



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
SEDE LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

TESIS DE GRADO

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE
ENTRENAMIENTO PARA INYECCIÓN
ELECTRÓNICA A GASOLINA DEL VEHÍCULO
CHEVROLET VITARA G1600 DEL LABORATORIO
DE MOTORES”

CRISTIAN S. LAVERDE ALBARRACÍN

DENNYS O. PANCHI MAYO

2007

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo teórico – práctico fue realizado en su totalidad por los señores: Cristian Laverde Albarracín y Dennys Panchi Mayo bajo nuestra dirección.

Ing. Luis Mena Navarrete
DIRECTOR DE TESIS

Ing. José Quiroz Erazo
CODIRECTOR DE TESIS

Agradecimiento

Mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que me vieron crecer tanto profesional como personalmente.

No me atrevo a mencionar en particular a nadie, para evitar involuntariamente olvidarme de alguien, porque para mi es un hecho de igual importancia la labor desempeñada por los docentes en mi formación profesional, así como la amistad y cariño sinceros brindados por mis amigos y familiares, a todos ustedes gracias.

Cristian Samuel

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a mi familia, en especial a Samuel, Zonnia, Emerson, Gabriela, Diego y Nichole quienes son y han sido las únicas personas que a lo largo de mi existencia han confiado en mí, pienso que hasta ahora no les he defraudado, por ustedes seguiré luchando para alcanzar metas superiores en mi vida porque este solo es el inicio.

Cristian Samuel

Agradecimiento

Agradezco hoy y siempre:

A Dios, por guiar mi camino día a día y permitir que tenga alrededor a mis seres queridos.

A mis padres que con sacrificio y humildad me han sabido aconsejar para alcanzar mis metas, convirtiéndose en el pilar fundamental de mi vida.

A mis hermanas con las que he compartido tristezas y alegrías, Viviana por su paciencia y apoyo incondicional, Evelyn por su carisma y alegría y Leslie por su inocencia y ternura.

A mi familia por estar siempre presente en mi vida.

A la Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga, especialmente a los docentes de la gloriosa Carrera de Ingeniería Automotriz por haber compartido sus valiosos conocimientos.

A mis amigos y compañeros de aula con los que hemos compartido muchas anécdotas que no se borrarán de mi corazón.

Dennys

Dedicatoria

El presente trabajo va dedicado a mis padres Marcelo y Guadalupe que con su abnegado trabajo me han permitido culminar mis estudios. Gracias papá y mamá por darme una carrera para mi futuro, aunque hemos pasado momentos difíciles nunca dudaron de mí y siempre me extendieron sus manos.

A mis hermanas, Viviana, Evelyn y Leslie mis tres ángeles guardianes, en donde me encuentre siempre estarán en mi corazón.

A todas las personas que confiaron en mí.

Dennys

INDICE

CERTIFICACIÓN

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

INTRODUCCIÓN 1

I. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO

1.1	SEÑALES DE ENTRADA	3
1.1.1	SENSORES	3
1.1.2	SEÑALES ANALÓGICAS Y DIGITALES	7
1.2	PROCESAMIENTO DE SEÑALES	8
1.2.1	UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO	9
1.2.1.1	GESTIÓN DE LAZO O BUCLE ABIERTO	10
1.2.1.2	GESTIÓN DE LAZO O BUCLE CERRADO	11
1.2.1.3	ARQUITECTURA DE LA ECU	12
1.3	SEÑALES DE SALIDA	14
1.3.1	ACTUADORES	15
1.4	CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN	17
1.4.1	CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN	17
1.4.2	CLASIFICACIÓN ESPECÍFICA DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN	20
1.5	DIAGNÓSTICO A BORDO	23
1.6	SISTEMAS DE AUTODIAGNÓSTICO	23
1.7	SISTEMA DE AUTODIAGNÓSTICO ABODO OBD II	24
1.8	COMPARACIONES OBD I Y OBD II	28
1.9	SISTEMA EOBD III	28
1.9.1	SISTEMA OBD III	29

II. SISTEMAS ELECTRÓNICOS DEL VEHÍCULO CHEVROLET VITARA

2.1	INTRODUCCIÓN	30
2.2	IDENTIFICACIÓN DEL CÓDIGO DEL MOTOR	34
2.3	SISTEMA DE CONTROL DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA	34
2.4	INYECCIÓN ELECTRÓNICA MUÑLTEC – MPFI	35
2.4.1	DIAGRAMA DE BLOQUES	36
2.5	COMPONENTES DEL SISTEMA MULTTEC – MPFI	38
2.6	SUBSISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO	41
2.6.1	UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO	41
2.6.2	IDENTIFICACIÓN DE BORNES DEL ENCHUFE DE LA ECU	43
2.6.3	SENSOR DE POSICIÓN DE LA MARIPOSA DE ACELERACIÓN TPS	45
2.6.4	SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE ECT	46
2.6.5	SENSOR DE FLUJO MÁSSICO DE AIRE	48
2.6.6	SENSOR DE VELOCIDAD DEL VEHÍCULO VSS	49
2.6.7	SENSOR DE OXÍGENO HEGO	50
2.6.8	SENSOR DE EFECTO HALL	52
2.7	SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN	53
2.7.1	BOMBA DE COMBUSTIBLE	54
2.7.2	VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN DE COMBUSTIBLE	56
2.7.3	INYECTORES	58
2.7.4	RIEL DE INYECTORES	60
2.8	SUBSISTEMA DE INGRESO DE AIRE	60
2.8.1	CUERPO DE LA MARIPOSA	61
2.8.2	VÁLVULA DE CONTROL DE AIRE IAC	62
2.8.3	SISTEMA DE VENTILACIÓN DEL ESTANQUE EVPAP	63
2.9	SUBSISTEMA DE AUTODIAGNÓSTICO	66
2.9.1	SISTEMA DE AUTODIAGNOSIS	68
2.9.2	FINALIDADES DEL SISTEMA DE AUTODIAGNOSIS	68

2.9.3	INDICACIÓN DE FALLA	68
2.9.4	GRABACIÓN DE CÓDIGOS DE FALLA	69
2.9.5	LECTURA DE CÓDIGOS SIN EL SCANNER	69
2.9.6	CÓDIGOS DE FALLA	70
2.10	ENCENDIDO ELECTRÓNICO	72
2.10.1	DISTRIBUIDOR	73
2.10.2	ESQUEMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE ENCENDIDO	74

III. DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN DE CIRCUITOS Y PRUEBAS DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DEL VEHÍCULO CHEVROLET VITARA

3.1	DISTRIBUCIÓN DE PINES DE LA ECU DEL VEHÍCULO CHEVROLET VITARA	76
3.2	CIRCUITO DE PUESTA A TIERRA Y CORRIENTE DE LA ECU	78
3.2.1	INSPECCIÓN DEL CIRCUITO DE PUESTA A TIERRA Y CORRIENTE DE LA ECU	79
3.3	CIRCUITO DE LUZ CHECK ENGINE	79
3.3.1	INSPECCIÓN CIRCUITO DE LUZ CHECK ENGINE	80
3.4	CIRCUITO DEL SENSOR CALENTADO DE OXÍGENO HEGO	80
3.4.1	DESINSTALACIÓN DEL SENSOR HEGO	81
3.4.2	COMPROBACIONES DEL SENSOR HEGO	82
3.4.3	INSTALACIÓN DEL SENSOR HEGO	83
3.4.4	SÍNTOMAS DE FALLO DEL SENSOR HEGO	83
3.5	CIRCUITO DEL SENSOR DE TEMPERATURA DE EFRIGERANTE ECT	84
3.5.1	DESINSTALACIÓN DEL SENSOR ECT	84
3.5.2	COMPROBACIONES DEL SENSOR ECT	85
3.5.3	INSTALACIÓN DEL SENSOR ECT	87
3.5.4	SÍNTOMAS DE FALLO DEL SENSOR ECT	87
3.5.5	MANTENIMIENTO Y SERVICIO	87

3.6	CIRCUITO DEL SENSOR DE POSICIÓN DE LA MARIPOSA DE ACCELERACIÓN TPS	88
3.6.1	DESINSTALACIÓN DEL SENSOR TPS	89
3.6.2	COMPROBACIONES DEL SENSOR TPS	89
3.6.3	INSTALACIÓN DEL SENSOR TPS	92
3.4.4	SÍNTOMAS DE FALLO DEL SENSOR TPS	92
3.6.5	MANTENIMIENTO Y SERVICIO	93
3.7	CIRCUITO DEL SENSOR DE FLUJO MÁSSICO DE AIRE MAF	93
3.7.1	DESINSTALACIÓN DEL SENSOR MAF	94
3.7.2	COMPROBACIONES DEL SENSOR MAF	94
3.7.3	INSTALACIÓN DEL SENSOR MAF	96
3.7.4	SÍNTOMAS DE FALLO DEL SENSOR MAF	96
3.7.5	MANTENIMIENTO Y SERVICIO	96
3.8	CIRCUITO DE IGNICIÓN	97
3.8.1	INSPECCIÓN DEL CIRCUITO DE IGNICIÓN	97
3.9	CIRCUITO DE SENSOR DE POSICÓN DEL ÁRBOL DE LEVAS CMP	98
3.9.1	COMPROBACIONES DEL SENSOR CMP	99
3.10	CIRCUITO DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE	101
3.10.1	DESINSTALACIÓN DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE	102
3.10.2	COMPROBACIÓN DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE	103
3.10.3	INSTALACIÓN DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE	105
3.10.4	SÍNTOMAS DE FALLO DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE	105
3.10.5	MANTENIMIENTO Y SERVICIO	105
3.10.6	COMPROBACIÓN DEL RELÉ DE LA BOMBA DE COMB.	106
3.11	CIRCITO DE LA VÁLVULA DE MANDO DE AIRE IAC	108
3.11.1	DESINSTALACIÓN DE LA VÁLVULA IAC	108
3.11.2	COMPROBACIONES DE LA VÁLVULA IAC	109
3.11.3	SÍNTOMAS DE FALLO DE LA VÁLVULA IAC	109
3.11.4	MANTENIMIENTO Y SERVICIO	110
3.12	CIRCUITO DE INYECTORES	110
3.12.1	COMPOBACIONES DE LO INYECTORES	111
3.13	CIRCUITO DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO	112

IV. DISEÑO CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE ENTRENAMIENTO

4.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	115
4.2	CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA	116
4.3	MICROCONTROLADORES	117
4.3.1	MICROCONTROLADORES MICROCHIP PIC	119
4.4	SELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR	121
4.4.1	COSTOS	121
4.4.2	APLICACIÓN	121
4.4.3	SELECCIÓN DEL PIC 16F877	122
4.4.4	CARACTERÍSTICAS	122
4.4.5	ORGANIZACIÓN DE LA MEMORÍA	127
4.5	DISEÑO ELECTRÓNICO DEL MÓDULO DE ENTRENAMIENTO	129
4.6	INGRESO DE SEÑALES Y SU PROCESAMIENTO	130
4.6.1	SEÑALES DE SELECCIÓN Y OPERACIÓN	131
4.7	SELECCIÓN DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS	132
4.7.1	REGULACIÓN DE VOLTAJE	133
4.7.2	SEÑALES DE CONTROL	134
4.7.3	CIRCUITO DE CONTROL DE POTENCIA	134
4.7.4	ACTIVACIÓN DE LOS RELÉS	135
4.7.5	CIRCUITO DE ACTIVACIÓN DEL ZUMBADOR	136
4.8	SELECCIÓN DE PROTECCIÓN DEL CIRCUITO	137
4.9	DISEÑO DEL DIAGRAMA ELECTRÓNICO	138
4.10	SELECCIÓN DE COMPONENTES	140
4.11	DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE COMPONENTES DEL MÓDULO DE ENTRENAMIENTO	141
4.11.1	BUFFER SG74LS241	141
4.11.2	OPTOACOPLADOR 3086	141
4.11.3	TRANSISTOR SG123 AP	142
4.11.4	RELÉS 4123 (T71)	142

4.11.5 PIC 16F877	143
4.11.6 MANÓMETRO	143
4.11.7 LLAVE DE ¼ DE VUELTA	144
4.11.8 CAJA METÁLICA	144
4.12 ANÁLISIS ECONÓMICO	145
4.13 PRUEBAS ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS DEL MÓDULO DE ENTRENAMIENTO	146
4.14 IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE ENTRENAMIENTO	151
4.15 UTILIZACIÓN Y SIMULACIÓN DE FALLAS CON EL MÓDULO DE ENTRENAMIENTO	154
4.15.1 MENÚ PRINCIPAL	155
4.15.2 INFORMACIÓN DEL VEHÍCULO	157
4.15.3 DIAGRAMAS	159
4.15.4 SENSORES	161
4.15.5 ACTUADORES	163
4.15.6 AUTODIAGNÓSTICO	166
4.15.7 SIMULACIÓN DE FALLAS	166
CONCLUSIONES	168
RECOMENDACIONES	170
BIBLIOGRAFÍA	171
ANEXOS	173

INTRODUCCIÓN

La tecnología dentro del campo automotriz ha evolucionado considerablemente, creando sistemas eléctricos y electrónicos complejos en los vehículos, con el objetivo de dar mayor comodidad, confort y seguridad al conductor. Estos sistemas con el transcurso del tiempo pueden tener fallas, las mismas que deben ser solucionadas por técnicos automotrices con conocimientos en el campo de la electricidad y electrónica.

El proyecto “Diseño e implementación de un módulo de entrenamiento del sistema de inyección electrónica de combustible del vehículo Chevrolet Vitara G1600 del laboratorio de motores”, es importante ya que nos permitirá investigar las aplicaciones electrónicas inmersas en el mencionado vehículo, logrando desarrollar habilidades y destrezas que como profesionales las necesitaremos para desenvolvemos dentro de la vida laboral de manera eficiente.

El presente proyecto abarca amplios conocimientos de la electrónica aplicada al automóvil tomando como base la inyección electrónica de combustible, la misma que se basa en la información de condiciones físicas que captan los diferentes transductores y sensores, que se encuentran ubicados en distintas partes del motor para transformarlas en señales eléctricas, las mismas que posteriormente son procesadas por la Unidad de Control Electrónico (ECU), para que esta indique las acciones que deben tomar los actuadores para un correcto funcionamiento del motor.

El manual que ponemos a disponibilidad de la comunidad politécnica y en general para la gente vinculada al campo automotriz, es valiosa, debido a que se tomo como principal fuente de consulta el manual de operación y mantenimiento del vehículo chevrolet vitara en lo referente a diagramas y pruebas de los diferentes circuitos electrónicos.

El temario del proyecto, presenta al lector información básica de la electrónica aplicada al automóvil e información detallada y particular del sistema de inyección electrónica de gasolina del vehículo chevrolet vitara específicamente.

El primer capítulo muestra en síntesis información elemental de los diferentes sistemas de inyección electrónica de combustible, así como el procesamiento de señales en el mismo.

En el segundo capítulo podemos encontrar, de una manera detallada el sistema de inyección electrónica de combustible del vehículo chevrolet vitara en lo concerniente a los subsistemas de control electrónico, ingreso de aire, combustible y el sistema de encendido.

El tercer capítulo se relaciona con los diagramas de los circuitos eléctricos, con sus respectivas pruebas.

En el cuarto capítulo se encuentra de una manera ilustrativa, las diferentes etapas del diseño e implementación del módulo de entrenamiento, sus diferentes características, elementos, y el programa de entrenamiento con sus respectivas pruebas.

I. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE CONTROL ELECTRÓNICO

1.1 SEÑALES DE ENTRADA

El avance de la tecnología en lo referente a la electrónica asociada con el automóvil y su funcionamiento ha dado origen para el estudio de los diferentes componentes utilizados en el sistema de inyección electrónica

Las señales de entrada, son las que permiten captar las diferentes condiciones del régimen de funcionamiento del motor de combustión interna, transmisión, frenos ABS, etc. De acuerdo a los sistemas utilizados en el vehículo, mencionadas señales son captadas por transductores (sensores).

1.1.1 Sensores

Son los encargados de captar las condiciones de funcionamiento del motor, toman una forma de energía (térmica, volumétrica, posición, entre otras) y la transforma en energía eléctrica para entregarle al computador, y que este los procese. Dentro del set de sensores que se dispone en estos sistemas, podemos numerar los siguientes:

- Sensor de flujo volumétrico de aire VAF.
- Sensor de presión absoluta del múltiple MAP.
- Sensor de posición del ángulo del cigüeñal CAS-CKP.
- Sensor de presión barométrica BARO.
- Sensor de temperatura del agua WTS ECT CTS.
- Sensor de temperatura del aire IAT-MAT-ATS.
- Sensor de oxígeno EGO-HEGO-O2.

- Sensor de velocidad del vehiculo VSS.
- Sensor de posición del árbol de levas CMP.
- Velocidad del motor ESS.
- Temperatura del aire de transmisión ATF.
- Sensor de posición de la mariposa del acelerador TPS.
- Sensor octano.
- Sensores de nivel de aceite y refrigerante.
- Sensor de golpeteo KS.

Además de los sensores mencionados, podemos tener como señales de entrada *:

- Interruptores de indicación de la caja de cambios
- Sensor de frenos ABS.
- Aire acondicionado.
- Voltaje de la batería.

Los sensores por lo general trabajan con dos o tres cable. Pueden ser potenciómetros (tres cables) o termistores (dos cables), para electrónica automotriz los que se utilizan son los NTC o de coeficiente negativo de temperatura es decir disminuyen su resistencia a medida que aumenta la temperatura, trabajan normalmente de 0.5 a 4.5 voltios.

Cuando trabajan con tres cables, tienen la siguiente utilización, un cable es de negativo o de masa, otro cable corresponde a la alimentación del sensor y el otro corresponde al voltaje de señal o de información de condición de funcionamiento, el cual varía de 0.5 a 4 voltios es enviado a la computadora para ser procesado. Cuando se tienen dos cables el uno es negativo y el otro es de información a la computadora. En cambio los interruptores, conmutan tensiones de 12 voltios.

En resumen los sensores pueden disponer del siguiente número de cables dependiendo del elemento eléctrico que lo constituye. Así:

*Erazo G –Apuntes de Autotrónica 2002

Los sensores de temperatura como el ATS, ATF, WTS y sus equivalentes tienen el siguiente diagrama (Figura 1.1).

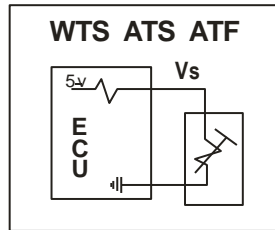


Fig. 1.1 Sensor WTS, ATS, ATF

El sensor de grado octano dos cables si es un diodo o simplemente un puente que puede conectar dos de tres pines distintos de la computadora (Figura 1.2)

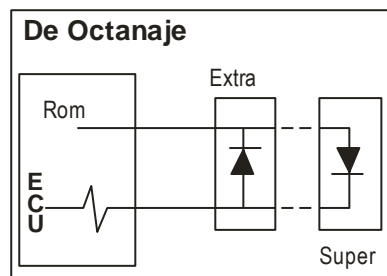


Fig. 1.2 Sensor de Octanaje

De tres cables son los sensores MAP, MAP y VAF teniendo como circuito el siguiente (Figura 1.3).

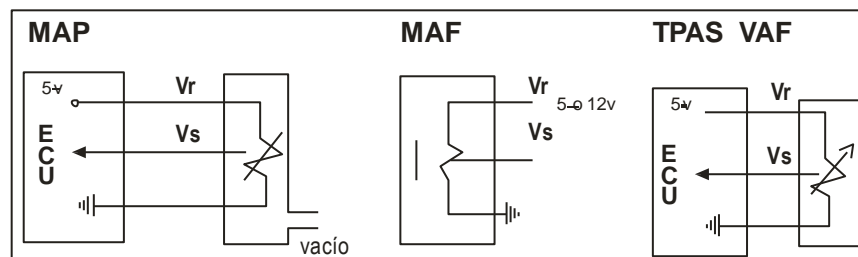


Fig. 1.3 Sensores MAP, MAF, TPS - VAF

* Vr = Voltaje de referencia o alimentación/ Vs = Voltaje de señal del sensor.

Los sensores ópticos y de efecto hall son de tres cables con los siguientes circuitos.

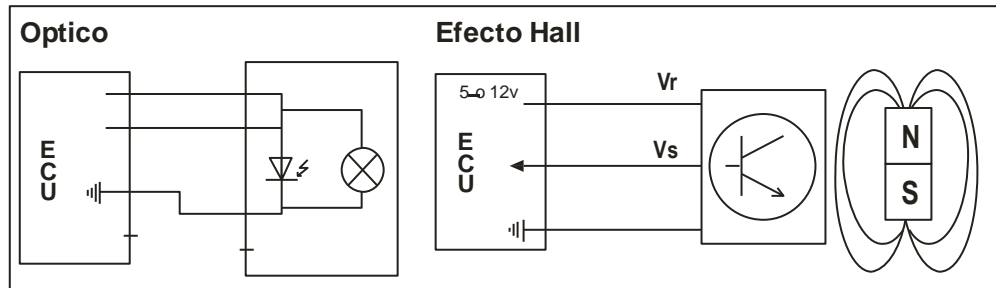


Fig. 1.4 Sensores Óptico, Efecto Halla

Los de posición del cigüeñal cuando son inductivos o de generadores de impulsos disponen de dos cables su circuito es el siguiente

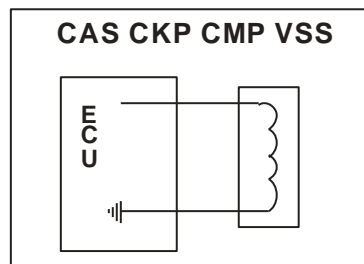


Fig. 1.5 Sensores CAS, CKP, CMP, VSS

Disponen de cuatro cables los sensores ópticos y de efecto hall, TPS cuando disponen de un interruptor para indicarla posición de ralentí, así también las combinaciones de MAF y ATS.

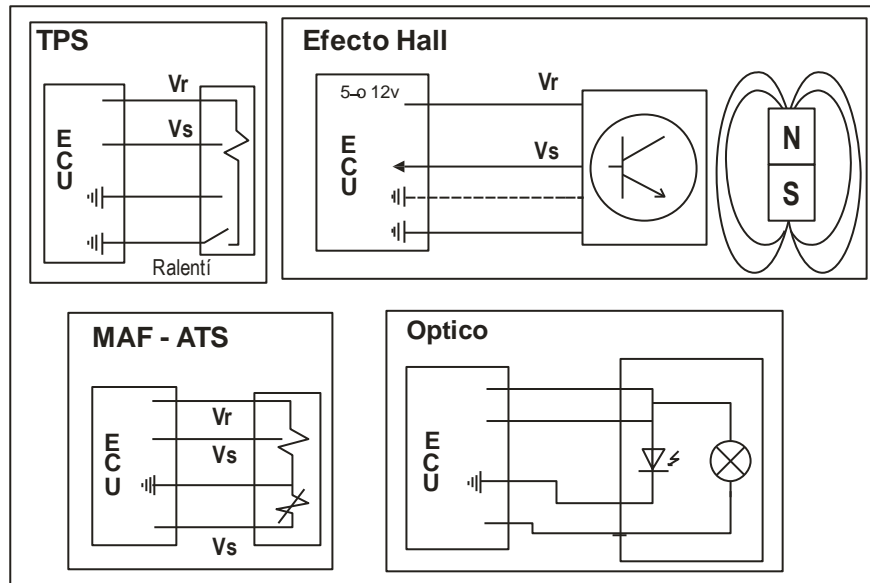


Fig. 1.6 Sensores TPS, Efecto Hall, MAF – ATS, Óptico

1.1.2 Señales Analógicas y Digitales

En el campo automotriz existen dos tipos de señales de entrada, las digitales y analógicas las cuales se detalla a continuación.

Una señal es **analógica** cuando las magnitudes de la misma se representan mediante variables continuas, análogas (Relación de semejanza entre cosas distintas.) a las magnitudes que dan lugar a la generación de esta señal.

Referido a un aparato o a un instrumento de medida, decimos que es analógico cuando el resultado de la medida se representa mediante variables continuas, análogas a las magnitudes que estamos midiendo.

Una señal **digital** corresponde a magnitudes físicas limitadas a tomar sólo unos determinados valores discretos: 0 (señal de resistencia eléctrica, muy pequeña), ó 1 (señal de resistencia eléctrica, muy grande). Las computadoras digitales utilizan la lógica de dos estados: la corriente pasa o no pasa por los componentes electrónicos de la computadora.

La palabra digital proviene de la misma fuente que la palabra dígito: La palabra en latín para - dedo (contar con los dedos), por el uso para contar en valores discretos y no continuos como en los sistemas analógicos.

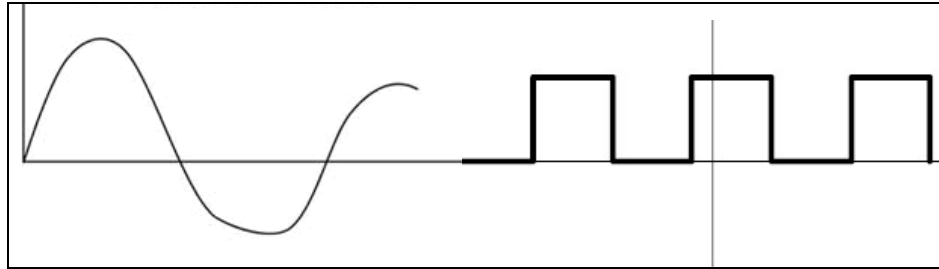


Fig. 1.7 Señal Analógica (izq.), Señal Digital (der.)

1.2 PROCESAMIENTO DE SEÑALES

Todos los sistemas de inyección electrónica van a disponer de una ECU (Unidad de Control Electrónico) que se va a encargar de recibir señales (Ohmios, Voltios, Impulsos magnéticos) de los distintos sensores para enviarlos a los actuadores en forma de valores calculados que se introdujeron a través de software al microprocesador.

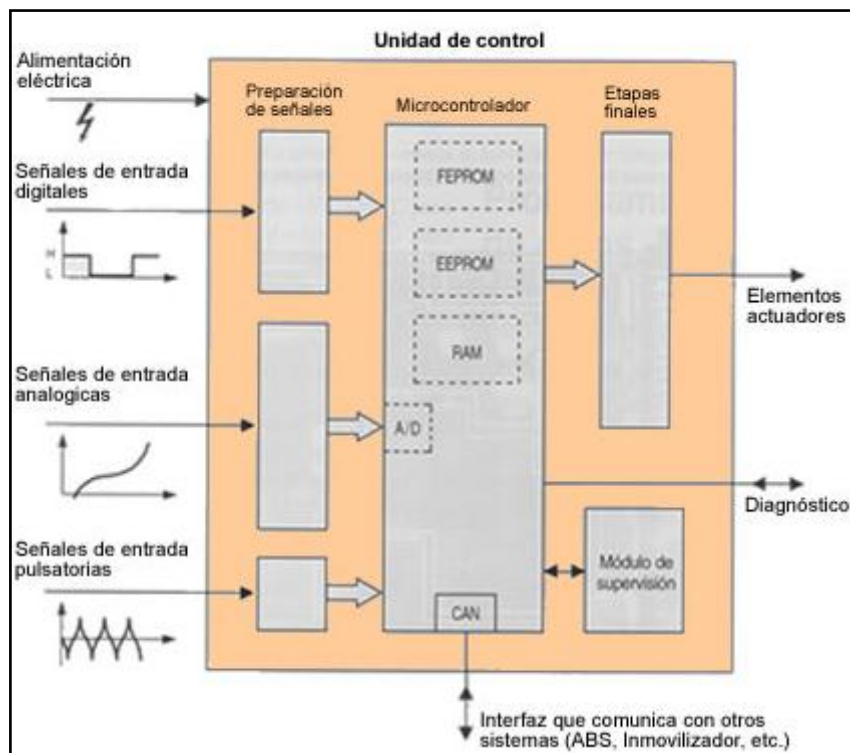


Fig. 1.8 Procesamiento de Señales en la Unidad de Control Electrónico

1.2.1 Unidad de Control Electrónico

Es la parte básica del equipo de inyección electrónica de gasolina, ya que recibe todas las informaciones de los captadores y sondas, y se encarga de su tratamiento para dar las órdenes precisas para una correcta dosificación de la mezcla. El resultado final de la gestión de la ECU es la determinación del tiempo e instante de la inyección y el salto de chispa de encendido.

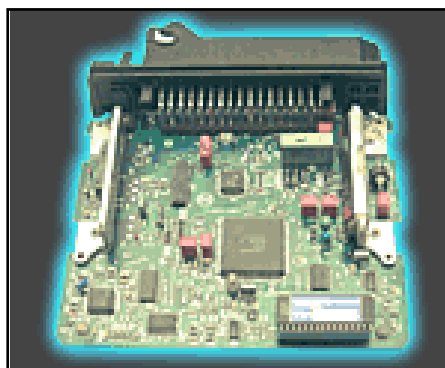


Fig. 1.9 ECU

1.2.1.1 Gestión de Lazo o Bucle Abierto

Dispone de tres entradas en formación. De una parte, los contactos del ruptor, cuya señal se hace pasar previamente por un conformador de impulsos, que transforma las señales recibidas en diferentes señales rectangulares, y, seguidamente, por un divisor de tensión. Esta señal tratada informa de los momentos del salto de la chispa de la bujía y, con ello las proximidades del PMS del pistón.

Por otra parte se recibe la información de la sonda de caudal de aire que determinará el tiempo de inyección. Finalmente, una entrada del bloque de detección de la magnitud de las correcciones, determinan las correcciones que deben hacerse para conseguir una dosificación adecuada de las condiciones de funcionamiento en cada instante, gracias a la información de los contactos de la mariposa y de la sonda de temperatura.

La ECU se encarga de regular el punto de inyección de los inyectores y, conceptualmente, esta regulación es del tipo de lazo abierto.

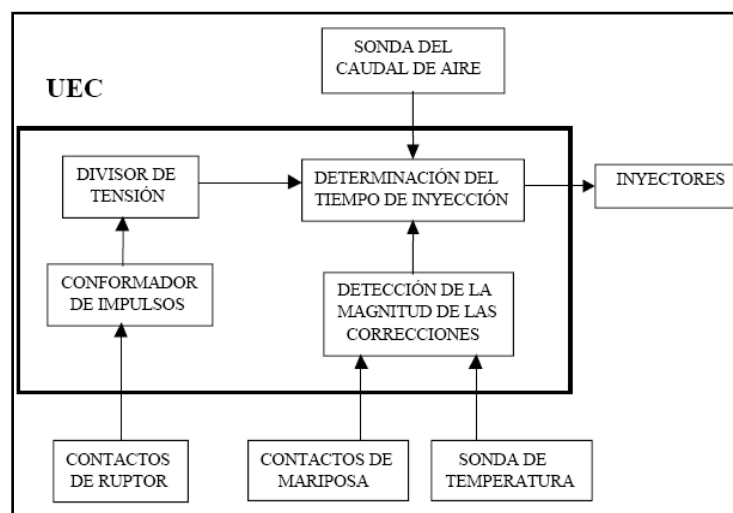


Fig. 1.10 Gestión de lazo Abierto

La unidad de control del sistema procesa la información recibida de los diferentes sensores que portan una información prácticamente completa del régimen del motor. La duración del tiempo base de inyección se realiza en una parte del circuito denominado multivibrador, donde se analiza la información del régimen y caudal de aire, sin tener en cuenta eventuales correcciones. Una etapa multiplicadora recoge las informaciones concernientes a los estados de funcionamiento del motor (plena carga, arranque en frío, etc.), el tratamiento de esta información da lugar a un tiempo de corrección. La variación de la tensión de la batería puede afectar al tiempo de la apertura de los inyectores; de ser necesaria alguna compensación se hace en la etapa multiplicadora. Finalmente el tiempo de inyección resultante que envía a la ECU a los inyectores, será la suma de los tiempos anteriores.

Esto significa que la ECU “diferencia” el tiempo e impone la señal de inyección según ha sido programada en fábrica, pero no recibe ninguna información de la dosificación que realmente se está realizando.

1.2.1.2 Gestión de Lazo o Bucle Cerrado

Actualmente, las normativas anticontaminación obligan al empleo de catalizadores, habitualmente trifuncionales, los cuales ofrecen una eficacia directamente condicionada al dosado que se establece en la mezcla a ser introducida en el cilindro.

La sensibilidad de dicho parámetro es muy elevada, de modo que se introduce una sonda lambda para realimentar la ECU y conseguir una regulación de lazo cerrado.

La sonda lambda situada en el escape, informa de si la mezcla es pobre o rica, permitiendo modificar la inyección realizada por la ECU

para el aporte de combustible a las condiciones de adecuada eficiencia del catalizador.

El paso siguiente de la regulación de la dosificación ha sido incorporar la regulación y el control del sistema de encendido a la ECU. De esta manera, la ECU controla conjuntamente el momento de tiempo de inyección, la bomba de combustible y el momento de encendido (con su avance controlado electrónicamente).

1.2.1.3 Arquitectura de la ECU

La Unidad de Control Electrónico contiene, básicamente: un conformador de impulsos, un convertidor analógico-digital, bus digital de transmisión y un microprocesador; que se compone una unidad aritmética lógica (ALU) de funcionamiento digital, tal y como se muestra en la figura 1.11.

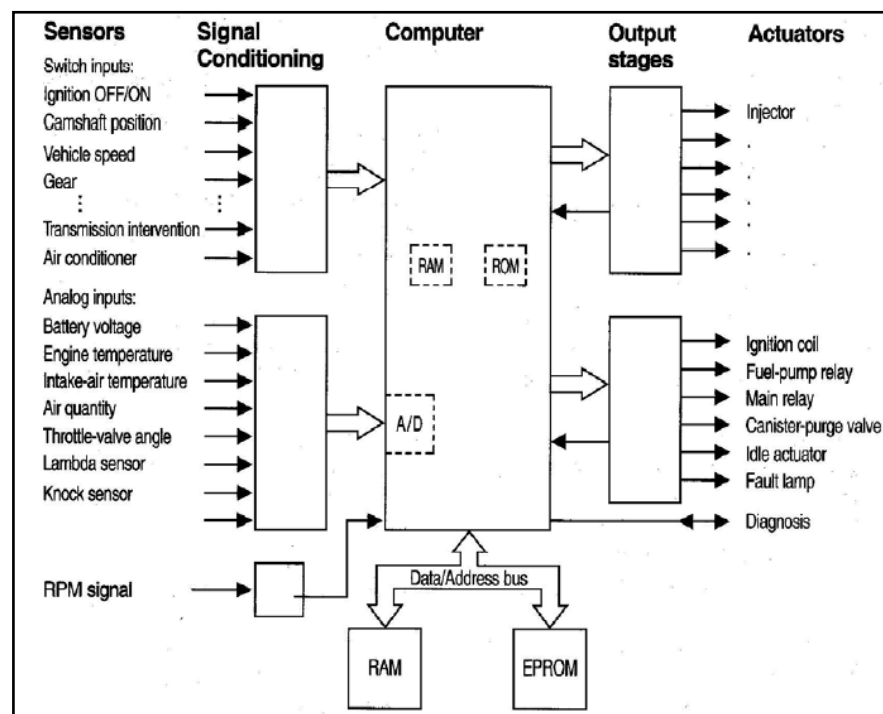


Fig. 1.11 Arquitectura de la ECU

1.2.1.3.1 Conformador de Impulsos

Actúa para recibir los impulsos de tensión de los órganos de información del encendido. Estos impulsos son modificados en magnitud y forma, para dejarlos en condiciones que pueden ser procesados por el microprocesador. Una vez hechas estas transformaciones, pasan al circuito de entrada salida.

1.2.1.3.2 Convertidor Analógico Digital

Es el encargado de recibir las señales que se producen por variaciones de tensión y que corresponden al resto de la información producida por los sensores. Sin embargo, estas variaciones de tensión, que podrían ser procesadas de una manera analógica, son convertidas en señales digitales.

1.2.1.3.3 Microprocesador

Es la unidad central de proceso (CPU) y contiene en su interior tres dispositivos fundamentales que son:

- Unidad Aritmética Lógica.
- Acumulador.
- La Unidad de Control.

1.2.1.3.4 Memoria ROM

Contiene el programa de funcionamiento y operación de la ECU. Es la memoria que analiza las señales de entrada y dice: *“Cuando vea ocurrir esto, debo hacer que ocurra aquello”*.

La ROM es una memoria no volátil, es decir cuando se le suprime la alimentación de energía, retiene su programación y memoria.

1.2.1.3.5 Memoria PROM-EEPROM.

Se le conoce como unidad de calibración, es el microprocesador fija y no volátil, similar a la ROM. Este chip contiene información específica acerca del auto.

1.2.1.3.6 Memoria RAM.

Es utilizada por la ECU para el almacenamiento temporal de información del código de falla, o para efectuar computaciones matemáticas. Además la ECU almacena información acerca de la historia de la relación aire combustible del motor y fallas que se detectan en los circuitos, sensores y actuadores del sistema de inyección.

1.3 SEÑALES DE SALIDA

Los datos elaborados en el interior de la ECU se envían al exterior a través de las etapas de salida, que envían señales eléctricas elaboradas a los actuadores.

Cualquier ajuste o modificación externo de la inyección estará asociado al control electrónico interno de la inyección del motor (a menos que se desconecte). La unidad electrónica de control del motor intenta en todo momento regular la inyección de combustible a través de una sonda lambda binaria y, en algunas gestiones, otra proporcional, para tener una combustión lo más estequiométrica en algunos regimenes estacionarios.

Si hay fallos en alguna magnitud básica (Caudalímetro; Hall; Sensores de rpm y PMS), generalmente el motor no arranca. Pero si durante la marcha se produce una avería en el hall o sensor de PMS, el motor sigue funcionando debido a las señales memorizadas por la ECU en el momento del arranque.

Una avería en magnitudes de corrección (sensor líquido refrigerante; potenciómetro de mariposa), va a repercutir en las prestaciones y rendimiento del motor, puede arrancar con dificultad y mostrará comportamientos poco estables en ralentí.

Si hay deterioro en alguna magnitud adicional (sensor picado; sonda lambda; interruptores térmicos ó mecánicos), el motor producirá fallos discontinuos y esporádicos que afectarán al rendimiento en el momento en que a la UCE le lleguen valores descontrolados de los sensores.

1.3.1 Actuadores

Realizan los trabajos que les asigna la ECU, en base a voltajes de salida enviados por la misma, entre los actuadores tenemos los siguientes:

- Inyectores.
- Bobina de encendido.
- Válvula solenoide para velocidad mínima del motor ISC IAC.
- Válvula solenoide de ventilación para recirculación de gases de escape VSV EGR.
- Electrobomba de combustible.
- Válvula de ventilación eléctrica para las emisiones vaporativas o canister EVAP.

El funcionamiento del subsistema electrónico, se resume de la siguiente forma, se recibe las diferentes señales de voltaje de los sensores por parte de la unidad de control, la misma que procesa dicha información

con el fin de calcular el tiempo que van a permanecer abiertos los inyectores.

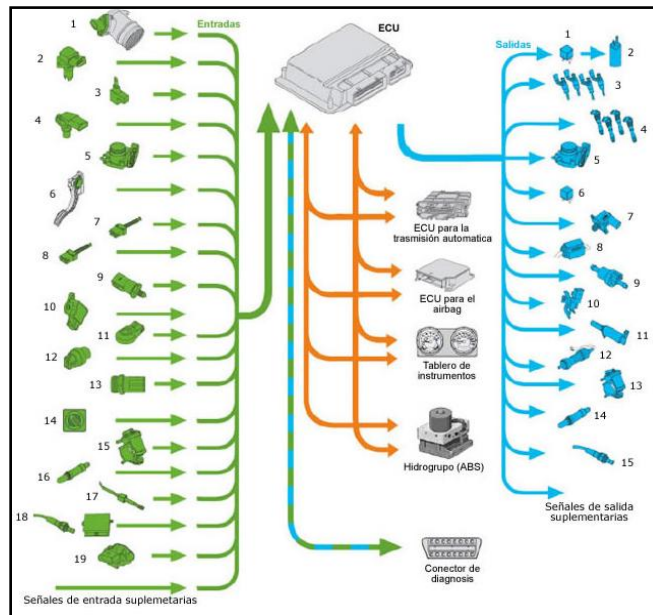


Fig. 1.12 Esquema de entrada y salida de señales a la ECU

Entradas

1. Medidor de masa de aire
2. Sensor de presión en el colector de admisión
3. Sensor de régimen del motor
4. Sensor Hall (posición de árbol de levas)
5. Unidad de mando de la mariposa
6. Sensor de posición del acelerador
7. Conmutador de luz de freno F
8. Conmutador de pedal de embrague
9. Sensor de presión de combustible
10. Potenciómetro para en el colector de admisión
11. Sensor de picado
12. Sensor de temperatura del líquido refrigerante
13. Sensor de temperatura del líquido refrigerante a la salida del radiador
14. Potenciómetro, botón giratorio para selección de temperatura

15. Potenciómetro para recirculación de gases de escape
16. Sonda Lambda
17. Sensor de temperatura de los gases de escape
18. Sensor de NOx
19. Sensor de presión para amplificación de servofreno

Salidas

1. Relé de bomba de combustible
2. Bomba de combustible
3. Inyectores cilindros 1- 4
4. Bobinas de encendido 1 - 4
5. Unidad de mando de la mariposa
6. Relé de alimentación de corriente
7. Válvula reguladora de la presión del combustible
8. Válvula de dosificación del combustible
9. Electroválvula para depósito de carbón activo
10. Válvula para gestión del aire de la chapaleta en el colector de admisión
11. Válvula de reglaje de distribución variable

12. Termostato para refrigeración del motor
13. Válvula para recirculación de gases de escape unidad indicadora en el
14. Calefacción para sonda lambda
15. Calefacción para sensor de NOx

1.4 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN

En los automóviles podemos encontrar varios sistemas de inyección, por lo que los clasificaremos de la siguiente manera:

1.4.1 Clasificación general de las Sistemas de Inyección

Se pueden clasificar en función de cuatro características distintas:

- a. Según el lugar donde inyectan.
- b. Según el número de inyectores.
- c. Según el número de inyecciones.
- d. Según la forma de determinar la señal base.

A continuación se especifica cada tipo de sistema:

a. Según el lugar donde inyectan:

Inyección Directa.- El inyector introduce el combustible directamente en la cámara de combustión. Este sistema de alimentación es el más novedoso y se está empezando a utilizar ahora en los motores de inyección gasolina como el motor GDi de Mitsubishi o el motor IDE de Renault.

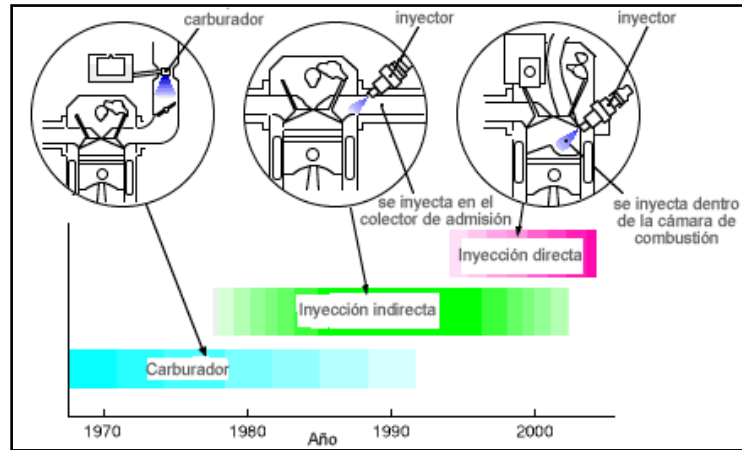


Fig. 1.13 Inyección Directa e Indirecta

Inyección Indirecta.- El inyector introduce el combustible en el colector de admisión, encima de la válvula de admisión, que no tiene por qué estar necesariamente abierta. Es la más usada actualmente.

b. Según el número de inyectores:

Inyección Monopunto.- Hay solamente un inyector, que introduce el combustible en el colector de admisión, después de la mariposa de gases. Es la más usada en vehículos turismo de baja cilindrada que cumplen normas de antipolución.

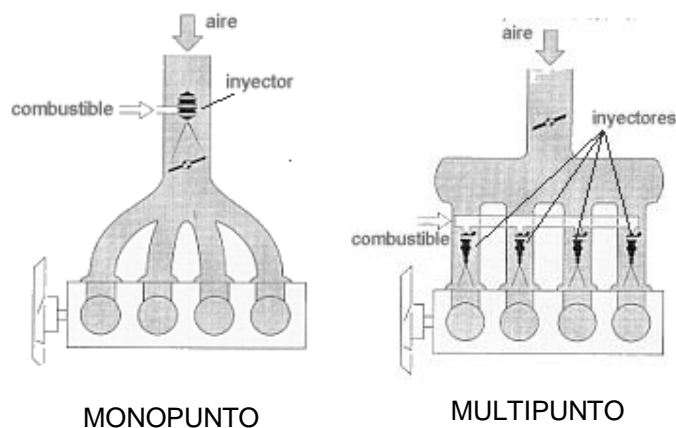


Fig. 1.14 Tipos de Inyección

Inyección Multipunto.- Hay un inyector por cilindro, pudiendo ser del tipo "inyección directa o indirecta". Es la que se usa en vehículos de media y alta cilindrada, con antipolución o sin ella.

c. Según el número de inyecciones:

Inyección Continua.- Los inyectores introducen el combustible de forma continua en los colectores de admisión, previamente dosificada y a presión, la cual puede ser constante o variable.

Inyección Intermitente.- Los inyectores introducen el combustible de forma intermitente, es decir; el inyector abre y cierra según recibe órdenes de la central de mando. La inyección intermitente se divide a su vez en tres tipos:

Secuencial.- El combustible es inyectado en el cilindro con la válvula de admisión abierta, es decir; los inyectores funcionan de uno en uno de forma sincronizada.

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

Simultánea.- El combustible es inyectado en los cilindros por todos los inyectores a la vez, es decir; abren y cierran todos los inyectores al mismo tiempo.

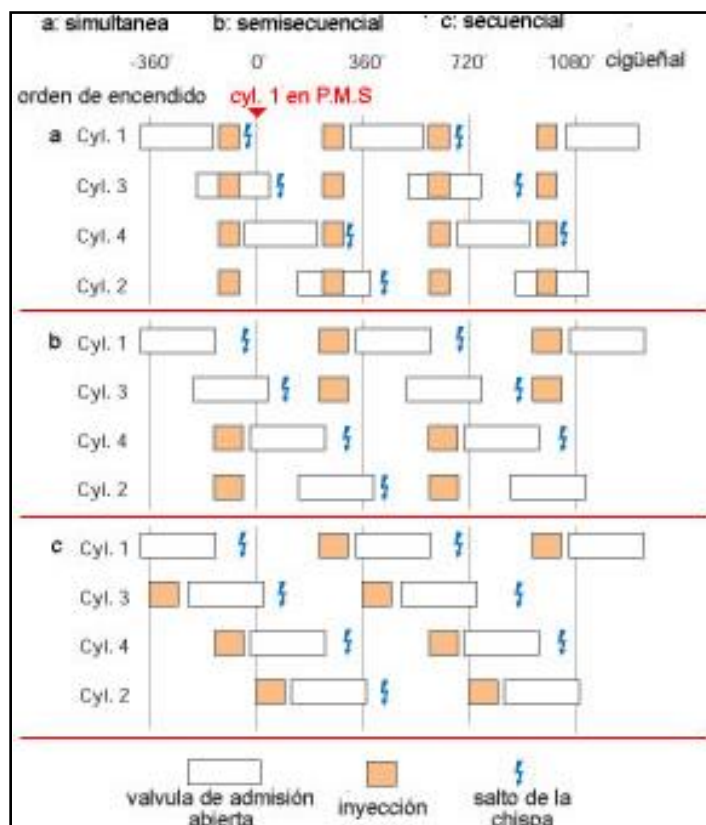


Fig. 1.15 Comparación de los Tipos de Inyección

d. Según la forma de determinar la Señal Base

La señal base es la forma de cómo se realiza la medición de la cantidad de aire, son volumétricos, máscos y de depresión (VAF, MAF y MAP respectivamente).

En sistemas por depresión, que son de tipo mecánico están los de balanza hidráulica, que distingue el caudal de aire. Dentro de la variedad de balanza hidráulica hay que distinguir entre los sistemas con módulo electrónico y los sistemas mecánicos (K- KE JETRONIC).

1.4.2 Clasificación Específica de los Sistemas de Inyección

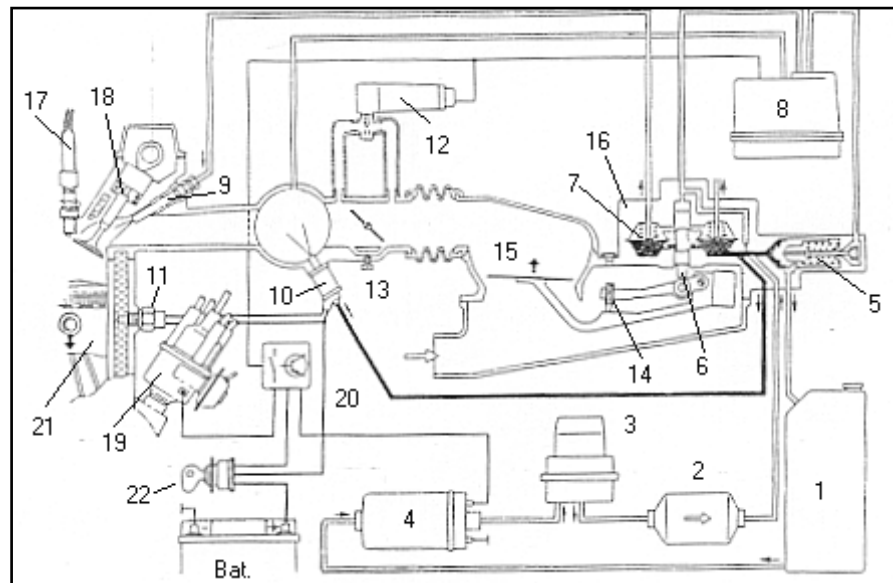
Se clasifican en:

- a. Sistemas Mecánicos

- b. Sistemas Electrónicos
- c. Sistemas Mixtos

a. Sistemas Mecánicos.-

El sistema K- Jetronic trabaja sin accionamiento electrónico y en forma continua sus inyectores son mecánicos.



- 1.- Depósito de combustible. 2.- Bomba de combustible. 3.- Acumulador de combustible. 4.- Filtro de combustible. 5.- regulador e la presión de combustible. 6.- Embolo de control. 7.- Válvula de presión diferencial. 8.- Regulador de fase de calentamiento. 9.- Inyector. 10.- Inyector de arranque en frío. 11.- Interruptor térmico temporizado. 12.- Válvula de aire adicional. 13.- Tornillo De modificación del ralentí. 14.- Tornillo de modificación de la mezcla. 15.- Medidor de caudal de aire. 16.- Dosificador- Distribuidor de combustible. 17.- Bujía. 18.- Válvula de admisión. 19.- Distribuidor o delco. 20.- Relé. 21.- Pistón. 22.- Llave de contacto.

Fig. 1.16 Sistema de Inyección Mecánica

b. Sistemas Electrónicos.-

Los sistemas controlados electrónicamente disponen de PCM – ECU, son el L-Jetronic, D-Jetronic, LH-Jetronic, Motronic. El combustible es inyectado en el múltiple de admisión a través de inyectores electromagnéticos.

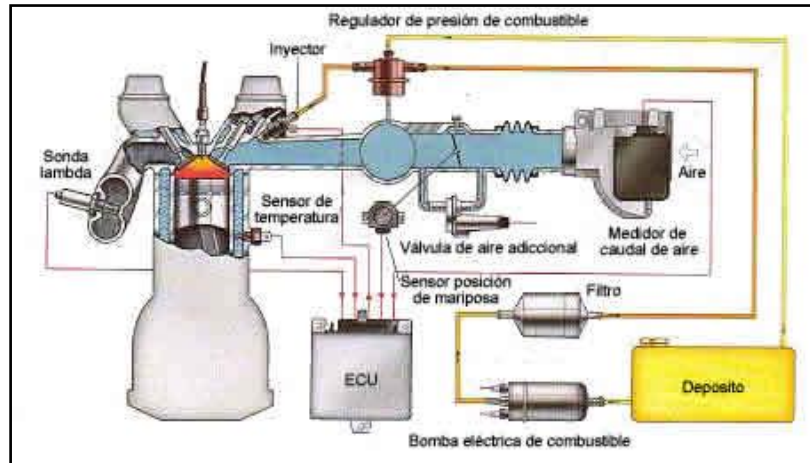


Fig. 1.17 Sistema L-Jetronic

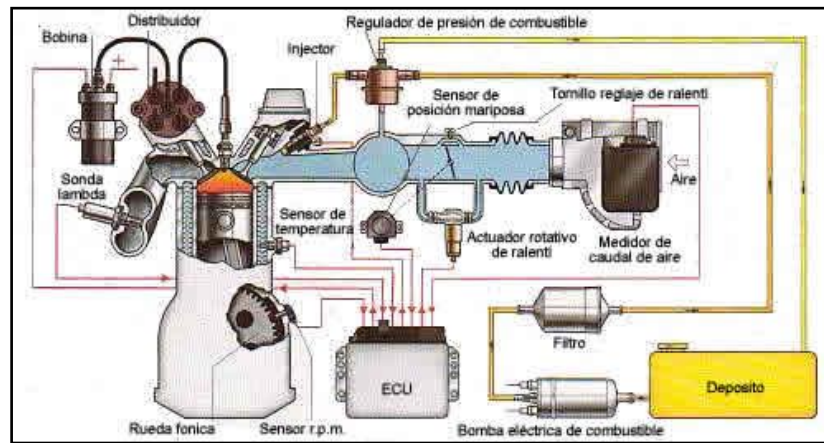


Fig. 1.18 Sistema Motronic

Un resumen la clasificación de los sistemas de inyección se puede observar en el siguiente cuadro sinóptico:

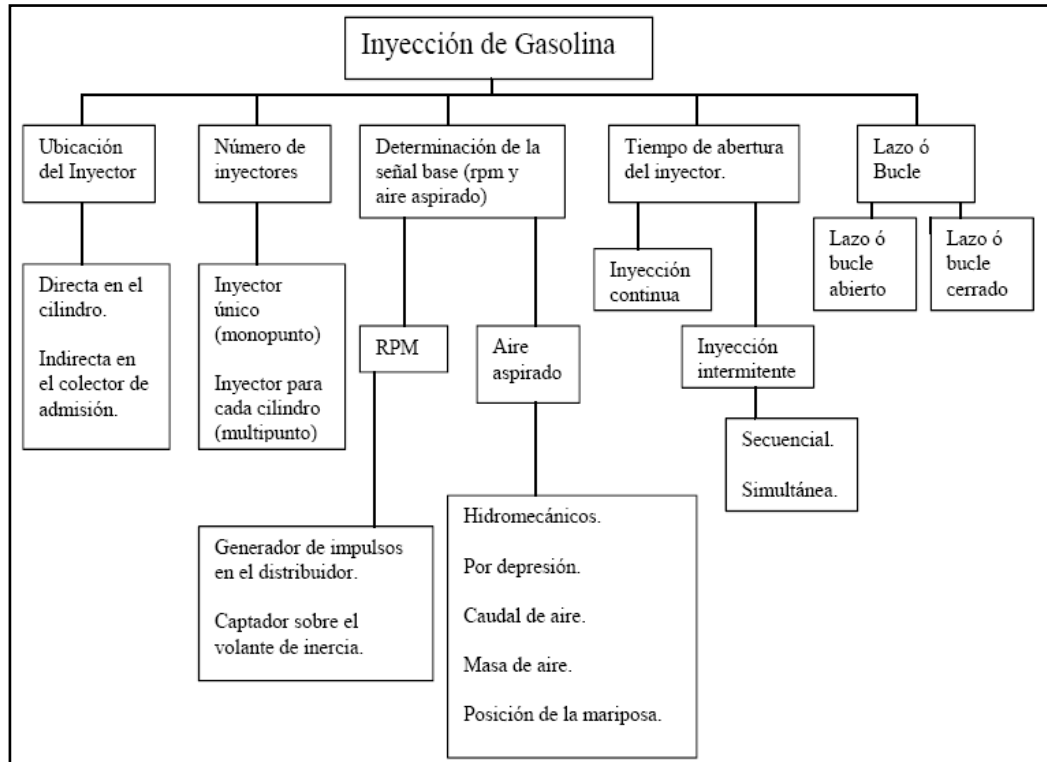


Fig. 1.19 Clasificación de los Sistemas de Inyección

1.5 DIAGNÓSTICO A BORDO

Es un conjunto de estrategias monitoreadas incorporadas hacia la computadora a bordo para detectar componentes o mal funcionamiento del sistema. La estandarización reduce los costos, la complejidad de diagnóstico, fallas, protocolos de comunicación, conectores de diagnóstico, herramientas de exploración, códigos de falla de ayuda para identificar componentes dañados, información del diagnóstico en tiempo real, proporcionar continuamente actualizando los parámetros y datos del motor, y en formación en cuadros de congelamiento de datos.

Los objetivos del diagnóstico a bordo son:

- Reducir altas emisiones en vehículos que estén describiendo mal funcionamiento en este sentido.
- Reducir el tiempo entre la aparición de mal función y sea detectado y reparado.
- Asistir en el diagnóstico y reparar la emisión describiendo el problema.

1.6 SISTEMAS DE AUTODIAGNÒSTICO ABORDO OBDI

El diagnóstico a bordo, u OBD, en un contexto automotor, es un término genérico que refiere a una capacidad de autodiagnóstico del vehículo. Los sistemas de OBD dan al técnico automotriz acceso al estado de la información del funcionamiento de los varios subsistemas del vehículo. La cantidad de información de diagnóstico disponible vía OBD ha variado extensamente desde su introducción en los años 80 y es así como tenemos dos generaciones desarrolladas completamente, y una tercera que se esta desarrollando.

El sistema OBDI comenzó con el modelo del año 1988 que monitorea los siguientes sistemas:

- Medición de combustible.
- Recirculación de los gases de escape (EGR).
- Emisiones adicionales, relacionadas a componentes eléctricos.

Dispone de una lámpara indicadora de fallas para dar aviso al conductor de la misma, se conoce con las siglas MIL (Check Engine)

El almacenamiento de los códigos de diagnóstico de fallas para identificar la parte defectuosa de manera precisa, lo que se conoce con las siglas DTC (códigos de falla).

Para acceder a los códigos de error si los hubiere se deberá cortocircuitar entre sí las pines A y B en el conector de diagnóstico, los códigos se verán en la

lámpara del tablero como flashes que habrá que contar para saber el número. Por ejemplo el once es: flash pausa flash.

Para borrar el código de error de la memoria desconectar el negativo de la batería durante al menos 15 segundos.

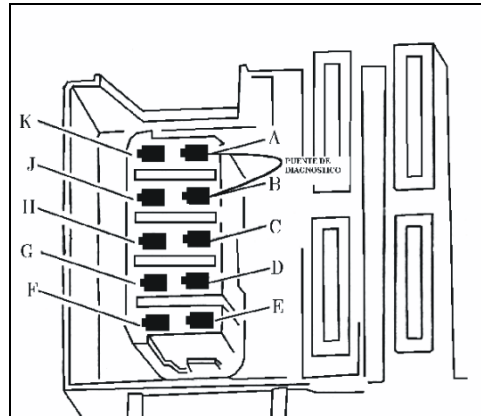


Fig. 1.20 Conector OBD I

1.7 SISTEMA DE AUTODIAGNÓSTICO ABORDO OBD II.

OBD II es una norma que procura disminuir los niveles de polución producida por los vehículos automotores.

Los estudios iniciales comenzaron en California (EUA), antes de 1982, debido al crecimiento de la polución en la zona de Los Ángeles - California. La primera norma implantada fue la OBD I en 1988, que monitoreaba algunas partes del sistema como: sonda lambda, sistema EGR y ECM (Modulo de control).

El gran problema encontrado es que esos requisitos no estaban normalizados, variando de armadora o modelo de vehículo, dificultando el diagnóstico de fallas.

En 1989 comenzaron los estudios para una norma más completa con normalización llamada OBD II, que fue implantada inicialmente en California en 1994. Solamente a partir de 1996 la norma fue adoptada en todos los Estados

Unidos de América. A partir de esta fecha los vehículos fabricados e importados por los EUA tendrían que cumplir con esta norma. En Latinoamérica esa norma aparece en vehículos de una forma muy complicada ya que tenemos vehículos importados de EUA sin ser OBD II (aún teniendo el conector normalizado), vehículos europeos y asiáticos que pueden tener el sistema.

OBD II no es, por lo tanto, un sistema de inyección electrónica, sino un conjunto de normalizaciones que procuran facilitar el diagnóstico y disminuir el índice de emisiones de contaminantes de los vehículos. La norma OBD II es muy extensa y está asociada a otras normas como SAE e ISO, por eso vamos a citar apenas las partes más interesantes como:

El conector de Diagnóstico es del tipo de 16 pines:

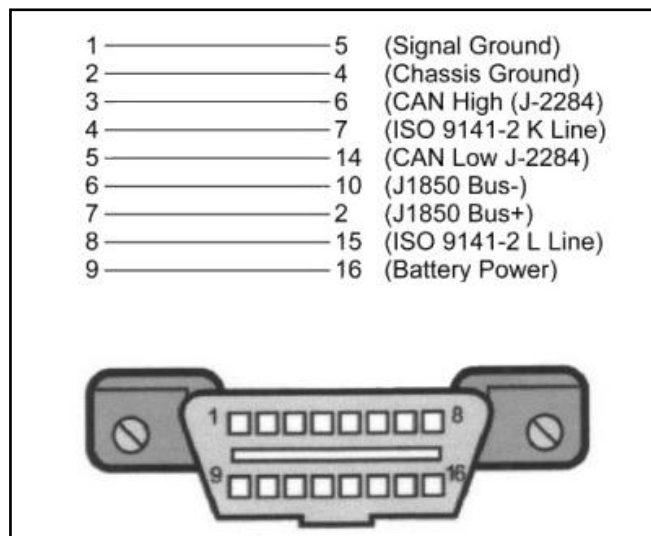


Fig. 1.21 Conector OBD II

Debe estar localizado en la zona del conductor, debajo del panel de instrumentos.

Descripción de los Pines:

- Comunicación SAE VPW /PWM(Modulación de ancho de pulso)

- MASA Vehículo
- MASA Señal
- 7 - Comunicación ISO 9141-2 (Linea K)
- 10 - Comunicación PWM (Modulación de ancho de pulso)
- 15 - Comunicación ISO 9141-2 (Linea L)
- 16 - POSITIVO BATERIA

La comunicación con el Scanner que existe es básicamente de tres tipos, que pueden ser utilizadas y son escogidas por la ensambladora:

- SAE VPW - modulación por ancho de pulso variable
- SAE PWM - modulación por ancho de pulso
- ISO 9141-2 - comunicación serial

Estos sistemas de comunicación obedecen a patrones de pedido-respuesta llamado "protocolo de comunicación". Fueron detectados los siguientes patrones utilizados por las montadoras:

- VPM – GM
- PWM – FORD
- ISO -- MITSUBISHI, NISSAN, VOLVO, DODGE, JEEP y CHRYSLER

El formato de los códigos de defecto debe tener la siguiente presentación:

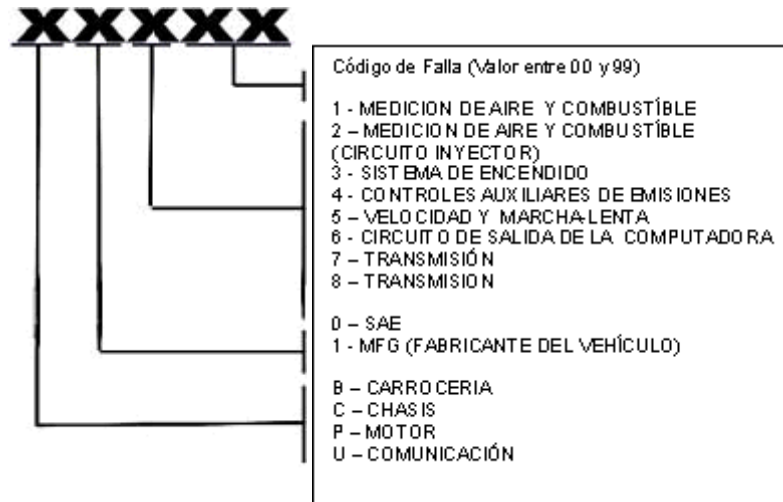


Fig. 1.22 Lectura de Código de Falla

Además de códigos de defecto OBD II permite la verificación de varias lecturas en tiempo real como por ejemplo: rpm, sonda lambda, temperatura del motor, carga del motor, MAP, velocidad del vehículo, MAF, avance al encendido, temperatura del aire, sondas después del catalizador, etc.

Las lecturas son genéricas y los valores dependen del tipo de inyección analizada.

Lecturas congeladas: son lecturas que quedan fijadas con los valores que presentaban en el momento en que fue identificado un defecto. Están además previstos en la norma monitoreos de componentes como: lámpara de advertencia, sonda lambda después del catalizador (para verificar su eficiencia), monitoreo de la válvula EGR y canister, monitoreo del sistema ABS y sistema de cambio, suspensión, etc.

1.8 COMPARACIONES DE OBD I Y OBD II¹

En la siguiente tabla podemos notar la diferencia que existe con el avance tecnológico, entre OBD I y OBD II

Tabla 1.1 Comparaciones OBD I y OBD II

OBD I	OBD II
-------	--------

Sensor de oxígeno	Sensor de oxígeno ampliado/avanzado
Sistema EGR	Sistema EGR ampliado/avanzado
Sistema de combustible	Sistema de combustible ampliado/avanzado
Componentes electrónicos de entrada	Componentes electrónicos de entrada
Diagnostico de información	Componentes electrónicos de salida
Códigos de falla	Eficiencia del catalizador
	Calentamiento del catalizador
	Perdida de chispa en el motor
	Sistema evaporativo
	Sistema de aire secundarios
	Información de diagnostico
	Códigos de falla
	Parámetros de datos del motor
	Congelamientos de datos del motor
	Estandarización

1.9 SISTEMA EOBD (EUROPEAN ON BOARD DIAGNOSTIC)

El sistema EOBD (European On Board Diagnosis) supone para el mundo de la diagnosis en automoción en Europa, la ansiada estandarización de conectores y protocolos de comunicación, de modo que con un solo cable (OBD II) y una sola tarjeta se podrán diagnosticar los sistemas electrónicos de inyección de todos los vehículos.

1www.da-web.es

1.9.1.1 SISTEMA OBD III

Básicamente OBD III viene a revolucionar el diagnostico del motor, mas sencillo, con mayor claridad para el diagnóstico, mayores códigos de fallas para un diagnóstico preciso, evitara las horas perdidas en detección y corrección de fallas, ahora cualquier técnico en fuel inyección o mecánico podrá arreglar un vehículo fuel inyección sin dudar del componente dañado.

Las tecnologías que utiliza el sistema OBD III son:

- Tres caminos para enviar y recibir datos :
- Lector de camino (roadside); red de estación local (local station network); satélite.

Las ventajas serán: el conductor podrá saber cuando hubo una mal función y podrá solicitar ayuda vía satélite, celular y le dirán la mal función que presenta y su solución.

Este sistema podrá autodiagnosticarse desde el arranque del motor hasta el apagado del mismo.

Esta tecnología permitirá que la ECU pase a modo seguro o autocalibración de componentes al suscitar una mal función y guardar la falla en memoria viva para después revisarla con el scanner. Se habla de un scanner tipo beeper con una explicación básica de la mal función y sugerencias para la reparación que vendrá en las unidades con OBD III como un servicio agregado del fabricante al dueño del vehículo.

II. SISTEMAS ELECTRÓNICOS DEL VEHÍCULO CHEVROLET VITARA 1.6

2.1 INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de este capítulo se describirá los diferentes componentes y sistemas del vehículo Chevrolet Vitara 1.6 16V que dispone el Laboratorio de Motores de la Carrera de Ingeniería Automotriz, sobre el cual se desarrollará el trabajo de investigación.



Figura 2.1 Vehículo Chevrolet Vitara 1,6 16V

Tabla II.1 Características del Motor*

Tipo	G16B
Cilindrada	1590 cc
Potencia	94,7 hp - 5600 rpm
Torque	13,5 kg m - 4000 rpm
Relación de compresión	9,5 : 1
Nº de cilindros	4 en línea
Posición	Longitudinal
Nº de válvulas	16
Orden de encendido	1 - 3 - 4 - 2

Tabla II.2 Sistema de alimentación de Combustible*

Tipo	Inyección Electrónica Multipunto
Capacidad del Tanque	11,1 gal

Tabla II.3 Transmisión*

Tipo / Palanca de cambio	Mecánica, 5 velocidades, sincronizada
Embrague	Monodisco seco, Diafragma
Relación final de engranajes	5125
Relación de engranajes transferencia 4x4 Alta	1000
Relación de engranajes transferencia 4x4 Baja	1816
Suspensión Delantera*	
Tipo	Independiente
Resortes	Helicoidales
Amortiguadores	Hidráulicos de doble acción
Suspensión Trasera	
Suspensión Trasera*	
Tipo	Articulación libre con horquillas central
Resortes	Helicoidales
Amortiguadores	Hidráulicos de doble acción

***Tabla II.4 seguridad del Vehículo**

Equipo de Seguridad	
Seguro columna de seguridad	Desempañador eléctrico vidrio trasero
Cinturones de seguridad delatente de 3 puntos retráctiles (altura)	Desempañador vidrio panorámico y ventanas laterales
Limpiaparabrisas delantero y trasero	Luces alógenas
Pito eléctrico	Tracción 4x4
Sistema de Frenos	
Tipo	Hidráulicos
Delanteros	Disco
Traseros	Tambor
Freno de mano	Mecánico sobre ruedas traseras

***Tabla II.5 Dimensiones del vehículo**

Alto total	1665 mm
Ancho total	1630 mm
Largo total	3620 mm
Distancia entre ejes	2200 mm
Trocha delantera	1395 mm
Trocha trasera	1400 mm

El sistema de inyección electrónica del vehículo Chevrolet Vitara consta de los siguientes sistemas.

- Sistema de Inyección MPFI - SFI
- Sistema de encendido por distribuidor (Efecto Hall)
- Sistema de autodiagnóstico



Figura 2.2 Motor del vehículo Chevrolet Vitarra 1,6 16V

Los motores con inyección multipuerto (MPFI) cuentan con un inyector independiente para cada cilindro montados en el múltiple de admisión o en la cabeza, encima de los puertos de admisión.

En este sistema de inyección, la Unidad de Control Electrónico ECU, energiza los inyectores de manera independiente y de acuerdo a la secuencia de encendido del motor, mejorando la potencia y reduciendo emisiones a la atmósfera.

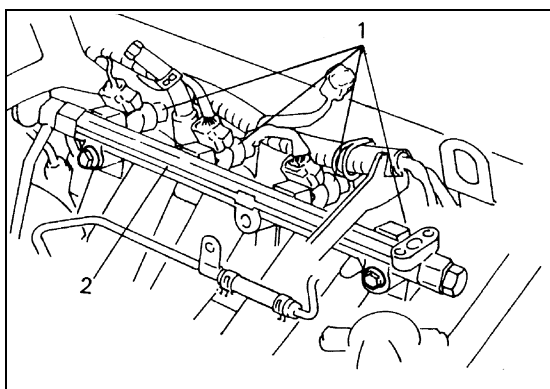


Figura 2.3 Ubicación de los inyectores en el motor del Vehículo
1 Inyectores 2 Riel de Inyección

Los sensores que posee el motor del vehículo Chevrolet Vitarra detectan las condiciones de funcionamiento y envían señales de información a la ECU,

mediante esta comunicación se determina la cantidad de mezcla (aire combustible) y el tiempo de inyección óptimos para la correcta operación del mismo.

Entre los principales sensores que encontramos en el motor del vehículo Chevrolet Vitara tenemos:

- Sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS)
- Sensor de temperatura del líquido de enfriamiento (WTS)
- Sensor de flujo másico de aire (MAF)
- Sensor de Oxígeno (HEGO)
- Sensor de posición del árbol de levas (CAS)
- Sensor efecto hall, localizado en el distribuidor

2.2 IDENTIFICACIÓN DEL CÓDIGO DE MOTOR

Para identificar los motores de este tipo de vehículos se utilizan 4 dígitos, los cuales poseen un significado, así tenemos:

G16B:

G : Indica los límites de emisión de gases.

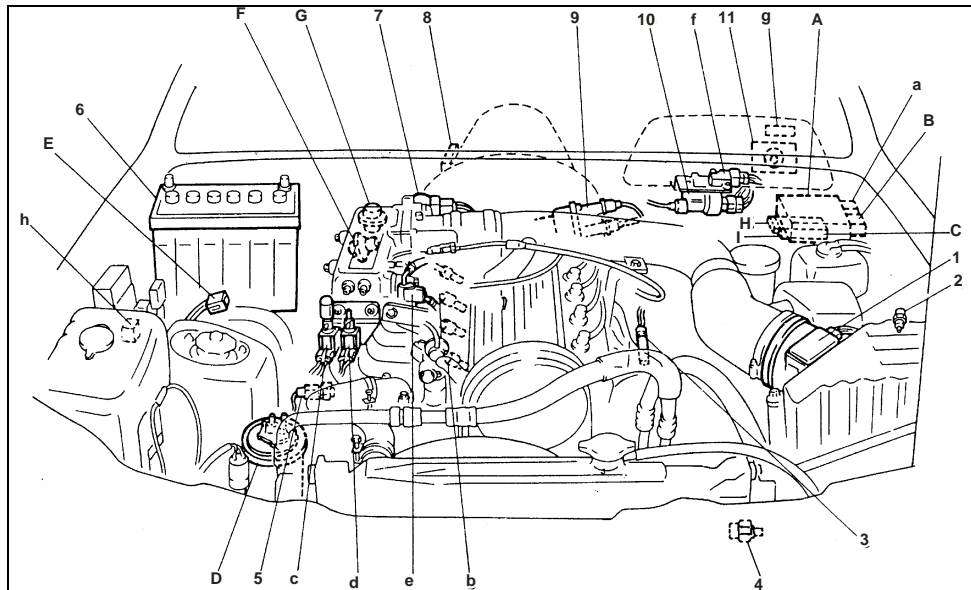
16 : Indica la cilindrada del motor.

B : Sistema SOHC (16 válvulas – 1 árbol de levas)

2.3 SISTEMA DE CONTROL DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

El sistema de control del motor de combustión interna utilizado en el vehículo Chevrolet Vitara esta compuesto por los siguientes subsistemas:

- Inyección electrónica de combustible
- Encendido Electrónico



1 Sensor MAF 2 Sensor IAT (Vehí. 93 California) 3 Sensor de Oxígeno 4 Switch de ignición 5 Sensor ECT 6 Batería
 7 Sensor TPS 8 Switch T/A 9 Sensor CMP 10 Bobina 11 VSS
 a: Relé Bomba de comb. b: Inyector c: EGR d: EVAP e: IAC f: Luz Mil g:
 Relé h: Sensor de Oxígeno (Vehí. 93 California)
 A: ECM B: Relé principal C: Caja de fusibles D: EVAP E: Conector de diag.
 F: EGR G: Modulador EGR H: Conector de diag. T/A I: Conector de Datos

Fig. 2.4 Sistema de Control del Motor del Vehículo Chevrolet Vitara 1,6 16V

2.4 INYECCIÓN ELECTRÓNICA MULTEC - MPFI

Este sistema inyección electrónica presente en los motores de gasolina, consistente en un inyector para cada uno de los cilindros. Con esto se consigue una inyección precisa, lo que se traduce en un funcionamiento del motor más suave y regular, con menos consumos.

En el sistema MULTEC MPFI SECUENCIAL, el combustible es inyectado en el cilindro con la válvula de admisión abierta, es decir; los inyectores funcionan de uno en uno de forma sincronizada.

Las ventajas que nos proporciona este tipo de sistema son:

Consumo reducido, con la utilización de carburadores, en los colectores de admisión se producen mezclas desiguales de aire/gasolina para cada cilindro. La necesidad de formar una mezcla que alimente suficientemente incluso al cilindro más desfavorecido obliga, en general, a dosificar una cantidad de

combustible demasiado elevada. La consecuencia de esto es un excesivo consumo de combustible y una carga desigual de los cilindros. Al asignar un inyector a cada cilindro, en el momento oportuno y en cualquier estado de carga se asegura la cantidad de combustible, exactamente dosificada.

Mayor potencia, la utilización de los sistemas de inyección permite optimizar la forma de los colectores de admisión con el consiguiente mejor llenado de los cilindros. El resultado se traduce en una mayor potencia específica y un aumento del par motor.

Gases de escape menos contaminantes, la concentración de los elementos contaminantes en los gases de escape depende directamente de la proporción aire/gasolina. Para reducir la emisión de contaminantes es necesario preparar una mezcla de una determinada proporción. Los sistemas de inyección permiten ajustar en todo momento la cantidad necesaria de combustible respecto a la cantidad de aire que entra en el motor.

Arranque en frío y fase de calentamiento, mediante la exacta dosificación del combustible en función de la temperatura del motor y del régimen de arranque, se consiguen tiempos de arranque más breves y una aceleración más rápida y segura desde el ralentí. En la fase de calentamiento se realizan los ajustes necesarios para una marcha redonda del motor y una buena admisión de gas sin tirones, ambas con un consumo mínimo de combustible, lo que se consigue mediante la adaptación exacta del caudal de éste.

2.4.1 Diagrama de bloque del sistema de inyección de combustible

El sistema de inyección electrónica de combustible dispone del siguiente diagrama de bloques:

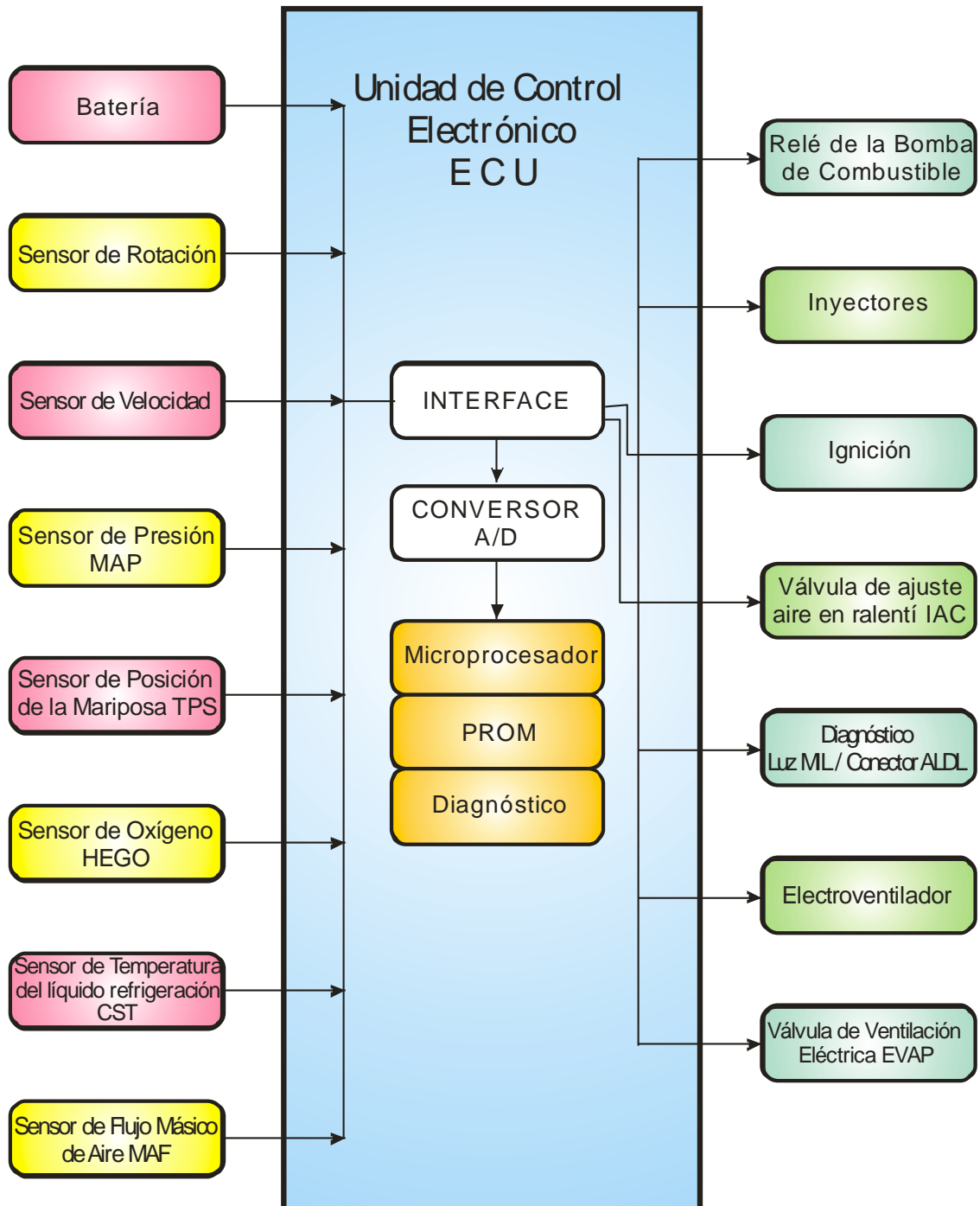


Fig. 2.5 Diagrama de Bloque del Sistema de Inyección de Combustible

2.5 Componentes del Sistema Multec – MPFI

1. Filtro de aire
2. Sensor MAF
3. Cuerpo del estrangulador
4. Válvula IAC
5. Válvula de control de aire
6. Sensor TPS
7. Tornillo de ajuste de velocidad (entrada aire)
8. Válvula PCV
9. EVAP
10. EGR
11. Sensor de velocidad del vehículo
12. Bobina de ignición 12-1. Ignición
13. Sensor CMP
14. Modulo de control de la transmisión T/A
15. A/C (full equipo)
16. ECM
17. Interruptor de presión (full equipo)
18. Terminal del interruptor de test
19. Terminal del interruptor de diagnóstico
20. Solo para vehículo 93 California
21. Solo para vehículo 93 California
22. Interruptor de posición del pedal de aceleración T/M
23. Interruptor magnético
24. Interruptor principal
25. Fusible principal
26. Batería
27. Modulador EGR
28. Válvula EGR
29. Riel de combustible
30. Inyector
31. Múltiple de succión

32. Sensor de temperatura del refrigerante
33. Catalizador
34. Sensor de oxígeno
35. Regulador de presión de combustible
36. Filtro de combustible
37. Control de presión del tanque de combustible
38. Canister
39. Bomba de combustible
40. Sensor de temperatura EGR (Solo vehículo California spec.)
41. Sensor IAT (Solo vehículo California spec.)

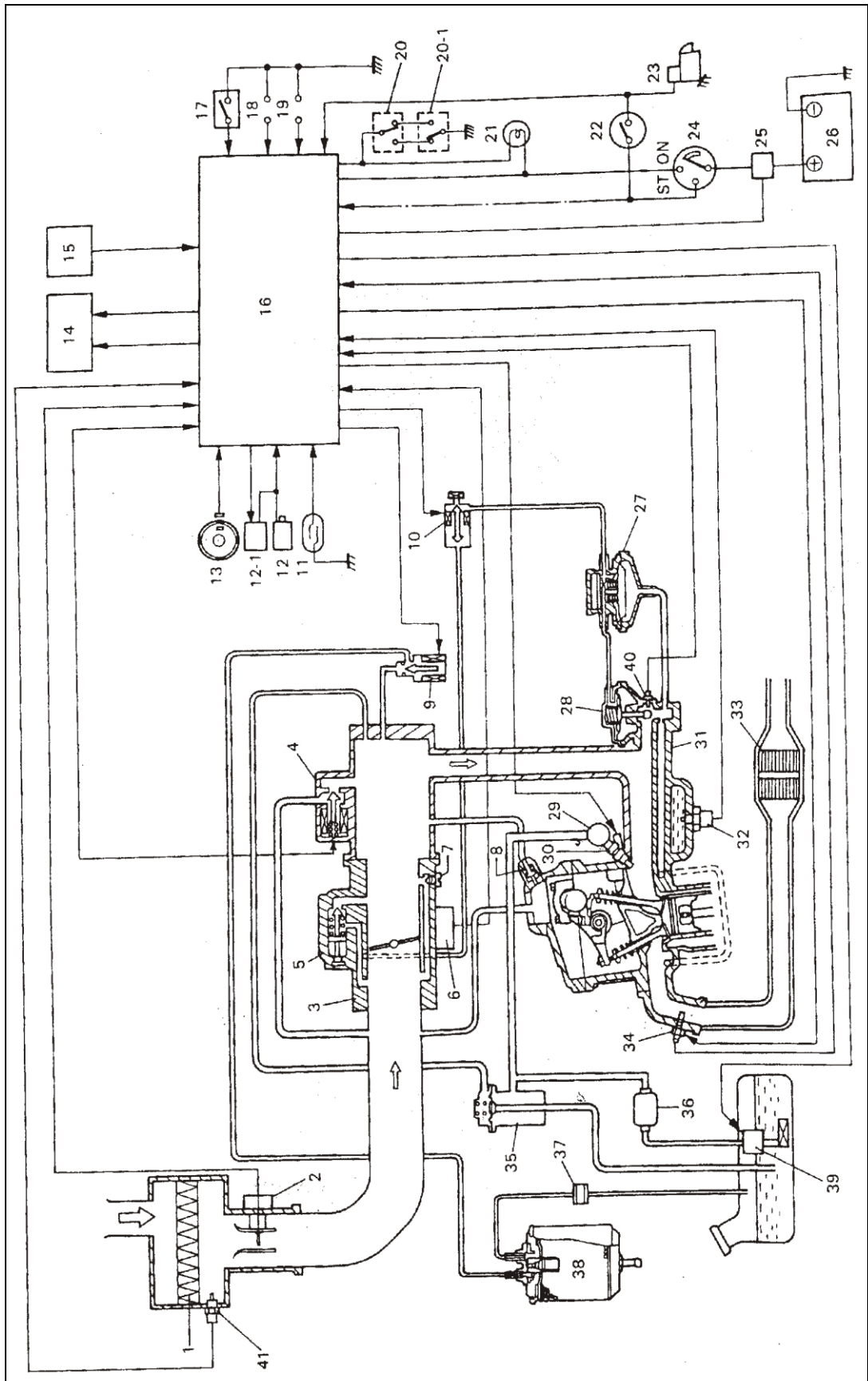


Fig. 2.5 Componentes del sistema MULTEC MPFI

2.6 SUBSISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO.

El subsistema de control electrónico, está conformado por distintos sensores y la ECU que detectan el estado del motor y las condiciones de conducción. La ECU que controla los actuadores de acuerdo con las señales de los sensores.

2.6.1 Unidad de Control Electrónico.

Ésta realiza un seguimiento, controla la temporización de encendido y la entrada de combustible en una serie de condiciones y parámetros de conducción. La programación de esta ajusta los mapas de encendido y combustible mejorando así el rendimiento del vehículo.

Esta funciona a través de las memorias PROM, ROM, RAM, cuyo funcionamiento es el siguiente.

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

La ECU 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: la RAM (memoria temporal), ROM (programa básico de computadora) y PROM (programa de sintonía fina).

ROM (Read Only Memory), este microprocesador contiene el programa básico del ECU. Es la parte que dice cuando veo que esto sucede, tengo que hacerlo que suceda. La ROM presenta una memoria no volátil, esto significa que aun cuando la potencia se va la ROM, retendrá su programa y memoria indefinidamente.

PROM (Programmable Read Only Memory), es el microprocesador de calibración o sintonía fina. Al igual que la ROM, la PROM es también no volátil. Este chip contiene información acerca de la especificación del auto en el cual se instala la ECU, 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 de la PROM es utilizada por la ROM para ayudarle a tomar decisiones, cuando se realizan modificaciones al motor en los últimos modelos Chevrolet de inyección de combustible, la PROM se debe reemplazar con una que contenga un programa de alto rendimiento.

RAM (Random Acces Memory), es utilizado por la ECU para el almacenamiento temporal de la información o para llevar a cabo cálculos matemáticos. Además la ECU 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.

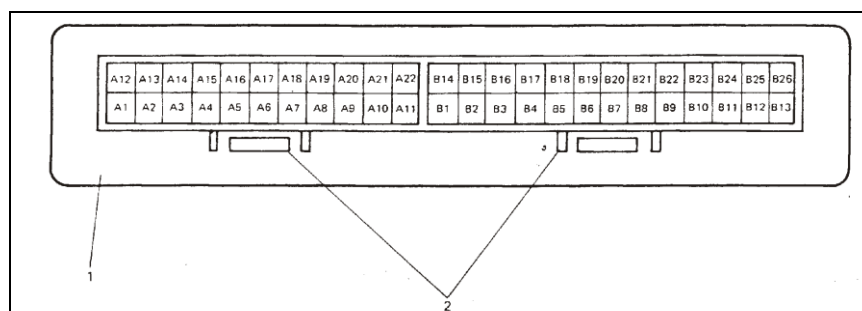
La ECU está ubicada en la parte baja izquierda de la columna de la dirección, en la cabina del vehículo.



Figura 2.6 Ubicación de la ECU.

2.6.2 Identificación de los bornes del enchufe de la Unidad de Control Electrónico.

La ECU del vehículo Chevrolet Vitara dispone de dos conectores, uno de 22 pines (A) y otro de 26 pines (B), como se observa en la figura 2.7



1 ECU 2 Conectores A y B respectivamente

Fig. 2.7 Conectores de la ECU

- A1** Corriente de respaldo de la ROM.
- A2** Puesta en marcha del motor.
- A3** Ciclo de trabajo.
- A4** Disparo de encendido.
- A5** Relé de la bomba de combustible.
- A6** Interruptor de prueba.
- A7** Sensor de velocidad del vehículo VSS.
- A8** Bobina de encendido.

- A9** Aire Acondicionado (Full Equipo)
- A10** Relé principal.
- A11** Sin uso.
- A12** Fuente de corriente.
- A13** Fuente de corriente.
- A14** Luz de Check Engine.
- A15** Sin uso.
- A16** Sin uso.
- A17** Terminal del interruptor de diagnóstico.
- A18** Interruptor de ralentí del TPS.
- A19** Presión del líquido de la dirección.
- A20** Sin uso.
- A21** Sin uso.
- A22** Sin uso.

- B1** Masa.
- B2** Masa.
- B3** CAS Positivo.
- B4** Alimentación actuadores.
- B5** Alimentación actuadores.
- B6** Fuente de corriente para el TPS.
- B7** Sensor TPS.
- B8** Sensor MAF.
- B9** Sensor ECT.
- B10** Sin uso.
- B11** Inyector N° 1.
- B12** Válvula IAC.
- B13** Inyector N° 3.
- B14** Masa.
- B15** Puesta a tierra de sensores.
- B16** Conector de datos.
- B17** Conector de datos.
- B18** Conector de datos.

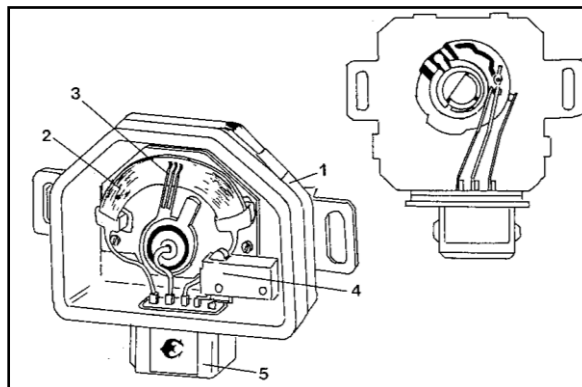
- B19** Sin uso.
- B20** Sensor de oxígeno.
- B21** Sin Uso.
- B22** Conector de datos.
- B23** Calefactor del sensor de oxígeno.
- B24** Inyector N° 2.
- B25** Válvula EVAP.
- B26** Inyector N° 4.

2.6.3 Sensor de posición de la mariposa de aceleración TPS.

El sensor de posición de mariposa del acelerador, llamado TPS o sensor TP (Throttle - Position - Sensor), efectúa un control preciso de la posición angular de la mariposa. El ECM toma esta información para poder efectuar distintas funciones, de suma importancia para el correcto funcionamiento de un sistema de inyección electrónica de combustible.

Actualmente el tipo de TPS más utilizado es el potenciómetro. Este consiste en una pista resistiva barrida con un cursor, y alimentada con una tensión de 5 voltios desde el ECM.

Los TPS de este tipo suelen tener 3 cables de conexión y en algunos casos pueden tener 4 cables, este último caso incluye un switch, utilizado como contacto de marcha lenta (idle switch)



1. Cuerpo del potenciómetro 2. Resistencias 3. Cursor
4. Contacto de Ralentí 5. Conector Eléctrico

Fig. 2.8 Sensor TPS

2.6.4 Sensor de Temperatura ECT

Como el motor de combustión interna no se mantiene en el mismo valor de temperatura desde el inicio de funcionamiento, ya que se incrementa, las condiciones de funcionamiento también variarán notablemente, especialmente cuando la temperatura es muy baja, debiendo vencer las resistencia de sus partes móviles; adicionalmente un buen porcentaje del combustible inyectado es desperdiciado en las paredes del múltiple de admisión, de los cilindros y debido a la mala combustión, por lo que requerimos inyectar una cantidad adicional de combustible en frío y reducir paulatinamente este caudal hasta llegar al ideal en la temperatura óptima de funcionamiento.

Esta señal informa al computador la temperatura del refrigerante del motor, para que este pueda enriquecer automáticamente la mezcla aire - combustible cuando el motor está frío y la empobrezca paulatinamente en el incremento de la temperatura, hasta llegar a la temperatura ideal de trabajo, momento en el cual se mantiene la mezcla ideal.

Para ello se utiliza una resistencia NTC (Negative Temperature Coeficient), que como su nombre lo indica, es una resistencia de coeficiente negativo de temperatura. Esto quiere decir que la resistencia del sensor irá disminuyendo con el incremento de la temperatura medida, o lo que es lo mismo, que su conductibilidad irá aumentando con el incremento de temperatura, ya que cuando está frío el sensor, su conductibilidad es mala y aumenta con el incremento de temperatura.

El sensor está encapsulado en un cuerpo de bronce, para que pueda resistir los agentes químicos del refrigerante y tenga además una buena conductibilidad térmica. Está localizado generalmente cerca del termostato del motor, lugar que adquiere el valor máximo de temperatura de trabajo y entrega rápidamente los cambios que se producen en el

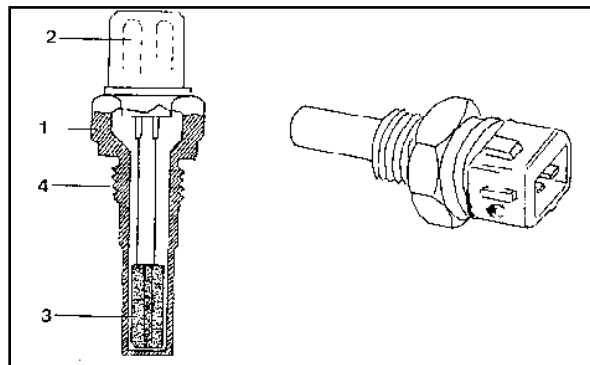
refrigerante. En su parte anterior tiene un conector con dos pines eléctricos, aislados del cuerpo metálico.

Dependiendo del sistema, existen dos posibilidades de señal que puede entregar el sensor de temperatura:

Alimentación Positiva, el sensor recibe en uno de sus pines una alimentación de 5 voltios de referencia, tensión eléctrica que la envía el computador una tensión ascendente de información hasta calentarse, momento en el cual le entrega una tensión mayor, pudiendo llegar cerca de los 5 voltios de alimentación. Esta señal se envía por el segundo pin del sensor hacia el computador, el cual identifica esta tensión variable en temperatura medida del refrigerante, entregando a los inyectores una cantidad de combustible ideal en cada etapa de calentamiento.

Alimentación Negativa, como en el primer caso, en otros sistemas se utiliza una alimentación negativa lo que significa que el primer pin del sensor tiene una conexión de tierra o MASA. Cuando el sensor está frío, la alta resistencia interior permite enviar una señal negativa muy pequeña por el segundo pin, dirigida al computador, pero seguirá incrementándose acorde al aumento de temperatura del motor.

Como se podrá notar, el tipo de señal que se envía al computador solamente dependerá del tipo de alimentación que se le entregue al sensor, el cual se encarga de enviar una señal variable de esta alimentación, progresiva con el aumento de temperatura.



1. Cuerpo Metálico 2. Conector Eléctrico 3. Pastilla NTC 4. Rosca

Fig. 2.9 Sensor ECT

2.6.5 Sensor de Flujo Másico de Aire MAF

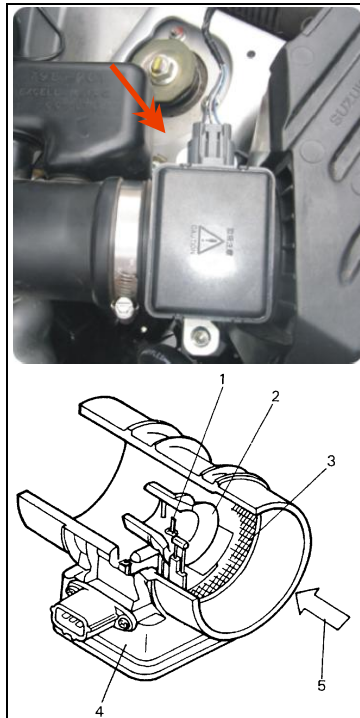
El sensor MAF o sensor del flujo de aire mide directamente el aire que ingresa por el ducto de admisión. Se encuentra colocado entre el filtro de aire y el cuerpo de la mariposa de aceleración.

Los sensores MAF suelen tener 4 cables correspondiendo a:

- Alimentación 12V
- Masa de calefacción
- Masa del sensor MAF
- Señal del sensor MAF: 0,7V a 4V

Algunos sensores MAF tienen 5 ó 6 cables pudiendo agregarse una alimentación de 5V y una termistancia de aire (IAT).

Algunos MAF pueden tener solamente 3 cables (vehículos Asiáticos) en este tipo se han unificado las dos masas.



- 1 Resistencia – Caliente 2 Conducto de medición 3 Conducto
4 Circuito de control 5 Ingreso de aire limpio

Fig. 2.10 Sensor MAF

2.6.6 Sensor de Velocidad del Vehículo VSS.

El sensor de velocidad del vehículo VSS (Vehicle Speed Sensor) es un captador magnético, se encuentra montado en el transeje donde iba el cable del velocímetro.

El VSS proporciona una señal de corriente alterna al ECM la cuál es interpretada como velocidad del vehículo. Este sensor es un generador de imán permanente montado en el transeje. Al aumentar la velocidad del vehículo la frecuencia y el voltaje aumentan, entonces el ECM convierte ese voltaje en Km/hr, el cual usa para sus cálculos. Los Km/hr pueden leerse con el monitor OTC.

El VSS se encarga de informarle al ECM de la velocidad del vehículo para controlar el velocímetro y el odómetro, el acople del embrague convertidor de torsión (TCC) transmisiones automáticas, en algunos se utiliza como señal de referencia de velocidad para el control de cruceo y controlar el ventilador de dos velocidades del radiador.

Tiene en su interior un imán giratorio que genera una onda senoidal de corriente alterna directamente proporcional a la velocidad del vehículo. Por cada vuelta del eje genera 8 ciclos, su resistencia debe ser de 190 a 240 Ohmios.

Con un voltímetro de corriente alterna se checa el voltaje de salida estando desconectado y poniendo a girar una de las ruedas motrices a unas 40 millas por hora. El voltaje deberá ser 3.2 voltios

2.6.7 Sensor de Oxígeno HEGO

El Sensor de oxígeno o sonda Lambda se encarga de la regulación correcta del suministro de aire y combustible al motor.

Para que el catalizador pueda funcionar de forma óptima, la relación de aire y combustible debe ser ajustada con precisión. Y de ello se encarga la sonda Lambda que detecta de forma continuada el contenido residual de oxígeno en el gas de escape. Mediante una señal de salida regula la unidad de control del motor (ECU) que, en consecuencia, ajusta con precisión la mezcla de aire y combustible.

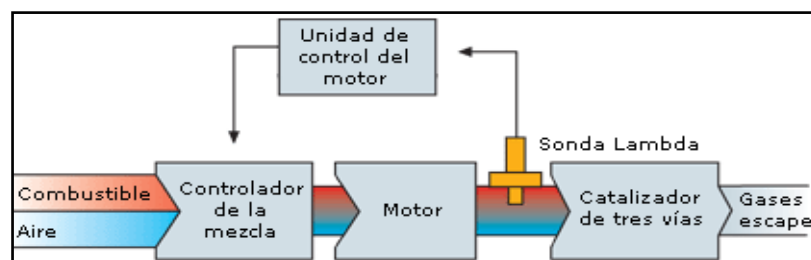


Fig. 2.11 Ubicación del Sensor de Oxígeno

El éxito de la sonda Lambda se basa no sólo en ser la forma más efectiva de depurar los gases de escape, sino, además, en el continuo desarrollo de diferentes tipos de sonda, entre ellas las sondas con elemento calefactor y sin él o sondas que detectan la señal por generación de tensión o cambios de resistencia. Para regular la mezcla, los motores de gasolina Otto con inyección directa precisan unas sondas especiales de banda ancha.



Fig. 2.12 Estructura del Sensor de Oxígeno

Existen dos tipos de sondas Lambda: de titanio y de circonio.

Las que nos encontramos en mayor medida son las sondas Lambda de circonio. En este tipo de sondas, el lado externo de la pieza de dióxido de circonio se halla en contacto directo con los gases de escape, mientras que el lado interno está en contacto con el aire. Ambas partes están recubiertas con una capa de platino. El oxígeno en forma de iones atraviesa el elemento de cerámica y carga eléctricamente la capa de platino, que pasa a funcionar como un electrodo; la señal se transmite desde el elemento hasta el cable de conexión de la sonda.

El elemento de dióxido de circonio pasa a ser conductor de los iones de oxígeno a una temperatura de aproximadamente 300 °C. Cuando la concentración de oxígeno a los dos lados del elemento de dióxido de circonio es diferente, se genera una tensión debido a las particularidades del elemento. Cuando la relación aire-combustible es pobre, la tensión que se produce es baja; si la relación es rica, la tensión es alta.

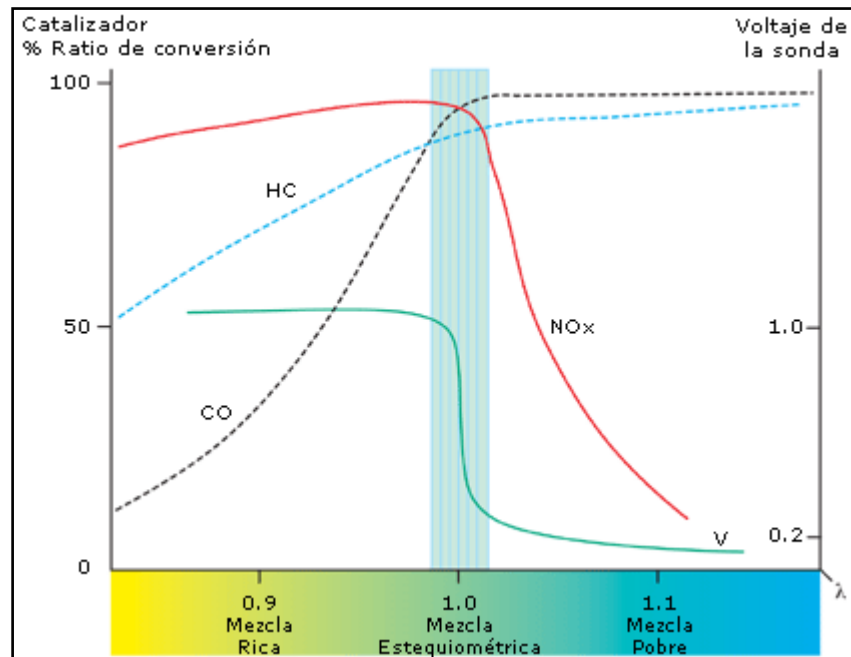


Fig. 2.13 Diagrama de funcionamiento del Sensor de Oxígeno

Cuando la mezcla de aire y combustible no ha sido ajustada con precisión, se produce un aumento de emisiones. Sólo cuando la relación de la mezcla es de 1 kg de combustible a 14,7 kg de aire, se puede garantizar una combustión completa y el catalizador puede convertir los gases de escape nocivos en gases que son respetuosos con el medio ambiente.

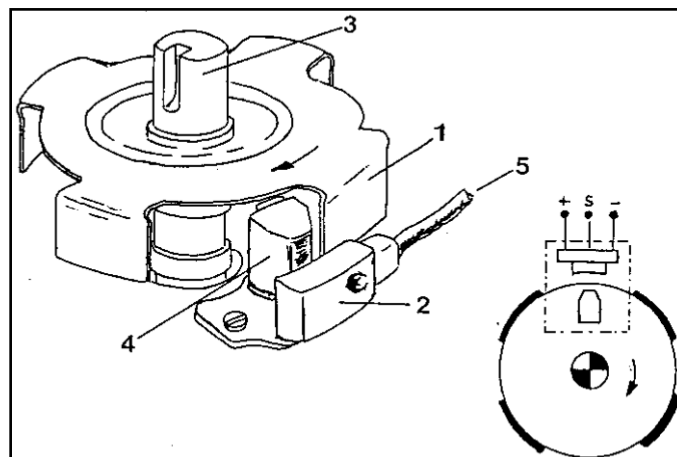
Y para conseguir este objetivo es necesario que el motor reciba en cada momento las cantidades exactas de aire y combustible. Esta relación exacta de aire y combustible se denomina con la letra griega Lambda (λ).

2.6.8 Sensor Efecto Hall localizado en el distribuidor

Este sensor tiene antecedentes de su utilización en los sistemas de encendido electrónico, pero algunos fabricantes lo utilizan también como información adicional del número de revoluciones del motor, basándose en el número de pulsos o señales que este sensor pueda entregar.

El sistema Hall se basa en el principio de conductibilidad de una pastilla semiconductor, cuando se enfrenta a ella un campo magnético, es decir, si las líneas magnéticas de un Imán permanente está cercano o enfrentado a esta "pastilla", ella se convierte en conductora eléctrica, emitiendo una señal hacia el computador. En cambio cuando una pantalla (disco) interrumpe o tapa esta acción del campo magnético del imán, la "pastilla" deja de conducir o enviar esta señal.

El número de veces que se envíe esta señal, dependerá únicamente del número de ventanas que posea el disco o pantalla obturadora en su periferia, la misma que también está alojada en el eje del distribuidor, forma que la podemos observar en la figura.



1. Pantalla obturadora 2. Pastilla HALL 3. Eje del distribuidor 4. Imán permanente
5. Conector eléctrico

Fig. 2.14 Sistema de Efecto Hall en el distribuidor

2.7 SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN

El sistema de alimentación suministra combustible en volumen necesario para las más diferentes condiciones de carga y revolución del motor.

El subsistema de combustible está dividido en una parte de baja presión y en otra de alta presión.

El sistema de combustible de baja presión: esta formado por un depósito (1), en su interior y sumergida una bomba eléctrica (2) eleva el combustible hacia un filtro (3) que se encarga de limpiarlo de impurezas, una vez filtrado el combustible se dirige a la bomba de alta presión (6). La presión del combustible en funcionamiento normal es de 3 bares y durante el arranque en caliente es de 5,8 bares como máximo.

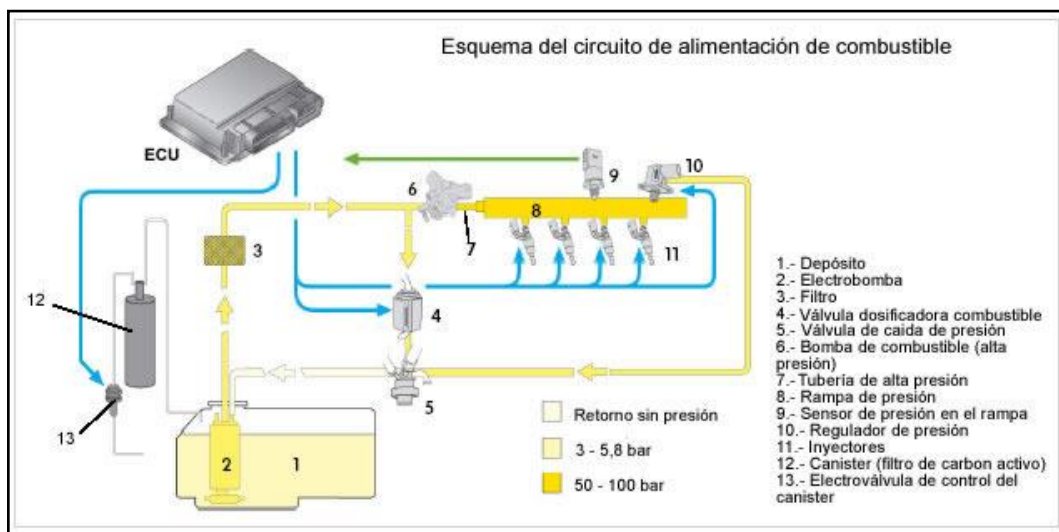


Fig. 2.15 Esquema del Subsistema de Alimentación

El sistema de combustible de alta presión: la bomba de alta presión (6) bombea el combustible hacia la rampa de inyección (8). La presión del combustible es medida allí por el sensor (9) correspondiente y la válvula reguladora se encarga de regularla desde 50 hasta 100 bares. La inyección corre a cargo de los inyectores de alta presión (11).

Dentro del sistema de combustible encontramos como elemento secundario el depósito de carbón activo o Canister (12). Sirve para tratar los gases que genera el combustible en su almacenamiento en el depósito.

2.7.1 Bomba de Combustible

Con la aparición de los sistemas de inyección electrónicos en la década de los ochenta nacen las bombas eléctricas de gasolina, algunas

instaladas en el exterior del tanque y otras (actualmente la mayoría) sumergidas en el tanque de gasolina.

El uso de este nuevo componente exige que el mecánico tenga conocimiento de electricidad para poder entender su funcionamiento, los métodos de desmontaje e instalación y los pasos para efectuar diagnósticos acertados de las fallas que se puedan presentar no solo en la bomba, sino también en el resto de los componentes del sistema de alimentación de combustible.

Las bombas eléctricas trabajan normalmente con un voltaje que varía entre 12 y 13 voltios suministrados al momento de pasar el interruptor de ignición a la posición de encendido.

En ese momento comienza a girar el motor eléctrico, suministrando la presión requerida por el sistema de combustible que puede variar desde 14,5 hasta 55 libras por pulgada cuadrada dependiendo del tipo de vehículo y el sistema de inyección que utiliza.

En el caso de las bombas eléctricas alojadas en el tanque de gasolina en sistemas carburados, la presión del sistema generalmente es de 3 a 8 libras por pulgada cuadrada. En todo caso, es necesario consultar la presión del sistema indicada en el manual de servicio del fabricante del vehículo.

Las bombas eléctricas de gasolina de algunas marcas son sometidas a rigurosas pruebas de funcionamiento, como por ejemplo operar en forma continua 500 horas a 4.000 rpm con salida total o ensayos de duración en condiciones extremas donde las bombas alcanzan períodos típicos de 100.000 millas de óptima operación, ofreciendo así garantía de calidad y larga vida.

Independientemente de la calidad, la vida útil de una bomba de gasolina puede ser afectada por el uso de gasolina contaminada con partículas extrañas, óxido ó por el uso indebido de alcohol o metanol.

Sin embargo la falla más frecuente de las bombas de gasolina se debe a la falta de mantenimiento (cambio) de los filtros de gasolina, los cuales al obstruirse producen restricción del flujo de gasolina hacia los inyectores ocasionando que el motor eléctrico de la bomba trabaje al máximo, produciéndose recalentamiento de sus componentes y daño prematuro de la bomba.



Fig. 2.16 Bomba de Combustible

2.7.2 Válvula reguladora de presión de combustible

Se encuentra atornillada entre la ramba de inyección y el tubo de retorno de combustible hacia el depósito.

Tiene la función de controlar la presión en la ramba de inyección, independientemente de la cantidad inyectada y de la cantidad de combustible suministrado por la bomba.



Fig. 2.17 Regulador de Combustible

Si se presentan diferencias con respecto a la presión teórica, la unidad de control del motor excita la válvula reguladora de la presión del combustible por medio de una señal modulada en anchura de los impulsos. A raíz de ello se crea un campo magnético en la bobina y la válvula con la bola de cierre despegas de su asiento. En función de la magnitud de la señal se modifica de esta forma la sección de paso hacia el tubo de retorno y, con ésta, la cantidad de combustible que retorna, regulándose la presión correspondientemente.

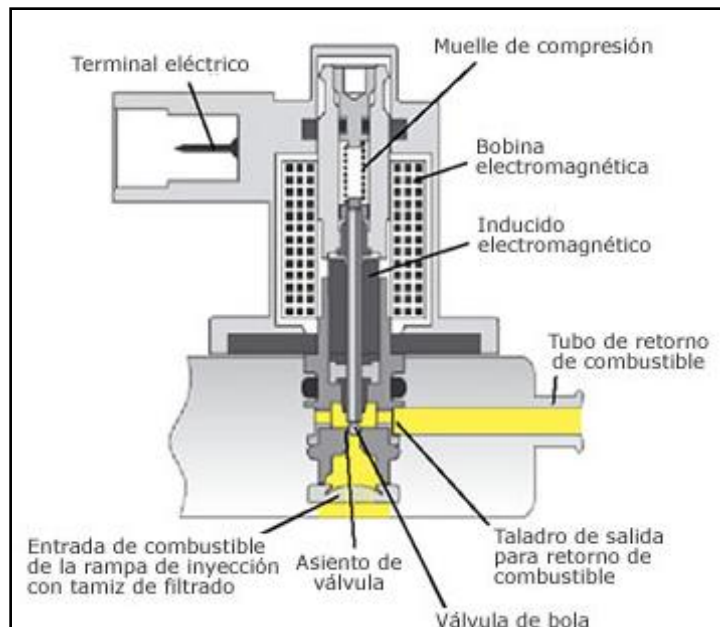


Fig. 2.18 Esquema del Regulador de Presión

La válvula reguladora se encuentra cerrada al no tener la corriente aplicada. De ese modo se tiene establecido de que siempre esté disponible una presión suficiente del combustible.

Para proteger los componentes contra presiones excesivas se incorpora en la válvula reguladora de presión del combustible un limitador mecánico de la presión a través de un sistema de muelle. Abre al tener el combustible una presión de 120 bares.

2.7.3 Inyectores

Los inyectores van fijados a la culata e inyectan el combustible a alta presión directamente al interior del cilindro (inyección directa).

La misión de los inyectores es inyectar el combustible en un tiempo mínimo, adecuadamente pulverizado y de forma específica según el modo operativo momentáneo.

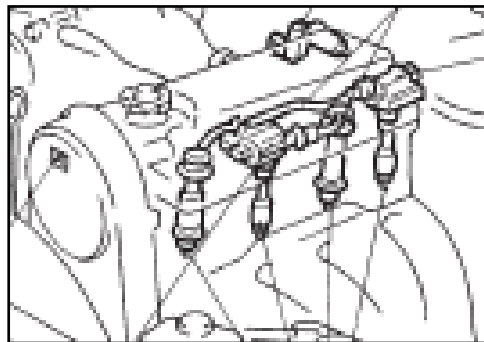


Fig. 2.19 Ubicación de los inyectores

Con un ángulo de proyección del chorro de 70° y un ángulo de inclinación del chorro de 20° se tiene dada un posicionamiento exacto del combustible, sobre todo en el modo estratificado.

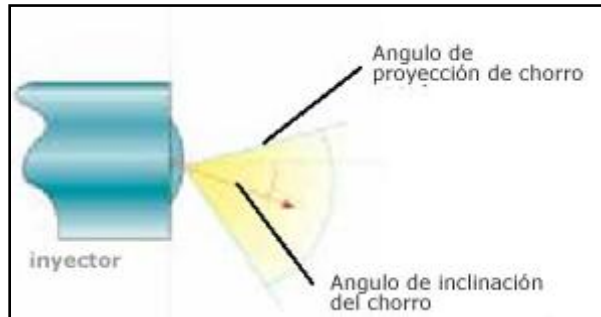


Fig. 2.20 Ángulos de inyección del inyector

Durante el ciclo de la inyección se excita el bobinado electromagnético en el inyector y se genera un campo magnético. A raíz de ello se atrae el inducido con la aguja, con lo cual abre el inyector y proyecta el combustible.

Al dejarse de excitar el bobinado se neutraliza el campo magnético y la aguja es oprimida por el muelle de compresión contra su asiento en el inyector. El flujo del combustible queda interrumpido.

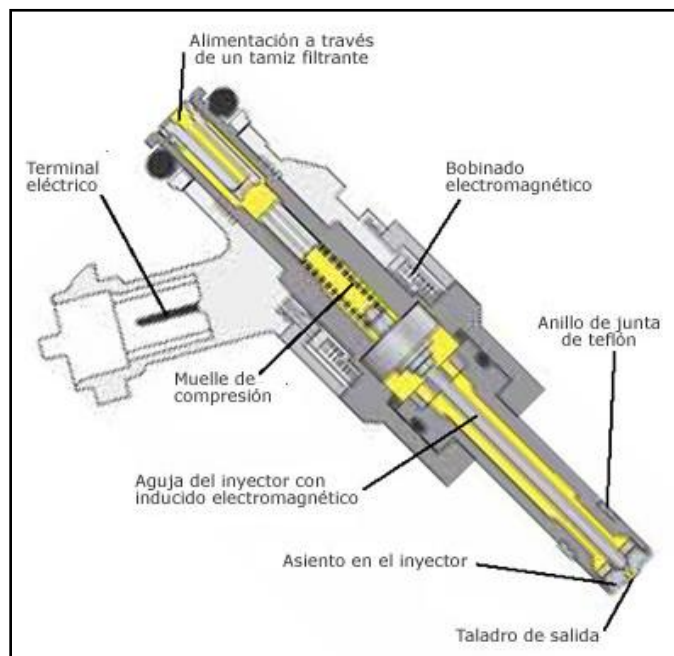


Fig. 2.21 Partes del Inyector

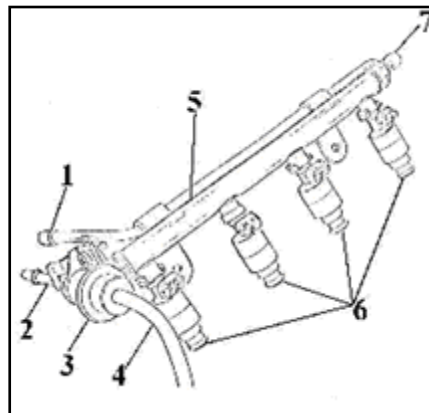
Los sistemas de inyección directa frente a los sistemas de inyección en el colector de admisión (inyección indirecta), tienen que trabajar con

presiones de inyección más altas y el tiempo disponible para hacer la inyección es notablemente menor. Sin embargo el mismo volumen de combustible puede ser inyectado en menos tiempo si se incrementa la presión de inyección.

2.7.4 Riel de Inyectores

El distribuidor de combustible figura 2.22, está montado en el colector de admisión y tiene las siguientes funciones:

- Posiciona adecuadamente los inyectores en el colector de admisión.
- Auxilia en el direccionamiento correcto del chorro atomizado del inyector.
- Soporta el regulador de presión de combustible.



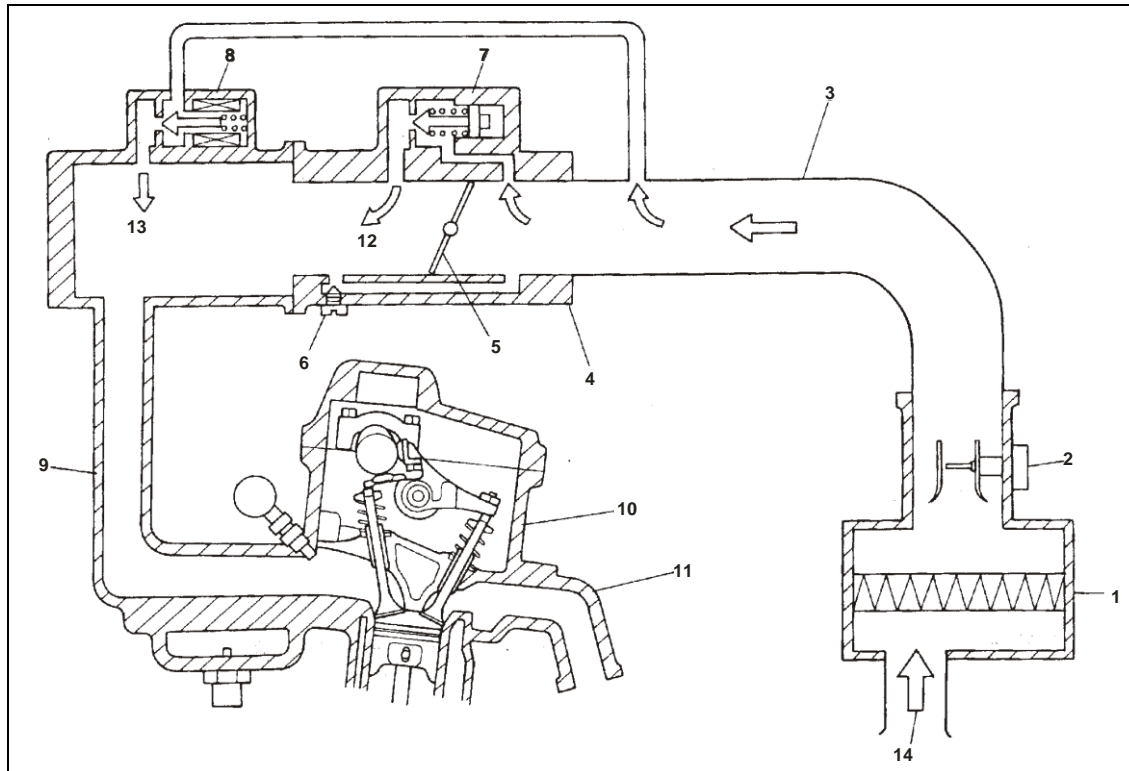
- 1 Entrada de combustible 2 Salida de combustible 3 Regulador de presión de combustible 4 Línea de vacío 5 Distribuidor de combustible 6 Inyectores 7 Válvula para medición de presión

Figura 2.22. Distribuidor de Combustible.

2.8 SUBSISTEMA DE INGRESO DE AIRE

El sistema de admisión consta de filtro de aire, colector de admisión, cuerpo de mariposa y los tubos de admisión conectados a cada cilindro. El sistema de admisión tiene por misión hacer llegar a cada cilindro del motor la cantidad de

aire para que la misma sea emulsionada con el combustible (relación práctica 14,7-1) necesaria a cada carrera de explosión del pistón.



- 1 Filtro de aire 2 Sensor MAF 3 Tobera 4 Cuerpo del Estrangulador
 5 Estrangulador 6 Tornillo de ajusta de velocidad (ingreso de aire) 7 FIA 8 IAC
 9 Múltiple de admisión 10 Cabezote 11 Múltiple de escape 12 Flujo de aire cuando el
 vehí. esta frío 13 Flujo de aire cuando la válvula IAC trabaja 14 Ingreso de aire

Fig. 2.23 Subsistema de Ingreso de Aire

2.8.1 Cuerpo de la Mariposa

El cuerpo de la mariposa aloja el regulador de la presión del combustible, el motor paso a paso de la mariposa y el inyector único. La UCE controla el motor paso a paso de la mariposa y el inyector. El contenido de CO no se puede ajustar manualmente. El interruptor potenciómetro de la mariposa va montado en el eje de la mariposa y envía una señal a la UCE indicando la posición de la mariposa. Esta señal se convierte en una señal electrónica que modifica la cantidad de combustible inyectada. El inyector accionado por solenoide pulveriza la gasolina en el espacio comprendido entre la mariposa y la pared del

venturi. El motor paso a paso controla el ralentí abriendo y cerrando la mariposa. El ralentí no se puede ajustar manualmente.

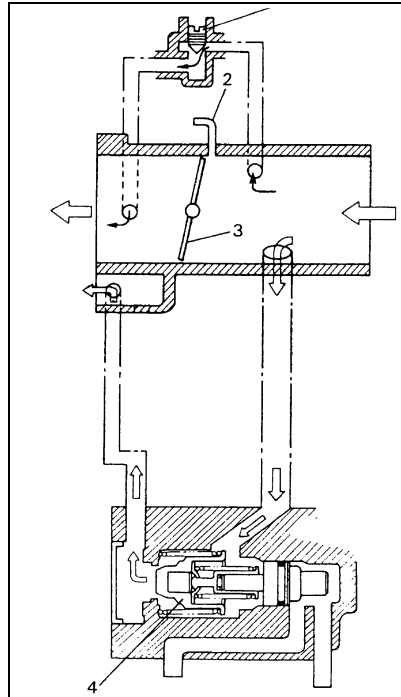


Fig. 2.24 Cuerpo de la Mariposa
2 Conducto de vacío 3 Estrangulador 4 Válvula de paso rápido de aire

2.8.2 Válvula de control de aire IAC

La válvula IAC (Idle Air Control) se encarga de proporcionar el aire necesario para el funcionamiento en marcha lenta. Estando el motor en marcha lenta, la cantidad de aire que pasa por la mariposa de aceleración es muy poco y la válvula IAC proporciona el resto del aire por un conducto.

Tiene en su interior un motor reversible con 2 embobinados para que el rotor pueda girar en los 2 sentidos. El rotor tiene rosca en su interior y el vástago de la válvula se enrosca en el rotor. Si el rotor gira en un sentido, el vástago saldrá cerrando el flujo del aire y si gira en el otro sentido, el vástago se retraerá aumentando el flujo.

Tiene 4 terminales conectadas a la ECU para que éste controle el motor de la IAC dependiendo de la cantidad de aire que necesite para la marcha lenta aumentando o restringiendo el flujo del aire. Los embobinados del motor de la IAC no deben tener menos de 20 Ohmios, ya que si tienen menos se deteriora la ECU.

Si la rotación en ralentí estuviere excesivamente baja, habrá mayor cantidad del aire de la válvula de la mariposa de aceleración, haciendo aumentar la marcha en ralentí.

El ECM graba en la memoria las informaciones sobre la posición mandada de la válvula IAC.

Si hay pérdida de energía en la batería, o si la válvula IAC fuese desconectada, esas informaciones no serán correctas. La rotación de la marcha en ralentí podrá ser incorrecta, y será necesario el ajuste de la válvula IAC.

El ajuste de la válvula IAC, es efectuado después que la rotación del motor aumenta arriba de 3500 rpm y la llave del contacto es desplegada.

El ECM ajusta la válvula IAC, asentándola completamente extendida, y de esta forma establecerá la posición cero, y luego contraerla a la posición deseada. La escala de calibración para el movimiento de la válvula IAC está entre 0 a 160 pasos.

2.8.3 Sistema de Ventilación del Estanque EVAP/ Canister.

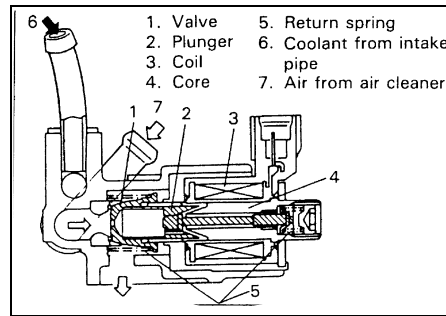
El EVAP está diseñado para verificar que la Válvula de Purga del Canister (EVAP) esté funcionando adecuadamente y para controlar el flujo de vapores de combustible que fluyen a través de la válvula desde el canister hacia la admisión del motor.

El funcionamiento eléctrico de la válvula de purga del canister (EVAP) es chequeado inicialmente antes que el flujo de testeo comience. Las señales de entrada a la ECU de los sensores ECT, sensor MAF y VSS son utilizadas para conformar las condiciones de ensayo.

El monitoreo del flujo de vapores de combustible no se realizará si la ECU detecta un mal funcionamiento de la válvula de purga del canister (EVAP).

Antes que el test de flujo sea realizado, la ECU calculará que cantidad de vapor de combustible está presente durante el purgado con el motor operando. Si la cantidad de vapor calculado está por encima de un valor determinado, fijado en la memoria PROM de la ECU, este asumirá que hay vapor fluyendo hacia el motor y que la válvula de purga del canister (EVAP) está funcionando adecuadamente. Si estas condiciones se cumplen, la parte correspondiente al test de control de vapor de combustible durante la marcha en vacío del motor será evitado y el test se dará por completado.

Si la cantidad de vapor de combustible calculado está por debajo del valor determinado, fijado en memoria PROM de la ECU, la parte correspondiente al test de control de vapor durante la marcha en vacío debe ser ejecutada para verificar que la válvula de purga del canister esté funcionando correctamente. Una presunción del test de flujo, es que a pesar del vapor de combustible que pueda contener el canister, una porción importante del mismo está siendo liberado a la atmósfera.



1 Válvula 2 Cilindro 3 Arrollamiento 4 Núcleo

Fig. 2.25 Válvula IAC

2.8.3 Sistema de Recirculación de Gases de Escape EGR

La recirculación de gases de escape tiene dos misiones fundamentales, una es reducir los gases contaminados procedentes de la combustión o explosión de la mezcla y que mediante el escape salen al exterior. Estos gases de escape son ricos en monóxido de carbono, carburos de hidrógeno y óxidos de nitrógeno.

La segunda misión de la recirculación de gases es bajar las temperaturas de la combustión o explosión dentro de los cilindros. La adición de gases de escape a la mezcla de aire y combustible hace más fluida a esta por lo que se produce la combustión o explosión a temperaturas más bajas.

La válvula EGR, recirculación de gases de escape toma su nombre del inglés cuya nomenclatura es: Exhaust Gases Recirculation.

En la figura 2.26 tenemos una válvula seccionada y en ella podemos distinguir las siguientes partes:

- Toma de vacío del colector de admisión.
- Muelle resorte del vástago principal
- Diafragma
- Vástago principal

- Válvula
- Entrada de gases de escape del colector de escape
- Salida de gases de escape al colector de admisión

La base de la válvula es la más resistente, creada de hierro fundido ya que tiene que soportar la temperatura de los gases de escape (sobrepasan los 1000°C) y el deterioro por la acción de los componentes químicos de estos gases.

Estas altas temperaturas y componentes químicos que proceden del escape son los causantes de que la válvula pierda la funcionalidad, pudiendo quedar esta agarrotada, tanto en posición abierta como cerrada, por lo que los gases nocivos saldrían, en grandes proporciones al exterior y afectando a la funcionalidad del motor.

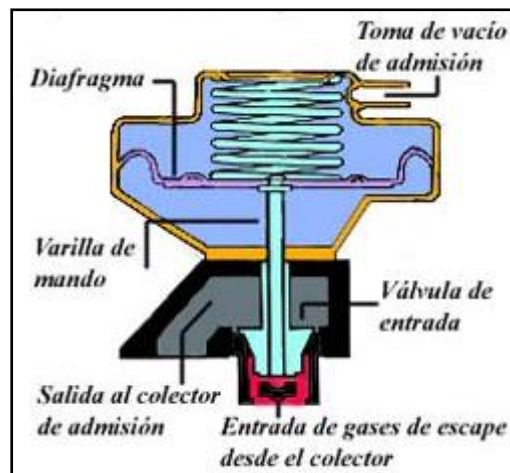


Fig. 2.26 Válvula EGR

2.9 SUBSISTEMA DE AUTODIAGNÓSTICO

Al tiempo en que los fabricantes de autos iniciaron la introducción de las computadoras y sensores electrónicos para el control del motor en los vehículos, fue necesario el desarrollo de sistemas de diagnóstico para estos. El sistema cayó en dos categorías: diagnóstico externo y diagnóstico interno o diagnóstico abordo. El diagnóstico externo utiliza herramientas separadas para

correr rutinas de diagnóstico, mientras que el diagnóstico interno incorpora esas pruebas dentro de la computadora del carro (ECU).

A partir de ese momento el sistema de diagnóstico a bordo (OBD) incorpora una luz piloto llamada “check engine” para informar al conductor que ocurrió una falla en el vehículo. Este sistema fue conocido como sistema de diagnóstico a bordo de primera generación (OBD I por sus siglas en inglés).

Uno de los principales problemas del sistema OBD I fue que cada fabricante tenía su propio “lenguaje” para comunicarse con las computadoras de los autos. Para solventar esto, se estableció que todos los vehículos vendidos en los Estados Unidos de América a partir del año 1996 deben cumplir con un nuevo sistema de diagnóstico (llamado OBD II) común para todas las marcas, de esta forma las computadoras de los autos deberán tener el mismo “lenguaje” y podrán ser diagnosticadas con una misma herramienta común llamada scanner.

En el caso del vehículo Chevrolet Vitara G 1600, tiene un conector para scanner de 16 pines universal que nos daría la idea de ser un OBD II, pero al realizar el diagnóstico con scanner, se encontró con códigos de OBD I.



Fig. 2.27 Conector OBDII Del Vehículo Vitara

2.9.1 Sistema de Autodiagnosis.

El sistema tiene la capacidad de realizarse un autodiagnosis. “Capacidad de Autodiagnosis” significa que el sistema electrónico se monitorea a si mismo y al equipo periférico, a través del reconocimiento y comprobación de fallas que puedan ser indicadas a través de la luz de anomalía.

2.9.2 Finalidades del Sistema de Autodiagnosis

- Indicar al conductor, posibles fallas en el sistema.
- Grabar Fallas, en forma de “Códigos de Fallas”, que ocurren durante el funcionamiento del vehículo.
- Auxiliar a los técnicos automotrices a identificar la falla a través de la lectura de códigos, mediante la luz mil.

2.9.3 Indicación de Falla

La luz que indica check engine (revise el motor) en el tablero de la cabina del vehículo, enciende de forma automática cada vez que el sistema de diagnóstico automático, ODB por sus siglas en inglés, de la ECU del auto, detecta una posible fuente de fallos.



Fig. 2.28 Luz Chek Engine en el tablero del vehículo Vitara

Entre los sistemas que revisa se encuentran el de control de emisiones, el cual comprende errores en la mezcla de combustible. También el sistema eléctrico, el manejo del tren de dirección, e incluso, a otros sensores de funcionamiento.

Podría ser que la falla reportada sea fácil de reparar o que se trate de un gasto mayor y como nunca se sabe con seguridad, a muchos conductores les atemoriza la señal.

2.9.4 Grabación del Código de Fallas

Un código de falla es automáticamente grabado en la memoria RAM de la ECU cuando existe algún fallo en la gestión electrónica, la memoria es apagada cuando la batería es desconectada en lo mínimo durante 10 segundos, pero si no se corrige el error, el código de falla permanecerá grabado y aparecerá de inmediato, apenas el motor entre en funcionamiento o se de arranques.

2.9.5 Lectura de códigos sin el Scanner

En el vehículo Chevrolet Vitara 1.6 16V es posible realizar la lectura de códigos de falla grabadas en la ECU, sin utilizar scanner.

Para realizar esta lectura se seguir los siguientes pasos:

- Ubicar el conector de transmisión de datos (parte frontal derecha del vehículo).
- Poner en contacto.
- Comprobar que la luz check engine se ilumine.
- Puentear los terminales B y D del conector de transmisión de datos.

- Cuente los parpadeos emitidos por la luz check engine. Anote los códigos de avería emitidos. Contraste la información con la tabla de códigos de avería correspondiente.
- Cada código de avería esta compuesto por 2 grupos de uno o más parpadeos
- Cada código de avería esta separado por 3 segundos.
- Duración del parpadeo de la luz indicadora: 0,3 segundos.
- Por ejemplo dos parpadeos de 0,3 segundos, pausa de 1,5 segundos, un parpadeo de 0,3 segundos, corresponde al código de avería 21.
- Para finalizar se quita el puente de los terminales B y B.
- Se apaga el vehículo.

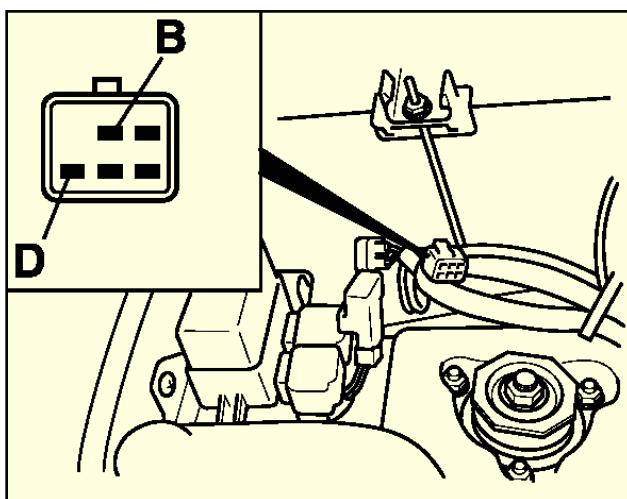


Fig. 2.29 Conector de datos

2.9.5 Códigos de falla

Para el vehículo CHEVROLET VITARA 1,6 existe la siguiente lista de códigos de falla que serán de utilidad para diagnosticar fallas en el sistema con la ayuda del scanner.

CODIGO DE FALLAS	DESCRIPCIÓN
13	Sensor de Oxígeno O ₂ - Circuito Abierto
14	Sensor de Temperatura del Líquido de Enfriamiento – Voltaje Bajo
15	Sensor de Temperatura del Líquido de Enfriamiento – Voltaje Alto
21	Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración – Voltaje Alto
22	Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración – Voltaje Bajo
24	Ninguna Señal de Velocidad del Vehículo Vss
33	Sensor MAF – Voltaje Alto
34	Sensor MAF – Voltaje Bajo
35	Falla en el Control de Aire en Relantí
41	Falla de ignición – Voltaje Alto
42	Sensor de posición del árbol de levas – Voltaje Bajo
44	Switch del TPS defectuoso
45	
51	Falla EGR
52	Sistema de Alimentación
53	Falla EPROM
12	Funcionamiento Normal

2.10 ECENDIDO ELECTRÓNICO

El sistema de encendido electrónico utilizado en el vehículo VITARA G 1600, es el que dispone como generador de impulsos el llamado de "efecto Hall". El funcionamiento del generador de impulsos de "efecto Hall" se basa en crear una barrera magnética para interrumpirla periódicamente, esto genera una señal eléctrica que se envía a la ECU que determina el punto de encendido.

En el distribuidor se dispone el generador de efecto Hall que esta compuesto por un tambor obturador, de material diamagnético, solidario al eje del distribuidor de encendido, con cuatro ranuras (ya que el motor tiene cuatro cilindros). El tambor obturador, en su giro, se interpone entre un cristal semiconductor alimentado por corriente continua y un electroimán. Cuando la parte metálica de pantalla se sitúa entre el semiconductor y el electroimán, el campo magnético de este último es desviado y cuando entre ambos se sitúa la ranura del semiconductor, recibe el campo magnético del imán y se genera el "efecto Hall".

Cuando el motor gira, el obturador va abriendo y cerrando el campo magnético Hall generando una señal de onda cuadrada que va directamente al modulo de encendido.

El sensor Hall esta alimentado directamente por la unidad de control a una tensión de 7,5 V aproximadamente.

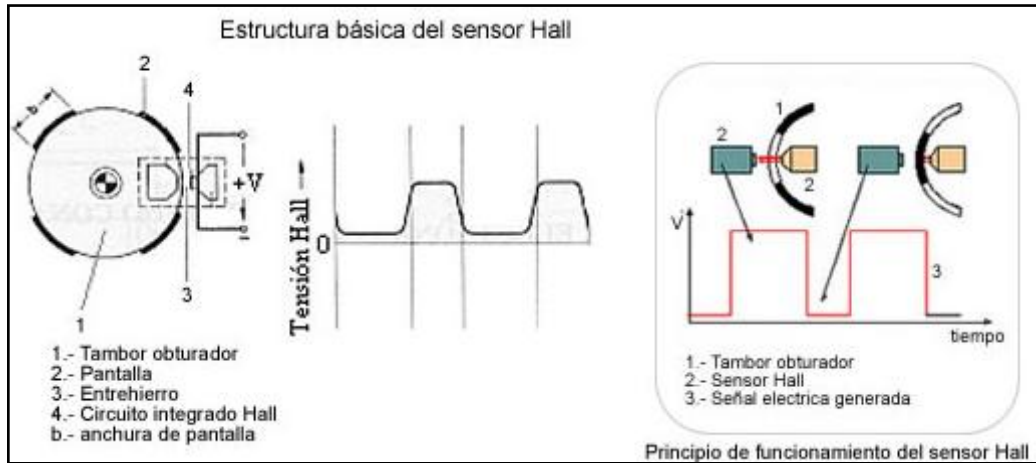
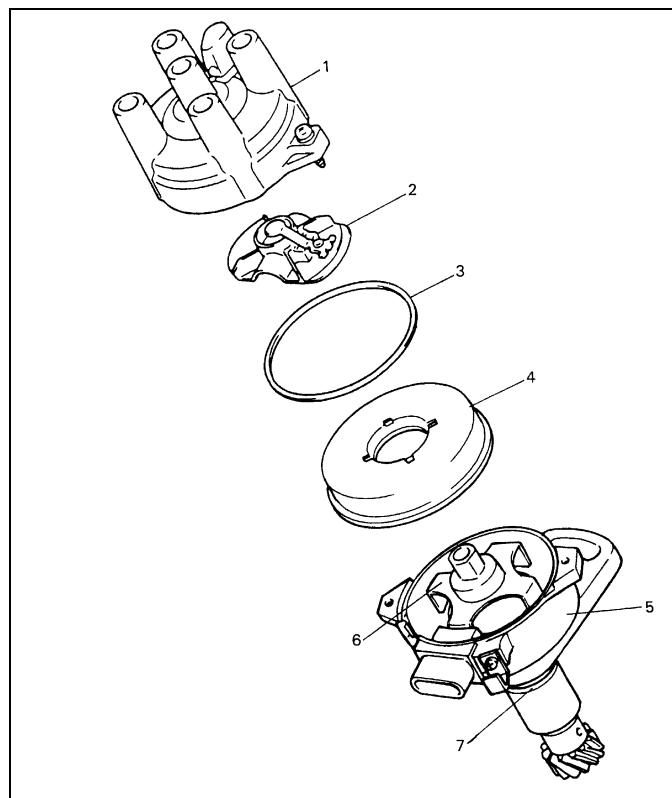


Fig. 2.30 Estructura del sensor hall

2.10.1 Distribuidor

El distribuidor es el elemento encargado de transmitir la corriente a cada bujía en el momento adecuado según el orden de encendido.



1 Tapa 2 Rotor 3 Anillo de sujeción 4 Tapa interna
5 Distribuidor 6 Rotor de señal 7 Eje del distribuidor

Fig. 2.31 Distribuidor

En el vehículo Chevrolet Vitara 1.6 16V, el diseño del distribuidor contiene inmerso la bobina de encendido y el sensor CMP; dando la forma del conector del distribuidor de la siguiente manera.

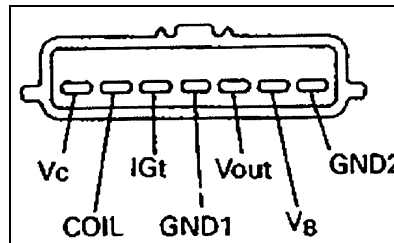


Fig. 2.32 Conector del distribuidor

2.10.2 Esquema eléctrico del Sistema de Encendido

El sistema de encendido utiliza señales de varios sensores conectados como se muestra en el siguiente diagrama.

- 1 Batería
- 2 Interruptor
- 3 Relé principal
- 4 Interruptor de ignición
- 5 Bobina de encendido
- 6 Supresor de ruido
- 7 Distribuidor
- 8 Rotor del distribuidor
- 9 Señal del rotor
- 10 CMP sensor
- 11 Bujías
- 12 Sensor MAF
- 13 Sensor TPA
- 14 Sensor ECT
- 15 Interruptor de encendido del motor
- 16 Terminal del interruptor de test
- 17 VSS
- 18 Sensor IAT solo versión California 93

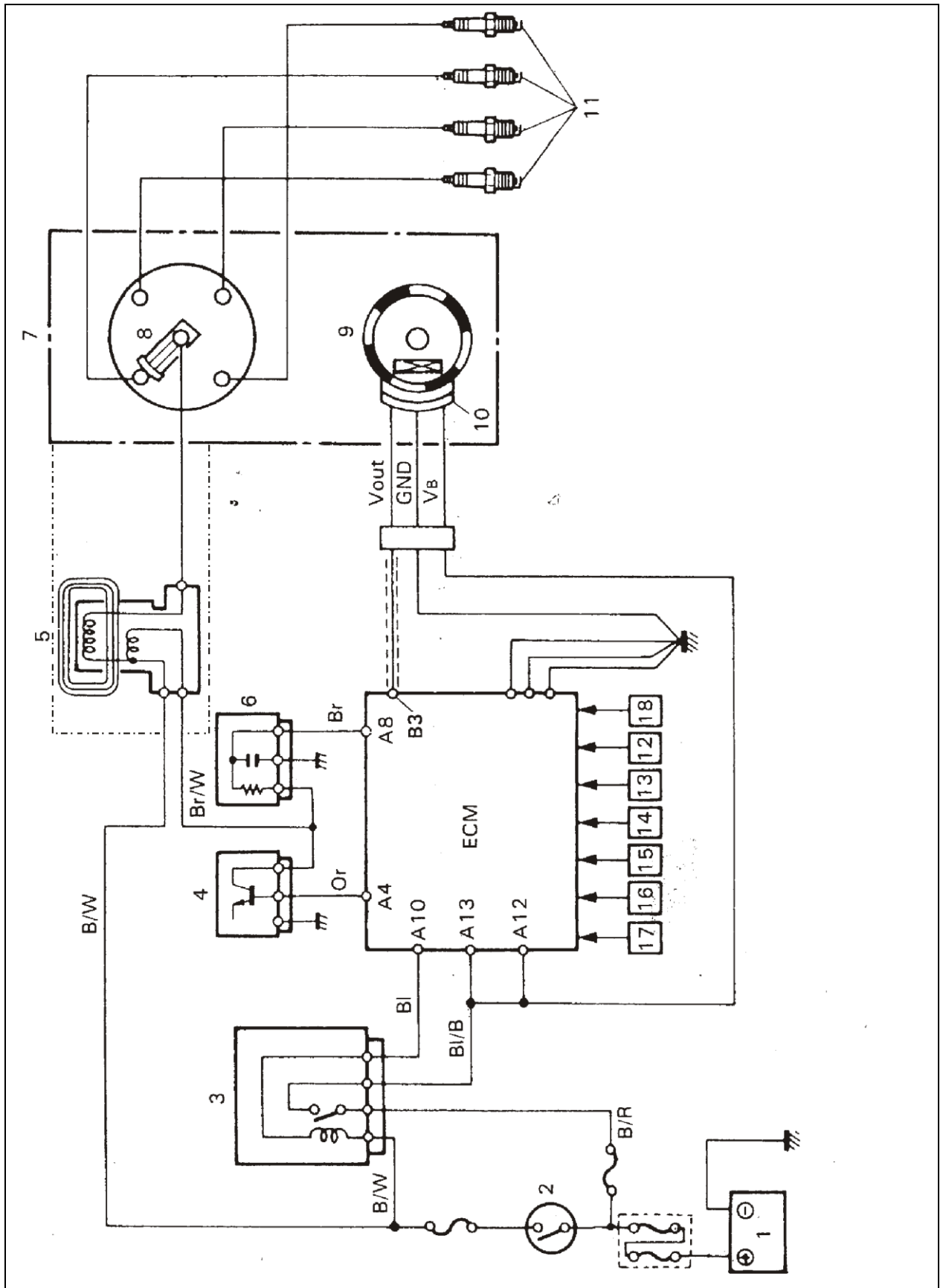


Fig. 2.33 Esquema Eléctrico del Sistema de Encendido

III. DISEÑO Y DIAGRAMACION DE CIRCUITOS ELECTRICOS Y PRUEBAS DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DEL VEHÍCULO CHEVROLET VITARA 1.6 16V

3.1 DISTRIBUCIÓN DE PINES DE LA ECU DEL VEHÍCULO CHEVROLET VITARA 1.6 16V

La ECU del vehículo Chevrolet Vitara dispone de dos conectores, uno de 22 pines (A) y otro de 26 pines (B), como se observa en la figura 3.1

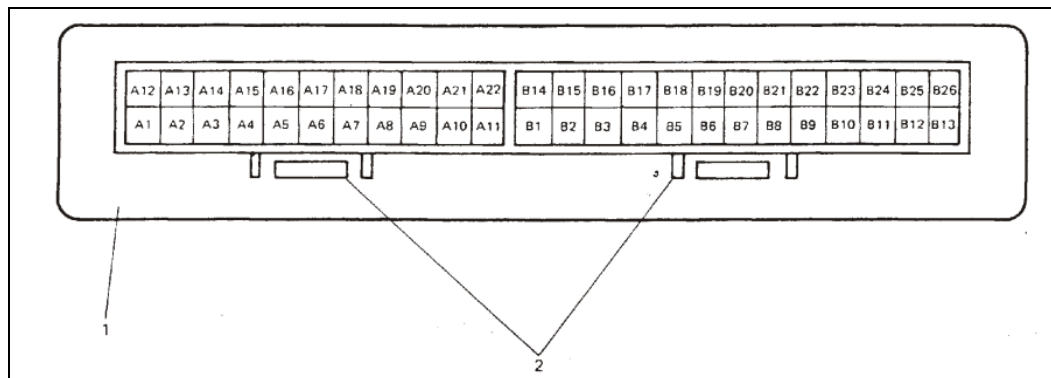


Fig. 3.1 Conectores de la ECU
1 ECU 2 Conectores A y B respectivamente

- A1** Corriente de respaldo de la ROM.
- A2** Puesta en marcha del motor.
- A3** Ciclo de trabajo.
- A4** Disparo de encendido.
- A5** Relé de la bomba de combustible.
- A6** Interruptor de prueba.
- A7** Sensor de velocidad del vehículo VSS.
- A8** Bobina de encendido.
- A9** Aire Acondicionado (Full Equipo)
- A10** Relé principal.

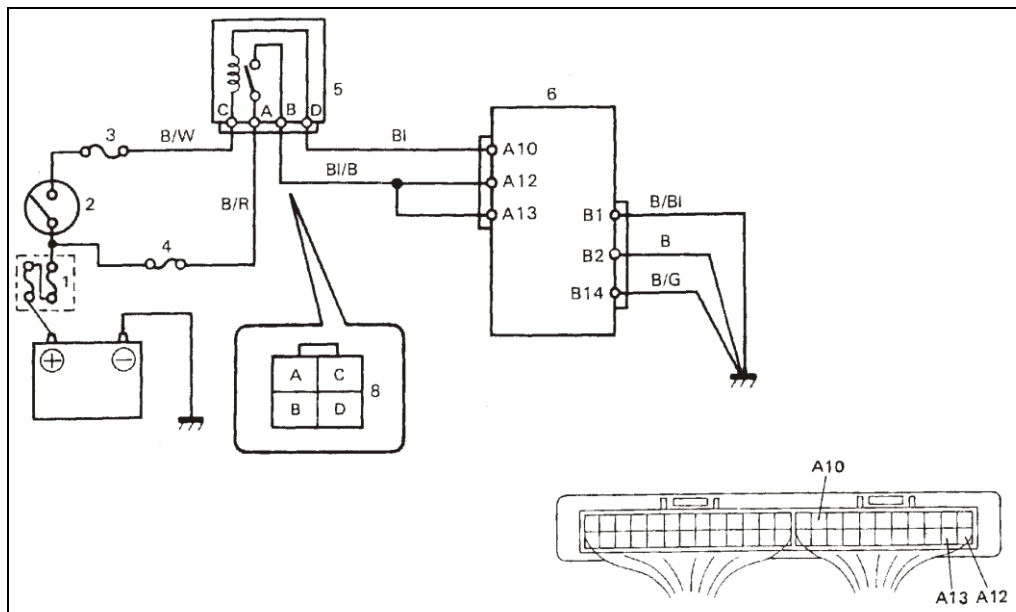
- A11** Sin uso.
- A12** Fuente de corriente.
- A13** Fuente de corriente.
- A14** Luz de Check Engine.
- A15** Sin uso.
- A16** Sin uso.
- A17** Terminal del interruptor de diagnóstico.
- A18** Interruptor de ralentí del TPS.
- A19** Presión del líquido de la dirección.
- A20** Sin uso.
- A21** Sin uso.
- A22** Sin uso.

- B1** Masa.
- B2** Masa.
- B3** CAS Positivo.
- B4** Alimentación actuadores.
- B5** Alimentación actuadores.
- B6** Fuente de corriente para el TPS.
- B7** Sensor TPS.
- B8** Sensor MAF.
- B9** Sensor ECT.
- B10** Sin uso.
- B11** Inyector N° 1.
- B12** Válvula IAC.
- B13** Inyector N° 3.
- B14** Masa.
- B15** Puesta a tierra de sensores.
- B16** Conector de datos.
- B17** Conector de datos.
- B18** Conector de datos.
- B19** Sin uso.
- B20** Sensor de oxígeno.

- B21** Sin Uso.
- B22** Conector de datos.
- B23** Calefactor del sensor de oxígeno.
- B24** Inyector N° 2.
- B25** Válvula EVAP.
- B26** Inyector N° 4.

3.2 CIRCUITO DE PUESTA A TIERRA Y CORRIENTE DE LA ECU.

Recibe las señales de entrada de los sensores, interruptores batería, para procesarlas a través de su memoria. Cuando la llave esta conectada, la ECU es la encargada de suministrar voltaje a los diferentes sensores que así lo requieran para su funcionamiento. La ECU asigna voltajes de salida a los actuadores.

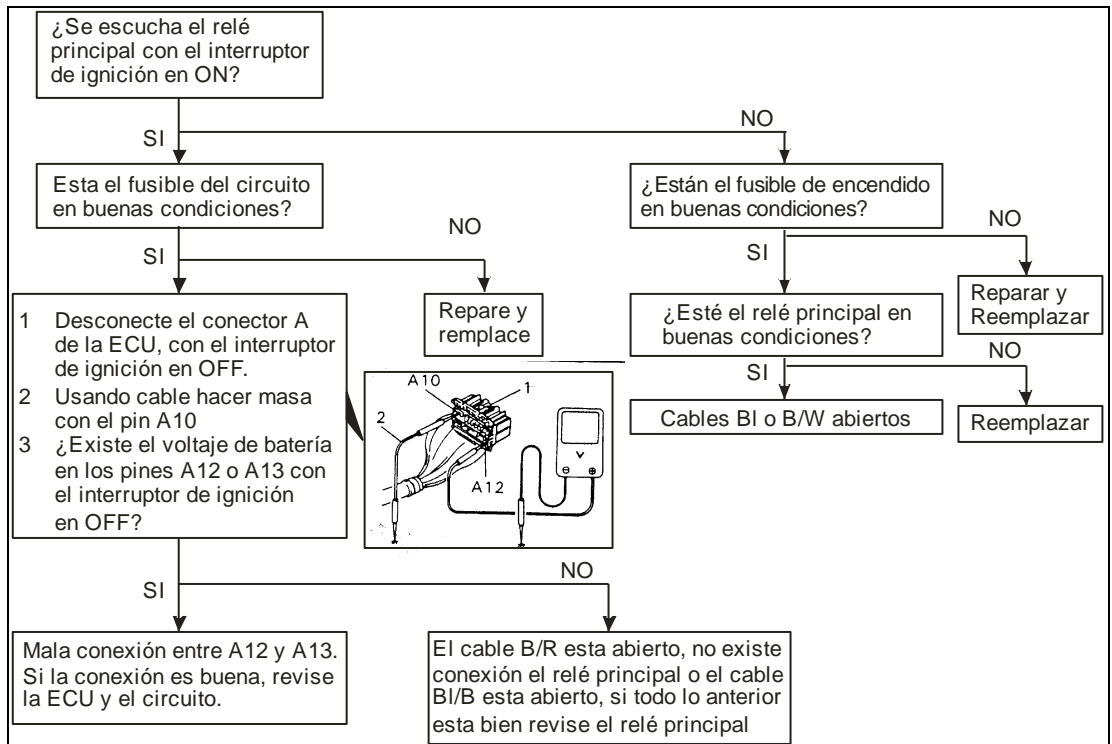


1 Fusible Principal 2 Interruptor de encendido 3 Fusible del circuito de encendido
4 Fusible de la ECU 5 Relé principal 6 ECU 7 No usado 8 Terminales del relé

***Fig. 3.2 Circuito de Puesta a Tierra y corriente de la ECU**

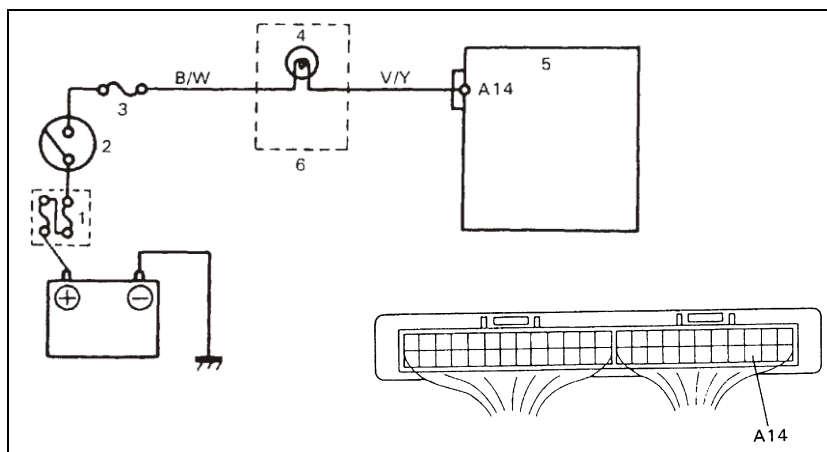
3.2.1 Inspección del Circuito de Puesta a Tierra y Corriente de la ECU

Para la inspección de este circuito se debe tomar en cuenta el siguiente procedimiento:



3.3 CIRCUITO DE LUZ CHECK ENGINE

El sistema Luz CHECK ENGINE, verifica los circuitos que manejan las señales de entrada y salida. Con señales erróneas, la unidad de control electrónico, almacena en la memoria y se enciende la luz CHECK ENGINE.

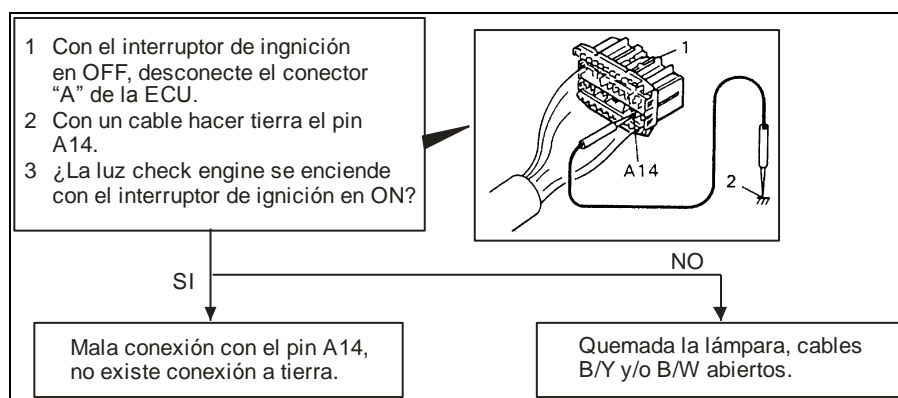


- 1 Fusible principal 2 Interruptor de encendido 3 Fusible del circuito 4 Lámpara
5 ECU 6 Conjunto luz Check Engine

Fig. 3.3 Circuito de Luz Check Engine

3.3.1 Inspección del Circuito Luz Check Engine

En el caso que la luz de Check Engine no se encienda cuando el interruptor de ignición este en ON, se debe realizar la siguiente inspección:



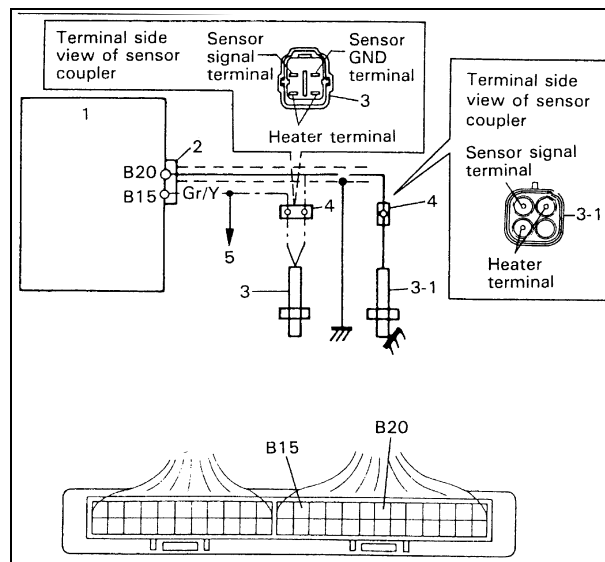
3.4 CIRCUITO DEL SENSOR CALENTADO DE OXÍGENO HEGO

Para su correcto funcionamiento requiere una temperatura superior a los 300 grados centígrados.

El sensor en el vehículo chevrolet Vitara posee cuatro cables; reacciona al contenido en oxígeno en el tubo de escape y producirá un voltaje pequeño

dependiendo de la mezcla aire/combustible. La gama del voltaje considerada, en la mayoría de los casos, variará entre 0.2 y 0.8 voltios: 0.2 voltios indica que una mezcla pobre y un voltaje de 0.8v demuestra una mezcla rica.

Si el sistema de inyección funciona correctamente y el sensor esta en buen estado variara entre 0,1 y 0,9 Volt a una tasa de 6 a 10 veces en diez segundos. Con la información de la sonda lambda la ECU puede controlar el combustible en lazo cerrado, esto es acortando y alargando el tiempo de inyección, en respuesta a la variación de la señal del sensor de oxígeno.



1 ECU 2 Conector de la ECU 3 Sensor de oxígeno (California) 3-1 Sensor de oxígeno
4 Conector 5 Terminal de la niquelina

Fig. 3.4 Circuito del Sensor Calentado de Oxígeno

3.4.1 Desinstalación del Sensor Calentado de Oxígeno

- Desconecte el negativo de la batería.
- Desconecte el conector del sensor de Oxígeno.
- Retire cuidadosamente el sensor de Oxígeno desde se habitáculo.

3.4.2 Comprobaciones del Sensor Calentado de Oxígeno

Comprobación de Señal

- Asegúrese de que no este en contacto el interruptor de ignición.
- No desenchufe los conectores. Acceda a los terminales del conector de la ECU.
- Arranque el motor.
- Déjelo a ralentí
- Asegúrese de que el motor esté a la temperatura normal de funcionamiento.
- Compruebe la tensión entre el terminal del conector de la ECU y masa.

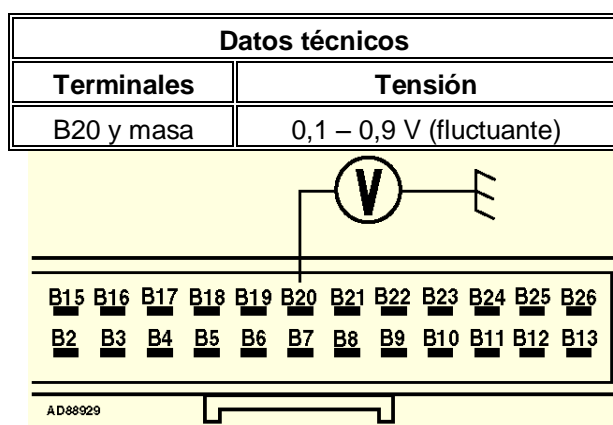


Fig. 3.5 Comprobación de la Señal

Nota: Debido al pequeño tamaño de los terminales del colector del mazo de cables de la ECU se recomienda acceder a dichos terminales por la parte trasera del conector.

Calentador del sensor de oxígeno

- Asegúrese de que no este en contacto el interruptor de ignición.
- Desenchufe el conector del sensor calentado de oxígeno.

- Compruebe la resistencia entre los terminales del sensor calentado de oxígeno.

Datos técnicos		
Terminales	Temperatura	Resistencia
3 y 4	20 °C	11 - 15 Ohmios

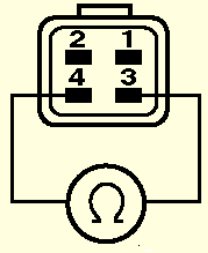


Fig. 3.6 Comprobación de resistencia en el sensor de oxígeno HEGO

3.4.3 Instalación del Sensor Calentado de Oxígeno

- Limpiar el sensor de oxígeno si este lo necesita.
- Instalar el sensor HEGO en su habitáculo.
- Aplicar un apriete de 42 N.m (31 lb-ft).
- Verificar los terminales del conector del sensor.
- Conectar el conector del sensor oxígeno.
- Conectar el cable negativo de la batería.

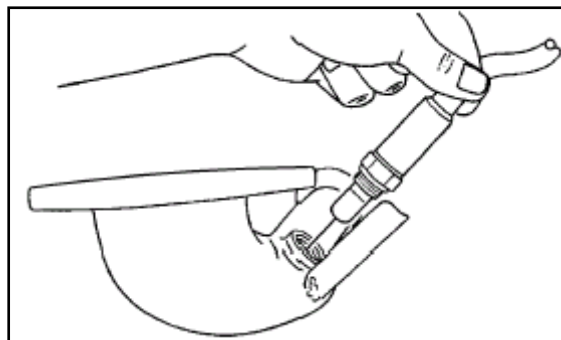


Figura 3.7 Procedimiento para colocar el sensor HEGO

3.4.4 Síntomas de fallo del Sensor Calentado de Oxígeno

- Se enciende la luz de Check Engine
- Bajo rendimiento

- Consumo de combustible e incremento de hidrocarburos.

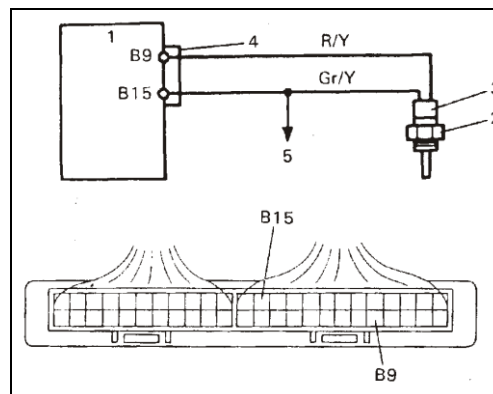
3.4.5 Mantenimiento y Servicio

- Verificar periódicamente las emisiones
- Reemplazar aproximadamente cada 50000 Km.

3.5 CIRCUITO DEL SENSOR DE TEMPERATURA DE REFRIGERANTE ECT

Los sensores de temperatura son termistores o resistencias electrónicas que varían su valor ohmico con la temperatura. Normalmente son de el tipo NTC es decir la respuesta de el sensor es inversamente proporcional a la variación de temperatura.

Los sensores de temperatura tienen dos cables correspondiendo uno a la señal del sensor y el otro a la masa.



1 ECU 2 Sensor ECT 3 Acople 4 Conector a la ECU 5 Masa Común

Fig. 3.8 Circuito del Sensor ECT

3.5.1 Desinstalación del Sensor ECT

- Retire el sistema presurizado de refrigerante
- Desconecte el cable negativo de la batería
- Desconecte el conector del sensor.
- Retire cuidadosamente el sensor.

3.5.2 Comprobaciones del Sensor ECT

Comprobaciones de la Resistencia

- Asegúrese que no este en contacto el interruptor de ignición.
- Desenchufe el conector del sensor de temperatura del refrigerante del motor.
- Libere la presión residual del sistema de refrigeración.
- Desmonte el sensor de temperatura del refrigerante del motor.
- Sumerja la sonda del sensor en refrigerante a la temperatura especificada.
- Compruebe la resistencia entre los terminales del sensor.
- El sensor de temperatura del refrigerante del motor se puede comparar con los valores de la temperatura del motor y la resistencia.

Datos técnicos	
Temperatura	Resistencia
20 °C	2210 - 2690 Ohmios
40 °C	1140 Ohmios
60 °C	580 Ohmios
80 °C	290 - 350 Ohmios

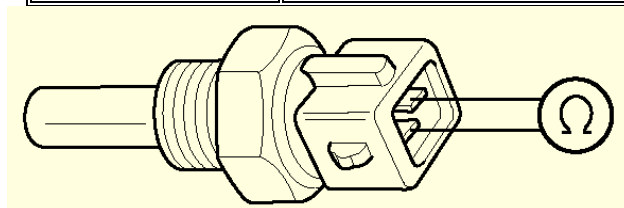


Fig. 3.9 Comprobación de resistencia en el sensor ECT

Comprobación de la tensión de alimentación

- Asegúrese que no este en contacto el interruptor de ignición.
- Desenchufe el conector del sensor de temperatura del refrigerante del motor.

- Poner en contacto.
- Comprobar la tensión entre los terminales del conector del mazo de cables.

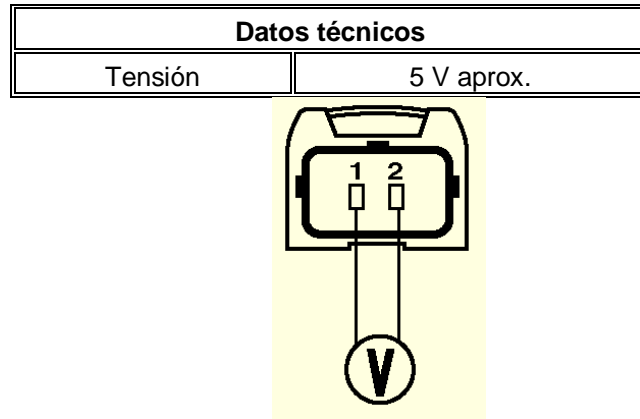


Fig. 3.10 Comprobación de tensión de alimentación en el sensor ECT

Comprobación de la Señal

- Asegúrese que no este en contacto el interruptor de ignición.
- No desenchufe el conector. Acceda a los terminales del conector del sensor de temperatura del refrigerante del motor.
- Poner en contacto.
- Compruebe la temperatura del refrigerante.
- Compruebe la tensión entre el terminal del conector y masa.

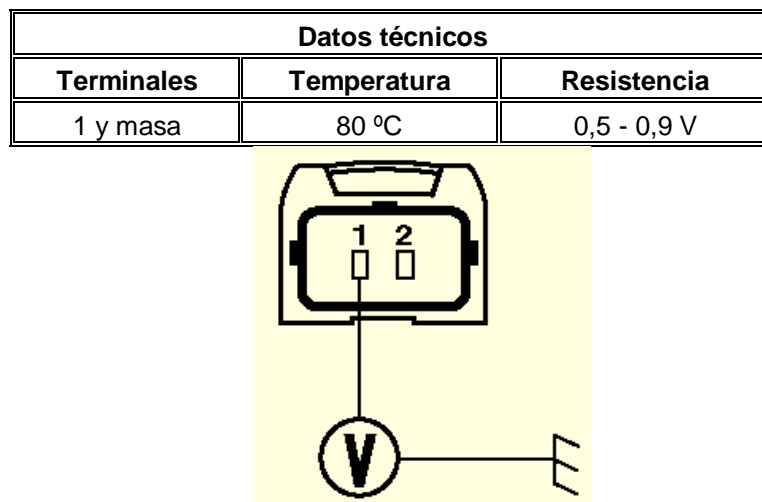


Fig. 3.11 Comprobación de señal del sensor ECT

3.5.3 Instalación del Sensor ECT

- Coloque un pegante en la rosca del sensor ECT
- Instale el sensor ECT dentro de su cavidad con un apriete de 20 N.m (15 lb-ft)
- Conecte el conector del sensor ECT
- Llene el sistema de refrigeración.
- Conecte el cable negativo de la batería.

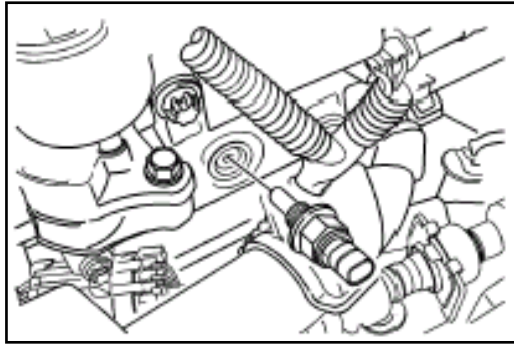


Figura 3.12 Instalación del sensor WTS

3.5.4 Síntomas de fallo del Sensor ECT

- Se enciende la luz del CHECK ENGINE
- Pérdida de potencia.
- Ventilador encendido en todo momento con motor funcionando.
- El motor tarda en arrancar en frío y en caliente.
- Consumo excesivo de combustible.
- Niveles de CO muy altos.
- Problemas de sobrecalentamiento

3.5.5 Mantenimiento y Servicio

- Revisar cada 25000 Km mediante los valores especificados de resistencia.

- El líquido refrigerante viejo puede ocasionar corrosión o mal contacto en las terminales, dañando el sensor.

3.6 CIRCUITO DEL SENSOR DE POSICIÓN DE LA MARIPOSA DE ACELERACIÓN TPS

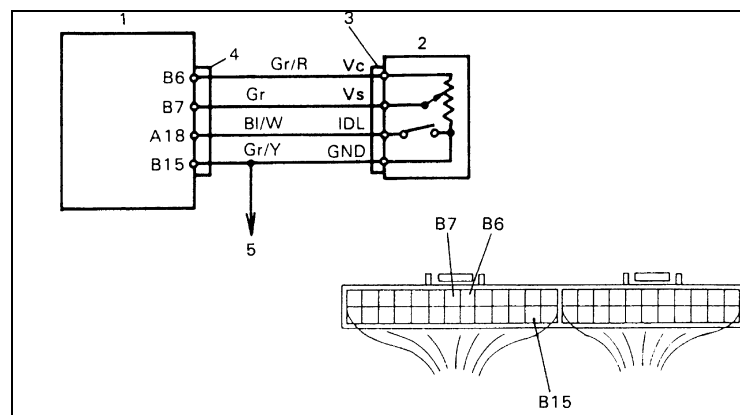
El sensor TPS informa a la ECU de la posición de la mariposa de aceleración. Esta compuesto por un potenciómetro de tres cables aunque en algunos sistemas se le agrega un cuarto cable correspondiente a un "CUT OFF" o Idle Switch.

La señal del TPS es de el tipo analógica y la señal del Idle Switch es de el tipo todo o nada (OFF-ON).

La condición de mariposa cerrada se suele representar por un voltaje bajo menor a 1Volt, mientras que la mariposa totalmente abierta se representa con un voltaje alto normalmente 4,5 Volt.

Los cables del sensor corresponden a:

- Alimentación 5 Volt
- Masa
- Señal: 0,5 V a 4,5 V



1 ECU 2 Sensor TPS 3 Acople 4 Conector a la ECU 5 Masa Común

Fig. 3.13 Circuito del Sensor TPS

3.6.1 Desinstalación del Sensor TPS

- Desconecte el cable negativo de la batería
- Retirar el tubo de aspiración de aire y resonador.
- Desconecte el conector del sensor.
- Retire los pernos del sensor y retire el sensor.

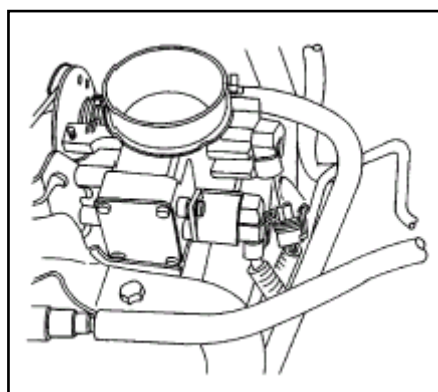


Figura 3.14 Desinstalación del sensor TPS

3.6.2 Comprobaciones del sensor TPS

Sensor de posición de la Mariposa

- Asegúrese de que no este en contacto el interruptor de ignición.
- Desenchufar el conector del sensor de posición de la mariposa.
- Compruebe la resistencia entre los terminales del sensor TPS.
- Accione la válvula de mariposa mientras comprueba la resistencia entre los terminales A y C.
- El cambio de resistencia debe ser suave.

Datos técnicos		
Terminales	Estado	Resistencia
A y D	-	3500 - 6500 Ohmios
A y D	Mariposa cerrada	300 - 2000 Ohmios
A y D	Mariposa abierta del todo	2000 - 6500 Ohmios

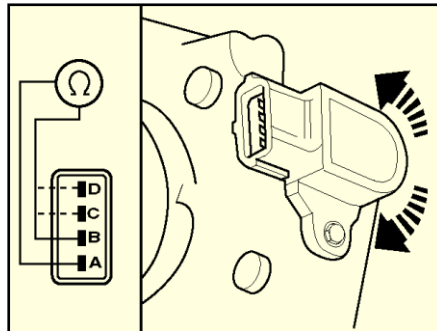


Fig. 3.15 Comprobación de resistencia variable del sensor TPS

Comprobación de la tensión de alimentación

- Asegúrese de que no esté en contacto el interruptor de ignición.
- Desenchufar el conector del sensor TPS.
- Poner en contacto.
- Compruebe la tensión entre el terminal del conector del mazo de cables y masa.

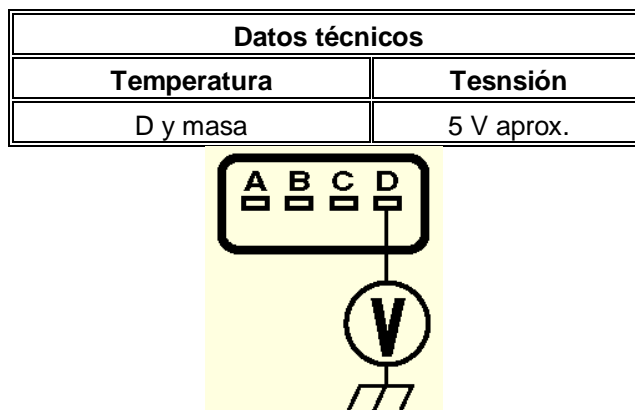


Fig. 3.16 Comprobación de la tensión de alimentación del sensor TPS

Comprobación de la tensión

- Asegúrese que no esté en contacto el interruptor de ignición.
- No desenchufar el conector. Acceda a los terminales del conector del sensor TPS.
- Poner en contacto.

- Accione la válvula de mariposa mientras comprobar la tensión entre el Terminal y masa.
- El cambio de tensión debe ser suave.

Datos técnicos		
Terminales	Estado	Tensión
C y masa	Mariposa cerrada	0,5 - 1,2 V
C y masa	Mariposa abierta del todo	3,4 - 4,7 V

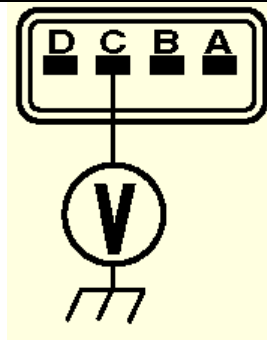


Fig. 3.17 Comprobación de la tensión en el sensor TPS

Interruptor de posición cerrada de la mariposa

- Asegúrese que no esté en contacto el interruptor de ignición.
- Desenchufe el conector del sensor TPS.
- Introduzca una galga del grosor especificado entre la palanca de la mariposa (1) y el tornillo de tope máximo (2).

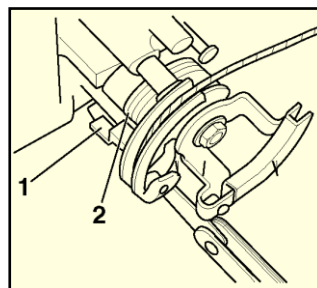


Fig. 3.18 Colocación de la galga

- Compruebe la resistencia entre los terminales del sensor TPS

Datos técnicos		
Terminales	Estado	Resistencia
A y B	Galga insertada 0,5mm	0 - 500 Ohmios
A y B	Galga insertada 0,8mm	∞

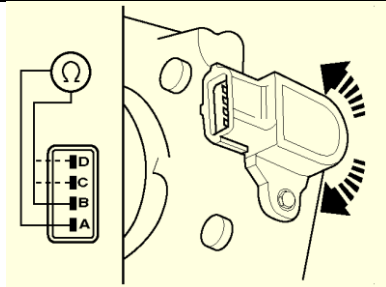


Fig. 3.19 Comprobación de la resistencia del interruptor de posición cerrada del TPS

3.6.3 Instalación del Sensor TPS

- Instale el sensor con su perno con un apriete de (18 lb-in)
- Conecte el conector del sensor
- Conecte el tubo de admisión de aire y el resonador
- Conecte el cable negativo de la batería.

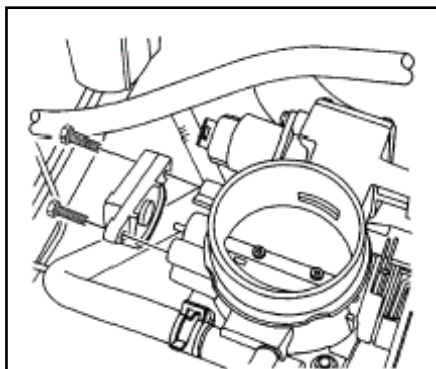


Figura 3.20 Instalación del sensor TPS

3.6.4 Síntomas de fallo del Sensor TPS

- Se enciende la luz de Check Engine.
- La marcha mínima es variable, están más bajas o más altas las rpm normales.
- El titubeo y el ahogamiento durante la desaceleración.

- Una falta de rendimiento del motor o mayor consumo de combustible

3.6.5 Mantenimiento y Servicio

- Revisar que las conexiones estén en buen estado.
- En caso de una revisión al TPS limpiarlo y observar que la mariposa de aceleración haga sello y no exista juego en su eje pues podría producir fallas a este sensor.
- Cambiar por uno nuevo cuando sea necesario.

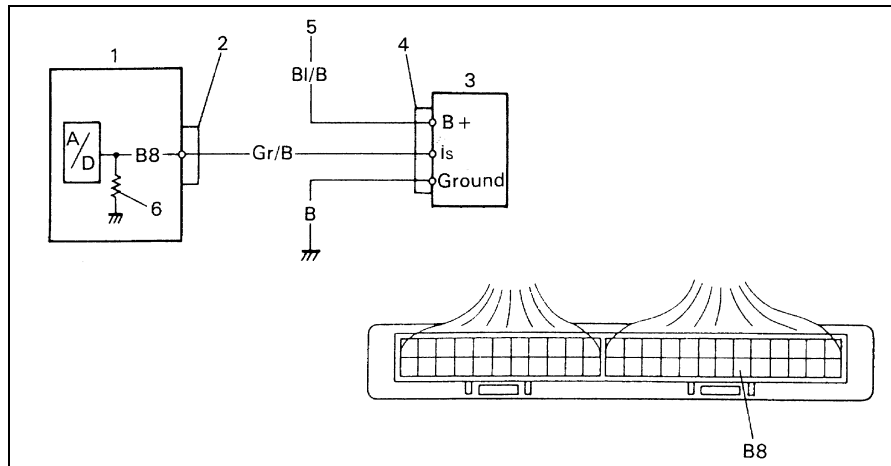
3.7 CIRCUITO DEL SENSOR DE FLUJO MÁSIICO DE AIRE MAF

El sensor MAF o sensor del flujo de aire, mide directamente el aire que ingresa por el ducto de admisión. Se encuentra colocado entre el filtro de aire y el cuerpo de la mariposa de aceleración.

La salida de la señal del MAF debe ser proporcional a la cantidad de aire ingresada. El voltaje de la señal en ralentí debe ser de alrededor de 1V mientras que en una aceleración brusca la señal del MAF crecerá hasta 3V o más.

Los sensores MAF suelen tener 3 cables correspondiendo a:

- Alimentación 12V
- Masa del sensor MAF
- Señal del sensor MAF: 0,7V a 4V



1 ECU 2 Conector de la ECU 3 Sensor MAF 4 Acople del sensor MAF
5 Cable del relé principal 6 Resistencia

Fig. 3.21 Circuito del Sensor MAF

3.7.1 Desinstalación del Sensor MAF

- Desconectar el cable negativo de la batería
- Desconectar el conector del sensor.
- Retirar cuidadosamente el sensor.

3.7.2 Comprobaciones del Sensor MAF

Comprobación de la tensión de alimentación

- Asegúrese de que no este en contacto el interruptor de ignición.
- Desenchufar el conector del sensor MAF.
- Poner en contacto.
- Comprobar la tensión entre el Terminal del conector del mazo de cables y masa.

Datos técnicos	
Terminales	Tensión
1 y masa	Tensión de la batería

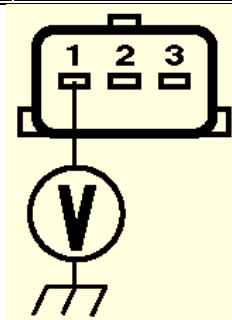


Fig. 3.22 Comprobación de la tensión de alimentación del sensor MAF

Comprobación de la señal

- Asegúrese de que no este en contacto el interruptor de ignición.
- No desenchufe el conector. Acceda a los terminales del sensor MAF.
- Poner en contacto.
- Compruebe la tensión entre el Terminal del colector y masa.
- Prender el motor.
- Dejarlo a régimen ralentí.
- Comprobar la tensión entre el Terminal del colector y masa

Datos técnicos		
Terminales	Estado	Tensión
2 y masa	En contacto	1 - 1,6 V
2 y masa	Régimen Ralentí	1,7 - 2 V

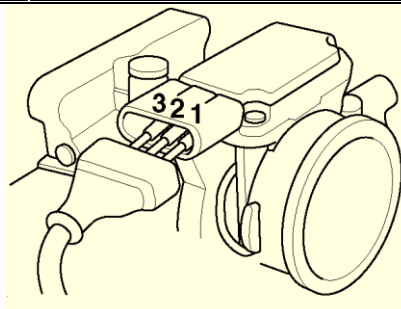


Fig. 3.23 Comprobación de señal del sensor MAF

3.7.3 Montaje del Sensor MAF

- Instalar el sensor IAT dentro de su cavidad en el conducto de aire
- Conectar el conector del sensor MAF
- Conectar el cable negativo de la batería.

3.7.4 Síntomas de fallo del Sensor MAF

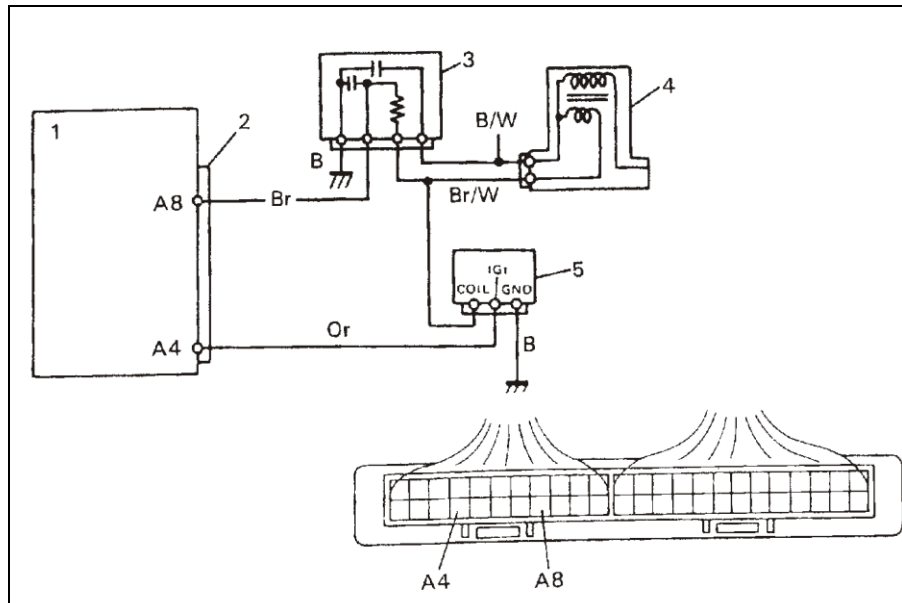
- Se enciende la luz de Check Engine.
- Altas emisiones contaminantes de monóxido de carbono.
- Consumo de combustible.
- Problemas en arranque en frío.
- Encendido pobre.

3.7.5 Mantenimiento y Servicio

- Revisar en cada afinación o 40,000 Km los daños causados por corrosión (óxido) en los terminales
- Comprobar cuando existan códigos que indiquen problemas en este circuito.

3.8 CIRCUITO DE IGNICIÓN

Este circuito permite generar la corriente necesaria mediante la bobina, para que se produzca el salto de chispa en las bujías y lograr la combustión en los cilindros de la mezcla aire- combustible.

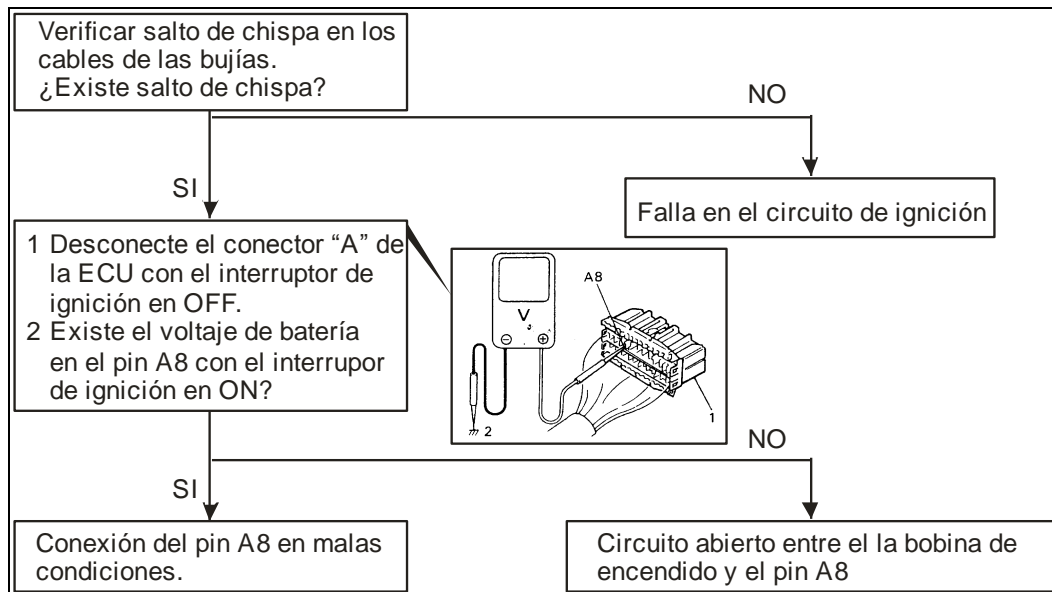


1 ECU 2 Conector a la ECU 3 Supresor de ruido 4 Bobina
5 Módulo de encendido

Fig. 3.24 Circuito de Ignición

3.8.1 Inspección del Circuito de Ignición

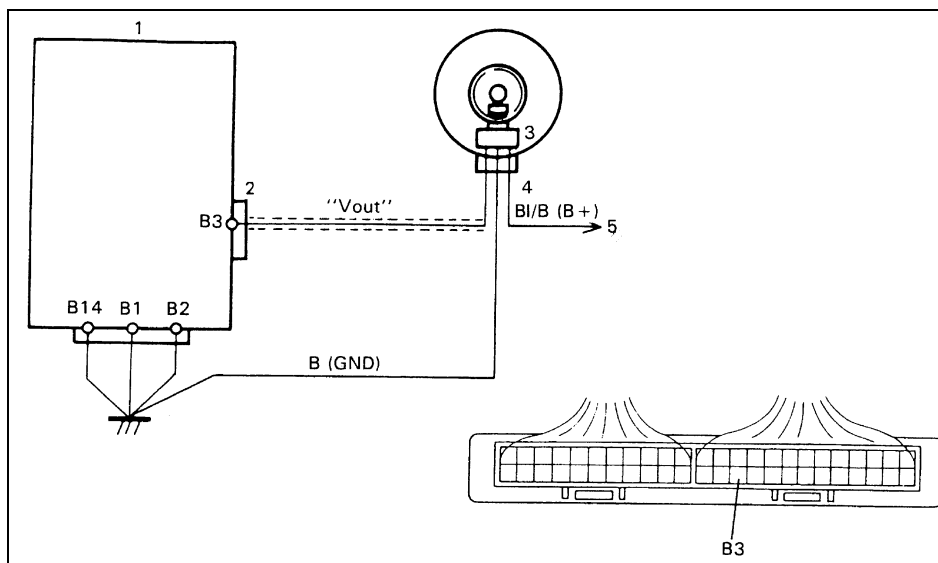
Es necesario realizar el siguiente chequeo cuando la señal del circuito de ignición es baja o esta en malas condiciones.



3.9 CIRCUITO SENSOR DE POSICIÓN DEL ARBOL DE LEVAS CMP

Este tipo de sensor se encuentra ubicado en el distribuidor. Su conexionado se efectúa por medio de tres conductores:

- Un conductor es masa firme de chasis.
- Otro es el que lleva alimentación de + 12 o 5 V al sensor, luego de poner contacto.
- El restante es por el que se envía información o señal a la computadora y en algunos casos también al módulo de encendido, si el circuito potencia de encendido es externo a la computadora.



1 ECU 2 Conector a la ECU 3 Sensor CMP (distribuidor) 4 Conector
5 Cable del relé principal

Fig.3.25 Circuito del sensor CMP

3.9.1 Comprobaciones del Sensor CMP

Comprobación de la tensión de alimentación

- Asegúrese de que no este en contacto el interruptor de ignición.
- Desenchufar el conector del sensor CMP.
- Poner en contacto.
- Comprobar la tensión entre el Terminal del conector del mazo de cables y maza.

Datos técnicos	
Terminales	Tensión
Cable/azul negro y masa	Tensión de la batería

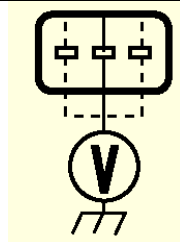


Fig. 3.26 Comprobación de tensión de alimentación del sensor CMP

Comprobación de la conexión a masa

- Asegúrese de que no este en contacto el interruptor de ignición.
- Desenchufar el conector del sensor CMP.
- Comprobar la resistencia entre el conector de mazo de cables y masa.

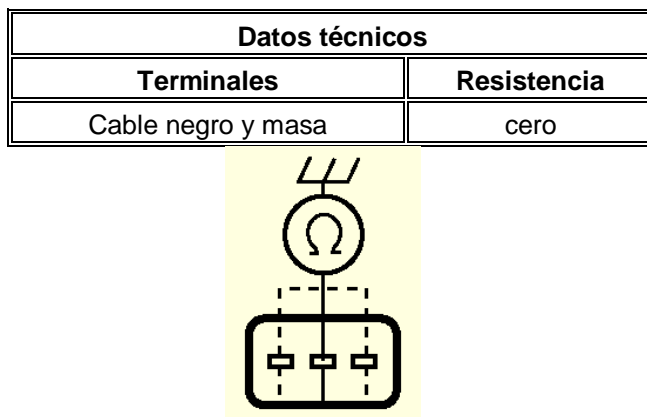


Fig. 3.27 Comprobación de la conexión a masa del sensor CMP

Comprobación de la señal

- Asegúrese de que no este en contacto el interruptor de ignición.
- No desenchufar el conector. Acceder a los terminales del conector del sensor CMP.
- Desmontar la tapa del distribuidor y del brazo del rotor.
- Girar el cigüeñal hasta que el sensor CMP este al frente del rotor como en la figura 3.28
- Poner en contacto.
- Comprobar el voltaje entre el Terminal del conector y masa.
- Gire el cigüeñal hasta que el sensor CMP esté entre los terminales del rotor.
- Comprobar el voltaje entre el Terminal del conector y masa.

Datos técnicos		
Terminales	Estado	Tensión
Cable blanco y masa	Sensor frente al diente del rotor	3 - 5 V
Cable blanco y masa	Sensor entre los dientes del rotor	0 - 1 V

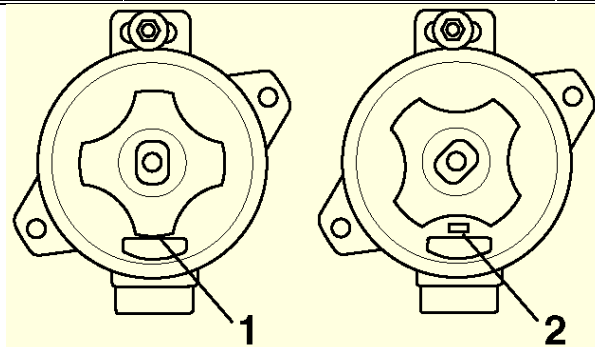


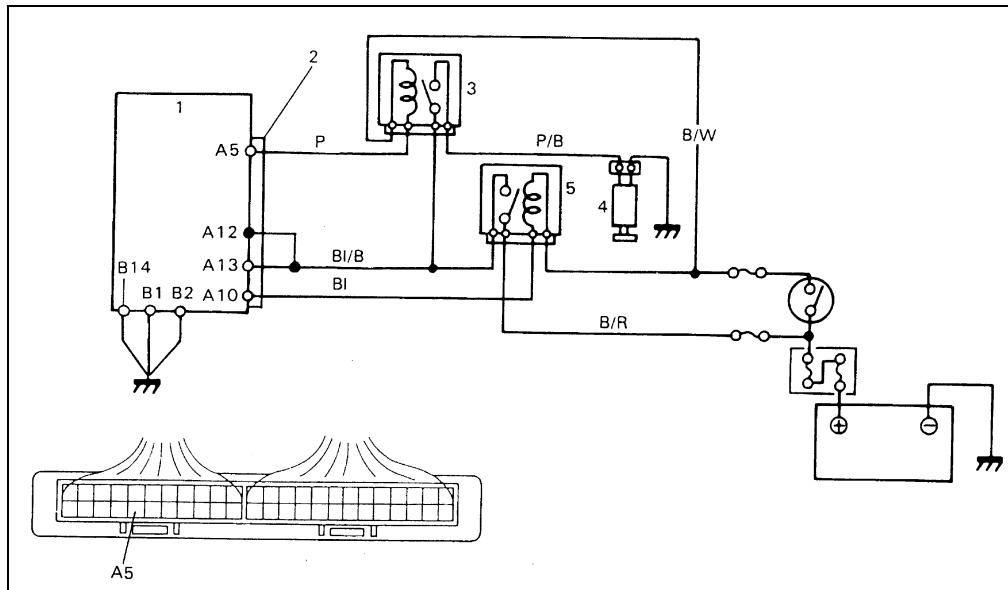
Fig. 3.28 Comprobación de la señal del sensor CMP

3.10 CIRCUITO DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE

El principal componente del subsistema de alimentación, es la bomba de combustible.

Cuando se enciende el interruptor de la ignición, el módulo de control del motor energiza el relé de la bomba de combustible el cual alimenta a la bomba de combustible. La bomba de combustible se enciende si el motor esta funcionando y la ECU recibe la referencia de la ignición de los pulsos. Si no existen pulsos de referencia de la ignición la ECU apaga a la bomba de combustible dentro de 2 segundos después de que el interruptor de ignición se haya encendido o el motor pare.

A continuación se detalla el circuito de funcionamiento:



1 ECU 2 Conector a la Ecu 3 Relé de la bomba de combustible
4 Bomba de combustible 5 Relé principal

Fig. 3.29 Circuito de la Bomba de Combustible

3.10.1 Desinstalación de la Bomba de Combustible

- Desconecte el cable negativo de la batería
- Retire el asiento trasero
- Retire la tapa de la bomba de combustible
- Desconecte la línea de toma de corriente de combustible.
- Desconecte la línea de retorno de combustible del tanque.
- Gire el anillo de la cerradura en sentido contrario a las agujas del reloj para aclarar el las etiquetas del tanque.
- Retire cuidadosamente la bomba de combustible.

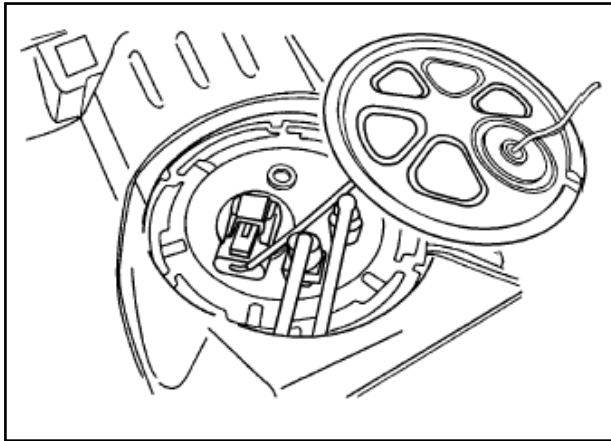


Figura 3.30. Desinstalación de la bomba de combustible

Nota: El desmontaje de la bomba de combustible solo se lo realiza para la comprobación de presión de funcionamiento.

3.10.2 Comprobaciones del Circuito de la Bomba de Combustible

Comprobación de funcionamiento

- Poner en contacto.
- La bomba debe funcionar aproximadamente 3 segundos.
- Si la bomba no funciona quitar la posición contacto.
- Retire el relé de la bomba de combustible
- Puentee los terminales A y C de la base del relé de la bomba de combustible con un cable con interruptor.
- Poner en contacto.
- La bomba debe funcionar continuamente cuando se acciona el interruptor.

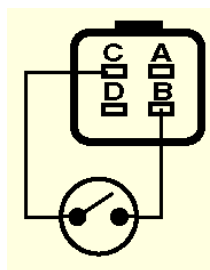


Fig. 3.31 Comprobación de funcionamiento de la bomba de combustible

Comprobación de Presión de alimentación

- Asegúrese que no este en contacto el interruptor de ignición
- Conectar el manómetro a la conexión de pruebas, en la rampa de combustible.
- Asegúrese que la tensión de la batería sea superior a 11 V.
- Poner en contacto.
- Esperar 3 segundos.
- Quitar la posición contacto.
- Repetir 4 veces.
- Comparar la presión del sistema indicada con la especificada.
- Arranque el motor.
- Déjelo a ralentí.
- Comparar la presión del sistema indicada con la especificada.
- Quitar la posición contacto.
- Comprueba la presión de mantenimiento al cabo de 1 minuto.

Datos técnicos		
Presión	Estado	Valor
Sistema	Vacío desconectado	2,5 - 3 bar
Regulada	Vacío conectado	2,1 – 2,6 bar
Mantenida	Al cabo de 1 min.	1,8 bar

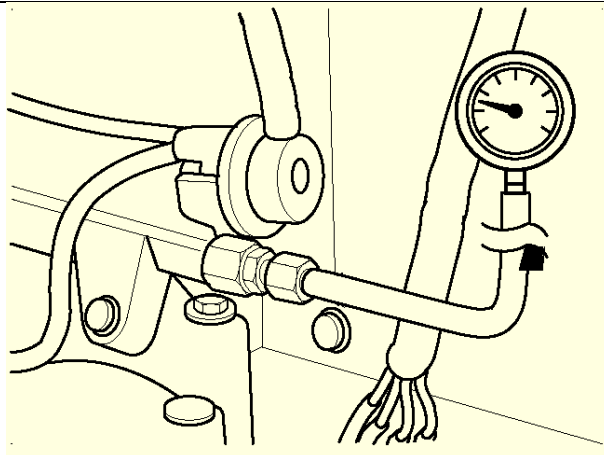


Fig. 3.32 Comprobación de Presión de la bomba alimentación

3.10.3 Instalación de la Bomba de Combustible

- Limpie la empaquetadura que asienta la bomba a la superficie en el tanque de combustible.
- Instale la bomba de combustible en el tanque de combustible en el mismo lugar.
- Asegurar la bomba con los dispositivos correspondientes.
- Conecte el conector de la bomba de combustible.
- Instale la línea de corriente de la bomba de combustible.
- Instale línea de retorno de combustible al tanque.
- Instale la tapa de la bomba de combustible.
- Conecte el cable negativo de la batería.
- Realice un cheque operacional de la bomba de combustible.
- Instale el asiento trasero.

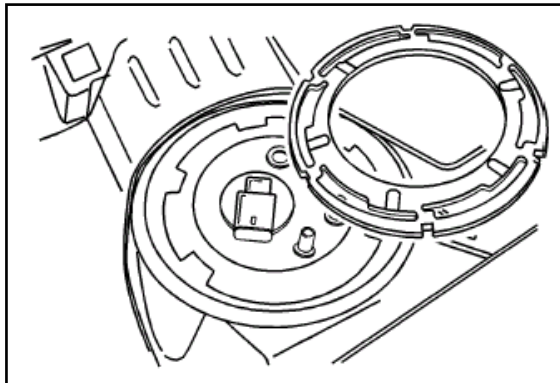


Figura 3.33 Instalación de la bomba de combustible

3.10.4 Síntomas de fallo de la Bomba de Combustible

- Pérdida de alimentación en altas rpm.
- Falta de potencia del vehículo.

3.10.5 Mantenimiento y Servicio

- Limpieza periódica de cañerías, tanque.

- Cambio de filtros de combustible cada que indique el fabricante y especialmente cuando se utilizan aditivos para la limpieza de sistema de alimentación de combustible.
- Revisión de voltaje y limpieza de los conectores.

3.10.6 Comprobación del Relé de la Bomba de Combustible

Comprobación de funcionamiento

- Asegúrese que no este dado en contacto.
- Desmontar el relé.
- Compruebe la resistencia entre los terminales del relé.
- Conectar la alimentación de la batería a los terminales del relé especificados.

Datos técnicos		
Terminales	Estado	Resistencia
A y B	Tensión de la batería desconectado	∞
A y B	Tensión de la batería conectado	0

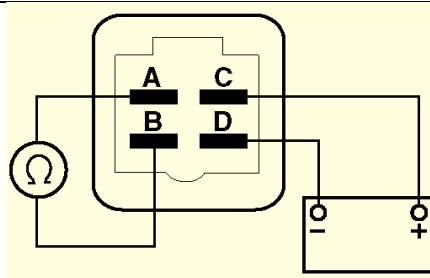


Fig. 3.34 Comprobación de funcionamiento del relé

Comprobación de la resistencia

- Asegúrese que no este en contacto el interruptor de ignición.
- Desmontar el relé.
- Compruebe la resistencia entre los terminales del relé.

Datos técnicos	
Terminales	Resistencia
C y D	63 - 77 Ohmios

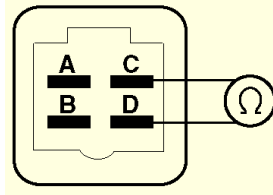


Fig. 3.35 Comprobación de la resistencia

Comprobación de la tensión de alimentación

- Poner en contacto
- Se debe percibir el sonido de funcionamiento del relé.
- Si no se percibe el sonido de funcionamiento del relé: compruebe los fusibles.
- Quitar contacto.
- Desmontar el relé.
- Compruebe la tensión entre el terminal de la base del relé y masa.
- Poner en contacto.
- Compruebe la tensión entre el terminal de la base del relé y masa.
- Si la tensión es distinta a la especificada: compruebe el cableado.

Datos técnicos		
Terminales	Estado	Tensión
A y masa	Contacto quitado	Tensión de la batería
Cy masa	Contacto dado	Tensión de la batería

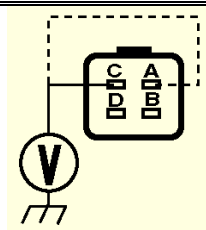
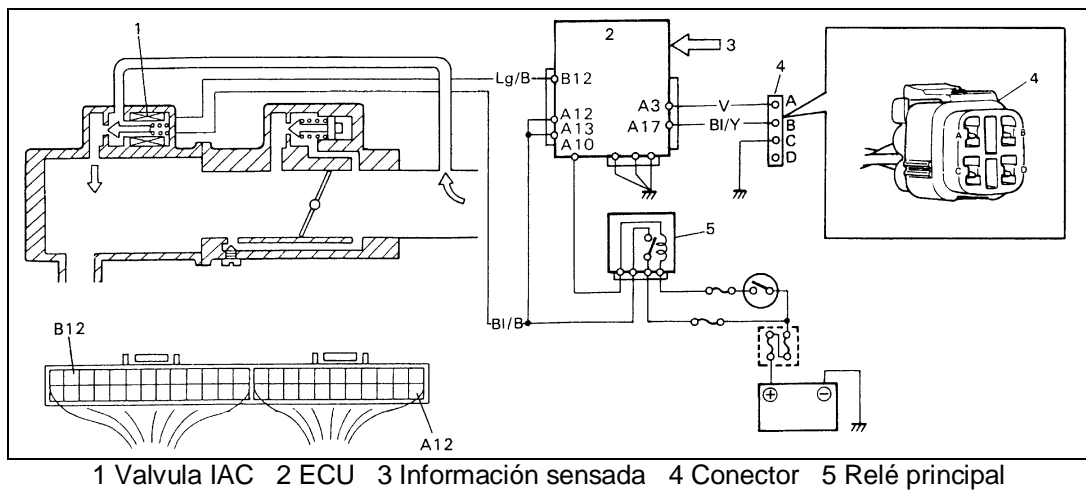


Fig. 3.36 Comprobación de la tensión de alimentación del relé

3.11 CIRCUITO DE LA VALVULA DE MANDO DE AIRE IAC

El módulo de control de motor ECU controla la velocidad baja del motor (ralentí) ajustando la posición de la válvula IAC. La válvula IAC es un motor de paso manejado por dos bobinas interiores. El movimiento de la válvula IAC es controlada eléctricamente por cuatro circuitos. Conducidos dentro de la ECU, esta controla la polaridad de los 2 bobinados dentro de la válvula de IAC a través de estos circuitos. Para que la armadura de los motores de paso de la válvula de IAC se muevan 1 revolución, necesita mover aproximadamente 24 pasos.



1 Válvula IAC 2 ECU 3 Información sensada 4 Conector 5 Relé principal

Fig. 3.37 Circuito de la válvula IAC

3.11.1 Desinstalación de la Válvula IAC

- Desconecte el cable negativo de la batería
- Remueva el sistema de ingreso de aire.
- Desconecte el conector de la válvula
- Remueva la válvula retirando el perno que lo sujeta.
- Limpie cuidadosamente la válvula con un líquido limpiador.

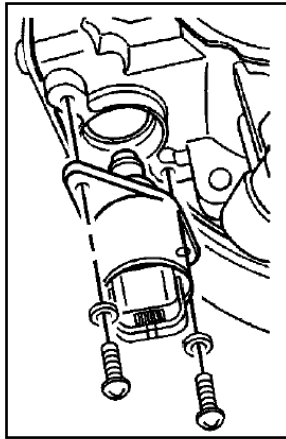


Figura 3.38. Desinstalación de la válvula IAC

3.11.2 Comprobación de la Válvula IAC

Comprobación de la resistencia

- Asegúrese que no este en contacto el interruptor de ignición.
- Desenchufar el conector de la válvula IAC.
- Compruebe la resistencia entre los terminales de válvula IAC.

Datos técnicos	
Resistencia	8 -1 4Ohmios

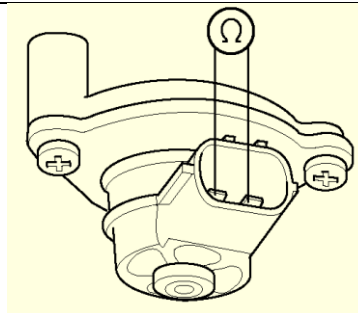


Fig. 3.39 Comprobación de la resistencia de la válvula IAC

3.11.3 Síntomas de fallo de la Válvula IAC.

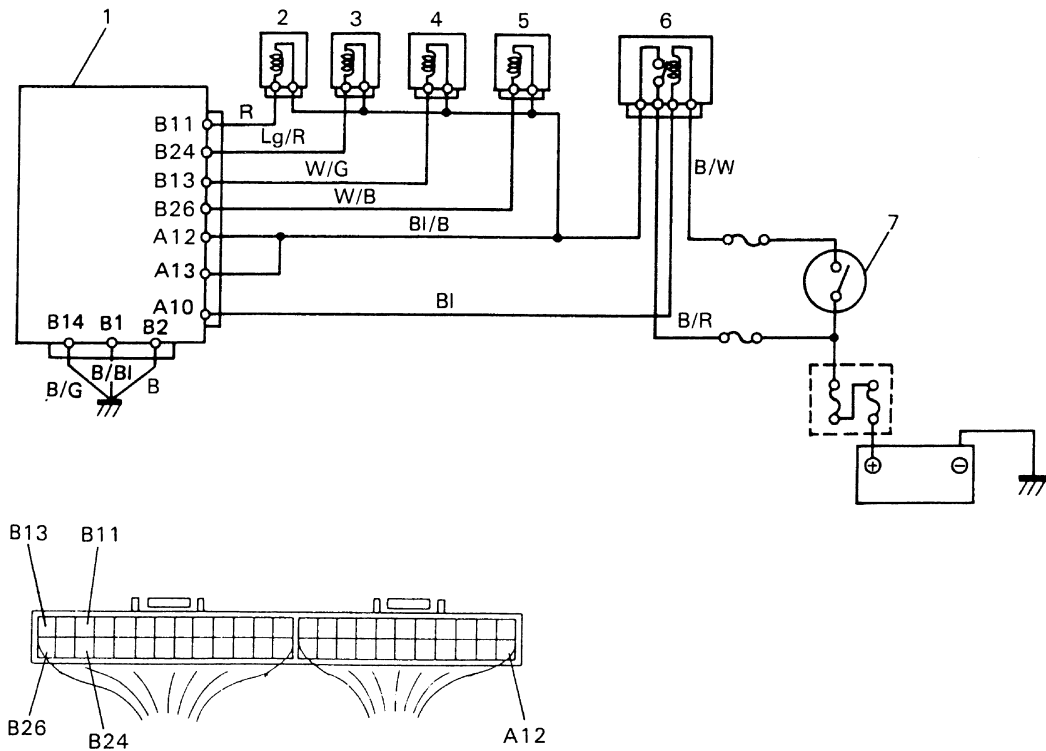
- Cascabeleo a bajas rpm.
- Se tranca el vehículo cuando se acelera desde ralenti.
- Enciende la luz de check engine

3.11.4 Mantenimiento y servicio

- Limpieza de la válvula cuando se realiza la limpieza del sistema de admisión de aire, con limpiador de carburadores.
- Revisión de lo circuitos, limpieza con limpiador de contactos

3.12 CIRCUITO DE INYECTORES.

Los inyectores deben ser inspeccionados de acuerdo a su circuito eléctrico Fig. 3.40 cuando estos no tengan alimentación de corriente para su activación, el inyector alimentado y accionado por la ECU



1 ECU 2 Inyector 1 3 Inyector 2 4 Inyector 3 5 Inyector 4
6 Relé principal 7 Interruptor de ignición

Fig 3.40 Circuito de inyectores

3.12.1 Comprobaciones de los Inyectores

Comprobación de resistencia

- Asegúrese que no este en contacto el interruptor de ignición.
- Desenchufar los conectores de los inyectores.
- Comprobar la resistencia entre los terminales del inyector,
- Repetir la prueba para cada inyector.

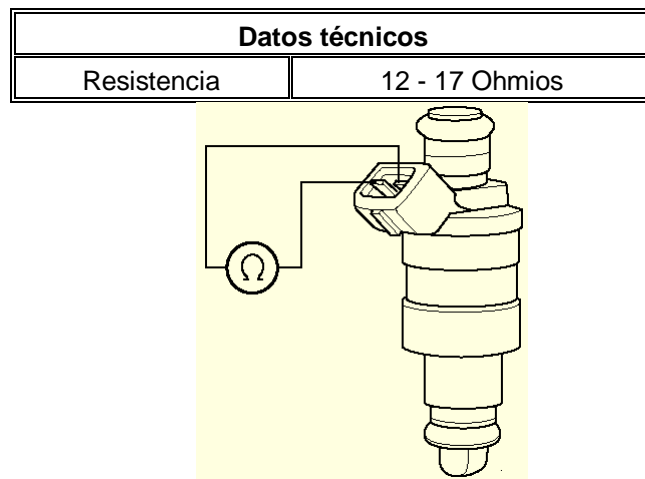


Fig 3.41 Comprobación de resistencia del inyector

Comprobación de la señal.

- Asegúrese que no este en contacto el interruptor de ignición.
- Desenchufar los conectores de los inyectores.
- Conectar la luz del led de pruebas, entre los terminales del conector del mazo de cables.
- Arrancar el motor brevemente.
- Comprobar si el led parpadea.
- Si el led no parpadea, compruebe el cableado.
- Repetir la prueba para cada inyector.

Datos técnicos	
Terminales	Led
1 y 2	Parpadeando

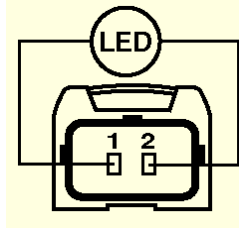


Fig 3.42 Comprobación de señal del inyector

3.13 CIRCUITO DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO

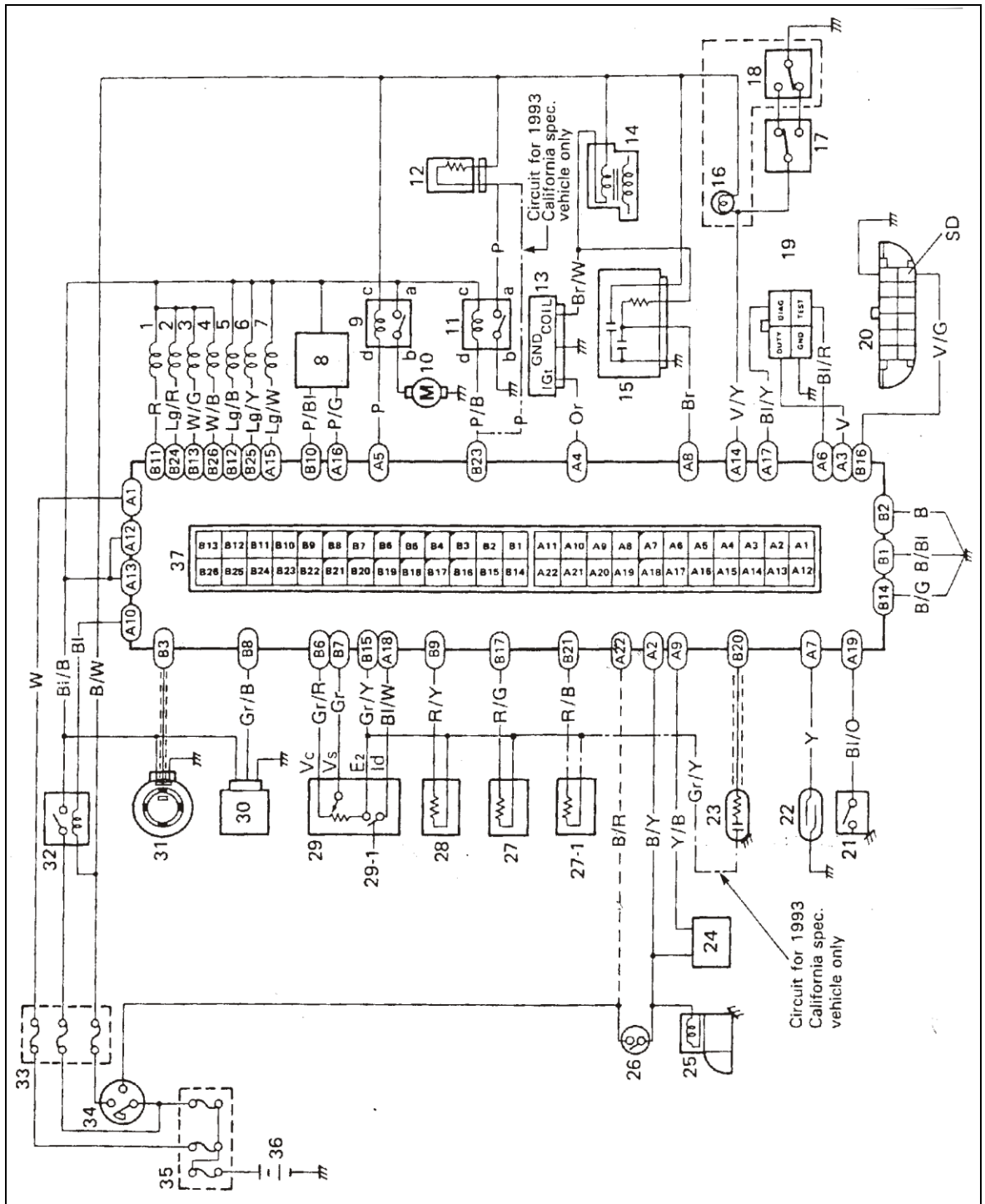
El circuito del sistema de control electrónico se compone de los siguientes componentes:

- 1 Inyector 1
- 2 Inyector 2
- 3 Inyector 3
- 4 Inyector 4
- 5 Válvula IAC
- 6 Solenoide de purga de la válvula EVAP
- 7 Solenoide de purga de la válvula EGR
- 8 Módulo e transmisión automática (solo T/A)
- 9 Relé de la bomba de combustible
- 10 Bomba de combustible
- 11 Sensor IAT (solo versión California 93)
- 12 Sensor de oxígeno
- 13 Módulo de encendido
- 14 Bobina de encendido
- 15 Supresor de ruido
- 16 Check Engine Luz
- 17 Interruptor
- 18 Conector de datos
- 19 Conector de test de diagnóstico

- 20 Conector de datos
- 21 Interruptor de presión (full equipo)
- 22 Sensor VSS
- 23 Sensor Calentador de oxígeno
- 24 Aire acondicionado (full equipo)
- 25 Interruptor magnético de ignición
- 26 Interruptor de posición del pedal de embrague
- 27 Solo para versión California 93
- 28 Sensor ECT
- 29 Sensor TPS
- 30 Sensor MAF
- 31 Sensor CMP
- 32 Relé principal
- 33 Caja de fusibles
- 34 Interruptor principal
- 35 Fusible principal
- 36 Batería
- 37 Unidad de control electrónico

En la figura 3.43 se puede observar la conexión eléctrica de cada componente anteriormente enumerado.

Nota. En el circuito, los pines B: 17, 18, 19 y 22, corresponden al conector de datos.



*Fig. 3.43 Circuito del Sistema de Control Electrónico

IV. DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE ENTRENAMIENTO.

4.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El desarrollo del mundo industrializado ha venido de la mano con la evolución tecnológica que le ha permitido a este ser más eficiente y competitivo en todos los sentidos y es así como en la actualidad podemos observar determinadas situaciones que años atrás se creían imposibles.

Ante este desarrollo anteriormente mencionado, la industria automotriz no se ha quedado atrás y ha tomado como ayuda herramientas importantes como la electricidad y la electrónica principalmente, para dar pasos agigantados en los procesos de mejora continua que son las exigencias del mundo actual.

Esto obliga a los expertos automotrices a adquirir conocimientos técnicos avanzados, primordialmente en lo relacionado a las aplicaciones eléctricas y electrónicas en el automóvil para de esta manera solucionar los problemas que puedan presentarse en estas y en otras áreas del campo automotriz.

La realización de este proyecto es importante ya que el estudio de este tema logrará que como futuros ingenieros tener un adiestramiento en el área de la electrónica aplicada en el automóvil, obtener experiencia y ponerlo en práctica en nuestro desarrollo profesional y en servicio de la comunidad.

Se generará información bibliográfica, que provendrá del diseño e instalación de los circuitos eléctricos y electrónicos, diagramas de funcionamiento, operación y comprobación de los subsistemas del vehículo Chevrolet Vitara

G1600 como son: control electrónico, alimentación de combustible, ingreso de aire, subsistema de encendido, sistema de autodiagnóstico, etc.

Adicionalmente, se dotará al módulo de un programa de entrenamiento, para que los docentes, estudiantes, profesionales, técnicos y mecánicos interesados en tener este tipo de capacitación pueden tener una interfaz fácil y realizar trabajos en este sistema, con información veraz, sin pérdidas de tiempo y en tiempo real.

Al finalizar el proyecto el Laboratorio de Motores de la Carrera de Ingeniería Automotriz dispondrá de un banco de pruebas sofisticado que servirá para la capacitación y entrenamiento de los futuros ingenieros y profesionales interesados en esta área.

4.2 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

El sistema desarrollado en el presente proyecto de tesis, esta orientado para el entrenamiento de todas las personas interesadas en el área automotriz, por este motivo debe tener gran facilidad de manejo e interpretación, además debe prestar parámetros importantes de aplicación y funcionalidad, en los que se cita a continuación los más importantes:

- Control de un microcontrolador a través de un computador por medio del software programado en Visual Basic.
- Simulación de averías para la comprobación del sistema de inyección electrónica de gasolina del vehículo Chevrolet Vitara G 1600.
- El software desarrollado, es de fácil instalación, por lo que no requiere un computador con características avanzadas, ni gran espacio de memoria.
- El programa presenta una interfaz hombre-máquina, que permite trabajar óptimamente a las personas que estén entrenando en él.

- Gran versatilidad en la conexión, puesto que el pórtico de ingreso va ser visible y estar ubicado en fácil acceso.
- Las simulaciones de fallas en los diferentes sistemas se basan en parámetros reales de operación y funcionamiento.

4.3 MICROCONTROLADORES

Desde la invención del circuito integrado, el desarrollo constante de la electrónica digital ha dado lugar a dispositivos cada vez más complejos. Entre ellos los microprocesadores y los microcontroladores, los cuales son básicos en las carreras técnicas de ingeniería.

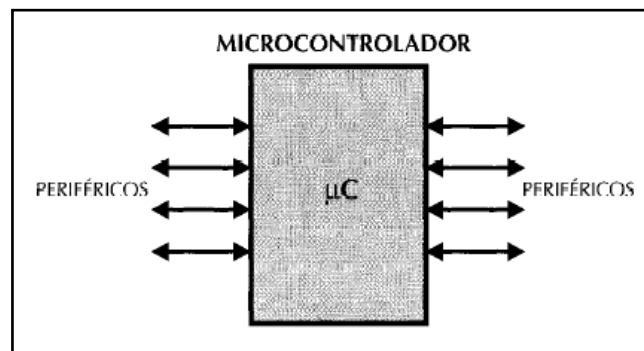


Fig. 4.1 Versatilidad de un microcontrolador.

Los microcontroladores son sencillos aunque completos computadores, son circuitos integrados de alta escala de integración que incorporan la mayor parte de elementos que configuran un controlador, normalmente dispone de los siguientes componentes:

- Unidad Central de Proceso.
- Memoria RAM.
- Memoria tipo ROM/PROM/EPROM/EEPROM.
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior.
- Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, Puertas Serie y Paralelo, Conversores Analógico/Digital, Conversores Digital/Analógico, etc.).
- Algunos poseen generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo su sistema.

Según el tipo empleado pueden diferenciarse en la cantidad y tipo de memoria, cantidad y tipo de entradas y salidas, temporizadores, módulos de control internos y externos, etc. Resumiendo en la actualidad estamos rodeados de microcontroladores cada uno de ellos con sus características propias.

Cada tipo de microcontrolador sirve para una serie de casos y es el creador del producto el que debe de seleccionar que microcontrolador es el idóneo para cada uso.

La aplicación de un microcontrolador en un circuito reduce el número de averías, al reducirse en número de componentes, así como el volumen, el stock y el trabajo.

Prácticamente todos los mas importantes fabricantes de componentes del mundo, Intel, Motorola, Philips, Texas, Microchip, etc. fabrican microcontroladores.

Aunque sin pretender de ninguna manera dejar de lado a otros microcontroladores, pues otras familias de ellos son mas eficaces en tareas especificas, por ejemplo no podemos olvidar los 8088, 80186 etc de Intel, en el resto del proyecto de tesis nos vamos a referir a los fabricados por Microchip o sea a la gama de PIC pues su facilidad de obtención, la cantidad de herramientas existentes, el software para su uso, su precio, hacen de todo ello que su uso sea mas fácil, cómodo y rápido.

Los productos que para su regulación incorporan un microcontrolador disponen de las siguientes ventajas:

- **FIABILIDAD:** El microcontrolador puede sustituir a varios elementos lo que disminuye el riesgo de daños y se reduce menos control de estos elementos.
- **REDUCCIÓN DEL TAMAÑO:** El tamaño del microcontrolador en comparación de varios elementos que los reemplaza es totalmente notorio, por esta razón que es muy utilizado en espacios reducidos.

- **FLEXIBILIDAD:** La programación de un microcontrolador puede variar dependiendo de la necesidad del usuario, por esta razón que es muy flexible a la necesidad de este.

La gran diversidad de microcontroladores va de acuerdo a la necesidad del usuario ya que este puede seleccionar la capacidad de las memorias, el número de líneas de E/S, la cantidad y potencia de los elementos auxiliares, la velocidad de funcionamiento, etc. Por eso es indispensable tener un conocimiento básico de la función que va a desempeñar el microcontrolador para su buen uso.

4.3.1 Microcontroladores Microchip PIC

Considerando el momento actual, comparando los parámetros fundamentales con los modelos comerciales de otros fabricantes y las aplicaciones más habituales a las que se destinan los microcontroladores, si opinamos que casi en un 90 % de los casos la elección de una versión adecuada de PIC es la mejor solución. Sin embargo, otras familias de microcontroladores son más eficaces en aplicaciones concretas, especialmente si predomina una característica especial.

Pero no queremos dejar pasar la ocasión de afirmar que en la actualidad los PIC tienen "algo" que fascina a los diseñadores. Pueden ser la velocidad, el precio, la facilidad de uso, la información, las herramientas de apoyo. Quizás un poco de todo es lo que produce esa imagen de sencillez y utilidad. Es muy posible que mañana otra familia de microcontroladores le arrebatase ese "algo". Es la ley del mercado y la competencia.

Un PIC es un microcontrolador basado en memoria EPROM/FLASH desarrollado por Microchip Technology.

Los microcontroladores PIC de Microchip se dividen en tres gamas:

- Baja
- Media
- Alta

La principal diferencia entre ellas es el número y largo de las instrucciones, el número de puertos y funciones, y cantidad y tipo de memoria, entre los que se puede mencionar.

PIC16C5x: instrucciones de 12 bit, 33 instrucciones, 2 niveles de acumulador, sin interrupciones. En algunos casos la memoria es del tipo ROM, definida en fábrica.

PIC16Cxx: instrucciones de 14 bit, 35 instrucciones, 8 niveles de acumulador. El PIC16C84 posee memoria EEPROM.

PIC17Cxx: instrucciones de 16 bit, 55 instrucciones, 16 niveles de acumulador. A menos que se indique, la memoria es del tipo EPROM.

Adicionalmente existen otras familias derivadas, como los PIC16Fxx que emplean memoria del tipo FLASH.

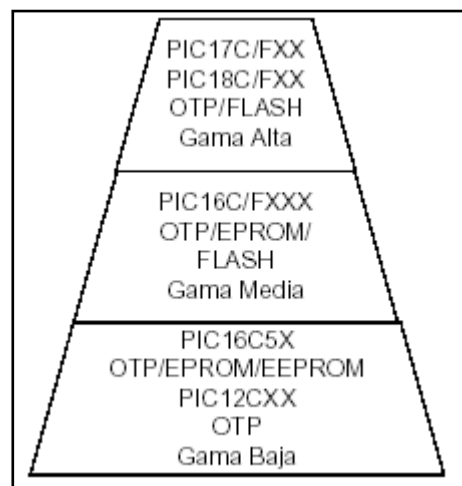


Fig. 4.2 Gammas de microcontroladores PIC

4.4. SELECCIÓN DEL MICROCONTRALADOR

Para la selección de un microcontrolador se debe tener en cuenta el diseño electrónico en el que se vaya a emplearlo, además se debe tomar en cuenta

factores como: precio, número de entradas y salidas, número de contadores, etc.

4.4.1 Costos

El costo es un factor indispensable para la selección de este tipo de elementos ya que en nuestro mercado existen microcontroladores costosos que van a ser difíciles de encontrar y estos pueden poseer características sensibles para el diseño a utilizarse; por estas razones hemos seleccionado el PIC 16F877 que tiene un costo aproximado de 14 dólares en el mercado local.

4.4.2 Aplicación

En la selección de un microcontrolador es importante analizar el diseño y aplicación en la que se va a desempeñar, por esta razón se analiza las características internas de este como:

- **Número de Entradas/Salidas:** Para determinar que cantidad de entradas/salidas debemos revisar primero el diagrama eléctrico, además de realizar un diagrama de bloques, de tal forma que sea sencillo identificar la cantidad y tipo de señales a controlar. En nuestro proyecto se controlará varias señales como máximo 24, por lo que se va a utilizar 2 microcontroladores, uno par el control de motor y otro que controle ABS y transmisión automática.
- **Consumo:** El consumo es muy importante pues puede causar variaciones de voltaje importantes con dispositivos paralelos que trabajen con el microcontrolador. El consumo en nuestro proyecto será muy bajo, puesto que este solo consumirá energía del vehículo cando este en entrenamiento.
- **Capacidad de procesamiento de datos:** La capacidad de procesamiento de datos es muy importante al seleccionar un microcontrolador puesto que no todos poseen la misma capacidad. Para nuestro caso el procesamiento de datos no es muy importante puesto que no se realizan cálculo de alto

desempeño, por lo que es suficiente con un micro que controle 8 bits.

- **La memoria:** Cuando se realiza la selección otro aspecto importante para elegir un buen microcontrolador es la memoria que este posea. Uno de los aspectos importantes de memoria que debemos tener en cuenta es la memoria no volátil (EEPROM), pues es en esta en la que se ingresará los códigos referentes a la señal que nosotros queremos enviar.

4.4.3 Selección del PIC 16F877

Previo el análisis de varios aspectos para la selección de un microcontrolador y especialmente el de costo hemos considerado utilizar el PIC 16F877. Este microcontrolador es fabricado por Microchip familia a la cual se le denomina PIC.

El modelo 16F877 posee características idóneas que nos permitirá trabajar sin ningún inconveniente, además de la gran información que existe y su facilidad de programación.

4.4.4 Características

Las características con que cuenta el PIC16F87X son:

- Soporta modo de comunicación serial, posee dos pines para ello.
- Amplia memoria para datos y programa.
- Memoria reprogramable: [La memoria](#) en este PIC es la que se denomina [FLASH](#); este tipo de memoria se puede borrar electrónicamente (esto corresponde a la "F" en el modelo).
- Set de instrucciones reducido (tipo RISC), pero con las instrucciones necesarias para facilitar su manejo.

Tabla IV.1 Características del PIC 16F877

CARACTERÍSTICAS	16F877
CPU	Risc
Frecuencia máxima	DX-20MHZ
Memoria de programa de 14 bits	8KB
Posiciones RAM de datos	368
Posiciones EEPROM de datos	256
Puertos E/S	A, B, C, D
Número de pines	40
Interrupciones	14
Timers	3
Módulos CCP	2
Comunicaciones Serie	MSSP, USART
Comunicaciones paralelo	PSP
Líneas de entrada de CAD de 10 bits	8
Longitud de instrucciones	14 bits
Arquitectura	Harward
Niveles de pila	8
Perro guardián (WDT)	1

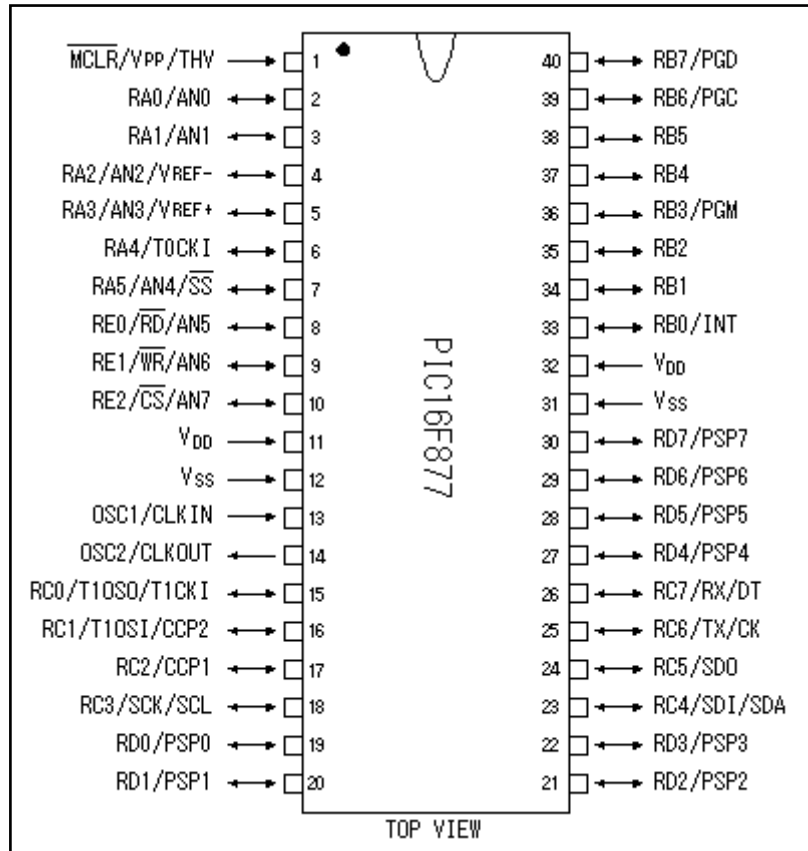


Figura 4.3 PIC 16F877

Tabla IV.2 Descripciones de los pines del PIC 16f877

PIN	DESCRIPCIÓN
OSC1/CLKIN(9)	Entrada para el oscilador o cristal externo.
OSC2/CLKOUT (10)	Salida del oscilador. Este pin debe conectarse al cristal o resonador. En caso de usar una red RC este pin se puede usar como tren de pulsos o reloj cuya frecuencia es 1/4 de OSC1
MCLR/VPP/THV(1)	Este pin es el reset del microcontrolador, también se usa como entrada o pulso de grabación al momento de programar el dispositivo.
RA0/AN0(2)	Puede actuar como línea digital de

PIN	DESCRIPCIÓN
	E/S o como entrada analógica del conversor AD (canal 0).
RA1/AN1(3)	Similar a RA0/AN0.
RA2/AN2/VREF-(4)	Puede actuar como línea digital de E/S o como entrada analógica del conversor AD (canal 2) o entrada negativa de voltaje de referencia.
RA3/AN3/VREF+(5)	Puede actuar como línea digital de E/S o como entrada analógica del conversor AD (canal 3) o entrada positiva de voltaje de referencia.
RA4/T0CKI (6)	Línea digital de E/S o entrada del reloj del timer 0. Salida con colector abierto.
RA5/SS#/AN4(7)	Línea digital de E/S, entrada analógica o selección como esclavo de la puerta serie síncrona.
RB0/INT(21)	Puerto B pin 0, bidireccional. Este pin puede ser la entrada para solicitar una interrupción.
RB1(22)	Puerto B pin 1, bidireccional.
RB2(23)	Puerto B pin 2, bidireccional.
RB3/PGM(24)	Puerto B pin 3, bidireccional o entrada del voltaje bajo para programación
RB4(25)	Puerto B pin 4, bidireccional. Puede programarse como petición de interrupción cuando el pin cambia de estado.
RB5(26)	Puerto B pin 5, bidireccional. Puede programarse como petición de interrupción cuando el pin cambia de estado.

PIN	DESCRIPCIÓN
RB6/PGC(27)	Puerto B pin 6, bidireccional. Puede programarse como petición de interrupción cuando el pin cambia de estado. En la programación serie recibe las señales de reloj.
RB7/PGD(28)	Puerto B pin 7, bidireccional. Puede programarse como petición de interrupción cuando el pin cambia de estado. En la programación Serie actua como entrada de datos
RC0/T1OSO/ T1CKI(11)	Línea digital de E/S o salida del oscilador del timer 1 o como entrada de reloj del timer 1
RC1/T1OSI/ CCP2(12)	Línea digital de E/S o entrada al oscilador del timer 1 o entrada al módulo captura 2/salida comparación 2/ salida del PWM 2
RC2/CCP1(13)	E/S digital. También puede actuar como entrada captura 1,/salida comparación 1/ salida de PWM 1
RC3/SCK/SCL (14)	E/S digital o entrada de reloj serie síncrona /salida de los módulos SP1
RC4/SDI/SDA (15)	E/S digital o entrada de datos en modo SPI o I/O datos en modo I2C
RC5/SDO(16)	E/S digital o salida digital en modo SPI
RC6/TX/CK(17)	E/S digital o patita de transmisión de USART asíncrono o como reloj del síncrono
RC7/RX/DT(18)	E/S digital o receptor del USART asíncrono o como datos en el síncrono

PIN	DESCRIPCIÓN
RD0/PSP0- RD7/PSP7 (19-22, 27-30)	Las ocho patitas de esta puerta pueden actuar como E/S digitales o como líneas para la transferencia de información en la comunicación de la puerta paralela esclava. Solo están disponibles en los PIC 16F874/7.
RE0/RD#/AN5 (8)	E/S digital o señal de lectura para la puerta paralela esclava o entrada analógica canal 5.
RE1/WR#/AN6 (9)	E/S digital o señal de escritura para la puerta paralela esclava o entrada analógica canal 6.
RE2/CS#/AN7	E/S digital o señal de activación/desactivación de la puerta paralela esclava o entrada analógica canal 7.
VSS(8,19)	Tierra.
VDD(20,32)	Fuente (5V).

4.4.5 Organización de la memoria

La memoria se divide en memoria de datos y programa. La de datos a su vez se divide en:

- SFR (Special Function Register) Registros de propósito especial, son registros que ayudan a configurar el hardware interno así como sirven para escribir o leer valores de los diferentes componente que constituyen el microcontrolador. Por ejemplo el registro “trisa” que nos permite configurar el modo de trabajo de las líneas del puerto A

- GFR (General Function register) Registros de propósito general, son posiciones de memoria que podemos usar para almacenar valores que emplean nuestros programa.

La memoria de datos se divide en cuatro bancos (esto para el caso específico del 16F87X). Las posiciones bajas siempre están reservadas para los SFR en tanto que las altas para los GFR.

Posee una memoria EEPROM, con 256 posiciones, para acceder a la memoria no podemos leer o escribir directamente es decir colocar la dirección y obtener o deje el valor.

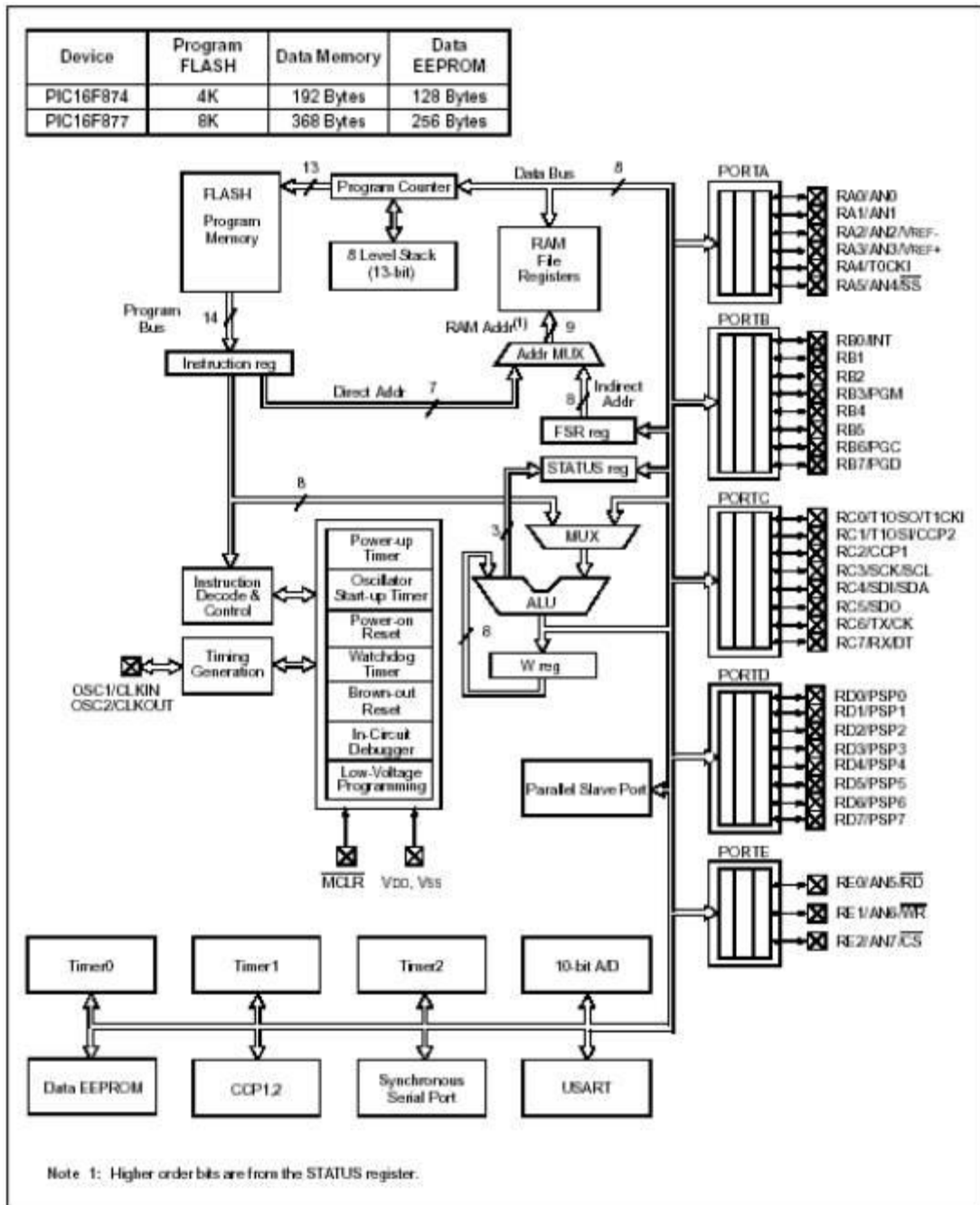


Fig. 4.4 Diagrama de Bloques del PIC 16F877*

4.5 DISEÑO ELECTRÓNICO DEL MÓDULO DE ENTRENAMIENTO

El diseño electrónico del módulo de entrenamiento del Chevrolet Vitara, se basa en los circuitos de sensores y actuadores del sistema de inyección detallados en el Capítulo III.

Las simulaciones que va a realizar el dispositivo son por medio de la activación y desactivación de los mencionados circuitos.

Para el diseño del módulo de entrenamiento se tomará en cuenta el tamaño de sus componentes, para no dañar el confort del vehículo y poder ubicarlo en un sitio estratégico donde se pueda inspeccionar y dar mantenimiento sin ningún tipo de inconveniente.

4.6 INGRESO DE SEÑALES Y SU PROCESAMIENTO

El ingreso de señales se realizará a través de la interfaz hombre-máquina, mediante la versatilidad de un programa realizado en Visual Basic 6.0, el operador del módulo de entrenamiento podrá enviar señales por medio de un puerto paralelo del computador hacia el microcontrolador y este a su vez realizará la activación o desactivación de los relés que cortan señales o alimentaciones de los diferentes circuitos de sensores y actuadores del sistema de inyección electrónica de gasolina del vehículo.

Para la operación antes mencionada, el sistema consta de dos circuitos que irán instalados en una caja metálica. El primer circuito es el de control, se encargará de recibir las señales de la interfaz hombre-máquina para procesarlas a través del microcontrolador. El segundo circuito es el de potencia, este recibirá la señal del microcontrolador ya procesada y se encargará de activar y desactivar los relés según sea el caso.



Fig. 4.5 Proceso de ingreso de señales

4.6.1 Señales de selección y operación

La selección de las señales de operación se realizará a través las pantallas del programa instalado en el computador mediante la introducción de códigos de 4 bits en las entradas RA0-RA3, el pulso de inicio de la operación se lo realizará mediante el pin RA4 y la finalización (Reset) a través del pin RA6 del microcontrolador.

Tabla IV.3. Códigos de entrada al PIC

NUMERO OPERACIÓN	Inicio	CÓDIGO				Reset
	RA4	RA3	RA2	RA1	RA0	MCRL
1	1	0	0	0	0	0/1
2	1	0	0	0	1	0/1
3	1	0	0	1	0	0/1
4	1	0	0	1	1	0/1
5	1	0	1	0	0	0/1
6	1	0	1	0	1	0/1
7	1	0	1	1	0	0/1
8	1	0	1	1	1	0/1
9	1	1	0	0	0	0/1
10	1	1	0	0	1	0/1
11	1	1	0	1	0	0/1
12	1	1	0	1	1	0/1
13	1	1	1	0	0	0/1
14	1	1	1	0	1	0/1
15	1	1	1	1	0	0/1
16	1	1	1	1	1	0/1

A continuación (Tabla IV.4) asignaremos a cada uno de los 16 códigos, la aplicación en el circuito de operación del sistema de inyección de gasolina del vehículo.

Tabla IV.4 Códigos de entrada al PIC y circuito de operación de control de inyección electrónica de gasolina

No. De Relé	CÓDIGO				Inicio	Reset	Circuito a controlar
	RA3	RA2	RA1	RA0	RA4	MCRL	
1	0	0	0	0	1	0/1	ECT (alimentación)
2	0	0	0	1	1	0/1	ECT (tierra)
3	0	0	1	0	1	0/1	MAF (señal)
4	0	0	1	1	1	0/1	MAF (tierra)
5	0	1	0	0	1	0/1	MAF (alimentación)
6	0	1	0	1	1	0/1	TPS (tierra)
7	0	1	1	0	1	0/1	TPS (señal)
8	0	1	1	1	1	0/1	TPS (alimentación)
9	1	0	0	0	1	0/1	HEGO (Señal)
10	1	0	0	1	1	0/1	CMP (alimentación)
11	1	0	1	0	1	0/1	Inyector 1 (alimentación)
12	1	0	1	1	1	0/1	Inyector 3 (pulso inyec.)
13	1	1	0	0	1	0/1	Bomba de C. (alimentación)
14	1	1	0	1	1	0/1	Bobina (alimentación)
15	1	1	1	0	1	0/1	EVAP (alimentación)
16	1	1	1	1	1	0/1	Autodiagnóstico

4.7 SELECCIÓN DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS.

En la selección de los elementos eléctricos y electrónicos se tomará en cuenta los parámetros de diseño electrónico para determinar la función que van a desempeñar, considerando su vida útil, tolerancias y funcionalidad.

4.7.1 Regulación de voltaje

El circuito de control se alimenta de 12 V directamente de la batería, pero se requiere un voltaje regulado de 5V.

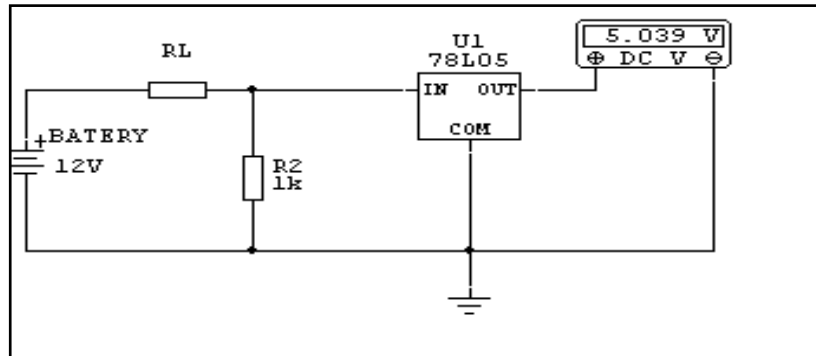


Figura 4.6 Circuito de regulación de Voltaje

$$V_{IN} = 5V + 1.15$$

$$V_{IN} = 5.75$$

$$I_{1k} = \frac{V_{IN}}{1k} = \frac{5.75}{1k}$$

$$I_{1k} = 5.75\text{mA}$$

$$V_L = 12V - V_{IN}$$

$$V_L = 6.25$$

$$I_L = I_{1k}$$

$$R_L = \frac{V_L}{I_L} = \frac{6.25}{5.75} \text{ k}\Omega$$

$$2R_L = 1.08 \text{ k}\Omega$$

$$P_L = 6.25 \times 5.75 \text{ mW}$$

$$P_L = 0.035\text{W}$$

$$P_{1k} = 5.75^2 \text{ mW}$$

$$P_{1k} = 0.033\text{W}$$

4.7.2 Señales de control

Las señales de control tienen como fase intermedia entre circuito digital y circuito de potencia el acoplamiento óptico para protección de los diferentes elementos utilizados en el circuito, el mismo que es realizado por medio de los opto acopladores.

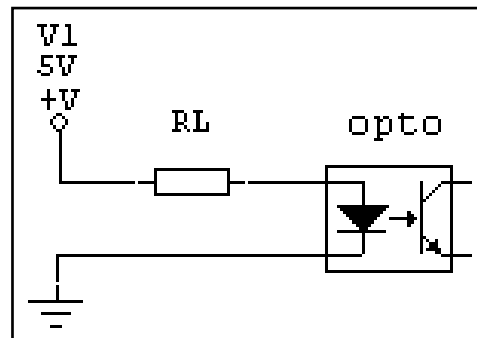


Figura 4.7 Circuito del optoacoplador.

Señales de control

$$V_D = 0.7$$

$$I_L = 10\text{mA}$$

$$V_L = 5 - 0.7$$

$$V_L = 4.3$$

$$R_L = \frac{V_L}{I_L}$$

$$R_L = \frac{4.3}{10\text{mA}}$$

$$R_L = 430\Omega$$

4.7.3 Circuito de control de potencia

Los transistores de potencia realizarán la conmutación para el ingreso de las señales a los relés.

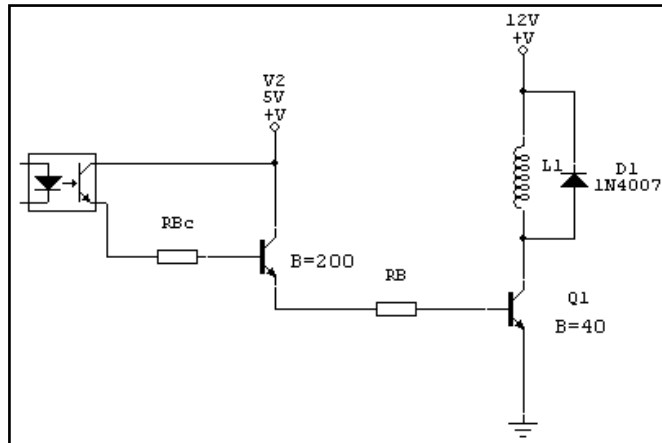


Figura 4.8 Circuito control de potencia

$$B = 200$$

$$I_E \cong I_C$$

$$I_E = 0.075$$

$$I_{BC} = \frac{0.075}{200} \times 5 \text{ A}$$

$$-I_{BC} = 20\text{mA}$$

$$R_{bc} = \frac{4.3}{I_{BC}} = \frac{4.3}{0.020} \Omega$$

$$R_{bc} = 215\Omega$$

$$PR_{bc} = 0.020 \times 4.3 = 0.086 \text{ W.}$$

4.7.4 Activación de los relés

Los relés son protegidos por circuitos snubbers, estos circuitos son generalmente salvaguardan los distintos elementos electrónicos en todas sus aplicaciones, en nuestro caso nosotros utilizamos un diodo en paralelo con la bobina del relé tal y como se muestra en la figura.

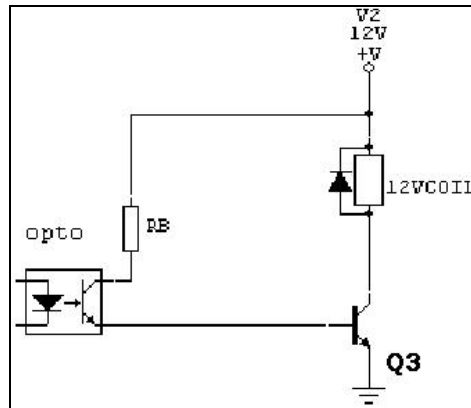


Figura 4.9 Activación del relé

$$R_L = 380$$

$$I_C = \frac{12V}{R_L} = \frac{12}{380} = 0.03 \text{ A}$$

$$I_B = \frac{0.03}{200} \times 130$$

$$I_B = 0.02 \text{ A}$$

$$R_B = \frac{11.3}{0.02} \Omega$$

$$R_B = 570 \Omega$$

$$P_{RB} = 0.24 \text{ W}$$

4.7.5 Circuito de activación del zumbador

El zumbador es un elemento importante dentro del módulo de entrenamiento, ya que este nos indica si en el sistema se introdujo la falla, para que esta sea detectada por el técnico o la persona que se encuentra practicando en el vehículo.

El circuito diseñado para esta aplicación es el siguiente.

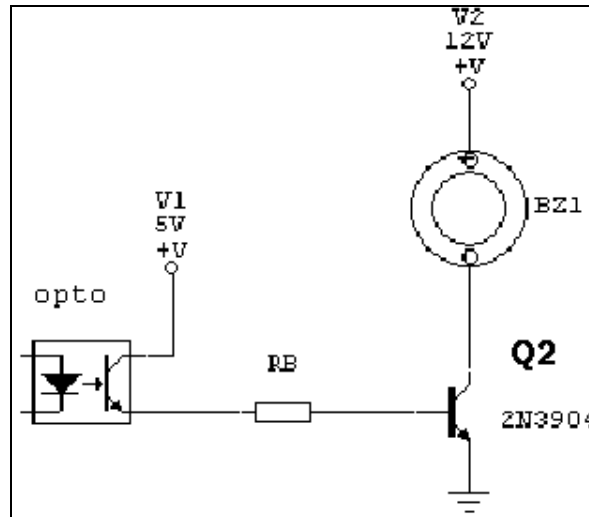


Figura 4.10 Activación del zumbador

$$R_{BZ} = 50\Omega$$

$$I_C \approx \frac{V_{BZ}}{300} = \frac{12V}{50}$$

$$I_C = 0.24$$

$$I_B = \frac{0.24A * 20}{200}$$

$$I_B = 0.024$$

$$R_B = \frac{4.3}{I_B} = \frac{4.3}{0.024} = 180\Omega$$

$$P_{RB} = 4.23 \times 0.024 = 0.13W$$

4.8. SELECCIÓN DE PROTECCIÓN DEL CIRCUITO.

Para proteger los circuitos de control y potencia se debe tomar en cuenta el consumo de corriente en cada uno de ellos. Los fusibles son seleccionados tomando en cuenta la corriente nominal más una tolerancia mínima que permitirá un correcto funcionamiento.

Corriente para la selección del fusible = Corriente de consumo/0.9

Una vez realizado el cálculo, se procede a seleccionar los fusibles de acuerdo a los existentes en nuestro mercado.

Consumo de corriente de control: $I_c = 2 \text{ A}$

Fusible elegido: $F1 = 2 \text{ A}$

Consumo de corriente general: $I_T = 13 \text{ A}$

Fusible elegido: $F2 = 15 \text{ A}$

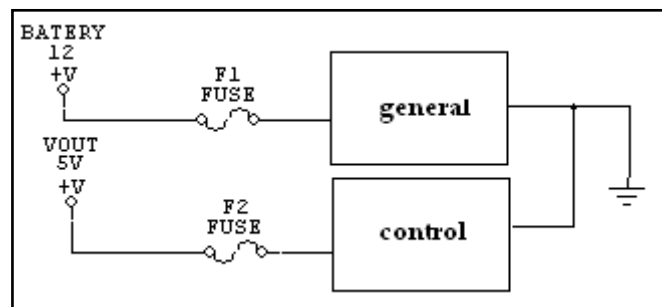


Figura 4.11 Circuitos de protección.

4.9. DISEÑO DEL DIAGRAMA ELECTRÓNICO.

En la figura 4.12 se muestra el diagrama del circuito general, con los elementos seleccionados según las consideraciones de diseño.

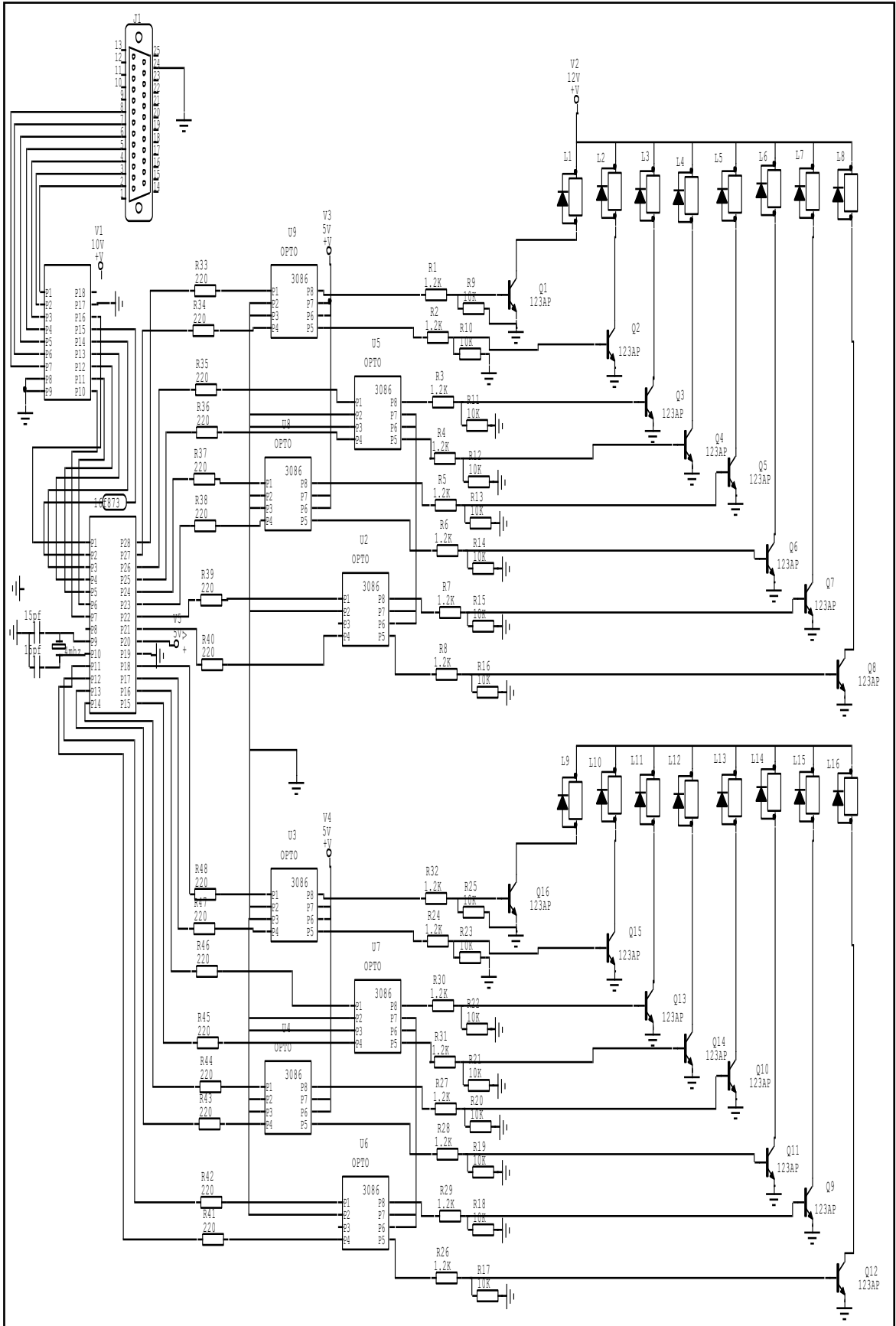


Fig. 4.12 Circuito Electrónico de la aplicación.

4.10 Selección de componentes

Al haber diseñado todos y cada uno de los circuitos de control y potencia, en los apartados anteriores, procedemos a seleccionar los dispositivos eléctricos y electrónicos y semiconductores que disponemos en el mercado, dándonos los siguientes resultados

Tabla IV.5 Elementos electrónicos utilizados en el módulo de entrenamiento

Cant.	Componente	Valor- Descripción	Número en el esquema
16	Resistencias	1.2 K Ω	R1 a R8 y R24- R26 a R32
16	Resistencias	220 Ω	R33 a R48
16	Resistencias	10 K Ω	R9 a R23– R25
16	Relés	10 A	L1 a L16
16	Transistores	123 AP	Q1 a Q16
16	Diodos	4007	
01	Buffer	74LS241	
01	Microcontrolador PIC	16F877	
08	Opto acopladores	3086	U2 a U9
02	Condensadores	15 pF	C1 –C2
01	Conector hembra		Puerto paralelo Centronix
04	Pulsadores	A 35	
01	Conector 1 – 1 paralelo		
02	Fusibles y portafusiles.		
01	Oscilador	4 MHz	
01	Manómetro de presión	A 0 a 120 PSI	
01	Llave de ¼ de vuelta	s/n	
01	Juego de acoples rápidos	s/n	
01	Alambre No. 14	AWG N0.14	

4.11 DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE COMPONENTES DEL MODULO DE ENTRENAMIENTO.

4.11.1 Buffer ECG74LS241*.

Permite la correcta habilitación del control por PC, evitando errores de activación.

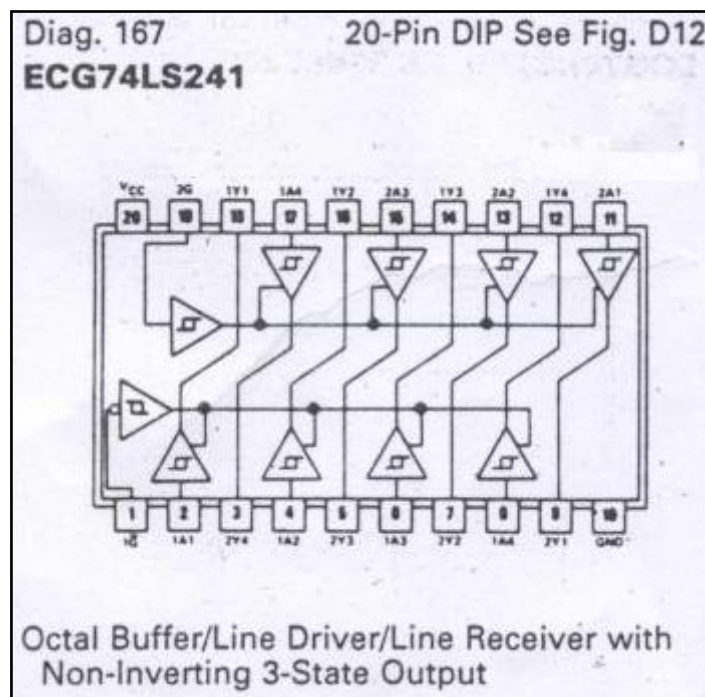


Figura 4.13 Buffer ECG74LS241

4.11.2 Optoacoplador 3086*

Acoplan el pulso de corriente generador por el μ C a los transistores 123 AP para el control previo de los relés para el control de cada uno de los circuitos del sistema de inyección electrónica del vitara.

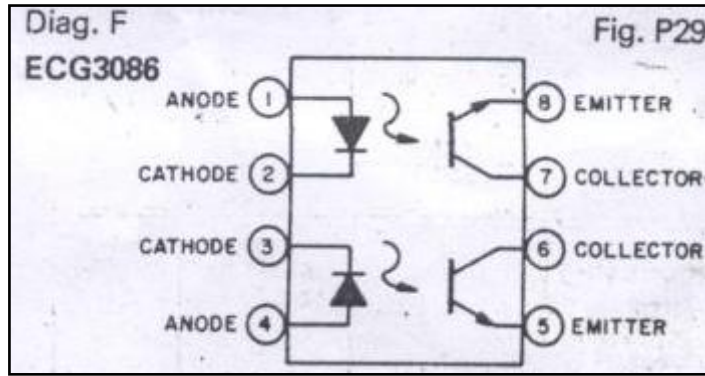


Fig. 4.14 Optoacoplador ECG 3086.

4.11.3 Transistor ECG123AP*

Pre amplifican la corriente del optotransistor para activar los relés de control de los circuitos del Vitara.

Fig. T16
TO-92

ECG	1	2	3	ECG	1	2	3	ECG	1	2	3
10	B	E	C	194	E	B	C	453*	D	S	G
11	E	C	B	199■	E	C	B	457*	D	S	G
12	E	C	B	229	B	E	C	458	D	G	S
23	B	E	C	232	E	B	C	467	D	S	G
46	E	B	C	233	E	B	C	468	D	S	G
47	E	B	C	234	E	C	B	469	D	S	G
69	B	E	C	267	E	B	C	489	D	G	S
85	E	C	B	288	E	B	C	490	D	G	S
107	E	C	B	289A	E	C	B	491	S	G	D
108	E	B	C	290A	E	C	B	492	D	G	S
123AP	E	B	C	312*	G	S	D	2341	E	C	B
159	E	B	C	319P	B	E	C	2342	E	C	B
172A■	E	C	B	451	D	S	G	2503	E	C	B

* Alternate Fig. T13-1
 ■ Alternate Fig. T15
 * D & S Interchangeable

Figura 4.15 Transistor 123AP.

4.11.4 Relés 4123 (T71)

Controlan la activación y desactivación de cada uno de los circuitos del sistema de inyección electrónica del vehículo Chevrolet Vitara G1600.



Figura 4.16 Reles ECG130

4.11.5 PIC 16F877

El microcontrolador recibe códigos de activación y procesa la información para asignar la operación correspondiente para el control de los componentes del sistema de inyección electrónica del Vitara G1600.

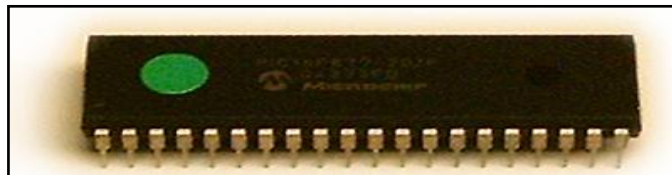


Fig. 4.17 PIC 16F877

4.11.6 Manómetro.

Este instrumento de medición instalado permanentemente en el vehículo nos proporcionará una lectura constante de la presión en el subsistema hidráulico de alimentación, el mismo que permitirá detectar posibles fallos dentro de este sistema.



Fig. 4.18 Manómetro

4.11.7 Llave ¼ de vuelta

Esta llave permite liberar la presión en el sistema de alimentación de combustible cuando esta se encuentre abierta. Esta ubicada junto al manómetro como se lo puede observar en la figura 4.18.

4.11.8 Caja metálica

En la caja metálica van instalados en su interior los circuitos de control y potencia, mientras que en su costado derecho encontramos fusibles, zumbador y el conector DB25 y en su costado izquierdo se encuentran las líneas de entrada de los diferentes sensores y actuadores y el interruptor principal de encendido del módulo.



Fig. 4.19 Caja metálica

4.12 ANÁLISIS ECONÓMICO.

Seleccionados todos los elementos y componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos detallamos una tabla de costos de cada uno de ellos.

Tabla IV.6 Componentes y costos.

Cant.	Componente	Valor	Costo Total
16	Resistencias	220 Ω	1.60
30	Resistencias	270 Ω	3.00
10	Resistencias	10 K Ω	1.80
16	Relés	12V 10A	48,00
40	Diodo	4001	12.00
05	Transistores	123AP	1.00
04	Transistores	Ecg130	10.00
02	Buffer	74LS241	4.00
01	PIC	16F877	14.00
08	Opto acopladores	3086	8.00
02	Condensadores	1,8 pF	1.00
01	Conector 1 – 1 paralelo		5.00
03	Fusibles y portafusibles.		4.00

01	Oscilador	4 MHz	2.00
01	Varios Eléctricos		25.00
01	Caja metálica – soportes		70.00
3	Acoples y uniones		45.00
01	Mangueras		16.00
01	Manómetro		10.00
01	Llave ¼ de vuelta		4.50
04	Acoples rápidos		6.00
01	Varios – Trabajos		80.00
02	Bakelita		15.00
65	Alambre 22	metros	19.50
01	Rollo de estaño		5.00
	TOTAL		411.40

El equipo tiene un costo de 411.40 dólares, en lo que corresponde a elementos y componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos; en este presupuesto, no se toma en cuenta el diseño y desarrollo del software.

Observándolo desde otro punto de vista, para que la carrera de ingeniería automotriz adquiera un módulo de entrenamiento didáctico con las características del que va a disponer con el presente proyecto de tesis, tendría que importarlo a un precio no menor a los 1000 dólares que poniéndolo en comparación con los 411.40 dólares que cuesta, es justificable su construcción, además que se aplican los conocimientos técnicos adquiridos durante toda la carrera.

4.13 PRUEBAS ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS DEL MÓDULO DE ENTRENAMIENTO

Luego del diseño teórico de todos y cada uno de los circuitos eléctricos y electrónicos, que se han indicado en los apartados anteriores, los mismos se instalarán primero en proto-board, para verificar su funcionamiento adecuado, para luego trasladarlo al circuito impreso en la placa definitiva.

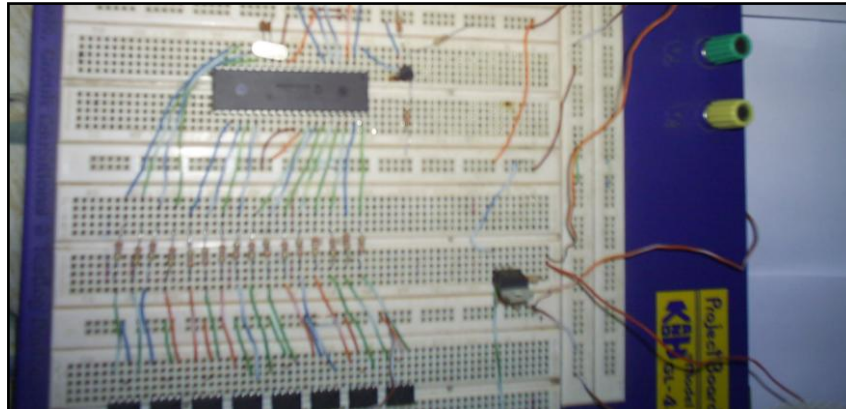


Fig. 4.20 Montajes iniciales en proto-board

En la figura 4.20, se comienza con el montaje del circuito de control que como principal componente utiliza el microcontrolador PIC 16F877 con su respectivo cristal oscilador, además se puede observar como se utilizan diodos LED o indicadores luminosos, para simular el funcionamiento de cada una de las señales indicadas en relación con los distintos circuitos del sistema de inyección electrónica de gasolina del vehículo Vitara G1600, a partir de estos ir realizando cada una de las conexiones; hay que considerar los voltajes de operación de los componentes a fin de que los mismos no presenten inconvenientes a futuro.

Se procede a realizar el montaje y la instalación de todos los elementos, tomando en cuenta que el PIC ya fue previamente programado en assembler, mismo que se encuentra en el anexo "A". Cabe mencionar la importancia del uso del manual de componentes electrónicos ECG para la conexión de todos y cada uno de los componentes electrónicos.



Fig. 4.21 Grabación del PIC

Luego de haber realizado el paso anterior se procede a conectar la etapa de control de potencia con cada uno de los elementos seleccionados, tomando en cuenta que las corrientes son moderadas en cada uno de los circuitos del sistema de inyección, considerando que los relés son de dos contactos y cumplirán la función de abrir y cerrar los circuitos.

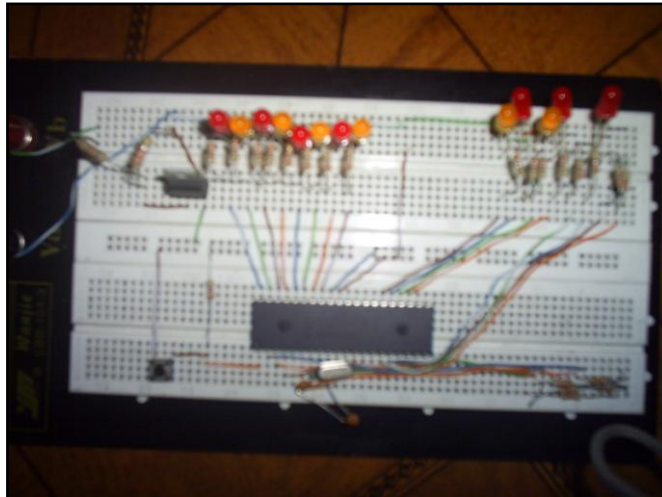


Fig. 4.22 Montaje del circuito de control de potencia.

Una vez comprobadas las dos etapas en la construcción del módulo, utilizaremos interruptores, pulsadores y selectores para que el circuito quede completamente armado y se realicen las pruebas iniciales de instalación.

Una las aplicaciones importantes dentro del proyecto, es el interfase del computador con el módulo, se elaboró un programa de entrenamiento en Visual Basic. Para determinar la ubicación de los pines del puerto paralelo que se va a utilizar sirvió de ayuda el proto-board con el respectivo conector como se indica en la siguiente figura.

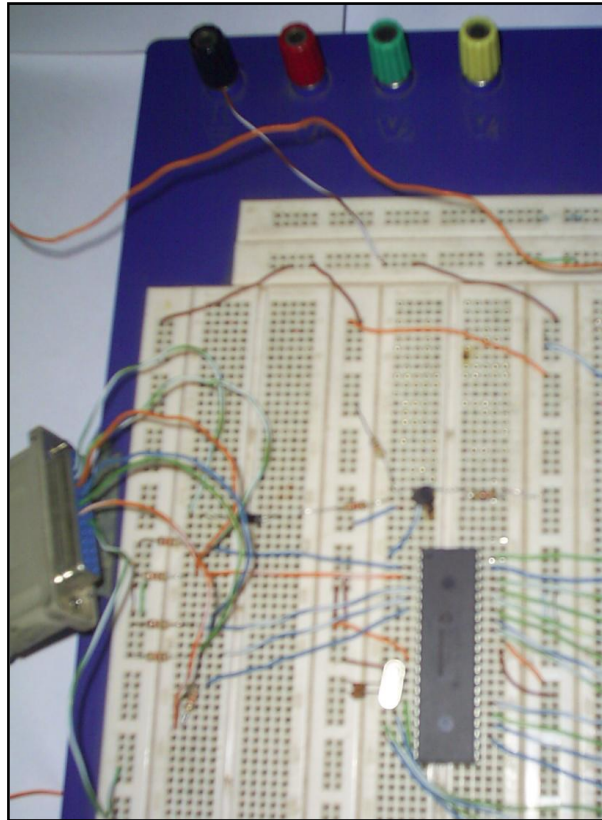


Fig. 4.23 Cable para determinar los pines de utilización.

Los pines de salida para la aplicación son: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y el 24 que es tierra del puerto paralelo (DB25) del computador.

Procedemos a determinar el pulso de activación de cada relé, para esto se procede a dar la combinación correspondiente por la interfase de la computadora. Mediante el multímetro verificamos la continuidad en la salida del circuito de control, debe dar uno lógico cada vez que se active un código, el mismo que va a ser reseteado cuando se corrija la simulación.

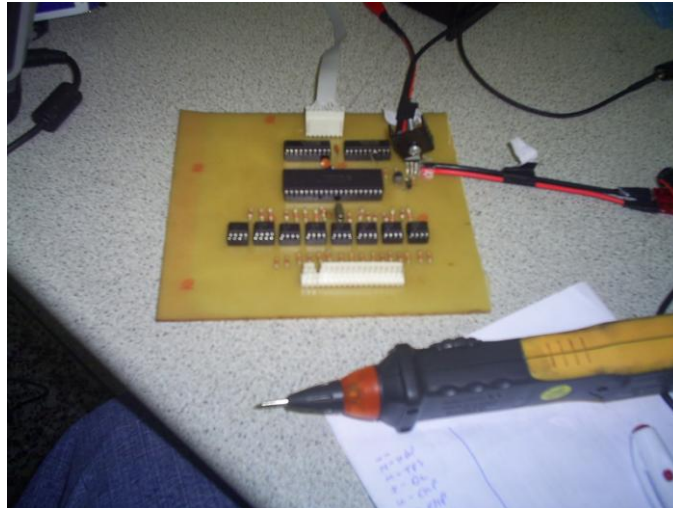


Fig. 4.24 Pulso de activación de inicio de operación

Una vez realizadas todas y cada una de las pruebas tanto del circuito de control, como el circuito de potencia, se procede al diseño de las pistas para el circuito final impreso utilizando el **TRAXMAKER** y el método de serigrafía, dando como resultado los siguientes caminos, los que una vez revelados deberán ser cuidadosamente revisados .

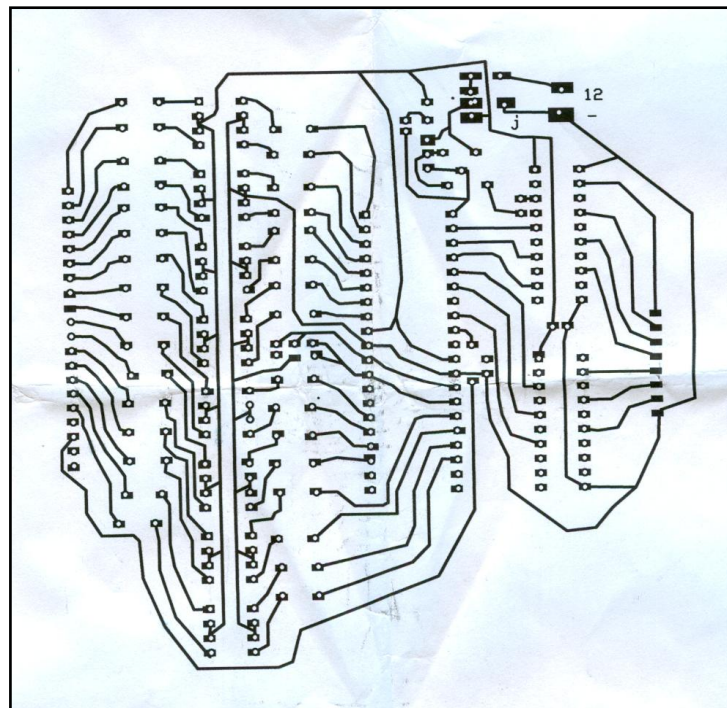


Fig. 4.25 Diseño de la placa de control.

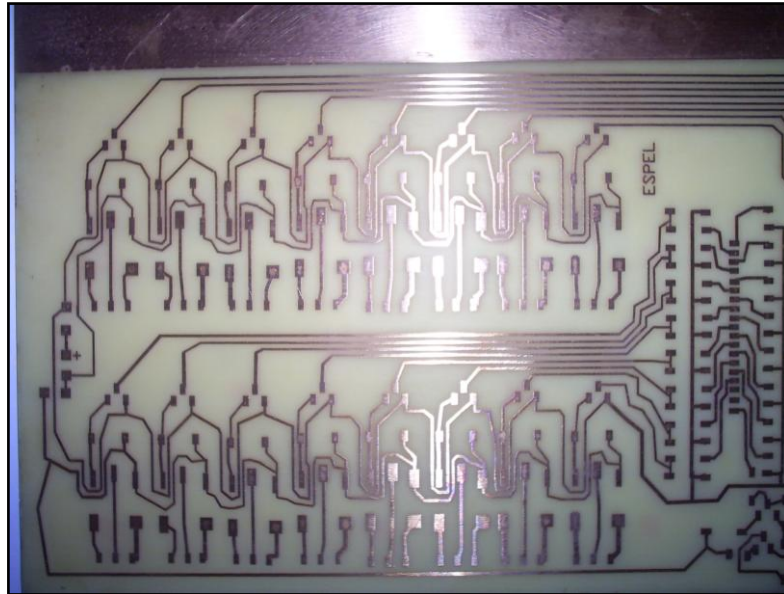


Fig. 4.26 Placa de potencia del sistema de entrenamiento.

4.14 IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE ENTRENAMIENTO.

Comprobado cada circuito impreso en las placas de bakelita, se procede a ubicar y soldar los elementos seleccionados. Este proceso se lo realiza tanto para la placa de control como en a de potencia.

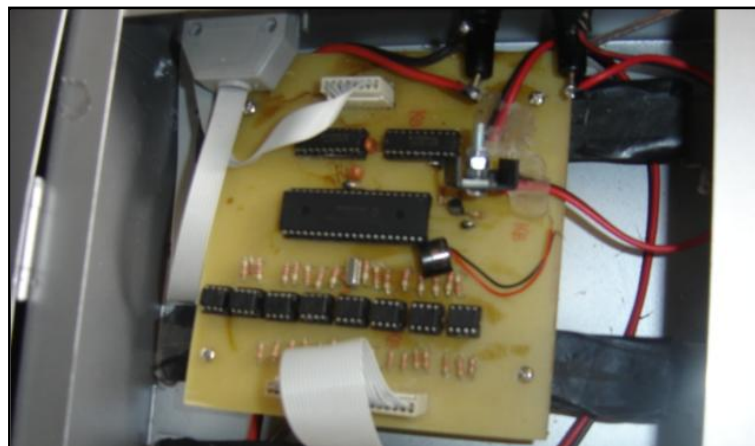


Fig. 4.46 Placa de control del módulo de entrenamiento terminada.

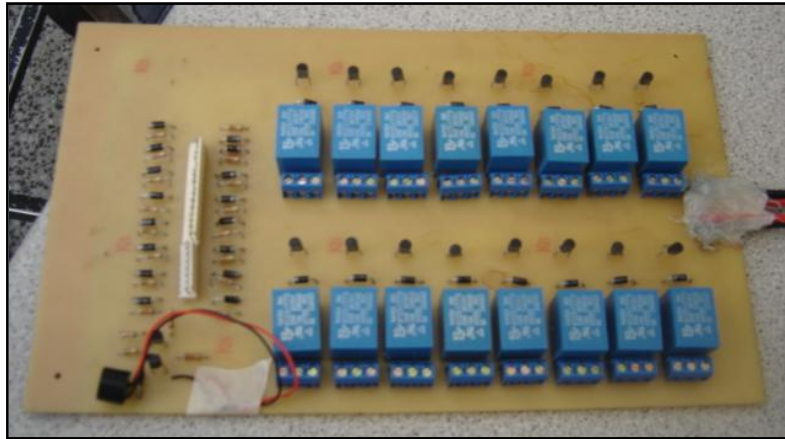


Fig. 4.27 Placa de potencia del módulo de entrenamiento terminada.

Una vez listas las placas de potencia y control se montan en la caja metálica con perforaciones adecuadas, para su sujeción y así evitar cortocircuitos cuando el vehículo este en marcha.



Fig. 4.28 Caja metálica para placas de control y potencia.

Fijadas las placas en el interior de la caja metálica, procedemos a realizar la instalación del cableado del módulo de entrenamiento a cada uno de los elementos del sistema de inyección electrónica de combustible, pasando el cableado desde el compartimiento del motor hacia en interior del vehículo.



Fig. 4.29 Instalación del cableado en el motor del vehículo



Fig. 4.30 Instalación del cableado en el módulo

Terminada la instalación del cableado proveniente de los circuitos de sensores y actuadores del sistema de inyección electrónica del vehículo Vitara G1600, se asegura firmemente la caja de los circuitos, que fue ubicada en la parte posterior del vehículo.

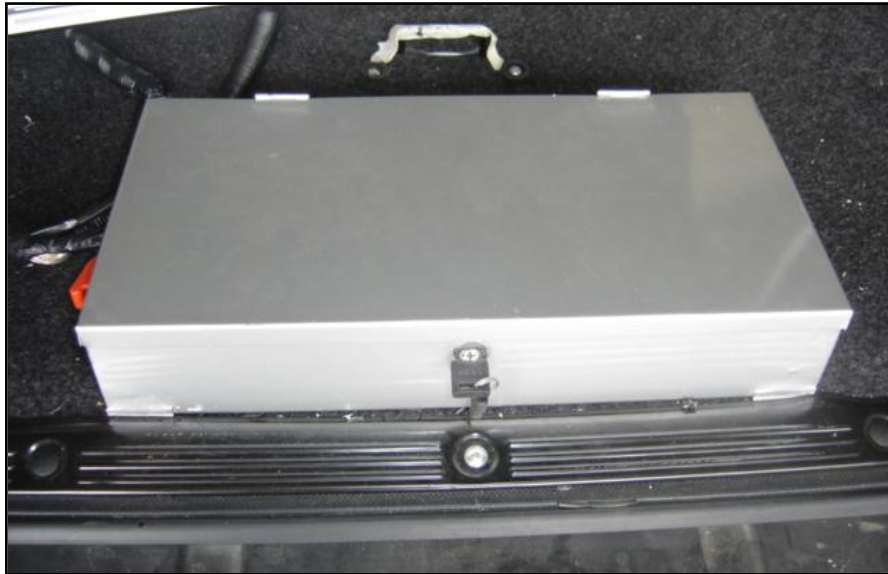


Fig. 4.31 Ubicación del módulo.



Fig. 4.32 Montaje final del módulo de entrenamiento

4.15 UTILIZACIÓN Y SIMULACIÓN DE FALLAS CON EL MÓDULO DE ENTRENAMIENTO DEL VEHÍCULO CHEVROLET VITARA DEL LABORATORIO DE MOTORES

El módulo de entrenamiento mediante su software es de fácil acceso y manipulación. Las pantallas que se presentan poseen temas, subtemas, información e iconos muy bien identificados.

Los pasos que se deben realizar para iniciar hay que instalar el archivo ejecutable llamado VITARA, en un computador que disponga de puerto paralelo.

Una vez instalado hacer doble clic sobre el archivo vitara.exe. y se presentará la primera pantalla de ingreso (figura 4.33).



Fig. 4.33 Pantalla de ingreso al Programa de Entrenamiento

La pantalla principal consta de datos informativos sobre el proyecto y una caja de texto donde se debe escribir la clave para continuar con el uso del programa de entrenamiento.

4.15.1 Menú principal

Ingresada la clave podremos seguidamente visualizar el menú principal, en donde se puede destacar toda la información que posee el programa, a continuación detallas el menú con sus respectivos submenús:

- Información del Vehículo

- General
- Motor y Transmisión
- ECU
 - Información General
 - Distribución de Pines
- Diagramas
 - Diagrama de Bloques
 - Sistema MULTEC – MPFI
 - Subsistema de Alimentación
 - Subsistema de Ingreso de aire
 - Sistema de Encendido
 - Sistema de Control Electrónico
- Sensores
 - Sensor ECT
 - Sensor MAF
 - Sensor TPS
 - Sensor HEGO
 - Sensor de Efecto Hall
- Actuadores
 - Inyectores
 - Bomba de Alim. de Combustible
 - Bobina
 - Válvula EVAP
- Autodiagnóstico
 - Información
 - Códigos de Avería
 - Lectura de códigos sin scanner
 - Ejecutar Autodiagnóstico
- Salir

En cada submenú de sensores y actuadores poseen opciones para obtener información y simular fallas.



Fig. 4.34 Menú Principal

4.15.2 Información del vehículo

En este menú encontramos información sobre el vehículo Chevrolet Vitara G 1600 como se muestran en las figuras 4.35, 4.36, 4.37, 4.38.

InformaciónGeneral Chevrolet Vitara G1600

Ficha Técnica - Chevrolet Vitara

Pesos y Capacidades

Peso Bruto Vehicular (kg)	1.450
Peso Vacio (kg)	1.045
Capacidad de Carga (kg)	405
Tanque de Combustible (litros)	11,1 gal.

Seguridad

Luces posteriores	X
Freno de parqueo / estacionamiento	X
Luz de reversa	X
Desempañador vidrio posterior	X
Desempañador vidrio panorámico	X
Vidrio panorámico laminado y franja degradé	X
Vidrios de seguridad tinturados	X
Seguro columna de dirección	X
Espesores retrovisores laterales	X
Cinturones de seguridad delanteros retráctiles (3 pts)	X
Cinturones de seguridad posteriores (2 pts)	X

» VITARA



Dimensiones

Alto total (mm)	1.665
Ancho total (mm)	1.630
Largo Total (mm)	3.620
Distancia entre ejes (mm)	2.200
Trocha Delantera (mm)	1.395
Trocha Trasera (mm)	1.400


[Regresar al Menú Principal](#)

Inicio Capítulo IV IV Capítulo - Microsof... Proyecto1 - Microsof... InformaciónGeneral C... 8:47

Fig. 4.35 Ficha técnica del Chevrolet Vitara


Vehículo Chevrolet Vitará

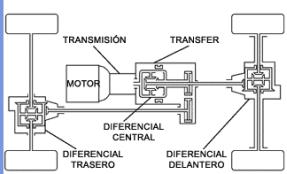
Características del Vehículo Chevrolet Vitará



Motor	
Desplazamiento (c.c.)	1590
Potencia (HP@rpm)	94.7 HP @ 5.600 RPM
Torque kg-m (Nm)@rpm	13.5 Kg-m @ 4000 RPM
Relación de Compresión	9.5 : 1
Diam x Carrera (mm)	75.0 X 90.0
Nro. de Cilindros / Configuración	4 en línea
Tipo	G16B SOHC
Posición	Longitudinal
Nro. de Válvulas	16
Alimentación	Inyección Multipunto
Orden de encendido	1 - 3 - 4 - 2

Transmisión	
Tipo / palanca de cambio	Mécanica 5 Vel. Sincronizadas
Embrague	Monodisco seco, Diafragma
Relaciones 1ª	3.652
Relaciones 2ª	1.947
Relaciones 3ª	1.379
Relaciones 4ª	1.000
Relaciones 5ª	0.864
Reversa	3.670
Relación final de engranajes	5.125
Relación de engranajes transferencia 4 x 4 Alta	1.000
Relación de engranajes transferencia 4 x 4 Baja	1.816






[Regresar al Menú Principal](#)


Fig. 4.36 Características del Vehículo Chevrolet Vitará

Unidad de Control Electrónico

Unidad de Control Electrónico ECU



ECU



Ubicación de la ECU en el vehículo

Esta realiza un seguimiento, controla la temporización de encendido y la entrada de combustible en una serie de condiciones y parámetros de conducción. La programación de esta ajusta los mapas de encendido y combustible mejorando así el rendimiento del vehículo.

Esta funciona a través de las memorias PROM, ROM, RAM, cuyo funcionamiento es el siguiente.

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

La ECU 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: la RAM (memoria temporal), ROM (programa básico de computadora) y PROM (programa de sintonía fina).

ROM (Read Only Memory), este microprocesador contiene el programa básico del ECU. Es la parte que dice cuando veo que esto sucede, tengo que hacerlo que suceda. La ROM presenta una memoria no volátil, esto significa que aun cuando la potencia se va la ROM, retendrá

[Regresar al Menú Principal](#)

Fig. 4.37 Información de la ECU

Distribución de Pines de la ECU

Distribución de Pines de la ECU

La ECU del vehículo Chevrolet Vitara dispone de dos conectores, uno de 22 pines (A) y otro de 26 pines (B), como se observa en la figura:

A1 Corriente de respaldo de la ROM.
A2 Puesta en marcha del motor.
A3 Ciclo de trabajo.
A4 Disparo de encendido.
A5 Relé de la bomba de combustible.
A6 Interruptor de prueba.
A7 Sensor de velocidad del vehículo VSS.
A8 Botina de encendido.
A9 Aire Acondicionado (Full Equipo)
A10 Relé principal.
A11 Sin uso.
A12 Fuente de corriente.
A13 Fuente de corriente.
A14 Luz de Check Engine.
A15 Sin uso.
A16 Sin uso.
A17 Terminal del interruptor de diagnóstico.
A18 Interruptor de ralentí del TPS.
A19 Presión del líquido de la dirección.
A20 Sin uso.
A21 Sin uso.
A22 Sin uso.

B1 Masa.
B2 Masa.
B3 CAS Positivo.
B4 Alimentación actuadores.
B5 Alimentación actuadores.
B6 Fuente de corriente para el TPS.
B7 Sensor TPS.
B8 Sensor MAF.
B9 Sensor ECT.
B10 Sin uso.
B11 Inyector N° 1.
B12 Válvula IAC.
B13 Inyector N° 3.
B14 Masa.
B15 Puesta a tierra de sensores.
B16 Conector de datos.
B17 Conector de datos.
B18 Conector de datos.
B19 Sin uso.
B20 Sensor de oxígeno.
B21 Sin Uso.
B22 Conector de datos.
B23 Calefactor del sensor de oxígeno.
B24 Inyector N° 2.
B25 Válvula EVAP.
B26 Inyector N° 4.



1 ECU 2 Conectores A y B respectivamente

[Regresar al Menú Principal](#)

Fig. 4.38 Distribución de pines de la ECU

4.15.3 Diagramas

En este menú se encuentran los diagramas de los diferentes subsistemas del sistema de inyección electrónica del vehículo chevrolet vitara.

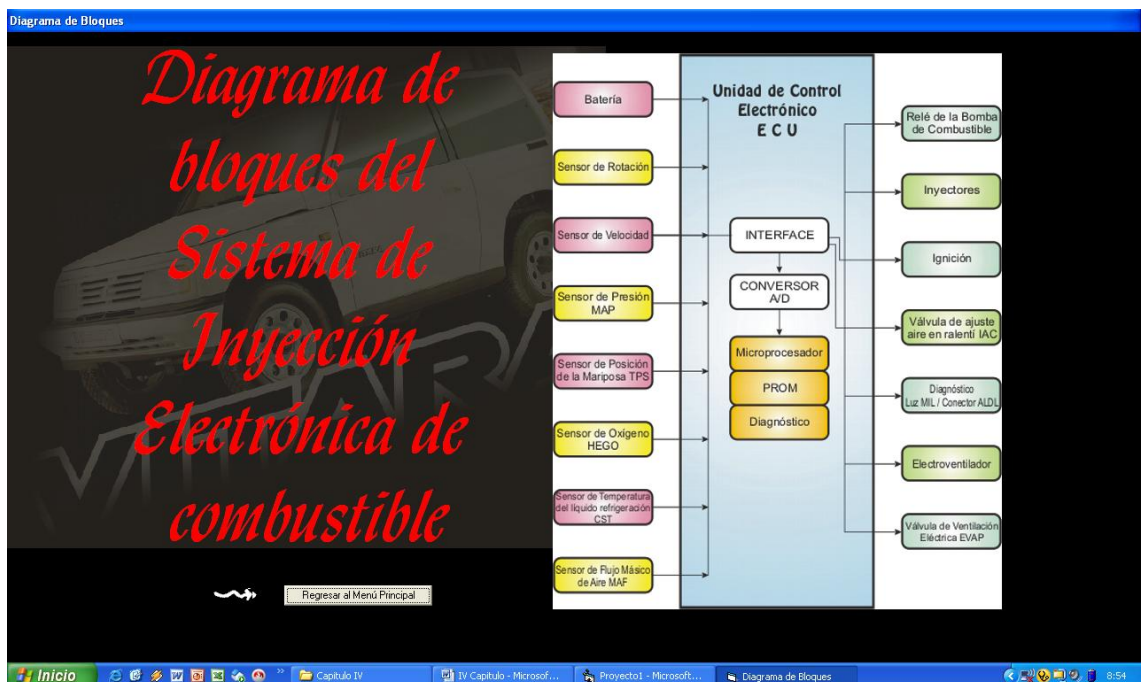
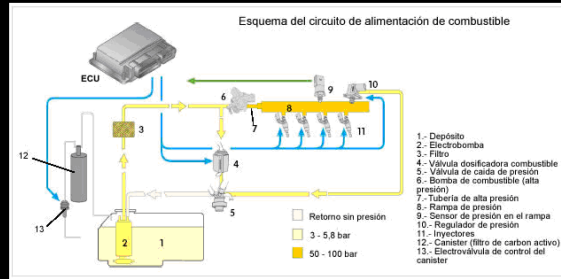


Fig. 4.39 Diagrama de Bloques del sistema de inyección electrónica de combustible.

Subsistema de Alimentación de Combustible



El sistema de alimentación suministra combustible en volumen necesario para las más diferentes condiciones de carga y revolución del motor.

El subsistema de combustible está dividido en una parte de baja presión y en otra de alta presión.

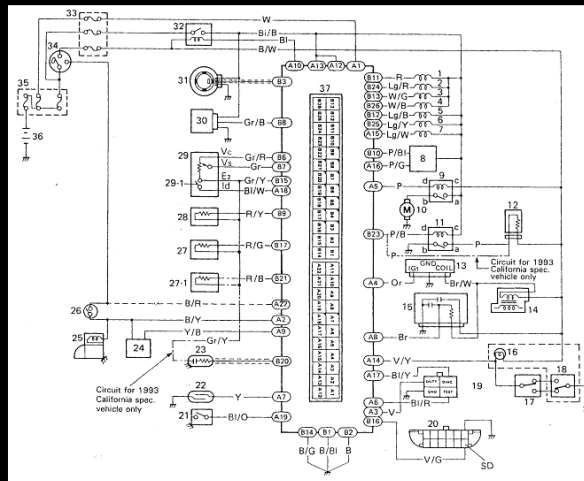
El sistema de combustible de baja presión: esta formado por un depósito (1), en su interior y sumergida una bomba eléctrica (2) eleva el combustible hacia un filtro (3) que se encarga de limpiarlo de impurezas, una vez filtrado el combustible se dirige a la bomba de alta presión (6). La presión del combustible en funcionamiento normal es de 3 bares y durante el arranque en caliente es de 5,8 bares como máximo.

El sistema de combustible de alta presión: la bomba de alta presión (6) bombea el combustible hacia la rampa de inyección (8). La presión del

Regresar al Menú Principal

Fig. 4.40 Subsistema de Alimentación de Combustible.

Esquema Eléctrico del Sistema de Encendido Electrónico



- 1| Inyector 1
- 2| Inyector 2
- 3| Inyector 3
- 4| Inyector 4
- 5| Válvula IAC
- 6| Solenoide de purga de la válvula EVAP
- 7| Solenoide de purga de la válvula EGR
- 8| Módulo e transmisión automática (solo T/A)
- 9| Relé de la bomba de combustible
- 10| Bomba de combustible
- 11| Sensor IAT (solo versión California 93)
- 12| Sensor de oxígeno
- 13| Módulo de encendido
- 14| Bobina de encendido
- 15| Supresor de ruido
- 16| Check Engine Luz
- 17| Interruptor
- 18| Conector de datos
- 19| Conector de test de diagnóstico
- 20| Conector de datos
- 21| Interruptor de presión (full equipo)
- 22| Sensor VSS
- 23| Sensor Calentador de oxígeno
- 24| Aire acondicionado (full equipo)

Regresar al Menú Principal

Fig. 4.41 Esquema eléctrico del Sistema de Encendido Electrónico.

4.15.4 Sensores

En este menú podemos encontrar la información y la simulación de fallas de cada uno de los sensores del subsistema de control electrónico del vehículo Chevrolet Vitara, en el siguiente orden

- ECT
- MAF
- TPS
- HEGO
- Sensor de efecto Hall.

Desde la pantalla de información de cada sensor, se puede ingresar a la simulación de fallas.

The screenshot displays a software window titled "Sensor ECT Información" with a dark green background and yellow text. The main heading is "Sensor de Temperatura del Refrigerante ECT".

Technical diagrams include:

- A circuit diagram showing the ECU (1) connected to the ECT sensor (2) via a common mass (5). The sensor is connected to the ECU through a plug (3) and a metal sleeve (4). Labels include "B15", "R/Y", and "Gr/Y".
- A diagram of the engine block showing the location of the ECT sensor (2) in the cooling system, with labels "B15" and "B9".
- A photograph of the sensor installed in the engine, with a red arrow pointing to its location. Label: "Ubicación del Sensor ECT en el Motor".
- A detailed view of the sensor components: 1. Cuestipo Metálico, 2. Conector Eléctrico, 3. Pastilla NTC, 4. Rosca. Label: "1. Cuestipo Metálico 2. Conector Eléctrico 3. Pastilla NTC 4. Rosca Sensor ECT".

Textual information:

- A warning box states: "Como el motor de combustión interna no se mantiene en el mismo valor de temperatura desde el inicio de funcionamiento, ya que se incrementa, las condiciones de funcionamiento también variarán notablemente, especialmente cuando la temperatura es muy baja, debiendo vencer las resistencia de sus partes móviles; adicionalmente un buen porcentaje del combustible inyectado es desperdiciado en las paredes del múltiple de admisión, de los cilindros y debido a la mala combustión, por lo que requerimos inyectar una cantidad adicional de combustible en frío y reducir paulatinamente este caudal hasta llegar al ideal en la temperatura óptima de funcionamiento."
- Below it, another text block explains: "Esta señal informa al computador la temperatura del refrigerante del motor, para que este pueda enriquecer automáticamente la mezcla aire - combustible cuando el motor está frío y la empobrezca paulatinamente en el incremento de la temperatura, hasta llegar a la temperatura ideal de trabajo, momento en el cual se mantiene la mezcla ideal."

Navigation buttons at the bottom include "Regresar al Menú Principal" and "Fallas del Sensor ECT". The Windows taskbar at the bottom shows the system tray with the time 9:05.

Fig. 4.42 Información del sensor de temperatura del refrigerante ECT

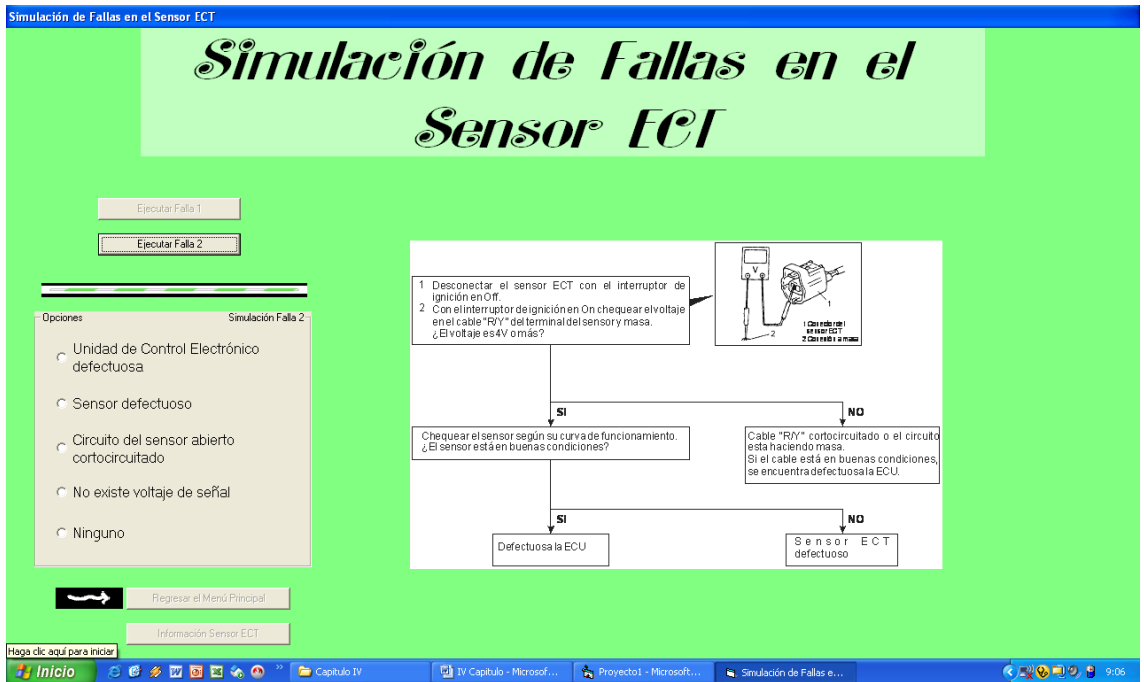


Fig. 4.43 Simulación de fallas en el sensor ECT.

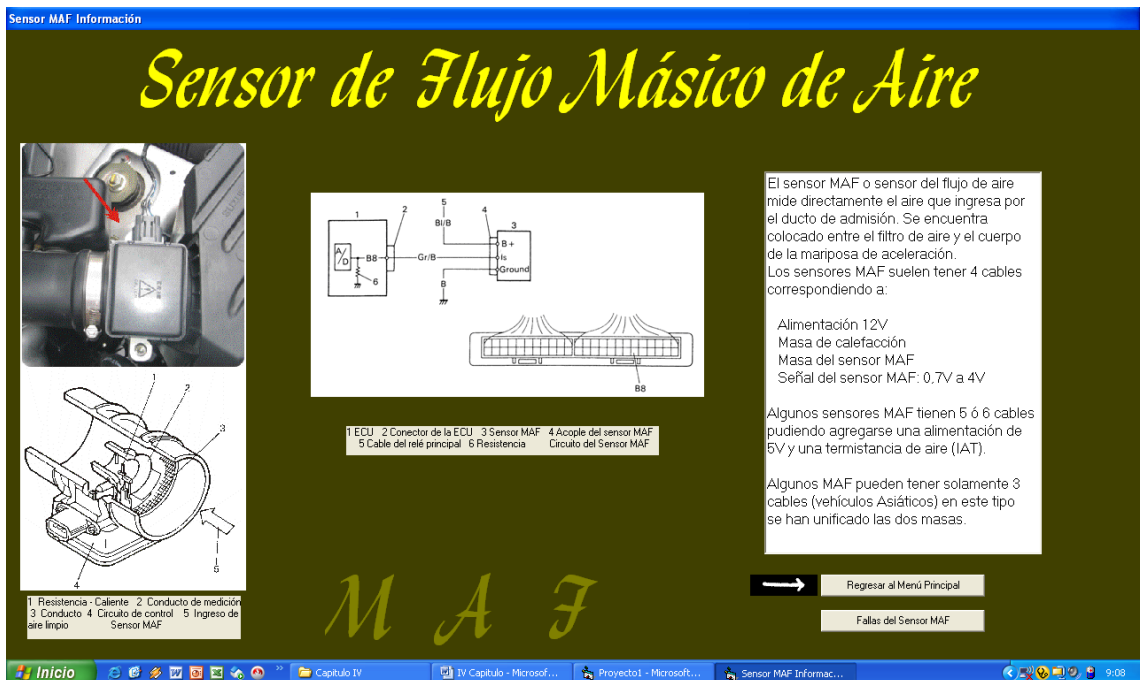


Fig. 4.44 Información del sensor de Flujo de Másico de Aire.



Fig. 4.45 Simulación de fallas en el sensor MAF

4.15.5 Actuadores

Al desplegar este menú encontramos la información y la simulación de fallas de cada uno de los actuadores del sistema de inyección electrónica de combustible en el siguiente orden.

- Inyectores.
- Bomba de alimentación de combustible.
- Bobina de encendido.
- Válvula EVAP.

Inyectores Información

Inyectores

Los inyectores van fijados a la culata e inyectan el combustible a alta presión directamente al interior del cilindro (inyección directa).

La misión de los inyectores es inyectar el combustible en un tiempo mínimo, adecuadamente pulverizado y de forma específica según el modo operativo momentáneo.

Con un ángulo de proyección del chorro de 70° y un ángulo de inclinación del chorro de 20° se tiene dada un posicionamiento exacto del combustible, sobre todo en el modo estratificado.

Durante el ciclo de la inyección se excita el bobinado electromagnético en el inyector y se genera un campo magnético. A raíz de ello se atrae el inducido con la aguja, con lo cual abre el inyector y proyecta el combustible.

Al dejarse de excitar el bobinado se neutraliza el campo magnético y la aguja es oprimida por el

Ángulos de Inyección

Inyector

Regresar al Menú Principal | Simular Fallos

Inicio | Capítulo IV | IV Capítulo - Microsof... | Proyecto1 - Microsof... | Inyectores Información | 9:21

Fig. 4.46 Información de los inyectores.

Simulación de Fallos en los Inyectores

Simulación de Fallos en los Inyectores

Ejecutar Falta 1 | Ejecutar Falta 2

Opciones: Circuito a tierra del inyector abierto, Circuito de alimentación del inyector Nº 1 abierto, ECU defectuosa, Circuito de ignición abierto, Ninguno

Simulación de Falta 1

Regresar al Menú Principal | Información de Inyectores

Verificar el sonido de accionamiento y operación de cada inyector. ¿Los 4 inyectores funcionan normalmente?

SI: El circuito de inyección de combustible está en buenas condiciones.

NO: Uno o más inyectores de los 4 no tienen el sonido de accionamiento. Chequear el conector del inyector y sus respectivos cables, si no funciona, chequear el inyector. Si todo lo anterior está en perfectas condiciones, defectuosa la ECU. Ninguno de los 4 inyectores tiene el sonido de operación.

Ninguno de los 4 inyectores tiene el sonido de operación.

1 Desconectar el conector del inyector Nº 1 con el interruptor de ignición en OFF. 2 Chequear el voltaje en el cable B1/B con el interruptor de ignición en ON. ¿Existe el voltaje de batería (12V)?

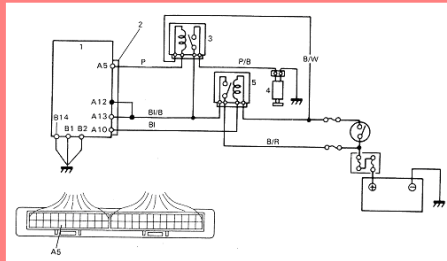
SI: Chequear que los inyectores tengan su respectiva resistencia interna. Si el inyector está en buenas condiciones, defectuosa la ECU.

NO: Circuito abierto.

Inicio | Capítulo IV | IV Capítulo - Microsof... | Proyecto1 - Microsof... | Simulación de Fallos e... | 9:22

Fig. 4.47 Simulación de Fallos en los Inyectores.

Bomba de Alimentación de Combustible



1 ECU 2 Conector a la Ecu 3 Relé de la bomba de combustible 4 Bomba de combustible 5 Relé principal Circuito de la Bomba de Combustible



Bomba de Combustible

Con la aparición de los sistemas de inyección electrónicos en la década de los ochenta nacen las bombas eléctricas de gasolina, algunas instaladas en el exterior del tanque y otras (actualmente la mayoría) sumergidas en el tanque de gasolina.

El uso de este nuevo componente exige que el mecánico tenga conocimiento de electricidad para poder entender su funcionamiento, los métodos de desmontaje e instalación y los pasos para efectuar diagnósticos acertados de las fallas que se puedan presentar no solo en la bomba, sino también en el resto de los componentes del sistema de alimentación de combustible.

Las bombas eléctricas trabajan normalmente con un voltaje que varía entre 12 y 13 voltios suministrados al momento de pasar el interruptor de ignición a la posición de encendido.

En ese momento comienza a girar el motor eléctrico, suministrando la presión requerida por el sistema de combustible que puede variar desde 14.5 hasta 55 libras por pulgada cuadrada dependiendo del tipo de vehículo y el sistema de inyección que utiliza.

En el caso de las bombas eléctricas alojadas en el tanque de gasolina en sistemas carburados, la presión del sistema generalmente es de 3 a 8 libras por pulgada cuadrada. En todo caso, es necesario consultar la presión del

Regresar al Menú Principal

Simular Falla

Fig. 4.48 Información de la Bomba de Alimentación de Combustible.

Simulación de Falla en el Circuito de la Bomba de Alimentación de Combustible

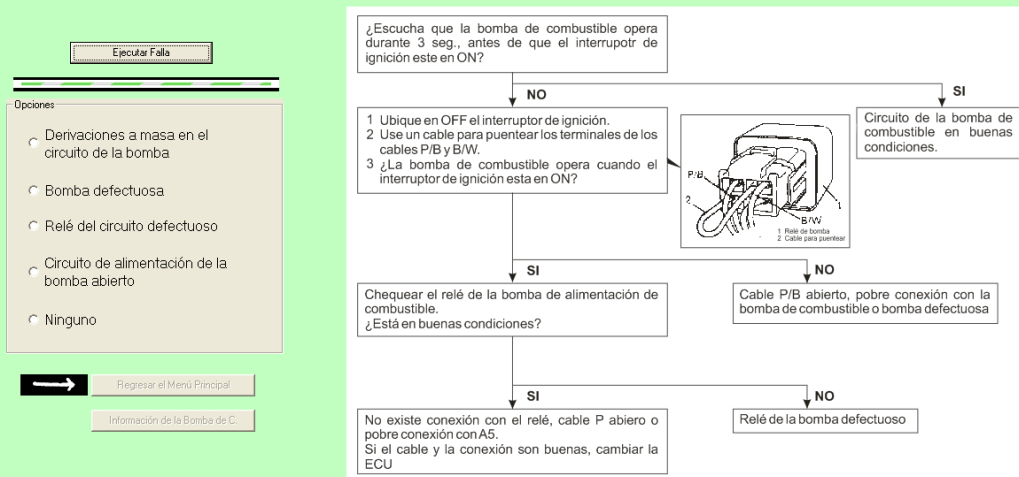


Fig. 4.49 Simulación de Fallas en el Circuito de la Bomba de Alimentación de Combustible.

4.15.6 Autodiagnóstico.

En el vehículo Chevrolet Vitara es posible realizar el autodiagnóstico, en el programa se encuentra información para realizarlo, además existe una opción de hacerlo mediante el módulo de entrenamiento.

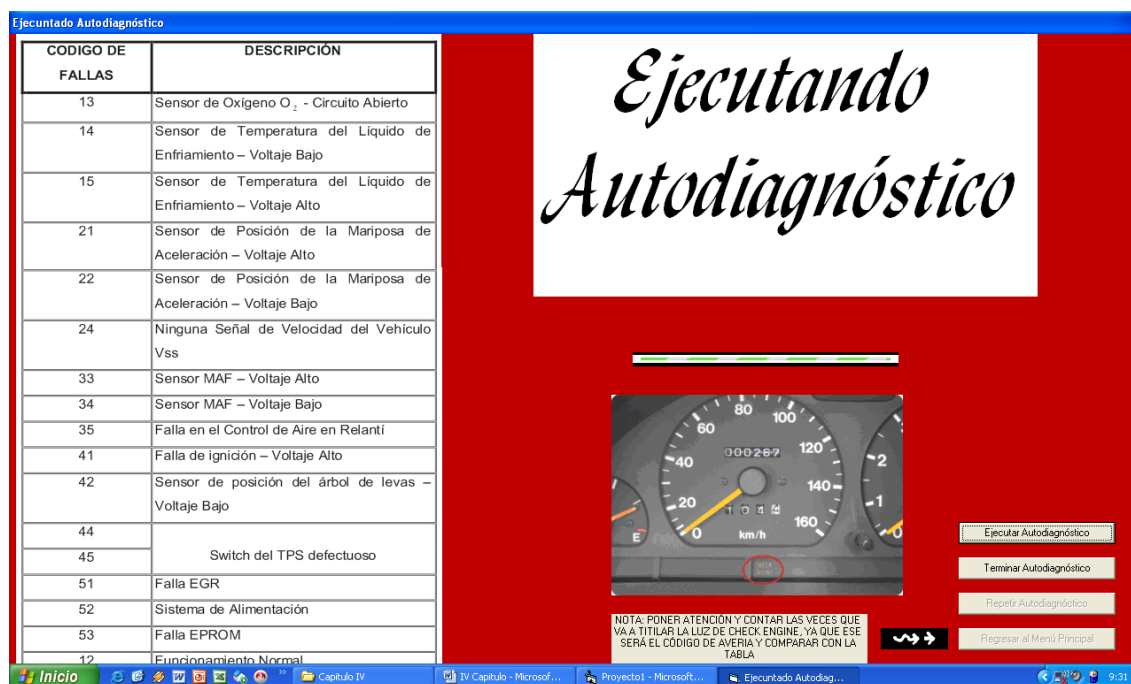


Fig. 4.50 Pantalla de ejecución de autodiagnóstico

4.15.7 Simulación de fallas

Los sensores y actuadores del sistema de inyección electrónica de combustible, tienen la opción de simulación de fallas en tiempo y en condiciones de operación reales mediante el programa de entrenamiento.

Para realizar la simulación de fallas se tomará en cuenta los siguientes pasos.

- Encender el vehículo.
- Conectar el cable DB25 entre el módulo y el computador.

- Ingresar al programa en el computador.
- Encender el módulo.
- Comenzar la simulación de fallas.

CONCLUSIONES:

Finalizado el proyecto de investigación de acuerdo al objetivo general planteado podemos concluir:

- Se realizó el diseño e implementación de un Módulo de Entrenamiento para Inyección Electrónica a gasolina del vehículo Chevrolet Vitara G1600 del Laboratorio de Motores.

En base a los objetivos específicos trazados al inicio de la investigación, concluimos:

- La información presentada en el presente trabajo de tesis es fiable, ya que se tomó como principal fuente de consulta el Manual de Operación y Mantenimiento.
- La selección de elementos eléctricos-electrónicos y mecánicos se realizó en base a cálculos que garantizan el correcto funcionamiento del módulo y su larga vida útil.
- El principal elemento electrónico utilizado en el diseño del módulo de entrenamiento es el PIC 16F877.
- El acoplamiento óptico es indispensable en el diseño electrónico, ya que este protegerá los circuitos de control y potencia del módulo de entrenamiento.
- La correcta selección de protecciones (fusibles), permitirá el correcto funcionamiento del módulo en condiciones extremas de operación del motor del vehículo, en una forma totalmente confiable.
- La implementación del manómetro en el subsistema hidráulico nos permitirá de manera permanente tener una lectura de la presión suministrada en el riel de inyectores.

- El programa de entrenamiento muestra una interfaz hombre-máquina fácil de interpretar para la persona que lo utilice, brindándole una herramienta de aprendizaje versátil.
- La simulación de fallas que permite realizar el módulo de entrenamiento son en tiempo y condiciones reales de funcionamiento.
- La implementación del módulo de entrenamiento en el vehículo no interfiere en el funcionamiento, confort y seguridad del vehículo.
- El módulo de entrenamiento diseñado puede ser implementado en cualquier vehículo con sistemas electrónicos.
- La realización del proyecto nos permitió obtener experiencia en el área de electrónica aplicada al automóvil.

RECOMENDACIONES

- Guardar normas de seguridad industrial cada vez que se de mantenimiento al módulo de entrenamiento y al vehículo en general.
- En la implementación del módulo de entrenamiento, verificar que el área y las herramientas sean las correctas para cada aplicación.
- Durante la implementación del módulo de entrenamiento desconectar los bornes de la batería.
- Verificar la continuidad en los grabados de las placas de bakelica.
- Verificar que no existan sueldas frías entre los elementos del circuito y la placa.
- Antes de la utilización del módulo de entrenamiento, la(s) persona(s) debe(n) tener conocimientos básicos de los sistemas de Inyección Electrónica a Gasolina.
- La verificación de contactos, sueldas y conectores; así como la limpieza del módulo de entrenamiento deberá realizarse en un tiempo no mayor a 90 días para su correcto funcionamiento.
- Seguir de una manera sistemática los procedimientos de prueba sugeridos tanto en el programa de entrenamiento como en el presente documento.
- Confirmar el buen funcionamiento del módulo de entrenamiento antes de conectar a los circuitos de sensores y actuadores.
- En caso de algún fallo o avería en los componentes del módulo de entrenamiento, consultar en el presente documento.

BIBLIOGRAFÍA

- Sidekick Suzuki - Manual de Operación y Mantenimiento, Ed. Suzuki Motor Corporation, 1993
- Quiroz Erazo – Diseño y Construcción de un Módulo de Entrenamiento del Sistema de Inyección Electrónica de gasolina del vehículo CORSA WIND – ESPE 2005.
- Albert Martí Pareda – Encendido electrónico, Ed. Alfaomega, México, 1991
- Watson Ben – Manual de Inyección Electrónica de Gasolina (Instalación, afinado y modificación), Ed. Prentice Hall.
- José Miguel Alonso Pérez – Tecnologías avanzadas del automóvil, Ed. Paraninfo, Madrid, 1995
- José Miguel Alonso Pérez – Técnicas del automóvil, Ed. Paraninfo, Madrid, 1996
- M. de Castro – Encendido electrónico.
- CEAC – Electricidad del automóvil.
- Bosch – Electrónica aplicada al motor
- William H. Crouse, Motores de automóviles
- José M. Alonso, Tecnología avanzada del automóvil, Ed Paraninfo, Madrid, 1994.
- Jan P Norbye, Manual de Sistemas de Fuel Injection, Ed Prentice-Hall Hispanoamérica.
- www.chevrolet.com.ec



ANE

XO





■ ANEXO

A

- Programación del PIC 16F877




```

▪ ; ESPERA DEL PULSO DE INICIO
▪
▪ BUCLE
▪   nop
▪   movf PORTA,w      ; Lee los valores de entrada de la puerta A y lo
                        ; almacena en w
▪   andlw 0x77       ; Realiza AND W 0x03 y el resultado envía
▪   movwf OPERATION
▪   btfss PORTA, 5   ;
▪   goto NORMAL
▪   goto SELECTIMER
▪
▪ NORMAL
▪   btfss PORTA, 4
▪   goto BUCLE
▪   call SEÑAL
▪   btfsc PORTA,3
▪   goto SELEC2
▪
▪ -----
▪ ;MODO DE SELECCION DIFERENTES SUBROUTINAS DE TRABAJO PARA
LA INTRODUCCION DE FALLAS
▪
▪ SELECCIÓN          ; Lee los valores de entrada de la puerta A y lo
                        ; almacena en w
▪
▪   movf OPERATION, W ;Carga Directa a W con OPERATION
▪   andlw 0x07       ; And W con Hex 03 para observar estado de los sensores 1 y 2
▪   addwf PCL,f
▪   goto EST0       ;llamado subrutina estado 0
▪   goto EST1       ;llamado subrutina estado 1
▪   goto EST2       ;llamado subrutina estado 2
▪   goto EST3       ;llamado subrutina estado 3
▪   goto EST4       ;llamado subrutina estado 4
▪   goto EST5       ;llamado subrutina estado 5
▪   goto EST6       ;llamado subrutina estado 6
▪   goto EST7       ;llamado subrutina estado 7
▪
▪
▪   EST0 bsf PORTB, 0
▪   goto BUCLE
▪   RETURN
▪
▪   EST1 bsf PORTB, 1
▪   goto BUCLE

```

```

▪ RETURN
▪
▪ EST2 bsf PORTB, 2
▪ goto BUCLE
▪ RETURN
▪
▪ EST3 bsf PORTB, 3
▪ goto BUCLE
▪ RETURN
▪
▪ EST4 bsf PORTB, 4
▪ goto BUCLE
▪ RETURN
▪
▪ EST5 bsf PORTB, 5
▪ goto BUCLE
▪ RETURN
▪
▪ EST6 bsf PORTB, 6
▪ goto BUCLE
▪ RETURN
▪
▪ EST7 bsf PORTB, 7
▪ goto BUCLE
▪ return
▪
▪ SELEC2
▪
▪
▪ movf OPERATION, W ;Carga Directa a W con OPERATION
▪ andlw 0x07 ; And W con Hex 03 para observar estado de
los sensores 1 y 2
▪ addwf PCL,f
▪ goto ES0 ;llamado subrutina estado 0
▪ goto ES1 ;llamado subrutina estado 1
▪ goto ES2 ;llamado subrutina estado 2
▪ goto ES3 ;llamado subrutina estado 3
▪ goto ES4 ;llamado subrutina estado 4
▪ goto ES5 ;llamado subrutina estado 5
▪ goto ES6 ;llamado subrutina estado 6
▪ goto ES7 ;llamado subrutina estado 7
▪
▪
▪ ES0 bsf PORTC, 0
▪ goto BUCLE
▪ RETURN
▪

```

```

▪          ES1 bsf PORTC, 1
▪          goto BUCLE
▪          RETURN
▪
▪          ES2 bsf PORTC, 2
▪          goto BUCLE
▪          RETURN
▪
▪          ES3 bsf PORTC, 3
▪          goto BUCLE
▪          RETURN
▪
▪          ES4 bsf PORTC, 4
▪          goto BUCLE
▪          RETURN
▪
▪          ES5 bsf PORTC, 5
▪          goto BUCLE
▪          RETURN
▪
▪          ES6 bsf PORTC, 6
▪          goto BUCLE
▪          RETURN
▪
▪          ES7 bsf PORTC, 7
▪          goto BUCLE
▪          return
▪
▪ ;TIEMPO DE ACTIVACION DEL PITO DE INDICACION DE INTRODUCCION
▪ ;DE FALLA.
▪
▪ SEÑAL bsf PORTE, 1 ;Pone a 1 la salida RB4
▪ call DEMORAA ;Llamado subrutina de retardo
▪ call DEMORAA
▪ bcf PORTE, 0 ; Pone a cero la salida RB4
▪ Return
▪
▪ DEMORAA movlw 0x0A ;Carga w con dec 10
▪ movwf CONTC ;carga CONTC con el contenido de W
▪ call TIEMPO ; Llamado subrutina de retardo TIEMPO
▪ return
▪ .*****
▪ ;
▪ TIEMPO
▪ call TIMER ;Llamado subrutina TIMER
▪ decfsz CONTC,f ;Decremento del CONTC en 1 se envia a W;Salto
condicional flag z
▪ goto TIEMPO ;Bucle
▪ return

```

- ;TIEMPO BASICO PARA LAS SUBROUTINAS DE RETARDO Y FINALIZACION PUEBAS Y OPERACIONES POR PARO GENERAL

```

▪
▪ TIMER      clrf    TMR0      ;Encera el timer
▪            btfss  TMR0,4    ;Salto condicional si ha llegado a 32
▪            goto  TIMER+1    ;bucle
▪            return

```

▪ ,*****

```

▪ FALLA      movlw  0xff      ;Carga directa a W con dec 5
▪            movwf  CONTD     ;CONTD recibe el contenido de W
▪ EST
▪            call  DEMORAE    ;Llamado subrutina DEMORA
▪            decfsz CONTD, f
▪            goto  EST       ;Bucle
▪            RETURN
▪ DEMORAE    movlw  0xFA      ; Carga a W
▪            movwf  CONTC     ;carga CONTC con el contenido de W
▪            call  TIEMPO    ; Llamado subrutina de retardo TIEMPO
▪            return

```

SELECTIMER

```

▪            call  SEÑAL
▪            btfsc PORTA,3
▪            goto  SELECT4

```

▪ ;-----

- ;MODO DE SELECCION DIFERENTES SUBROUTINAS DE TRABAJO PARA LA INTRODUCCION DE FALLAS

```

▪            SELECT3        ; Lee los valores de entrada de la puerta A y lo
▪                          ; almacena en w

```

```

▪            movf  OPERATION, W ;Carga Directa a W con OPERATION
▪            andlw 0x07      ; And W con Hex 03 para observar estado de los

```

sensores 1 y 2

```

▪            addwf PCL, f
▪            goto  ESTT0     ;llamado subrutina estado 0
▪            goto  ESTT1     ;llamado subrutina estado 1
▪            goto  ESTT2     ;llamado subrutina estado 2
▪            goto  ESTT3     ;llamado subrutina estado 3
▪            goto  ESTT4     ;llamado subrutina estado 4
▪            goto  ESTT5     ;llamado subrutina estado 5
▪            goto  ESTT6     ;llamado subrutina estado 6
▪            goto  ESTT7     ;llamado subrutina estado 7

```



```

▪
▪
▪           ESTT0 bsf PORTB, 0
▪           call FALLA
▪           goto BUCLE
▪           bcf PORTC, 0
▪           RETURN
▪
▪           ESTT1 bsf PORTB, 1
▪           call FALLA
▪           goto BUCLE
▪           bcf PORTC, 1
▪           RETURN
▪
▪           ESTT2 bsf PORTB, 2
▪           call FALLA
▪           goto BUCLE
▪           bcf PORTC, 2
▪           RETURN
▪
▪           ESTT3 bsf PORTB, 3
▪           call FALLA
▪           goto BUCLE
▪           bcf PORTC, 3
▪           RETURN
▪
▪           ESTT4 bsf PORTB, 4
▪           call FALLA
▪           goto BUCLE
▪           bcf PORTC, 4
▪           RETURN
▪
▪           ESTT5 bsf PORTB, 5
▪           call FALLA
▪           goto BUCLE
▪           bcf PORTC, 5
▪           RETURN
▪
▪           ESTT6 bsf PORTB, 6
▪           call FALLA
▪           goto BUCLE
▪           bcf PORTC, 6
▪           RETURN
▪
▪           ESTT7 bsf PORTB, 7
▪           call FALLA
▪           goto BUCLE
▪           bcf PORTC, 7
▪           return

```

```

▪
▪ SELECT4
▪
▪
▪      movf OPERATION, W ;Carga Directa a W con OPERATION
▪      andlw 0x07      ; And W con Hex 03 para observar estado de los
sensores 1 y 2
▪      addwf PCL,f
▪      goto ESS0      ;llamado subrutina estado 0
▪      goto ESS1      ;llamado subrutina estado 1
▪      goto ESS2      ;llamado subrutina estado 2
▪      goto ESS3      ;llamado subrutina estado 3
▪      goto ESS4      ;llamado subrutina estado 4
▪      goto ESS5      ;llamado subrutina estado 5
▪      goto ESS6      ;llamado subrutina estado 6
▪      goto ESS7      ;llamado subrutina estado 7
▪
▪
▪      ESS0 bsf PORTC, 0
▪      call FALLA
▪      goto BUCLE
▪      bcf PORTC, 0
▪      RETURN
▪
▪      ESS1 bsf PORTC, 1
▪      call FALLA
▪      goto BUCLE
▪      bcf PORTC, 1
▪      RETURN
▪
▪      ESS2 bsf PORTC, 2
▪      call FALLA
▪      goto BUCLE
▪      bcf PORTC, 2
▪      RETURN
▪
▪      ESS3 bsf PORTC, 3
▪      call FALLA
▪      goto BUCLE
▪      bcf PORTC, 3
▪      RETURN
▪
▪      ESS4 bsf PORTC, 4
▪      call FALLA
▪      goto BUCLE
▪      bcf PORTC, 4
▪      RETURN
▪
▪      ESS5 bsf PORTC, 5
▪      call FALLA

```

```
▪          goto BUCLE
▪          bcf PORTC, 5
▪          RETURN
▪
▪          ESS6 bsf PORTC, 6
▪          call FALLA
▪          bcf PORTC, 6
▪          goto BUCLE
▪          RETURN
▪
▪          ESS7 bsf PORTC, 7
▪          goto BUCLE
▪          call FALLA
▪          bcf PORTC, 7
▪          return
▪          end
```

Latacunga Julio del 2007.

Realizado por

Cristian S. Laverde Albarracín

Dennys O. Panchi Mayo

Ing. Juan Castro Clavijo
COORDINADOR DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Dr. Eduardo Vásquez Alcázar
SECRETARIO ACADÉMICO