



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
ESPE - SEDE LATACUNGA**

CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ

**PROYECTO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TITULO DE INGENIERO DE EJECUCIÓN EN MECÁNICA
AUTOMOTRIZ**

**“CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE UN MÓDULO DE
PRUEBAS DEL SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA
SECUENCIAL (SFI)”**

**JORGE ARMANDO GOMEZ CONSTANTE
ANGEL FABIAN RAMOS CAMPOVERDE**

LATACUNGA – ECUADOR

SEPTIEMBRE, 2005

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto “CONSTRUCCION E INSTALACION DE UN MODULO DE PRUEBAS DEL SISTEMA DE INYECCION ELECTRONICA SECUENCIAL (SFI)” fue realizado en su totalidad por los señores Jorge Armando Gómez Constante y Angel Fabián Ramos Campoverde bajo nuestra dirección.

Ing. Germán Erazo
Director de Tesis

Ing. Julio Acosta
Codirector de Tesis

INDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACION.....	ii
INDICE DE CONTENIDOS	iii
CAPITULO I: SISTEMA DE INYECCION ELECTRONICA DE COMBUSTIBLE MULTIPUNTO SECUENCIAL	- 1 -
1.1. INTRODUCCION.....	- 1 -
1.2. FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS MULTIPUNTO SFI.	- 1 -
1.3. SISTEMA DE ADMISION DE AIRE.	- 4 -
1.4. MODULO DE CONTROL ELECTRONICO.....	- 9 -
1.4.1. ROM.....	- 11 -
1.4.2. PROM.	- 11 -
1.4.3. RAM.....	- 12 -
1.5. DISTRIBUCION DE COMBUSTIBLE.....	- 12 -
1.6. CIRCUITO DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE.....	- 13 -
1.6.1. DEPOSITO DE COMBUSTIBLE.	- 14 -
1.6.2. BOMBA DE COMBUSTIBLE.	- 15 -
1.6.3. REGULADOR DE PRESION.....	- 16 -
1.6.4. RAMPA DE INYECTORES.	- 18 -
1.6.5. AMORTIGUADOR DE OSCILACIONES.....	- 19 -
1.6.6. INYECTOR.....	- 20 -
CAPITULO II: DESCRIPCION DE LOS SENSORES EN SISTEMAS MULTIPUNTO (SFI)	- 22 -
2.1. SEÑALES QUE DEBE RECIBIR EL MODULO DE CONTROL ELECTRONICO.	- 22 -
2.2. SENSOR DE POSICION DE LA MARIPOSA DE ACELERACION (TPS, TP). - 23 -	
2.3. SENSOR DE PRESION EN EL COLECTOR (MAP).....	- 25 -
2.4. SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE LA ADMISION (ATS, MAT, IAT). - 27 -	
2.5. SENSOR DE TEMPERATURA DEL LIQUIDO REFRIGERANTE (WTS, CTS, ECT).....	- 29 -
2.6. SENSOR DE VELOCIDAD DEL VEHICULO (VSS).	- 31 -
2.7. SENSOR DE OXIGENO (O2, EGO, HEGO).	- 32 -
2.8. SENSOR DE ROTACION/REF (CAS).	- 35 -
2.9. TENSION O VOLTAJE DE LA BATERIA.....	- 37 -
2.10. SEÑAL DE ENCENDIDO DEL MOTOR.....	- 38 -

2.11. SEÑAL DE ARRANQUE DEL MOTOR.	- 38 -
2.12. SISTEMA DE AUTODIAGNOSTICO.	- 39 -
2.13. DIAGRAMACION.	- 41 -
CAPITULO III: SISTEMA DE INYECCIÓN MULTIPUNTO – SFI (SEQUENTIAL FUEL INJECTION).	- 42 -
3.1. DESCRIPCION GENERAL.	- 42 -
3.2. DOSIFICACION DE COMBUSTIBLE.	- 43 -
3.3. VALVULA MARIPOSA.	- 47 -
3.4. CONECTOR DE OCTANAJE.	- 47 -
3.5. FUNCION DE PROTECCION CONTRA FALLOS.	- 48 -
3.6. SISTEMA DE CONTROL DE INYECCION DE COMBUSTIBLE.	- 49 -
3.7. SISTEMA DE CONTROL DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE.	- 52 -
3.8. PRECAUCIONES PARA EL DIAGNOSTICO DE AVERIAS.	- 52 -
3.9. AVERIAS INTERMITENTES.	- 53 -
3.10. PASOS A SEGUIR PARA LA INSPECCION DEL CIRCUITO DEL SISTEMA.	- 53 -
3.11. TABLA DE CODIGOS DE DIAGNOSTICOS MULTIPUNTO CORSA. .	- 58 -
3.12. CODIGOS DTC.	- 59 -
3.12.1. CODIGO No 13 SENSOR DE OXIGENO (circuito abierto).	- 59 -
3.12.2. CODIGO No 14 SENSOR DE TEMPERATURA DEL LIQUIDO DE ENFRIAMIENTO (Voltaje bajo).	- 61 -
3.12.3. CODIGO No 15 SENSOR DE TEMPERATURA DEL LIQUIDO DE ENFRIAMIENTO (Voltaje alto).	- 63 -
3.12.4. CODIGO No 19 SENSOR DE ROTACION REF (CAS). (Señal incorrecta de r.p.m.) - 65 -	
3.12.5. CODIGO No 21 SENSOR DE POSICION DE LA MARIPOSA DE ACELERACION (voltaje alto).	- 67 -
3.12.6. CODIGO No 22 SENSOR DE POSICION DE LA MARIPOSA DE ACELERACION (voltaje bajo).	- 69 -
3.12.7. CODIGO No 24 SENSOR DE VELOCIDAD (ninguna velocidad del vehículo).	- 70 -
3.12.8. CODIGO No 33 SENSOR MAP (voltaje alto).	- 72 -
3.12.9. CODIGO No 34 SENSOR MAP (voltaje bajo).	- 73 -
3.12.10. CODIGO No 69 SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE LA ADMISION (voltaje alto).	- 75 -
3.12.11. CODIGO No 71 SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE LA ADMISION (voltaje bajo).	- 77 -
3.13. COMPROBACION DEL CIRCUITO DE LA LUZ "CHECK ENGINE" ..	- 79 -
3.13.1. NO SE ENCIENDE LA LUZ "CHECK ENGINE" CON EL INTERRUPTOR DE ENCENDIDO EN ON.	- 79 -

3.13.2.	DESTELLA LA LUZ "CHECK ENGINE" CON EL INTERRUPTOR DE ENCENDIDO EN ON.....	- 81 -
3.13.3.	NO DESTELLA LA LUZ "CHECK ENGINE" O PERMANECE ENCENDIDA A PESAR DE QUE SE HA CONECTADO A TIERRA EL TERMINAL DEL INTERRUPTOR DE DIAGNOSTICO.....	- 82 -
3.14.	COMPROBACION DEL CIRCUITO DE ALIMENTACION DEL ECM Y DE TIERRA.....	- 83 -
3.15.	COMPROBACION DEL INYECTOR DEL COMBUSTIBLE Y SU CIRCUITO.....	- 86 -
3.15.1.	INSPECCION DEL INYECTOR DE COMBUSTIBLE.....	- 87 -
3.15.2.	DESMONTAJE DEL INYECTOR DE COMBUSTIBLE.....	- 88 -
3.15.3.	INSPECCION DEL INYECTOR DE COMBUSTIBLE.....	- 90 -
3.15.4.	INSTALACION DEL INYECTOR DE COMBUSTIBLE.....	- 93 -
3.16.	COMPROBACION DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE Y SU CIRCUITO.....	- 96 -
3.16.1.	INSPECCION DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE.....	- 97 -
3.16.2.	DESMONTAJE DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE.....	- 98 -
3.16.3.	INSPECCION DEL FILTRO.....	- 100 -
3.16.4.	INSPECCION DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE:.....	- 100 -
3.17.	COMPROBACION DE LA PRESION DEL COMBUSTIBLE.....	- 101 -
3.17.1.	INSPECCION DE PRESION DE COMBUSTIBLE.....	- 103 -
3.18.	INSPECCION DEL ECM Y SUS CIRCUITOS.....	- 105 -
3.19.	SISTEMA DE ENCENDIDO DIRECTO DIS.....	- 110 -
3.19.1.	ENCENDIDO INDEPENDIENTE.....	- 113 -
3.19.2.	ENCENDIDO SIMULTANEO.....	- 113 -
3.19.3.	BOBINA Y MODULO DE ENCENDIDO INTEGRADOS EN EL MISMO CONJUNTO.....	- 120 -
3.20.	DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE ENCENDIDO.....	- 121 -
3.20.1.	PASOS PARA VERIFICAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR DE POSICION DEL CIGÜEÑAL.....	- 121 -
CAPITULO IV : CONSTRUCCION DEL MODULO DE PRUEBAS SFI.....		- 125 -
4.1.	INTRODUCCION.....	- 125 -
4.2.	ANTECEDENTES.....	- 125 -
4.3.	OBJETIVO GENERAL.....	- 125 -
4.4.	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	- 125 -
4.5.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	- 126 -
4.6.	JUSTIFICACION.....	- 126 -
4.7.	INFORMACION GENERAL.....	- 126 -

4.8. COMPONENTES UTILIZADOS.....	- 128 -
4.9. CONSTRUCCION DEL MODULO DE PRUEBAS.....	- 129 -
4.10. GUIAS DE LABORATORIO.....	- 140 -
4.10.1. PRACTICA No. 1: SENSOR DE LA TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE.....	- 140 -
4.10.2. PRACTICA No. 2: SENSOR DE LA MARIPOSA DE ACELERACION.	- 143 -
4.10.3. PRACTICA No. 3: SENSOR DE PRESION EN EL COLECTOR.	- 146 -
4.10.4. PRACTICA No. 4: SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE LA ADMISION.....	- 149 -
4.10.5. PRACTICA No. 5: SENSOR DE OXIGENO.....	- 152 -
4.10.6. PRACTICA No. 6: SENSOR DE ROTACION/REF.	- 154 -
4.10.7. PRACTICA No. 7: VALVULA I.A.C.	- 157 -
4.10.8. PRACTICA No. 8: COMPROBACIÓN DE LOS INYECTORES DEL SISTEMA.....	- 160 -
4.10.9. PRACTICA No.9: COMPROBACIÓN DE LA BOMBA Y SU CIRCUITO.	- 163 -
4.10.10. PRACTICA No. 10: INSPECCIÓN DEL CIRCUITO DEL SISTEMA..	- 166 -
CONCLUSIONES.	- 172 -
RECOMENDACIONES.....	- 173 -
BIBLIOGRAFIA	- 174 -
ANEXOS	- 176 -
ANEXO A	- 176 -

I.- SISTEMA DE INYECCION ELECTRONICA DE COMBUSTIBLE MULTIPUNTO SECUENCIAL

1.1. INTRODUCCION.

En el año de 1999 aparece por primera vez el sistema SFI (Sequential Fuel Injection) multipunto en el PONTIAC GRAN - AM con motor 3.4 V6 SFI, como una creación de GMC.

Los equipos SFI son desarrollados como un avance a los sistemas de inyección electrónica multipunto simultáneos, con el objetivo de mejorar el consumo de combustible, al suministrar un inyector a la vez, o en pares y no todos los inyectores en forma simultanea como lo hacia el sistema anterior.

Con el sistema SFI se obtiene un ahorro de combustible, menor contaminación ambiental y un mejor desempeño del motor gracias a la mayor dosificación.

El sistema integra el control del encendido por medio del módulo DIS sin distribuidor, y añade nuevas funciones de control de emisión de gases de escape como el sensor de oxígeno y el catalizador, con el objetivo de lograr una menor contaminación del medio ambiente, cumpliendo de esta forma con las normas ambientales de nuestro país.

1.2. FUNCIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS MULTIPUNTO SFI.

El sistema de inyección electrónica secuencial basa su funcionamiento en la medición de ciertos parámetros como son, la densidad de aire que establece el estado de carga del motor, el régimen de giro del motor, posición del cigüeñal o del árbol de levas, la temperatura del aire que ingresa al motor, la temperatura del líquido refrigerante, la posición de aceleración y el monitoreo del contenido de oxígeno de los gases de escape. Estos parámetros son medidos para informar a la computadora, la cual los relaciona y envía señales eléctricas de gran precisión

a los inyectores. El combustible finalmente pulverizado se mezcla con el aire aspirado por el motor y esta mezcla ideal se combustiona dentro de la cámara.

A continuación presentamos un esquema de los sistemas Multipunto SFI. En la figura 1.1 tenemos el funcionamiento básico del sistema.

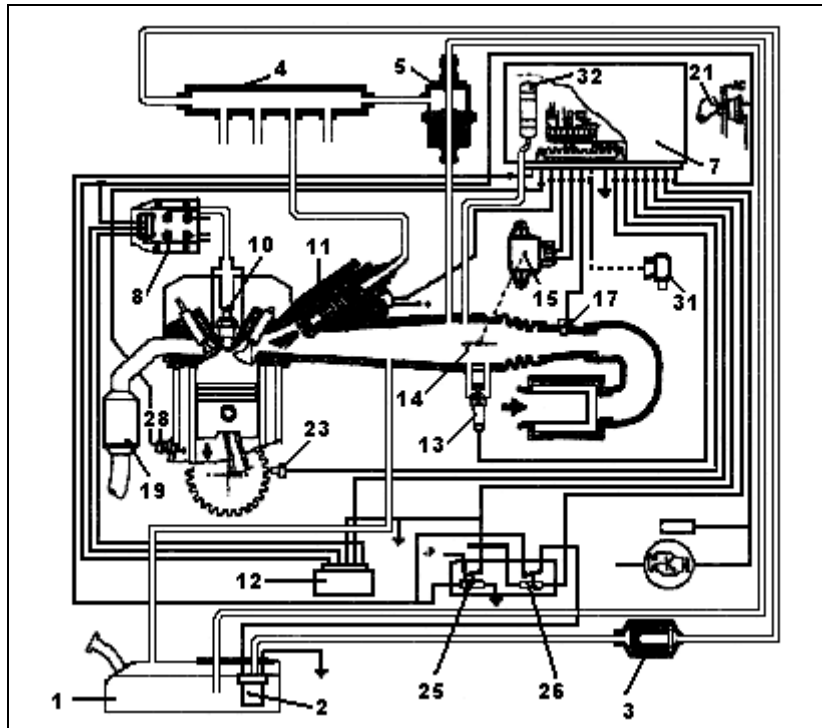


Figura 1.1. Esquema general de la composición de un equipo de inyección de gasolina multipunto SFI. 32 Medidor de presión absoluta (MAP). 15 Sensor de posición de la mariposa (TPS). 23 Sensor de rotación (CAS). 17 Sensor de temperatura del aire de admisión (ATS).

“El sistema puede tomar como señal base la presión en el múltiple de admisión. El estado de carga del motor es proporcionado a la ECU por medio del estado de depresión a que se encuentra el colector de admisión, valor que se transmite a la ECU por medio de una tubería o manguera conectada a una toma de vacío en el múltiple de admisión que va a parar al captador de presión absoluta (Sensor MAP).

El valor proporcionado a la computadora por el sensor de presión del colector (MAP) debe estar, además, relacionado con las señales eléctricas que la

ECU recibe del sensor de posición de la mariposa de aceleración. De esta forma la ECU conoce en todo momento el estado de carga del motor”¹.

Pero estos parámetros, por sí solos, no son representativos del volumen de aire que penetra en el colector de admisión, sino que también es necesario conocer el estado de régimen de giro del motor en cada caso y relacionar esta información con el estado de carga. Esta información recibe la ECU por medio del sensor de rotación (CAS), el cual es de vital importancia para controlar el encendido y la inyección.

En los sistemas SFI la inyección de combustible se realiza de una forma precisa cada 180 ° de giro del cigüeñal en el cilindro contrario al que efectúa el encendido, por ejemplo si se realiza el encendido en el cilindro 4 se realizará la inyección en el cilindro 1 y viceversa, lo mismo ocurrirá con los cilindros 2-3.

Estos datos son procesados en la ECU y sufren una corrección a través de la información que se recibe de la sonda de la temperatura de aire (ATS).

Otra característica especial de este equipo la encontramos en el hecho de que no dispone de distribuidor, con lo que se evita los problemas de desajuste de esta pieza a través de su sistema de fijación. Este sistema es denominado, sistema sin distribuidor DIS.

El sistema DIS consta de una bobina provista de dos arrollamientos secundarios que se simultanean en la creación de la chispa. Al mismo tiempo, cada bobina manda corriente de alta tensión a dos bujías simultáneas. Una de estas chispas coincide con el momento de encendido de su cilindro, pero la otra es innecesaria en ese preciso momento. Acto seguido se pasa a realizar la misma operación en el otro arrollamiento secundario.

¹ CASTRO MIGUEL, Manual del Automóvil. Editorial CEAC, 4ta edic, 2003. Barcelona, España. Pág. 238.

1.3. SISTEMA DE ADMISION DE AIRE.

Este sistema figura 1.2, es el encargado del ingreso correcto de la cantidad de aire desde la atmósfera hasta los cilindros, en este sistema están considerados las mangueras, el depurador, filtro de aire, múltiple de admisión. Se deben controlar que no existan fugas, ni ingresos adicionales de aire, ya que estos no serán captados por el caudalímetro del sistema (MAP) afectando notablemente la relación aire-combustible, por ende la potencia del motor, economía del combustible, y las emisiones van a ser altas.

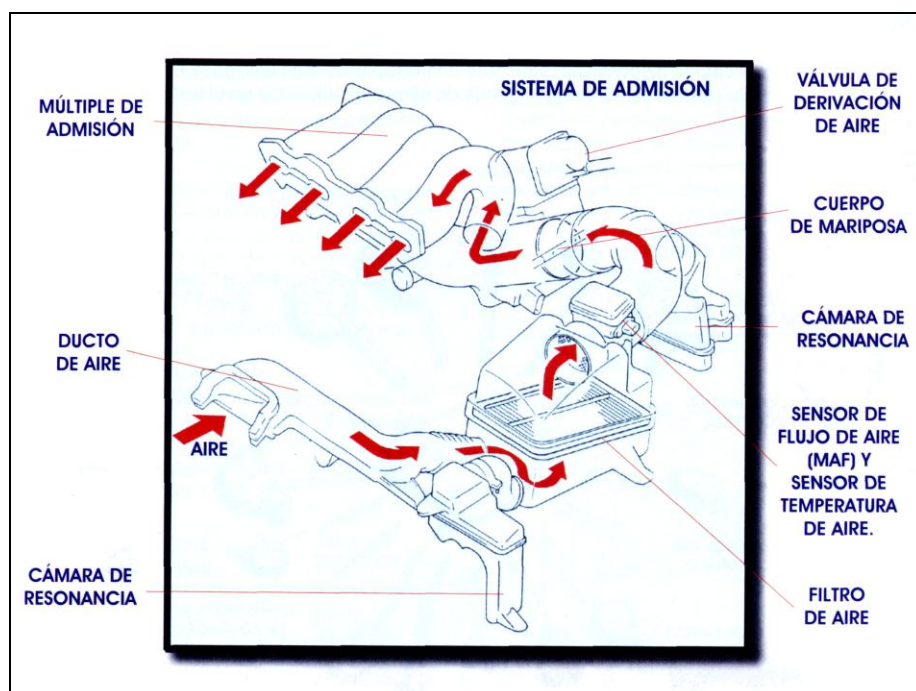


Figura 1.2. “Sistema de admisión. Son componentes del subsistema de aire las válvulas: IAC o ISC, VSV (válvulas de ventilación) del Cánister EVAP, EGR, y PCV.”²

La válvula de control de aire (IAC) figura 1.3, ajusta la cantidad de aire, que le permite desviarse más allá de la válvula del acelerador en posición de marcha mínima, con el fin de mantener la velocidad apropiada mínima, o marcha en ralentí.

² RUEDA JESUS, Técnico en mecánica y electrónica automotriz. Editorial DISELI, 1ra edic. 2003. Bogotá, Colombia. Pág. 746

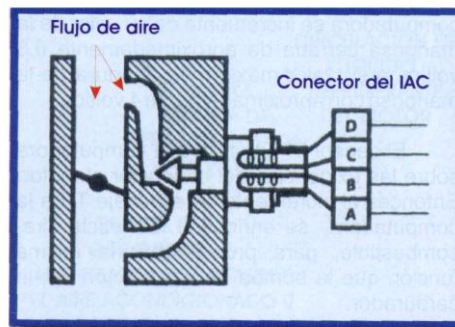


Figura 1.3. "Cuerpo del acelerador."³

La válvula solenoide de IAC abre el paso del aire de derivación cuando la ECM lo activa y se cierra cuando lo desactiva. El ECM detecta el estado del motor utilizando las señales de los distintos sensores, y mientras se repite el ciclo de activación y desactivación de la válvula solenoide del IAC a una velocidad de 500 veces por segundo, se controla el flujo de aire de la derivación, aumentando y disminuyendo el intervalo de activación dentro del ciclo.

En el depósito de combustible figura 1.4, se generan vapores combustibles peligrosos, los cuales contaminan la atmósfera, además de convertirse en un elemento altamente explosivo

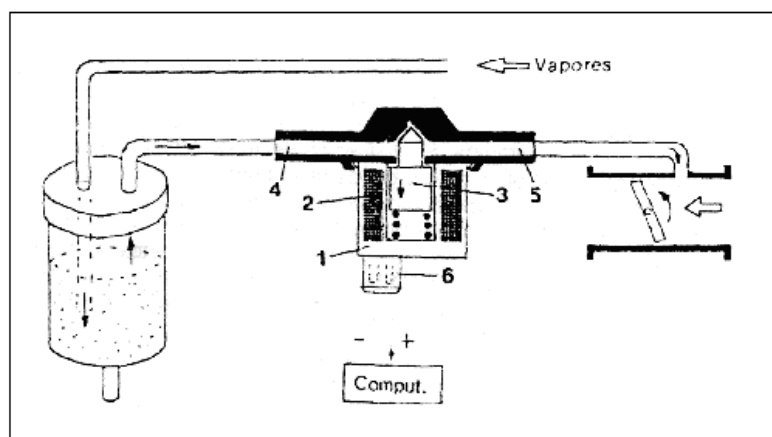


Figura 1.4. Control de la válvula evaporadora. 1 Cuerpo de la válvula. 2 Bobina. 3 Núcleo de hierro. 4 Conducto de entrada. 5 Conducto de salida. 6 Conector eléctrico.

³ RUEDA JESUS, Técnico en mecánica y electrónica automotriz. Editorial DISELI, 1ra edic. 2003. Bogotá, Colombia. Pág. 751

Debido al peligro mismo y a que se intenta regular las contaminaciones ambientales, se ha diseñado un sistema de reutilización de estos vapores del combustible, dirigiéndolos primeramente a un filtro de carbón activado denominado CANISTER, y luego, de forma controlada, ingresan al colector de admisión a través de una válvula solenoide o válvula electromagnética denominada EVAP, la cual es controlada por la computadora cuando se requiera que estos gases de evaporación de combustible sean combustionados por el mismo motor.

La válvula EGR figura 1.5, es la encargada de hacer recircular los gases de escape del colector de escape al colector de admisión, y se clasifican según su funcionamiento en: "neumáticas" y "eléctricas".

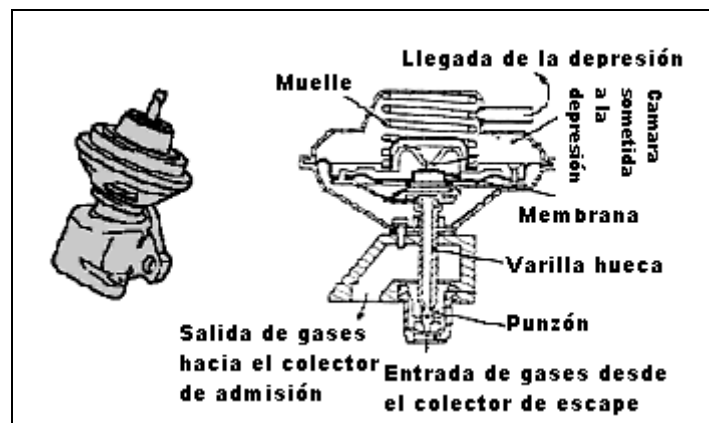


Figura 1.5. Válvula EGR

- **Neumáticas:**

Las válvulas EGR neumáticas figura 1.6, son accionadas por depresión o vacío. Están constituidas por una membrana empujada por un muelle, que abre o cierra una válvula a través de una varilla hueca en cuyo extremo lleva un punzón. La varilla está acoplada a la membrana, que se mueve abriendo la válvula cada vez que la depresión actúa sobre la membrana y vence la presión del muelle.

Para controlar la depresión que actúa sobre las válvulas EGR necesitamos de otra válvula separada en este caso eléctrica que será controlada por la ECU. En los esquemas estudiados anteriormente la válvula que controla la depresión o

vació sobre la válvula EGR serían en el primer esquema el "Convertidor EGR" y en el segundo esquema la "Electroválvula de inversión".

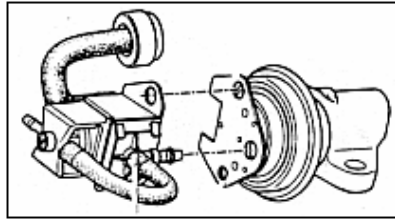


Figura 1.6. Hay otros sistemas EGR en los que la Válvula EGR y la electroválvula que controla la depresión o vacío (Convertidor EGR) van juntas es decir forman la misma pieza por lo que se simplifica el sistema como se ve en la figura.

- Eléctricas:

Las válvula EGR eléctricas se caracterizan por no tener que utilizar una bomba de vacío para su funcionamiento por lo que trabajan de forma autónoma. El mayor o menor volumen de gases a recircular viene determinada por la UCE, que tiene en cuenta ciertos parámetros como: la velocidad del coche, la carga y la temperatura del motor.

“La válvula EGR eléctrica figura 1.7, cuenta con un pequeño sensor en su interior que informa a la UCE en todo momento, la posición que ocupa el elemento que abre o cierra el paso de la recirculación de los gases de escape. Este tipo de electroválvula no se resiente de la depresión, por tanto puede abrirse con cualquier carga motor y con cualquier depresión en el colector.”⁴

⁴ COELLO SERRANO EFREN, Sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina. Ediciones América, 1ra edic., 2002. Quito, Ecuador. Pág. 51.

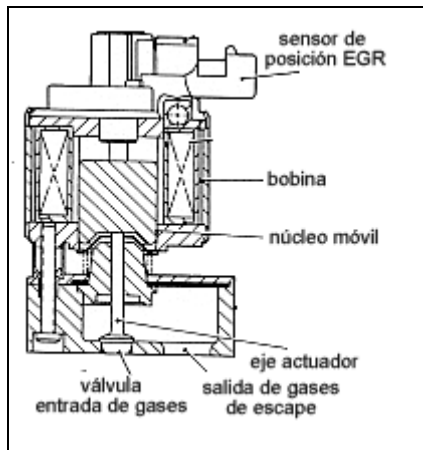


Figura 1.7. Válvula EGR eléctrica

Durante la intervención del sistema EGR figura 1.8, los gases de escape "B" son interceptados y canalizados a través del conducto "C" hacia la válvula "D", que gobernada por la centralita, levanta la válvula "E" permitiendo que los gases de escape sean canalizados hacia la admisión a través del conducto "F".

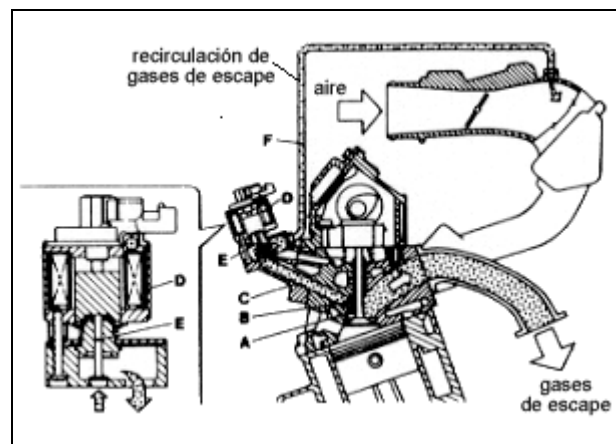


Figura 1.8. Funcionamiento del sistema EGR

Parte de los gases de compresión formados por aire y gasolina vaporizada, pasan a través de las paredes de los cilindros y los segmentos, por más perfecto que sea el sellado o el motor sea nuevo durante el funcionamiento de este y quedan en forma de vapor. Este vapor se condensa y desciende hacia el cárter, en donde tiende a descomponer el aceite del motor perdiendo sus propiedades y el agua pasa hacia la parte superior del aceite, en donde es absorbido primero por la bomba de lubricación durante el arranque, produciendo un desgaste excesivo del motor.

Para evitar este fenómeno se ha incorporado **el sistema de ventilación del cárter**, el cual procede a la filtración y ventilación de estos vapores, a través de la válvula de retención regulada, conocida como válvula PCV, y los gases producto de la combustión tienen otra oportunidad de quemarse por medio de la recirculación hacia el múltiple de admisión.

En la figura 1.9 se muestra el funcionamiento del sistema PCV. Desde el bloque los vapores de aceite del cárter son evacuados hacia un decantador, allí se produce el enfriamiento, condensándose parte de los vapores de aceite y escurriéndolo nuevamente al cárter. La parte no condensada es aspirada por el motor desde los colectores de admisión y, a través del conducto y calibre, donde toman aire que llega de la admisión a través del conducto.

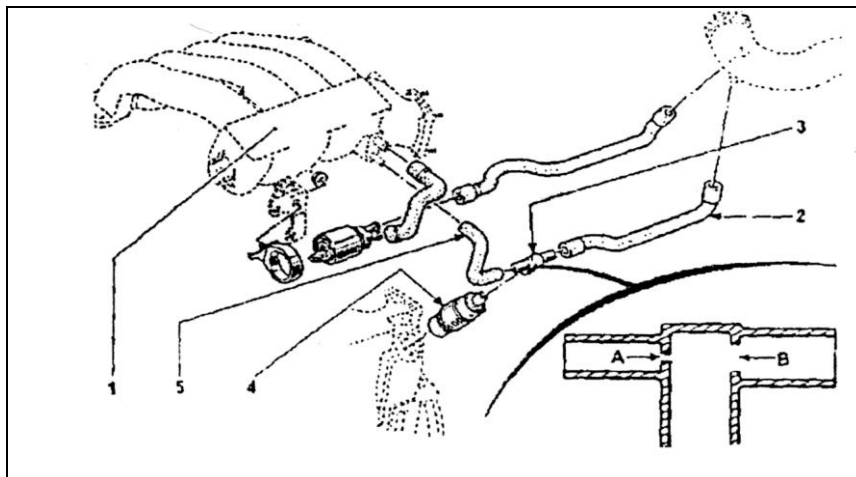


Figura 1.9. Sistema de ventilación del cárter PCV. 1 Colector de admisión. 2 Toma de aire. 3 Calibre. 4 Decantador. 5 Conducto.

1.4. MODULO DE CONTROL ELECTRONICO.

El módulo de control electrónico ECM o unidad de control electrónica UCE, es el encargado de recibir todas las señales de los diferentes sensores, interruptores, incluido el voltaje de batería, figura 1.10, y procesar toda esta información sobre el desempeño del motor, para ordenar a los diferentes actuadores para que realicen una determinada función y garantizar el correcto funcionamiento del motor.

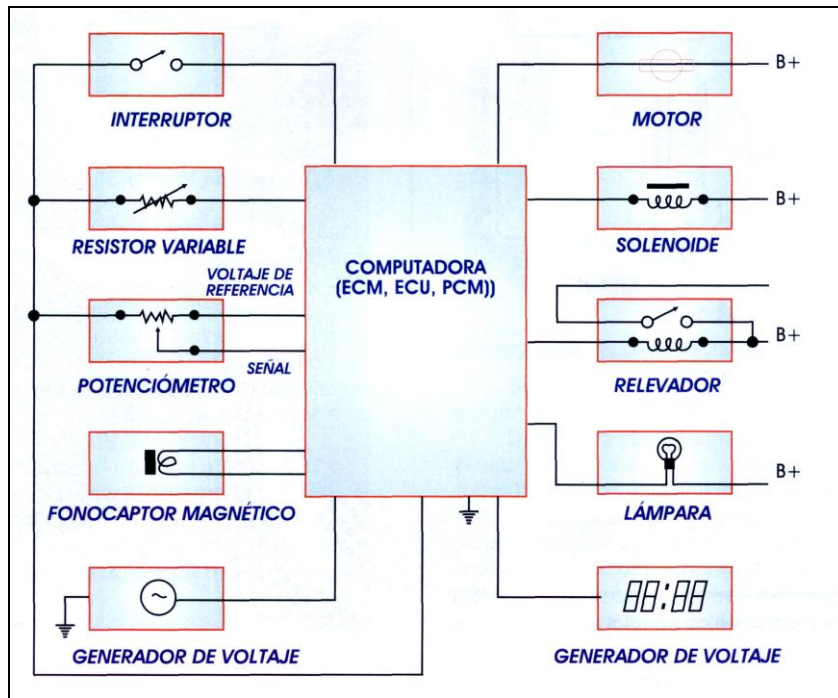


Figura 1.10. Unidad de Control Electrónica

El ECM utiliza microprocesadores para reunir información, procesarla y enviar señales a los transistores excitadores para que activen los diferentes circuitos actuadores. Los tres procesadores principales son el RAM (memoria temporal), el ROM (programa básico de computadora) y el PROM (programa de sintonía fina), figura 1.11.

Los tres procesadores principales son utilizados para almacenamiento de memoria y toma de decisiones.

El PROM contiene información acerca del tamaño, peso, motor relación final de tracción, transmisión, diseño de leva y dispositivos de control de emisiones.

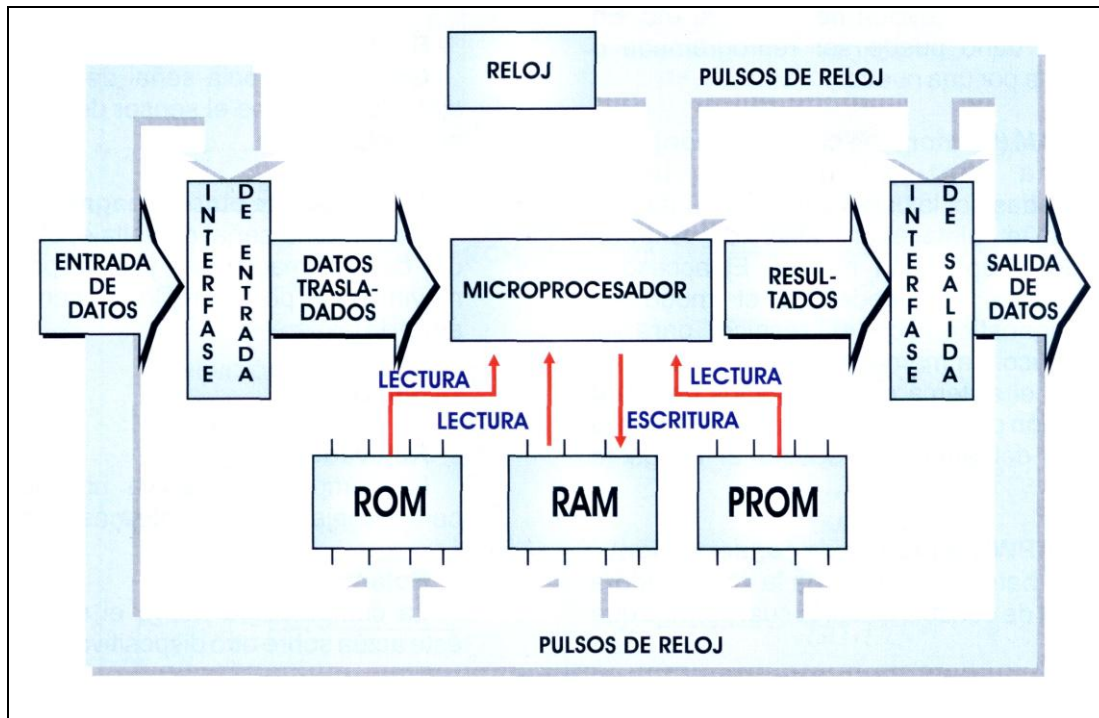


Figura 1.11. Microprocesadores de la ECM

1.4.1. ROM.

Significa Read Only Memory, este microprocesador contiene el programa básico del ECM es la parte que dice cuando veo que esto sucede, tengo que hacer que suceda aquello. El ROM presenta una memoria no volátil. Esto significa que aun cuando la potencia se va el ROM, retendrá su programa y memoria indefinidamente.

1.4.2. PROM.

Programmable Read Only Memory, es el microprocesador de calibración o sintonía fina. Al igual que el ROM, el PROM es también no volátil, este chip contiene información acerca de la especificación del auto en el cual se instala el ECM. El tipo de información incluye lo siguiente: tamaño del vehículo, clase y peso, resistencia aerodinámica, resistencia de rodamiento, tamaño del motor, relación de la tracción final, tipo de transmisión, diseño del árbol de levas, dispositivos utilizados para el control de emisiones.

La información del PROM es utilizada por el ROM para ayudarle a tomar decisiones, cuando se realizan modificaciones al motor en los últimos modelos Chevrolet de inyección de combustible, el PROM se debe reemplazar con uno que contenga un programa de alto rendimiento.

1.4.3. RAM.

Random Acces Memory, es utilizado por el ECM para el almacenamiento temporal de la información o para llevar a cabo cálculos matemáticos. Además el ECM almacena información acerca de la historia de la proporción de aire – combustible del motor y de las fallas que han sido detectadas en los circuitos sensores y actuadores del sistema de inyección combustible.

1.5. DISTRIBUCION DE COMBUSTIBLE.

La distribución de combustible (figura 1.12), a los diferentes cilindros, es realizada por el circuito de alimentación de combustible mediante los inyectores y el riel de inyectores.

Los inyectores se encuentran fijados a la flauta o riel de inyectores, en el cual además se encuentra el regulador de presión. El riel de inyectores provee de combustible a los inyectores, y estos pulverizan el combustible en cada uno de los conductos de cada cilindro del colector de admisión, poco antes a las válvulas de admisión.

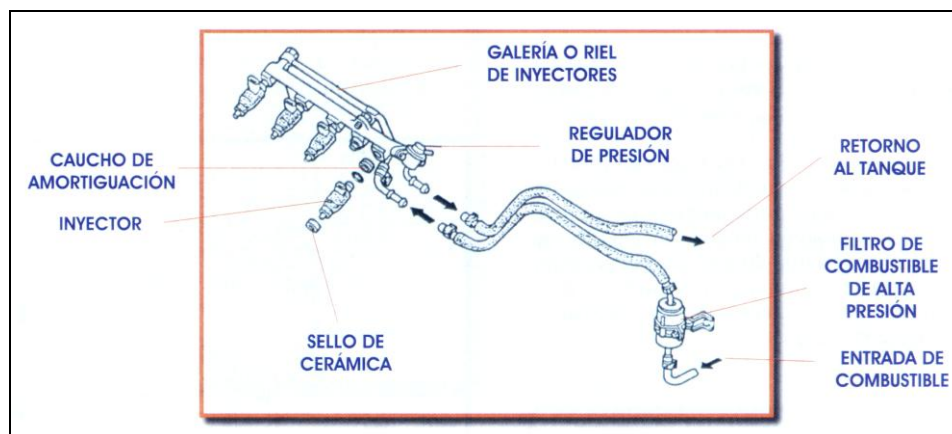


Figura 1.12. Distribución de combustible

1.6. CIRCUITO DE ALIMENTACION DE COMBUSTIBLE.

El circuito de alimentación de combustible figura 1.13, es conocido también como subsistema hidráulico, y su misión es la de suministrar el combustible a cada uno de los cilindros de una manera dosificada y controlada por la ECM.

Este sistema consta de los siguientes elementos: el tanque de combustible, una bomba eléctrica que va sumergida en el tanque, el filtro metálico, la rampa o flauta, los inyectores, el amortiguador de oscilaciones, el regulador de presión y las cañerías de llegada y retorno del combustible.

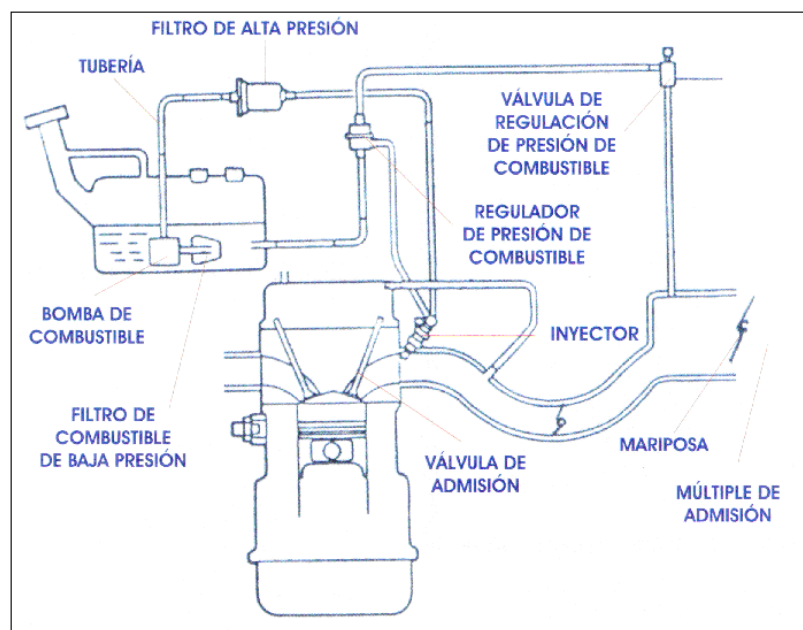


Figura 1.13. Circuito de alimentación de combustible

La bomba eléctrica succiona el combustible del tanque a través de un prefiltro, para evitar que las impurezas dañen este elemento, luego el combustible es enviado hacia el riel de inyectores a través del filtro, para evitar que posibles suciedades dañen el sistema de alimentación.

La bomba es el elemento encargado de suministrar la presión y el caudal necesarios, pero como siempre la bomba está sobredimensionada en todos los sistemas tanto en la presión que se requiere como en el caudal de alimentación,

se necesita de un regulador que tiene la función de mantener una presión estable en el sistema.

El regulador de presión a más de mantener la presión estable para la cual fue diseñado el sistema, permite el retorno del combustible hacia el tanque por la cañería de retorno al tanque.

Los inyectores están conectados a la flauta y gracias a que el combustible está a la presión regulada dentro del riel, el combustible es pulverizado al múltiple de admisión antes de la válvula en el momento que el inyector recibe el pulso eléctrico de la ECM y la electroválvula es abierta.

Por la acción de los inyectores al abrirse rápidamente las electroválvulas, se produce bajas instantáneas de la presión regulada lo que produce cavitación o pequeñas burbujas dentro de la flauta y para evitar este fenómeno se requiere del amortiguador de oscilaciones.

1.6.1. DEPOSITO DE COMBUSTIBLE.

“Existen diferencias entre los depósitos utilizados en los sistemas a carburador y los de inyección, en un sistema de inyección a gasolina se utiliza un deposito presurizado, para evitar la fuga peligrosa de los vapores que se generan con el movimiento y el aumento de temperatura. Estos vapores producidos son recirculados para que el motor los vuelva a absorber por medio de controles que posee, sin ocasionar desperdicios y sobre todo evitando que contaminen el ambiente”⁵.

El depósito de combustible figura 1.14, tiene un diseño especial, el cual tiene divisiones interiores para evitar la formación de vapores de combustible y la generación de corriente estática. Interiormente se tiene un

⁵ COELLO SERRANO EFREN, Sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina. Ediciones América, 1ra edic., 2002. Quito, Ecuador. Pág. 6.

pequeño depósito dentro del cual está la misma bomba, este alojamiento junto con las divisiones evita que la bomba pueda succionar aire en condiciones extremas.

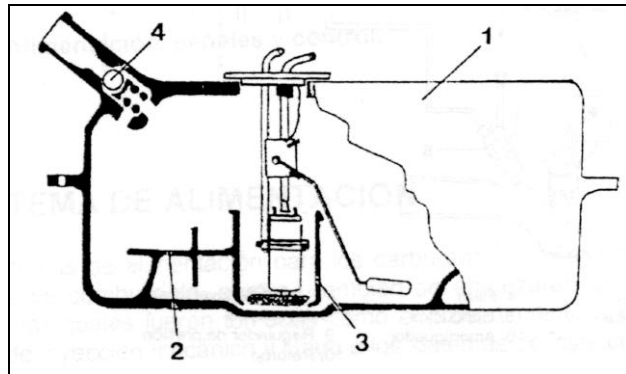


Figura 1.14. Depósito de combustible. 1 Depósito. 2 Divisiones antiolavos. 3 Depósito interior. 4 Válvula antivuelco.

En la actualidad los depósitos han cambiado sus materiales de construcción y ahora se los hace de materiales livianos como los polímeros, estos materiales evitan que el depósito se corroa como pasaba con los depósitos metálicos. Se han instalado válvulas de presión máxima y válvulas antivuelco, para evitar que el combustible se derrame en condiciones severas.

1.6.2. BOMBA DE COMBUSTIBLE.

La bomba de combustible figura 1.15, es eléctrica, consta de una carcasa con una entrada y una salida de combustible, en su interior consta de un pequeño motor eléctrico, el cual impulsa el rotor.

Posee una válvula de retención la cual evita que se pierda la presión en el circuito de alimentación de combustible el momento en que la bomba se para. Dispone de una válvula de protección de sobrepresión, que puede ser útil cuando una obstrucción provocada por alguna impureza, eleva la presión excesivamente pudiendo provocar daños en la bomba. Para evitar esto, la válvula de sobrepresión deriva el combustible hacia la entrada, creando un circuito en vacío.

La bomba tiene en su interior una caja excéntrica con respecto al rotor, el mismo que posee celdas en donde se alojan los rodillos y al momento de girar, por fuerza centrífuga, los rodillos se adaptan a las paredes de la caja absorbiendo el combustible gracias al ensanchamiento, luego el combustible es comprimido por los rodillos cuando se acerca a la parte más estrecha enviándolo a la salida a presión.

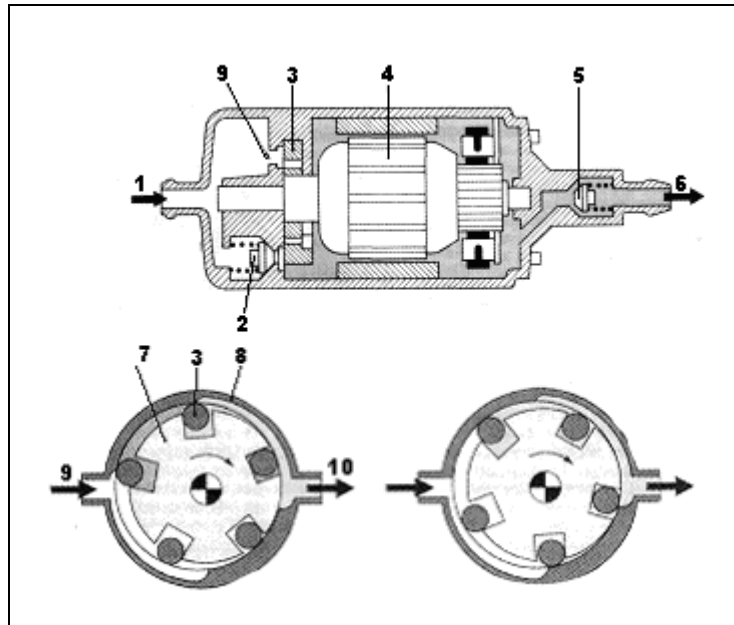


Figura 1.15. Bomba de gasolina. 1 Entrada de gasolina. 2 Válvula de sobrepresión. 3 Rodillos. 4 Inducido del motor. 5 Válvula de retención. 6 Salida de gasolina. 7 Rotor. 8 Cuerpo de bomba. 9 Entrada de gasolina al cuerpo de bomba. 10 Salida de gasolina al interior del motor eléctrico.

El motor eléctrico está bañado por el combustible que le sirve de lubricación y refrigeración

A pesar que la bomba se encuentra sumergida en el combustible no hay peligro, porque no existe oxígeno que pueda provocar un incendio en caso de una chispa.

1.6.3. REGULADOR DE PRESION.

La función del regulador de presión figura 1.16, es la de mantener constante la diferencia de presión entre la presión del aire del múltiple de

admisión y la presión dentro de la flauta de inyectores. Esto se hace necesario, porque a menor presión de admisión de aire, le corresponde menor presión de combustible.

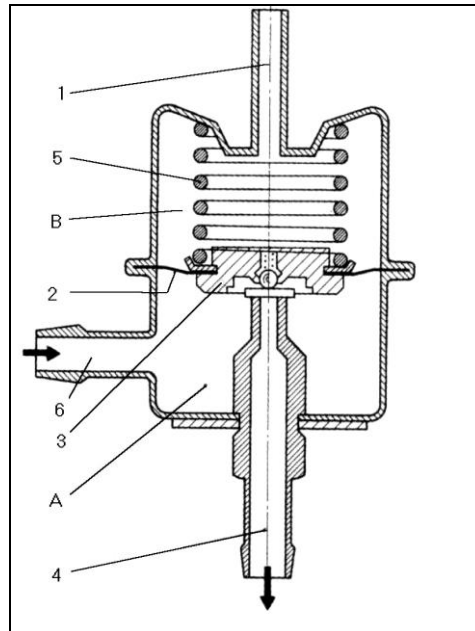


Figura 1.16. Esquema del regulador de presión. 1 Toma de vacío. 2 Membrana. 3 Conjunto válvula. 4 Rebose. 5 Muelle. 6 Entrada de gasolina. A) Cámara de presión. B) Cámara de vacío.

El regulador de presión consta de dos cámaras figura 1.17, la una cámara es para el combustible que será derivado hacia el tanque y la otra contiene un resorte o muelle y una toma de vacío conectada al colector de admisión.

Las dos cámaras del regulador están separadas por una membrana, esta membrana recibe la acción de la toma de vacío y del resorte. La membrana también contiene una pequeña bola la cual empuja a un pequeño disco que obstruye la salida de combustible hacia el tanque.

Cuando existe una gran depresión en el múltiple de admisión, como es en el caso de la marcha en ralentí, por estar la mariposa cerrada, la membrana es atraída por este vacío, y el resorte pierde resistencia para que sea fácilmente levantada por la presión en el riel de inyectores, ya que

esta es siempre mayor a la presión regulada. Cuando esto ocurre, se descubre antes el orificio de retorno al tanque ya que la bola que está pegada a la membrana deja de hacer su acción sobre el pequeño disco que obstruye el retorno al tanque con anterioridad.

En el caso de la marcha en ralentí existe una menor admisión, por lo tanto necesitará una menor presión de combustible en los inyectores

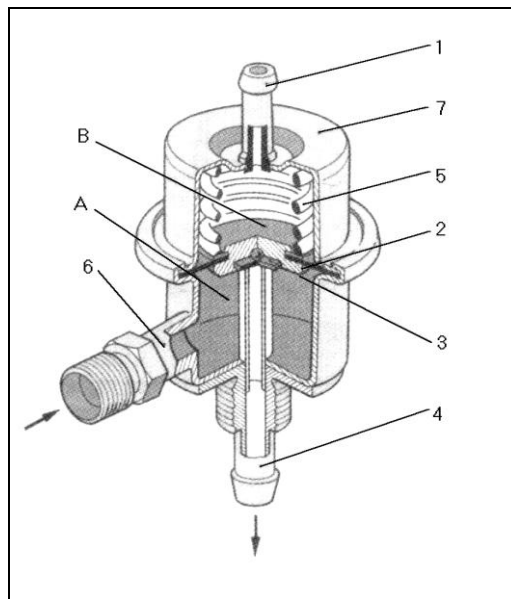


Figura 1.17. Sección del regulador de presión.
1 Toma de vacío. 2 Membrana. 3 Conjunto válvula. 4 Rebose. 5 Muelle. 6 Entrada de gasolina. A) Cámara de presión. B) Cámara de vacío.

1.6.4. RAMPA DE INYECTORES.

La rampa de inyectores figura 1.18, es un elemento que sirve para mantener una presión igual en todos los inyectores del sistema, este elemento está conectado con los inyectores.

La rampa es un tubo hueco que por lo general es metálico, aunque en algunos sistemas suele ser de plástico. La rampa debe tener al regulador de presión del sistema. En algunos sistemas la rampa posee una conexión de salida hacia el regulador siempre y cuando este esté en el exterior.

El riel va fijado al múltiple de admisión o al cabezote por medio de tornillos y abrazaderas, ya que en este lugar es donde se alojan los inyectores.

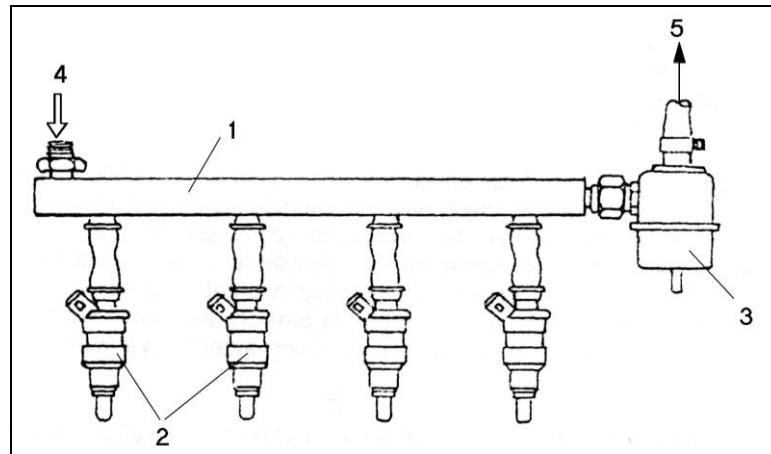


Figura 1.18. Esquema de la rampa de Inyectores. 1 Rampa de inyectores. 2 Inyectores. 3 Regulador de presión. 4 Entrada de combustible. 5 Retorno hacia el depósito.

1.6.5. AMORTIGUADOR DE OSCILACIONES.

El amortiguador de oscilaciones figura 1.19, sirve para controlar con exactitud la variación de presión causada por el trabajo pulsante o intermitente de la presión generada por la bomba de combustible cuando va a la flauta de inyección, filtro e inyectores. Además sirve de acumulador de combustible.

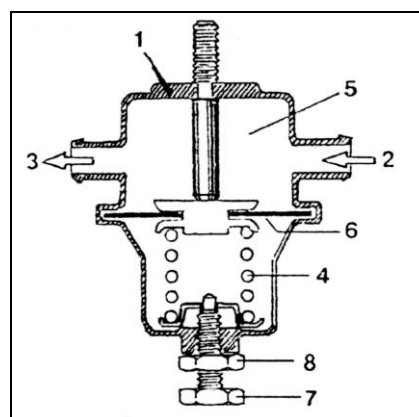


Figura 1.19. Amortiguador de presión. 1 Cuerpo metálico. 2 Tubo de entrada. 3 Tubo de salida. 4 Muelle calibrado. 5 Cámara de amortiguación. 6 Diafragma. 7 Perno de ajuste. 8 Contratuerca de seguridad.

Este elemento esta formado por dos cámaras, las cuales están separadas por un diafragma. La primera es atravesada por el combustible que va hacia los inyectores y cuando están llenos, el diafragma es presionado por la presión de alimentación, comprimiéndose un muelle en la segunda cámara.

Cuando la presión baja instantáneamente con el trabajo de los inyectores el muelle presiona al diafragma, enviando el caudal almacenado en la cámara hacia la rampa de inyección. Cuando los inyectores se cierran, la presión subiría momentáneamente en ellos, esta presión es almacenada en la cámara del amortiguador. La presión en la rampa de inyección se mantendrá bastante estable independientemente de cualquier variación provocada por algún trabajo intermitente de los inyectores.

El amortiguador de oscilaciones tiene otra función la cual es la de servir como una cámara de almacenamiento o acumulación del combustible, la cual mantiene una presión en el sistema, sin importar si la bomba esté trabajando o en reposo.

En la mayoría de casos el amortiguador de oscilaciones está alojado en la salida de presión de la bomba. Pero no importa en donde se localice, el mismo podría estar en cualquier punto del sistema de presión, ya sea en la bomba hasta la rampa de inyectores.

1.6.6. INYECTOR.

Los inyectores figura 1.21, son electro válvulas operados por solenoides y están encargados de pulverizar el combustible en los conductos del colector de admisión.

La presión de inyección es la misma que tiene la rampa de inyectores. El combustible ingresa al inyector a través de un pequeño filtro, circula por el interior, hasta llegar a un orificio, y luego pasa alrededor de la aguja del inyector para luego terminar en el espacio anular de la tobera. La

aguja del inyector es presionada a su base por un muelle o resorte, y sella la salida de combustible.

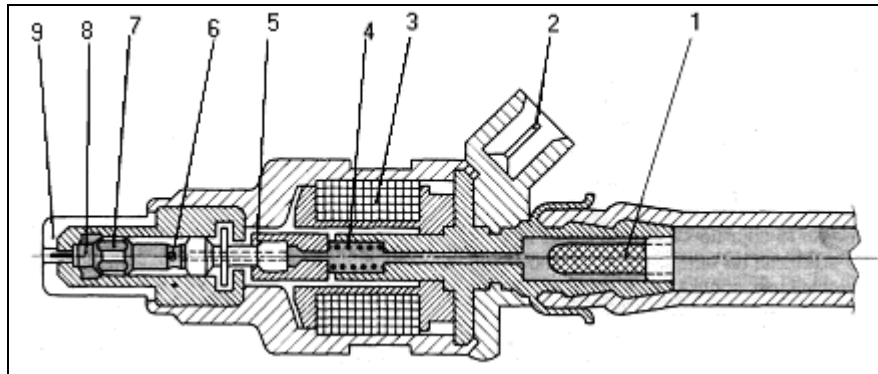


Figura 1.20. Partes de un inyector. 1 Tamiz filtro. 2 Conexión eléctrica. 3 Arrollamiento. 4 Muelle. 5 Núcleo magnético. 6 Orificio. 7 Aguja del inyector. 8 Tobera. 9 Protector.

La ECM controla al inyector por medio de pulsos eléctricos, los que excitan a unas bobinas y atraen a un núcleo magnético que es solidario a la aguja del inyector, venciendo la resistencia del muelle, para abrir la salida del combustible y sea inyectado y pulverizado.

La cantidad de combustible que requiere ser inyectado según la carga del motor, depende del tiempo de abertura de los inyectores, esto depende a su vez del tiempo del pulso eléctrico que va entre 2 y 10 milésimas de segundo dependiendo de la velocidad

II.- DESCRIPCION DE LOS SENSORES EN SISTEMAS MULTIPUNTO (SFI)

2.1. SEÑALES QUE DEBE RECIBIR EL MODULO DE CONTROL ELECTRONICO.

La computadora o módulo de control electrónico figura 2.1, recibe las señales de los diferentes sensores, sobre las condiciones de funcionamiento del motor en un determinado momento. La ECM procesa esta información y determina el tiempo de activación de los inyectores, para suministrar a los cilindros la cantidad de gasolina que el motor requiere en ese instante.

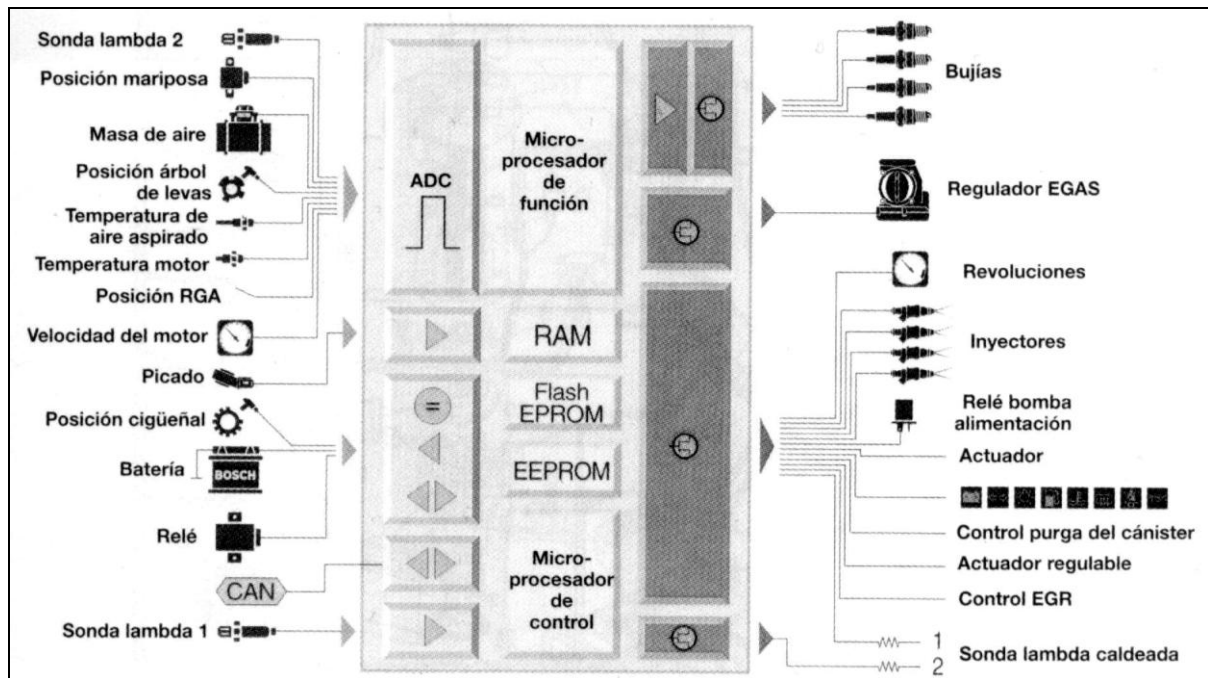


Figura 2.1. Señales que recibe la ECM.

Son varios los parámetros que son tomados en cuenta dependiendo del motor. Para nuestro estudio, tomamos al CORSA WIND 1.4, el cual tiene como señal base la tomada por el sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP). Otros parámetros importantes son: la temperatura del aire de admisión, la posición del cigüeñal y velocidad del motor, la velocidad del vehículo, la temperatura del refrigerante, la posición de la mariposa del acelerador y la cantidad de oxígeno que se detecta en los gases combustionados.

La ECM por medio de estas señales, determina el adelanto y retraso del encendido, lo que evita el ajuste del tiempo del motor que se debe realizar cuando el vehículo trabaja a diferentes alturas con respecto al nivel del mar.

2.2. SENSOR DE POSICION DE LA MARIPOSA DE ACELERACION (TPS, TP).

El sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS) figura 2.2, generalmente está constituido por un potenciómetro, que está sujeto a la prolongación del eje de la mariposa de aceleración, de forma que giran conjuntamente. Cuando el conductor presiona el pedal del acelerador, gira la mariposa y también el potenciómetro, lo que hace variar su resistencia interna.

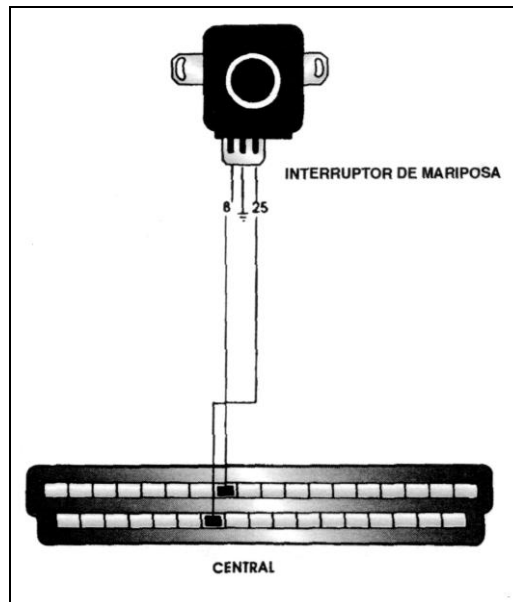


Figura 2.2. Sensor de la mariposa de aceleración

“El TPS consta de tres cables. El primer cable corresponde al voltaje de referencia, el cual proporciona la computadora y este es de 5 V, el segundo cable es el de tierra, y el tercer cable corresponde al elemento rotativo del sensor, que constituye la resistencia variable y a la vez está conectado a la prolongación del eje de la mariposa de aceleración.”⁶

⁶ COELLO SERRANO EFREN, Sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina. Ediciones América, 1ra edic., 2002. Quito, Ecuador. Pág. 24.

El elemento rotativo del sensor transmite el voltaje de señal a la computadora, el cual va de 0.25 V – 4.75 V. Este voltaje de señal varía conforme cambia la posición de la mariposa, por efecto de la variación de la resistencia del potenciómetro. La señal de voltaje aumenta entre más se mueva el estrangulador, de esta manera la computadora conoce la posición de la mariposa.

Existen algunos sensores de posición de estrangulador, que a más de tener un resistor variable, contienen además un interruptor que informa a la computadora cuando el vehículo está en marcha mínima, en este caso el sensor será de cuatro cables.

Para el caso del vehículo objeto de nuestro estudio figura 2.3, (CORSA 1.6), este posee un TPS de solo tres cables. La ECM suministra un voltaje de 5 Voltios al borne B8, el borne D2 es tierra, y por el borne A8 retorna el voltaje de señal, el cual varía según la posición del estrangulador. El voltaje de señal varía de 0.45 V a 0.85 V en ralentí y hasta 4.4 V en máxima aceleración.

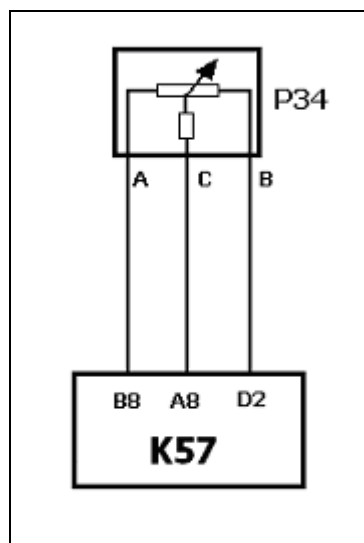


Figura 2.3. Circuito del Sensor de posición de la mariposa de aceleración

La ECM relaciona la señal del TPS con los valores de rotación dados por el CAS y la carga del motor dado por el MAP y de esta manera determina el pulso de activación de los inyectores.

2.3. SENSOR DE PRESION EN EL COLECTOR (MAP).

Este sensor figura 2.4, detecta las variaciones de presión en el interior del múltiple de admisión y con ello determina la cantidad de aire que ingresa al motor. Esta señal es tomada como base en el sistema, para ajustar la inyección.

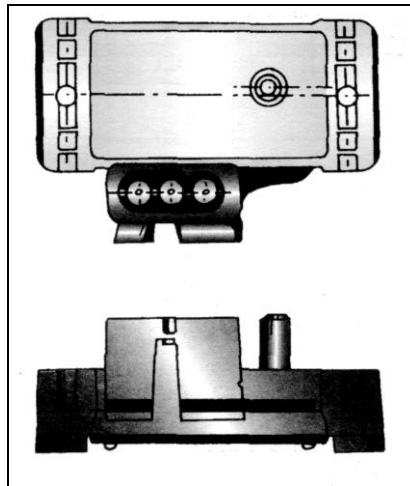


Figura 2.4. Captador de presión absoluta.

El sensor de presión en el colector, transforma las variaciones de presión en variaciones de voltaje.

El sensor MAP consta de un diafragma hecho de material aislante. En el interior del diafragma, se encuentra un puente de resistencias, formado por sensores piezoeléctricos sensibles a las deformaciones del diafragma.

“El sensor MAP tiene una toma de vacío conectada al múltiple de admisión, por medio de esta toma de vacío el diafragma percibe las variaciones de presión en el colector y se deforma, variando de esta manera la resistencia de los sensores piezoeléctricos.

Es importante resaltar que, cuando existe mayor presión en el múltiple de admisión, existirá a la vez vacío bajo y la cantidad de aire que ingresa será alta, y

cuando exista menor presión el vacío será alto y la cantidad de aire que ingresa al motor será baja.”⁷

Por lo tanto cuando la mariposa de aceleración esté totalmente abierta, la carga de aire será mayor, la presión será alta y el vacío será bajo. En estas condiciones el sensor MAP, enviará a la ECM una señal alta de voltaje, ya que el diafragma se deformará en menor medida, y la resistencia será alta.

Cuando se de la condición de mariposa cerrada, la presión será baja, el vacío será alto y la carga de aire será menor. En estas condiciones el sensor MAP, enviará a la ECM una señal de voltaje bajo, ya que el diafragma se deformará en mayor medida y la resistencia será baja.

Para una mayor cantidad de aire que ingrese al motor, se requerirá mayor cantidad de combustible, y para una menor cantidad de aire, se requerirá menor cantidad de combustible.

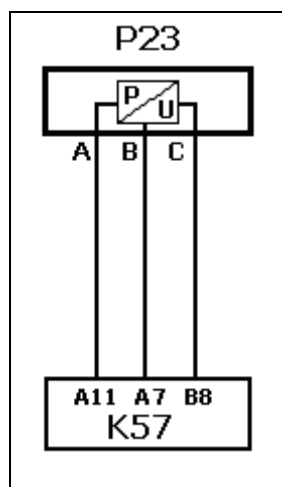


Figura 2.5. Circuito del sensor de presión absoluta en el colector (MAP). A11 Referencia de 5 voltios. A7 Señal MAP. B8 Masa del sensor.

El sensor MAP figura 2.5 posee tres cables: por uno de los cables el sensor recibe 5 V de la computadora (voltaje de referencia), otro cable es tierra y

⁷ COELLO SERRANO EFREN, Sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina. Ediciones América, 1ra edic., 2002. Quito, Ecuador. Pág.35.

el último cable, será el encargado de enviar el voltaje de señal del sensor a la computadora, el cual varía entre 0.25 V – 4.75 V.

La ECM relaciona la cantidad y la temperatura de aire que ingresa al motor, para saber el peso del aire y con esto establecer una relación adecuada de aire y combustible, por medio de la cantidad de gasolina inyectada.

2.4. SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE LA ADMISION (ATS, MAT, IAT).

El sensor de temperatura del aire de admisión figura 2.6, aporta una señal básica para la dosificación de la cantidad de combustible inyectado. La computadora relaciona la señal del sensor ATS de la temperatura del aire de admisión, con la señal que envía el MAP a la computadora acerca de la presión de aire en el colector de admisión, para saber la cantidad de aire que está ingresando al motor.

Cuando el aire está frío, las moléculas tienen poco movimiento y ocuparán un menor volumen, por lo tanto la cantidad de aire que ingrese al motor será mayor. Cuando el aire está caliente, sus moléculas tienen mayor movimiento y ocuparán un mayor volumen, por lo tanto ingresará al motor una menor cantidad de aire.

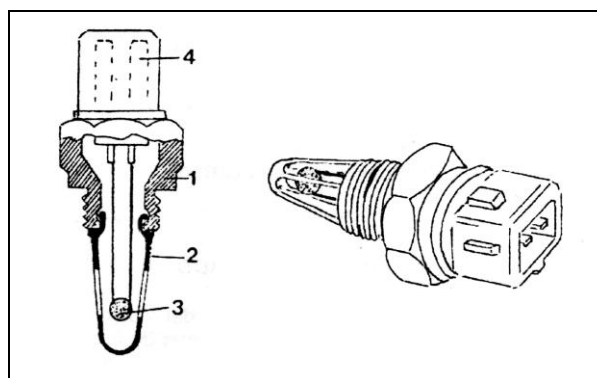


Figura 2.6. Sensor de temperatura del aire de la admisión. 1 Cuerpo metálico. 2 Cuerpo plástico. 3 Pastilla NTC. 4 Contactos eléctricos.

“El sensor de temperatura de aire es un termistor NTC, o sea una resistencia que cambia con la temperatura figura 2.7, es decir que cuando el aire de admisión está frío la resistencia del sensor es alta y por lo tanto el voltaje de señal a la computadora será también alto. Cuando el aire de admisión esté caliente, la resistencia del sensor será baja y el voltaje de señal será también bajo.

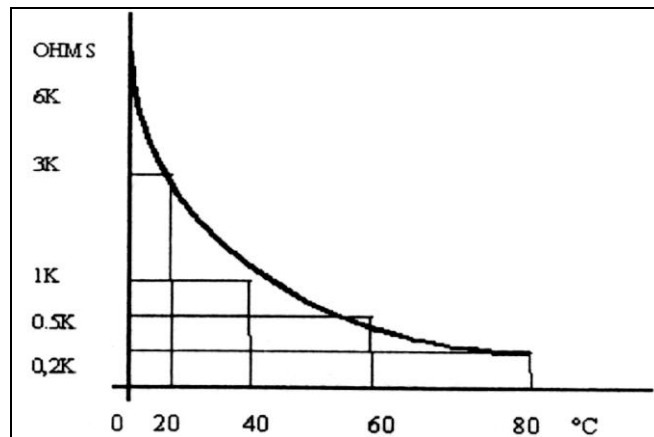


Figura 2.7. Curva característica del ATS.

El sensor ATS puede estar ubicado en el múltiple de admisión, en el conducto del aire de admisión después del filtro, en el depurador, conjuntamente con el sensor de flujo másico de aire MAF si dispusiera de este, o en la entrada del la mariposa de aceleración.”⁸

La temperatura del aire de admisión es un parámetro que se utiliza para el control de: liberación de combustible, punto electrónico del encendido, control del aire en ralentí.

⁸ COELLO SERRANO EFREN, Sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina. Ediciones América, 1ra edic., 2002. Quito, Ecuador. Pág. 47.

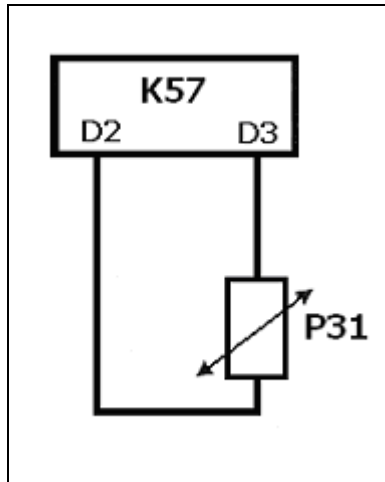


Figura 2.8. Circuito del sensor de temperatura del aire de la admisión. D2 masa. D3 Señal.

2.5. SENSOR DE TEMPERATURA DEL LIQUIDO REFRIGERANTE (WTS, CTS, ECT).

El sensor de temperatura del líquido refrigerante figura 2.9, al igual que el sensor de temperatura del aire de admisión, es un termistor NTC. Esto quiere decir, que se trata de una resistencia que varía con la temperatura, cuando la temperatura es baja la resistencia será alta y el voltaje de señal a la computadora será alto, y cuando la temperatura es alta, la resistencia será baja y el voltaje de señal hacia la ECM será bajo

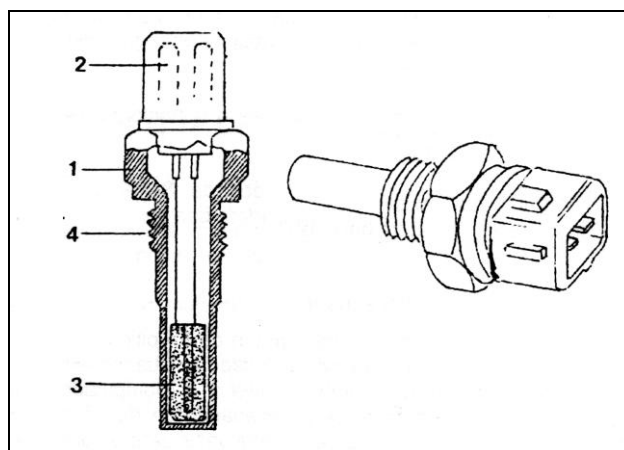


Figura 2.9. Sensor de temperatura del refrigerante. 1 Cuerpo metálico. 2 Conector eléctrico. 3 Pastilla NTC. 4 Rosca.

“El sensor, recibe un voltaje de referencia de 5 V de la ECM, y el voltaje de señal hacia la computadora, varía entre 0.25 V a 4.75 V dependiendo de la

temperatura del refrigerante. Temperatura alta del líquido refrigerante genera resistencia baja (70 ohmios a 130 °C) y temperatura baja del refrigerante genera una alta resistencia (100 K ohmios a 40 °C).

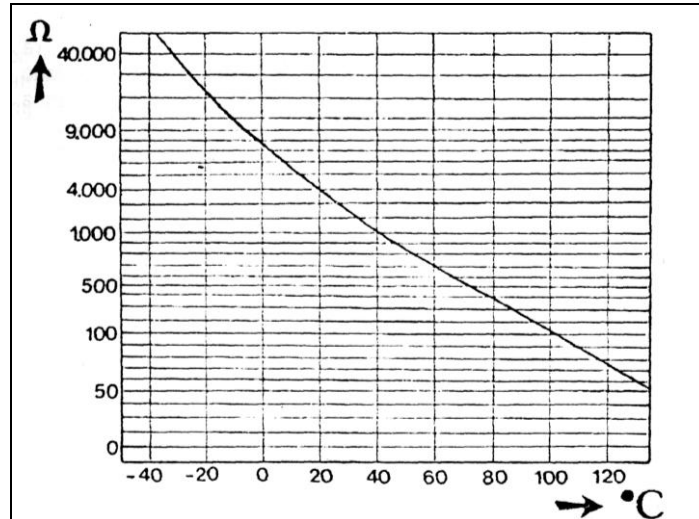


Figura 2.10. Tablas de valores del Sensor de Temperatura.

El CTS está cubierto de por un cápsula de bronce, para resistir las altas temperaturas y los componentes del refrigerante, y este se encuentra ubicado en la culata en contacto directo con el líquido.”⁹

La misión del CTS, es la de informar a la computadora la temperatura de trabajo del motor, y con este dato la ECM sabrá si enriquece o empobrece la mezcla aire/combustible por medio del pulso de activación de los inyectores.

Con la ayuda del sensor de temperatura del líquido refrigerante, cuando el motor está frío, la computadora enriquece automáticamente la mezcla aire/combustible y la va empobreciendo conforme el motor se va calentando, hasta llegar a la relación ideal, la cual es 14 a 1.

⁹ COELLO SERRANO EFREN, Sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina. Ediciones América, 1ra edic., 2002. Quito, Ecuador. Pág. 62.

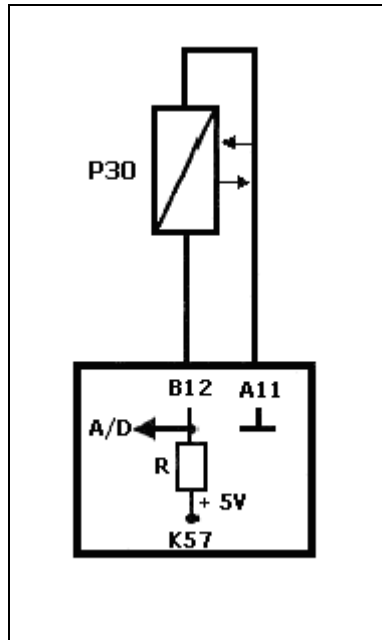


Figura 2.11. Circuito del sensor de temperatura del líquido de enfriamiento. B12 Referencia de 5 voltios. A11 Masa.

2.6. SENSOR DE VELOCIDAD DEL VEHICULO (VSS).

La finalidad del sensor de velocidad del vehículo, es informar a la unidad electrónica de control la velocidad del vehículo, con la finalidad de conocer si está parado o en movimiento, para controlar la válvula solenoide IAC de marcha en ralentí.

El sensor funciona con un circuito de seguridad figura 2.12, cuando no inyecta combustible por el exceso de velocidad. Cuando el vehículo está en una bajada por lo general no se pisa el acelerador, por lo que el motor no requiere de inyección de combustible, entonces la ECM suprime los pulso de activación de los inyectores, gracias a que la unidad electrónica de control conoce la velocidad del vehículo.

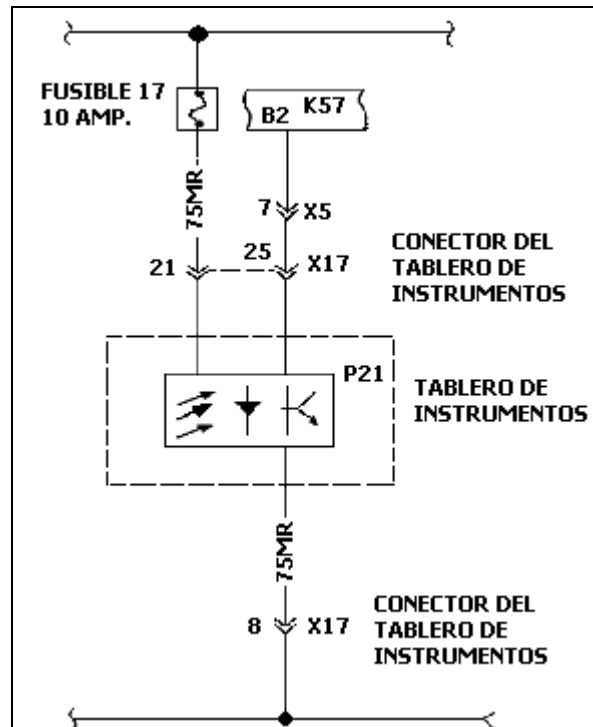


Figura 2.12. Circuito del Sensor de velocidad del vehículo.

El VSS es un generador de corriente alterna. Consta de un rotor de imán permanente, el cual tiene un engrane en su extremo que es accionado por el engrane impulsor de la transmisión y un estator bobinado.

Mientras más rápido gire el rotor del pequeño generador, por efecto de la velocidad que lleva el vehículo, se producirá corriente alterna con mayor frecuencia y voltaje, que será enviado al amortiguador para ser convertido en señal digital que es aceptada por la computadora.

El módulo de control electrónico, cuenta las señales (pulsos rectangulares), y calcula la velocidad del vehículo en Km /h.

2.7. SENSOR DE OXIGENO (O2, EGO, HEGO).

El sensor de oxígeno, fue colocado en los modernos sistemas de inyección electrónica, con el objetivo de controlar y disminuir las emisiones contaminantes por efecto de los gases mal combustionados.

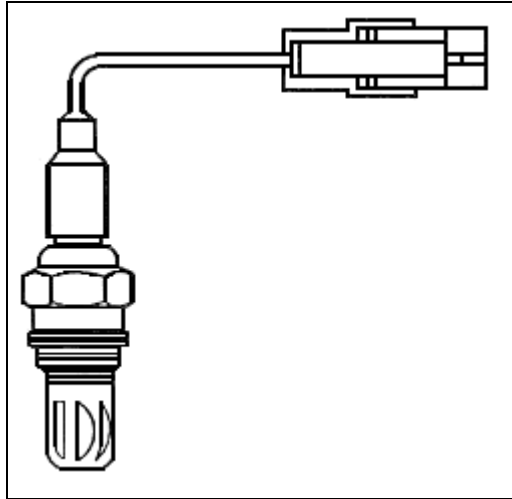


Figura 2.13. Sensor de Oxígeno.

El EGO, detecta la cantidad de oxígeno existente en los gases de escape y envía una señal de voltaje a la computadora, la cual por medio de esta señal conoce si la mezcla (aire/combustible) está demasiado rica o demasiado pobre. El voltaje de señal varía de cero a un voltaje positivo, este valor se genera para el trabajo de la ECM.

“Un voltaje bajo del EGO, indica a la computadora una mezcla pobre, por el exceso de la cantidad de oxígeno en los gases de escape. En cambio, un voltaje alto del sensor de oxígeno, indica una mezcla rica, por el poco contenido de oxígeno en los gases de escape y la presencia de gases no combustionados que son altamente contaminantes para el medio ambiente.

El sensor de oxígeno constituye una fuente de voltaje por reacción química, como lo es la batería. Consta de un elemento de dióxido de zirconio, ubicado entre dos placas de platino, cuando el platino entra en contacto con el oxígeno ocurre una reacción química, en la que se producen iones de oxígeno en las placas y el dióxido de zirconio se torna en un conductor eléctrico (electrolito) completándose la electrólisis.”¹⁰

¹⁰ COELLO SERRANO EFREN, Sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina. Ediciones América, 1ra edic., 2002. Quito, Ecuador. Pág. 72.

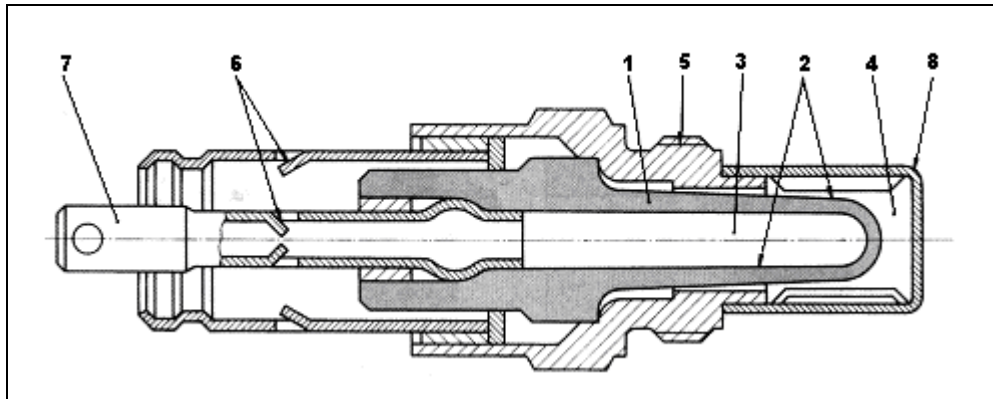


Figura 2.14. Sección de la Sonda Lambda. 1 Cuerpo cerámico. 2 Capas de platino. 3 Zona de contacto con el aire. 4 Zona de contacto con los gases de escape. 5 Rosca de fijación. 6 Comunicación con el aire. 7 Conexión eléctrica.

Una de las placas de platino estará en contacto con el aire del exterior, por lo tanto se producirán una mayor cantidad de iones oxígeno y la otra placa estará en contacto con los gases de escape, en donde se producirá una menor cantidad de iones, lo que nos dará una diferencia de potencial entre ambas placas.

Cuando existe una mayor cantidad de oxígeno en los gases de escape se formarán más iones y la diferencia de potencial entre ambas placas será menor, razón por la cual el voltaje de señal a la computadora también será menor, lo que indicará una mezcla pobre. Cuando existe una menor cantidad de oxígeno en los gases de escape, se formarán una menor cantidad de iones O_2 , lo que dará como resultado una mayor diferencia de potencial, razón por la cual el voltaje de señal a la ECM será mayor e indicará una mezcla rica.

El voltaje de las placas de platino varía entre aproximadamente 50 milivoltios (mezcla pobre) y 900 milivoltios (mezcla rica).

Por lo general el sensor se encuentra enroscado en el múltiple de escape, y está encapsulado en una cavidad metálica ranurada.

Este sensor funciona como un elemento que evalúa el trabajo del resto del sistema. Si la computadora detecta mezcla demasiado rica o demasiado pobre, hará la corrección respectiva, aumentando o disminuyendo los pulsos de inyección según convenga y evitar de esta manera el exceso de contaminación.

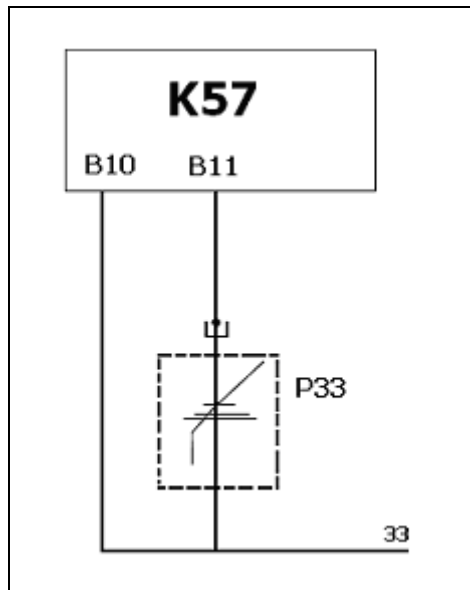


Figura 2.15. Circuito del sensor EGO

2.8. SENSOR DE ROTACION/REF (CAS).

El sensor de rotación figura 2.16, es denominado también, de posición del cigüeñal. Su misión es la de informar a la computadora la posición del cigüeñal con respecto al punto muerto superior (PMS) del primer cilindro, para de esta manera controlar el encendido y el punto de inyección de combustible.

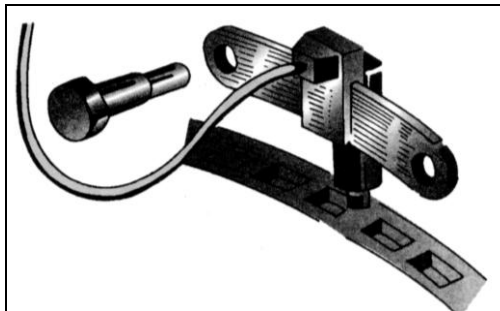


Figura 2.16. Sensor de rotación.

En el caso del vehículo que hemos tomado como base de nuestro estudio (CORSA 1.6), este consta de una rueda dentada, denominada también rueda fónica con 58 dientes y un espacio de dos dientes faltantes. La rueda dentada es solidaria al eje del cigüeñal, y el sensor es cercano a esta.

El sensor de rotación es del tipo inductivo figura 2.17, consta de una bobina de alambre, un imán permanente y un núcleo de hierro, todos estos componentes están encapsulados en un cuerpo metálico o de plástico. Cuando

pasa un diente de la rueda reluctora por el sensor, atrae las líneas de fuerza del campo magnético que rodea al imán, conforme se mueven las líneas, pasan a través de la bobina de alambre y generan un pequeño pulso de tensión.

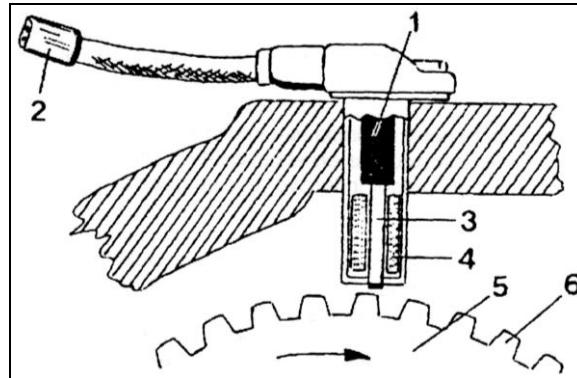


Figura 2.17 Sensor Inductivo. 1 Imán permanente. 2 Núcleo de hierro. 3 Bobina. 4 Señal móvil de fase.

La señal que el sensor envía a la computadora, es un voltaje de corriente alterna. Cada vez que el sensor detecta el paso de un diente, el sensor genera un pulso de corriente alterna, que es enviado a la computadora.

“Cuando el sensor detecta el espacio mayor de la rueda fónica, la señal de corriente alterna es mayor que en el resto de espacios y corresponde a la posición del PMS del primer cilindro, luego el sensor detecta el número de dientes para que el pistón del siguiente cilindro esté en PMS, y así según el orden de encendido (1-3-4-2), de esta manera el sensor presenta una posición de referencia muy precisa para que la ECM controle el encendido y el punto de liberación de combustible.

El voltaje alterno que genera el sensor, es relacionado con la rotación del motor, va de unos 200 milivoltios Ac a unas 60 rpm, y 120 V Ac a unas 6000 rpm. La computadora transforma estas señales de Ac a ondas rectangulares que la ECM procesa.”¹¹

¹¹ COELLO SERRANO EFREN, Sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina. Ediciones América, 1ra edic., 2002. Quito, Ecuador. Pág. 76.

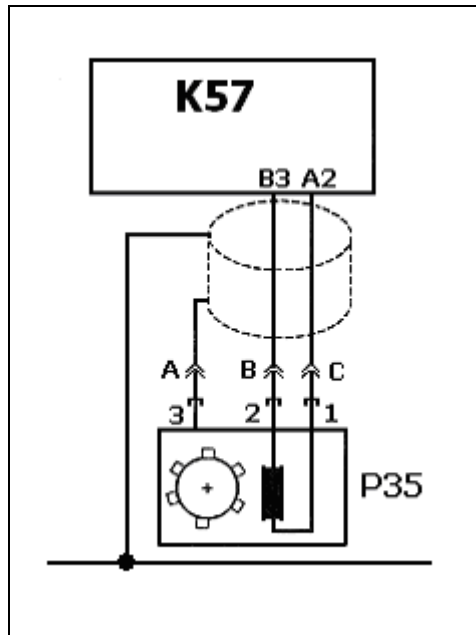


Figura 2.18. Circuito del Sensor de Rotación.

La distancia de la rueda reluctora al sensor es de 1 mm pero puede variar de 0.6 mm a 1.2 mm según el diseño del sistema. El cable del sensor es blindado con la masa en el ECM para limitar las interferencias y que la señal sea pura.

2.9. TENSION O VOLTAJE DE LA BATERIA.

La batería del vehículo junto con el generador de corriente son los encargados de proveer de energía eléctrica a todos los sistemas del automóvil. La computadora del sistema de inyección necesita de esta tensión para su funcionamiento y para la activación de sus actuadores.

La computadora envía las señales eléctricas de acuerdo a una tensión estable la cual no se mantiene en un valor muy exacto debido a la variación de la generación, al consumo de diferentes sistemas y a la variación de las revoluciones del motor.

Se tendrán variaciones de la tensión de alimentación hasta la computadora. La misma dispone de un sistema de comparación y estabilización de la tensión recibida, para que todas sus acciones estén protegidas de las

variaciones externas y así envíe una tensión estable a sus actuadores. Los principales actuadores son los inyectores a los cuales se les debe mandar una tensión estable la cual originará un caudal estable de combustible inyectado. Toda computadora requiere de una corriente directa de la batería para que se guarden en la memoria interna, todos los códigos que se presenten por posibles fallos en el sistema.

Los fallos almacenados en la memoria pueden ser obtenidos por el scanner para que se facilite el diagnóstico de problemas. Cuando se desconecta la batería se pierden los códigos grabados, por lo que ya no se podrán leer los códigos almacenados. Debido a esto en algunos sistemas modernos la computadora posee baterías propias dentro de la misma, para evitar que se borren los datos que se han guardado en la memoria de la computadora.

2.10. SEÑAL DE ENCENDIDO DEL MOTOR.

La señal de encendido o de contacto del motor es una de las principales señales que necesita la computadora de control, la cual es enviada por el interruptor de encendido y arranque (switch) cuando este ha sido girado a la posición de contacto, la cual avisa de la tensión eléctrica que alista a la computadora para que funcione correctamente.

Por lo general esta corriente proviene del relé principal del sistema o de un fusible de contacto. Esta corriente puede ser la encargada de alimentar a los inyectores del sistema y a otros elementos que necesiten de esta tensión.

2.11. SEÑAL DE ARRANQUE DEL MOTOR.

En los primeros sistemas de inyección esta señal no llegaba directamente a la computadora, debido a que no existía una señal de arranque en frío externo, los sistemas actuales han sido diseñados para que esta señal sea recibida directamente por la computadora, para que en el momento de la ignición los

inyectores sean comandados para que entreguen un mayor caudal de combustible, dependiendo de la temperatura del motor.

Por medio de esta corriente adicional durante el arranque, la computadora controla el caudal de combustible que debe inyectarse, dependiendo de la información de todos los sensores, especialmente del sensor de temperatura del refrigerante. Este sensor advierte de los requerimientos de combustible adicional en las etapas de motor frío y de calentamiento.

Habíamos señalado que no se tomaba en cuenta la señal de arranque puesto que a esta se la enviaba directamente a un inyector adicional que estaba localizado en el colector común de admisión, este inyectaba un caudal extra de combustible el cual era aspirado por el motor durante esta etapa. Para que se pueda controlar la inyección extra se coloca un interruptor térmico el cual basa su funcionamiento en la temperatura del motor, el tiempo máximo de inyección y el valor de temperatura máxima a la que se debe inyectar, esta temperatura está alrededor de 38 °C.

2.12. SISTEMA DE AUTODIAGNOSTICO.

El sistema de Autodiagnóstico, es el encargado de efectuar el diagnóstico de las averías que pueden presentarse en el sistema de inyección electrónica. El sistema electrónico se monitorea a si mismo y al equipo periférico.

La computadora registra las fallas del sistema en forma de códigos e información en la memoria de acceso aleatorio (RAM). Estos códigos permanecen en la RAM y solo son borrados si la falla o anomalía ha sido solucionada.

Las funciones del sistema de autodiagnóstico son: avisar al conductor sobre la presencia de un falla, grabar las fallas en forma de códigos que pueden ser de dos o tres dígitos según sea un sistema OBD I – OBD II, y ayudar al técnico a localizar la falla mediante la luz de anomalía (MIL o CHECK ENGINE) y la lectura del código de falla.

Cuando se enciende el motor, la luz MIL se enciende durante unos pocos segundos y si no existe ninguna anomalía esta se apaga, pero si existe alguna falla grabada en la memoria RAM la luz permanecerá encendida. Si se trata de una falla intermitente la luz de anomalía enciende momentáneamente, es decir una falla dada por algún mal contacto.

Para la lectura de fallas, se dispone del conector ALDL en donde se puede conectar el TECH 1, donde los códigos serán scaniados y aparecerán en la pantalla, luego deben ser comparados con los códigos de falla que se tiene en el manual del fabricante, para averiguar cual es la parte del sistema de inyección y encendido que está fallando. El conector ALDL se encuentra en la parte inferior del tablero de instrumentos.

También se puede realizar la lectura de los códigos de falla sin la necesidad del TECH 1, para lo cual se debe conectar los bornes "A" y "B" del conector ALDL con el interruptor de encendido en ON y la luz MIL presentará los códigos de falla en secuencia luminosa. Cada código de falla aparecerá tres veces y luego seguirá al siguiente si lo hubiera.

Cuando las fallas en el sistema han sido corregidas, se debe desconectar la batería al menos por 10 segundos, para borrar los códigos de la memoria RAM.

2.13. DIAGRAMACION.

El plano eléctrico de la instalación del sistema SFI se encuentra en el anexo A de la presente tesis.

III.- SISTEMA DE INYECCIÓN MULTIPUNTO – SFI (SEQUENTIAL FUEL INJECTION).

3.1. DESCRIPCION GENERAL.

El CHEVROLET CORSA viene equipado con un motor con capacidad volumétrica (cilindrada) de 1.6 litros de cuatro cilindros en línea. Este motor es del tipo OHC (Overhead Camshaft) árbol de levas en la culata.

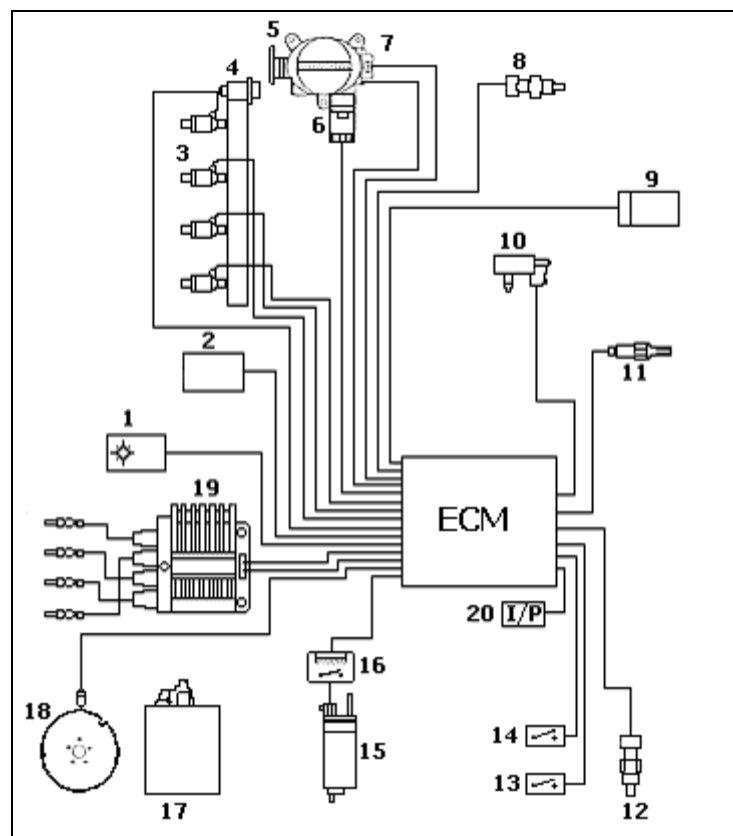


Figura 3.1. “Componentes del Sistema Multec-Mpfi. 1 Luz de anomalía. 2 Enchufe ALDL. 3 Inyectores. 4 Reguladores de presión. 5 Mariposa de aceleración. 6 Válvula reguladora del aire en ralentí. 7 Sensor de posición de la mariposa. 8 Sensor de temperatura del aire de admisión. 9 No utilizado. 10 Sensor de presión del colector. 11 Sensor de oxígeno. 12 Sensor de temperatura del líquido de enfriamiento. 13 Interruptor del aire acondicionado. 14 No utilizado. 15 Bomba de combustible. 16 Relé de la bomba de combustible. 17 Cánister. 18 Sensor de rotación/REF. 19 Modulo de encendido – Dis. 20 Sensor de velocidad I/P Tablero de instrumentos.”¹²

¹² CHEVROLET, Manual Complementario de Servicio. Corsa 1.6 L, 2000. Brasil. Pág. 4.

El sistema de alimentación de combustible que utiliza el motor del CORSA, es del tipo multipunto SFI (Sequential Fuel Injection), razón por la cual fue tomado como objeto de nuestro estudio.

El sistema de inyección es del tipo D MOTRONIC figura 3.1, que quiere decir, que toma como señal base la del sensor de presión absoluta del múltiple de admisión MAP y a más de controlar la inyección de combustible controla el encendido con la ayuda del sensor de posición del cigüeñal (CAS).

El sistema utiliza un inyector para cada cilindro, y la diferencia con otros sistemas es que el módulo de control electrónico ECM energiza los inyectores en pares 1 – 4 y 2 – 3, lo que asegura un bajo consumo de combustible, mayor eficiencia en el quemado del combustible, reducción de las emisiones de gases contaminantes al medio ambiente y tensión máxima en bajas rotaciones del motor.

3.2. DOSIFICACION DE COMBUSTIBLE.

El objetivo principal del sistema de inyección electrónica, es la dosificación de combustible figura 3.2, que consiste en inyectar la cantidad exacta en el momento preciso y de esta manera reducir al mínimo la cantidad de gases no combustionados, lo que dará como resultado, un alto rendimiento con la mayor potencia y el menor consumo de combustible.

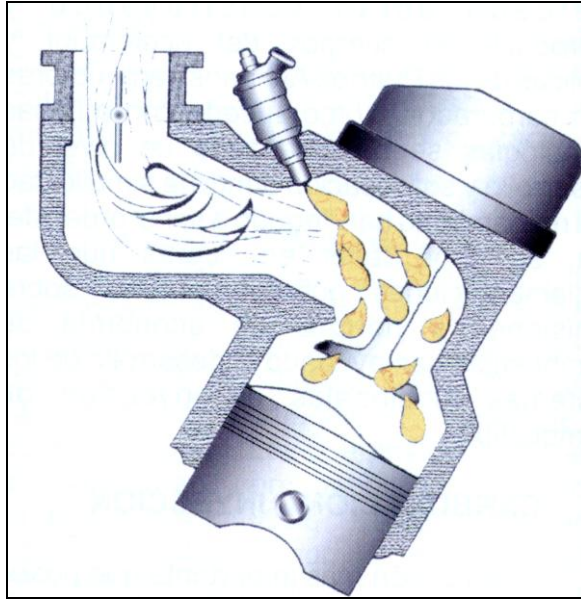


Figura 3.2. Dosificación de Combustible.

La óptima dosificación de combustible depende de la adecuada presión de combustible y del sincronismo preciso del inyector. Si el regulador de presión, mantiene la presión constante dentro de la flauta de inyectores, la cantidad de combustible pulverizado depende del tiempo que el inyector permanece abierto lo que a su vez se da por la amplitud del pulso eléctrico que la ECM envía al inyector y la frecuencia de repetición de los pulsos.

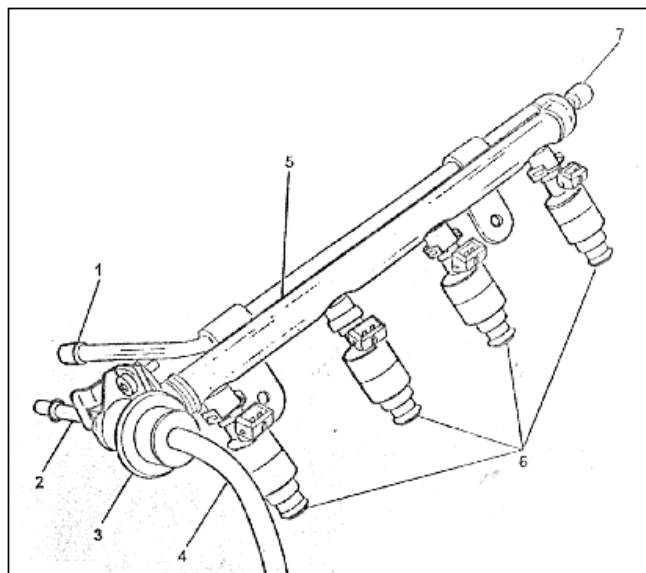


Figura 3.3. Distribuidor de combustible. 1 Entrada de combustible. 2 Salida de combustible. 3 Regulador de presión de combustible. 4 Línea de vacío. 5 Distribuidor de combustible. 6 Inyectores. 7 Válvula para medición de presión.

Cuando la ECM aumenta la amplitud del pulso, el flujo de combustible aumenta y la mezcla se torna más rica; reduciendo la amplitud del pulso, el flujo de combustible disminuye y la mezcla se torna pobre.

La frecuencia de repetición de los pulsos eléctricos de activación de los inyectores, es determinada por la rotación del motor.

La ECM cambia la amplitud de pulso para corresponder a las variaciones en la demanda de combustible del motor, que se da por factores como: arranque en frío, aceleración, desaceleración, altitud, etc.

Para llevar a cabo esta tarea, el sistema consta de una serie de sensores, que proporcionan datos de funcionamiento y estado del motor al módulo de control electrónico ECM, y en base a estos datos la ECM dosifica la cantidad de combustible por medio de los pulsos eléctricos a los inyectores, de acuerdo a las necesidades y requerimientos del motor.

“El módulo de control electrónico, utiliza el sensor MAP para controlar la inyección de combustible y el punto de encendido. El sensor MAP envía una señal a la computadora que le informa la cantidad de aire que ingresa al motor y con este dato calculará la cantidad de combustible que se deberá inyectar. Si el sensor de presión absoluta del colector de admisión informa a la computadora de una baja presión, esto significa que ingresa poca cantidad de aire y el motor requerirá de menor cantidad de combustible; por el contrario si el MAP informa a la ECM de una alta presión en el múltiple de admisión, estará ingresando mayor cantidad de aire y el motor necesitará mayor cantidad de combustible.”¹³

Otro parámetro de importancia es la temperatura del aire de admisión, que es informado a la computadora por medio del sensor ATS. La ECM relaciona la señal del MAP con la señal proporcionada por el ATS para saber la cantidad de aire que ingresa al motor, ya que si el aire de admisión tiene baja temperatura la

¹³ CHEVROLET, Manual Complementario de Servicio. Corsa 1.6 L, 2000. Brasil. Pág. 15.

densidad será alta e ingresará una mayor cantidad de aire por unidad de volumen; y si la temperatura del aire que ingresa al motor es alta, la densidad del aire será menor e ingresará menor cantidad de aire por unidad de volumen.

El sensor de temperatura del líquido refrigerante WTS, informa a la ECM sobre la temperatura de trabajo del motor. En base a este parámetro, el módulo de control también establece la cantidad de combustible a ser inyectado; cuando el motor está frío, este necesita una mayor cantidad de combustible para mantener un funcionamiento estable y conforme el motor se va calentando la cantidad de combustible inyectado va disminuyendo.

La cantidad de oxígeno presente en los gases de escape es un factor que la ECM considera para saber si la mezcla aire-combustible es rica o pobre, el sensor de oxígeno informa a la ECM sobre esta condición. Cuando el EGO detecta poca cantidad de oxígeno en los gases de escape, significa que la mezcla es rica, entonces el módulo de control electrónico ordena empobrecer la mezcla; cuando el sensor de oxígeno informa a la ECM de la existencia de una mayor cantidad de oxígeno, significa que la mezcla es pobre y el módulo de control ordena enriquecer la mezcla.

Mediante las señales que el sensor de posicionamiento del cigüeñal CAS envía a la ECM, esta puede determinar el momento exacto de la inyección y la frecuencia de repetición de pulsos eléctricos que activan los inyectores, además puede controlar el encendido, gracias a que el CAS presenta una posición de referencia muy precisa del cigüeñal.

Otra señal de entrada, que la ECM utiliza para el cálculo de liberación de combustible, es la que obtiene del sensor de posición de la mariposa de aceleración. Como la principal función del TPS es la de informar a la computadora los movimientos rápidos de la válvula mariposa, en base a este dato la ECM puede ajustar rápidamente la cantidad de combustible inyectada que se requiere.

3.3. VALVULA MARIPOSA.

Esta válvula figura 3.4, es aquella que mide el flujo de aire que entra por el colector de admisión. El aire que entra al motor es controlado por esta válvula mariposa, esta válvula está conectada al acelerador.

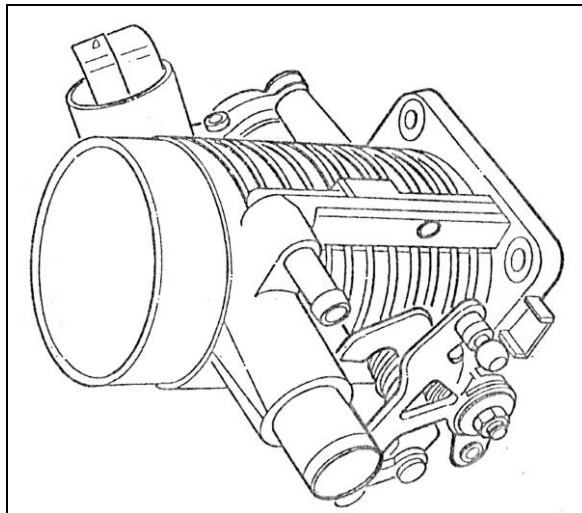


Figura 3.4. Válvula Mariposa.

La válvula mariposa contiene varios subconjuntos como el sensor de posición de la válvula mariposa y la válvula reguladora del aire en ralentí. La carcasa de la válvula mariposa posee varios agujeros ubicados antes y después de la mariposa que son utilizados para generar señales de vacío necesarios para el funcionamiento de componentes como el sensor de presión del colector y la válvula de control de ventilación del cánister.

3.4. CONECTOR DE OCTANAJE.

El sistema utiliza un conector denominado conector de octanaje figura 3.5. Este conector se encuentra en la posición adecuada para el tipo de combustible a ser utilizado. Si es necesario se puede alterar la posición del conector cuando el combustible fuera de baja calidad.

Pero si el combustible es de mala calidad, el motor podrá presentar desempeño insatisfactorio, alto consumo y detonaciones. Para alterar el número de octanos se debe quitar el conector de su ubicación y girarlo 180 grados.

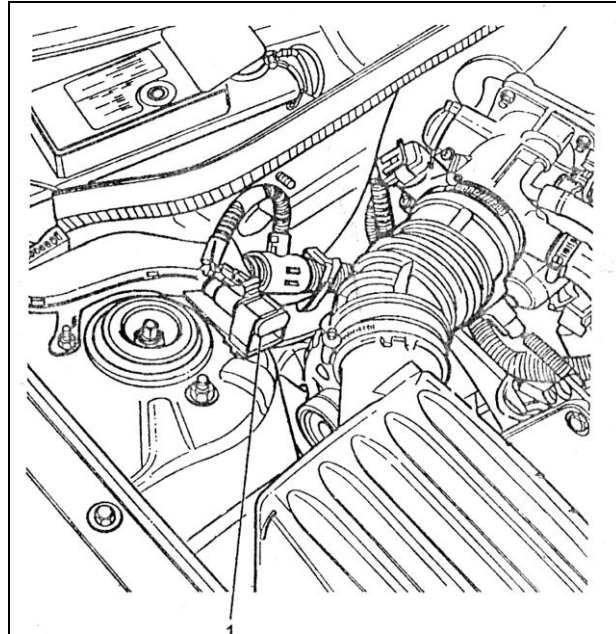


Figura 3.5. Conector de octanaje

3.5. FUNCION DE PROTECCION CONTRA FALLOS.

Esta función permite que cuando haya una avería en el sistema de inyección electrónica de combustible y envíe la señal de avería al ECM, se tenga el control sobre el inyector, la válvula de solenoide de IAC y otras piezas en base a las señales estándar y/o programa de respaldo prealmacenado en el ECM, mientras se hace caso omiso de la señal de falla y/o CPU.

Esta función permite trabajar al motor a un cierto nivel aunque posea una falla en cualquier parte del motor, impidiendo que este deje de funcionar.

- Sensor de temperatura del agua.
- Sensor de posición de la mariposa.
- Sensor de velocidad.
- Sensor de temperatura del aire.
- Sensor de presión del aire en el múltiple de admisión.

3.6. SISTEMA DE CONTROL DE INYECCION DE COMBUSTIBLE.

El sistema de inyección electrónica controla la inyección de combustible, mediante el Módulo de Control Electrónico y con la ayuda de las señales que le envían los diferentes sensores sobre el desempeño del motor.

El sistema controla la cantidad de combustible inyectado mediante la duración del pulso eléctrico que le envía la ECM al inyector y que lo mantiene abierto. El sistema también es encargado de controlar la sincronización de la inyección, con la ayuda del sensor CAS que le informa a la ECM la posición del cigüeñal y con esto se logra la inyección en el momento exacto.

Como ya se ha mencionado la cantidad de combustible que requiere el motor depende de la cantidad de aire que ingrese en la admisión; por lo tanto existe una compensación en la inyección de combustible cuando el sensor MAP (sensor de presión en el múltiple de admisión), detecta una subida de presión lo que indica un aumento de la cantidad de aire de admisión; de la misma forma ocurre cuando el sensor ATS (sensor de temperatura del aire de admisión) detecta una temperatura baja, dado que el volumen del aire de admisión varía según la temperatura, se efectúa una compensación de combustible según esta temperatura. La compensación de enriquecimiento durante la aceleración asegura una suave aceleración.

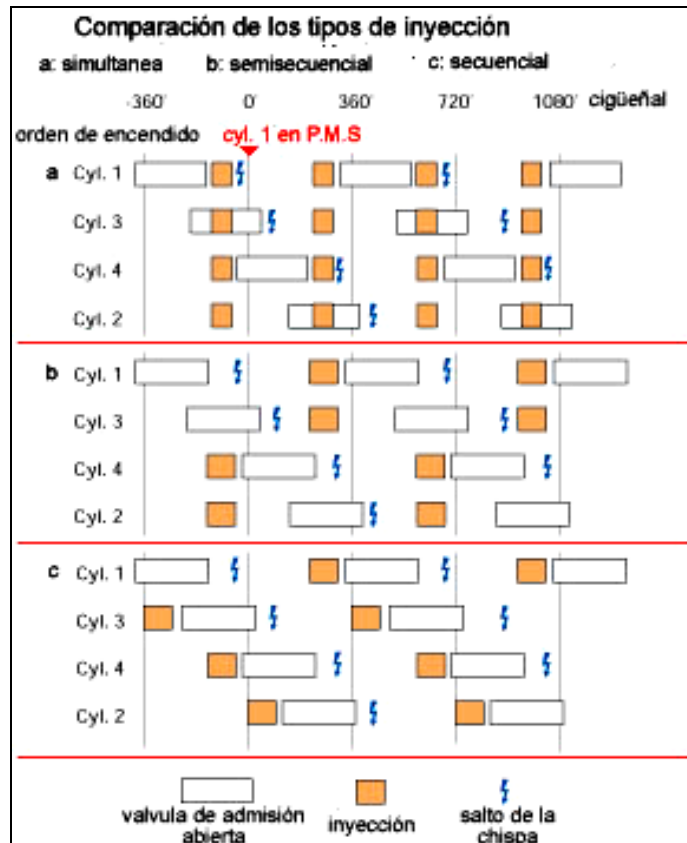


Figura 3.6. Cuadro de comparación de los tipos de Inyección.

De igual manera la compensación de empobrecimiento durante la des aceleración, se efectúa cuando existe una variación de la presión en el múltiple de admisión por debajo de la especificada durante la desaceleración.

Existe otra compensación de enriquecimiento durante el arranque del motor, a fin de mejorar las características y el funcionamiento al momento del arranque y estabilizar la velocidad del motor después de unos segundos del arranque.

Gracias a las señales que el sensor WTS (sensor de temperatura del líquido refrigerante) envía a la ECM, esta puede saber si la temperatura del motor es baja o está trabajando a su temperatura normal de funcionamiento. Cuando la temperatura del motor esta por debajo de su temperatura normal de funcionamiento la ECM ordena una compensación de enriquecimiento durante el calentamiento del motor, y va disminuyendo gradualmente hasta que la temperatura del líquido refrigerante sea normal.

La compensación de enriquecimiento de potencia se efectúa cuando la apertura de la válvula de mariposa es mayor que la especificada, para asegurar una suave aceleración y buena marcha en condiciones de conducción con cargas elevadas. La compensación de enriquecimiento de potencia lo ordena la ECM, con la ayuda del sensor TPS (sensor de posición de la mariposa de aceleración) que informa constantemente de la posición de la válvula mariposa.

La inyección de combustible se interrumpe cuando el motor supera las 6500 RPM como una función de protección; esta función es ejecutada por la ECM con la ayuda del sensor de rotación REF o CAS que detecta el número de revoluciones por minuto. La inyección de combustible también se interrumpe cuando, la válvula mariposa de aceleración está en la posición de ralentí (cerrada) y la velocidad del motor es alta, como sucede cuando el vehículo circula por una bajada pronunciada.

El sensor de oxígeno que se encuentra en el múltiple de escape, detecta la cantidad de oxígeno contenida en los gases combustionados e informa a la ECM, la cual posee una referencia especificada que corresponde a la relación estequiométrica de aire y combustible la cual es (14.7); la señal de referencia es comparada con la señal que envía el sensor de oxígeno a la computadora y se establece si está por debajo o por encima de esta.

Cuando la señal del sensor de oxígeno es alta por encima de la referencia, quiere decir que la mezcla aire combustible es rica ya que se encuentra poca cantidad de oxígeno en los gases combustionados, entonces la ECM ordena disminuir la cantidad de inyección de combustible lo cual causa un aumento de la concentración de oxígeno en los gases combustionados y se empobrece la mezcla; por el contrario si la señal del sensor de oxígeno es baja quiere decir que la mezcla aire combustible es pobre debido a que el sensor detecta poca cantidad de oxígeno en los gases de escape, lo que quiere decir que la relación aire combustible es menor que la relación teórica, entonces la ECM ordena enriquecer más la mezcla aumentando el tiempo del pulso eléctrico que mantiene abierto los inyectores y por ende se inyecta mayor cantidad de combustible.

Sin embargo el proceso de control de la mezcla A/C por medio del sensor de oxígeno no tendrá lugar en los siguientes casos: al arrancar el motor y cuando se aumenta la inyección de combustible después de arrancar el motor, cuando la temperatura del refrigerante del motor es baja, cuando la carga es alta y se aumenta la inyección de combustible, al efectuarse el corte de combustible por alguna de las razones antes mencionadas, cuando el sensor de oxígeno esté frío y cuando el motor esté funcionando a altas velocidades mayores que 4000 RPM.

Por último existe una compensación de la tensión de la batería, ya que cuando la tensión de la batería es baja el pulso que la ECM envía a los inyectores es más corto y liberan menor cantidad de combustible; entonces, para compensar esto, se prolonga el tiempo del pulso de corriente a los inyectores.

3.7. SISTEMA DE CONTROL DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE

El ECM controla la operación de CONEXIÓN/DESCONEXION de la bomba de combustible conectándolo a través del relé de la bomba de combustible bajo cualquiera de las siguientes condiciones:

- Durante 3 segundos después de conectarse el interruptor de encendido.
- Mientras se arranca el motor (mientras se aplica a la ECM la señal de arranque del motor).
- Cuando se transmite una señal del CAS al ECM.

3.8. PRECAUCIONES PARA EL DIAGNOSTICO DE AVERIAS.

Antes de identificar el código de diagnóstico indicado por la luz “Check Engine”, no se debe desconectar del ECM los acopladores, el cable de la batería y el fusible principal en cableado preformado de conexión a tierra de ECM.

Si existe alguna anomalía o mal funcionamiento en dos o más lugares, la luz “Check Engine” indicará los códigos aplicables tres veces cada uno. El destello de estos códigos se repite mientras esté conectado a tierra el interruptor

de diagnóstico (el fusible de repuesto está conectado) y el interruptor de encendido esté en la posición on.

3.9. AVERIAS INTERMITENTES.

Algunas veces la luz "Check Engine" indica un código de diagnóstico de una avería ocurrida solo temporalmente, en este caso, podría ocurrir que se sustituyan innecesariamente piezas en buen estado. Para que no ocurra esto y evitar este tipo de fallas, hay que seguir las instrucciones indicadas por el manual de mantenimiento.

Cuando la avería pueda ser identificada se debe revisar el sensor, los alambres y cada conexión, y si se encuentran en buenas condiciones, sustituya por un ECM en buen estado y repita la comprobación.

Cuando la luz Check Engine indique un código de avería efectúe el diagnóstico de la avería utilizando dicho número de código y si el sensor, alambres y cada conexión están en condiciones satisfactorias, borre el código de diagnóstico de la memoria de ECM. Luego efectúe una prueba de funcionamiento y revise que es lo que indica la luz Check Engine. Sólo cuando indique nuevamente un código de avería, sustituya por un ECM en buen estado y repita la comprobación. Si se indica el código de normalidad N° 12 en lugar del código de avería significa que ha ocurrido una avería intermitente que ha sido reestablecida. En este caso vuelva a identificar cuidadosamente las conexiones.

3.10. PASOS A SEGUIR PARA LA INSPECCION DEL CIRCUITO DEL SISTEMA.

La mayoría de los problemas intermitentes son causados por conexiones eléctricas defectuosas. Efectué una comprobación cuidadosa de los circuitos sospechosos para:

- Acoplamientos defectuosos de mitades de acopladores, o terminales no

sentados debidamente en el cuerpo del acoplador (retrocedido).

- Terminales mal formados o dañados. Todos los terminales del acoplador en el circuito problemático deberán reformarse cuidadosamente para aumentar la tensión de contacto.
- Conexión deficiente del terminal con el alambre.
- No conecte un probador (voltímetro, ohmetro u otros) al ECM cuando su acoplador esté desconectado. Hacer esto podría causar daños al ECM.
- No conecte un óhmetro al ECM con el acoplador conectado al mismo. Tal acción podría causar danos en el ECM y los sensores.
- Asegúrese de usar un voltímetro con alta impedancia o un voltímetro del tipo digital. Con estos se obtendrán mediciones precisas para las posiciones del terminal del acoplador del ECM (A1, A2.....a A12; B1, B2...a B12; C1, C2...C16 y D1, D2...D16).

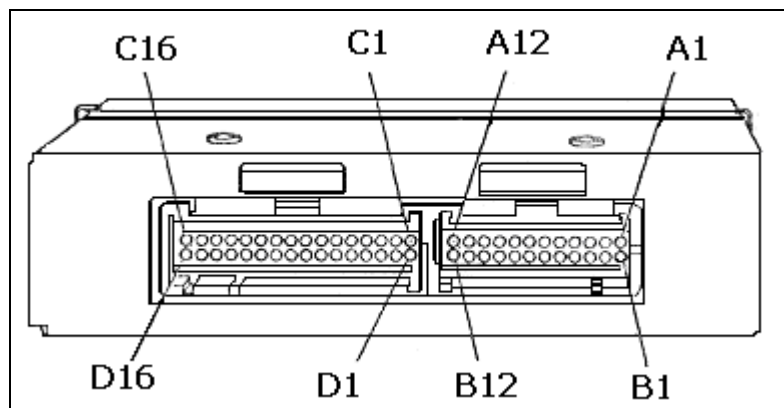


Figura 3.7. "Identificación de bornes del enchufe del módulo de control electrónico."¹⁴

¹⁴ CHEVROLET, Manual Complementario de Servicio. Corsa 1.6 L, 2000. Brasil. Pág. 39.

Tabla III.1. Pines y conectores A – B.

PIN	FUNCION
A1	No utilizado
A2	Línea de señal del Sensor de posición del cigüeñal (CKP) P35
A3	Relé de corte del A/C K60
A4	Relé del Ventilador K1
A5	Relé del Ventilador K2
A6	No utilizado
A7	Línea del. Sensor de Presión Absoluta en el Colector (MAP) P23
A8	Línea del serial del Sensor del Posición de la Mariposa de aceleración (IPS) P 34
A9	No utilizado
A10	Entrada del TCM solamente A/T
A11	Líneas de Masa del Sensor de temperatura del líquido de enfriamiento (CIS) P30, Sensor de presión Absoluta en el Colector (MAP) P23 y el Sensor de Presión del Acondicionador de Aire P80 Conector de Octanaje XI5
A12	Masa del ECM
B1	Voltaje de la batería.
B2	Línea de señal del Sensor de velocidad del vehículo (VSS).
B3	Masa del sensor de posición del cigüeñal (CKP) P35.
B4	No utilizado.
B5	No utilizado.
B6	Relé de la bomba de combustible K58.
B7	Línea de datos Seriales del terminal J del enchufe ALDL B5 GX 13.
B8	Alimentación de energía (5v) del sensor de Presión Absoluta del colector P23, sensor de posición de la Mariposa de Aceleración (TPS) P34
B9	No utilizado
B10	Masa de ECM.
B11	Línea de señal del sensor de oxígeno (O2) P33
B12	Línea de señal del sensor de temperatura del líquido de enfriamiento (CTS) P30.

Tabla III.2. Pines y conectores C – D.

PIN	FUNCION
C1	Control de la masa de verificación del borne H30.
C2	Señal de la salida del Tacómetro (si está equipado).
C3	Línea de señal EST B.
C4	Voltaje de encendido.
C5	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.
C6	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.
C7	No utilizado.
C8	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.
C9	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.
C10	No utilizado.
C11	Control de Masa de los inyectores 1/4.
C12	No utilizado.
C13	Conector del inyector
C14	Conector del inyector
C15	Control de Masa de los inyectores 2/3.
C16	Voltaje de la batería.
D1	Masa del ECM
D2	Línea de la masa del sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS) P354, y Sensor de Temperatura del Aire de la admisión (JAU) P3.1.
D3	Señal del sensor de Temperatura del Aire de la Admisión (JAU) P31.
D4	No utilizado
D5	Interruptor de solicitud del Acondicionador de Aire.
D6	No utilizado.
D7	No utilizado.
D8	Línea de Activación de diagnóstico del Borne b del enchufe ALDL X13
D9	No utilizado
D10	Línea de Señal EST A.
D11	Señal del conector de Octanaje X15.
D12	No utilizado.
D13	No utilizado.
D14	No utilizado.
D15	No utilizado.
D16	No utilizado.

Cuando se desconecte y conecte el acoplador, asegúrese de desconectar el interruptor de encendido.

Al comprobar la conexión de los terminales, revise si hay dobladura en la mitad macho o apertura excesiva en la mitad hembra, y ambos en cuanto a bloqueo. El momento de conectar la sonda del ohmiómetro, voltímetro, etc., al terminal del acoplador, asegúrese de conectarlo desde el lado del cableado preformado del acoplador

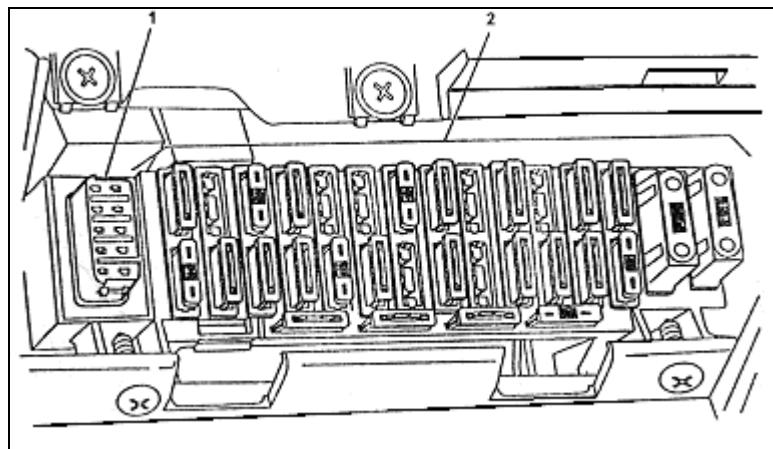


Figura 3.8. "1 Enchufe ALDL. 2 Caja de fusibles.

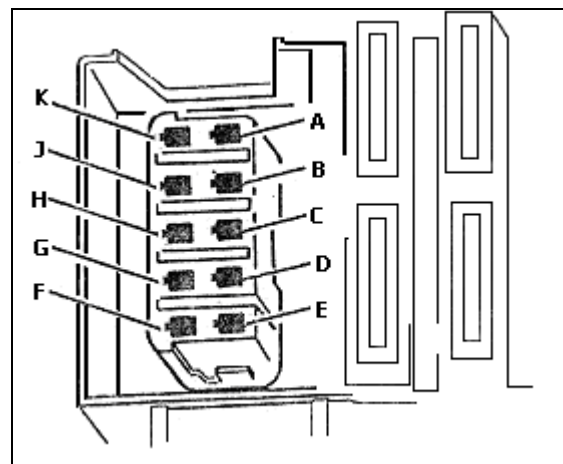


Figura 3.9. Identificación de los bornes del enchufe ALDL. A Masa. B Línea de solicitud de Diagnóstico. H Sistema de alarma antirrobo. G Línea bidireccional de comunicaciones. F Voltaje de la batería.¹⁵

¹⁵ CHEVROLET, Manual Complementario de Servicio. Corsa 1.6 L, 2000. Brasil. Pág. 46

3.11. TABLA DE CODIGOS DE DIAGNOSTICOS MULTIPUNTO CORSA.

Tabla III.3. Códigos de diagnóstico.

Códigos de falla	Descripción	Terminal ECM
13	Sensor de Oxigeno O2 - Circuito Abierto	B11, B10
14	Sensor de Temperatura del Liquido de Enfriamiento - Voltaje Bajo	B12, A11
15	Sensor de Temperatura del Liquido de Enfriamiento - Voltaje Alto	B12, A11
19	Señal Incorrecta de rpm	A2, B3
21	Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración - Voltaje Alto	B8, A8, D2
22	Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración - Voltaje Bajo	B8, A8, D2
24	Ninguna Señal de Velocidad del Vehículo	B2, D1
25	Válvula del Inyector - Voltaje Bajo	C11
29	Relé de la Bomba de Combustible - Voltaje Bajo	B6, D1
32	Relé de la Bomba de Combustible - Voltaje Alto	B6, D1
33	Sensor MAP - Voltaje Alto	B8,A7,A11
34	Sensor MAP - Voltaje Bajo	C5, C6, C8
35	Falla en el Control de Aire en Ralentí	C9, D1
41	Línea EST de las Bobinas 2/3 - Voltaje Alto	C3,D1
42	Línea EST de las Bobinas 1/4 - Voltaje Alto	D10, D1
44	Escape Pobre	B11, B10
45	Escape Rico	B11, B10
49	Batería – Voltaje Alto	C4, D1
51	Falla EPROM	-
55	Falla EPROM	-
63	Línea EST de las Bobinas 2/3 - Voltaje Bajo	C3, D1
64	Línea EST de las Bobinas 1/4 - Voltaje Bajo	D10, D1
69	Temperatura del Aire del Colector – Voltaje Alto	D2,D3
71	Temperatura del Aire del Colector – Voltaje Bajo	D2,D3
81	Válvula Inyectora – Voltaje Alto	C11, C15
93	Falla del Módulo QUAD Driver U8	A10, C1
94	Falla del Módulo QUAD Driver U9	A3, A4, A5, D1

3.12. CODIGOS DTC.

3.12.1. CODIGO No 13 SENSOR DE OXIGENO (circuito abierto).

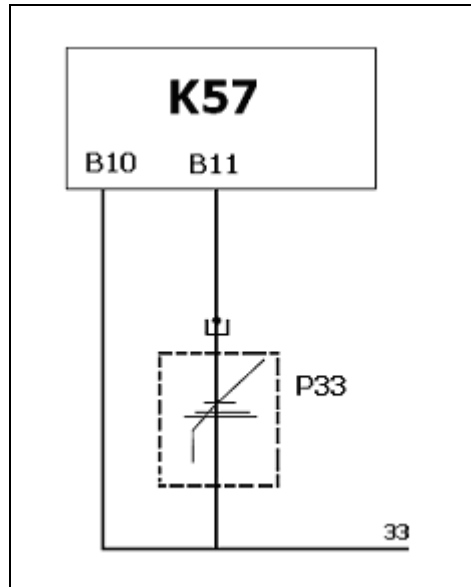


Figura 3.10. Circuito del sensor de oxígeno.

Antes de realizar el diagnóstico del circuito del sensor de oxígeno, se debe verificar que los siguientes elementos y sistemas del motor estén en buen estado:

- Revisar que el subsistema de aire no posea fugas o pérdidas de vacío.
- Verificar que el filtro de aire no esté obstruido.
- Verificar que los cables de alta tensión no tengan grietas o estén deteriorados.
- Revisar la compresión del motor (superior a 120 psi.).
- Revisar el vacío del motor.
- Revisar que las bujías de encendido estén correctamente calibradas y que sus electrodos se encuentren en buen estado.

Si existe más de un código de falla, se debe primero solucionar el resto de fallas antes del sensor de oxígeno.

Tabla III.4. Diagrama de flujo.

PASO	ACCION	SI	NO
1	<p>1) Desmonte la cubierta de ECM (PCM).</p> <p>2) Caliente el motor a su temperatura de funcionamiento normal.</p> <p>3) Conecte el voltímetro entre el terminal B10 (B11) del acoplador de ECM (PCM) y la tierra en la carrocería.</p> <p>4) Mantenga la velocidad del motor a 2000 r.p.m. y después de unos 60 segundos, inspeccione el voltímetro.</p> <p>¿El voltímetro fluctúa entre valores por encima y por debajo de 0,45 V repetidamente?</p>	<p>El sensor de oxígeno calentado y su circuito (sistema de bucle cerrado, sistema de reciclado de la relación de A/C en buen estado).</p> <p>Avería intermitente o mal estado del ECM (PCM), Vuelva a inspeccionar consultando los "Problemas intermitentes y mala conexión" del numeral 3.11.</p>	Vaya al paso 2.
2	<p>¿El voltaje permanece incambiado a mas de 0,45 V?</p>	<p>Inspeccione por cortocircuito en el circuito eléctrico del sensor de oxígeno o mezcla A/C rica. Inspeccione los sensores MAP, CTS, presión de combustible, inyectores y sus circuitos. Si están en buen estado, inspeccione el ECM (PCM) y su circuito.</p>	Vaya al paso 3.
3	<p>1) Mantenga una velocidad del motor de 2000 r.p.m. durante 60 segundos.</p> <p>2) Inspeccione el voltímetro mientras acelera repetidamente el motor.</p> <p>¿Indica 0,45 V o mas por lo menos una vez?</p>	<p>Mala conexión B10 (B11) o mezcla de A/C pobre. Si la conexión esta bien, inspeccione los sensores MAP, CTS, TPS, presión de combustible, inyectores y sus circuitos. Si están en buen estado, inspeccione el ECM (PCM) y su circuito.</p>	<p>Circuito del sensor de oxígeno roto/ cortocircuitado, circuito roto o avería del sensor de oxígeno. Si el cable y las conexiones están bien, cambie el sensor de oxígeno calentador vuelva a inspeccionar.</p>

3.12.2. CODIGO No 14 SENSOR DE TEMPERATURA DEL LIQUIDO DE ENFRIAMIENTO (Voltaje bajo).

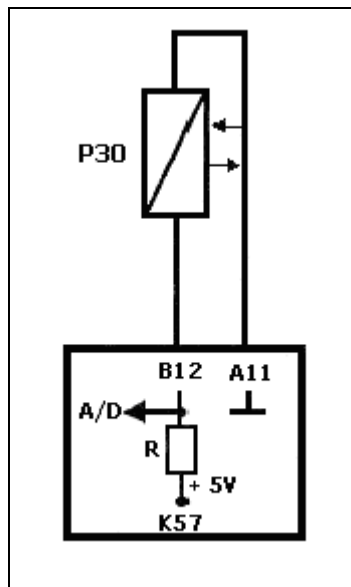


Figura 3.11. Circuito del sensor de temperatura del líquido de enfriamiento.

Antes de realizar la inspección, se debe revisar el sistema de enfriamiento del motor, como es el nivel de refrigerante, el termostato, la bomba de agua, el ventilador, bandas y a más de eso se debe verificar el nivel de lubricante del motor.

El circuito del sensor de temperatura del líquido refrigerante, debe ser revisado cuando se producen arranques difíciles, paros marchas mínimas disperejas, ahogamiento golpeteo, consumo excesivo de combustible, emisiones altamente contaminantes.

Se debe inspeccionar el funcionamiento del sensor en su parte eléctrica y resistiva, conexiones flojas o malas en el sensor y la computadora.

Tabla III.5. Diagrama de flujo.

PASO	ACCION	SI	NO
1	<p>1) Con el interruptor de encendido en OFF, desconecte el acoplador del sensor de CTS.</p> <p>2) Con el interruptor de encendido en ON y con un ECM (PCM) en buen estado, se aplica un voltaje de 4 V o más en el terminal "B12" del cable del acoplador del sensor CTS.</p> <p>¿Esta en unos 4 - 5 V?</p>	Vaya al paso 2	Cable del terminal "B12" cortocircuitado al cable del terminal "A11" o circuito a tierra. Si el cable esta bien, sustituya un ECM (PCM) en buen estado y vuelva a inspeccionar.
2	<p>1) Inspeccione el sensor CTS. Desconecte el cable negativo de la batería, vacíe el sistema de enfriamiento. Desconecte el arnés del CTS y desmóntelo de la culata. Sumerja la parte que detecta la temperatura del CTS mientras se va calentando el agua y mida la resistencia de los terminales del sensor.</p> <p>¿La resistencia del sensor CTS varía?</p>	<p>Mala conexión del acoplador del sensor ECT.</p> <p>Si las conexiones están bien, avería intermitente o mal estado de ECM (PCM).</p> <p>Vuelva a inspeccionar consultando "Problemas intermitentes y mala conexión" del numeral 3.11.</p>	Sensor CTS en mal estado.

3.12.3. CODIGO No 15 SENSOR DE TEMPERATURA DEL LIQUIDO DE ENFRIAMIENTO (Voltaje alto).

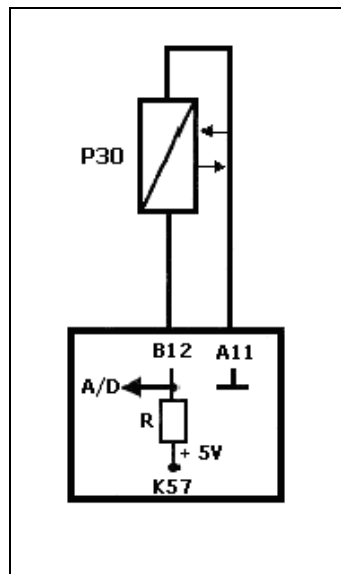


Figura 3.12 Circuito del sensor de temperatura del líquido de enfriamiento.

Tabla III.6. Diagrama de flujo.

PASO	ACCION	SI	NO
1	1) Con el interruptor de encendido en OFF, desconecte el acoplador del sensor de CTS. 2) Con el interruptor de encendido en ON, inspeccione el voltaje en el cable del terminal "B12" en el acoplador del sensor CTS. ¿Está en unos 4-5 V?	Vaya al paso 2.	Cable del terminal "B12" roto, mala conexión en el terminal "B12" o cable del terminal "B12" cortocircuitado al circuito eléctrico. Si el cable y las conexiones están bien, sustituya un ECM (PCM) en buen estado y vuelva a inspeccionar.
2	1) Utilice un cable de servicio y conecte el cable del terminal "B12" y el cable del terminal "A11" del acoplador del sensor CTS. 2) Inspeccione el voltaje en el terminal de cable "B12" del acoplador del sensor CTS con el interruptor de encendido en ON. ¿Esta por debajo de 0,15 V?	Vaya al paso 3.	Cable del terminal "A11" roto o mala conexión del terminal "A11". Si el cable y las conexiones están bien, sustituya un ECM (PCM) en buen estado y vuelva a inspeccionar.

<p style="text-align: center;">3</p>	<p>1) Inspeccione el sensor CTS. Desconecte el cable negativo de la batería, vacíe el sistema de enfriamiento. Desconecte el arnés del CTS y desmóntelo de la culata. Sumerja la parte que detecta la temperatura del CTS mientras se va calentando el agua y mida la resistencia de los terminales del sensor.</p> <p>¿La resistencia del sensor CTS varía?</p>	<p>Mala conexión del sensor a acoplador de CTS. Si las conexiones están bien, avería intermitente o mal estado de ECM (PCM). Vuelva a inspeccionar consultando "Problemas intermitentes y mala conexión.</p>	<p>Sensor CTS en mal estado.</p>
---	--	--	----------------------------------

Para volver a instalar el CTS, se debe limpiar las superficies de acoplamiento del sensor y de la culata por donde circula el refrigerante, debe utilizar una empaquetadura nueva y apretar el CTS con el par especificado (12.5-9.5 lbs-pie).

3.12.4. CODIGO No 19 SENSOR DE ROTACION REF (CAS). (Señal incorrecta de r.p.m.)

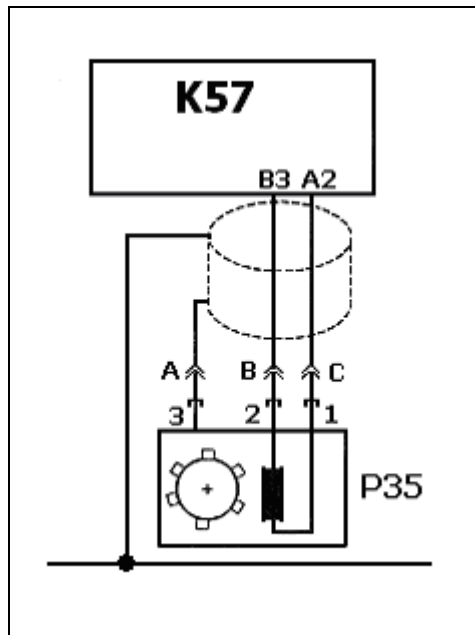


Figura 3.13. Circuito del sensor de rotación.

Se debe revisar el funcionamiento del sensor. Conexiones flojas del sensor o la computadora. Circuitos abiertos o cortos circuitos en la bobina del sensor o en el sistema de cableado del vehículo. Demasiado espacio entre la bobina del sensor y el anillo reluctor. Dientes rotos, deformados o faltantes en el disco reluctor.

Tabla III.7. Diagrama de flujo.

PASO	ACCION	SI	NO
1	¿El motor arranca?	Vaya al paso 2.	Revise alguna falla del motor no relacionada.
2	Confirme que el sensor CAS y el conector están bien instalados. ¿El sensor CAS está bien instalado y el conector bien conectado?	Vaya al paso 3.	Corrija.

PASO	ACCION	SI	NO
3	<p>Inspeccione el cableado preformado y la conexión</p> <p>1) Desconecte el conector del sensor CAS.</p> <p>2) Confirme que cada terminal está bien conectado al sensor CAS.</p> <p>3) Si está bien, gire el interruptor de encendido a ON e inspeccione el voltaje entre los terminales de los cables "A" y "C" del conector del sensor desconectado.</p> <p>¿El voltaje esta en 10 - 14 V?</p>	Vaya al paso 4.	Cable "A" o "C" roto, cortocircuitado o mala conexión.
4	<p>Inspeccione el voltaje entre los terminales de los cables "B" y "C" del conector de sensor desconectado.</p> <p>¿El voltaje está en 4 - 5 V?</p>	Vaya al paso 5.	<p>Cable "B" roto, cortocircuitado o mala conexión.</p> <p>Si el cable y la conexión están bien, sustituya un ECM (PCM) en buen estado y vuelva a inspeccionar.</p>
5	<p>Inspeccione el funcionamiento del sensor CAS.</p> <p>1) Desmonte el sensor CAS de la caja del sensor.</p> <p>2) Limpie las partículas metálicas en la cara de extremo del sensor CAS, si las hubiera.</p> <p>3) Conecta el conector del sensor CAS. Desconecte los conectores de los conjuntos de bobina de encendido e inyectores de combustible.</p> <p>4) Gire el interruptor de encendido a ON.</p> <p>5) Inspeccione el voltaje en el terminal "B3" y "A3" del conector conectado al ECM (PCM) haciendo pasar una sustancia magnética (hierro) mientras mantiene una separación de aproximadamente 1 mm de la cara del extremo del sensor CAS.</p> <p>¿El voltaje cambia entre bajo (0-1 V) y alto (4 - 6 V) o de alto a bajo?</p>	Vaya al paso 6.	Cambie el sensor CAS.
6	<p>Inspeccione las siguientes averías de la rueda dentada: Daño, No hay materias extrañas adheridas</p> <p>¿Está en buen estado?</p>	<p>Avería intermitente o mal estado del ECM (PCM). Vuelva a inspeccionar consultando los "Problemas intermitentes mala conexión".</p>	Limpie los dientes de la rueda dentada o cámbiela si es necesario.

3.12.5. CODIGO No 21 SENSOR DE POSICION DE LA MARIPOSA DE ACELERACION (voltaje alto).

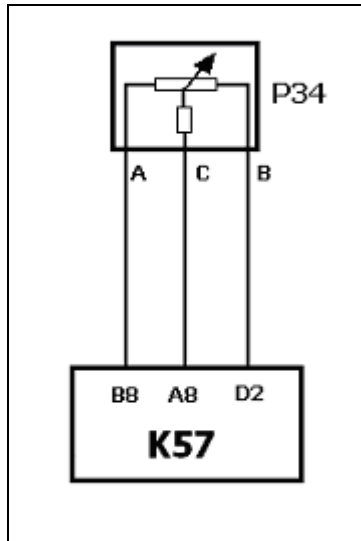


Figura 3.14. Circuito del sensor de posición de la mariposa de aceleración

Se debe revisar el circuito del sensor TPS, cuando la computadora envía códigos de falla relacionados con problemas de manejabilidad tales como titubeos, demasiado consumo de combustible, aceleración errática, golpeteos.

Se debe inspeccionar el funcionamiento del sensor, conexiones malas, flojas o arnés de la computadora. Eje o eslabonamiento del estrangulador atorados.

Tabla III.8. Diagrama de flujo.

PASO	ACCION	SI	NO
1	1) Con el interruptor de encendido en OFF, desconecte el acoplador del sensor TP. 2) Inspeccione el voltaje entre el terminal del cable "A" y el terminal del cable "B" del acoplador del sensor TP desconectado con el interruptor de encendido en ON. ¿Está en unos 4 - 5 V?	Vaya al paso 2	Cable "B" roto, malas conexiones de "D2" o cable "A" cortocircuitado al circuito eléctrico.

PASO	ACCION	SI	NO
2	1) Inspeccione el sensor TPS, desconectando la batería y el arnés del sensor. Utilice un ohmetro analógico para medir la resistencia entre el terminal del cable "C" y tierra "B", del conector del sensor TPS, luego mueva manualmente la mariposa de aceleración. ¿Varía la resistencia del TPS?	Cable "C" cortocircuitado al circuito eléctrico. Si el cable esta bien, avería intermitente o mal estado del ECM (PCM).	Sensor TPS en mal estado

Para el ajuste del TPS se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Desconecte el cable negativo de la batería y desconecte el acoplador del TPS.
- Coloque un calibre de espesor de 0.65 mm entre el tornillo de tope de la mariposa de gases y la palanca de mariposa de gases.
- Afloje los tornillos del TPS.
- Haga girar completamente el TPS hacia atrás y luego gire lentamente hacia la derecha hasta encontrar la posición en que la lectura del ohmetro cambia de 0 (cero-continuidad) a infinito (no hay continuidad).
- Coloque el TPS y ajuste al par especificado 9 lb-pie.
- Verifique que no haya continuidad en el cable de tierra y el terminal de referencia, cuando se introduce el calibre especificado.
- De no obtener operaciones satisfactorias deberá ajustar nuevamente el TPS.

3.12.6. CODIGO No 22 SENSOR DE POSICION DE LA MARIPOSA DE ACELERACION (voltaje bajo).

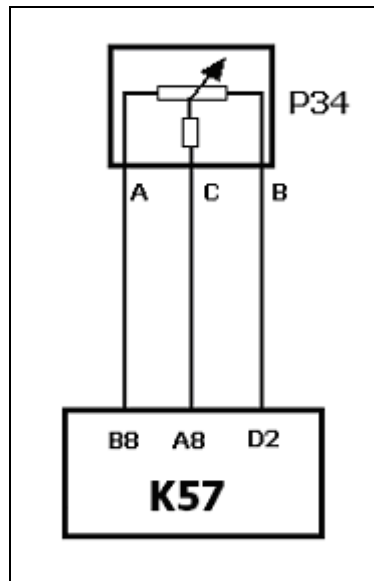


Figura 3.15. Circuito del sensor de posición de la mariposa de aceleración

Tabla III.9. Diagrama de flujo.

PASO	ACCION	SI	NO
1	<p>1) Con el interruptor de encendido en OFF, desconecte el acoplador del sensor TPS.</p> <p>2) Inspeccione el voltaje entre el terminal del cable "A" y el terminal del cable "B" del acopiador del sensor TP desconectado con el interruptor de encendido en ON.</p> <p>¿Está en unos 4 - 5 V?</p>	Vaya al paso 2.	<p>Cable "A" roto, o cortocircuitado al circuito de tierra o mala conexión de B8.</p> <p>Si el cable y las conexiones están bien, sustituya un ECM (PCM) en buen estado y vuelva a inspeccionar.</p>
2	<p>1) Inspeccione el sensor TPS, desconectando la batería y el arnés del sensor. Utilice un ohmetro analógico para medir la resistencia entre el terminal del cable "C" y tierra "B", del conector del sensor TPS, luego mueva manualmente la mariposa de aceleración.</p> <p>¿Varía la resistencia del TPS?</p>	<p>Cable "C" roto/ cortocircuitado a tierra o mala conexión "A8". Si el cable y las conexiones están en buen estado, avería intermitente o mal estado del ECM (PCM). Vuelva a inspeccionar consultando los "Problemas intermitentes o mala conexión".</p>	Mal estado del sensor TPS.

3.12.7. CODIGO No 24 SENSOR DE VELOCIDAD (ninguna velocidad del vehículo).

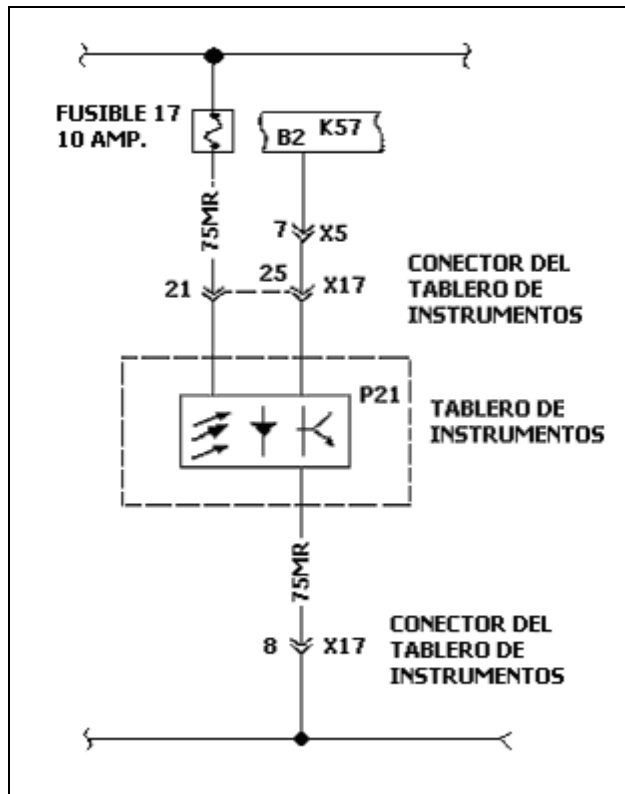


Figura 3.16. Circuito del sensor de velocidad.

Tabla III.10. Diagrama de flujo.

PASO	ACCION	SI	NO
1	¿El velocímetro muestra la velocidad del vehículo?	Cable del terminal "B2" en mal estado o mala conexión de "B2". Si el cable y las conexiones están en buen estado, avería intermitente o mal estado del ECM (PCM). Vuelva a inspeccionar consultando los "Problemas intermitentes mala conexión".	Vaya al paso 2.

PASO	ACCION	SI	NO
2	1) Con el interruptor de encendido en OFF, desconecte el acoplador de VSS. 2) Con el interruptor de encendido en ON, inspeccione el voltaje entre el terminal "21" y el terminal "8" del acoplador de VSS. ¿El voltaje esta en unos 10 -14 V?	Vaya al paso3.	Cable del terminal "21" u "8" roto o cortocircuitado.
3	1) En la misma condición del paso 2, inspeccione el voltaje entre los terminales "25" y "8" del acoplador de VSS. ¿Hay un voltaje de más de 4 V?	Vaya al paso 4.	Vaya Al Paso 5.
4	1) Desmonte el VSS. 2) Inspeccione los engranajes de mando y mandados del VSS por daños y desgaste excesivo. ¿Está en buen estado?	Mala conexión de VSS o avería de VSS. Si la conexión está bien, sustituya un VSS en buen estado e inspeccione nuevamente.	Avería del engranaje de mando o mandado de VSS.
5	1) Desmonte el medidor combinado del tablero de controles. 2) Gire el interruptor de encendido a ON e inspeccione el voltaje entre los terminales "25" y "8" del acoplador de VSS. ¿El voltaje está en unos 4 - 5 V?	Avería del velocímetro	Cable del terminal "B2" roto/ cortocircuitado o ECM (PCM) en mal estado. Si el cable y las conexiones están bien, sustituya un ECM (PCM) en buen estado e inspeccione nuevamente.

La prueba de este sensor consiste en hacer girar su eje y medir la salida de voltaje. Esto puede hacerse con el sensor en el auto, levantando con un gato hidráulico las ruedas impulsoras y echando a andar el motor, con una palanca de velocidades. También se puede desmontar el sensor y hacerlo girar con la mano mientras se mide el voltaje de salida. Si no hay generación hay que remplazar el sensor.

3.12.8. CODIGO No 33 SENSOR MAP (voltaje alto).

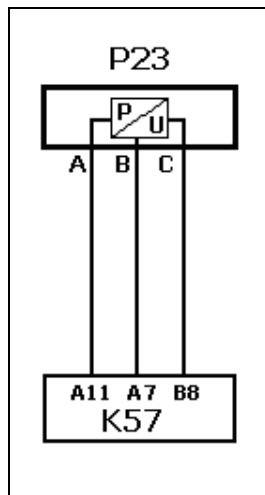


Figura 3.17. Circuito del sensor MAP.

Se debe inspeccionar este circuito cuando la computadora envía señales relacionadas a problemas tales como arranques difíciles, paros, marcha mínima dispareja, fallas titubeos, ahogos, demasiado consumo de combustible, gases de escape negros, golpeteo, encendidos prematuros, sobrecalentamiento del convertidor catalítico.

Cuando se tenga síntomas de señal de voltaje alto, presión alta y vacío bajo revise así:

Tabla III.11. Diagrama de flujo.

PASO	ACCION	SI	NO
1	1) Desmonte la cubierta de ECM (PCM). 2) Con el interruptor de encendido en ON, inspeccione el voltaje en el terminal del cable "B" y el terminal del cable "C" del acoplador del MAP. ¿El voltaje está en 1,0 -1,6 V?	Vaya al paso 2.	Cable "C" roto, mala conexión de B8, cable "B" cortocircuitado al circuito eléctrico o sensor MAP en mal estado. Si los cables están en buen estado, sustituya un MAP en buen estado y vuelva a inspeccionar.
2	Arranque el motor e inspeccione el voltaje entre el terminal del cable "B" y el terminal del cable "C" del acoplador del sensor. ¿El voltaje sube dentro de un entorno de 5V cuando aumenta la velocidad del motor?	Avería intermitente o mal estado del ECM (PCM). Vuelva a inspeccionar consultando los "Problemas intermitentes o mala conexión".	Sustituya un sensor MAP en buen estado y vuelva a inspeccionar.

3.12.9. CODIGO No 34 SENSOR MAP (voltaje bajo).

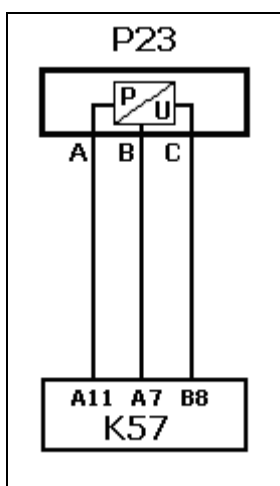


Figura 3.18. Circuito del sensor MAP.

Cuando tenga síntomas de señal de voltaje bajo, presión baja y vacío alto revise así:

Tabla III.12. Diagrama de flujo.

PASO	ACCION	SI	NO
1	1) Con el interruptor de encendido en OFF, desconecte el acoplador del sensor MAP. 2) Con el interruptor de encendido en ON, inspeccione el voltaje entre el terminal del cable "A" del acoplador del sensor MAP y la tierra. ¿El voltaje está en 4 -5 V?	Vaya al paso 2.	Cable "A" roto o cortocircuitado.
2	1) Con el interruptor de encendido en OFF, conecte el acoplador del sensor MAP. 2) Desmonte la cubierta de ECM (PCM). 3) Con el interruptor de encendido en ON, inspeccione el voltaje entre el terminal del cable "B" y el terminal del cable "C" del acoplador de ECM (PCM). ¿El voltaje esta en 1,0 -1,6 V?	Mala conexión de "A7". Si la conexión está en buen estado, avería intermitente o mal estado del ECM (PCM). Vuelva a inspeccionar consultando los "Problemas intermitentes mala conexión".	Cable "B" roto/ cortocircuitado, mala conexión del acoplador del sensor MAP o sensor MAP en mal estado. Si el cable y la conexión están bien, sustituya un MAP en buen estado y vuelva a inspeccionar.

Prueba individual del MAP de acuerdo al flujo grama:

- Desmonte el ECM tomando las precauciones del caso.
- Conecte firmemente los acopladores del ECM.

- Con el arnés conectado al ECM, instale un voltímetro digital entre los terminales de referencia y tierra, señal y tierra. El voltaje de alimentación para el primer caso debe ser de 4 a 5 Voltios, para la segunda conexión para cada variación de presión y altitud existirá una variación de voltaje.

Comprobación del MAP:

- Desconecte del filtro la manguera de vacío del MAP.
- Desconecte el arnés del MAP.
- Desmonte el MAP.
- Conecte una entrada de 5 voltios a la entrada del MAP, el positivo a la referencia y el negativo a tierra. Revise que el voltaje de señal varíe de acuerdo a la variación de vacío que se realizará con una bomba de vacío hasta llegar a 40 mm. de Hg. Si el resultado de la prueba no es satisfactorio sustituya el MAP.
- Instale el MAP y conecte firmemente la manguera de vacío.
- Conecte el arnés del MAP.

3.12.10. CODIGO No 69 SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE LA ADMISION (voltaje alto).

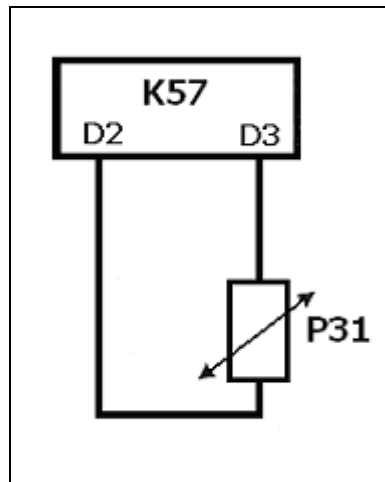


Figura 3.19. Circuito del sensor de temperatura del aire de la admisión.

Se debe inspeccionar este sensor cuando la computadora envíe señales relacionadas con los problemas tales como arranques difíciles, paros, marchas mínimas disparejas, fallas, titubeos, ahogos, golpeteo, demasiado consumo de combustible o gases de escape negros.

Se debe revisar el funcionamiento del sensor, conexión defectuosa del sensor o de la computadora, la punta del sensor incrustada de carbón, hollín u otros contaminantes que en el caudal del aire causen respuestas pobres, conductos de aire bloqueados o restringidos, problemas del sistema de enfriamiento del motor (líquido refrigerante, termostato, bomba de agua, ventilador, bandas), nivel bajo de aceite.

Cuando el sensor de temperatura del aire de admisión (IAT), indica temperatura baja y voltaje alto, proceda de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla III.13. Diagrama de flujo.

PASO	ACCION	SI	NO
1	<p>1) Con el interruptor de encendido en OFF, desconecte el acoplador del sensor IAT.</p> <p>2) Con el interruptor de encendido en ON, inspeccione el voltaje entre el cable del terminal "D3" del acoplador del sensor IAT y la tierra.</p> <p>¿Es de unos 4-5V?</p>	Vaya al paso 2.	<p>Cable del terminal "D3" roto, mala conexión de D3 o cable del terminal "D3" cortocircuitado al circuito eléctrico.</p> <p>Si el cable y las conexiones están bien, sustituya un ECM (PCM) en buen estado.</p>
2	<p>1) Utilice el cable de servicio para conectar dos terminales en el acoplador del sensor IAT.</p> <p>2) Inspeccione el voltaje entre el cable del terminal "D3" del acoplador del sensor IAT y la tierra con el interruptor de encendido en ON.</p> <p>¿Está por debajo de 0,15 V?</p>	Vaya al paso 3.	<p>Cable del terminal "D2" roto o mala conexión de "D2".</p> <p>Si el cable y la conexión están bien, sustituya un ECM (PCM) en buen estado y vuelva a inspeccionar.</p>
3	<p>1) Inspeccione el sensor IAT de la siguiente manera: desmonte el IAT, manténgalo a una temperatura ambiente de 20oC durante 30 minutos por lo menos, mida la resistencia del IAT. Repita el proceso para varias temperaturas.</p> <p>¿Varía la resistencia del sensor IAT?</p>	<p>Mala conexión del acoplador del sensor IAT. Si la conexión está en buen estado, avería intermitente o mal estado del ECM (PCM). Vuelva a inspeccionar consultando los "Problemas intermitentes mala conexión".</p>	Mal estado del sensor IAT.

3.12.11. CODIGO No 71 SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE LA ADMISION (voltaje bajo).

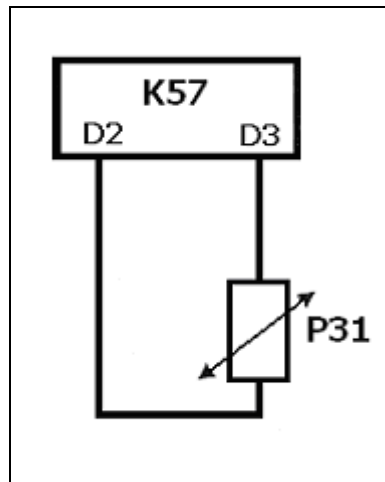


Figura 3.20. Circuito del sensor de temperatura del aire de la admisión.

Cuando el sensor de temperatura del aire de admisión (IAT), indica temperatura alta y señal de voltaje bajo, proceda de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla III.14. Diagrama de flujo.

PASO	ACCION	SI	NO
1	1) Con el interruptor de encendido en OFF, desconecte el acoplador del sensor IAT. 2) Con el interruptor de encendido en ON, ¿se aplica un voltaje de 4 V o más entre el cable del terminal "D3" del acoplador del sensor IAT y la tierra?	Vaya al paso 2.	Cable del terminal "D3" cortocircuitado en el cable del terminal "D2" o circuito a tierra. Si el cable está bien, sustituya un ECM (PCM) en buen estado e inspeccione nuevamente.
2	1) Inspeccione el sensor IAT de la siguiente manera: desmonte el IAT, manténgalo a una temperatura ambiente de 20oC durante 30 minutos por lo menos, mida la resistencia del IAT. Repita el proceso para varias temperaturas. ¿Varía la resistencia del sensor IAT?	Mala conexión del acoplador del sensor IAT. Si la conexión está en buen estado, avería intermitente o mal estado del ECM (PCM). Vuelva a inspeccionar consultando los "Problemas intermitentes mala conexión".	Mal estado del sensor IAT.

La instalación se debe realizar en orden inverso al desmontaje teniendo en cuenta lo siguiente:

- Limpie las superficies de acoplamiento del sensor y múltiple de admisión.
- Utilice una empaquetadura nueva.
- Apriete el IAT al par especificado (9 lb.-pie).

3.13. COMPROBACION DEL CIRCUITO DE LA LUZ "CHECK ENGINE"

3.13.1. NO SE ENCIENDE LA LUZ "CHECK ENGINE" CON EL INTERRUPTOR DE ENCENDIDO EN ON.

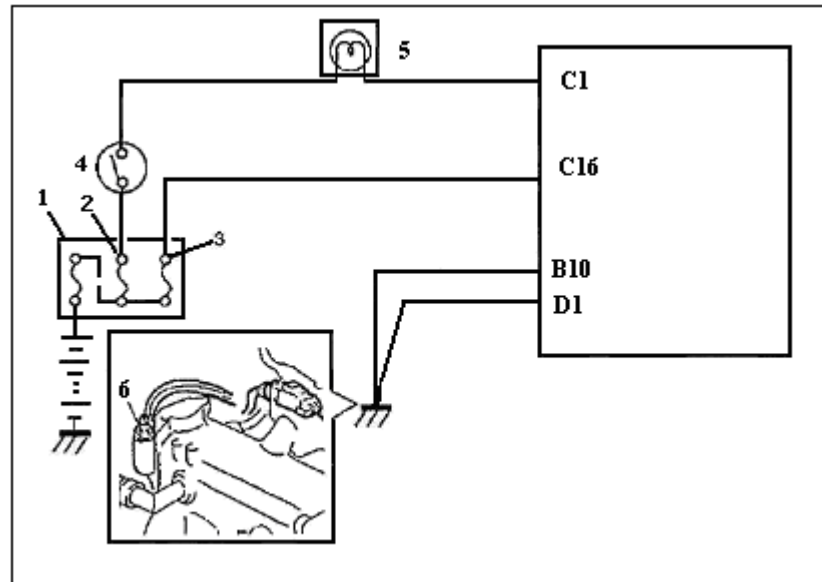


Figura 3.21. Circuito de la luz check engine.

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Caja de fusibles principales | 4. Interruptor de encendido |
| 2. Fusible "IG" | 5. Luz indicadora "CHECK ENGINE" |
| 3. Fusible "FI" | 6. Tierra en el colector de admisión |

Tabla III.15. Diagrama de flujo.

PASO	ACCION	SI	NO
1	Inspección de la corriente del MIL (luz "CHECK ENGINE") 1) Gire el interruptor de encendido a ON. ¿Se encienden los otros indicadores/luces de aviso en el medidor combinado?	Vaya al paso 2.	Fusible "IG" fundido, fusible principal fundido, avería en el interruptor de encendido, circuito entre el fusible "IG" y el medidor combinado o mala conexión del acoplador en el medidor combinado.
2	Inspección del circuito de corriente y tierra de ECM (PCM) ¿Arranca el motor?	Vaya al paso 3.	Inspección del circuito de corriente y tierra ECM (PCM). Si el motor no arranca, inspeccione el circuito de encendido o alguna falla relacionada.

PASO	ACCION	SI	NO
3	Inspección del circuito del MIL (luz "CHECK ENGINE") 1) Gire el interruptor de encendido a OFF y desconecte los conectores de ECM (PCM). 2) Confirme que el ECM (PCM) está bien conectado al terminal A12 (A7). 3) Si está bien, utilice el cable de servicio, terminal a tierra A12 (A7) en el conector desconectado. ¿Se enciende el MIL (luz "CHECK ENGINE") con el interruptor de encendido en ON?	Sustituya un ECM (PCM) en buen estado y vuelva a inspeccionar.	Bombilla quemada o cable C1 roto.

3.13.2. DESTELLA LA LUZ "CHECK ENGINE" CON EL INTERRUPTOR DE ENCENDIDO EN ON.

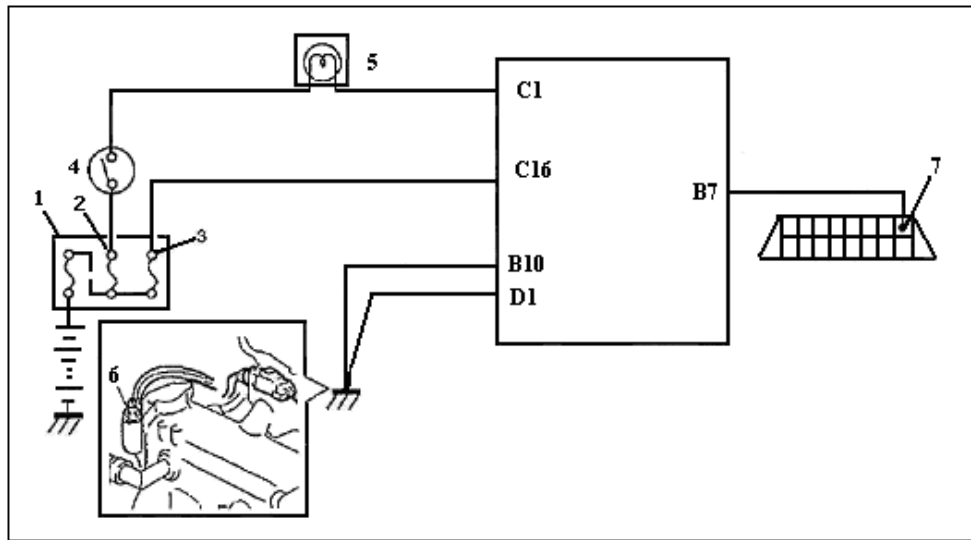


Figura 3.22. Circuito del la luz check engine

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Caja de fusibles principales. | 5. Luz indicadora "CHECK ENGINE". |
| 2. Fusible "IG". | 6. Tierra en el colector de admisión. |
| 3. Fusible "FI". | 7. Línea de datos seriales. |
| 4. Interruptor de encendido. | |

Tabla III.16. Diagrama de flujo.

PASO	ACCION	SI	NO
1	Inspección del patrón de destellos de la luz "CHECK ENGINE". 1) Gire el interruptor de encendido a ON. ¿El patrón de destellos de la luz indica un código de diagnóstico de averías?	Vaya al paso 2.	Revise el circuito del control del inmovilizador si lo tuviera.
2	Inspección del circuito del interruptor de diagnóstico. ¿El terminal del interruptor de diagnostico está conectado a tierra mediante un cable de servicio?	El sistema está en buen estado.	B7 cortocircuitado a tierra. Si el circuito está bien, sustituya un ECM (PCM) en buen estado y vuelva a inspeccionar.

3.13.3. NO DESTELLA LA LUZ "CHECK ENGINE" O PERMANECE ENCENDIDA A PESAR DE QUE SE HA CONECTADO A TIERRA EL TERMINAL DEL INTERRUPTOR DE DIAGNOSTICO.

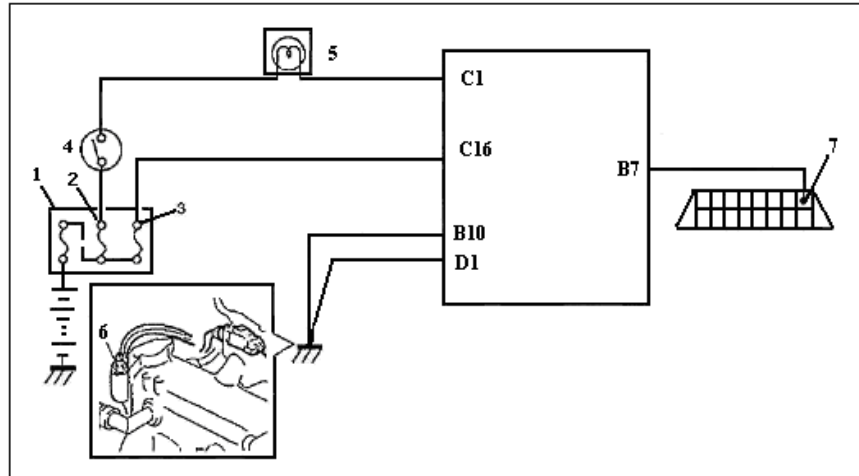


Figura 3.22. Circuito del la luz check engine

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Caja de fusibles principales. | 5. Luz indicadora "CHECK ENGINE". |
| 2. Fusible "IG". | 6. Tierra en el colector de admisión. |
| 3. Fusible "FI". | 7. Línea de datos seriales. |
| 4. Interruptor de encendido. | |

Tabla III.17. Diagrama de flujo.

PASO	ACCION	SI	NO
1	Inspección del circuito del MIL (luz "CHECK ENGINE"). 1) Gire el interruptor de encendido a OFF y desconecte los conectores de ECM (PCM). ¿Se enciende MIL (luz "CHECK ENGINE") con el interruptor de encendido en ON?	Cable C1 cortocircuitado a tierra.	Vaya al paso 2.
2	Inspección de la conexión ECM/PCM 1) Gire el interruptor de encendido a OFF. ¿El conector está conectado correctamente a ECM/PCM?	Vaya al paso 3.	Mala conexión del conector.
3	Inspección del circuito de terminal del interruptor de diagnostico. 1) Conecte los conectores a ECM (PCM). 2) Utilice el cable de servicio y conecte a tierra el terminal con los CONECTORES conectados al ECM (PCM). 3) Gire el interruptor de encendido a ON. ¿Destella luz "CHECK ENGINE"?	Circuito B7 roto.	Sustituya un ECM (PCM) en buen estado y vuelva a inspeccionar.

3.14. COMPROBACION DEL CIRCUITO DE ALIMENTACION DEL ECM Y DE TIERRA.

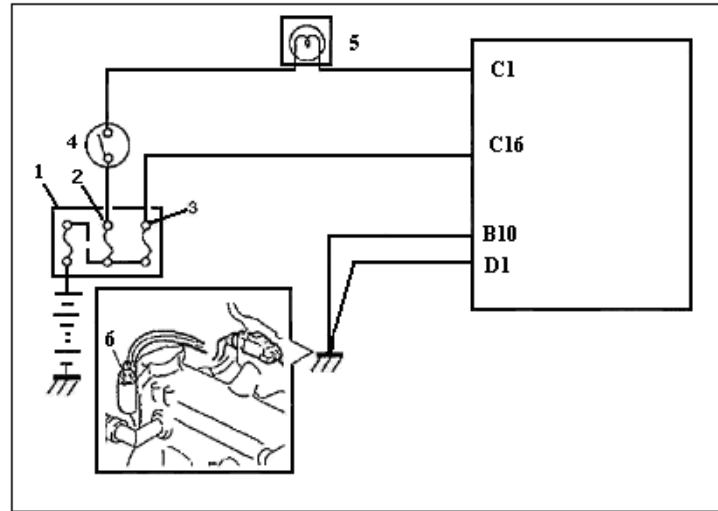


Figura 3.24. Circuito de alimentación del ECM y de tierra.

- | | |
|---------------------------------|---|
| 1. Caja de fusibles principales | 5. Fusible de circuito "IG" |
| 2. Fusible "IG" | 6. Luz indicadora de malfuncionamiento (luz "CHECK ENGINE") |
| 3. Fusible "FI" | 7. Relé principal |
| 4. Interruptor de encendido. | 8. ECM (PCM). |

Tabla III.18. Diagrama de flujo.

PASO	ACCION	SI	NO
1	Inspección del sonido de funcionamiento del relé principal. ¿Se escucha el funcionamiento del relé principal con el interruptor de encendido en ON?	Vaya al paso 5.	Vaya al paso 2.
2	Inspección del fusible ¿El fusible "FI" está en buen estado?	Vaya al paso 3.	Inspeccione por cortocircuito de los circuitos conectados a este fusible

PASO	ACCION	SI	NO
3	<p>Inspección del relé principal.</p> <p>1) Gire el interruptor de encendido a OFF y desmonte el relé principal.</p> <p>2) Confirme que las conexiones al relé principal en los terminales 3 y 4 están bien hechas.</p> <p>3) Si está bien, inspeccione la resistencia del relé principal y su funcionamiento de acuerdo a la "Inspección del relé principal" de esta sección.</p> <p>¿El resultado de la inspección es el especificado?</p>	Vaya al paso 4.	Cambie el relé principal.
4	<p>Inspección del relé principal.</p> <p>1) Gire el interruptor de encendido a OFF y desmonte el relé principal.</p> <p>2) Confirme que las conexiones al relé principal en los terminales 3 y 4 están bien hechas.</p> <p>3) Si está bien, inspeccione la resistencia del relé principal y su funcionamiento de acuerdo a la "Inspección del relé principal" de esta sección.</p> <p>¿El resultado de la inspección es el especificado?</p>	Vaya al paso 5.	Circuito roto.
5	<p>Inspección del relé principal.</p> <p>1) Gire el interruptor de encendido a OFF y desmonte el relé principal.</p> <p>2) Confirme que las conexiones al relé principal en los terminales 3 y 4 están bien hechas.</p> <p>3) Si está bien, inspeccione la resistencia del relé principal y su funcionamiento de acuerdo a la "Inspección del relé principal" de esta sección.</p> <p>¿El resultado de la inspección es el especificado?</p>	Inspeccione por rotura en los circuitos a tierra . Si está bien, sustituya un ECM (PCM) en buen estado y vuelva a inspeccionar.	Vaya al paso 6.
6	<p>Inspección del relé principal.</p> <p>1) Gire el interruptor de encendido a OFF y desmonte el relé principal.</p> <p>2) Confirme que las conexiones al relé principal en los terminales 3 y 4 están bien hechas.</p> <p>3) Si está bien, inspeccione la resistencia del relé principal y su funcionamiento de acuerdo a la "Inspección del relé principal" de esta sección.</p> <p>¿El resultado de la inspección es el especificado?</p>	Vaya al paso 7.	Cable roto.

PASO	ACCION	SI	NO
7	Inspección del relé principal. 1) Gire el interruptor de encendido a OFF y desmonte el relé principal. 2) Confirme que las conexiones al relé principal en los terminales 3 y 4 están bien hechas. 3) Si está bien, inspeccione la resistencia del relé principal y su funcionamiento de acuerdo a la "Inspección del relé principal" de esta sección. ¿El resultado de la inspección es el especificado?	Cable roto.	Cambie el relé principal.

3.15. COMPROBACION DEL INYECTOR DEL COMBUSTIBLE Y SU CIRCUITO.

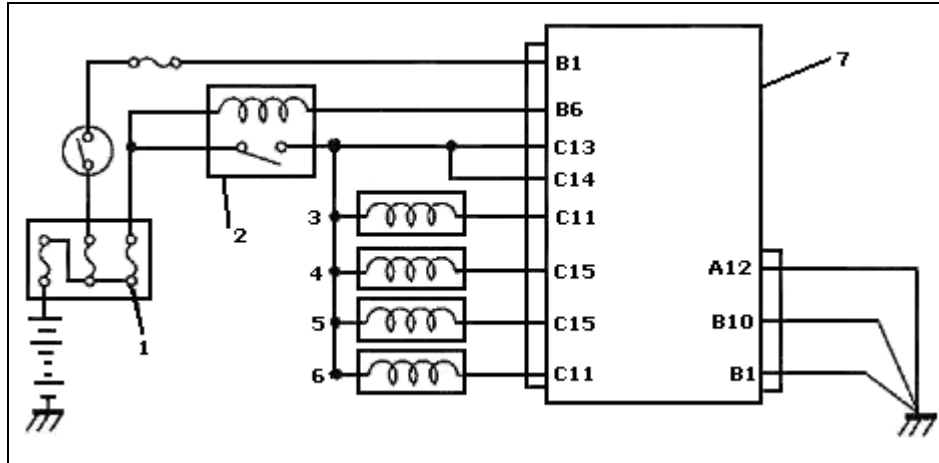


Figura 3.25. Circuito del inyector de combustible.

- | | |
|-------------------|------------------|
| 1. Fusible | 5. Inyector No 3 |
| 2. Relé principal | 6. Inyector No 4 |
| 3. Inyector No 1 | 7. ECM(PCM) |
| 4. Inyector No 2 | |

Tabla III.19. Diagrama de flujo.

PASO	ACCION	SI	NO
1	<p>Inspeccione el inyector por sonido de funcionamiento.</p> <p>Utilice un estetoscopio para inspeccionar el sonido de funcionamiento de cada inyector al poner en marcha el motor.</p> <p>¿Se escucha el funcionamiento de los 4 inyectores?</p>	Vaya al paso 2.	Vaya al paso 3.
2	<p>Inspección del cableado preformado</p> <p>1) Desmonte la cubierta de ECM (PCM) y desconecte los conectores de ECM (PCM).</p> <p>2) Inspeccione la resistencia entre los siguientes terminales del conector de ECM (PCM) desconectado.</p> <p>C15 - C13 (13 -16 Ω a 20 OC)</p> <p>C11 - C13</p> <p>¿El resultado de la inspección es el especificado?</p>	Circuito del inyector de combustible está en buen estado.	C11 y C15 cortocircuitados entre sí.

PASO	ACCION	SI	NO
3	¿No se escucha el funcionamiento de ninguno de los 4 inyectores en el paso 1?	Vaya al paso 4.	Compruebe la conexión del acoplador y el cableado preformado del inyector de combustible sin sonido de funcionamiento y el inyector. (Consulte la "inspección del inyector de combustible").
4	Inspeccione el circuito eléctrico de los inyectores por cable roto y cortocircuito. ¿Están en buen estado?	Inspeccione la resistencia de los 4 inyectores. Si la resistencia está bien, sustituya un ECM (PCM) en buen estado y vuelva a inspeccionar.	Circuito eléctrico roto o cortocircuitado.

3.15.1. INSPECCION DEL INYECTOR DE COMBUSTIBLE.

1) Utilice un estetoscopio o similar para inspeccionar el sonido de funcionamiento del inyector con el motor en marcha o en el arranque. El ciclo del sonido de funcionamiento debe cambiar con los cambios en la velocidad del motor.

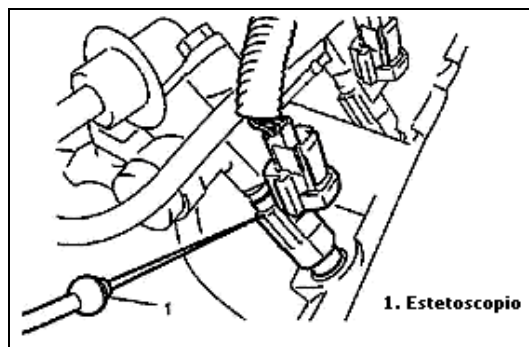


Figura 3.26. Inspección de sonidos.

Si no se escucha ningún sonido o hay ruidos anormales, inspeccione el circuito del inyector (cable o acoplador) o el inyector.

2) Desconecte el acoplador del inyector, conecte el ohmímetro entre los terminales del inyector e inspeccione la resistencia.

Resistencia del inyector: 13 -16 Ω . a 20 °C

Si la resistencia está fuera de los valores especificados, cambie el inyector.

3) Conecte firmemente el acoplador en el inyector.

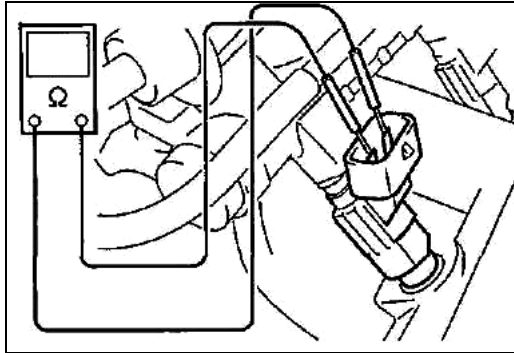


Figura 3.27. Comprobación de la resistencia

3.15.2. DESMONTAJE DEL INYECTOR DE COMBUSTIBLE.

- 1) Elimine la presión del combustible de la flauta de inyectores.
- 2) Desconecte el cable negativo de la batería.
- 3) Desmonte el refuerzo (delantero) del colector de admisión.

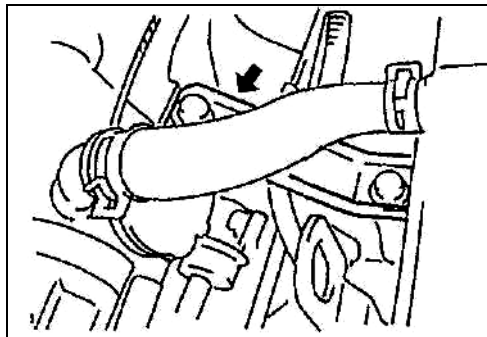


Figura 3.28. Desmontada del refuerzo del colector de admisión.

- 4) Desconecte el acoplador de cada inyector.

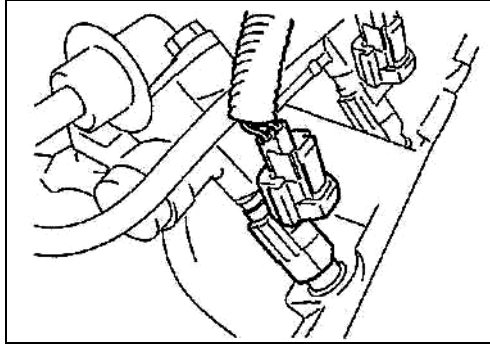


Figura 3.29. Desconexión de los acopladores de los inyectores.

- 5) Desmonte el perno de abrazadera del tubo de alimentación de combustible y tubo de retorno.

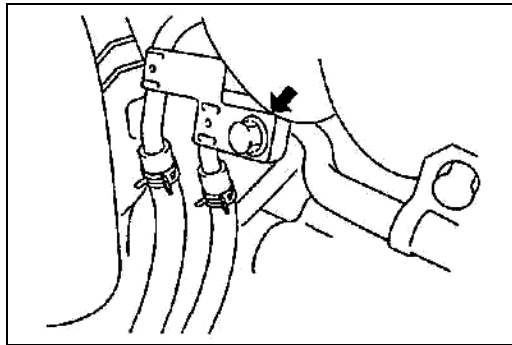


Figura 3.30. Desmontada de las abrazaderas del tubo de alimentación y retorno.

- 6) Desmonte los pernos del tubo de descarga.

- 7) Desmonte el/los inyector(es) de combustible.

Una pequeña cantidad de combustible puede salir cuando se desconecta el inyector de combustible. Coloque un trapo de taller debajo del tubo de descarga para evitar el peligro de herirse.

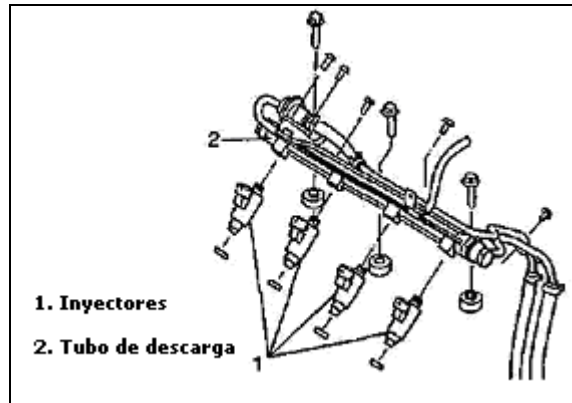


Figura 3.31. Conjunto de inyección.

3.15.3. INSPECCION DEL INYECTOR DE COMBUSTIBLE.

Debido a que se inyecta combustible en esta inspección, haga el trabajo en un lugar bien ventilado y lejos de llamas abiertas. Tenga especial cuidado de que no salten chispas cuando conecte y desconecte el cable de prueba en y de la batería.

- 1) Instale el inyector y el regulador de presión de combustible (si se dispone colocar en el banco de pruebas).
- 2) Conecte las herramientas especiales (mangueras y accesorios) en la manguera y tubo del vehículo.
- 3) Conecte la herramienta especial (cable de prueba) en el inyector.

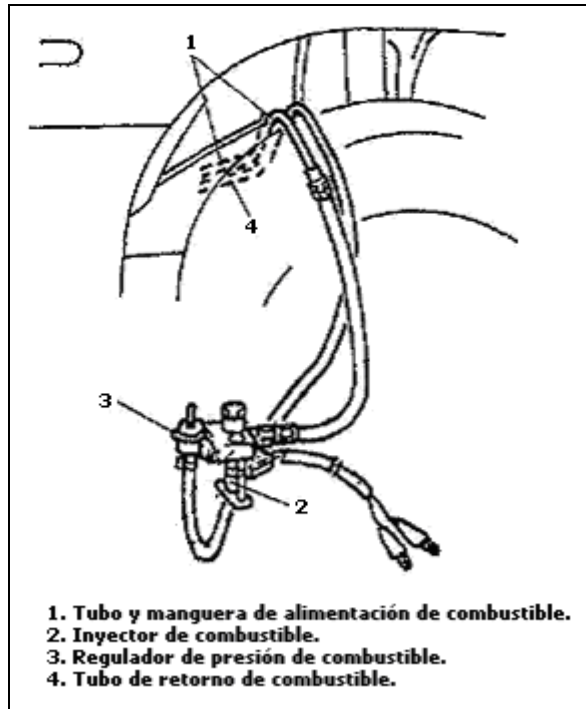


Figura 3.32. Utilización de herramientas para la inspección.

4) Instale un tubo de vinilo o probeta apropiado en la tobera del inyector para evitar que el combustible se esparza durante la inyección.

5) Ponga el cilindro graduado debajo del inyector como en la figura.

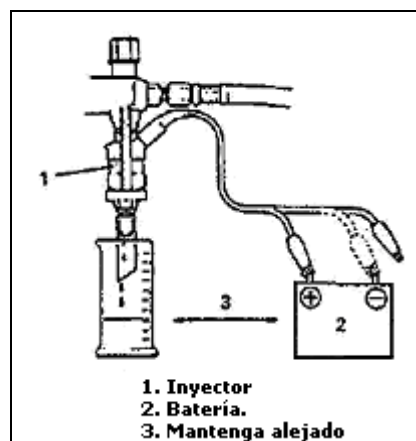


Figura 3.33. Comprobación de inyección

7) Desconecte el relé de la bomba de combustible.

Para hacer funcionar la bomba de combustible y aplicar presión de combustible en el inyector, utilice un cableado preformado tan grueso

como el usado para el circuito de la bomba de combustible, conecte dos terminales de cableado preformado como en la figura.

Compruebe que la conexión se ha hecho entre los terminales correctos. Una mala conexión puede dañar el PCM (ECM), cableado preformado, etc.

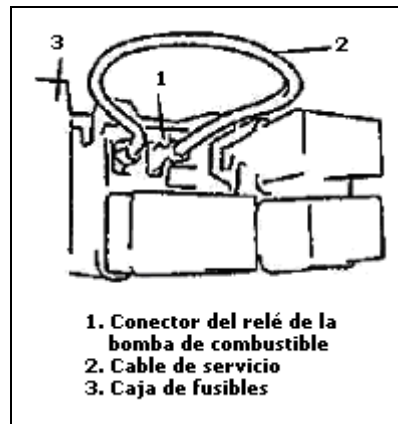


Figura 3.34. Comprobación de terminales.

Gire el interruptor de encendido a ON.

8) Aplique voltaje de la batería en el inyector durante 15 segundos y mida el volumen de combustible inyectado con un cilindro graduado.

Pruebe cada inyector dos o tres veces.

Si no está en los valores especificados, cambie el inyector.

Volumen de combustible inyectado: 42 - 52 cc/15 seg.

9) Inspeccione por fugas de combustible de la tobera de inyección. No haga funcionar el inyector para esta inspección (pero la bomba de combustible debe estar funcionando).

Si las fugas de combustible superan el valor especificado, cambie.

Fuga de combustible: Menos de 1 gota/min.

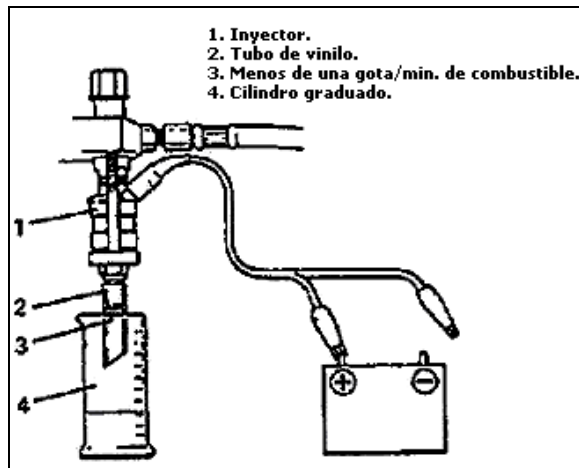


Figura 3.35. Comprobación de fugas de combustible.

3.15.4. INSTALACION DEL INYECTOR DE COMBUSTIBLE.

1) Cambie el anillo en O del inyector con uno nuevo teniendo cuidado de no dañarlo. Instale un ojete protector en el inyector.

2) Inspeccione el aislador por si está rayado o dañado. Si lo está, cambie por otro nuevo. Instale los aislantes y almohadones en el colector de admisión o culata de cilindros.

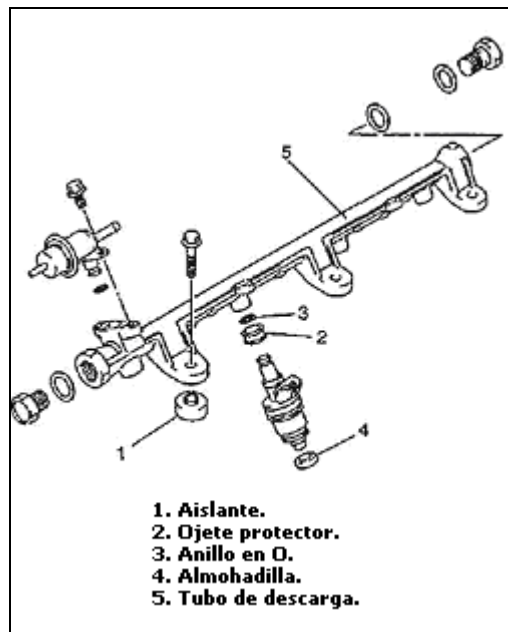


Figura 3.36. Cambio de aislantes y almohadones.

3) Aplique una fina capa de combustible en los anillos en O e instale los inyectores en el tubo de descarga y colector de admisión o culata de cilindros.

Compruebe que los inyectores giran sin problemas. Si no lo hacen, la causa probable es una instalación incorrecta del anillo en O. Cambie el anillo en O con uno nuevo.

4) Apriete los pernos de tubo de descarga y compruebe que los inyectores giran sin problemas.

Par de apriete

(a): 23 N-m (2,3 kg-m).

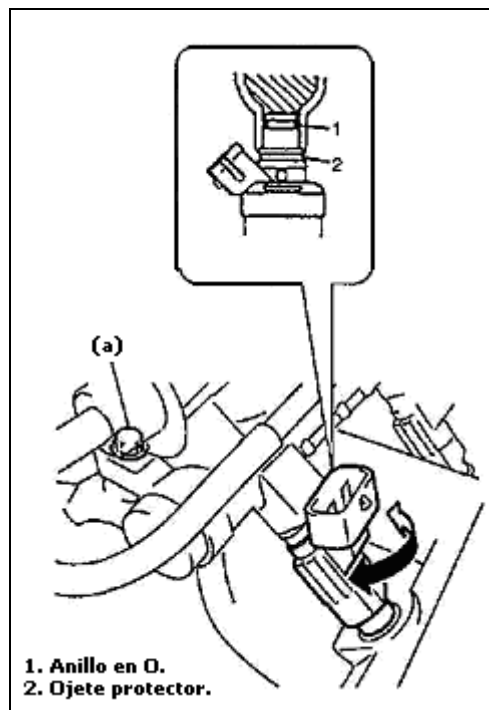


Figura 3.37. Ajustes de conectores.

5) Conecte firmemente los acopladores en el inyector.

6) Instale el refuerzo (delantero) en el colector de admisión.

7) Instale los pernos de abrazadera para el tubo de admisión de combustible y el tubo de retorno.

8) Conecte el cable negativo en la batería.

9) Con el motor parado y el interruptor de encendido en ON, inspeccione por fugas de combustible alrededor de la conexión de la tubería de combustible.

3.16. COMPROBACION DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE Y SU CIRCUITO.

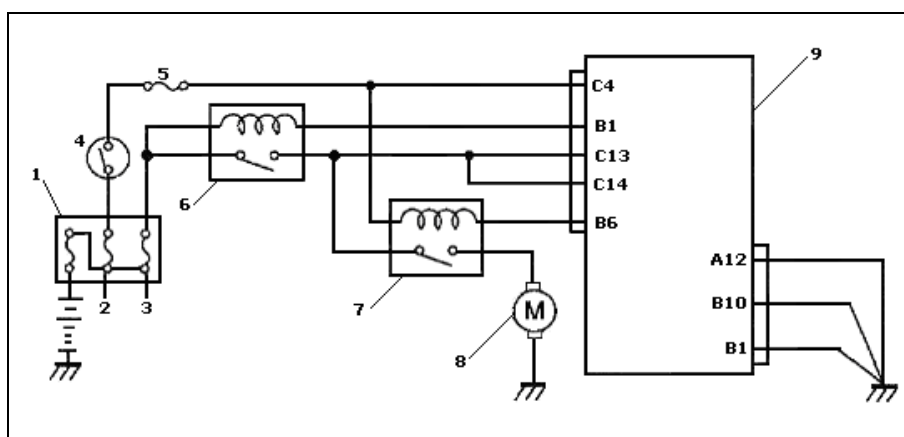


Figura 3.38. Circuito de la bomba de combustible.

- | | |
|-------------------------------|------------------------------------|
| 1. Caja de fusibles principal | 6. Relé principal |
| 2. Fusible "IG" | 7. Relé de la bomba de combustible |
| 3. Fusible "FI" | 8. Bomba de combustible |
| 4. Interruptor de encendido | 9. ECM(PCM) |
| 5. Fusible de circuito "IG" | |

Tabla III.20. Diagrama de flujo.

PASO	ACCION	SI	NO
1	¿Se escucha el funcionamiento de la bomba de combustible durante 3 segundos después de girar el interruptor de encendido a ON?	Bomba de combustible y su circuito en buen estado.	Vaya al paso 2.
2	1) Con el interruptor de encendido en OFF, desmonte el relé de la bomba de combustible de la caja de relés. 2) Utilice el cable de servicio para conectar dos terminales del conector de relés. ¿Se escucha el funcionamiento de la bomba de combustible con el interruptor de encendido en ON?	Vaya al paso 3.	Cable de la bomba roto, mala conexión del relé a acoplador de la bomba de combustible o bomba de combustible en mal estado.
3	1) Inspeccione el relé de la bomba de combustible. (1) Desconecte el cable negativo de la batería (2) Desmonte el relé de la bomba de combustible de la caja de relés (3) Inspeccione su resistencia y funcionamiento. ¿Está en buen estado?	Mala conexión del relé a acoplador de la bomba de combustible, cable roto o mala conexión B6. Si el cable y la conexión están bien, sustituya un ECM (PCM) en buen estado y vuelva a inspeccionar.	Relé de la bomba de combustible en mal estado, cámbielo.

3.16.1. INSPECCION DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE.

Cuando abra la tapa de la boca de llenado de combustible para cualquier trabajo, hágalo en un lugar bien ventilado y no acerque llamas o fuego y no fume.

1) Abra la tapa de la boca de llenado de combustible y gire el interruptor de encendido a ON. Cuando se escucha el sonido de funcionamiento de la bomba de combustible por la boca de llenado unos 3 segundos y se para. Vuelva a instalar la tapa de la boca de llenado después de esta inspección.

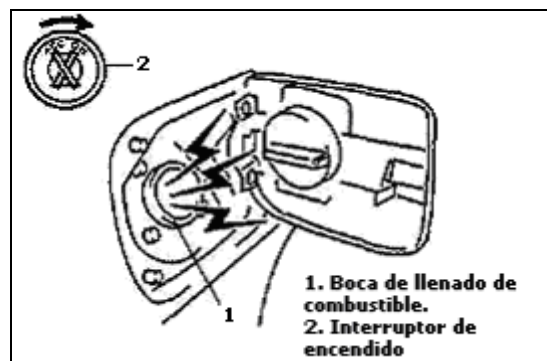


Figura 3.39. Tapa de tanque de combustible.

2) La presión de combustible debe sentirse en la manguera de retorno de combustible durante 3 segundos después de girar el interruptor de encendido a ON.

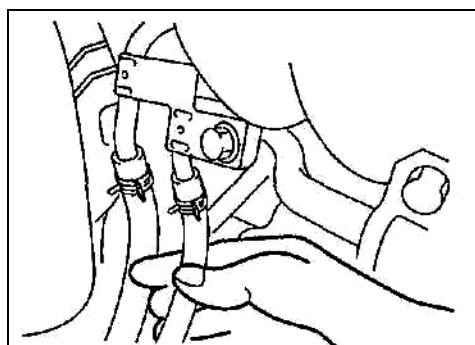


Figura 3.40. Conductos del tanque de combustible.

Si no se siente la presión de combustible, revise el diagrama de flujo que está en el inicio de este tema.

3.16.2. DESMONTAJE DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE.

1) Desmonte el tanque de combustible de la carrocería, de acuerdo al procedimiento descrito a continuación y desmonte la bomba de combustible del tanque de combustible.

2) Elimine la presión de combustible en la línea de alimentación de combustible.

Este trabajo no debe hacerse con el motor caliente. Si lo hiciera, puede afectar adversamente el catalizador.

3) Desconecte el cable negativo de la batería.

4) Inserte la manguera de una bomba manual en la manguera del cuello de la boca de llenado de combustible y drene el combustible del espacio "A" de la figura (drene el combustible hasta que se no pueda drenar más).

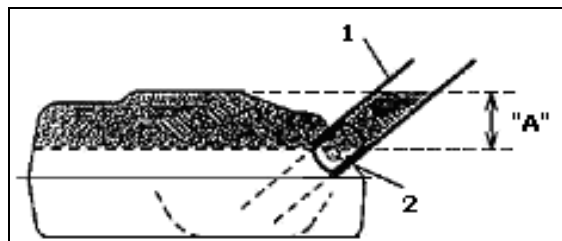


Figura 3.41. Drenado del combustible.

No force la manguera de una bomba manual en el tanque de combustible. Puede dañar la válvula de entrada.

5) Desmonte el protector de la manguera de llenado del tanque de combustible.

Desconecte la manguera de llenado del tanque de combustible y la manguera de respiradero del cuello de la boca de llenado del tanque de combustible.

6) Desmonte la válvula de entrada del tanque de combustible. Tenga cuidado de no dañar la válvula de entrada cuando desmonte.

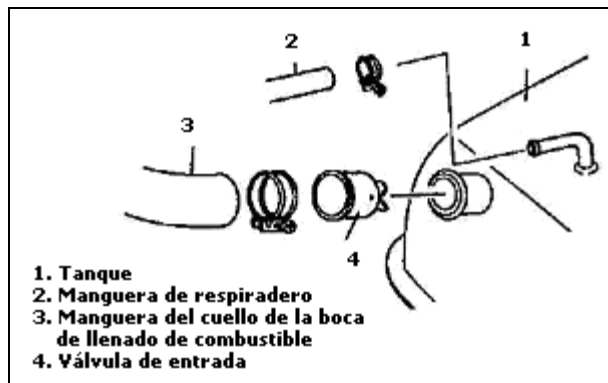


Figura 3.42. Despiece del conducto del tanque de combustible.

7) Drene el tanque de combustible bombeando combustible por la boca de llenado del tanque de combustible. Utilice una bomba manual para drenar el combustible del tanque.

No drene o guarde el combustible en un recipiente abierto porque puede ser la causa de un incendio o explosión.

8) Desconecte la manguera de entrada del filtro.

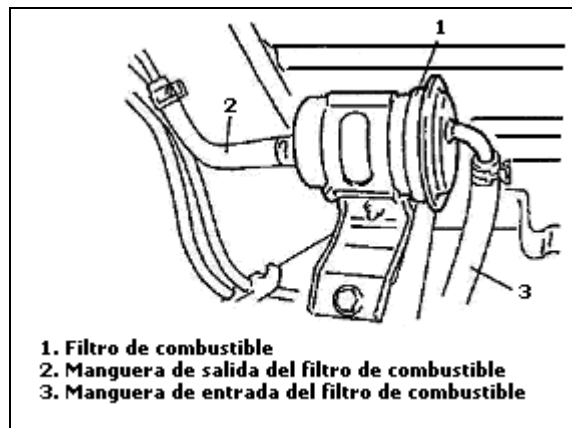


Figura 3.43. Partes del filtro.

9) Desconecte la manguera de vapor de combustible y la manguera de retorno de los tubos.

10) Desmonte el protector (si está instalado) del tanque de combustible, del vehículo

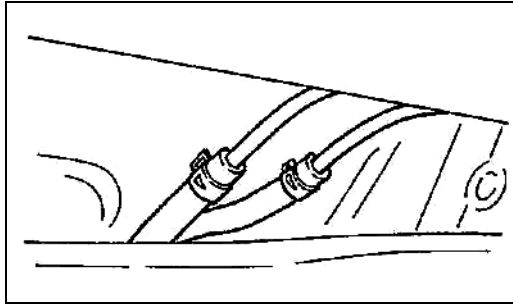


Figura 3.44. Desmontaje del protector del tanque.

11) Baje gradualmente el tanque de combustible cuando lo sujete horizontalmente y saque el acoplador en la bomba de combustible.

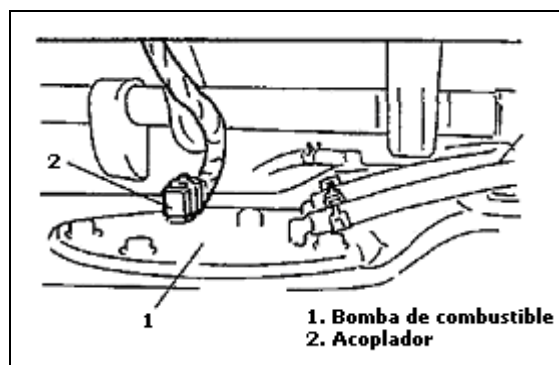


Figura 3.45. Desmontaje del tanque.

3.16.3. INSPECCION DEL FILTRO.

Inspeccione el filtro de la bomba de combustible por síntomas de suciedad y contaminación. Si está sucio, limpie e inspeccione por suciedad en el tanque de combustible.

3.16.4. INSPECCION DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE:

1) Instale la bomba de combustible en su ménsula.

2) Instale la bomba de combustible en el tanque de combustible e instale el tanque de combustible en la carrocería de acuerdo al procedimiento inverso descrito anteriormente.

3.17. COMPROBACION DE LA PRESION DEL COMBUSTIBLE.

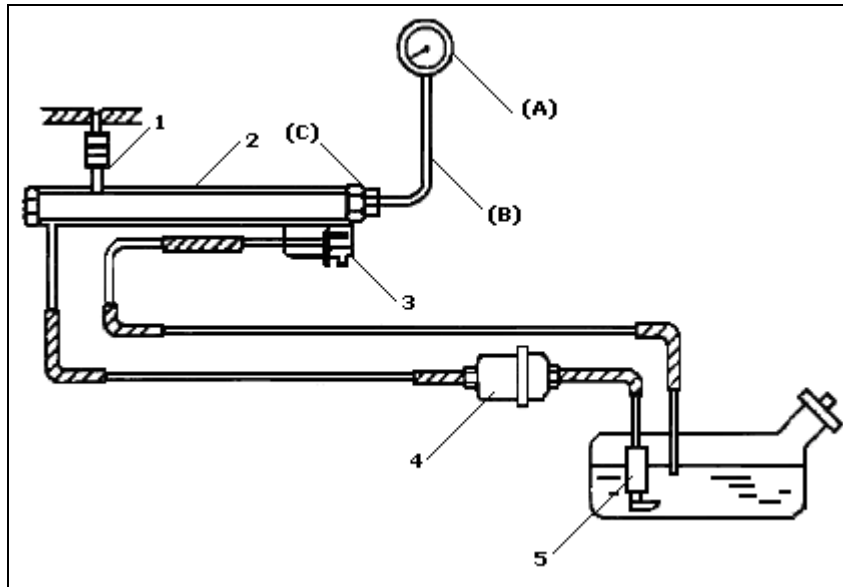


Figura 3.46. Circuito del combustible.

- | | |
|--|-------------------------|
| 1. Inyector | 5. Bomba de combustible |
| 2. Tubo de descarga | (A) Medidor |
| 3. Regulador de presión de combustible | (B) Manguera |
| 4. Filtro de combustible | (C) Accesorio |

Antes de utilizar el siguiente diagrama de flujo, compruebe que el voltaje de la batería está a más de 11V. Si el voltaje de la batería está bajo, la presión baja por debajo de las especificaciones aunque la bomba y tubería de combustible estén en buen estado.

Tabla III.21. Diagrama de flujo.

PASO	ACCION	SI	NO
1	1) Instale el manómetro de combustible con la manguera y el accesorio adaptador. 2) Haga funcionar la bomba de combustible. ¿La presión es de 2,5 - 3,0 kg/cm ² (35,48 - 42,57 PSI)?	Vaya al paso 2.	Vaya al paso 5.
2	¿Se retiene una presión de combustible de 1,8 kg/cm ² (25,54PSI) o más alta durante 1 minuto después de parar la bomba de combustible en el paso 1?	Vaya al paso 3.	Vaya al paso 4.

PASO	ACCION	SI	NO
3	1) Arranque el motor y caliente a su temperatura de funcionamiento normal. 2) Mantenga el motor funcionando a la velocidad de ralentí especificada. ¿La presión de combustible está en 2,1-2,6 kg/cm ² (29,8 – 36,89 PSI)?	Presión de combustible normal.	Paso de vacío tapado para el regulador de presión de combustible o regulador de presión de combustible en mal estado.
4	¿Hay fugas de combustible de la tubería, manguera, tubo o junta de combustible?	Fugas de combustible de la manguera, tubo o junta.	Vaya al paso 10.
5	Se ha medido una alta presión en el paso 1?	Vaya al paso 6.	Vaya al paso 7.
6	1) Desconecte la manguera de retorno de combustible del tubo de combustible y conecte la nueva manguera en la misma. 2) Ponga la otra punta de la nueva manguera de retorno en un recipiente de gasolina aprobado por el taller. 3) Haga funcionar la bomba. ¿Se obtiene la presión de combustible especificada?	Manguera o tubo de retorno de combustible obstruido.	Regulador de presión de combustible en mal estado.
7	¿No hay presión medida en el paso 1?	Vaya al paso 8.	Vaya al paso 9 (Se mide una baja presión.)
8	Con la bomba de combustible en funcionamiento y la manguera de retorno de combustible tapada al apretarla. ¿Se aplica la presión de combustible?	Regulador de presión de combustible en mal estado.	Falta combustible o la bomba de combustible y su circuito están defectuosos (Consulte "Inspección del circuito de la bomba de combustible").
9	1) Haga funcionar la bomba de combustible. 2) Con la manguera de retorno de combustible tapada al apretarla, inspeccione la presión del combustible. ¿Es de 4,5 kg/cm ² (63,85 PSI) o mas?	Regulador de presión de combustible en mal estado.	Filtro de combustible tapado, manguera o tubo de alimentación de combustible tapado, bomba de combustible en mal estado o fugas de combustible de la conexión de la manguera de combustible en el tanque de combustible
10	1) Desconecte la manguera de retorno de combustible del tubo de combustible y conecte la nueva manguera. 2) Ponga la otra punta de la manguera de retorno en un recipiente de gasolina aprobado por el taller. 3) Haga funcionar la bomba y compruebe que se mantiene la presión de combustible especificada. ¿Sale combustible por la manguera de retorno?	Regulador de presión de combustible en mal estado.	Fugas de combustible del inyector, bomba de combustible en mal estado (válvula de retención en mal estado en la bomba de combustible) o fugas de combustible en el regulador de presión de combustible.

3.17.1. INSPECCION DE PRESION DE COMBUSTIBLE

- 1) Elimine la presión de combustible en la tubería de alimentación de combustible.
- 2) Conecte la llave de respaldo para aflojar el perno de tapón en el tubo de descarga y desmonte. Conecte las herramientas especiales (manómetro de combustible) en el tubo de descarga.

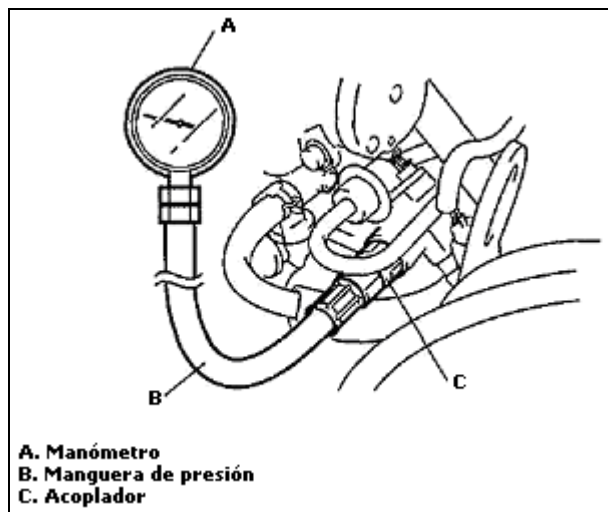


Figura 3.47. Medición de la presión de combustible.

Una pequeña cantidad de combustible puede salir cuando se desconecta el perno de tapón. Coloque un recipiente debajo del perno o cubra el orificio del perno con un trapo de taller para que el combustible descargado se recoja en el recipiente o se absorba en el trapo de taller.

- 3) Compruebe que el voltaje de la batería está por encima de 11V.
- 4) Gire el interruptor de encendido a ON para hacer funcionar la bomba de combustible y después de 3 segundos gire a OFF. Repita esto 3 o 4 veces e inspeccione la presión de combustible.
- 5) Arranque el motor.
- 6) Mida la presión de combustible en ralentí.

Tabla III.22. Especificaciones de Presión del combustible.

ESTADO	PRESION DE COMBUSTIBLE
Con la bomba de combustible en funcionamiento y el motor parado	2,5-3,0 kg/cm ² 35,47- 42,57 PSI
Con la velocidad de ralentí especificada	2,1 -2,6 kg/cm ² 29,80 – 36,89 PSI
1 minuto después de parar el motor (bomba de combustible, la presión va bajando con el tiempo)	mas de 1,8 kg/cm ² 25,54 PSI

Si la presión medida no cumple las especificaciones, consulte el diagrama de flujo e inspeccione todas las piezas que puedan tener defecto. Si hubiera algún defecto, cambie.

7) Después de inspeccionar la presión del combustible, desmonte el manómetro de combustible.

Como la tubería de alimentación de combustible está bajo alta presión de combustible, elimine la presión del combustible mediante el siguiente procedimiento. Coloque un recipiente de combustible bajo la junta. Cubra la junta con un trapo y afloje lentamente la tuerca de la junta para soltar gradualmente la presión del combustible.

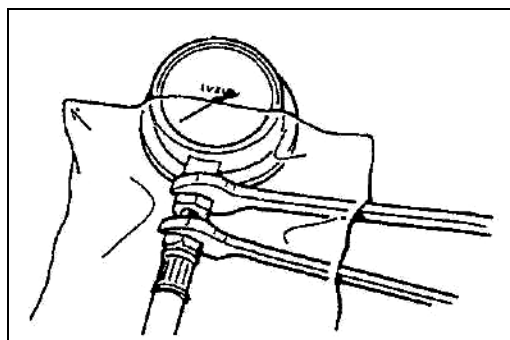


Figura 3.48. Instalación del manómetro.

8) Instale el perno de tapón en el tubo de descarga de combustible. Utilice una nueva empaquetadura. Apriete el par especificado utilizando una llave de respaldo.

Par de apriete

(a): 30 N-m (3,0 kg-m)

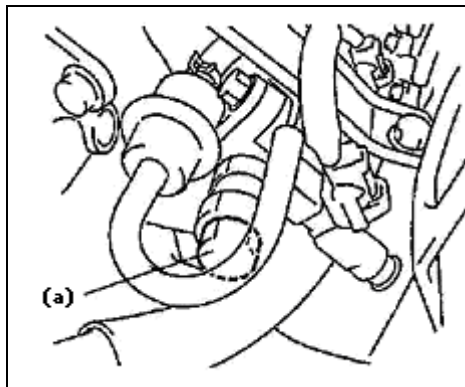


Figura 3.49. Instalación del perno del tapón.

9) Con el motor parado y el interruptor de encendido en ON, inspeccione por fugas de combustible.

3.18. INSPECCION DEL ECM Y SUS CIRCUITOS.

El PCM (ECM) y sus circuitos se pueden inspeccionar en los acopladores del cableado PCM (ECM) midiendo el voltaje y la resistencia.

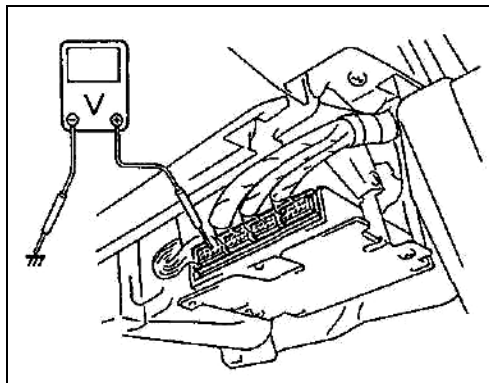


Figura 3.50. Inspección del voltaje de los terminales.

Tabla III.23. Conector A - B.

TERMINAL	CIRCUITO	VOLTAJE NORMAL	CONDICION
A1	No utilizado.	_____	_____
A2	Línea de señal del Sensor de posición del cigüeñal (CKP) P35	0,4 – 0,8 V	Interruptor de encendido CONECTADO.
A3	Relé de corte del A/C K60	10 – 14 V	Interruptor de encendido en ON. Temp., Refrig. del motor: menos de 113°C
A4	Relé del Ventilador K11	10 – 14 V	Interruptor de encendido en ON, interruptor del ventilador del calentador en OFF.
A5	Relé del Ventilador K2	0 – 1 V	Interruptor de encendido en ON, interruptor del ventilador del calentador en OFF.
A6	No utilizado.	_____	_____
A7	Línea del. Sensor de Presión Absoluta en el Colector (MAP) P23	1,0 – 1,6 V	Interruptor de encendido en ON y motor parado.
		1,7 – 2,0 V	Con el motor funcionado en ralentí.
A8	Línea del serial del Sensor de Posición de la Mariposa de aceleración (TPS) P34	0,5 – 1,2 V	Interruptor de encendido en ON, válvula de la mariposa en posición de ralentí
		3,4 – 4,7 V	Interruptor de encendido en ON, válvula de la mariposa totalmente abierta
A9	No utilizado.	_____	_____
A10	No utilizado.	_____	_____
A11	Líneas de Masa del Sensor de temperatura del líquido de enfriamiento (CIS) P30, Sensor de presión Absoluta en el Colector (MAP) P23 y el Sensor de Presión del Acondicionador de Aire P80 Conector de Octanaje XI5	_____	_____
A12	Masa del ECM	_____	_____
B1	Voltaje de la batería.	10 -14V	Interruptor de encendido en ON
B2	Línea de señal del Sensor de velocidad del vehículo (VSS).	Se mueve entre 0 - 1 V y más de 4 V	Interruptor de encendido en ON, gire lentamente neumático delantero derecho con el delantero izquierdo bloqueado.
B3	Masa del sensor de posición del cigüeñal (CKP) P35.	_____	_____

TERMINAL	CIRCUITO	VOLTAJE NORMAL	CONDICION
B4	No utilizado.	_____	_____
B5	No utilizado.	_____	_____
B6	Relé de la bomba de combustible K58.	0 - 2,5 V	Durante 3 segundos de girar el interruptor de encendido a ON o con el motor en marcha
		10-14V	Después de 3 segundos de girar el interruptor de encendido a ON con el motor parado
B7	Línea de datos Seriales del terminal J del enchufe ALDL B5 GX 13.	10-14V	Interruptor de encendido en ON
B8	Alimentación de energía (5v) del sensor de Presión Absoluta del colector P23, sensor de posición de la Mariposa de Aceleración (TPS) P34	4,75 – 5.25 V	Interruptor de encendido en ON
		4,75 - 5,25 V	Interruptor de encendido en ON
B9	No utilizado.	_____	_____
B10	Masa de ECM.	_____	_____
B11	Línea de señal del sensor de oxígeno (O ₂) P33	Se mueve entre más y menos de 0,45 V	Con el motor a 2.000 r.p.m. durante 1 minuto o más después de calentarse.
B12	Línea de señal del sensor de temperatura del líquido de enfriamiento (CTS) P30.	0,5 - 0,9 V	Interruptor de encendido en ON, temp, de refrigerante de motor 80°C

Tabla III.24. Conector C - D.

TERMINAL	CIRCUITO	VOLTAJE NORMAL	CONDICION
C1	Control de la masa de verificación del borne H30.	_____	_____
C2	Señal de la salida del Tacómetro (si está equipado).	0 – 1 V	Interruptor de encendido en ON, motor parado
C3	Línea de señal EST B.	0 V	Estado bajo
		5 V	Estado alto
C4	Voltaje de encendido.	10 – 14 V	Interruptor de encendido en ON
C5	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.	6 V	IAC A BAJO
C6	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.	6 V	IAC A ALTO
C7	No utilizado.	_____	_____
C8	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.	6 V	IAC B ALTO
C9	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.	6 V	IAC B BAJO
C10	No utilizado.	_____	_____
C11	Control de Masa de los inyectores 1/4.	0 V	Interruptor de encendido en ON
C12	No utilizado.	_____	_____
C13	Conector del inyector	10 -14 V	Interruptor de encendido en ON
C14	Conector del inyector	10 – 14 V	Interruptor de encendido en ON
C15	Control de Masa de los inyectores 2/3.	0 V	Interruptor de encendido en ON
C16	Voltaje de la batería.	10 -14 V	Interruptor de encendido en ON
D1	Masa del ECM	_____	_____
D2	Línea de la masa del sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS) P354, y Sensor de Temperatura del Aire de la admisión (IAT) P3.1.	_____	_____

TERMINAL	CIRCUITO	VOLTAJE NORMAL	CONDICION
D3	Señal del sensor de Temperatura del Aire de la Admisión (IAT) P31.	2 – 2,7 V	Interruptor de encendido conectado temperatura ambiente del sensor (temperatura del aire de admisión 20 °C, 68 °F)
D4	No utilizado.	_____	_____
D5	Interruptor de solicitud del Acondicionador de Aire.	10 – 14V	Interruptor de encendido en ON, interruptor de A/C o interruptor del ventilador del calentador en OFF.
		0 – 1 V	Interruptor de encendido en ON, interruptor de A/C en ON e interruptor del ventilador del calentador en ON.
D6	No utilizado.	_____	_____
D7	No utilizado.	_____	_____
D8	Línea de Activación de diagnóstico del Borne b del enchufe ALDL X13	10-14V	Interruptor de encendido en ON
D9	No utilizado.	_____	_____
D10	Línea de Señal EST A.	0 V	Estado bajo
		5 V	Estado alto
D11	No utilizado.	_____	_____
D12	No utilizado.	_____	_____
D13	No utilizado.	_____	_____
D14	No utilizado.	_____	_____
D15	No utilizado.	_____	_____
D16	No utilizado.	_____	_____

3.19. SISTEMA DE ENCENDIDO DIRECTO DIS.

El sistema de encendido DIS (Direct Ignition System) también llamado: sistema de encendido sin distribuidor (Distributorless Ignition System), se diferencia del sistema de encendido tradicional en suprimir el distribuidor, con esto se consigue eliminar los elementos mecánicos, siempre propensos a sufrir desgastes y averías. Además la utilización del sistema DIS tiene las siguientes ventajas:

Tiene un gran control sobre la generación de la chispa ya que hay más tiempo para que la bobina genere el suficiente campo magnético para hacer saltar la chispa que inflame la mezcla. Esto reduce el número de fallos de encendido a altas revoluciones en los cilindros por no ser suficiente la calidad de la chispa que impide inflamar la mezcla.

Las interferencias eléctricas del distribuidor son eliminadas por lo que se mejora la fiabilidad del funcionamiento del motor, las bobinas pueden ser colocadas cerca de las bujías con lo que se reduce la longitud de los cables de alta tensión, incluso se llegan a eliminar estos en algunos casos como ya veremos.

Existe un margen mayor para el control del encendido, por lo que se puede jugar con el avance al encendido con mayor precisión.

En un principio se utilizaron las bobinas dobles de encendido.

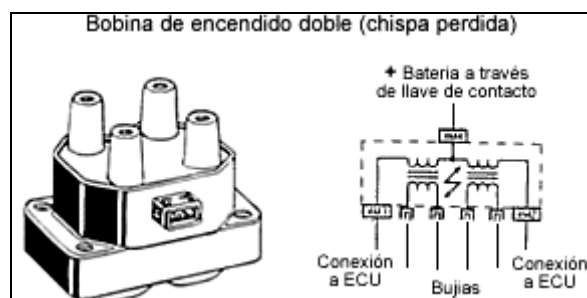


Figura 3.51. Bobinas de encendido.

Pero se mantenían los cables de alta tensión como vemos en la figura. A este encendido se le denomina: sistema de encendido sin distribuidor o también llamado encendido "estático".

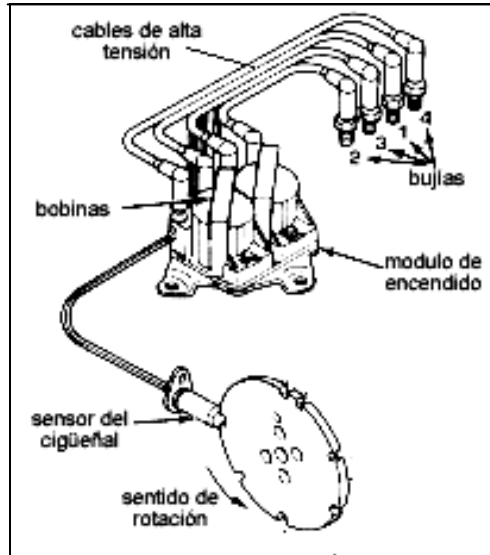


Figura 3.52. Sistema de encendido DIS.

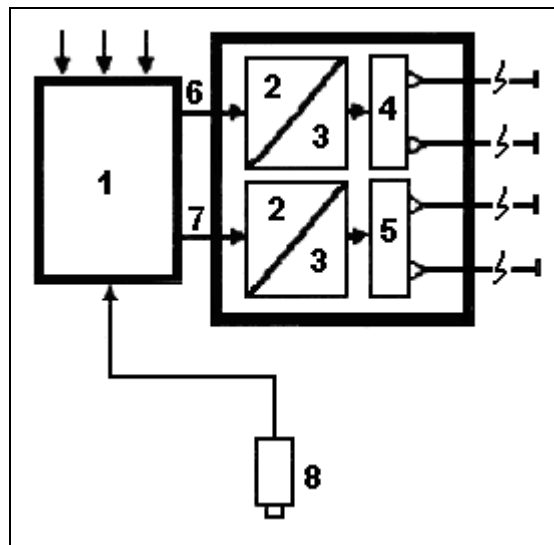


Figura 3.53. Diagrama de bloque del sistema de encendido DIS. 1 ECM. 2 Limite actual. 3 Potencia Darlington. 4 Bobina (1 - 4). 5 Bobina (2 - 3). 6 EST (1 - 4). 7 EST (2 - 3). 8 Sensor de rotación REF.

Esquema de un sistema de encendido sin distribuidor para un motor de 4 cilindros.

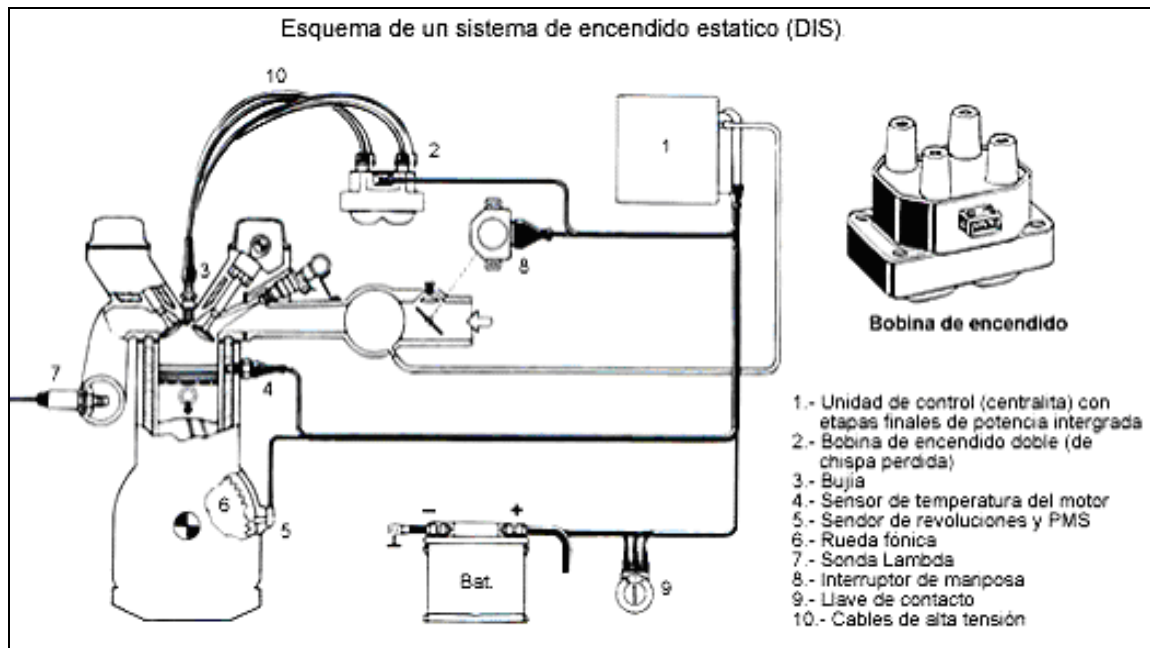


Figura 3.54. Esquema del sistema de encendido DIS.

Una evolución en el sistema DIS ha sido integrar en el mismo elemento la bobina de encendido y la bujía (se eliminan los cables de alta tensión). A este sistema se le denomina sistema de encendido directo o también conocido como encendido estático integral, para diferenciarle del anterior aunque los dos eliminan el uso del distribuidor.

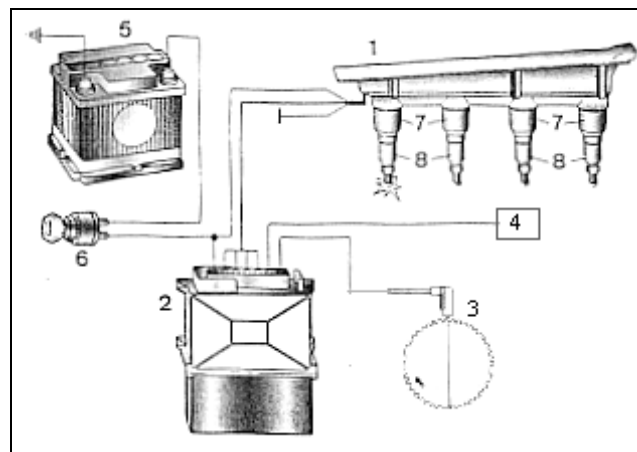


Figura 3.55. Esquema de un sistema de encendido directo para motor de 4 cilindros. 1 Módulo de alta tensión. 2 Modulo de encendido, unidad electrónica. 3 Captador posición-régimen. 4 Captador de presión absoluta. 5 Batería. 6 Llave de contacto. 7 Minibobina de encendido. 8 Bujías.

Se diferencian dos modelos a la hora de implantar este último sistema:

3.19.1. ENCENDIDO INDEPENDIENTE.

Utiliza una bobina por cada cilindro.

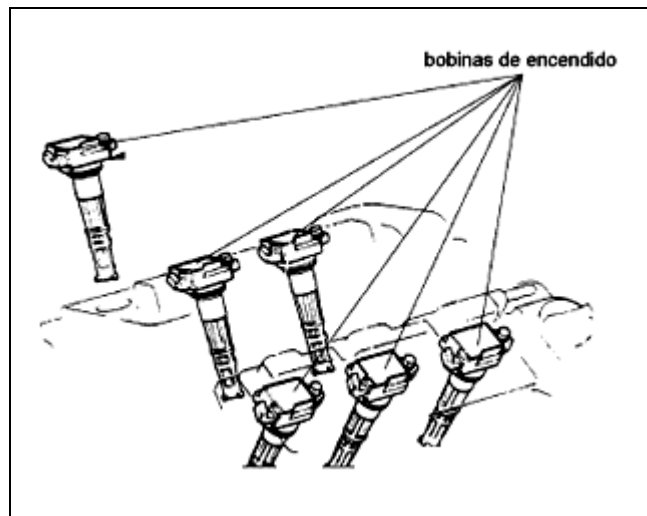


Figura 3.56. Sistema DIS implantado en un motor en "V" de 6 cilindros.

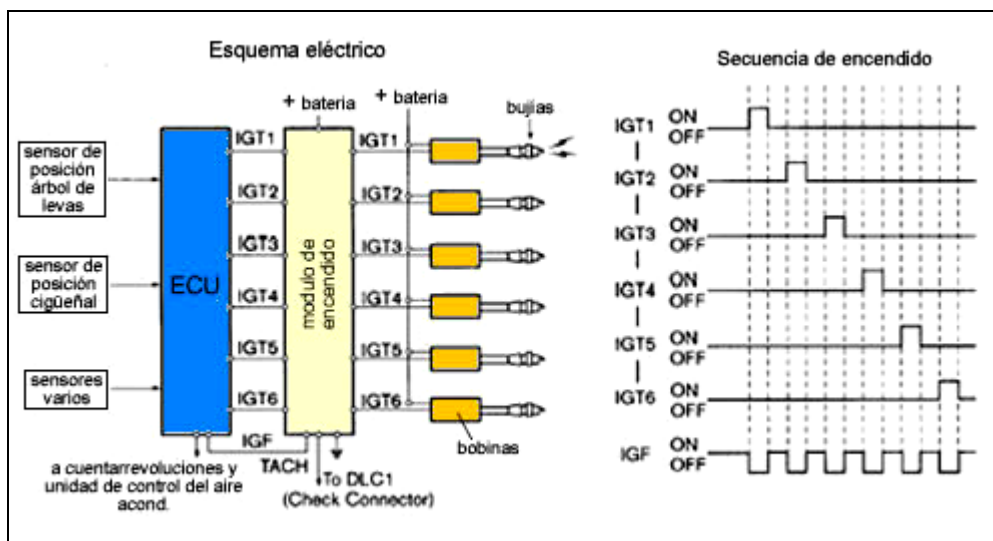


Figura 3.57. Esquema eléctrico.

3.19.2. ENCENDIDO SIMULTANEO.¹⁶

Utiliza una bobina por cada dos cilindros. La bobina forma conjunto con una de las bujías y se conecta mediante un cable de alta tensión con la otra bujía.

¹⁶ http://mecanicavirtual.iespana.es/inyeccion_gasolina1.htm

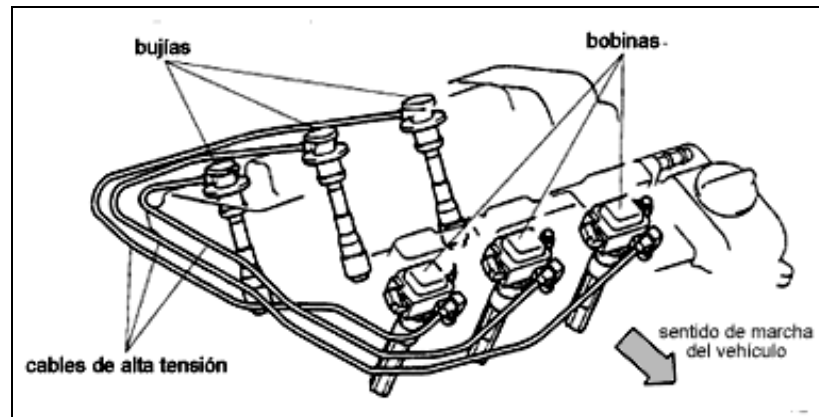


Figura 3.58. Sistema DIS implantado en un motor en "V" de 6 cilindros.

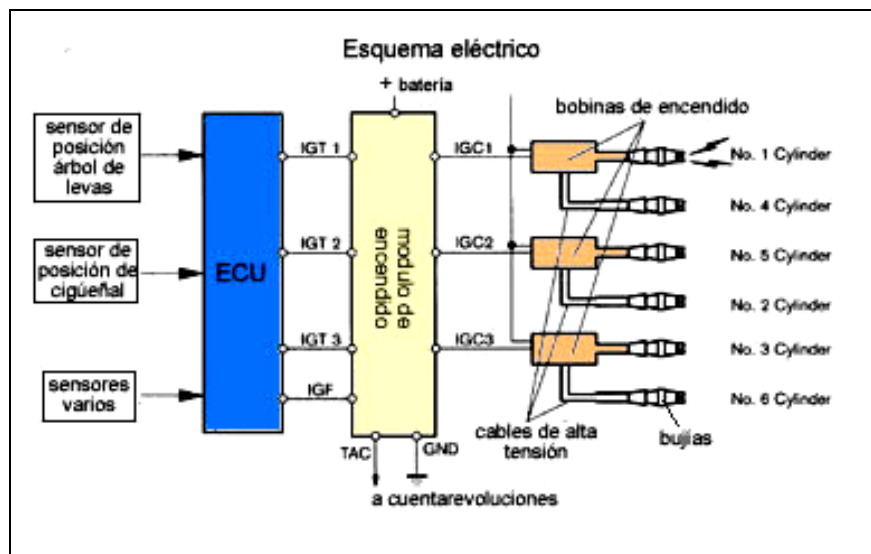


Figura 3.59. Esquema eléctrico

A este sistema de encendido se le denomina también de "chispa perdida" debido a que salta la chispa en dos cilindros a la vez, por ejemplo, en un motor de 4 cilindros saltaría la chispa en el cilindro nº 1 y 4 a la vez o nº 2 y 3 a la vez. En un motor de 6 cilindros la chispa saltaría en los cilindros nº 1 y 4, 2 y 5 o 3 y 6.

Al producirse la chispa en dos cilindros a la vez, solo una de las chispas será aprovechada para provocar la combustión de la mezcla, y será la que coincide con el cilindro que está en la carrera de final de "compresión", mientras que la otra chispa no se aprovecha debido a que se produce en el cilindro que se encuentra en la carrera de final de "escape".

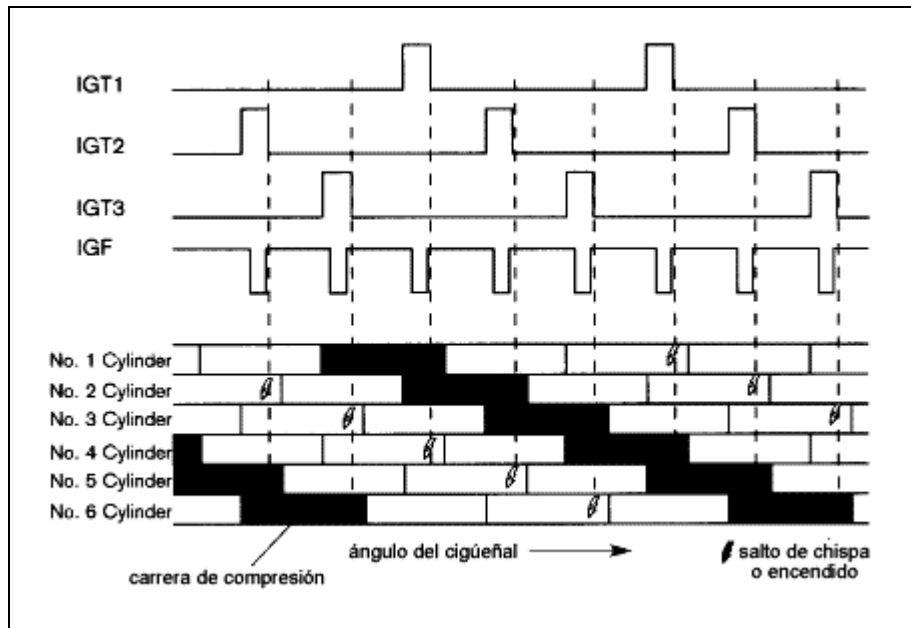


Figura 3.60. Secuencia de encendido en un sistema de encendido "simultáneo" ("chispa perdida").

Las bujías utilizadas en este sistema de encendido son de platino sus electrodos, por tener como característica este material: su estabilidad en las distintas situaciones de funcionamiento del motor. El voltaje necesario para que salte la chispa entre los electrodos de la bujía depende de la separación de los electrodos y de la presión reinante en el interior de los cilindros. Si la separación de los electrodos está reglada igual para todas las bujías entonces el voltaje será proporcional a la presión reinante en los cilindros.

La alta tensión de encendido generada en la bobina se dividirá teniendo en cuenta la presión de los cilindros. El cilindro que se encuentra en compresión necesitara más tensión para que salte la chispa que el cilindro que se encuentra en la carrera de escape. Esto es debido a que el cilindro que se encuentra en la carrera de escape está sometido a la presión atmosférica por lo que necesita menos tensión para que salte la chispa. Si comparamos un sistema de encendido DIS y uno tradicional con distribuidor tenemos que la alta tensión necesaria para hacer saltar la chispa en la bujía prácticamente es la misma. La tensión que se pierde en los contactos del rotor del distribuidor viene a ser la misma que se pierde

en hacer saltar la "chispa perdida" en el cilindro que se encuentra en la carrera de escape de un sistema de encendido DIS.

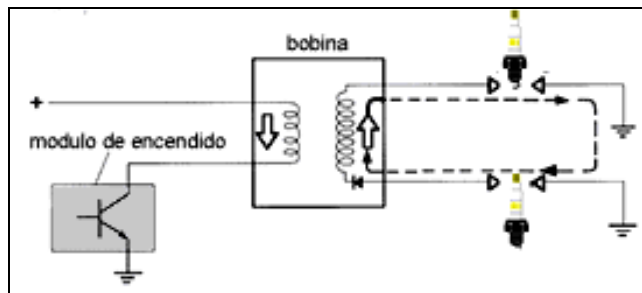


Figura 3.61. Esquema eléctrico de la bobina doble.

En este sistema de encendido la corriente eléctrica hace que en una bujía la chispa salte del electrodo central al electrodo de masa, y al mismo tiempo en la otra bujía la chispa salta del electrodo de masa al electrodo central.

El "igniter" o módulo de encendido será diferente según el tipo de encendido, siempre dentro del sistema DIS, y teniendo en cuenta que se trate de encendido:

"simultáneo"

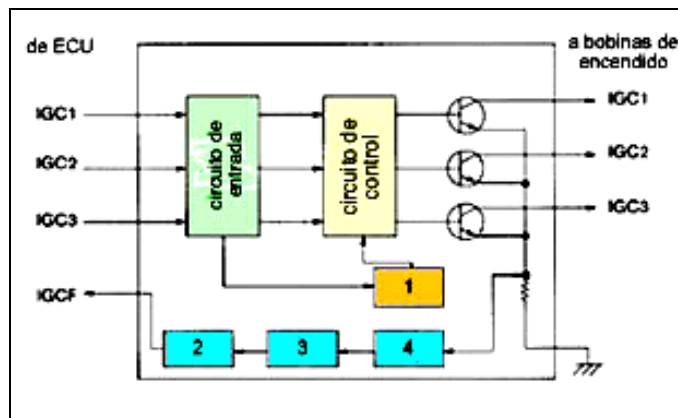


Figura 3.62. Módulo de encendido: 1 circuito prevención de bloqueo; 2 circuito señal de salida IGF. 3 circuito detección de encendido. 4 circuito prevención de sobrecorrientes.

"independiente".

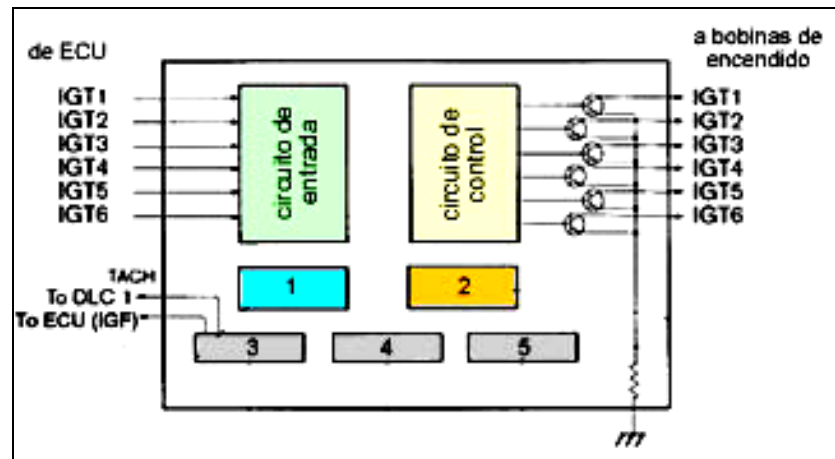


Figura 3.63. Módulo de encendido: 1 circuito de control de ángulo Dwell. 2 Circuito prevención de bloqueo. 3 Circuito de salida señal IGF. 4 Circuito detección de encendido. 5 Control de corriente constante.

Existe una evolución a los modelos de encendido estudiados anteriormente y es el que integra la bobina y el módulo de encendido en el mismo conjunto.

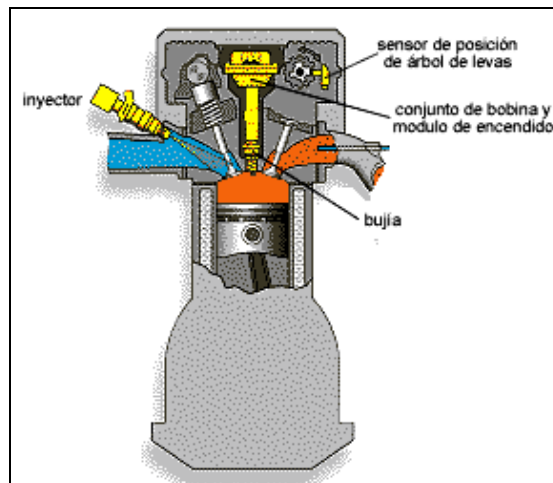


Figura 3.64. Esquema del funcionamiento de la bobina individual.

Su esquema eléctrico representativo sería el siguiente:

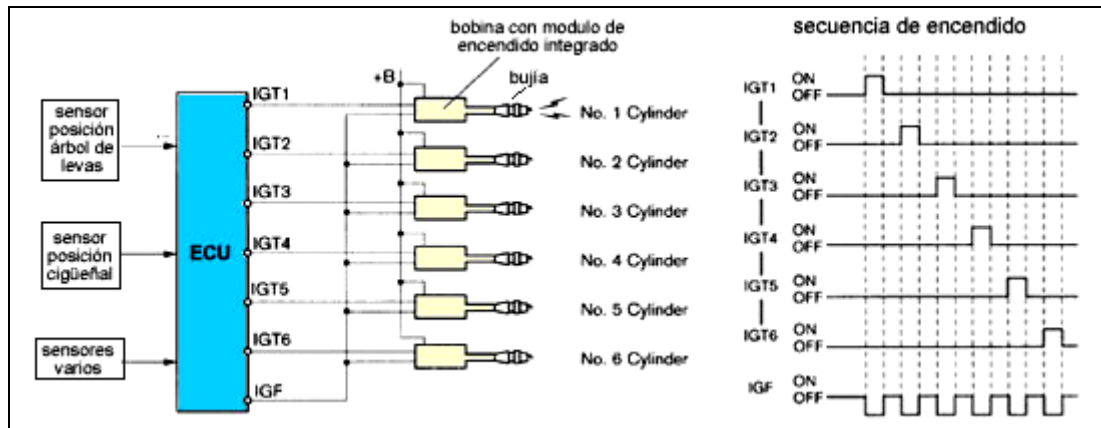


Figura 3.65. Esquema eléctrico.

Las bobinas de encendido utilizadas en el sistema DIS son diferentes según el tipo de encendido para el que son aplicadas.

"simultáneo"

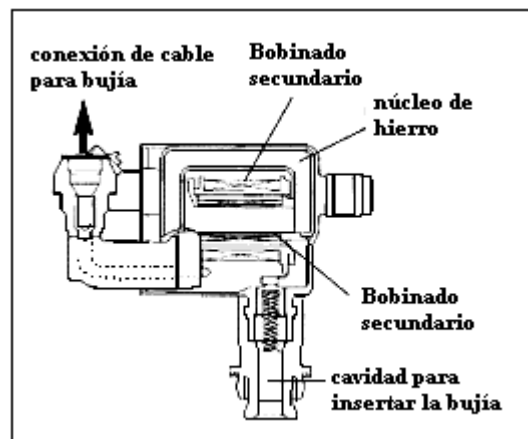


Figura 3.66. Esquema eléctrico de la bobina.

Las dos imágenes son el mismo tipo de bobina de encendido, con la diferencia de que una es más alargada que la otra para satisfacer las distintas características constructivas de los motores.

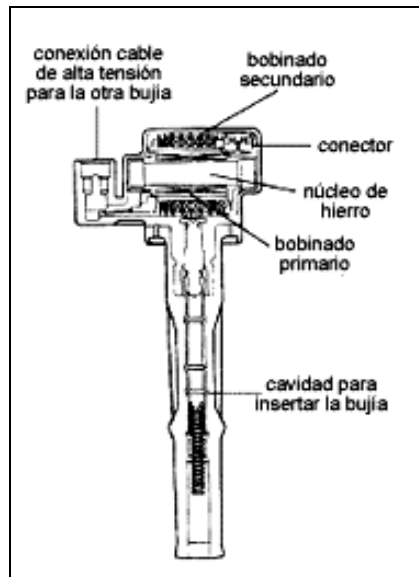


Figura 3.67. Esquema de la bobina individual.

“Independiente”

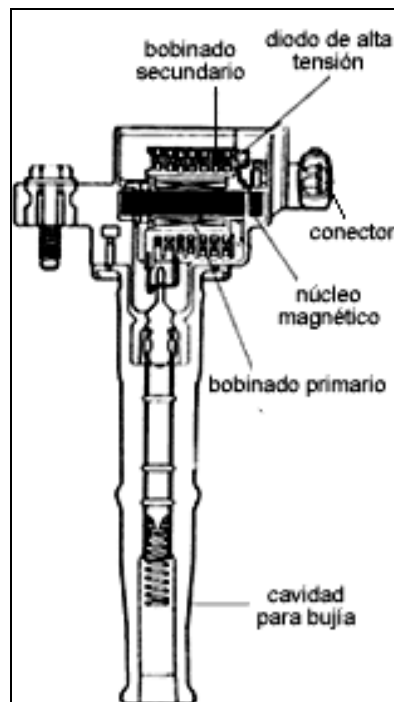


Figura 3.68. Bobina individual.

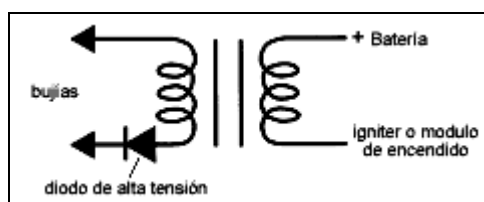


Figura 3.69. Esquema eléctrico de la bobina individual.

La bobina de este sistema de encendido utiliza un diodo de alta tensión para un rápido corte del encendido en el bobinado secundario.

3.19.3. BOBINA Y MODULO DE ENCENDIDO INTEGRADOS EN EL MISMO CONJUNTO.

Esta bobina tiene el modulo de encendido integrado en su interior. Al conector de la bobina llegan 4 hilos cuyas señales son:

- Batería.
- IGT.
- IGF.
- Masa.

La ECU puede distinguir que bobina no está operativa cuando recibe la señal IGF. Entonces la ECU conoce cuando cada cilindro debe ser encendido

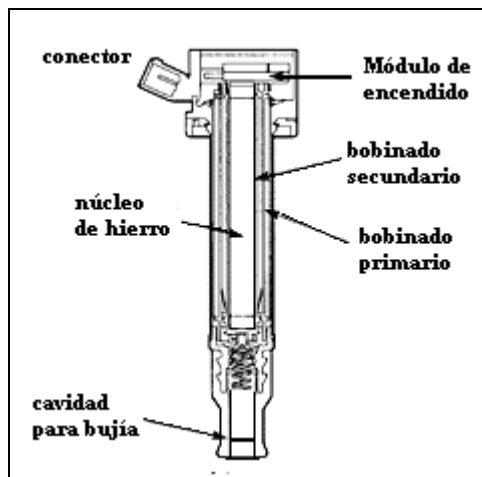


Figura 3.70. Bobina y encendidos integrados.

El sistema DIS con encendido "independiente" tiene la ventaja de una mayor fiabilidad y menos probabilidad de fallos de encendido. El problema que tienen las bobinas integradas con el modulo de encendido es que no es posible medir la resistencia de su bobinado primario para hacer un diagnostico en el caso de que existan fallos en el encendido.

3.20. DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE ENCENDIDO.¹⁷

Si no hay chispa, pero si hay pulsos del inyector, entonces la falta de la misma es resultado de un problema del encendido secundario como una bobina defectuosa. Si no hay chispa y el inyector no recibe pulsos, entonces el problema es probablemente el encendido primario.

3.20.1. PASOS PARA VERIFICAR EL FUNCIONAMIENTO DEL SENSOR DE POSICION DEL CIGÜEÑAL.

1. Quite o Desconecte el enchufe (1) del mazo de conductores eléctricos del sensor de rotación del cigüeñal.

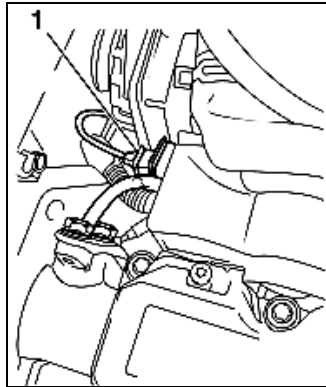


Figura 3.71 Sensor de rotación del cigüeñal.

¹⁷ CHEVROLET, Manual Complementario de Servicio. Corsa 1.6 L, 2000. Brasil. Pág. 45.

2. Mazo de conductores eléctricos (2) del sensor desenchajándolo de sus soportes en la cubierta posterior de la correa dentada.

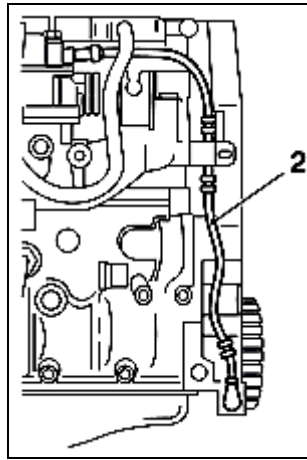


Figura 3.72. Mazo de conductores eléctricos.

3. Tornillo de fijación (flecha) del sensor de rotación del cigüeñal utilizando una llave adecuada.

4. Sensor de rotación del cigüeñal (3) de su soporte próximo a la polea del cigüeñal.

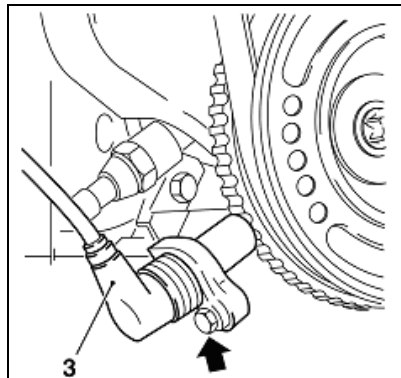


Figura 3.73. Soporte del sensor de rotación

Inspeccione la Región de instalación del soporte del sensor próximo al cigüeñal, pues si hay impurezas, la lectura de referencia entre el sensor y las de la polea del cigüeñal podrá ser incorrecta, causando el mal funcionamiento del sensor.

1. Instale o Conecte el sensor de rotación del cigüeñal (3) en su soporte.

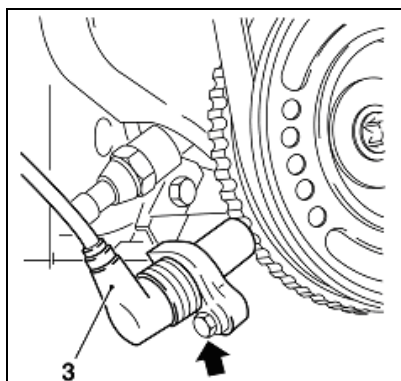


Figura 3.74. Instalación del soporte del sensor.

2. Tornillo de fijación del sensor de rotación del cigüeñal (flecha) en el soporte. Apriete Tornillo de fijación del sensor de rotación del cigüeñal con 9 N.m / 6,5 lbf - pie.

3. Instale o Conecte el enchufe (1) del mazo de conductores eléctricos en su alojamiento.

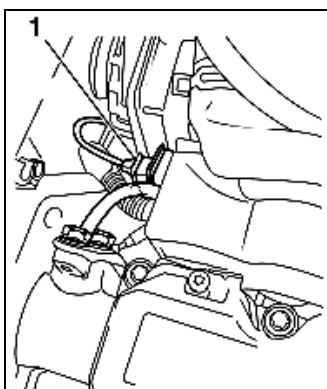


Figura 3.75. Instalación del mazo de conductores.

4. Mazo de conductores eléctricos (2) en el soporte de la cubierta posterior en la correa dentada fijándolo con una cinta plástica.

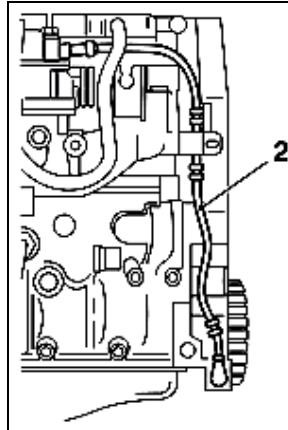


Figura 3.76. Instalación del mazo de conductores en el soporte de la cubierta.

Mida holguras (flechas) existente entre el sensor de rotación y los resaltes (dientes) de la polea del cigüeñal utilizando un calibrador de láminas. Valor nominal especificado entre 0,3 y 1,7mm.

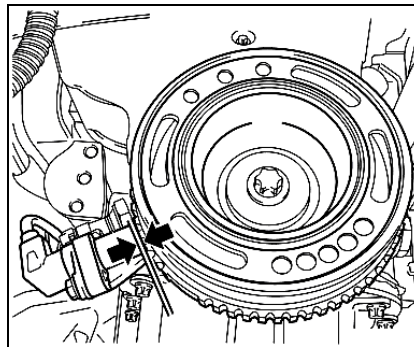


Figura 3.77. Medición de las holguras entre el sensor de rotación y los dientes de la polea del cigüeñal.

En caso de que el valor nominal obtenido no corresponda al valor especificado, utilice otro sensor para comparar y comprobar si el problema está en el sensor o en la polea del cigüeñal, reemplazando lo que sea necesario.

IV.- CONSTRUCCION DEL MODULO DE PRUEBAS SFI.

4.1. INTRODUCCION.

La construcción e instalación del módulo de pruebas del sistema de inyección electrónica secuencial (SFI), tiene la misión de obtener y determinar parámetros de funcionamiento del sistema en forma experimental, con el objetivo de que el estudiante esté en la capacidad de realizar prácticas de laboratorio simulando condiciones de funcionamiento real, de un sistema de alimentación de combustible electrónicamente controlado.

4.2. ANTECEDENTES.

El presente proyecto fue elaborado por la necesidad de equipar al laboratorio de nuevas tecnologías, acorde a las necesidades actuales de los estudiantes para un mejor desenvolvimiento en el campo profesional.

Con la construcción de este modulo de pruebas de inyección electrónica SFI, el estudiante podrá entrenarse de una forma adecuada para posteriormente enfrentarse a problemas reales en la vida práctica.

4.3. OBJETIVO GENERAL.

El objetivo general es construir el módulo de pruebas multipunto secuencial

4.4. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Simular condiciones reales de funcionamiento del sistema SFI que ocurren en motores dotados con este sistema.
- Dotar al laboratorio de Autotrónica de equipos que posean nuevas tecnologías.
- Facilitar el aprendizaje del funcionamiento y utilización de este sistema.

4.5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Se desea construir un módulo de pruebas de inyección electrónica secuencial SFI con el objetivo de que el estudiante pueda adquirir conocimientos destrezas y habilidades al realizar sus practicas en este módulo.

Una vez que el estudiante domine el conocimiento y funcionamiento de este módulo estará capacitado para enfrentar situaciones reales en vehículos que posean un sistema similar al descrito en este proyecto.

Para la construcción de este proyecto se ha realizado un extenso estudio e investigación del mismo, basado en el sistema de inyección del CHEVROLET CORSA con el fin de conocer a cabalidad la teoría del funcionamiento del sistema para luego llevarlo a la práctica en la construcción del módulo de pruebas.

Para llevar a cabo el proyecto se requiere de todos los elementos del sistema de inyección del CHEVROLET CORSA y una vitrina porta equipo diseñada para contener a dichos elementos.

4.6. JUSTIFICACION.

Se procedió a la realización de este proyecto debido a la necesidad de mayor equipamiento del laboratorio, ya que con el avance de la tecnología dicho laboratorio se ha ido quedando sin los medios suficientes para capacitar adecuadamente a los estudiantes.

4.7. INFORMACION GENERAL.

El módulo consta de todos los sensores y actuadores que conforman el sistema SFI y componentes de subsistemas adicionales. Todos los aditamentos están ubicados en **una vitrina porta equipo**, constituida por una estructura de acero conformada por tubos, la cual soporta dos chapas de madera aglomerada en la parte frontal y un par de puertas corredizas en la parte posterior.

Para que sea rápida la identificación de cada componente, existen adhesivos junto a cada sensor, actuador y demás componentes de los diferentes subsistemas con la finalidad de poderlos identificar y saber cuales son las pruebas a realizar sobre los mismos.

Todos los sensores poseen borneras, por medio de las cuales se hace fácil para el estudiante la toma de datos de los diferentes componentes del módulo de pruebas.

4.8. COMPONENTES UTILIZADOS.

Tabla IV.1 Componentes del módulo

COMPONENTES DEL MODULO DE PRUEBAS			
Elementos	Cantidad	Características	Costo Aprox.
Sensor de Presión en el Colector (MAP)	1		100 USD
Sensor de Temperatura del Líquido Refrigerante (WTS)	1		80 USD
Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS)	1		130 USD
Sensor de Temperatura del Aire de la Admisión (ATS)	1		40 USD
Sensor de Oxígeno (HEGO).	1		120 USD
Sensor De Rotación/ref. (CAS).	1		120 USD
Motor paso a paso (ISC)	1		70 USD
Inyector	4	0.5 - 1.5 ohms	110 USD
Probetas	4	Escala de 0 - 1000 cc	9 USD
Manómetro de presión	1	Escala de 0 a 100 PSI	10 USD
Mangueras de presión de combustible.	3m	Cap max. hasta 30 PSI.	5 USD
Bomba de Combustible	1		60 USD
Filtro de combustible	1		7 USD
Tanque de combustible	1	Capacidad 2 galones	3 USD
Batería	1	12V, 400Ah, 60A	30 USD
Calentador de agua	1	110v	4 USD
Cables	S/N	Tipo automotriz	15 USD
Relé	1	12v,30A	4 USD
Switch	1	3 Posiciones	3USD
Motor del sistema	1	110V, 60 Hz	15 USD
Lámpara	1	12 V, 3W	5 USD

4.9. CONSTRUCCION DEL MODULO DE PRUEBAS.

Primero realizamos la construcción de la vitrina porta equipo la cual está ubicada sobre un soporte de tubo de sección cuadrada con ruedas que facilitan su movilidad, la vitrina posee paredes de madera enchapada fijas en la parte frontal y puertas corredizas en la parte posterior.

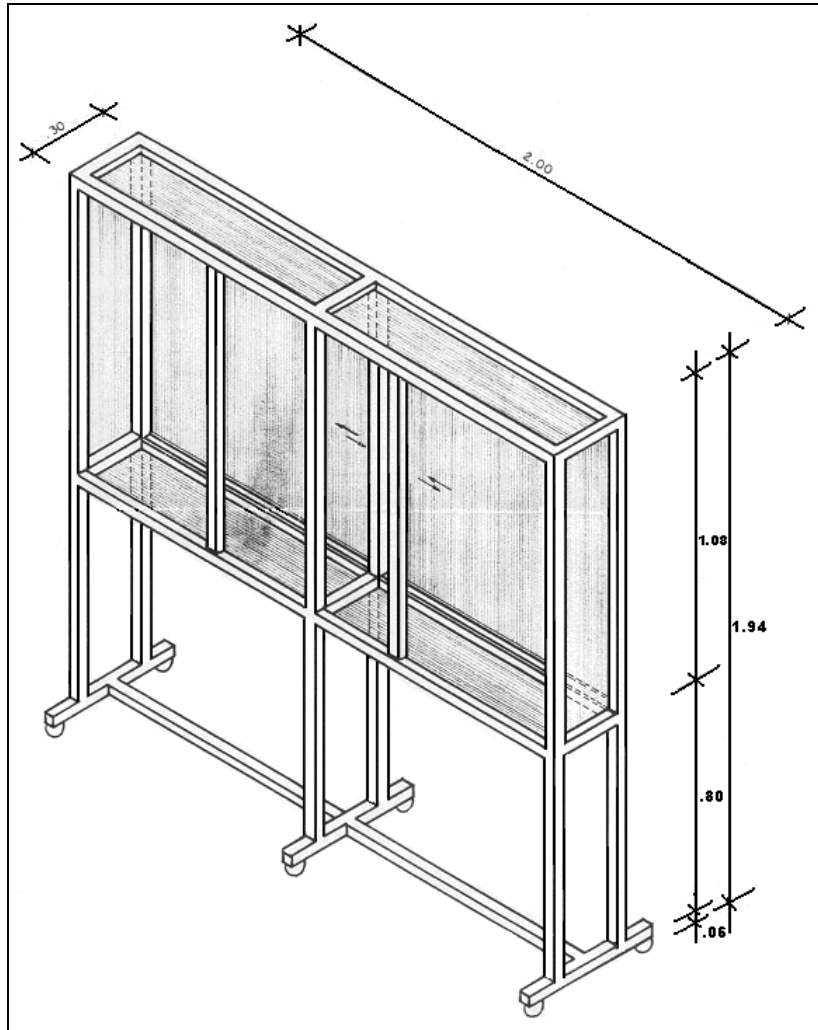


Figura 4.1 Vitrina porta equipo

Sobre esta vitrina se colocaran los diferentes elementos de tal forma que al funcionar el sistema simule exactamente los mismos parámetros que se dan en un vehículo real.

El módulo está dividido en dos secciones, la una sección está destinada a la parte de inyección de combustible y la otra para los diferentes sensores y actuadores del sistema.



Figura 4.2 Tablero de Pruebas

En primer lugar se procedió a instalar la parte de inyección de combustible colocando el riel de inyección con sus respectivos inyectores y el regulador de presión, fijándolos al tablero mediante pernos.

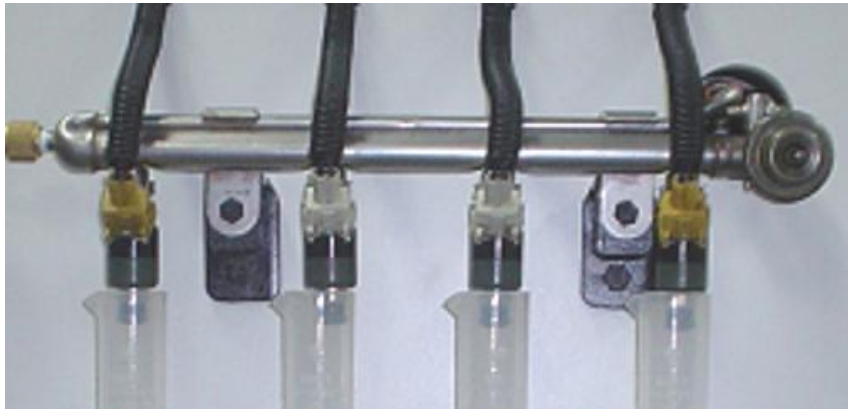


Figura 4.3 Riel de Inyección

Luego construimos un soporte para las probetas para determinar el caudal de los inyectores.



Figura 4.4 Soporte de probetas

Se instaló un manómetro para medir la presión de inyección, para lo cual se realizó un orificio en el tablero del diámetro del manómetro, con la ayuda del taladro y una herramienta especial.



Figura 4.5 Manómetro

Posteriormente colocamos en el circuito hidráulico de retorno de combustible una llave de paso, para interrumpir el retorno y de esta manera medir la presión de la bomba y la presión regulada.



Figura 4.6 Llave de paso

La construcción del circuito hidráulico de alimentación de combustible se la realizó mediante mangueras las cuales absorben el combustible del tanque por medio de la bomba que está sumergida y haciendo pasar el combustible a través de un filtro para dirigirlo hacia el riel de inyectores.



Figura 4.7 Deposito de combustible.



Figura 4.8 Bomba de combustible



Figura 4.9 Filtro de combustible.

La Unidad de Control Electrónico se colocó en la parte interior del tablero con la ayuda de abrazaderas construidas a la medida del ECU.



Figura 4.10 ECU

El colector de admisión se lo fijó al tablero mediante pernos.



Figura 4.11 Colector de admisión

En el colector de admisión se encuentran ubicados el TPS (Sensor de posición de la mariposa) y la válvula IAC de ralentí.

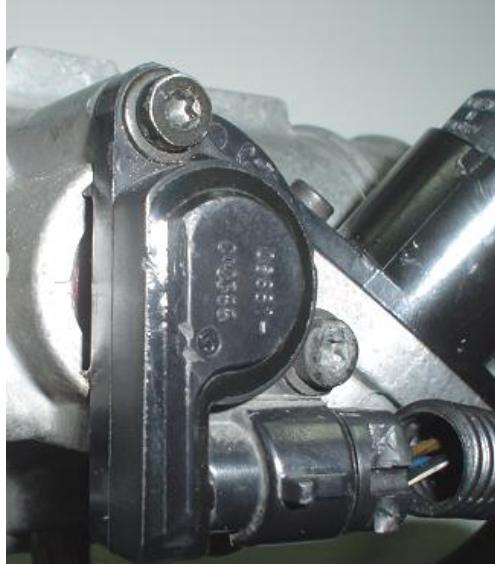


Figura 4.12 Sensor TPS



Figura 4.13 Válvula IAC

Luego se procedió a colocar el sensor CAS junto con la rueda reluctora de donde toma la señal dicho sensor. La rueda reluctora fué fijada a un motor eléctrico con su respectivo acelerador para simular las r.p.m. del motor.



Figura 4.14 Sensor CAS

El sensor WTS se lo ubicó dentro de un vaso graduado, junto con un calentador de agua que consta de un interruptor para su activación, para simular la temperatura del líquido refrigerante.



Figura 4.15 Sensor WTS

El sensor ATS está ubicado en la parte superior del tablero, introducido en la manguera de admisión de aire. Se colocó una secadora en la parte posterior de

la manguera de admisión de aire, dentro del tablero, con el fin de simular la temperatura del aire de admisión.



Figura 4.16 Sensor ATS

El sensor MAP y el sensor HEGO fueron adheridos al tablero mediante pernos y abrazaderas.



Figura 4.17 Sensor HEGO



Figura 4.18 Sensor MAP

Se implementó un switch de ignición para facilitar el encendido del módulo y una lámpara para simular la luz de anomalía.



Figura 4.19 Switch



Figura 4.20 Check engine

Una vez que estuvieron colocados los sensores y actuadores en el tablero se realizó la instalación eléctrica con la ECU de acuerdo al diagrama eléctrico. Junto a cada sensor y actuador se colocó borneras por la línea de cables del circuito para facilitar la toma de datos.



Figura 4.21 Cableado del módulo

4.10. GUIAS DE LABORATORIO.

4.10.1. PRACTICA No. 1: SENSOR DE LA TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE.

Carrera de Ingeniería Automotriz – ESPE											
Práctica No. 1											
							Sensor de la temperatura del refrigerante				

OBJETIVOS:

- Determinar el voltaje de señal y el voltaje de referencia del sensor.
- Conocer la manera de realizar el autodiagnóstico en el módulo.
- Eliminar los códigos de falla almacenados en la memoria de la ECU.

EQUIPO NECESARIO:

- Modulo de pruebas SFI.
- Multímetro análogo o digital.
- Lámpara de pruebas.
- Termómetro

MARCO TEORICO:

El sensor de temperatura del refrigerante es un termistor NTC, lo cual quiere decir que es una resistencia que varía con la temperatura en forma inversa, es decir que a mayor temperatura menor resistencia y viceversa. Al suministrar un voltaje de referencia (5V) el voltaje de señal hacia la ECU irá variando de acuerdo a la resistencia.

PROCEDIMIENTO:

1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.

2. Observe que la luz de **check engine** está encendida.
3. Luego procedemos ha encender la niquelina para dar temperatura al agua y así poder observar como cambian los valores de resistencia y voltaje.
4. Con el sensor desconectado y la ayuda de un termómetro, verificar la resistencia del sensor a 40, 60, 80 y 100 grados centígrados y registrar los valores en la tabla.

Tabla IV.2. Resistencia del Sensor

TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE (°C)	VALORES DE RESISTENCIA (Ω)
40	
60	
80	
100	

5. Con el sensor conectado y voltaje de referencia de 5V, verificar el voltaje de señal hacia la computadora a 40, 60, 80 y 100 grados centígrados, y registrar los resultados en la tabla.

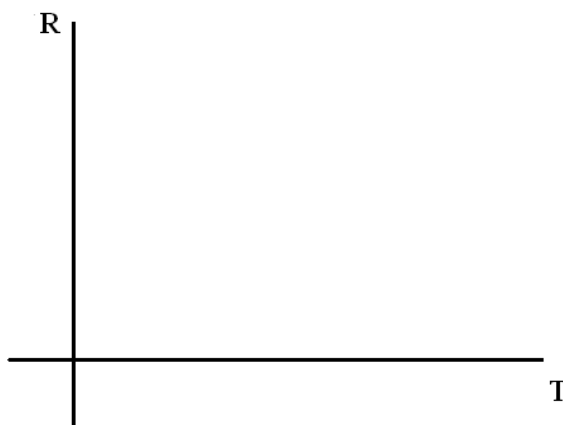
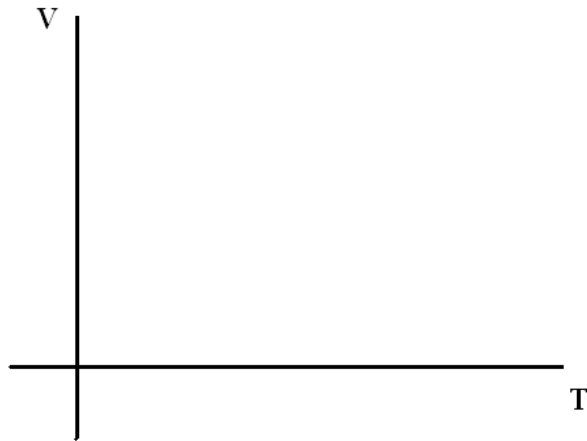
Tabla IV.3. Voltaje de Señal

TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE (°C)	VALORES DE VOLTAJE (V)
40	
60	
80	
100	

6. Con el sensor desconectado poner el interruptor en la posición de encendido y observar las pulsaciones de la lámpara check engine. ¿Cuál es el código que se registra?

ANALISIS DE RESULTADOS

Realice los diagramas V vs T y R vs T con los datos obtenidos en las tablas VI.2 y VI.3



PREGUNTAS:

1. ¿Qué valor de resistencia marca el sensor de temperatura del refrigerante?
2. ¿En que condiciones de funcionamiento del motor la resistencia y voltaje son bajos?
3. ¿En que condiciones de funcionamiento del motor la resistencia y voltaje son altos?

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

BIBLIOGRAFIA

4.10.2. PRACTICA No. 2: SENSOR DE LA MARIPOSA DE ACELERACION.

Carrera de Ingeniería Automotriz – ESPE											
Práctica No. 2											
							Sensor de posición de la mariposa de aceleración				

OBJETIVOS:

- Determinar el voltaje de señal y el voltaje de referencia del sensor.
- Conocer la manera de realizar el autodiagnóstico en el módulo.
- Eliminar los códigos de falla almacenados en la memoria de la ECU.

EQUIPO NECESARIO:

- Modulo de pruebas SFI.
- Multímetro análogo o digital.
- Lámpara de pruebas.

MARCO TEORICO:

El sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS), está constituido por un potenciómetro, que está sujeto a la prolongación del eje de la mariposa de aceleración, de forma que giran conjuntamente. Cuando el conductor presiona el pedal del acelerador, gira la mariposa y también el potenciómetro, lo que hace variar su resistencia interna. De esta manera varía el voltaje de señal a la ECM de acuerdo a la resistencia, cuando la computadora suministra al TPS un voltaje de referencia de 5 V.

PROCEDIMIENTO:

1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.
2. Observe que la luz de **check engine** está encendida.

3. Con el sensor desconectado realizar la medición de los diferentes valores de resistencia, girando manualmente la mariposa de aceleración, en las posiciones totalmente abierta, a media carga y totalmente cerrada y registre los valores en la tabla IV.4.

Tabla IV.4. Resistencia del Sensor

POSICIONES DE LA MARIPOSA	VALORES DE RESISTENCIA (Ω)
Totalmente abierta	
Media carga	
Totalmente cerrada	

4. Con el sensor conectado verifique el voltaje de referencia y registre ese valor en la tabla VI.5.

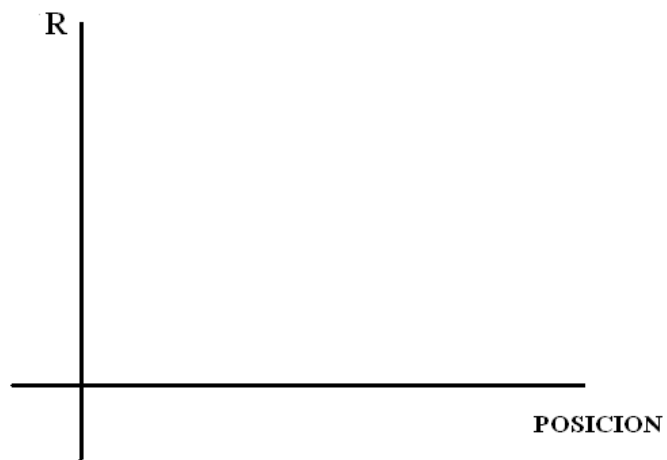
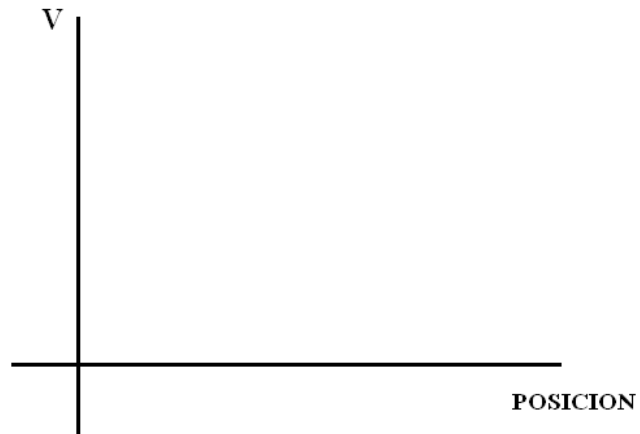
Tabla IV.5. Voltaje de Referencia

POSICIONES DE LA MARIPOSA	VALORES DE VOLTAJE (V)
Totalmente abierta	
Media carga	
Totalmente cerrada	

5. Verifique el voltaje de señal a la ECM en las diferentes posiciones de la mariposa de aceleración y registre dichos valores en la tabla IV.5
6. Con el sensor desconectado poner el interruptor en la posición de encendido y observar las pulsaciones de la lámpara check engine. ¿Cuál es el código que se registra?

ANALISIS DE RESULTADOS

Realice los diagramas V vs posición de la mariposa y R vs posición de la mariposa utilizando los valores de las tablas VI.2 y VI.3



PREGUNTAS:

1. ¿Cuáles son los valores de resistencia que se miden en el TPS?
2. ¿Cuáles serían los síntomas de un auto en el cual no funcione el TPS?
3. ¿Cuál es el valor del voltaje de referencia del TPS?
4. ¿Cuál es el valor del voltaje de señal del TPS en máxima y en mínima aceleración?

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

BIBLIOGRAFIA

4.10.3. PRACTICA No. 3: SENSOR DE PRESION EN EL COLECTOR.

Carrera de Ingeniería Automotriz – ESPE											
Práctica No. 3											
							Sensor de Presión en el Colector				

OBJETIVOS:

- Determinar el voltaje de señal y el voltaje de referencia del sensor.
- Conocer la manera de realizar el autodiagnóstico en el módulo.
- Eliminar los códigos de falla almacenados en la memoria de la ECU.

EQUIPO NECESARIO:

- Modulo de pruebas SFI.
- Multímetro análogo o digital.
- Lámpara de pruebas.
- Bomba de vacío.

MARCO TEORICO:

El sensor MAP detecta las variaciones de presión en el interior del múltiple de admisión y con ello determina la cantidad de aire que ingresa al motor.

El sensor de presión en el colector, transforma las variaciones de presión en variaciones de voltaje. El sensor MAP consta de un diafragma hecho de material aislante en cuyo interior se encuentra un puente de resistencia, formado por sensores piezoeléctricos sensibles a las deformaciones del diafragma.

PROCEDIMIENTO:

1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.
2. Observe que la luz de **check engine** está encendida.
3. Con el sensor desconectado mida el voltaje de referencia que llega al sensor y registre este valor.
4. Con el sensor conectado y con la ayuda de la bomba de vacío, medir los valores de voltaje para 5, 10, 15 y 20 pulg. Hg. y registre los valores en la tabla IV.6.

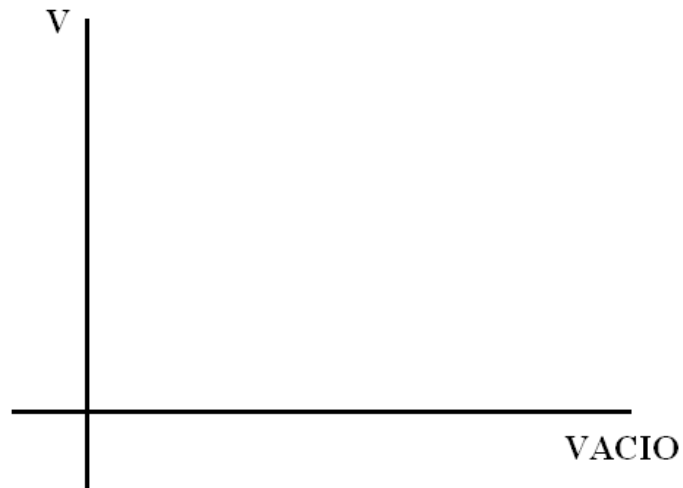
Tabla IV.6. Voltaje de Señal

VALORES DE VACIO (pulg. Hg.)	VALORES DE VOLTAJE (V)
5	
10	
15	
20	

5. Verifique el voltaje de señal a la ECM en las diferentes posiciones de la mariposa de aceleración y registre dichos valores en la tabla IV.5
6. Con el sensor desconectado poner el interruptor en la posición de encendido y observar las pulsaciones de la lámpara check engine. ¿Cuál es el código que se registra?

ANALISIS DE RESULTADOS

Realice los diagramas valores de vacío vs voltaje utilizando los valores de la tabla VI.6.



PREGUNTAS:

1. ¿Qué sucede con los valores de voltaje cuando el auto está a nivel del mar?
2. ¿Cuáles serían los síntomas del auto si el MAP está cortocircuitado o abierto en un motor?
3. ¿En que condiciones de funcionamiento del motor el voltaje es alto?

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

BIBLIOGRAFIA

4.10.4. PRACTICA No. 4: SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE LA ADMISION.

Carrera de Ingeniería Automotriz – ESPE											
Práctica No. 4											
							Sensor de temperatura del aire de la admisión				

OBJETIVOS:

- Determinar el voltaje de señal y el voltaje de referencia del sensor.
- Conocer la manera de realizar el autodiagnóstico en el módulo.
- Eliminar los códigos de falla almacenados en la memoria de la ECU.

EQUIPO NECESARIO:

- Módulo de pruebas SFI.
- Multímetro análogo o digital.
- Lámpara de pruebas.

MARCO TEORICO:

El sensor de temperatura del aire de admisión es un termistor NTC, o sea una resistencia que cambia con la temperatura, es decir que cuando el aire de admisión está frío la resistencia del sensor es alta y por lo tanto el voltaje de señal a la computadora será también alto. Cuando el aire esté caliente, la resistencia del sensor será baja y el voltaje de señal será también bajo.

PROCEDIMIENTO:

1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.
2. Observe que la luz de **check engine** está encendida.
3. Luego procedemos ha encender la secadora de pelo para simular la temperatura del aire que ingresa al motor y así poder observar como

cambian los valores de resistencia y voltaje.

4. Con el sensor desconectado y la ayuda de un termómetro, verificar la resistencia del sensor a 20, 30, 40 y 50 grados centígrados y registrar los valores en la tabla IV.7

Tabla IV.7. Resistencia del Sensor

TEMPERATURA DEL AIRE (°C)	VALORES DE RESISTENCIA (Ω)
20	
30	
40	
50	

5. Con el sensor conectado y voltaje de referencia al sensor, verificar el voltaje de señal hacia la computadora a 20, 30, 40 y 50 grados centígrados, y registrar los resultados en la tabla IV.8.

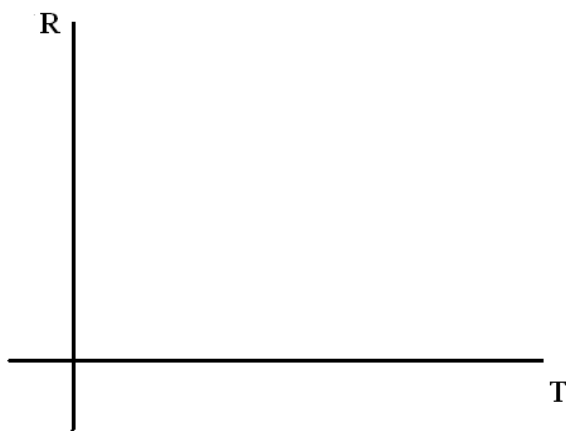
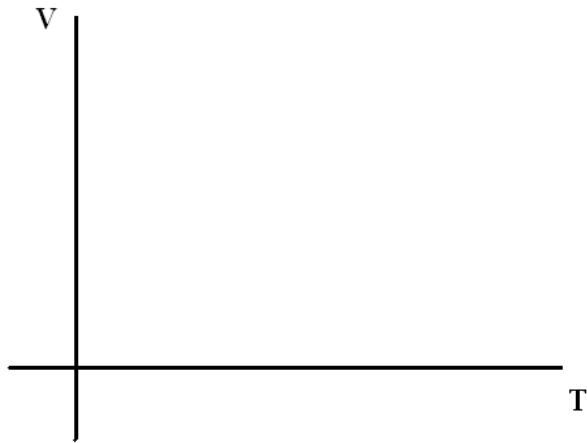
Tabla IV.8. Voltaje de Señal

TEMPERATURA DEL AIRE (°C)	VALORES DE VOLTAJE (V)
20	
30	
40	
50	

6. Con el sensor desconectado poner el interruptor en la posición de encendido y observar las pulsaciones de la lámpara check engine. ¿Cuál es el código que se registra?

ANALISIS DE RESULTADOS

Realice los diagramas V vs T y R vs T con los datos obtenidos en las tablas IV.7 y IV.8



PREGUNTAS:

1. ¿Cuáles son los valores de resistencia que se miden en el IAT?
2. ¿Cuáles serían los síntomas de un auto en el cual no funcione el IAT?
3. ¿Cuál es el valor del voltaje de referencia del IAT?

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

BIBLIOGRAFIA

4.10.5. PRACTICA No. 5: SENSOR DE OXIGENO.

Carrera de Ingeniería Automotriz – ESPE										
Práctica No. 5										
							Sensor de Oxígeno			

OBJETIVOS:

- Determinar el voltaje de señal del sensor.
- Conocer la manera de realizar el autodiagnóstico en el módulo.
- Eliminar los códigos de falla almacenados en la memoria de la ECU.
- Conocer el funcionamiento del sensor.

EQUIPO NECESARIO:

- Módulo de pruebas SFI.
- Multímetro análogo o digital.
- Lámpara de pruebas.

MARCO TEORICO:

El EGO, detecta la cantidad de oxígeno existente en los gases de escape y envía una señal de voltaje a la computadora, la cual por medio de esta señal conoce si la mezcla (aire/combustible) está demasiado rica o demasiado pobre. El voltaje de señal varía de cero a un voltaje positivo, este valor se genera para el trabajo de la ECM.

El sensor de oxígeno constituye una fuente de voltaje por reacción química, como lo es la batería. Consta de un elemento de dióxido de zirconio, ubicado entre dos placas de platino, cuando el platino entra en contacto con el oxígeno ocurre una reacción química, en la que se producen iones de oxígeno en las placas y el dióxido de zirconio se torna en un conductor eléctrico (electrolito) completándose la electrólisis.

Una de las placas de platino estará en contacto con el aire del exterior, por lo tanto se producirán una mayor cantidad de iones oxígeno y la otra placa estará en contacto con los gases de escape, en donde se producirá una menor cantidad de iones, lo que nos dará una diferencia de potencial entre ambas placas.

Cuando existe una mayor cantidad de oxígeno en los gases de escape se formarán más iones y la diferencia de potencial entre ambas placas será menor, razón por la cual el voltaje de señal a la computadora también será menor, lo que indicará una mezcla pobre. Cuando existe una menor cantidad de oxígeno en los gases de escape, se formarán una menor cantidad de iones O_2 , lo que dará como resultado una mayor diferencia de potencial, razón por la cual el voltaje de señal a la ECM será mayor e indicará una mezcla rica.

PROCEDIMIENTO:

1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.
2. Observe que la luz de **check engine** está encendida.
3. Calentamos el sensor hasta llegar a una temperatura parecida a la de funcionamiento, y ahí veremos como cambian los valores de este sensor de acuerdo a variación de temperatura.
4. Medir el voltaje de señal del sensor de oxígeno en condiciones de aire puro y aire con CO_2 y registrar los datos obtenidos en la tabla IV.9

Tabla IV.9. Voltaje de Señal

CONDICION DEL AIRE	VALORES DE VOLTAJE (V)
Aire puro	
Aire con CO_2	

5. Con el sensor desconectado poner el interruptor en la posición de encendido y observar las pulsaciones de la lámpara check engine. ¿Cuál es el código que se registra?

PREGUNTAS:

1. ¿Cuáles son los valores de resistencia que se miden en el HEGO?
2. ¿Cuáles serían los síntomas de un auto en el cual no funcione el HEGO?
3. ¿De qué manera varía el voltaje de señal del HEGO de acuerdo a la cantidad de oxígeno presente en los gases de escape?

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

BIBLIOGRAFIA

4.10.6. PRACTICA No. 6: SENSOR DE ROTACION/REF.

Carrera de Ingeniería Automotriz – ESPE

Práctica No. 6											
							Sensor de Rotación/Ref.				

OBJETIVOS:

- Determinar el voltaje de señal del sensor.
- Conocer la manera de realizar el autodiagnóstico en el módulo.
- Eliminar los códigos de falla almacenados en la memoria de la ECU.

EQUIPO NECESARIO:

- Módulo de pruebas SFI.
- Multímetro análogo o digital.
- Lámpara de pruebas.
- Tacómetro óptico.

MARCO TEORICO:

La misión del sensor CAS es la de informar a la computadora la posición del cigüeñal con respecto al PMS, del primer cilindro, para de esta manera controlar el encendido y el punto de inyección de combustible.

El sensor de rotación es del tipo inductivo, consta de una bobina de alambre, un imán permanente y un núcleo de hierro, todos estos componentes están encapsulados en un cuerpo metálico o plástico. Cuando pasa un diente de la rueda reluctora por el sensor, atrae las líneas de fuerza del campo magnético que rodea al imán, conforme se mueven las líneas, pasan a través de la bobina de alambre y genera un pequeño pulso de tensión.

La señal que el sensor envía a la computadora, es un voltaje de corriente alterna. La ECM transforma estas señales a ondas rectangulares que son procesadas.

PROCEDIMIENTO:

1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.
2. Observe que la luz de **check engine** está encendida.
3. Hacemos girar la rueda reluctora controlando su velocidad con el acelerador.
4. Medir el voltaje de señal que da el sensor a diferentes velocidades de la rueda reluctora 600 rpm, 800 rpm, 1000 rpm y 1200 rpm, con la ayuda del tacómetro óptico y registramos los valores obtenidos en la tabla IV.10

Tabla IV.10. Voltaje de Señal

VELOCIDADES DE LA RUEDA RELUCTORA (rpm)	VALORES DE VOLTAJE (V)
600	
800	
1000	
1200	

6. Con el sensor desconectado poner el interruptor en la posición de encendido y observar las pulsaciones de la lámpara check engine. ¿Cuál es el código que se registra?

PREGUNTAS:

1. ¿Cuáles son los valores de voltaje que se miden en el CAS?
2. ¿Qué pasaría si el sensor de rotación no funciona?
3. ¿Cuál es la distancia que hay entre el sensor CAS y la rueda reluctora?

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

BIBLIOGRAFIA

4.10.7. PRACTICA No. 7: VALVULA I.A.C.

Carrera de Ingeniería Automotriz – ESPE

Práctica No. 7											
							Válvula I.A.C.				

OBJETIVO

- Determinar el funcionamiento de la válvula IAC.
- Conocer el propósito de la válvula IAC dentro del sistema.
- Verificar la resistencia de los bobinados de la válvula.

EQUIPO NECESARIO:

- Módulo de pruebas SFI.
- Multímetro análogo o digital.

MARCO TEORICO:

La válvula de control de aire (IAC) ajusta la cantidad de aire, que le permite desviarse más allá de la válvula del acelerador en posición de marcha mínima, con el fin de mantener la velocidad apropiada mínima, o marcha en ralentí.

La válvula IAC es un motor paso a paso con cuatro terminales y dos bobinados, y es necesario comprobar la resistencia de los bobinados para determinar el estado de la válvula.

PROCEDIMIENTO:

1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.
2. Observe que la luz de **check engine** está encendida.
3. Verifique el voltaje de alimentación de la válvula IAC y registre en la tabla IV.11
4. Verifique la continuidad en los bobinados de la válvula IAC y registre.

5. Verifique la continuidad en los bobinados de la válvula, conectando el multímetro en los terminales de dos en dos y registre estos valores en la tabla IV.11

Tabla IV.11. Resistencia de los Bobinados

VOLTAJE DE ACTIVACION (V)	
RESISTENCIA 1 (Ω)	
RESISTENCIA 2 (Ω)	

6. Con los valores obtenidos determinar el estado de la válvula IAC.

PREGUNTAS:

1. ¿Cuál es el propósito de la válvula IAC en el sistema?
2. ¿Cuál es el voltaje de alimentación de la válvula?
3. ¿Qué sucede en el motor del vehículo al desconectar la alimentación de la válvula?

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

BIBLIOGRAFIA

4.10.8. PRACTICA No. 8: COMPROBACIÓN DE LOS INYECTORES DEL SISTEMA

Carrera de Ingeniería Automotriz – ESPE											
Práctica No. 8											
							Comprobación de los inyectores del sistema				

OBJETIVOS:

- Determinar el funcionamiento correcto de los inyectores.
- Realizar todas las pruebas pertinentes para saber el estado de los inyectores.
- Verificar la resistencia de los inyectores
- Verificar el voltaje de activación de los inyectores

EQUIPO NECESARIO:

- Módulo de pruebas SFI.
- Multímetro análogo o digital.
- Lámpara de pruebas.
- Tacómetro.

MARCO TEORICO:

Los inyectores, son electro válvulas operados por solenoides y están encargados de pulverizar el combustible en los conductos del colector de admisión.

La presión de inyección es la misma que tiene la rampa de inyectores. El combustible ingresa al inyector a través de un pequeño filtro, circula por el interior, hasta llegar a un orificio, y luego pasa alrededor de la aguja del inyector para luego terminar en el espacio anular de la tobera. La aguja del

inyector es presionada a su base por un muelle o resorte, y sella la salida de combustible.

La ECM controla al inyector por medio de pulsos eléctricos, los que excitan a unas bobinas y atraen a un núcleo magnético que es solidario a la aguja del inyector, venciendo la resistencia del muelle, para abrir la salida del combustible y sea inyectado y pulverizado.

La cantidad de combustible que requiere ser inyectado según la carga del motor, depende del tiempo de abertura de los inyectores, esto depende a su vez del tiempo del pulso eléctrico que va entre 2 y 10 milésimas de segundo dependiendo de la velocidad

PROCEDIMIENTO:

1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.
2. Observe que la luz de **check engine** está encendida.
3. Con el inyector desconectado y haciendo girar la rueda reluctora, verificar la existencia del pulso de activación, con la ayuda de la lámpara de pruebas. ¿Se enciende? (realizar para los cuatro inyectores)
4. Con el inyector desconectado y con la ayuda del voltímetro medir el voltaje de activación y registrar los valores de los cuatro inyectores en la tabla IV.11

Tabla IV.11 Voltaje de Activación

	VOLTAJE (V)
INYECTOR 1	
INYECTOR 2	
INYECTOR 3	
INYECTOR 4	

5. Medir la resistencia de cada inyector con la ayuda del óhmetro y registrar los valores en la tabla IV.12.

Tabla IV.12 Resistencia de los Inyectores

	RESISTENCIA (Ω)
INYECTOR 1	
INYECTOR 2	
INYECTOR 3	
INYECTOR 4	

6. Realizar a cada inyector las pruebas visuales de estanqueidad, caudal y ángulo de inyección y establecer de acuerdo a dichas pruebas el estado del inyector.
7. Medir la cantidad aproximada de combustible que pulveriza cada inyector, a 600rpm, 800rpm, 1000rpm y 1200rpm, con la ayuda de las probetas y el tacómetro óptico y registrar estos valores en la tabla IV.13

Tabla IV.13 Cantidad de Combustible

	CAUDAL (mm^3)	ESTANQUEIDAD (si/no)	PULVERIZACION(b/m)
INYECTOR 1			
INYECTOR 2			
INYECTOR 3			
INYECTOR 4			

PREGUNTAS:

1. ¿Cuál es el ángulo de inyección más utilizado en los motores de gasolina?
2. ¿Cuál es el valor de voltaje de activación de los inyectores?
3. ¿Cuál es el tiempo que toma la inyección?

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

BIBLIOGRAFIA

4.10.9. PRACTICA No.9: COMPROBACIÓN DE LA BOMBA Y SU CIRCUITO.

Carrera de Ingeniería Automotriz – ESPE										
Práctica No. 9										
							Comprobación de la bomba y su circuito			

OBJETIVOS:

- Determinar el funcionamiento de la bomba y su circuito.
- Comprobar cual es la presión de entrega de la bomba de combustible.
- Verificar la resistencia de la bomba.

EQUIPO NECESARIO:

- Módulo de pruebas SFI.
- Multímetro análogo o digital.
- Manómetro
- Lámpara de pruebas
- Bomba de vacío.

MARCO TEORICO:

. El circuito de alimentación de combustible, es conocido también como subsistema hidráulico, y su misión es la de suministrar el combustible a cada uno de los cilindros de una manera dosificada y controlada por la ECM.

Este sistema consta de los siguientes elementos: el tanque de combustible, una bomba eléctrica que va sumergida en el tanque, el filtro metálico, la rampa o flauta, los inyectores, el amortiguador de oscilaciones, el regulador de presión y las cañerías de llegada y retorno del combustible.

La bomba eléctrica succiona el combustible del tanque a través de un prefiltro, para evitar que las impurezas dañen este elemento, luego el combustible es enviado hacia el riel de inyectores a través del filtro, para evitar que posibles suciedades dañen el sistema de alimentación.

La bomba es el elemento encargado de suministrar la presión y el caudal necesarios, pero como siempre la bomba está sobredimensionada en todos los sistemas tanto en la presión que se requiere como en el caudal de alimentación, se necesita de un regulador que tiene la función de mantener una presión estable en el sistema.

El regulador de presión a más de mantener la presión estable para la cual fue diseñado el sistema, permite el retorno del combustible hacia el tanque por la cañería de retorno al tanque.

Los inyectores están conectados a la flauta y gracias a que el combustible está a la presión regulada dentro del riel, el combustible es pulverizado al múltiple de admisión antes de la válvula en el momento que el inyector recibe el pulso eléctrico de la ECM y la electroválvula es abierta.

Por la acción de los inyectores al abrirse rápidamente las electroválvulas, se produce bajas instantáneas de la presión regulada lo que produce cavitación o pequeñas burbujas dentro de la flauta y para evitar este fenómeno se requiere del amortiguador de oscilaciones.

PROCEDIMIENTO:

1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.
4. Observe que la luz de **check engine** está encendida.
5. Gire la rueda reluctora controlando la velocidad con el acelerador, para activar el relé de la bomba y tener presión de combustible.
6. Revisar la presión de la bomba en el manómetro cerrando la llave del retorno y registre ese valor en la tabla IV.14 ¿Cuál es la presión de la bomba?

7. Conectar la bomba de vacío al regulador de presión, para simular una presión regulada a 5, 10, 15, 20 pulg.Hg y verificar la presión regulada en el manómetro. ¿Cuáles son estos valores? Regístrelos en la tabla IV.14

Tabla IV. 14. Presión de Combustible

	PRESION (PSI)
PRESION DE LA BOMBA	
	PRESION REGULADA
5 pulg.Hg.	
10 pulg. Hg.	
15 pulg. Hg.	
20 pulg. Hg.	

8. Mida la presión de inyección de combustible con la ayuda del manómetro, para cada uno de los casos de vacío en el regulador, utilizando la bomba de vacío. Registre los datos obtenidos en la tabla IV.15.

Tabla IV.15. Presión de inyección

DEPRESION DE LA BOMBA DE VACIO (pulg. Hg.)	PRESION
5	
10	
15	
20	

PREGUNTAS:

1. ¿Por qué las bombas de combustible se encuentran sumergidas en el depósito?
2. ¿Cuál es el valor de presión que entrega la bomba?
3. ¿La presión que entrega esta bomba de combustible es regulada o no?
4. ¿Qué sucede con el funcionamiento del motor en un vehículo cuando se desconecta la toma de vacío del regulador?

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA.

4.10.10. PRACTICA No. 10: INSPECCIÓN DEL CIRCUITO DEL SISTEMA.

Carrera de Ingeniería Automotriz – ESPE											
Práctica No. 10											

							Inspección del circuito del sistema.
--	--	--	--	--	--	--	--------------------------------------

OBJETIVOS:

- Conocer el funcionamiento del diagrama eléctrico en el módulo de pruebas.
- Familiarizarse con las diferentes conexiones.
- Conocer los valores de resistencia de los diferentes circuitos.

EQUIPO NECESARIO:

- Módulo de pruebas SFI.
- Multímetro análogo o digital.
- Lámpara de pruebas

MARCO TEORICO:

El diagrama eléctrico debe ser elaborado en base a la distribución lógica de los diferentes componentes del sistema (sensores, actuadores, etc.), con respecto a los pines que posee la computadora que a continuación se describe en las siguientes tablas.

Tabla IV.16. Pines y conectores A – B.

PIN	FUNCION
A1	No utilizado
A2	Línea de señal del Sensor de posición del cigüeñal (CKP) P35
A3	Relé de corte del A/C K60

A4	Relé del Ventilador K1
A5	Relé del Ventilador K2
A6	No utilizado
A7	Línea del. Sensor de Presión Absoluta en el Colector (MAP) P23
A8	Línea del serial del Sensor del Posición de la Mariposa de aceleración (IPS) P 34
A9	No utilizado
A10	Entrada del TCM solamente A/T
A11	Líneas de Masa del Sensor de temperatura del líquido de enfriamiento (CIS) P30, Sensor de presión Absoluta en el Colector (MAP) P23 y el Sensor de Presión del Acondicionador de Aire P80 Conector de Octanaje XI5
A12	Masa del ECM
B1	Voltaje de la batería.
B2	Línea de señal del Sensor de velocidad del vehículo (VSS).
B3	Masa del sensor de posición del cigüeñal (CKP) P35.
B4	No utilizado.
B5	No utilizado.
B6	Relé de la bomba de combustible K58.
B7	Línea de datos Seriales del terminal J del enchufe ALDL B5 GX 13.
B8	Alimentación de energía (5v) del sensor de Presión Absoluta del colector P23, sensor de posición de la Mariposa de Aceleración (TPS) P34
B9	No utilizado
B10	Masa de ECM.
B11	Línea de señal del sensor de oxígeno (O2) P33
B12	Línea de señal del sensor de temperatura del líquido de enfriamiento (CTS) P30.

Tabla IV.17. Pines y conectores C – D.

PIN	FUNCION
C1	Control de la masa de verificación del borne H30.
C2	Señal de la salida del Tacómetro (si está equipado).
C3	Línea de señal EST B.
C4	Voltaje de encendido.

C5	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.
C6	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.
C7	No utilizado.
C8	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.
C9	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.
C10	No utilizado.
C11	Control de Masa de los inyectores 1/4.
C12	No utilizado.
C13	Conector del inyector
C14	Conector del inyector
C15	Control de Masa de los inyectores 2/3.
C16	Voltaje de la batería.
D1	Masa del ECM
D2	Línea de la masa del sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS) P354, y Sensor de Temperatura del Aire de la admisión (JAU) P3.1.
D3	Señal del sensor de Temperatura del Aire de la Admisión (JAU) P31.
D4	No utilizado
D5	Interruptor de sollicitación del Acondicionador de Aire.
D6	No utilizado.
D7	No utilizado.
D8	Línea de Activación de diagnóstico del Borne b del enchufe ALDL X13
D9	No utilizado
D10	Línea de Señal EST A.
D11	Señal del conector de Octanaje X15.
D12	No utilizado.
D13	No utilizado.
D14	No utilizado.
D15	No utilizado.
D16	No utilizado.

PROCEDIMIENTO:

1. Desconectar la batería
2. Desconectar los conectores del ECM
3. Verificar la continuidad entre cada pin del conector de la computadora y su respectivo sensor o actuador al que corresponda, para lo cual ayúdese de las tablas IV.16 y IV.17 y luego registre los valores obtenidos en la tabla IV.18 y VI.19.

Tabla IV.18 Resistencia del Circuito

PIN	COMPONENTE	VALOR DE RESISTENCIA (Ω)
A1	No utilizado	
A2	Línea de señal del Sensor de posición del cigüeñal (CKP) P35	

A3	Relé de corte del A/C K60	
A4	Relé del Ventilador K1	
A5	Relé del Ventilador K2	
A6	No utilizado	
A7	Línea del. Sensor de Presión Absoluta en el Colector (MAP) P23	
A8	Línea del serial del Sensor de Posición de la Mariposa de aceleración (IPS) P 34	
A9	No utilizado	
A10	Entrada del TCM solamente A/T	
A11	Líneas de Maza del Sensor de temperatura del líquido de enfriamiento (CIS) P30, Sensor de presión Absoluta en el Colector (MAP) P23 y el Sensor de Presión del Acondicionador de Aire P80 Conector de Octanaje X15	
A12	Masa del ECM	
B1	Voltaje de la batería.	
B2	Línea de señal del Sensor de velocidad del vehículo (VSS).	
B3	Masa del sensor de posición del cigüeñal (CKP) P35.	
B4	No utilizado.	
B5	No utilizado.	
B6	Relé de la bomba de combustible K58.	
B7	Línea de datos Seriales del terminal J del enchufe ALDL B5 GX 13.	
B8	Alimentación de energía (5v) del sensor de Presión Absoluta del colector P23, sensor de posición de la Mariposa de Aceleración (TPS) P34	
B9	No utilizado	
B10	Masa de ECM.	
B11	Línea de señal del sensor de oxígeno (O2) P33	
B12	Línea de señal del sensor de temperatura del líquido de enfriamiento (CTS) P30.	

Tabla IV.19 Resistencia del Circuito

PIN	FUNCION	VALOR DE RESISTENCIA (Ω)
C1	Control de la masa de verificación del borne H30.	
C2	Señal de la salida del Tacómetro (si está equipado).	
C3	Línea de señal EST B.	

C4	Voltaje de encendido.	
C5	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.	
C6	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.	
C7	No utilizado.	
C8	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.	
C9	Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí (IAC) M66.	
C10	No utilizado.	
C11	Control de Masa de los inyectores 1/4.	
C12	No utilizado.	
C13	Conector del inyector	
C14	Conector del inyector	
C15	Control de Masa de los inyectores 2/3.	
C16	Voltaje de la batería.	
D1	Masa del ECM	
D2	Línea de la masa del sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS) P354, y Sensor de Temperatura del Aire de la admisión (JAU) P3.1.	
D3	Señal del sensor de Temperatura del Aire de la Admisión (JAU) P31.	
D4	No utilizado	
D5	Interruptor de solicitud del Acondicionador de Aire.	
D6	No utilizado.	
D7	No utilizado.	
D8	Línea de Activación de diagnóstico del Borne b del enchufe ALDL X13	
D9	No utilizado	
D10	Línea de Señal EST A.	
D11	Señal del conector de Octanaje X15.	
D12	No utilizado.	
D13	No utilizado.	
D14	No utilizado.	
D15	No utilizado.	
D16	No utilizado.	

PREGUNTAS:

1. En base a las tablas IV.16 y IV.17 dibuje el diagrama eléctrico del sistema de inyección electrónica correspondiente al módulo de pruebas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

CONCLUSIONES.

- Con la información investigada durante este proyecto se pudo construir un módulo de pruebas para facilitar el estudio del sistema de inyección electrónica secuencial a los estudiantes y practicantes.
- En el sistema de Inyección Secuencial los sensores trabajan con 5 voltios, los puntos de alimentación con 12 voltios, y el conjunto de actuadores con 12

voltios.

- El sistema de Inyección Secuencial economiza combustible y ayuda a la descontaminación ambiental.
- Por ser un sistema multipunto resulta ser muy eficiente respecto al sistema monopunto, ya que presenta muchas mejoras.
- La señal para emitir los pulsos para el control de la inyección y el encendido, es la del CAS (Sensor de posición del cigüeñal), puesto que esta indica que el motor esta arrancando o esta encendido, además indica cuando debe encenderse la bomba de combustible.
- Es muy importante que la tierra del módulo del sistema de inyección secuencial esté perfectamente conectada y se revise que tenga buen contacto con la carrocería, al igual que el polo negativo de la batería.
- El sistema secuencial para su diagnóstico dispone de un subsistema que permite obtener códigos de falla de dos dígitos.
- La ECU o computadora dispone de las tres memorias básicas que permite controlar con precisión los ajustes de los tiempos de inyección de combustible.

RECOMENDACIONES.

- Antes de proceder a la utilización del módulo se debe tener en cuenta que el estudiante debe poseer conocimientos básicos de Electricidad del Automóvil, Electrónica Básica y Autotrónica.
- Debemos utilizar los diagramas de conexiones, no se deben realizar

conexiones sin verificar, puesto que podrían ocasionar daños al ECU.

- Es necesario que para el funcionamiento del módulo se provea de combustible en el respectivo tanque puesto que al trabajar sin combustible la bomba podría sufrir daños o quemarse.
- Se debe evitar acercarse o provocar cortos en el módulo puesto que al momento de la inyección el combustible se mezcla más fácilmente con el aire y se vuelve muy inflamable.
- Al realizar las pruebas de cada uno de los sensores y actuadores se debe respetar sus parámetros de funcionamiento para no ocasionar el ingreso de códigos de falla en el ECU.
- Para borrar los códigos de falla es necesario realizar la desconexión del borne negativo de la fuente de alimentación, esta desconexión debe ser por lo menos de unos treinta segundos.

BIBLIOGRAFIA

- CASTRO MIGUEL, Manual del Automóvil. Editorial CEAC, 2003. Barcelona, España.

- CHEVROLET, Manual Complementario de Servicio. Corsa 1.6 L, 2000. Brasil.
- COELLO SERRANO EFREN, Sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina. Ediciones América, 2002. Quito, Ecuador.
- CROUSE WILLIAN H., Equipo Eléctrico y Electrónico del Automóvil, Editorial Alfa omega Marcombo, 1992. México D.f., México.
- GIL MARTÍNEZ HERMOGENES, Manual del Automóvil Reparación y Mantenimiento. Edita Cultural, 2000. Madrid, España.
- RUEDA JESUS, Técnico en mecánica y electrónica automotriz. Editorial DISELI, 2003. Colombia.
- WEISE H. JOHN, Manual de Reparación y Mantenimiento. Editorial Océano, 2000. España.

ANEXOS

ANEXO A

Latacunga, Septiembre de 2005

ELABORADO POR:

SR. JORGE ARMANDO GOMEZ CONSTANTE

SR. ANGEL FABIAN RAMOS CAMPOVERDE

EL DIRECTOR DE CARRERA

ING. JUAN CASTRO

EL SECRETARIO ACADEMICO

AB. EDUARDO VAZQUEZ ALCAZAR