en los sistemas de carburador la cantidad de combustible inyectado cambia constantemente de acuerdo con la posición del acelerador. Como el suministro de combustible puede cortarse cuando se deja de accionar el pedal de aceleración, se ahorra combustible, cosa que no ocurre en el carburador por el sistema de marcha mínima.

Un motor, con inyección electrónica de combustible puede alcanzar más potencia en un rango del 10 al 15%, menor consumo de combustible de hasta un 15% y una disminución notable en los niveles de contaminación.

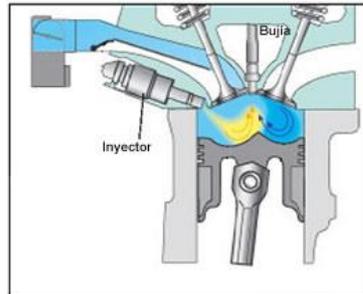
Como se dijo anteriormente el Sistema de inyección electrónica esta diseñados para suministrar la cantidad adecuada de combustible al motor en dependiendo de las condiciones y demandas del conductor. El combustible es vaporizado y atomizado para formar una mezcla adecuada junto con el aire que ingresa por la admisión. Debido a estos se forma un suministro más homogéneo a cada cilindro, además no es necesario precalentar o calentar el múltiple de admisión.

## **2.4 Clasificación de los sistemas de inyección**

### **2.4.1 Según la ubicación del inyector.**

- **Directa:**

El inyector se encuentra en contacto con cámara de combustión y suministra el combustible al interior de esta. Este sistema es poco utilizado debido al corto tiempo que existe para realizarse la mezcla y los problemas tecnológicos del inyector, como son las altas presiones y temperaturas.

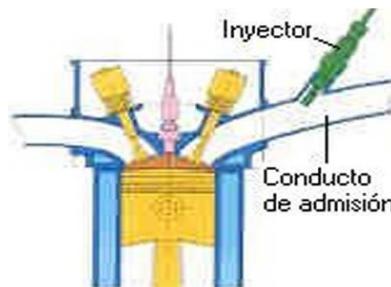


**Fig.2.1. Inyección directa de gasolina**

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net>

- **Indirecta :**

Los inyectores están situados muy cerca de la válvula de admisión, es decir están ubicados en el múltiple de admisión. Este sistema es el más usado actualmente.



**FIG 2.2: Inyección indirecta de gasolina.**

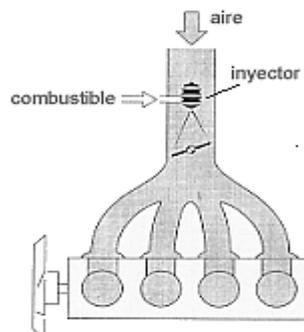
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net>

#### **2.4.2 Según el número de inyectores.**

- **Monopunto:**

Este sistema apareció por la necesidad de abaratar costos que se suponían tenían los sistemas de inyección multipunto en aquel momento. También hubo la necesidad de eliminar el carburador en los vehículos utilitarios de bajo precio para satisfacer las normas de emisiones cada vez más restrictivas. Este sistema consiste en único inyector colocado antes de la mariposa de aceleración, similar a la que tendría un carburador; donde el combustible se suministra por impulsos y a una presión aproximada de 1.5bar, comandada por el regulador de presión.

La dosificación del combustible que proporciona el inyector viene calculada por la ECU; la cual, como en otros sistemas de inyección electrónica, recibe información de diferentes sensores. El parámetro más importante que necesita es la cantidad de aire que ingresa en el colector de admisión, luego están otras medidas como la temperatura del motor, el régimen de giro del cigüeñal, la posición de la mariposa de aceleración, y la composición de la mezcla aire-combustible por medio de la sonda Lambda. Con toda esta información la ECU elabora un tiempo de apertura del inyector para que proporcione la cantidad necesaria de combustible.



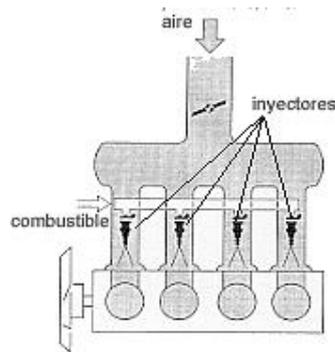
**Fig.2.3 Inyección Monopunto**

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net>

- **Multipunto**

La inyección multipunto tiene tantos inyectores como cilindros tenga el motor. Los inyectores se encuentran alojados en el múltiple muy cerca de la válvula de admisión y pulverizan el combustible según lo indicado por la ECU. El sistema determina la cantidad de combustible a inyectar según las condiciones de carga, presión, temperatura que se encuentre el motor.

Para lograr este proceso, dispone de sensores y actuadores, lo que junto al microcomputador desarrollan los programas de dosificación dados por el fabricante. Mediante el regulador de presión en los sistemas multipunto la presión alcanza los 2 a 2.5bar.



**Fig.2.4 Inyección multipunto**

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net>

### **2.4.3 Por la sincronización de la inyección:**

- **Simultánea.**

Es una inyección indirecta, se basa en inyectar el combustible simultáneamente en todos los inyectores a cierta frecuencia, que no coincide con la apertura de la válvula de admisión de un determinado cilindro, de modo que el combustible se acumula en el colector de admisión, mientras la válvula de admisión permanece cerrada. Cuando se abre la válvula ingresa la mezcla acumulada junto con la nueva que se forme.

- **Semisecuencia**

Los inyectores abren y cierran de dos en dos, inyectando el combustible en los cilindros. En este caso, la ECU, identifica los cilindros que suben y bajan simultáneamente, como en el caso de unos 4 cilindros e inyecta al mismo tiempo al 1-4 y 2-3. En los motores en V, identifica los cilindros de la misma bancada para evitar pulsaciones en la rampa de inyección.

- **Secuencial**

La inyección se produce solo en el momento de apertura de la válvula de admisión. El inyector regula la cantidad de combustible por el tiempo que permanece abierta la válvula, y la frecuencia de apertura se rige directamente de la velocidad de giro del motor.

#### **2.4.4 Por el sistema de control y accionamiento de los inyectores**

- **Mecánica:**

Tanto el control como el accionamiento de los inyectores son mecánicos. Este tipo de inyección se lo utiliza en el sistema K-Jetronic.

- **Mecánica electrónica:**

Difiere en el sistema anterior únicamente en el control ya que es electrónico pero el accionamiento de los inyectores sigue siendo mecánico. Esta variedad se la utiliza en los sistemas KE-Jetronic.

- **Electrónica:**

Es un sistema más avanzado ya que tanto el control como el accionamiento de los inyectores son electrónicos. Esta variante se la utiliza en los siguientes sistemas de inyección:

- ✓ L-Jetronic
- ✓ LE-Jetronic
- ✓ Motronic
- ✓ Digifant

Las configuraciones más comunes que se usan en la industria automotriz son:

- Inyección directa, multipunto y secuencial
- Inyección indirecta, multipunto y secuencial
- Inyección indirecta, multipunto y simultanea
- Inyección indirecta, Monopunto y simultanea

#### **2.5 Inyección electrónica de combustible multipunto.**

El sistema de inyección multipunto es uno de los sistemas de alimentación más precisos, debido a que utiliza la electrónica para obtener una dosificación exacta, la misma que se realiza mediante el control de una serie de parámetros para determinar el tiempo correcto de inyección, estos parámetros son:

## **Aplicación de procedimientos del fabricante en la reparación del sistema de inyección electrónica**

---

- Densidad del aire
- Temperatura del motor
- Régimen de giro del motor
- Tensión de la red del vehículo
- Cantidad de oxígeno residual
- Condiciones de funcionamiento
- Presión absoluta del múltiple de admisión

## **CAPITULO 3**

### **3 INFORMACION GENERAL.**

#### **3.1 Introducción**

El vehículo de prueba en este proyecto posee un sistema de inyección de combustible electrónica multipunto secuencial (MFI). El sistema MFI provee un preciso ratio de mezcla aire/combustible para todas las condiciones de manejo. La ECU O PCM opera el sistema de inyección de combustible.

##### **3.1.1 Modos de operación**

Como las señales de entrada a al PCM cambian constantemente, está continuamente envía señales de salida hacia los actuadores. Por ejemplo, la PCM debe calcular el pulso de cada inyector junto con el tiempo de encendido durante el modo relanti.

La PCM opera en dos modos diferentes:

Open Loop y Closed Loop

Durante el modo Open Loop (aceleración brusca); la PCM recibe señales y esta responde únicamente con datos de programas ya establecidos en su memoria. En este modo no toma las señales de entrada de los sensores de oxígeno (O2S)

Durante el modo Close Loop (aceleración suave); La PCM monitorea las señales de los sensores de oxígeno (O2S), estas señales indican a la PCM cuando calcular o no el pulso de los inyectores para lograr una mezcla aire/combustible ideal. Este ratio es de 14.7 partes de aire a 1 parte de combustible. Esto da lugar a una excelente economía de combustible junto con una baja emisión de gases al ambiente.

El sistema de inyección tiene los siguientes sub modos de operación:

- **Switch de encendido en contacto (On).** Durante este sub modo se producen las siguientes acciones:
  - La PCM pre-ajusta la IAC (motor de relanti)
  - La PCM determina la presión atmosférica mediante el sensor MAP para determinar la dosificación básica de combustible.
  - La PCM monitorea la temperatura del motor igualmente para determinar la dosificación de combustible
  - La PCM monitorea la temperatura del aire en el interior del múltiple de admisión
  - La posición del pedal de aceleración
  - El relé (ASD) es energizado durante 3 segundos por la PCM
  - La bomba de combustible es energizada con el relé de la bomba de combustible controlado por la PCM.
  - Los sensores de oxígeno (O2S) se calientan por medio del relé ASD. Las señales de entrada de estos sensores no son usadas por la PCM para calibrar el ratio aire-combustible durante este sub modo.
  
- **Motor en arranque:** Durante este sub modo la PCM toma las siguientes señales de entrada:
  - Voltaje de la batería
  - Sensor de temperatura del motor
  - Sensor de posición del cigüeñal
  - Sensor de temperatura de aire del múltiple de admisión
  - Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP).
  - Sensor de posición del acelerador (TPS)
  - Relé de arranque del motor
  - Sensor de posición del árbol de levas.

La PCM monitorea al sensor de posición del cigüeñal, si la PCM no recibe señal alguna de este durante 3 segundos, no energizará los demás componentes del sistema de inyección de combustible.

La bomba de combustible es activada por la PCM por medio del relé de la bomba.

Un voltaje es aplicado a los inyectores de combustibles mediante el relé ASD por medio de la PCM. La PCM controla el pulso en los inyectores y la secuencia de la inyección mediante el circuito de masa da cada inyector.

La PCM determina el tiempo de encendido correcto de acuerdo a la señal de entrada del sensor de posición del cigüeñal.

- **Motor en calentamiento:** Mientras el motor alcanza su temperatura de operación, la PCM recibe señales de entrada de:
  - Voltaje de la batería
  - Sensor de posición del cigüeñal
  - Sensor de temperatura del motor
  - Sensor de temperatura de aire en el múltiple de admisión.
  - Presión absoluta del múltiple de admisión (MAP).
  - Sensor de posición del acelerador (TPS).
  - Sensor de posición de la barra de levas.
  - Interruptor de Parqueo/neutral,(solo con transmisión automática)
  - Selector del aire acondicionado.

Basada en estas señales de entrada se producen las siguientes acciones:

Un voltaje es aplicado por medio del relé ASD para energizar los inyectores. La PCM calibra la velocidad del motor por medio de la IAC. También calibra la sincronización del encendido, el aire acondicionado en caso de que el operador lo haya seleccionado o haya sido accionado por el termostato.

Cuando el motor haya llegado a la temperatura de operación, la PCM comenzara a monitorear la señal de entrada de los sensores de oxígeno

(O2S). El sistema luego sale del sub modo de motor en calentamiento y entra en modo Close loop (aceleración suave).

- **Motor en relanti:** Cuando el motor se encuentra a temperatura de trabajo esta pasa al modo close loop (aceleración suave). La PCM recibe señales de entrada desde:
  - Voltaje de batería
  - Señal de selección del aire acondicionado
  - Sensor de posición del cigüeñal
  - Sensor de temperatura del motor
  - Sensor de temperatura de aire del múltiple de admisión
  - Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP).
  - Sensor de posición del acelerador
  - Sensor de posición de la barra de levas.
  - Switch de Parque/neutral (solo en transmisiones automáticas)
  - Sensores de oxígeno.

Basada en estos parámetros la PCM procede a:

Un voltaje es aplicado a la bomba de combustible y a los inyectores por medio del relé ASD. Monitorea la señal de entrada de los sensores de oxígeno (O2S), y calibra el radio de mezcla aire-combustible y el pulso de cada inyector. También calibra la velocidad de giro del motor mediante la IAC.

La PCM opera el compresor de aire acondicionado si el sistema de aire acondicionado fue encendido por el operador del vehículo.

- **Vehículo en marcha:** Cuando el motor se encuentra a temperatura de trabajo la PCM recibe señales de entrada de los siguientes componentes:
  - Señal de selección del aire acondicionado
  - Voltaje de batería
  - Sensor de temperatura del motor
  - Sensor de posición del cigüeñal
  - Sensor de temperatura de aire del múltiple de admisión

## Aplicación de procedimientos del fabricante en la reparación del sistema de inyección electrónica

---

- Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP)
- Sensor de posición del acelerador
- Sensor de posición de la barra de levas
- Switch de parqueo/neutral
- Sensores de oxígeno.

Basado en estas señales de entrada, ocurre lo siguiente:

Un voltaje es aplicado a los inyectores y a la bomba de combustible. La PCM monitorea los sensores de oxígeno O<sub>2</sub>S para calibrar la mezcla aire/combustible y la velocidad de giro del motor mediante la IAC. Calibra el encendido mediante el corte de masa en la bobina de encendido.

- **Aceleración:** La PCM reconoce un abrupto aumento en la señal del sensor de posición del cigüeñal o del MAP, como un incremento de la potencia del motor y aceleración del vehículo. La PCM incrementa el pulso de los inyectores de acuerdo a la apertura de la mariposa de aceleración.
- **Desaceleración:** Cuando el motor se encuentra a temperatura de trabajo y se presenta una desaceleración fuerte la PCM recibe las siguientes señales de entrada:
  - Voltaje de batería
  - Sensor de temperatura del motor
  - Sensor de posición del cigüeñal
  - Sensor de temperatura de aire del múltiple de admisión
  - Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP)
  - Sensor de posición del acelerador
  - Sensor de posición de la barra de levas
  - Switch de parqueo/neutro (solo transmisiones automáticas)
  - Sensor de velocidad del motor

## **Aplicación de procedimientos del fabricante en la reparación del sistema de inyección electrónica**

---

Si el vehículo se encuentra bajo una dura desaceleración con las propias rpm y la mariposa del acelerador cerrada, la PCM ignora las señales de los sensores de oxígeno (O2S). La PCM corta estratégicamente el pulso de los inyectores. Si una desaceleración brusca no existe, la PCM determina el correcto pulso de los inyectores y continúa con la inyección normal.

Basada en las señales de entradas anteriores la PCM calibra la velocidad de giro del motor mediante la IAC.

- **Pedal a fondo:** Durante este modo la PCM recibe las siguientes señales de entrada:
  - Voltaje de batería
  - Sensor de posición del cigüeñal
  - Sensor de temperatura del motor
  - Sensor de temperatura de aire del múltiple de admisión
  - Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP)
  - Sensor de posición del acelerador (TPS)
  - Sensor de posición de la barra de levas

Durante la permanencia en el modo de pedal a fondo, se producen lo siguiente.

Un voltaje es aplicado a los inyectores por medio del relé ASD por acción de la PCM, La PCM controla la secuencia de inyección y el pulso de los inyectores. La PCM ignora la señal de los sensores de oxígeno y provee una predeterminada dosis extra de combustible.

La PCM controla el tiempo del encendido modificando el salto de chispa en la bobina de encendido.

- **Interruptor de encendido abierto (Off).** Cuando el Switch de encendido es puesto en la posición "OFF", La PCM detiene el funcionamiento de los inyectores, bobina de encendido, el relé ASD y el relé de la bomba de gasolina.

## **Aplicación de procedimientos del fabricante en la reparación del sistema de inyección electrónica**

---

Los sub modos de Interruptor de encendido en contacto (On), motor en arranque, motor en calentamiento, aceleración, desaceleración y pedal a fondo se encuentran en el modo Open Loop.

Los sub modos de motor en relanti, vehículo en marcha (motor a temperatura de operación); se encuentran en el modo Close Loop.

### **3.2 Combustibles requeridos**

Este vehículo fue diseñado para cumplir con todas las regulaciones de emisiones y proveer una excelente economía de combustible cuando se use gasolina de alto octanaje. Esta gasolina debe tener como mínimo un octanaje de 87.

Si se aplica gasolina de alto octanaje con sustancias detergentes, aditivos contra corrosión de sistemas de gasolina, estos son recomendados por el fabricante. Usar gasolina que posea estos aditivos ayuda a mejorar la economía de combustible, reducen las emisiones, y mantienen el performance del vehículo.

Gasolina de pobre calidad pueden causar problemas como un encendido difícil, pistoneos, relanti mediocre.

Algunas gasolinas contienen metanol, que es un producto que se obtiene de la madera. **NO SE DEBE USAR GASOLINA QUE CONTENGAN METANOL.** El uso de esta gasolina ocasiona problemas de arranque y conducción así como el daño de partes críticas del sistema de combustible.

### **3.3 Descripción y operación del sistema de inyección.**

#### **3.3.1 Suministro de combustible.**

El suministro de combustible consiste en:

- Módulo de la bomba de combustible, que contiene la bomba eléctrica de combustible, filtro/regulador de combustible, sensor de nivel de

combustible y un filtro de combustible localizado a la salida del módulo de combustible

- Tubos/líneas/mangueras de combustible
- Racores
- Riel de inyectores
- Inyectores
- Tanque de combustible
- Tubo de alimentación del tanque de combustible
- Tapa de tanque de combustible
- Pedal de acelerador
- Cable de acelerador

El combustible no usado es retornado hacia el tanque en el mismo módulo de la bomba de combustible por medio del filtro/regulador.

El conjunto del tanque de combustible de: Tanque de combustible, modulo la bomba de combustible, tuerca de seguro del módulo de la bomba de combustible y válvula de retorno de gases de combustible.

### **3.3.1.1 Modulo de la bomba de combustible.**

El módulo de la bomba de combustible está instalado en la parte superior del tanque de combustible (Fig.3). El módulo de la bomba de combustible contiene los siguientes componentes:

- Un filtro/regulador de presión
- Un filtro separado absorbente
- Una bomba eléctrica de combustible
- Un empaque entre el modulo y el tanque
- Una tuerca de seguridad que retiene al módulo en el tanque
- Unidad del sensor de nivel de combustible
- Conexiones de los tubos (líneas) de alimentación.



**Fig.3 módulo de la bomba de combustible**

**Fuente: <http://www.jeepforum.com>**

### **3.3.1.2 Bomba de combustible**

La bomba de combustible usada en este sistema tiene un motor eléctrico magnético permanente. La bomba de combustible es parte del módulo de la bomba de combustible. El combustible es absorbido a través del filtro malla y enviado hacia el motor eléctrico hasta la salida de la bomba.

La salida de la bomba posee una válvula “check” de una vía que previene que el flujo de combustible retorne hacia el tanque y también mantiene la presión de combustible en la línea cuando el motor está apagado en el momento que la bomba no esté operando.

El voltaje de alimentación para la operación de la bomba es suplido por el relay o relé.



**Fig. 3.1 Bomba de combustible.**

**Fuente: <http://www.jeepforum.com>**

### **3.3.1.3 Sensor de nivel de combustible.**

El sensor de nivel de combustible está anclado a un lado del módulo de la bomba de combustible. Esta unidad consiste de un flotador, un soporte, una resistencia variable (track). La resistencia es usada para enviar señales eléctricas hacia la ECU para que funcione el medidor de combustible y para el control de emisiones que requiere la OBD II.

Cuando el nivel de combustible crece, el flotador y su soporte suben. Esta variación produce que la resistencia baje y el medidor de combustible marcara lleno. Si el flotador y el soporte bajan, la resistencia sube y el medidor de combustible marcara vacío. Después que esta lectura es enviada a la ECU, esta transmitirá los datos a través del harnees hasta el tablero de instrumentos



**Fig. 3.2 Sensor de nivel de combustible.**

**Fuente: <http://www.jeepforum.com>**

### **3.3.1.4 Filtro/regulador de combustible**

Este elemento es una combinación entre un filtro de combustible y un regulador de presión que son usados en todos los motores. Esta localizado encima del módulo de la bomba (Fig.3.2). Un marco separado es empleado para asegurar el filtro/regulador.

El regulador de presión es un componente mecánico que no es controlado por el vacío del motor o por la ECU.

El regulador esta calibrado para mantener la presión en el sistema aproximadamente en 339 kPa +- 31kPa (49.2 psi +- 5psi) hacia los inyectores. Este contiene un diafragma, resortes calibrados y una válvula de retorno. El filtro interno es también parte de todo el conjunto.

## **Aplicación de procedimientos del fabricante en la reparación del sistema de inyección electrónica**

---

El combustible es llevado hacia el filtro/regulador por la bomba de combustible hasta una entrada o tubo abierto en la parte inferior del filtro/regulador.



**Fig.3.2. filtro regulador de combustible**

**Fuente:** <http://www.jeepforum.com>

El regulador actúa como una válvula check para mantener la presión cuando el motor este apagado. Esto ayuda a encender el motor. Una segunda válvula check se encuentra a la salida de la bomba.

Si la presión de combustible excede aproximadamente los 49 psi. Un diafragma interno se cierra y el exceso de combustible es devuelto al interior del tanque a través del mismo regulador. Una línea de retorno no se usa en este sistema.

### **3.3.1.5 Tanque de combustible**

Todos los modelos de tanques son comprobados en un test de giro de 360 grados para verificar que no existan fugas. Para incrementar la seguridad existen válvulas anti volcaduras de control de flujo de gases y combustible.

Todos los modelos están equipados con una o dos de estas válvulas montadas en la parte superior del tanque.



**Fig.3.3 tanque de combustible**

**Fuente:** Autor

### **3.3.1.6 Inyectores de combustible**

Los inyectores de combustible (fig.3.4) son solenoides eléctricos. Se compone de una aguja pulverizadora que cierra el paso de combustible a través de la tobera (boquilla). La tobera junto con la aguja pulverizadora y la presión del muelle o resorte y de alimentación determina la forma de dardo de inyección. La aguja forma parte de un vástago y va encajada en una armadura que se desplaza dentro de una bobina. El resorte presiona el vástago y por consiguiente, la aguja hacia su asiento en la tobera impidiendo el paso de combustible.

El combustible llega al conducto de alimentación y a través de un tubo de conducción llega hasta la punta de la aguja. Por otro lado, la válvula tiene una conexión hacia el exterior por el cual se envía un impulso eléctrico que provoca un campo magnético en la bobina que provoca que el vástago se deslice, abriendo la aguja de paso de combustible a través de la tobera. Un solo inyector es usado para cada cilindro. La parte superior del inyector está sujeta dentro de un orificio en el riel de inyectores. Los inyectores son energizados secuencialmente por la ECU.

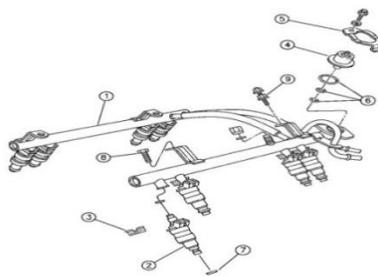


**Fig. 3.4 Inyector de combustible**

**Fuente: Autor**

### **3.3.1.7 Riel de inyectores**

El riel de combustible suministra el combustible necesario a cada inyector y se encuentra ubicado en el múltiple de admisión. El regulador de presión no se encuentra ubicado en el riel en los motores 5.2L/5.9L V8. Tanto la sección izquierda y derecha del riel de combustible se encuentran conectados por medio de una manguera flexible.



**Fig. 3.5 Riel de inyectores**

Fuente: <http://www.factorychryslerparts.com>

### **3.3.1.8 Tapa del tanque de combustible**

La pérdida de combustible o vapor de combustible esta prevenida por el uso de una tapa especial, que sella de una manera presurizada el tubo de llenado de combustible. La ruptura de las válvulas en el interior de la tapa solo se puede dar bajo una presión de 6.58 a 8.44kPa (1.95 a 2.5psi). El vacío que se genera en el tubo de llenado esta entre .97 y 5.0 kPa (.14 y .72 psi). Esta tapa debe ser reemplazada por una unidad similar si es necesario. Esto para que el sistema funcione de manera efectiva.



**Fig. 3.6. Tapa de combustible**

Fuente: <http://www.factorychryslerparts.com>

### **3.4 COMPONENTES ELECTRONICOS DEL SISTEMA DE INYECCIÓN**

Los elementos que conforman el sistema de inyección MPFI son varios, los mismos que se detallan a continuación junto con su localización en el compartimiento del motor.

- **Sensor de temperatura del motor (CTS)**



**Fig.3.7 Sensor de temperatura del motor**

**Fuente: <http://www.quadratec.com>**

El sensor de temperatura del refrigerante CTS (Coolant Temperature Sensor) se encuentra en el sistema de enfriamiento junto a la válvula termostática. El sensor provee una señal de entrada a la PCM sobre la temperatura del refrigerante, la PCM toma esta señal junto con la señal de otros sensores para determinar el pulso de los inyectores junto con el tiempo del encendido. Para determinar el buen funcionamiento del sensor se debe utilizar un multímetro digital de alta impedancia. La resistencia se la debe medir sobre los dos terminales del sensor. La resistencia debe de estar dentro del rango mostrado en la siguiente tabla. Si no lo está, se debe reemplazar el sensor.

**Aplicación de procedimientos del fabricante en la reparación del sistema de inyección electrónica**

---

<b>Temperatura Cel.</b>	<b>Temperatura Fahr.</b>	<b>Resistencia min. (OHMS)</b>	<b>Resistencia Max. (OHMS)</b>
-40	-40	291,490	381,710
-20	-4	85,850	108,390
-10	14	49,250	61,430
0	32	29,330	35,990
10	50	17,990	21,810
20	68	11,370	13,610
25	77	9,120	10,880
30	86	7,370	8,750
40	104	4,900	5,750
50	122	3,330	3,880
60	140	2,310	2,670
70	158	1,630	1,870
80	176	1,170	1,340
90	194	860	970
100	212	640	720
110	230	480	540
120	248	370	410

**Tabla 1. Valores de resistencia del sensor de temperatura de refrigerante y aire del múltiple de admisión.**

- **Sensor de posición del acelerador (TPS)**



**Fig.3.8. Sensor de posición del acelerador**

**Fuente: <http://www.quadratec.com/>**

El sensor de la posición de la mariposa TPS (Throttle Position Sensor), se encuentra ubicado en la garganta de estrangulación solidario al eje del o mariposa.

Informa a la ECU de las variaciones angulares de la mariposa del acelerador como son: aceleración rápida, cargas parciales y carga plena. Cuando la ECU detecta una falla de este sensor graba un código correspondiente en la memoria de la computadora y sustituye la señal de la posición de la mariposa por un valor estimado basado en la rotación del motor, lo cual puede provocar un aumento de la rotación en la marcha mínima del motor.

- **Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP)**



**Fig.3.9. Sensor de presión absoluta**

**Fuente: <http://www.quadratec.com>**

El sensor de presión en el múltiple de admisión mide explícitamente el vacío que se genera en el múltiple en el momento del trabajo del motor, la ECU

## **Aplicación de procedimientos del fabricante en la reparación del sistema de inyección electrónica**

---

recibe esta información para controlar la cantidad de inyección de combustible en función de la carga del motor.

- **Sensor de temperatura de aire del múltiple de admisión (IAT)**



**Fig. 3.10. Sensor de temperatura de aire del múltiple de admisión**

**Fuente: <http://www.jeepforum.com>**

Al igual que el sensor MAP, la PCM utiliza al sensor IAT, para regular la cantidad de combustible a pulverizar por los inyectores en base a la cantidad de aire que ingresa al motor y para esto mide la densidad del mismo por medio de su temperatura.

- **Sensor de posición de la barra de levas.**



**Fig.3.10 Sensor de posición de barra de levas**

**Fuente: <http://www.fixya.com>**

El sensor de posición de la barra de levas está ubicado dentro del distribuidor. Es de efecto HALL y la señal que genera sirve para que la PCM establezca la sincronización de los inyectores en su respectivo cilindro, además de diferenciar los procesos de la inyección de combustible y la generación de chispa en las bujías.

- **Sensor de posición del cigüeñal**



**Fig. 3.11. Sensor de posición del cigüeñal**

**Fuente:** <http://www.quadratec.com>

El sensor es de efecto HALL combinado con un magneto interior. En los motores v8 se encuentra ubicado en la parte posterior del motor, sobre el volante de inercia. Este volante de inercia posee 8 orificios iguales a lo largo de su circunferencia, ubicados cada 45 grados. Cada perforación produce un pulso cada vez que el sensor pasa sobre ellos. El pulso es la señal de entrada para la PCM; por cada revolución del motor, se generan 8 pulsos en los motores v8.

El motor no funcionara si la PCM no recibe señal del sensor. Esta señal sirve para determinar junto con otras señales de entrada la secuencia de la inyección y la velocidad de giro del motor.

- **Sensor de oxígeno. (O2S)**



**Fig. 3.12. Sensor de oxígeno**

**Fuente:** <http://www.jeep4x4center.com>

## **Aplicación de procedimientos del fabricante en la reparación del sistema de inyección electrónica**

---

El sensor de oxígeno o HEGO (Heated Gas Oxygen Sensor) se encuentra en el escape del vehículo, antes del catalizador y después de este en un sistema de catalizador monitoreado.

Informa a la PCM de las variaciones en la concentración de oxígeno en los gases de escape, también permite a la PCM realizar correcciones de las proporciones de la mezcla aire-combustible manteniendo la estequiométrica.

Este sensor empieza a trabajar luego de haber alcanzado una temperatura de alrededor de 360°C, es decir luego de dos minutos de haber encendido el motor, por esta razón es que este sensor viene incorporado con un calentador para llegar a su temperatura de trabajo mucho más rápido y empezar a regular la mezcla estequiométrica y regular las emisiones.

Este sensor entra en ciclo cerrado con la PCM en el momento de su desempeño, por lo cual es de gran importancia su eficiencia, a medida que este sensor detecta una mezcla pobre en los gases de escape en base a la cantidad de oxígeno existente en los mismos, inmediatamente al PCM corrige la mezcla enriqueciéndola.

De igual manera si este sensor detecta una mezcla rica en los gases de escape en función de la cantidad de oxígeno que se hallan en los mismos, la PCM recibe esta información y empobrece la mezcla inmediatamente, la PCM desarrollara estas acciones únicamente cuando entre en lazo cerrado con el sensor de oxígeno.

## **CAPITULO 4**

### **4.1 VERIFICACION DE COMPONENTES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN.**

Para la verificación de los componentes del sistema de inyección son necesarios los siguientes equipos:

1. Multímetro digital
2. Scanner de diagnóstico de códigos de fallas
3. Esquema eléctrico del sistema de inyección
4. Pistola para soldadura de estaño
5. Juego de llaves torx
6. Equipo de comprobación de presión de combustible.

Previo a la verificación con el equipo antes mencionado se procede a una inspección visual del sistema para determinar qué elementos faltan y se encuentran en mal estado, como se muestra en las siguientes imágenes.



**Figura 4.1. Cuerpo de aceleración en mal estado**

**Fuente: Autor**

En la figura 4.1 se puede apreciar que no se encuentran los sensores MAP, TPS y la IAC y el mal estado del cuerpo de aceleración.



**Figura 4.2. Distribuidor sin cables de bujías**  
**Fuente: Autor**

En la figura 4.2 se observa la falta de los cables de bujías.



**Figura 4.3. Ausencia de la PCM**  
**Fuente: Autor**

En la figura 4.3 se observa la falta de la PCM.



**Figura 4.4. Centro de distribución de potencia**  
Fuente: Autor.

En la figura 4.4 se observa la falta de fusibles, relés y el mal estado del centro de distribución de potencia.

#### **4.2 Centro de distribución de potencia**

El cuerpo de aceleración en especial de este modelo de vehículo se encuentra integrado en él, varios sensores importantes para el funcionamiento del sistema de inyección tales como el MAP, TPS y la IAC.

Como se observa en la figura 4.1; el cuerpo de aceleración se encuentra averiado en el mecanismo de posición de las lengüetas de entrada de aire. Además el ducto de vacío para el MAP se encuentra obstruido.

El sector donde se aloja la IAC presenta impurezas causadas por la corrosión, aspecto que también presenta el área donde se aloja el TPS. (Fig. 4.5).



**Figura 4.5. Sensor TPS en mal estado.**  
**Fuente: Autor.**

Para la limpieza de las superficies se emplea un cepillo de cerdas metálicas y spray de limpieza de cuerpo de aceleración que se encuentran en el mercado (figura 4.6).



**Figura 4.6. Instrumentos de limpieza**  
**Fuente: Autor**

Se procede a la limpieza del ducto de vacío del sensor MAP, El área donde se aloja el TPS y la IAC. Tomando en cuenta donde se encuentran localizadas de acuerdo a la figura 4.9; 4.10.

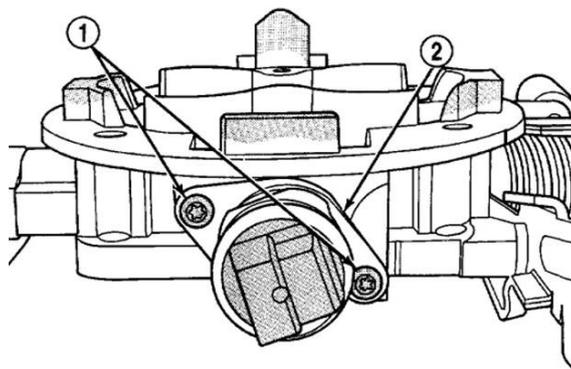


**Figura 4.7. Ducto de vacío del sensor MAP**  
**Fuente: Autor.**



**Figura 4.8. Cuerpo de aceleración limpio.**  
**Fuente: Autor**

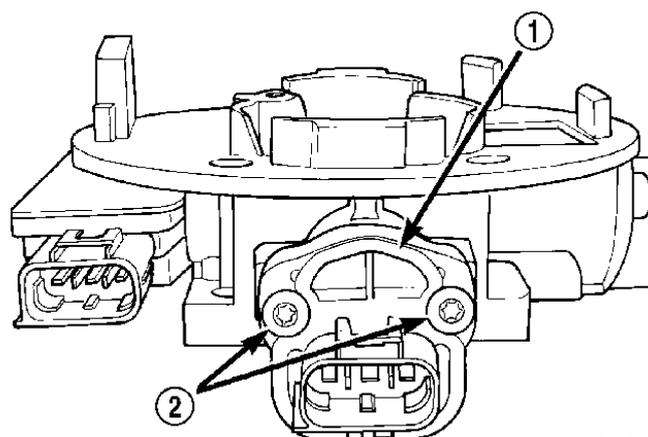
Una vez verificado que se encuentren limpios los ductos y que las lengüetas de paso de aire estén trabajando correctamente, se procede a la instalación de los sensores antes mencionados y a la instalación del cuerpo de aceleración en el múltiple de admisión (Fig.4.9; 4.10; 4.11); tomando en cuenta el correspondiente par de ajuste para los pernos.



**Figura 4.9. Pernos y ubicación de la IAC.**

Fuente: <http://www.justanswer.com>

1. Pernos de ajuste
2. Válvula IAC



**Figura 4.10. Pernos y ubicación del sensor TPS**

Fuente: <http://www.justanswer.com>

1. Sensor TPS
2. Pernos de Ajuste

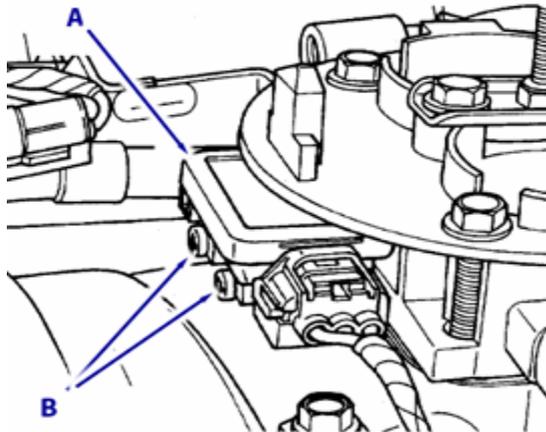


Figura 4.11. Pernos y ubicación del sensor MAP  
Fuente: <http://www.justanswer.com>

- A. Sensor MAP
- B. Pernos de ajuste



Figura 4.12. Cuerpo de aceleración instalado en el múltiple de admisión.  
Fuente: Autor

### 4.3 Inspección del distribuidor y sensor de posición de barra de levas.

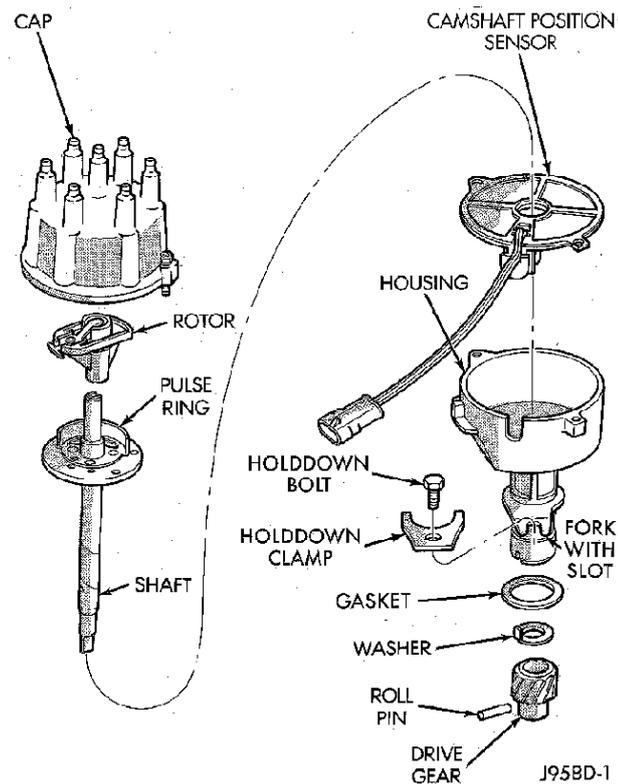
El distribuidor es una parte importante en el sistema de inyección de combustible ya que en su interior se encuentra ubicado el sensor de posición de la barra de levas el mismo que sincroniza el pulso de los inyectores de

## Aplicación de procedimientos del fabricante en la reparación del sistema de inyección electrónica

combustible y la identificación de cada cilindro, y un rotor que es el que reparte la chispa hacia los cables de bujías.

El distribuidor de este vehículo posee un sello para evitar que suba el aceite hasta el sensor de posición de la barra de levas.

En este caso no se encuentra averiado.



**Figura 4.13. Partes del distribuidor.**

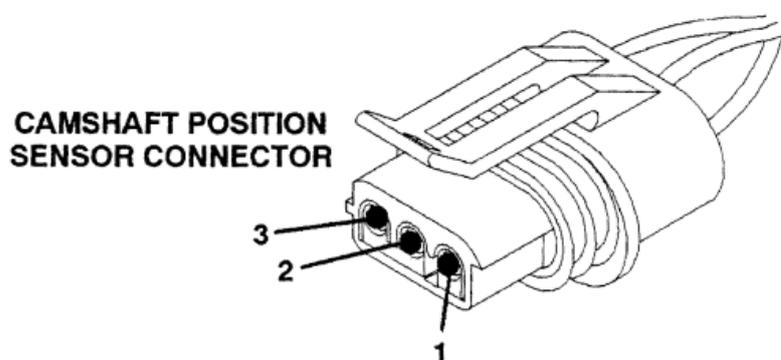
Fuente: <http://www.fixya.com>

- CAP: Tapa.
- ROTOR: Rotor.
- PULSE RING: Ring de pulso.
- SHAFT: Eje.
- CAM POSITION SENSOR: Sensor de posición de la barra de levas.
- HOUSING: Carcaza.
- HOLDDOWN BOLT: Perno de seguridad.
- HOLDDOWN CLAMP: Vincha de anclaje.
- FORK WITH SLOT: Base con guía.
- GASKET: Empaque.
- WASHER: Guardapolvo.
- ROLL PIN: Pasador.
- DRIVE GEAR: Piñón de mando.

Para verificar el estado del sensor de posición de la barra de levas se utiliza Un multímetro análogo no digital. No se debe remover el conector del sensor y utilizando unos clips para papel, inserte un clip en cada terminal por la parte posterior del conector tratando de no dañar los terminales. Luego:

1. Conectar el extremo positivo (+) del multímetro en el cable de salida del distribuidor. (Para identificar el cable ver el diagrama eléctrico en el capítulo 5.)
2. Conectar el extremo negativo (-) del multímetro en el cable de masa del distribuidor.
3. Ajustar el multímetro en la escala de 15 voltios DC.
4. Sacar la tapa del distribuidor hacer girar el motor hasta que el rotor señale la parte posterior del vehículo. El disco de pulso debe estar ubicado justo en la muesca del sensor.
5. Colocar el Switch de encendido en la posición ON; el multímetro debe marcar 5.0 voltios.
6. Si no se lee voltaje, verificar los cables del multímetro.
7. Si el voltaje no existe aún, revisar el cable de entrada o alimentación de voltaje. (ver diagrama eléctrico en capítulo 5).
8. Si no se leen los 5 voltios en el cable de alimentación, revisar voltaje en el conector de la ECU.
9. Si el voltaje aún no existe, se debe utilizar la herramienta de diagnóstico computarizado, (Scanner).
10. Si el voltaje se encuentra en el conector de a ECU, pero no en conector del sensor, entonces se procede a:
  - Revisar la continuidad entre el cable del distribuidor y el conector de la ECU. Si no existe continuidad se debe reparar el cable.
  - Revisar la continuidad entre el cable de salida del sensor y el conector de la ECU. Si no existe continuidad se debe reparar el cable.
  - Revisar la continuidad del cable de masa (-) del distribuidor. Si no existe continuidad se debe reparar el cable.

11. Mientras se observa el multímetro girar el motor con el Switch de encendido. El multímetro debe señalar una fluctuación de voltaje de entre 0 a 5 voltios mientras el motor este girando. Esto determina que el sensor está trabajando correctamente y la señal de sincronización de los inyectores está siendo generada.
12. Si la señal de sincronización no existe, es necesario cambiar el sensor.



CAVIDAD	FUNCION
1	Señal de entrada (5 v)
2	Masa del sensor (-)
3	Señal de salida del sensor

**Figura 4.14. Identificación de las líneas del sensor CPS.**  
Fuente: <http://www.justanswer.com>

#### **4.4 Instalación de los cables de bujías**

Los cables de bujías como se mencionó anteriormente no se encontraban instalados en el vehículo. Se procedió a conseguir los cables apropiados que cumplan con los requerimientos del fabricante y se logró adquirir los cables originales de la marca MOPAR. Estos cables están especialmente diseñados para soportar las altas temperaturas que genera este tipo de motor instalado en el vehículo como también la suciedad de terrenos agrestes, ya que recordemos que es un vehículo todo terreno y por ende puede circular por caminos difíciles donde vehículos normales no podrían.

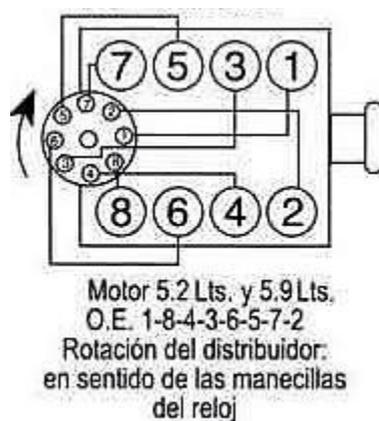


**Figura 4.15. Cables de bujías originales.**

**Fuente: Autor**

Para instalar los cables de bujías es necesario determinar el orden de encendido e identificar el # de cilindro y su ubicación en el motor. Dicha información se encuentra en una grabación en la superficie del múltiple de admisión además del sentido de giro del distribuidor.

Se debe tomar en cuenta esta información para evitar daños graves en el motor cuando entre en funcionamiento.



**Figura 4.16. Orden de encendido y ubicación de los cilindros de motor**

**Fuente: <http://www.autoelectronico.com>**

#### **4.5. Instalación de la PCM.**

Para la instalación es preciso determinar qué tipo de PCM pertenece al vehículo. Esto se realiza mediante el número de serie del vehículo (VIN). Vehicle Identification Number; por sus siglas en inglés. Este número se lo

## Aplicación de procedimientos del fabricante en la reparación del sistema de inyección electrónica

encuentra en el parante inferior izquierdo detrás del parabrisas, en el compartimiento del motor y en la parte posterior de la puerta del conductor.

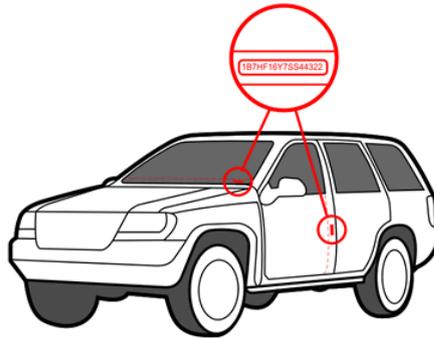


Fig. 4.17. Ubicación del VIN en el vehículo.

Fuente:

El número de chasis o número de bastidor, denominado internacionalmente Vehicle Identification Number (VIN) es una secuencia de dígitos que identifica los vehículos de motor de cualquier tipo, y los remolques a partir de un cierto peso, es un código específico y único para cada unidad fabricada.

Una vez localizado el VIN; se determina qué significado tiene cada dígito del mismo. Esto se necesita para saber que motor, sistemas de confort y otros extras posee el vehículo. Determinando esto se podrá conocer el tipo de ECU que utiliza el vehículo.

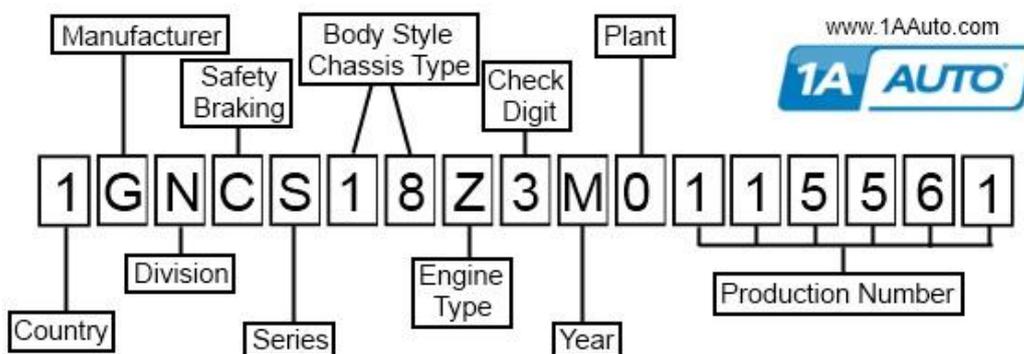


Fig. 4.18 Significado de los dígitos del VIN.

Fuente: <http://www.1aauto.com>

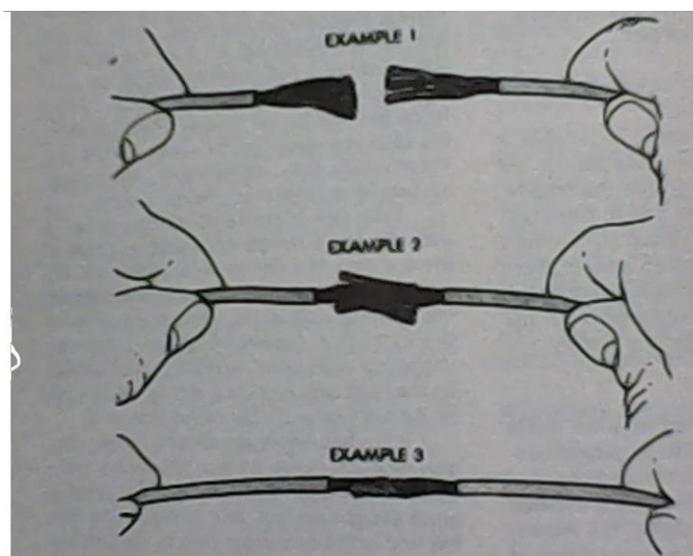
## **Aplicación de procedimientos del fabricante en la reparación del sistema de inyección electrónica**

---

Una vez conocida la PCM se procede a la instalación de esta en el vehículo, cabe recalcar que además de la falta de la PCM, existe un daño en el harnes de la misma.

El daño consiste en que los cables han sido cortados en la parte anterior al socket de la PCM.

Para reparar estos cables es necesario identificarlos ya que cada cable tiene una función específica en el vehículo. Para identificarlos se emplea un diagrama de eléctrico del sistema de inyección donde se encuentran identificados por su color y la función que cumplen.

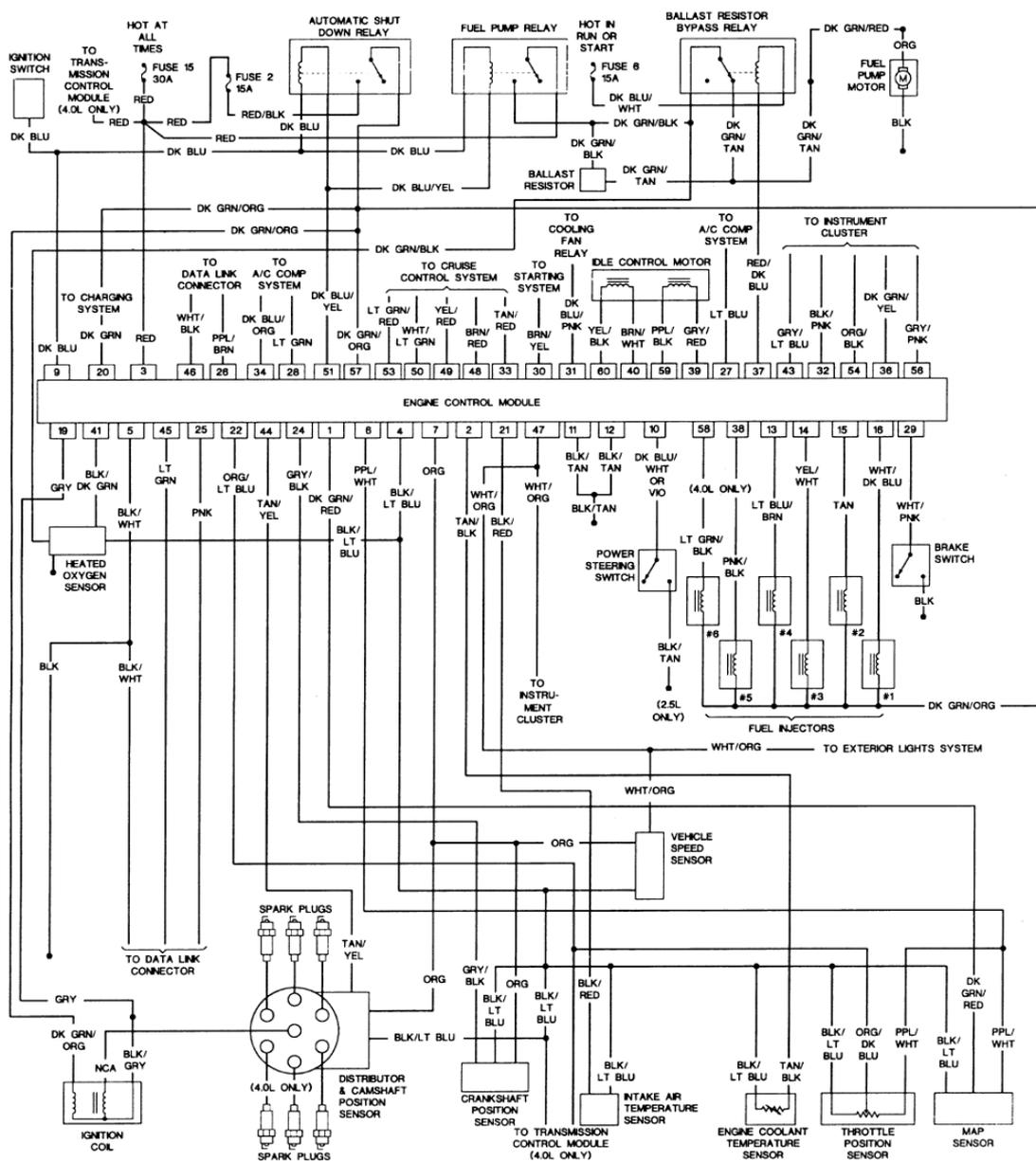


**Fig.4.19. Procedimiento para reparar los cables de la PCM**

**Fuente. Manual de reparación Haynes**

DIAGRAMA ELECTRICO GRAND CHEROKEE 94-96. MOTOR 5.2L

Fuente: <http://www.autozone.com>



## Aplicación de procedimientos del fabricante en la reparación del sistema de inyección electrónica

---

Como se muestra en el diagrama anterior los componentes y las líneas están identificados en inglés. En la siguiente tabla se especifica la traducción de estos componentes.

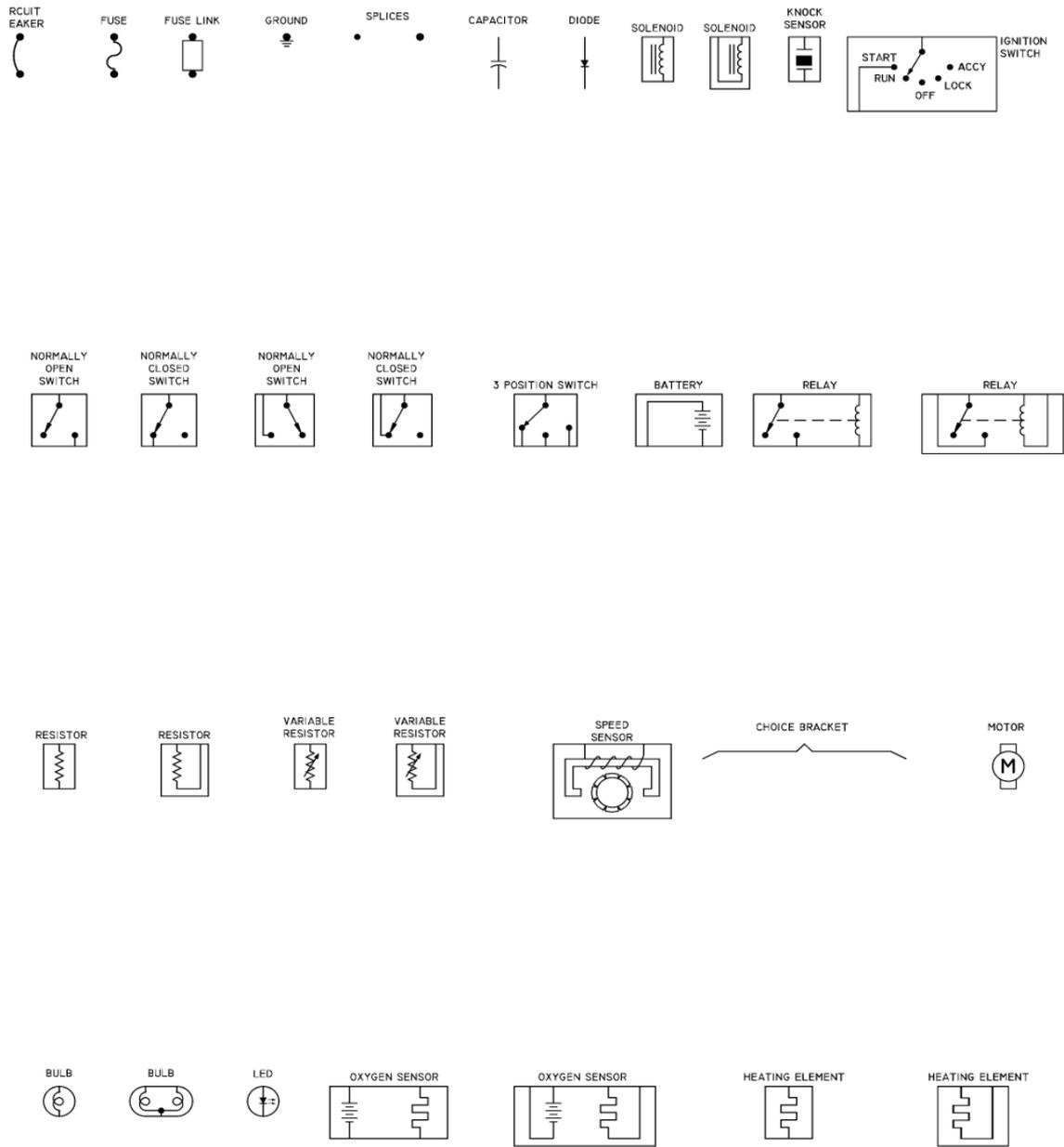
<b>Color</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Traducción</b>	<b>Color</b>	<b>Abreviatura</b>	<b>Traducción</b>
<b>Black</b>	B	Negro	<b>Pink</b>	PK	Rosa
<b>Brown</b>	Br	Café	<b>Purple</b>	P	Purpura
<b>Red</b>	R	Rojo	<b>Green</b>	G	Verde
<b>Orange</b>	O	Naranja	<b>White</b>	W	Blanco
<b>Yellow</b>	Y	Amarillo	<b>Light blue</b>	LBL	Celeste
<b>Gray</b>	GY	Gris	<b>Light green</b>	LG	Verde claro
<b>Blue</b>	BL	Azul	<b>Dark green</b>	DG	Verde oscuro
<b>Violet</b>	V	Violeta	<b>Dark blue</b>	DBL	Azul oscuro
<b>TAN</b>	T	Morado	<b>Not color available</b>	NCA	Color desconocido

Tabla 2: Traducción al español de los colores de las líneas de cables.

Fuente: Autor

SIMBOLOGIA DEL DIAGRAMA ELECTRICO

Fuente: <http://www.autozone.com>



## **CAPITULO 5**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES.**

Una vez finalizado el proceso de restauración del sistema de inyección del vehículo, podemos citar las siguientes conclusiones con el objeto de brindar información concluyente del proyecto.

Se reparó el sistema de inyección del vehículo Grand Cherokee del año 1996 siguiendo los procedimientos del fabricante.

Se realizó un estudio de los diferentes principios de los tipos de inyección electrónica, para así reforzar el conocimiento adquirido previo a la elaboración del proyecto.

Se investigó el sistema de inyección electrónica tipo MPFI secuencial empleada en este vehículo para la correcta reconstrucción del mismo, utilizando diagramas eléctricos y tablas de datos del fabricante.

Se obtuvo datos finales del correcto funcionamiento del sistema de inyección tales como valores de voltaje de los diferentes sensores del sistema de inyección y la ausencia de códigos de avería mediante la utilización de una herramienta de diagnóstico "Scanner", apropiada para ingresar en el sistema del vehículo.

## Aplicación de procedimientos del fabricante en la reparación del sistema de inyección electrónica

---

1. conectar el scanner a puerto OBD II que se encuentra ubicado en la parte inferior de la columna de dirección. Fig. 5.1



Fig. 5.1 Ubicación del conector OBDII en el vehículo

Fuente: Autor.

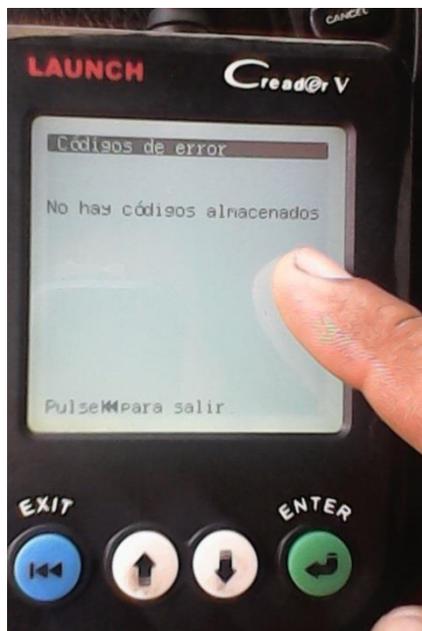
2. El scanner automáticamente ingresa en el sistema del vehículo y nos pedirá 3 opciones como se muestra en la figura 5.2. Se selecciona la opción de leer códigos.



Figura 5.2 Menú inicio de códigos de error

Fuente: Autor

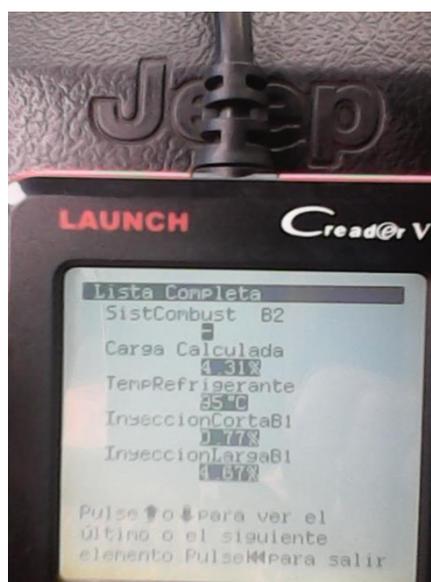
3. Como se observa en la figura 5.3. no se presentan códigos de error en el sistema de inyección del vehículo.



**Figura 5.3.** Pantalla que indica la ausencia de códigos de error en el sistema

**Fuente:** Autor

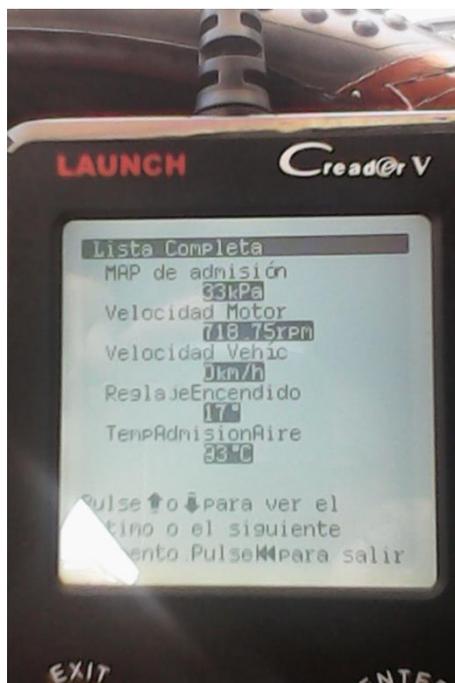
4. Luego con el motor encendido entramos a verificar el funcionamiento de los sensores en forma real Figura 5.4.



**Figura 5.4.** Verificación del sistema con el motor encendido

**Fuente:** Autor

5. En la figura 5.5 se observan los valores de operación de los sensores MAP, Revoluciones del motor, la velocidad del vehículo, Reglaje o ajuste del encendido y la temperatura del aire del múltiple de admisión.



**Figura 5.5. Valores de los sensores MAP, RPM, Ajuste del encendido, sensor IAT y velocidad del vehículo.**

**Fuente: Autor**

6. En la figura 5.6. se observa los valores de la posición de apertura de la mariposa, que es determinada por la TPS, además se determina la ubicación de los sensores de oxígeno y los valores de voltaje que estos envían a la PCM para la corrección de la mezcla de combustible-aire. Para determinar la ubicación de los sensores en la pantalla se muestra lo siguiente:

- B1—S1; B2—S--; en donde B1 quiere decir banco 1. Banco 1 es el lugar donde se encuentra ubicado el cilindro número 1, en este caso es un motor con una disposición en V de 8 cilindros y se presenta otro banco que es el Banco 2. El sensor de oxígeno se encuentra en el tubo de escape de cada banco.
- S1 es el sensor 1 y S2 es sensor 2. En este caso el tubo de escape se une en una sola línea antes del catalizador, no existe sensor 1 en el banco 2.

## Aplicación de procedimientos del fabricante en la reparación del sistema de inyección electrónica

- Se identifica un sensor S1 antes del catalizador y Un sensor S2 ubicado después del catalizador.



Figura 5.6. Pantalla con información de la TPS y sensores O2

Fuente: Autor

7. En la figura 5.7. se muestra la información de los sensores CTS, sistema de combustible del Banco 2, inyección corta del banco 1 y la inyección larga del Banco 1. Además se observa la carga estimada que tiene el motor durante su operación, es decir el porcentaje de esfuerzo que ejerce para su funcionamiento.



Figura 5.7. Lectura de datos del sensor CTS y la carga del motor

Fuente Autor

## Aplicación de procedimientos del fabricante en la reparación del sistema de inyección electrónica

---

8. En la figura 5.8. se observa que no existe código de falla en el funcionamiento del sistema de inyección electrónica.



Figura 5.8. Comprobación del funcionamiento correcto del sistema

Fuente: Autor

## Aplicación de procedimientos del fabricante en la reparación del sistema de inyección electrónica

### 5.2 Costos:

REPUESTOS	TRABAJOS ADICIONALES	CANTIDAD	PRECIO dólares
ECU (unidad de control del motor)		1	300
Cuerpo de aceleración del motor		1	200
Banda motriz		1	25
Cables de ignición		1 juego	78
Aceite de motor		5 litros	35
Fluido de transmisión automática		2 galones	58
Refrigerante de motor		6 litros	32
	Comprobación y limpieza de inyectores de combustible	8 inyectores	40
	Mano de obra		380
	Transporte		60
	Elaboración de monografía y soporte digital	3	190
<b>TOTAL</b>			<b>\$1398</b>

TABLA 3. Costos

Fuente: Autor

## Aplicación de procedimientos del fabricante en la reparación del sistema de inyección electrónica

---

<b>COMPONENTE</b>	<b>DATOS DEL FABRICANTE</b>	<b>LECTURA</b>
<b>RPM (relanti)</b>	720 rpm	708-727 rpm
<b>MAP</b>	1.5-2.1 (V)	1.75(V)
<b>CTS</b>	A 100 C. 640-720 Ohms	690 Ohms
<b>IAT</b>	A 90 C. 860-970 Ohms	930 Ohms
<b>TPS (Posición en relanti)</b>	0.2-1.5 V	0.75 V
<b>Pulso de los inyectores (Relanti)</b>	3.7 ms	3.8 ms
<b>Sensor de oxígeno O2s B1 S1 A 1300 RPM</b>	0.6-1.0 V	0.18 V
<b>Sensor de oxígeno O2s B1 S2 A 1300 RPM</b>	0.6-1.0 V	0.8 V
<b>Vacío (In Hg)</b>	20	20.3
<b>Emisión de CO2 (g/km)</b>	380	430 (no tiene catalizador)

**TABLA 4. Datos obtenidos del sistema de inyección**

**Fuente: Autor**

## **5.2 RECOMENDACIONES**

Dada la sensibilidad de los componentes electrónicos del vehículo, es importante tomar líneas de alimentación de voltaje para accesorios directamente de la batería, no de una línea del sistema de inyección.

No desconectar la batería cuando el motor este encendido, ya que puede causar un aumento de amperaje y dañar los componentes electrónicos de la PCM.

Cuando se esté verificando el voltaje, amperaje o resistencia de las líneas de corriente, evitar que se unan entre sí o que hagan contacto con el motor o la carrocería, ya que producirá un corto y por ende un daño en algún componente electrónico de la PCM.

Verificar bien la polaridad de los cables de batería ya que si se conectan de forma incorrecta, causara daños en el sistema de carga, la PCM y otros componentes.

Si se va a trabajar en las líneas de combustible, siempre desconectar el polo negativo de la batería.

Se debe bajar la presión de combustible de las líneas para minimizar el riesgo de incendio o daño personal.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- 1) Jay Storer y John H Haynes. Manual de reparación Haynes. 861 Lawrence Drive. Newbury Park, California 91320 USA. Manual 24066. Cap.4. Seccion 4-3
- 2) Manual Interactivo Electronico, Jeep Grand Cherokee. Chrysler Corporation. Seccion 14 pag.4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14.
- 3) Manual Interactivo Electronico Jeep Grand Cherokee. Chrysler Corporation. Seccion 14. Pag. 27,28,29.

## **BIBLIOGRAFIA**

Manual Interactivo Electronico, Jeep Grand Cherokee. Chrysler Corporation.

CHILTON'S AUTO REPAIR MANUAL 1995-1999. West Chester, Pennsylvania, EE.UU.

# ANEXOS

## FUEL SYSTEM PRESSURE RELEASE PROCEDURE.

Use the following procedure if the fuel rail is or is not equipped with a fuel pressure test port.

(1) Remove the Fuel Pump relay from the Power Distribution Center (PDC). For location of the relay, refer to the label on the underside of the PDC cover.

(2) Start and run engine until it stalls.

(3) Attempt restarting engine until it will no longer run.

(4) Turn ignition key to OFF position. **CAUTION:** Steps 1, 2, 3 and 4 must be performed to relieve high pressure fuel from within the fuel rail. Do not attempt to use the following steps to relieve this pressure as excessive fuel will be forced into a cylinder chamber

(5) Unplug connector from any injector.

(6) Attach one end of a jumper wire with alligator clips (18 gauge or smaller) to either injector terminal.

(7) Connect the other end of the jumper wire to the positive side of the battery.

(8) Connect one end of a second jumper wire to the remaining injector terminal. **CAUTION:** Powering an injector for more than a few seconds will permanently damage the injector.

(9) Momentarily touch the other end of this jumper wire to the negative terminal of the battery for no more than a few seconds.

(10) Place a rag or towel below the fuel line at the quick connect to the rail.

(11) Disconnect the quick connect fitting to the rail. Refer to Quick-Connect Fittings in this section.

(12) Return the fuel pump relay to the PDC.

(13) One or more Diagnostic Trouble Codes (DTC's) may have been stored in the PCM memory due to fuel pump relay removal. The DRB scan tool must be used to erase a DTC. Refer to Group 25, Emission Control System. See On-Board Diagnostics. FUEL TUBES/LINES/HOSES AND CLAMPS also refer to the section on Quick-Connect Fittings.

**WARNING: THE FUEL SYSTEM IS UNDER A CONSTANT PRESSURE (EVEN WITH THE ENGINE OFF). BEFORE SERVICING ANY FUEL SYSTEM HOSES, FITTINGS OR LINES, THE FUEL SYSTEM PRESSURE MUST BE RELEASED. REFER TO THE FUEL SYSTEM PRESSURE RELEASE PROCEDURE IN THIS GROUP.**

## Aplicación de procedimientos del fabricante en la reparación del sistema de inyección electrónica

---

Inspect all hose connections such as clamps, couplings and fittings to make sure they are secure and leaks are not present. The component should be replaced immediately if there is any evidence of degradation that could result in failure. Never attempt to repair a plastic fuel line/tube. Replace as necessary. Avoid contact of any fuel tubes/hoses with other vehicle components that could cause abrasions or scuffing. Be sure that the plastic fuel lines/tubes are properly routed to prevent pinching and to avoid heat sources.

The lines/tubes/hoses used on fuel injected vehicles are of a special construction. This is due to the higher fuel pressures and the possibility of contaminated fuel in this system. If it is necessary to replace these lines/tubes/hoses, only those marked EFM/EFI may be used. If equipped: The hose clamps used to secure rubber hoses on fuel injected vehicles are of a special rolled edge construction. This construction is used to prevent the edge of the clamp from cutting into the hose. Only these rolled edge type clamps may be used in this system.

All other types of clamps may cut into the hoses and cause high-pressure fuel leaks. Use new original equipment type hose clamps. Tighten hose clamps to 3 N·m (25 in. lbs.) torque.

**QUICK-CONNECT FITTINGS.** Also refer to the Fuel Tubes/Lines/Hoses and Clamps section. Different types of quick-connect fittings are used to attach various fuel system components. These are: a single-tab type, a two-tab type, a plastic retainer ring type or a latch clip type. Certain fittings may require the use of a special tool for disconnection.

**SINGLE-TAB TYPE** This type of fitting is equipped with a single pull tab.

The tab is removable. After the tab is removed, the quick-connect fitting can be separated from the fuel system component. **CAUTION:** The interior components (O-rings, spacers) of this type of quick-connect fitting are not serviced separately, but new pull tabs are available.

Do not attempt to repair damaged fittings or fuel lines/ tubes. If repair is necessary, replace the complete fuel tube assembly.

**WARNING: THE FUEL SYSTEM IS UNDER A CONSTANT PRESSURE (EVEN WITH THE ENGINE OFF). BEFORE SERVICING ANY FUEL SYSTEM HOSES, FITTINGS OR LINES, THE FUEL SYSTEM PRESSURE MUST BE RELEASED. REFER TO THE FUEL SYSTEM PRESSURE RELEASE PROCEDURE IN THIS GROUP. DISCONNECTION/CONNECTION**

(1) Perform fuel pressure release procedure. Refer to Fuel Pressure Release Procedure in this group.

(2) Disconnect negative battery cable from battery.

(3) Clean fitting of any foreign material before disassembly.

(4) Press release tab on side of fitting to release pull tab.

**CAUTION:** If this release tab is not pressed prior to releasing the pull tab, the pull tab will be damaged.

(5) While pressing release tab on side of fitting, use a screwdriver to pry up pull tab.

## **Aplicación de procedimientos del fabricante en la reparación del sistema de inyección electrónica**

---

- (6) Raise pull tab until it separates from quick connect fitting. Discard old pull tab.
- (7) Disconnect quick-connect fitting from fuel system component being serviced.
- (8) Inspect quick-connect fitting body and fuel system component for damage. Replace as necessary.
- (9) Prior to connecting quick-connect fitting to component being serviced, check condition of fitting and component. Clean parts with a lint-free cloth. Lubricate with clean engine oil.
- (10) Insert quick-connect fitting into fuel tube or fuel system component until built-on stop on fuel tube or component rests against back of fitting.
- (11) Obtain a new pull tab. Push new tab down until it locks into place in quick-connect fitting.
- (12) Verify a locked condition by firmly pulling on fuel tube and fitting (15-30 lbs.).
- (13) Connect negative cable to battery.
- (14) Start engine and check for leaks. **TWO-TAB TYPE FITTING** This type of fitting is equipped with tabs located on both sides of the fitting. These tabs are supplied for disconnecting the quick-connect fitting from component being serviced.

**CAUTION:** The interior components (O-rings, spacers) of this type of quick-connect fitting are not serviced separately, but new plastic retainers are available. Do not attempt to repair damaged fittings or fuel lines/tubes. If repair is necessary, replace the complete fuel tube assembly.