



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
SEDE LATACUNGA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**TESIS DE GRADO**

**“ DISEÑO E INSTALACIÓN DE UN SISTEMA  
DE CONTROL PARA ENTRENAMIENTO EN  
EL SISTEMA ELECTRÓNICO DEL VEHÍCULO  
CHEVROLET OPTRA T/A”.**

**HUGO ALEJANDRO TAPIA TERÁN  
LUIS OSWALDO VÁSQUEZ ARCOS**

**LATACUNGA - ECUADOR**

**2007**

## **CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los Señores: **Tapia Terán Hugo Alejandro y Vásquez Arcos Luis Oswaldo**, bajo nuestra dirección y codirección

---

**ING. GERMÁN ERAZO L.  
DIRECTOR DE TESIS**

---

**ING. JUAN CASTRO C.  
CO-DIRECTOR DE TESIS**

## **DEDICATORIA**

***A mis padres Oswaldo y Alicia, bajo el calor del hogar, me fijé la meta que hoy alcanzo, la presencia de mis padres a lo largo de la vida, constituye el mejor aliciente para saltar dificultades, para ustedes mi humilde homenaje.***

***A mis hermanos María Isabel y Carlos, Silvia y Antonio, José, quienes durante el camino recorrido supieron animarme con su afecto y comprensión, constituyéndose en apoyo necesario para cumplir el desafío que me había propuesto.***

***A mis tíos, primos, familiares y amigos, con su cariño y ánimo alentaron cada día mi constante esfuerzo y contribuyeron para mantener activa mi moral y alcanzar este peldaño.***

***A todos ustedes, por estar junto a mi, Gracias.***

***Luis Oswaldo***

## **AGRADECIMIENTO**

***En este momento de mi vida, en que concluyo una de las aspiraciones fundamentales, que es la meta de la continua superación, no puedo dejar expresar mi reconocimiento sentido a todos los docentes quienes con vocación de servicio, supieron transmitirme sus conocimientos y forjar en mi, un espíritu de decisión y trabajo de manera especial a los Ingenieros Germán Erazo y Juan Castro.***

***Luis Oswaldo***

## **DEDICATORIA**

***A mis padres porque fueron la luz y guía en toda mi vida, siempre creyeron en mi, me apoyaron en cada obstáculo de camino y me enseñaron que cada tropezón en mi vida era un escalón mas, para alcanzar mis metas e ilusiones.***

***A mis hermanos David y Marcelo que cada momento estuvieron apoyándome y nunca dudaron de mi.***

***Y a toda mi familia por su afecto, confianza y apoyo incondicional; en especial a mis abuelitos que no los tengo a mi lado.***

***Para todos ustedes son mis logros.....***

***Hugo Alejandro***

## **AGRADECIMIENTO**

***Primero a Dios por protegerme, dotarme de sabiduría en los momentos mas difíciles y nunca desampararme.***

***A mis padres Ángel y Yolanda, a mis hermanos y toda mi familia porque son ustedes los co-artífices de mi carrera y formación como persona.***

***A todos mis profesores en especial a los ingenieros Germán Erazo y Juan Castro por guiarnos y dotarnos de sus conocimientos durante nuestra formación profesional y la realización de esta tesis.***

***Para aquellos que desinteresadamente me apoyaron sin esperar nada a cambio, compartiendo su alegría y confianza  
Gracias queridos amigos...***

***Hugo Alejandro***

## ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	xvi

## I. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE CONTROL ELECTRÓNICO

1.1 Generalidades de los sistemas de control electrónico.....	1
1.2 Sistema de inyección de combustible.....	2
1.3 Subsistema de control electrónico.....	3
1.3.1 Sensores.....	3
1.3.2 Unidad electrónica de control (ECU-PCM).....	7
1.3.2.1 Memoria ROM.....	9
1.3.2.2 Memoria EPROM.....	9
1.3.2.3 Memoria RAM.....	10
1.3.3 Actuadores.....	10
1.4 Subsistema de alimentación o hidráulico.....	11
1.5 Subsistema de aire.....	13
1.6 Subsistema de autodiagnóstico.....	15
1.7 Clasificación de los sistemas de inyección.....	15
1.8 Esquema del sistema electrónico de la transmisión automática.....	21
1.9 Módulo de control PCM/TCM.....	21
1.10 Señales de entrada.....	23
1.10.1 Sensor de la posición de la mariposa de gases (TP).....	23
1.10.2 Sensor de la temperatura del refrigerante del motor (ECT).....	23

1.10.3	Sensor de la temperatura del aceite de la transmisión (TFT).....	24
1.10.4	Sensor de entrada baro/presión absoluta del colector (MAP).....	24
1.10.5	Sensor de velocidad del vehículo (VSS).....	24
1.10.6	Sensor de la velocidad de entrada de la transmisión (TIS).....	24
1.10.7	Sensor de velocidad de salida (OSS) .....	24
1.10.8	Sensor de posición de la palanca de la válvula manual (MVLPS).....	25
1.10.9	Conmutador de presión de aceite .....	25
1.10.10	Conmutador de la posición de la palanca manual (MLPS) .....	25
1.10.11	Conmutador de freno .....	25
1.10.12	Conmutador de corta 4wd .....	25
1.10.13	Entrada del aire acondicionado.....	26
1.10.14	Entrada del régimen de cruce.....	26
1.11	Señales de salida.....	27
1.11.1	Solenoides de cambio.....	27
1.11.2	Solenoides de control de presión (pcs) .....	28
1.11.3	Solenoides del embrague del convertidor de par (TCC) .....	28
1.12	Esquema del sistema electrónico de los frenos ABS .....	29
1.13	Módulo de control electrónico de los frenos .....	30
1.14	Estados de control del EBCM .....	31
1.15	Sensores de velocidad .....	32
1.16	Sensor de aceleración lateral .....	33
1.17	Conjunto de válvulas moduladoras .....	33
1.18	Interruptor del pedal de frenos .....	34
1.19	Diagnóstico a bordo .....	34
1.20	Sistema de a bordo OBD I .....	35
1.21	Sistema de a bordo OBD II .....	36
1.21.1	Conector de diagnóstico .....	37
1.21.2	Comunicación con el scanner .....	38
1.21.3	Códigos de defectos .....	38
1.21.4	Lecturas .....	39
1.21.5	EOBD (European On Board Diagnostic) .....	39
1.22	Sistema de a bordo OBD III .....	39



## **II. SISTEMAS ELECTRÓNICOS DEL CHEVROLET OPTRA A/T**

2.1	Introducción .....	41
2.2	Sistema de control del motor de C.I .....	44
2.3	Identificación del código motor .....	45
2.4	Inyección electrónica M.P.F.I. ....	45
2.5	Componentes de la inyección electrónica M.P.F.I. ....	46
2.6	Subsistema de control electrónico .....	46
2.6.1	Módulo electrónico de control .....	47
2.6.2	Sensor de la posición de la mariposa de aceleración TPS .....	48
2.6.3	Sensor de presión absoluta en el colector (MAP).....	49
2.6.4	Sensor de temperatura del aire de la admisión (IAT).....	50
2.6.5	Sensor de temperatura del líquido de enfriamiento (ECT).....	51
2.6.6	Sensor de oxígeno.....	52
2.6.7	Sensor de rotación REF – CKP.....	54
2.6.8	Sensor de posición del árbol de levas (CMP) .....	55
2.6.9	Sensor de golpeteo (KS) .....	56
2.7	Subsistema de alimentación.....	56
2.7.1	Inyectores de combustible.....	56
2.7.2	Bomba de combustible.....	57
2.7.3	Distribuidor de combustible.....	58
2.7.4	Regulador de presión de combustible.....	59
2.8	Subsistema de ingreso de aire.....	59
2.8.1	Cuerpo del acelerador.....	60
2.8.2	Válvula de control de aire (IAC).....	60
2.8.3	Válvula de recirculación de gases (EGR).....	61
2.8.4	Válvula de emisiones evaporativas-cánister (EVAP) .....	62
2.9	Subsistema de autodiagnóstico.....	63
2.9.1	Sistema de auto diagnosis.....	64
2.9.1.1	Señalización de averías durante la puesta en marcha.....	64
2.9.1.2	Señalización de averías durante el funcionamiento.....	64
2.9.2	Grabación de códigos de falla.....	64

2.9.3 Conector DLC.....	65
2.10 Encendido directo DIS.....	66
2.10.1 Descripción del circuito del sistema DIS.....	67
2.11 Sistema electrónico de la transmisión automática ZF 4HP 16.....	68
2.12 Identificación del código de la transmisión ZF 4HP16.....	69
2.13 Ubicación de la transmisión automática.....	69
2.14 Componentes electrónicos que influyen en la transmisión automática....	70
2.15 Descripción de la comunicación entre los diferentes componentes electrónicos.....	71
2.16 Módulo de control electrónico (ECM).....	71
2.17 Módulo de control de la transmisión (TCM) .....	71
2.17.1 Ubicación de la TCM.....	72
2.18 Señal del TPS.....	72
2.19 Señal de las R.P.M. del motor.....	73
2.20 Señal de la temperatura del motor.....	73
2.21 Componentes electrónicos de la transmisión automática .....	73
2.21.1 Switch de posición Neutral/Parking.....	74
2.21.2 Sensor de velocidad de salida (OSS) .....	74
2.21.3 Sensor de velocidad de entrada (ISS).....	75
2.21.4 Válvula solenoide de cambio: Solenoide “1” y “2” .....	76
2.21.5 Válvula solenoide de control de presión (VÁLVULA EDS 3,4,5,6).....	77
2.21.6 Estados de los solenoides y frenos para las distintas marchas...78	
2.21.7 Sensor de temperatura del aceite (TFT) .....	78
2.21.8 Conector eléctrico de la transmisión automática.....	80
2.21.9 Descripción de los pines del conector.....	81
2.22 Sistema electrónico de frenos ABS.....	82
2.23 Sistema de distribución de la fuerza de frenado (EBD).....	83
2.23.1 Beneficios del EBD.....	84
2.24 Módulo electrónico de control de frenado.....	84
2.25 Sensor de velocidad de las ruedas delanteras (WSS) .....	86
2.26 Sensor de velocidad de las ruedas traseras (WSS) .....	86

### **III. DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y PRUEBAS DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO**

3.1 Distribución de pines de la computadora del sistema de inyección Chevrolet Optra T/A 1.8 Lt.....	88
3.2 Circuito de puesta a tierra y corriente del ECM.....	94
3.3 Circuito de luz de check engine.....	95
3.4 Circuito del sensor de oxígeno O2.....	96
3.4.1 Control de estado del sensor O2 .....	97
3.4.2 Desinstalación del sensor O2.....	97
3.4.3 Instalación del sensor O2.....	98
3.4.4 Síntoma de fallo del sensor O2.....	98
3.4.5 Mantenimiento y servicio.....	99
3.5 Circuito del sensor de temperatura de agua WTS-ECT-CTS.....	99
3.5.1 Control de estado del sensor ECT.....	99
3.5.2 Desinstalación del sensor ECT.....	100
3.5.3 Instalación del sensor ECT.....	101
3.5.4 Síntomas de fallo del sensor ECT.....	101
3.5.5 Mantenimiento y servicio.....	102
3.6 Circuito del sensor de temperatura de aire IAT-ATS-MAT.....	102
3.6.1 Control de estado del sensor IAT.....	102
3.6.2 Desinstalación del sensor IAT.....	103
3.6.3 Instalación del sensor IAT.....	103
3.6.4 Síntomas de fallo del sensor IAT.....	104
3.6.5 Mantenimiento y servicio.....	104
3.7 Circuito del sensor de posición del árbol de levas CMP.....	104
3.7.1 Control de estado del sensor CMP.....	105
3.7.2 Desinstalación del sensor CMP.....	106
3.7.3 Instalación del sensor CMP.....	107
3.7.4 Síntomas de fallo del sensor CMP.....	107
3.7.5 Mantenimiento y servicio.....	107
3.8 Circuito del sensor de posición del cigüeñal CKP - CAS.....	107

3.8.1	Control de estado del sensor CKP.....	108
3.8.2	Desinstalación del sensor CKP.....	109
3.8.3	Instalación del sensor CKP.....	110
3.8.4	Síntomas de fallo del sensor CKP.....	110
3.8.5	Mantenimiento y servicio.....	110
3.9	Circuito del sensor de la posición de la mariposa de aceleración TPS.....	111
3.9.1	Control de estado del sensor TPS.....	111
3.9.2	Desinstalación del sensor TPS.....	112
3.9.3	Instalación del sensor TPS.....	113
3.9.4	Síntomas de fallo del sensor TPS.....	113
3.9.5	Mantenimiento y servicio.....	113
3.10	Circuito del sensor de presión absoluta del múltiple de admisión	
	MAP.....	114
3.10.1	Control de estado del sensor MAP.....	114
3.10.2	Desinstalación del sensor MAP.....	115
3.10.3	Instalación del sensor MAP.....	116
3.10.4	Síntomas de fallo del sensor MAP.....	116
3.10.5	Mantenimiento y servicio.....	117
3.11	Circuito del sensor de velocidad del vehículo VSS.....	117
3.11.1	Control de estado del sensor VSS.....	118
3.11.2	Síntomas de fallo del sensor VSS.....	119
3.11.3	Mantenimiento y servicio.....	119
3.12	Circuito de la válvula de mando del aire IAC.....	119
3.12.1	Control de estado de la válvula IAC.....	120
3.12.2	Desinstalación de la válvula IAC.....	121
3.12.3	Instalación de la válvula IAC.....	122
3.12.4	Síntomas de fallo de la válvula IAC.....	123
3.12.5	Mantenimiento y servicio.....	123
3.13	Circuito de la válvula EGR.....	123
3.13.1	Control de estado de la válvula EGR.....	124
3.13.2	Desinstalación de la válvula EGR.....	125
3.13.3	Instalación de la válvula EGR.....	126
3.13.4	Síntomas de fallo de la válvula EGR.....	126

3.13.5	Mantenimiento y servicio.....	126
3.14	Circuito de los inyectores.....	127
3.14.1	Control de estado de los inyectores.....	127
3.14.2	Desinstalación de los inyectores.....	128
3.14.3	Instalación de los inyectores.....	129
3.14.4	Síntomas de fallo de los inyectores.....	130
3.14.5	Mantenimiento y servicio.....	130
3.15	Circuito del sistema DIS.....	131
3.15.1	Control de estado del sistema DIS.....	131
3.15.2	Desinstalación de las bobinas del sistema DIS.....	132
3.15.3	Instalación de las bobinas del sistema DIS.....	133
3.15.4	Síntomas de fallo del sistema DIS.....	133
3.15.5	Mantenimiento y servicio.....	134
3.16	Circuito de la bomba de combustible.....	134
3.16.1	Control de estado de la bomba de combustible.....	135
3.16.2	Desinstalación de la bomba de combustible.....	135
3.16.3	Instalación de la bomba de combustible.....	136
3.16.4	Síntomas de fallo de la bomba de combustible.....	137
3.16.5	Mantenimiento y servicio.....	137
3.17	Circuito de puesta a tierra y corriente de la TCM.....	138
3.18	Circuito del switch P/N.....	139
3.18.1	Control de estado del switch P/N.....	140
3.18.2	Síntomas de fallo del switch P/N.....	141
3.18.3	Mantenimiento y servicio .....	141
3.19	Circuito de los solenoides.....	141
3.20	Circuito del sensor de velocidad de las ruedas WSS.....	142
3.20.1	Control de estado del sensor WSS.....	143
3.20.2	Síntomas de fallo del sensor WSS.....	143
3.20.3	Mantenimiento y servicio.....	144

## **IV. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO**

4.1 Planteamiento del problema.....	145
4.2 Característica del sistema.....	146
4.3 Diseño electrónico.....	146
4.3.1 Ingreso de señales y su procesamiento.....	147
4.3.1.1 Señales de operación.....	148
4.3.2 Diagrama de bloque de entradas y salidas.....	151
4.3.3 Selección de elementos eléctricos y electrónicos.....	151
4.3.3.1 Regulador de voltaje.....	151
4.3.3.2 Señales de control.....	153
4.3.3.3 Circuito de control de potencia y activación de relés.....	153
4.3.3.4 Circuito de activación del zumbador.....	155
4.3.4 Selección de protección del circuito.....	155
4.3.5 Diseño del diagrama electrónico.....	156
4.3.6 Selección de componentes.....	158
4.4 Descripción de operación y características de los componentes del módulo de entrenamiento.....	159
4.4.1 Buffer 74241.....	159
4.4.2 Optoacoplador 3086.....	159
4.4.3 Transistor ECG123AP.....	160
4.4.4 Relés 4123.....	160
4.4.5 PIC 16F877A.....	160
4.4.5.1 Características.....	161
4.4.6 Manómetros.....	162
4.5 Análisis Económico.....	162
4.6 Construcción y pruebas eléctricas y electrónicas.....	164

4.7 Montaje e instalación.....	169
4.8 Utilización del programa .....	174
4.8.1 Pantalla de inicio.....	174
4.8.2 Pantalla principal .....	175
4.8.2.1 Información del vehículo.....	175
4.8.2.2 Sensores.....	176
4.8.2.3 Actuadores.....	180
4.8.2.4 Ayuda.....	182
4.8.2.5 Salir.....	184
Conclusiones.....	185
Recomendaciones.....	187
Bibliografía.....	189

## **ANEXOS**

Anexo “A” Programa del PIC.....	190
Anexo “B” Circuitos mecánicos de la transmisión automática.....	202
Anexo “C” Circuitos hidráulicos de la transmisión automática.....	206
Anexo “D” Diagrama eléctrico de sistema ABS.....	211

## INTRODUCCIÓN

Al introducir componentes electrónicos en los diferentes sistemas del vehículo como: el motor de combustión interna, transmisiones manuales y automáticas, frenos ABS, control de tracción de las ruedas, control de la potencia de frenado, entre otros, se ha logrado disminuir costos en la fabricación y además se logra una mayor fiabilidad de los componentes, seguridad y confort de los ocupantes de los vehículos.

Los elementos electrónicos además de permitirnos lo anterior dicho logra que el vehículo tenga un mejor performance y lo más importante que no produzca exageradas cantidades de contaminación.

El primer capítulo que se trata presenta es acerca de los sistemas electrónicos de inyección, transmisión automática y frenos ABS de un vehículo en general.

El segundo capítulo viene a profundizar sobre los sistemas electrónicos del **CHEVROLET OPTRA A/T** que son el sistema de inyección M.P.F.I., transmisión automática ZF 4HP 16 y los frenos ABS + EBD.

El tercer capítulo describe el diseño y diagramación de los circuitos electrónicos de los diferentes sistemas, así como, su armado, desarmado y pruebas que se realizan.

El cuarto capítulo muestra el diseño y construcción de un sistema de control para entrenamiento en el sistema electrónico del **VEHICULO CHEVROLET OPTRA A/T**. sus características, selección de elementos, pruebas, la instalación del sistema y guías de prueba para cada uno de los mismos.



# **INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE CONTROL ELECTRÓNICO**

## **1.1. GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE CONTROL ELECTRÓNICO.**

---

La mayoría de vehículos contienen sistemas de control electrónico como: inyección, diagnóstico, transmisión automática, frenos ABS, entre otros. Estos sistemas reflejan una exigencia de mayor rendimiento, seguridad, controles medioambientales y diagnóstico de averías.

Los sistemas de inyección permiten una dosificación muy precisa del combustible en función de los estados de marcha y de carga del motor; teniendo en cuenta así mismo el medio ambiente, controlando la dosificación de tal forma que el contenido de elementos nocivos en los gases de escape sea mínimo.

---

Las transmisiones automáticas actuales disponen de un control electrónico del embrague de bloqueo del convertidor y del sistema de control de cambios de marcha.

**La mayoría de los últimos modelos de circuitos hidráulicos del embrague del convertidor están manejados por un módulo de control electrónico de la transmisión ( TCM) para producir una condición de bloqueo que contribuye a la mejora de ahorro de combustible y a menos emisiones de gases. Además, los controles electrónicos pueden accionar el embragado y desembragado del plato de aplicación de manera mas suave.**

El sistema antibloqueo ABS (Antilock Braking System) constituye un elemento de seguridad adicional en el vehículo, que tiene la función de reducir el riesgo de accidentes mediante el control óptimo del proceso de frenado. Durante un frenado que presente un riesgo de bloqueo de una o varias ruedas, el ABS tiene como función adaptar el nivel de presión del líquido en cada freno de rueda con el fin de evitar el bloqueo y optimizar así el compromiso de: Estabilidad en la conducción, dirigibilidad, distancia de parada.

Todos estos sistemas son controlados por una computadora llamada unidad de control electrónica (ECU) cuando esta controla la transmisión a través del la TCM y cuando es encargada de controlar directamente todos los sistemas es llamada módulo de control de potencia (PCM).

La ECU controla los sistemas gracias a las señales que transmiten los sensores, las cuales son procesadas por sus circuitos electrónicos. La señal de salida de la ECU consiste en impulsos de mando a los actuadores de todos los sistemas con control electrónico.

Los sensores son los que indican el estado de funcionamiento de los componentes del vehículo a través de señales eléctricas entendibles para la ECU.

## **1.2. SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE.**

Un sistema de inyección electrónica de combustible se divide en cuatro subsistemas:

- Subsistema electrónico.
- Subsistema de alimentación o hidráulico.
- Subsistema de aire.
- Subsistema autodiagnóstico.

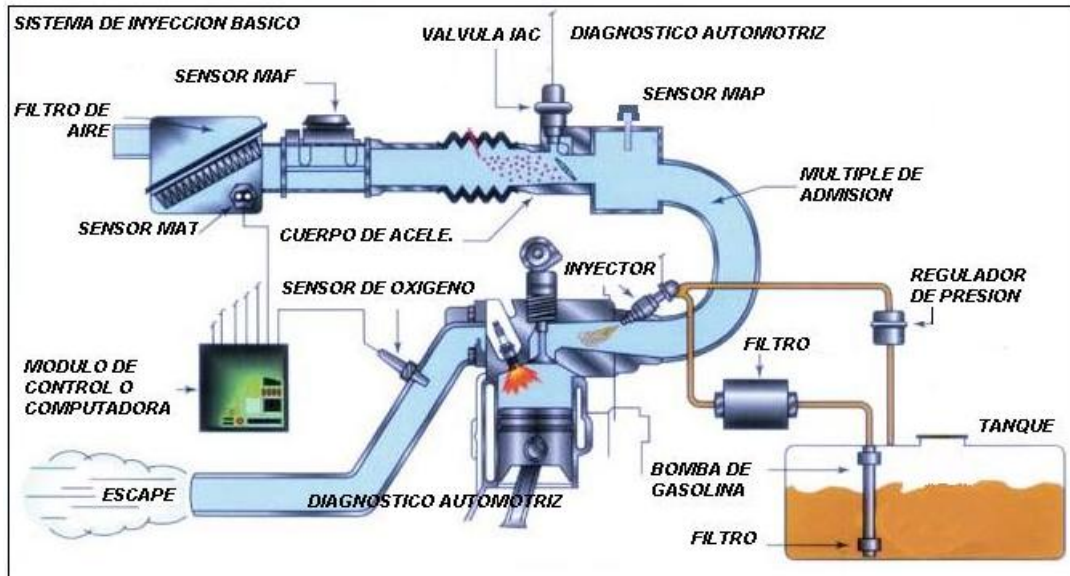


Figura 1.1. Sistema de inyección básico

### 1.3. SUBSISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO

#### Sensores

Son los componentes, colocados en diferentes partes de un motor, y que están conectados a la computadora del vehículo. Los sensores reciben de la computadora un voltaje de referencia. Cuando el funcionamiento del vehículo altera este voltaje; la computadora lo interpreta, de acuerdo con su programa y activa los actuadores para corregir la mezcla y/o el tiempo de encendido.

Existen 2 tipos diferentes de sensores:

- a) **Resistivos:** Potenciómetro, termistancia, piezo resistivo , por hilo caliente
- b) **Generadores:** Piezo eléctrico, inductivo, efecto hall, batería galvánica

Entre los sensores resistivos tenemos a los siguientes:

- Sensor de temperatura de aire ATS (Termistor)
- Sensor de posición del estrangulador TPS (Potenciómetro)
- Sensor de temperatura del refrigerante WTS (Termistor)
- Sensor de temperatura del aceite ATF (Termistor)
- Sensor de flujo volumétrico VAF (Potenciómetro)
- Sensor de temperatura del combustible FTS (Potenciómetro)
- Sensor del nivel de refrigerante y lubricante (Potenciómetro)
- Sensor de octano (diodo)

Los potenciómetros trabajan con 3 cables donde uno nos da un voltaje de referencia que puede ser de 5 o 12 V . otro un voltaje de señal que fluctúa entre 0.5 – 4.75 V y el tercero es un negativo o masa. A este tipo de sensores pertenecen: TPS, VAF, FTS, nivel de refrigerante y aceite.

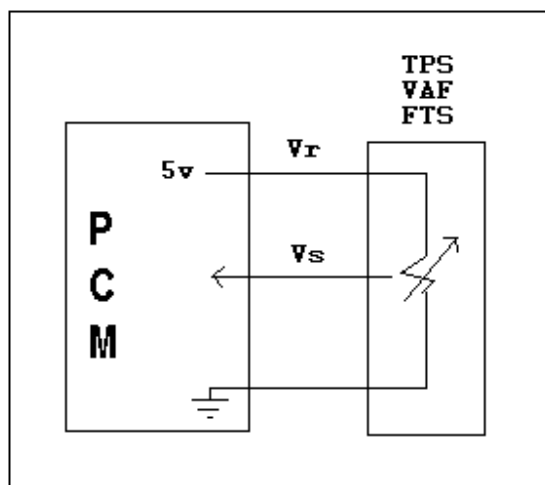
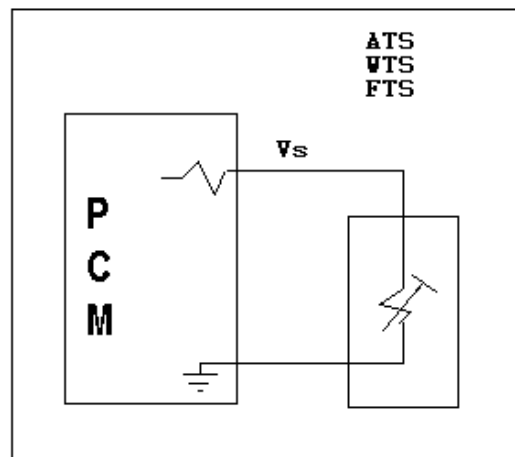


Figura 1.2. Potenciómetros.

Los termistores para uso electrónico automotriz funcionan con coeficiente negativo de temperatura es decir a medida que aumenta la temperatura disminuye la resistencia. Estos sensores funcionan con 2 cables. El uno es una señal de salida hacia la computadora y el otro es negativo o masa. Aquí tenemos a: ATS, ATF, WTS.



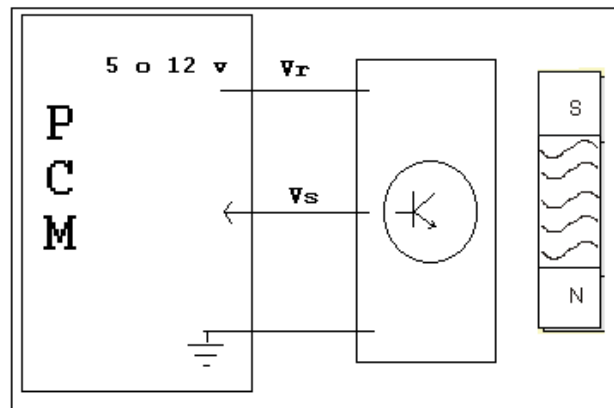
**Figura 1.3. Termistores**

Entre los sensores generadores tenemos a los siguientes:

- Sensor de golpeteo KS (Piezo eléctrico)
- Sensor de posición del ángulo del cigüeñal CAS, CKP (inductivo, hall, óptico)
- Sensor de posición del árbol de levas CMP (inductivo, hall, óptico)
- Sensor de oxígeno EGO, HEGO, O<sub>2</sub> (batería de O<sub>2</sub>Zr)
- Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión MAP (piezo eléctrico)
- Sensor de velocidad del vehículo VSS (inductivo, hall, óptico)
- Presión barométrica BARO (piezo eléctrico)

El sensor de efecto hall contará siempre con una alimentación de energía.

Es un cristal que al ser atravesado por líneas de fuerza genera una pequeña tensión, activando un transistor que permite enviar una señal con la energía de alimentación. En todos los sensores de efecto hall veremos tres conexiones: masa, señal y alimentación.



<sup>1</sup>Figura 1.4. Sensor de Efecto Hall

El sensor óptico al igual que el de efecto may también posee 3 cables y el siguiente es su circuito.

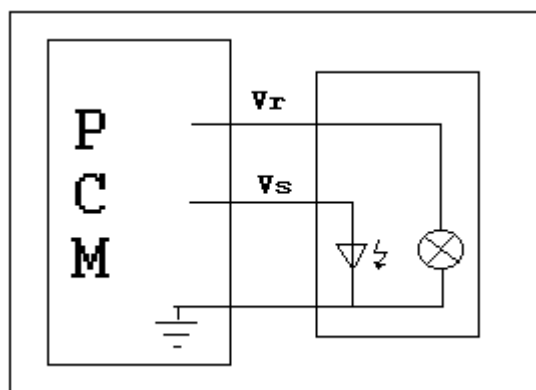
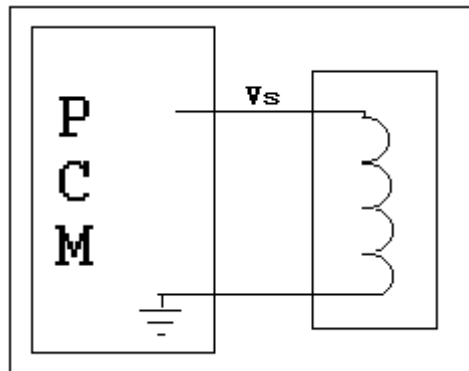


Figura 1.5. Sensor Óptico

<sup>1</sup> ERAZO GERMÁN Folleto de inyección electrónica gasolina pág.24

Consta de un bobinado sobre un núcleo de imán permanente. El paso constante de la corona frente al sensor originará una tensión, que se verá interrumpida cuando se encuentre en la zona sin los dientes, esto genera una señal.



**Figura 1.6. Sensor Inductivo**

### **Unidad electrónica de control (ECU-PCM)**

La Unidad de Control Electrónica es también conocida como UC (unidad de control), PCM (módulo de control de potencia), VCM (módulo de control del vehículo), ECM (módulo de control de la carrocería), Centralita, entre otros.

La función principal del PCM es controlar la cantidad de combustible inyectado en base al cálculo del tiempo de apertura del inyector. Los valores que se toman como referencias fijas son los de revoluciones por minuto del motor y la cantidad de aire que ingresa al sistema.

Los podemos definir así :

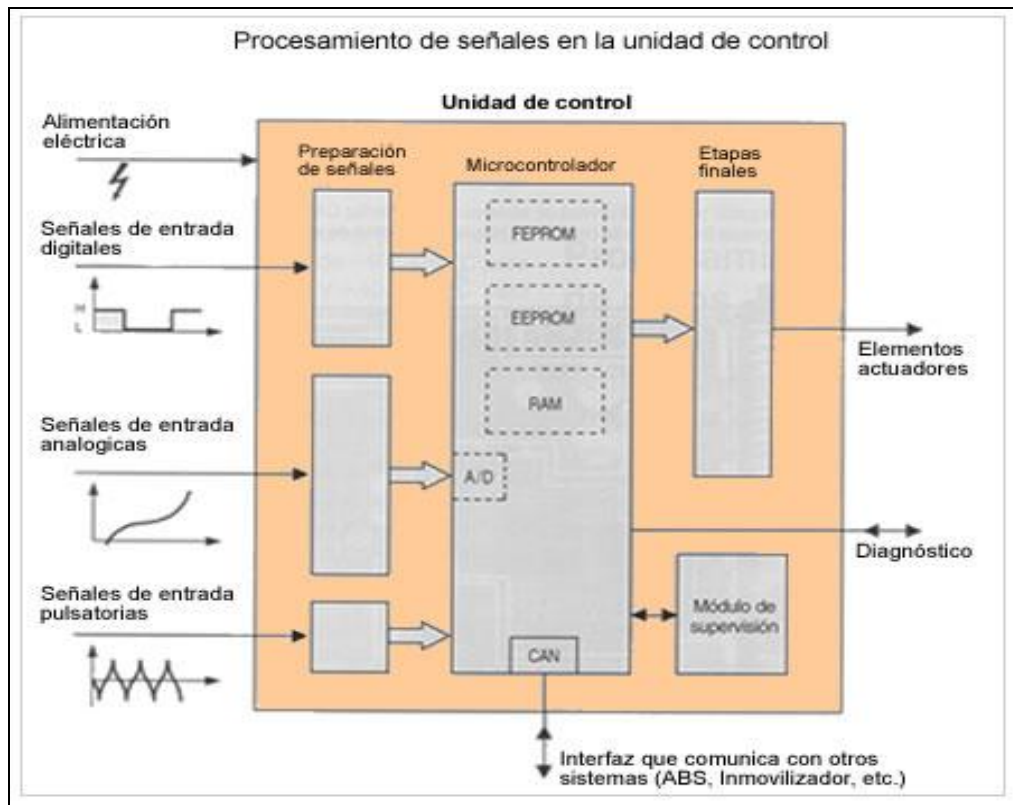
$$ti = \frac{Q \times SS}{rpm} \quad \text{Ec. 1.1}$$

$t_i$  = tiempo que permanecen abiertos los inyectores.

$Q$  = cantidad de aire medida.

SS = señales de los sensores

rpm = velocidad del motor



**Figura 1.5. Procesamiento de señales de la PCM**

El PCM utiliza microprocesadores para reunir información, procesarla y enviar señales a los transistores excitadores para que activen los diferentes circuitos actuadores. Los tres procesadores principales son el ram (memoria temporal), el rom (programa básico de computadora) y el prom (programa de sintonía fina).



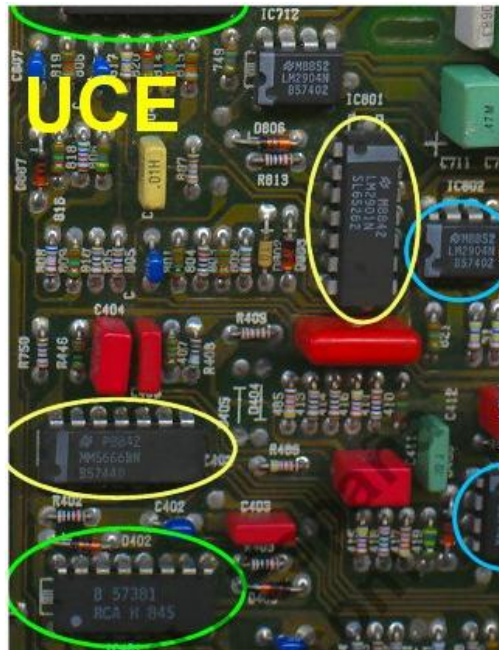


Figura 1.6. Unidad de Control Electrónico.

### 1.3.2.1 Memoria ROM

Este microprocesador contiene el programa básico del PCM, es la parte que dice cuando veo que esto sucede, tengo que hacerlo que suceda, el ROM presenta una memoria no volátil. esto significa que aun cuando la energía se va el ROM, retendrá su programa y memoria indefinidamente.

### 1.3.2.2 Memoria EPROM

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

**La información del PROM es utilizada por el ROM para ayudarlo a tomar decisiones.**

### 1.3.2.3 Memoria RAM

Esta memoria es utilizado por el PCM para el almacenamiento temporal de la información o para llevar a cabo cálculos matemáticos.

Además el PCM 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.

#### **Actuadores**

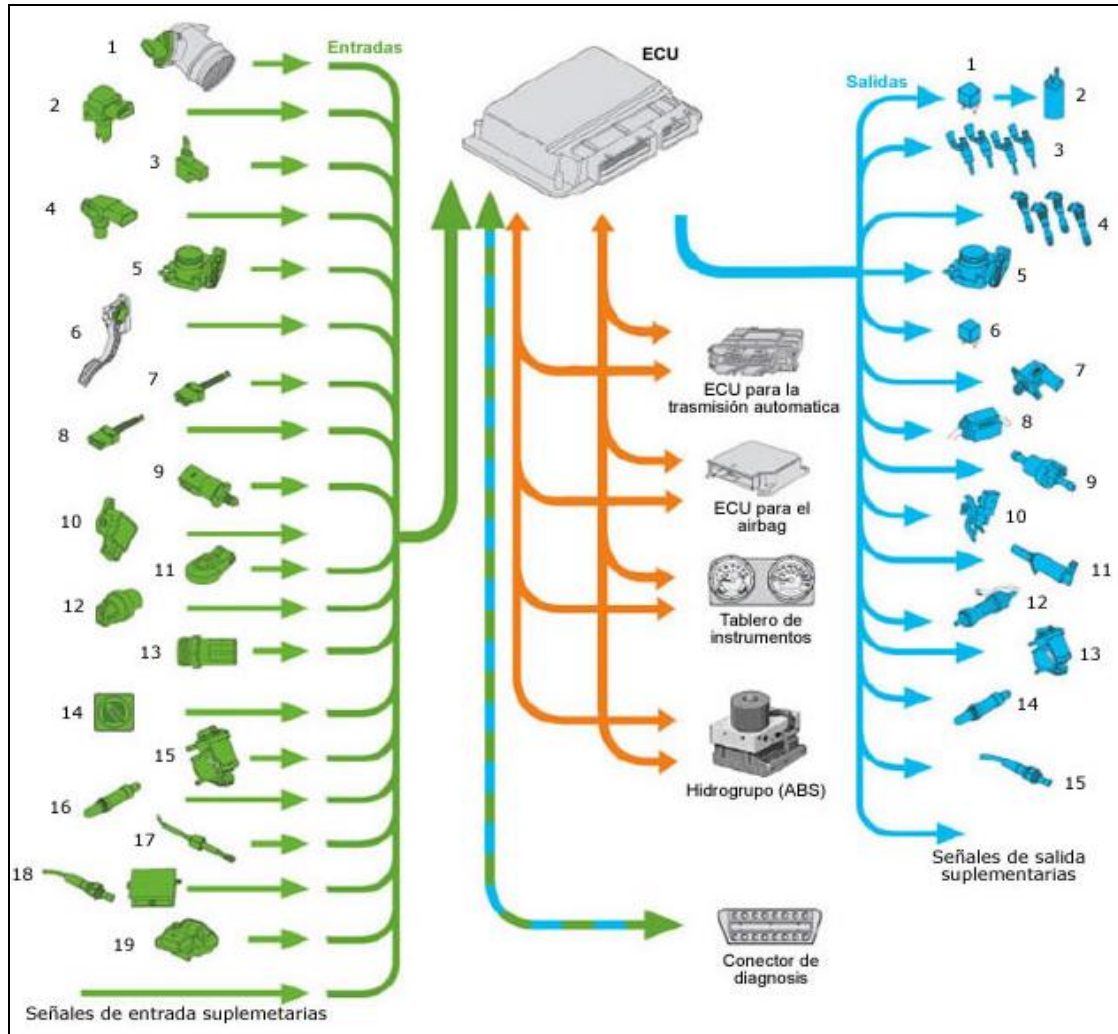
Se conoce como actuadores, los componentes colocados en diferentes partes del motor, y sirven para ejecutar las alteraciones que la computadora requiere hacer al funcionamiento del motor, de acuerdo con su programa preestablecido.

En otras palabras, los actuadores son solenoides que se activan, o desactivan, siguiendo ordenes de la computadora.

Los actuadores que tenemos en sistema de inyección son 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.
- Electro-bomba de combustible.
- Válvula de ventilación eléctrica para las emisiones vaporativas o cánister, EVAP.



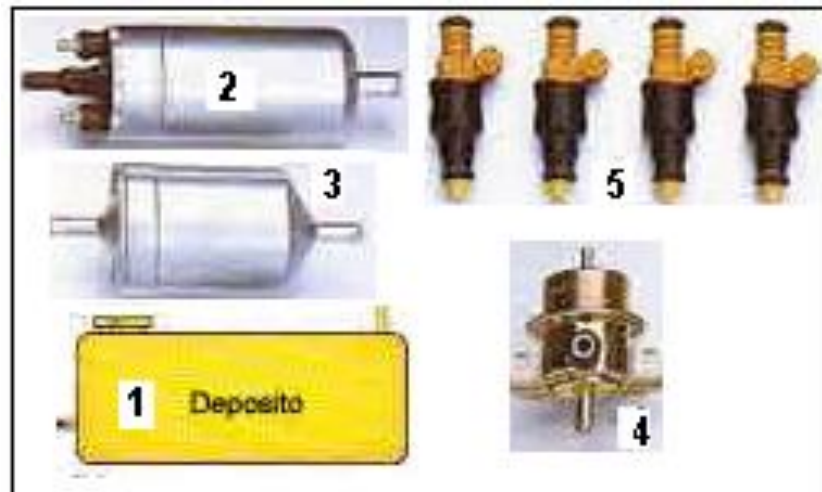
**Figura 1.7. Funcionamiento del sistema de inyección de combustible**

Podemos resumir el subsistema electrónico como las señales enviadas de los sensores hacia la Unidad de control electrónico la cual los procesa e indica el tiempo que va a permanecer abiertos los inyectores , además de controlar el resto de actuadores.

#### **1.4. SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN O HIDRÁULICO**

El sistema de alimentación suministra bajo presión el caudal de combustible necesario para el motor en cada estado de funcionamiento.

El sistema consta de depósito de combustible(1 ), electro-bomba (2), filtro (3), tubería de distribución y regulador de la presión del combustible (4), inyectores (5)

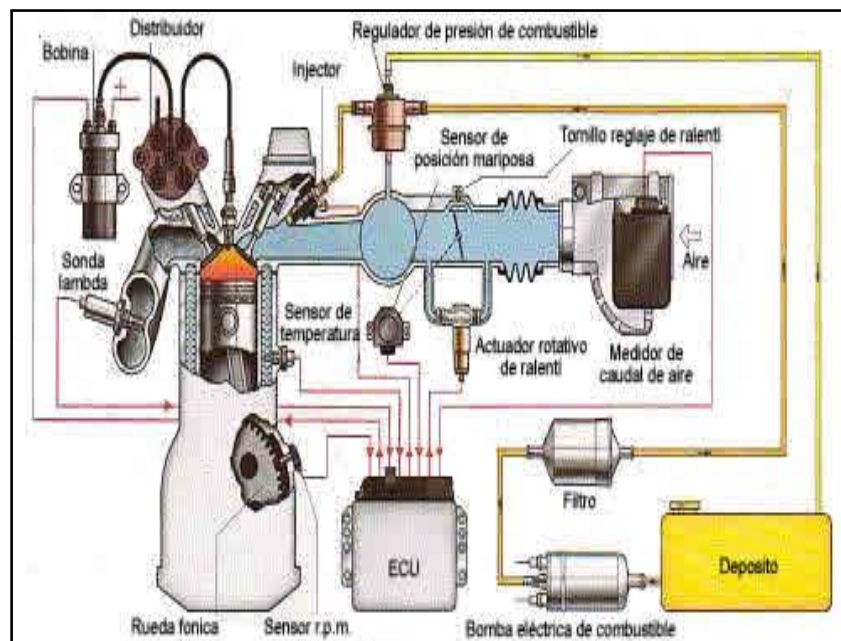


**Figura 1.8. Elementos del subsistema de alimentación**

Una bomba celular de rodillos accionada eléctricamente conduce bajo presión el combustible desde el depósito, a través de un filtro, hasta la tubería de distribución. La bomba impulsa más combustible del que el motor puede necesitar como máximo y el regulador de presión del combustible lo mantiene a una presión constante. El combustible sobrante en el sistema es desviado a través del regulador de presión y devuelto al depósito.

De la rampa de inyección parten las tuberías de combustible hacia los inyectores y por lo tanto la presión del combustible en cada inyector es la misma que en la rampa de inyección.

Los inyectores van alojados en cada tubo de admisión, delante de las válvulas de admisión del motor. Se inyecta la gasolina en la corriente de aire delante de las válvulas de admisión y al abrirse el inyector el combustible es aspirado con el aire dentro del cilindro y se forma una mezcla inflamable debido a la turbulencia que se origina en la cámara de combustión durante el tiempo de admisión.



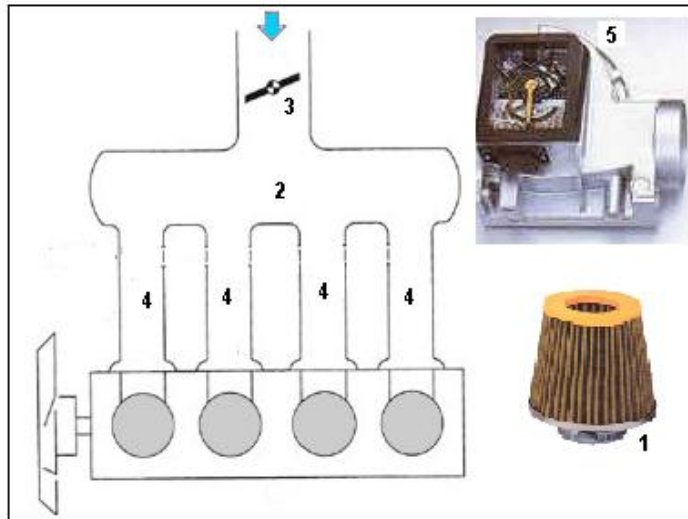
**Figura 1.9. Sistema de alimentación**

Cada inyector está conectado eléctricamente en paralelo con la unidad de control que determina el tiempo de apertura de los inyectores y por consiguiente la cantidad de combustible inyectada en los cilindros.

### 1.5. SUBSISTEMA DE AIRE

El sistema de admisión en la figura 1.10 y figura 1.11 consta de filtro de aire(1), colector de admisión(2), mariposa (3) y tubos de admisión conectados a cada cilindro(4), caudalímetro(5). También son componentes del subsistema de aire las válvulas: IAC ó ISC(6), VSV (válvulas de ventilación) del canister EVAP, EGR(7) y PCV (8) si existe.

El sistema de admisión tiene por función hacer llegar a cada cilindro del motor el caudal de aire necesario a cada carrera del pistón.



**Figura 1.10. Componentes principales del subsistema de aire.**



**Figura 1.11. Componentes suplementarios del sistema de aire.**

El medidor del caudal de aire registra la cantidad de aire que el motor aspira a través del sistema de admisión.

Como todo el aire que aspira el motor ha de pasar por el medidor del caudal de aire, una compensación automática corrige las modificaciones del motor debidas al desgaste, depósitos de carbono en las cámaras de combustible y variaciones en el ajuste de las válvulas.

El medidor del caudal de aire envía una señal eléctrica a la unidad de control; esta señal, combinada con una señal del régimen, determina el caudal

de combustible necesario. La unidad de control puede variar esta cantidad en función de los estados de servicio del motor.

## **1.6. SUBSISTEMA DE AUTODIAGNÓSTICO.**

La unidad de control electrónico recibe toda la información de los sensores y la elabora en su interior de acuerdo con la información grabada en sus memorias. Cuando alguno de los datos recibidos están dando resultados que no concuerdan con los de la PCM, de modo que existe una posible avería y obliga a la PCM a dar órdenes no del todo adecuadas, lo primero que hace es avisar al conductor por medio de una lámpara llamada “luz mil” o “check engine” que se encuentra en el tablero de instrumentos.

En condiciones normales, la “luz mil” se enciende cuando se hace contacto, antes de poner en marcha el motor; pero se apaga en cuanto éste ha arrancado. A partir de este momento, la luz a de permanecer apagada constantemente y solo detecta la localización de una avería cuando parpadea durante la marcha o cuando permanece iluminada de una forma permanente estando el motor en marcha.

Cuando se produce el comportamiento que indica la presencia de alguna anomalía se puede preguntar a la PCM por el tipo de avería que detecta y esta responderá por medio de códigos dependiendo del sistema abordo (OBD I, OBD II o OBD III).

## **1.7. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN.**

Para el estudio de los sistemas de inyección los vamos a dividir en cuatro grupos de la siguiente manera.

### **a. Por la ubicación del inyector**

## Directa en el cilindro

El inyector se encuentra colocado en contacto con la cámara de combustión y lanza el combustible en el interior de ella. Este sistema se utiliza poco debido al tiempo insuficiente para realizarse la mezcla, así como por problemas tecnológicos del inyector.

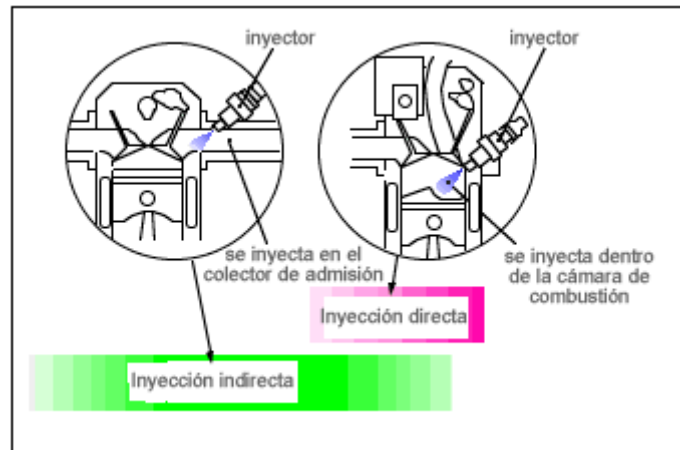


Figura 1.13. Ubicación del inyector en la inyección

## Indirecta

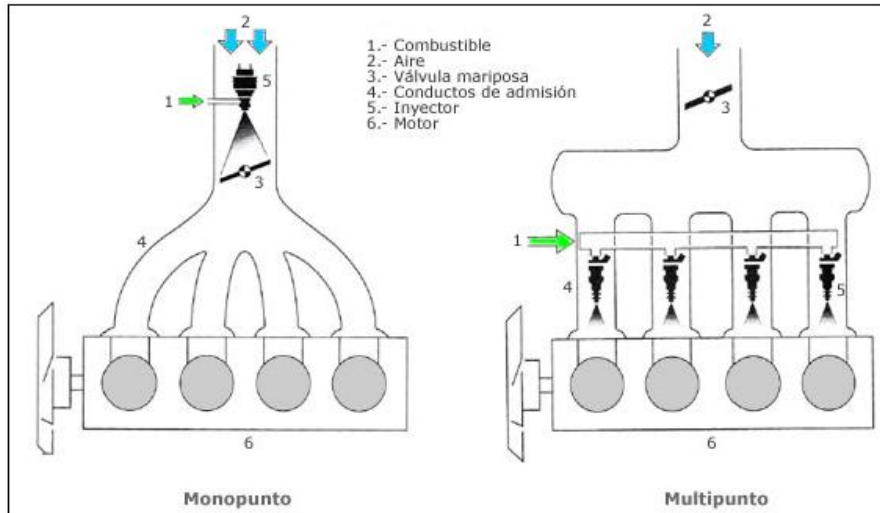
El inyector introduce el combustible en el colector de admisión, encima de la válvula de admisión, que no tiene por qué estar necesariamente abierta. Es la mas usada actualmente.

### b. Por el número de inyectores

#### 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.





**Figura 1.14. Por el número de inyectores**

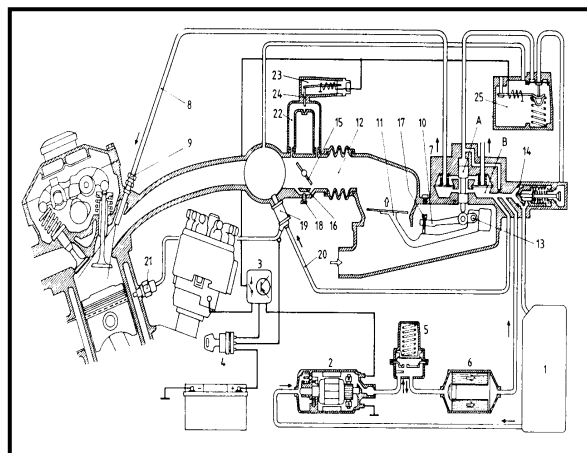
### **Multipunto**

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.

### **c. Por el sistema de control y accionamiento de los inyectores.**

### **Mecánica**

*Control y accionamiento mecánico de los inyectores, como el sistema K-JETRONIC.*



**Figura 1.15. Sistema K-JETRONIC**

## Mecánico-electrónico

*Control electrónico y accionamiento mecánico de los inyectores, como el sistema KE-JETRONIC.*

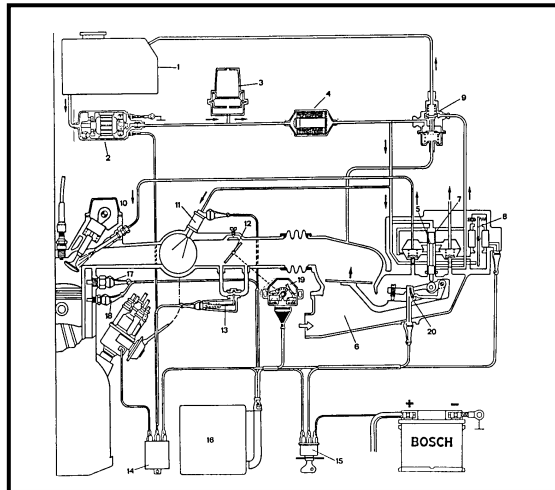


Figura 1.16. Sistema KE-Jetronic

## Electrónico

Control y accionamiento electrónico de los inyectores, aquí tenemos a los sistemas D-JETRONIC, L-JETRONIC, LH-JETRONIC y MOTRONIC.

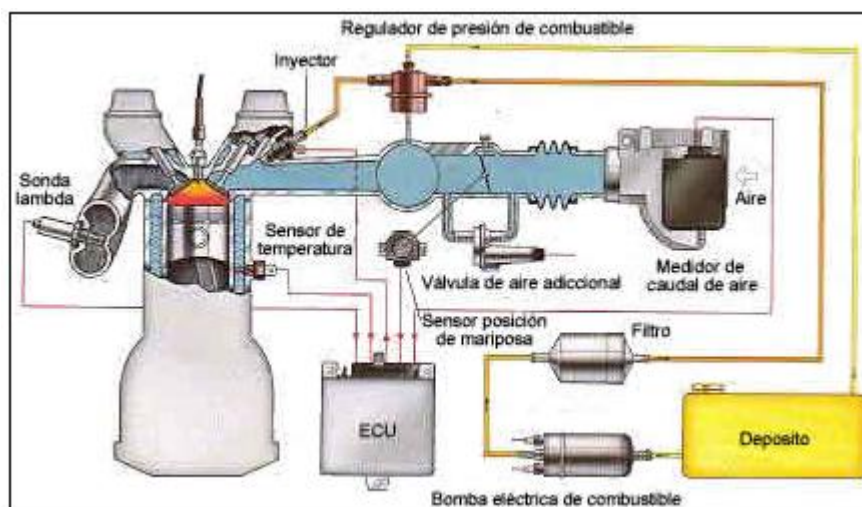


Figura 1.17. Sistema L-JETRONIC

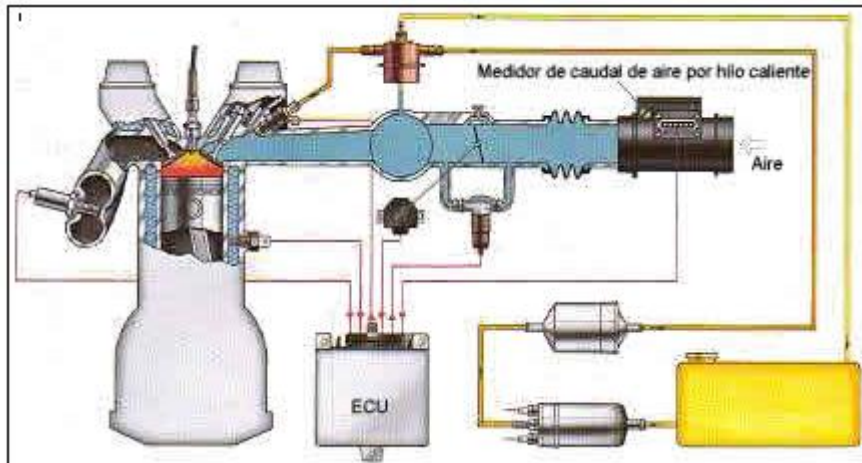


Figura 1.18. Sistema LH-JETRONIC

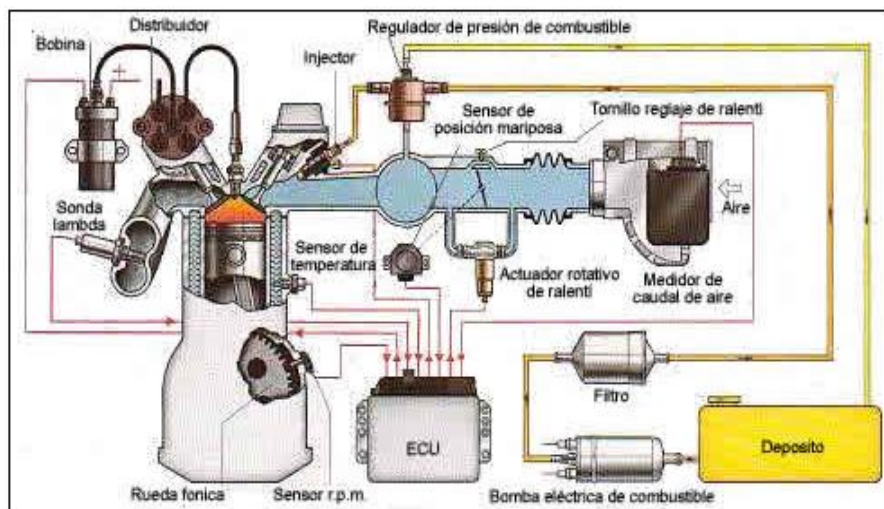


Figura 1.19. Sistema MOTRONIC

**d. Por el tiempo que permanecen abiertos los inyectores.**

**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.

**Intermitente.**

Los inyectores introducen el combustible de forma intermitente, es decir; el inyector abre y cierra según recibe ordenes de la centralita 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.

### Semi-secuencial.

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.

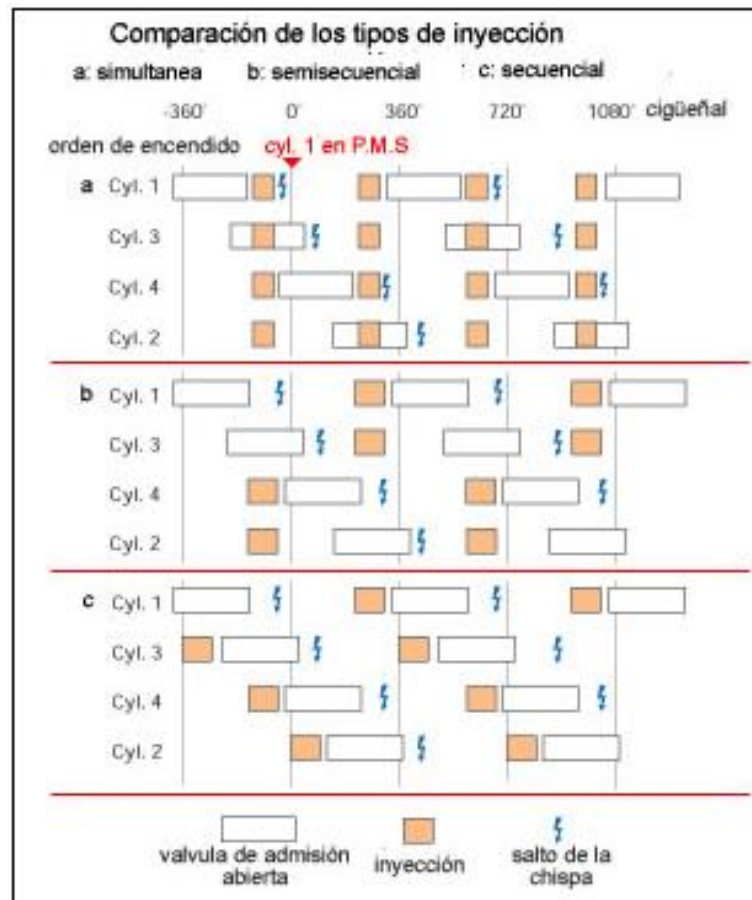


Figura 1.20. Tiempos de abertura del inyector

## 1.8. ESQUEMA DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE LA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA.

El sistema electrónico de una transmisión automática está compuesto principalmente de los siguientes elementos:

- Módulo de control PCM/TCM
- Señales de entrada (Sensores y conmutadores )
- Señales de salida

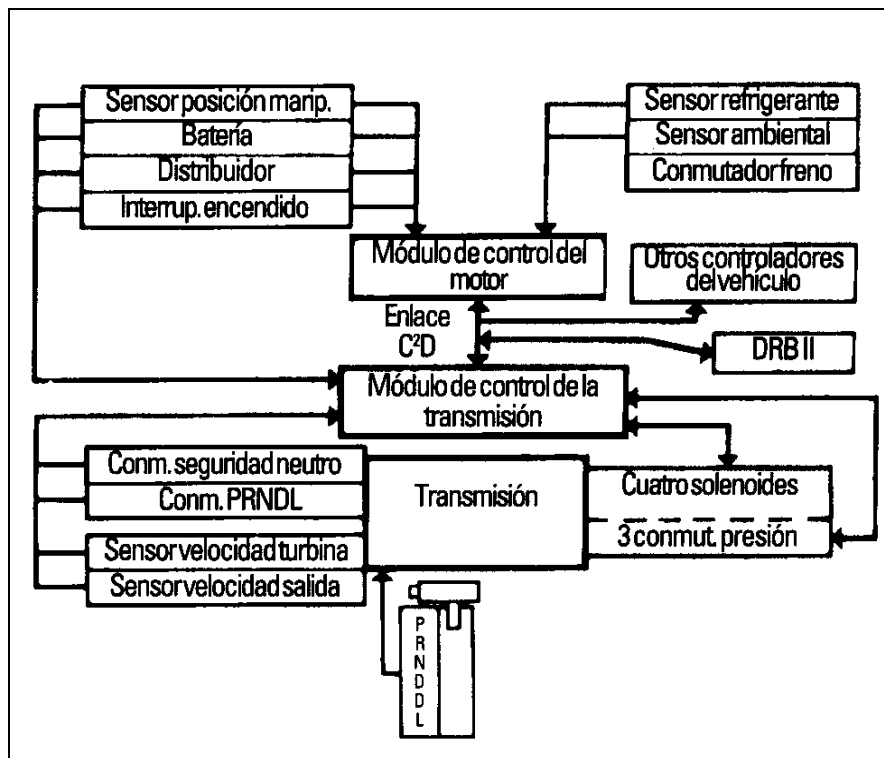


Figura 1.21. Esquema del sistema electrónico de la AT

## 1.9. MÓDULO DE CONTROL PCM/TCM

Energizar los solenoides para activar los cambios de relaciones de marchas es responsabilidad del PCM/TCM, que determina cuando ha de producirse una subida o una reducción de marcha. El PCM/TCM entonces activa o desactiva los solenoides en varias combinaciones para obtener los resultados necesarios.

El proceso de toma de decisiones del PCM/TCM se basa en los mensajes que recibe de los distintos dispositivos de entrada. Las señales procedentes de la transmisión y de los conmutadores y sensores son constantemente leídas y evaluadas.

El control de los solenoides de cambio funcionan de manera que los datos de entrada se envían al PCM/TCM. La información se procesa y se evalúa. Se establecen comparaciones con los datos programados internamente. El PCM/TCM toma decisiones continuamente y controla los dispositivos de salida: los solenoides.

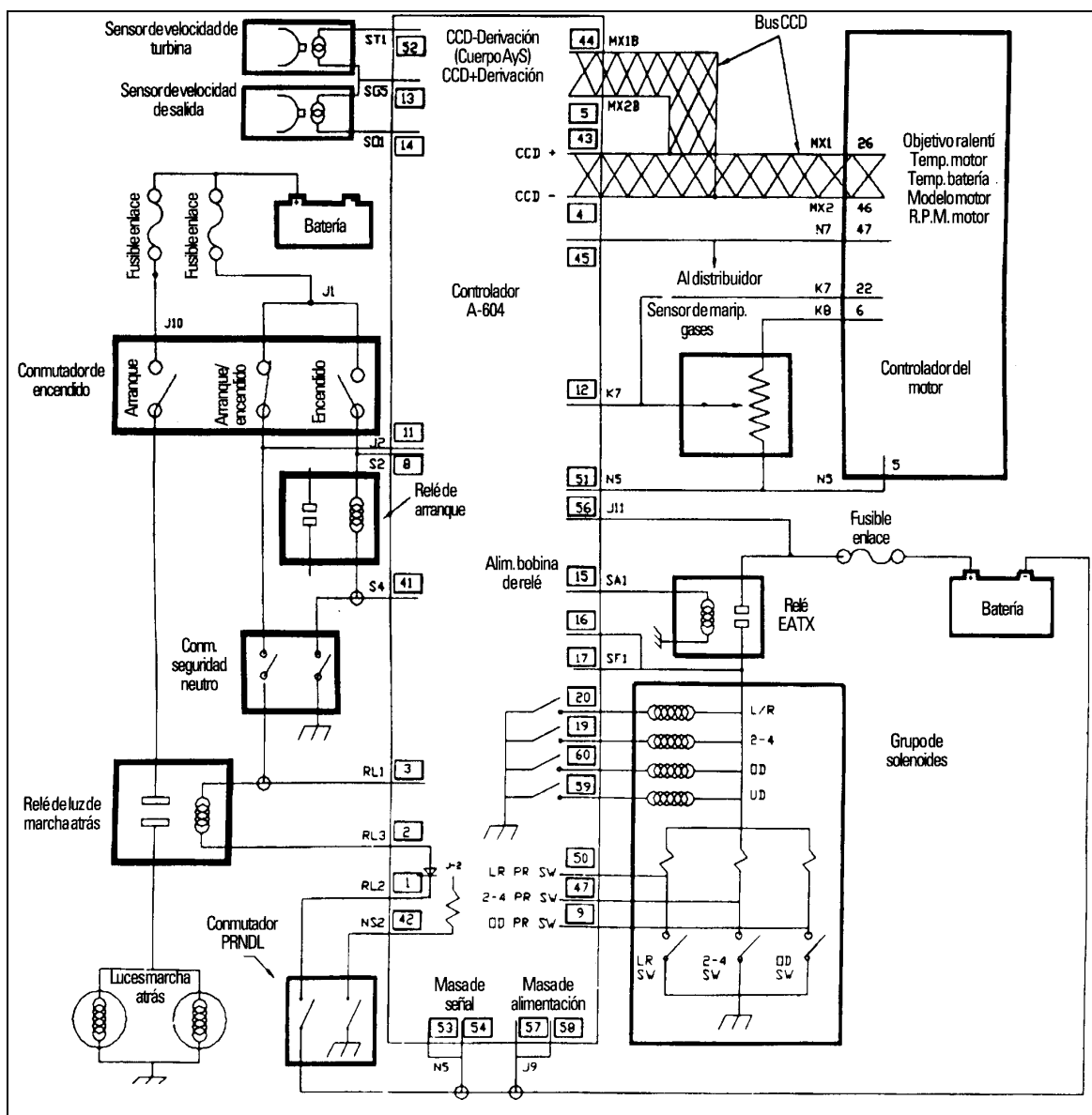


Figura 1.22. Circuito electrónico de una AT

## **1.10. SEÑALES DE ENTRADA<sup>2</sup>**

Las señales de entrada son los propios datos procedentes de los sensores y conmutadores que van hasta el PCM. Este usa las señales de tensión de los sensores y conmutadores como datos.

El PCM es programado para saber que valores de tensión ha de esperar de sus sensores dentro de unos parámetros. Cualquier valor de tensión de entrada que esté dentro de estos parámetros será aceptado como normales por el PCM. Los valores de tensión o datos que estén por encima o por debajo del rango de ese parámetro serán rechazados por el PCM y almacenado como código de problemas.

### **1.10.1 Sensor de la posición de mariposa de gases (TP)**

Este mide la cantidad de apertura de la placa de la mariposa de gases; su señal se emplea para analizar las condiciones de carga del motor. El PCM decide aplicar el embrague del convertidor de par (TCC) o desacoplarlo para condiciones de rodaje libre o carga que requieren un refuerzo de par del convertidor.

### **1.10.2 Sensor de la temperatura del refrigerante del motor (ECT).**

Mediante un termistor, una resistencia que varía su valor según la temperatura, es posible medir la temperatura del refrigerante del motor. El PCM utiliza esta información para retardar el acoplamiento del embrague del convertidor de par. Impide el acoplamiento del convertidor con motor frío.

### **1.10.3 Sensor de la temperatura del aceite de la transmisión (TFT).**

---

<sup>2</sup> MATHIAS BREJCHA Cajas de cambio automáticas. pág. 214

El PCM utiliza este dato de entrada para la regulación del TCC y la calidad de los cambios de marcha. Al igual que un ECT, se usa un termistor para medir la temperatura del aceite.

#### **1.10.4 Sensor de entrada baro/presión absoluta del colector (MAP).**

La medida de la altitud o de la presión barométrica la realiza el sensor MAP antes del funcionamiento del motor: el PCM utiliza esta señal para el control del motor y de la transmisión.

#### **1.10.5 Sensor de velocidad del vehículo (VSS)**

Suministra una señal al módulo del ordenador, midiendo la velocidad del vehículo, y afecta al acoplamiento y liberación del embrague del convertidor de par.

#### **1.10.6 Sensor de la velocidad de entrada de la transmisión (TIS).**

Mide las r.p.m. del eje de entrada y las compara con las r.p.m. del motor para determinar el deslizamiento del convertidor de par. Cuando se compara con el sensor de la velocidad de salida de la transmisión o VSS, es posible determinar el tiempo de acople del embrague y la relación de transmisión.

#### **1.10.7 Sensor de velocidad de salida (OSS)**

Identifica la velocidad del eje de salida para la temporización de los cambios y puede usarse para calcular el resbalamiento del TCC; a menudo funciona como VSS.



#### **1.10.8 Sensor de posición de la palanca de la válvula manual (MVLPS)**

La entrada procedente de este dispositivo informa al PCM/TCM sobre el rango de marchas seleccionado.

#### **1.10.9 Conmutador de presión del aceite**

Este conmutador informa al PCM sobre si un circuito hidráulico está o no presurizado con aceite. Puede agruparse con otros conmutadores para formar un conjunto de conmutadores de presión del aceite (PSA). Un PSA informa al PCM sobre que rango de transmisión ha sido seleccionado.

#### **1.10.10 Conmutador de la posición de la palanca manual (MLPS)**

Una unidad de conmutación mecánica que normalmente se monta en la parte exterior de la transmisión para informar al PCM del rango de la información que el conductor ha elegido.

#### **1.10.11 Conmutador de freno**

El conmutador de freno normalmente esta cerrado cuando se suelta el pedal de freno. Cuando se pisa el pedal, el conmutador se abre e interrumpe la señal eléctrica que va al PCM para el control del TCC.

#### **1.10.12 Conmutador de corta 4wd**

Este conmutador informa al PCM de que el conductor ha cambiado a marcha corta con la palanca de la caja de transferencia. La señal se utiliza para modificar la señal del sensor de velocidad de salida/VSS y responder a la reducción de marcha que está teniendo lugar.

#### **1.10.13 Entrada del aire acondicionado**

La señal del embrague del compresor de aire acondicionado es identificada por el control de la transmisión. Cuando el embrague del aire acondicionado está activo, hay menor par motor disponible para el eje de entrada de la transmisión.

#### 1.10.14 Entrada del régimen de crucero

Una señal procedente del módulo de régimen de crucero informa al PCM de que el conductor ha seleccionado el control de crucero. El PCM modifica la estrategia de esquemas de cambios para reducir el número de cambios de marcha.

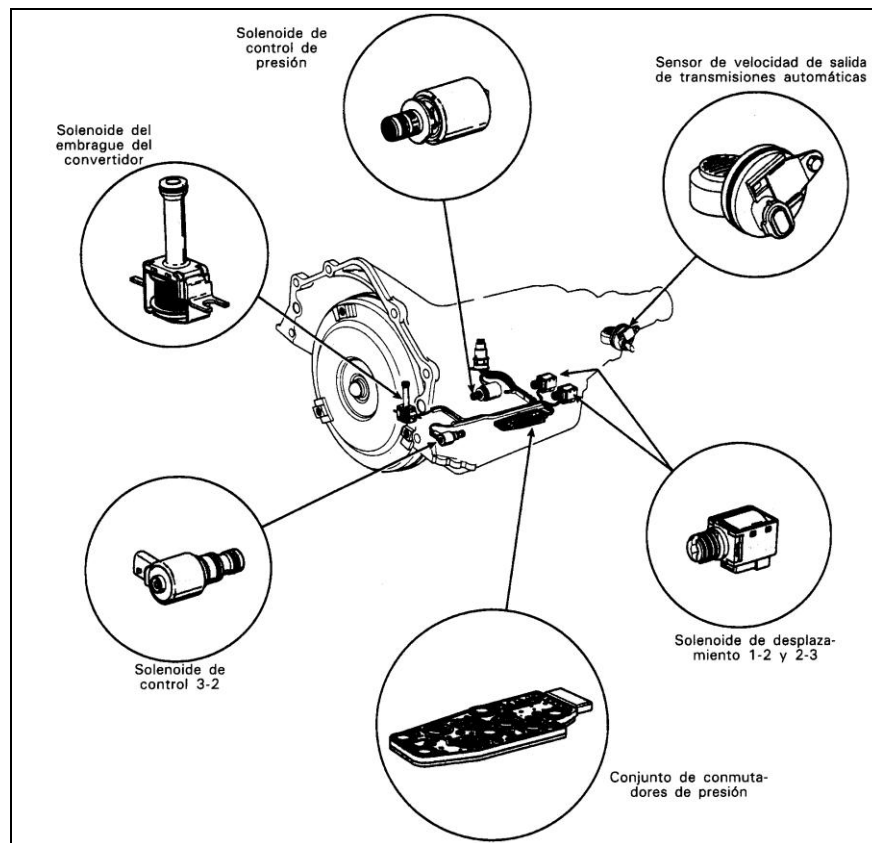


Figura 1.23 Ubicación de componentes electrónicos

### 1.11 SEÑALES DE SALIDA

El lado de salida del PCM controla la energización de los accionadores, tales como solenoides de cambios de marcha, solenoides del embrague del convertidor de par y los controladores electrónicos de la presión de la presión (de aceite). El PCM analiza los datos de entrada y lee las distintas señales. Cuando las señales de entrada que proporcionan los datos para el funcionamiento de un determinado dispositivo de salida están dentro de los rangos apropiados, el PCM activa el dispositivo de salida.

### 1.11.1 Solenoides de cambio

Los solenoides de cambio normalmente van montados en el cuerpo de válvulas. Los circuitos de solenoides son conmutados por el lado de masa o el lado caliente(alimentados con 12V) del circuito dentro del PCM. Estos solenoides actúan como una válvula de retención unidireccional de aguja o de bola que controla el flujo del aceite. Se suelen usar dos diseños de solenoide: solenoides de presión/escape y solenoides de control del flujo del circuito.

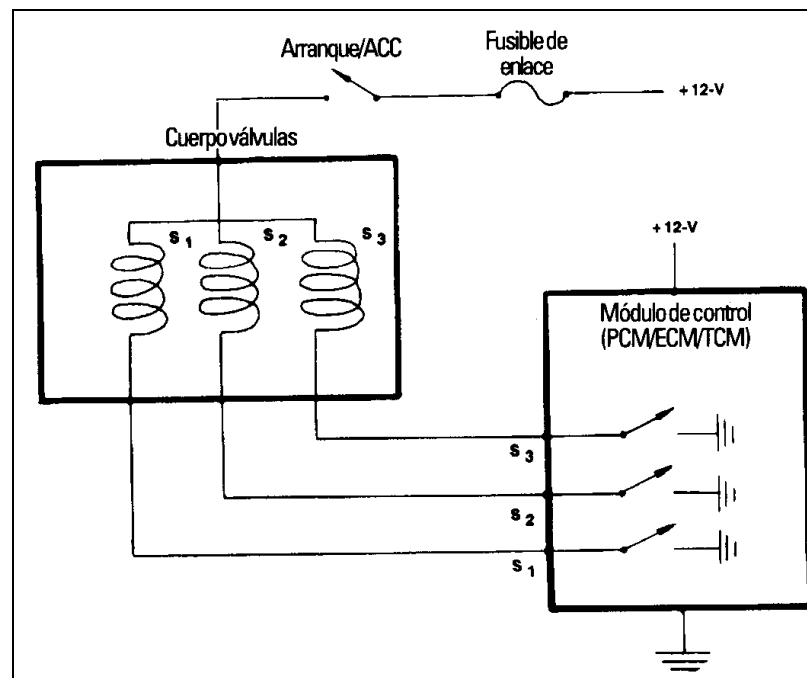


Figura 1.24. Circuito de los solenoides de cambio

### 1.11.2 Solenoide de control de presión (pcs)

Dispositivo de salida que proporciona una sobre presión de aceite a la válvula de regulación de la línea principal para controlar la presión de línea. Su funcionamiento está determinado por la cantidad de corriente enviada desde el PCM.

### 1.11.3 Solenoide del embrague del convertidor de par (TCC).

El solenoide del TCC funciona como una válvula de descarga de presión cuando se desenergiza. Cuando el PCM le ordena que se active, el solenoide del TCC deja de liberar aceite de señal del convertidor y permite que se cree presión en contra de la válvula de aplicación del embrague del convertidor. La válvula de aplicación se reposiciona y el embrague del convertidor se acopla.

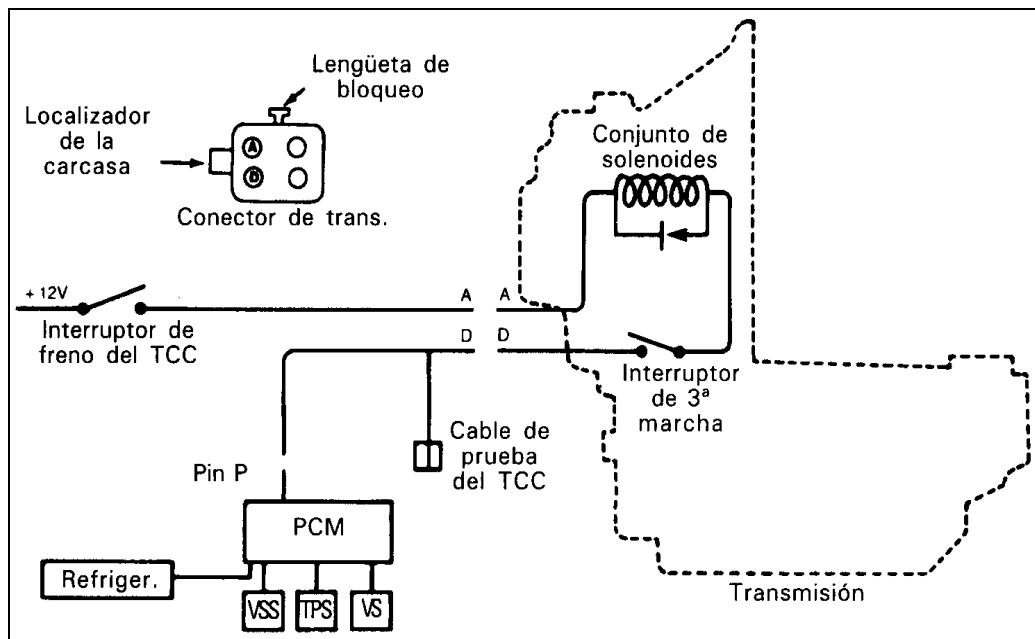


Figura 1.25. circuito eléctrico del solenoide TCC

El PCM evalúa muchas entradas para la aplicación del solenoide del TCC. Entre ellas se incluyen la del sensor de velocidad de salida, el conmutador de corta 4WD, el sensor TP, PSA, el sensor TFT, la señal de la velocidad del motor, la lectura de presión barométrica, el sensor ECT, la señal del aire acondicionado y el conmutador de freno.

## 1.12. ESQUEMA DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE LOS FRENOS ABS.

Bajo la mayoría de las condiciones de frenado, el sistema de frenos funciona de una manera similar a la mayoría de los sistemas de frenos. La presión del líquido es proporcionada por el cilindro maestro asistido por el reforzador de vacío (boster).

Durante el frenado NO-ABS, la presión hidráulica es a los cilindros de mordazas sin intervención del sistema de frenos. El conjunto de válvulas moduladoras mantiene los dos circuitos del cilindro maestro hacia las mordazas.

El frenado normal ocurre cuando los sensores de velocidad de las ruedas no detectan ninguna tendencia al bloqueo. Sin embargo, aún cuando el

ABS está pasivo durante el frenado normal, el EBCM busca cambios rápidos de velocidad en cualquiera de las ruedas. Una desaceleración rápida en una rueda podría ocasionar el encendido del indicador ABS ACTIVE aún cuando no se esté frenando. Esto es normal.

El sistema de frenos ABS (Antilock Brake System) tienen como principales componentes a:

- Módulo de control electrónico de los frenos EBCM
- Sensores de velocidad en cada rueda
- Sensor de aceleración lateral
- Conjunto de válvulas moduladoras
- Interruptor del pedal de frenos

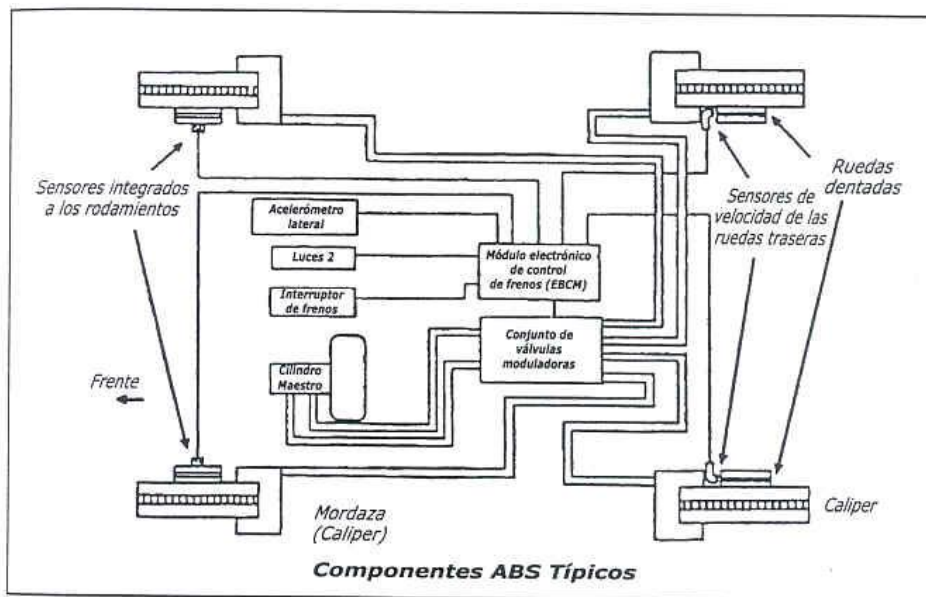


Figura 1.26. componentes de un sistema ABS

### 1.13. MÓDULO DE CONTROL ELECTRÓNICO DE LOS FRENOS

Las informaciones medidas por los sensores de velocidad transformadas eléctricamente y tratadas en paralelo mediante dos microcomputadores (microprocesadores). En caso de desigualdad en las informaciones recibidas, el EBCM reconoce un fallo y se inicializa un proceso de regulación del sistema

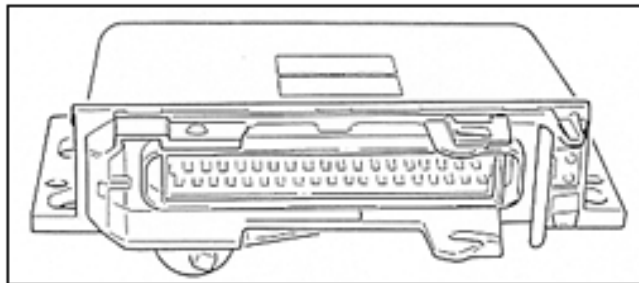
ABS. Tras la amplificación, las señales de salida aseguran la activación de las electro válvulas y el motor-bomba.

El EBCM trabaja según el principio de la redundancia simétrica; los dos microcomputadores son diferentes, tratan la misma información y utilizan un mecanismo de cambio de información jerarquizada para comunicarse.

Cada microcomputador esta programado con unos algoritmos de cálculo diferentes. En caso de no conformidad de las señales tratadas, en caso de avería o fallo en la instalación, el EBCM limita el funcionamiento de los sistemas según un proceso apropiado.

El fallo es señalado por un testigo en el cuadro de instrumentos y puede ser interpretado mediante un útil de diagnóstico.

Dado el avance de la electrónica el EBCM es cada vez mayor su capacidad para auto diagnosticarse los fallos en el sistema ABS.



**Figura 1.27. Módulo de control electrónico de frenos**

## **1.14. ESTADOS DE CONTROL DEL EBCM**

### **a. Mantenimiento de presión**

Cuando el EBCM detecta alguna tendencia al bloqueo, la válvula solenoide de esa rueda se coloca de tal forma que evita que cualquier aumento de presión ocasionado por el conductor entre el circuito de esa rueda. Para colocar la válvula solenoide en la posición de bloqueo, el

EBCM aplica cierta resistencia a la tierra del solenoide (corriente de 2.5A)

**b. Disminución de presión**

Si el EBCM detecta que a pesar de mantener constantemente la presión del circuito la velocidad de la rueda sigue disminuyendo apresuradamente, el EBCM proporcionará 5A para colocar a la válvula solenoide en la posición de disminución de presión. En esta posición el circuito de la mordaza es conectado a la bomba. El fluido presurizado es dirigido de regreso a la entrada de la válvula solenoide. Dependiendo del tipo de superficie, esta acción reducirá el deslizamiento de la rueda. El EBCM lee la velocidad de las ruedas varias veces por segundo y ajusta la presión como se requiera.

**c. Aumento de presión**

A fin de volver a aplicar los frenos, el EBCM comandará al solenoide del circuito de rueda apropiado regresar a la posición abierta (de reposo), desenergizando los solenoides y la bomba. Ahora, la presión del cilindro maestro se vuelve a aplicar la mordaza.

**1.15. SENSORES DE VELOCIDAD.**

En cada rueda hay una rueda dentada que gira a la misma velocidad que las ruedas. Un sensor de velocidad de la rueda de inducción magnética está integrado en cada conjunto de rodamientos de las ruedas delanteras. Los sensores traseros están montados sobre los portamangos traseros. La resistencia de los sensores debe estar entre los 900 ohms y 1200 omhs.

Mientras las ruedas giran, el sensor produce una señal de corriente alterna cuya frecuencia es proporcional a la velocidad de la rueda. Las señales de las cuatro ruedas son monitoreadas por el EBCM.

El entrehierro entre los sensores y las ruedas dentadas no es ajustable.

Es muy importante que el vehículo este equipado con ruedas y llantas de las dimensiones especificadas en el diseño. La modificación del tamaño de rines y llantas afectará la sensibilidad del sistema.

En la figura tenemos el sensor de velocidad (1), generador de impulsos (2) y la señal generada por el sensor (3).

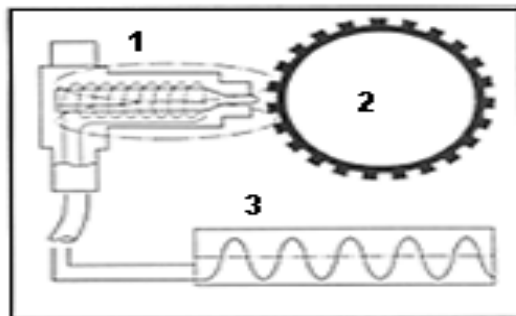


Figura 1.28. Conjunto de un sensor de velocidad

### 1.16. SENSOR DE ACELERACIÓN LATERAL<sup>3</sup>

El sistema ABS utiliza un sensor de aceleración lateral localizado al centro del panel de instrumentos, detrás del radio. La aceleración lateral es una información de entrada para el EBCM, el cual modifica el control lógico ABS basado en esta entrada. Cuando se realicen operaciones de servicio se debe tener especial cuidado al manipular el sensor de aceleración lateral. El sensor de Aceleración lateral nunca debe dejarse caer.

### 1.17. CONJUNTO DE VÁLVULAS MODULADORAS

El conjunto de válvulas moduladoras realiza el control de la presión hidráulica para el sistema ABS.

---

<sup>3</sup> [www.rolcar.com.mx/mecánico\\_de\\_los\\_saba2.htm](http://www.rolcar.com.mx/mecánico_de_los_saba2.htm).



El conjunto contiene un motor de CD (Corriente Directa) el cual impulsa a una bomba de recirculación con separación de circuitos delanteros y traseros. La bomba:

- Transfiere fluido desde las mordazas hacia el cilindro maestro durante la fase de reducción de presión del modo ABS.
- Transfiere fluido desde el cilindro maestro hacia las mordazas traseras durante la fase de aplicación de frenos del modo ASR (Acceleration Slip Regulation).

Siempre que el conjunto de válvulas moduladoras sea inspeccionado durante una operación de servicio, asegúrese de colocar correctamente la almohadilla aislante, con esto evitar que el ruido de la bomba pase al interior del auto.

El conjunto de válvulas moduladoras contiene también dos válvulas hidráulicamente controladas y cinco válvulas solenoide electrónicamente controladas.

- La válvula de carga, hidráulicamente controlada, aísla la línea del modulador al recipiente del cilindro maestro durante la aplicación de frenos. Su resorte la mantiene en posición abierta. Esto evita que la bomba tome líquido del recipiente durante la operación en modo ASR.
- La válvula limitadora de presión, hidráulicamente controlada, regula la presión de la bomba permitiendo que el fluido excedente regrese al cilindro maestro vía tubo primario. Esto ocurre solamente durante la operación en modo ASR.
- La válvula piloto, electrónicamente controlada, aísla al cilindro maestro de la bomba en modo ASR. Esta válvula se cierra cuando la bomba dirige fluido hacia los circuitos traseros durante la operación en modo ASR. El fluido excedente pasa por la válvula limitadora de presión.
- Las válvulas solenoide de los circuitos de rueda (4) controlan la presión individual de cada rueda delantera y las ruedas traseras son controladas en conjunto (seleccionando como criterio la rueda que tiene la menor velocidad. Cada válvula tiene tres posiciones: <<mantenimiento>>

<<disminución>> y <<aumento>> de presión. Los resortes de los solenoides mantienen las válvulas en la posición de <<aumento de presión>> que es su posición neutral

### **1.18. INTERRUPTOR DEL PEDAL DE FRENOS**

La información del interruptor del pedal de frenos tiene como misión permitir abandonar el modo ABS lo mas rápidamente posible cuando sea necesario. En efecto si el ABS esta funcionando y el conductor suelta el pedal de freno con el fin de interrumpir la frenada, la señal transmitida por el interruptor permitirá cesar la regulación mas rápidamente.

### **1.19. DIAGNÓSTICO A BORDO**

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 esos tests dentro de la computadora del carro (ECU).

A partir de ese momento el sistema de diagnóstico abordo (OBD) incorpora una luz piloto llamada “check engine” para informar al conductor que ocurrió una falla en el vehículo.

Los objetivos del diagnóstico a bordo son:

- Reducir altas emisiones en vehículos que estén describiendo mal funciones de emisiones.
- Reducir el tiempo entre la aparición de una mal función y esto sea detectado y reparado.
- Asistiendo en el diagnóstico y reparando la emisión describiendo el problema.

## **1.20. SISTEMA DE A BORDO OBD I**

La Comisión de Recursos del Aire de California comenzó la regulación de los Sistemas de Diagnóstico de a Bordo (On Board Diagnostic - OBD) para los vehículos vendidos en California, comenzando con los modelos del año 1988.

Los requerimientos iniciales, conocidos como OBD I, requerían la identificación de áreas con problemas de mal funcionamiento relacionadas con los sistemas de:

- Medición de combustible.
- El Sistema de Recirculación de Gases de Escape (Exhaust Gas Recirculation System - EGR).
- Componentes Relacionados con la Emisión de Gases y la Unidad de Control Electrónico (Powertrain Control Module - PCM).

Una lámpara indicadora de mal funcionamiento (MIL), denominada Check Engine o Service Engine Soon, era requerida para que se iluminara y alertara al conductor del mal funcionamiento y de la necesidad de un servicio de los sistemas de control de emisiones.

Un código de falla (Diagnostic Trouble Code - DTC) era requerido para facilitar la identificación del sistema o componente asociado con la falla.

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.

## **1.21. SISTEMA DE ABORDO OBD II**

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

En 1989 comenzaron los estudios para una norma mas 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 latino América 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.

### 1.21.1 Conector de diagnóstico

Es del tipo de 16 pines:

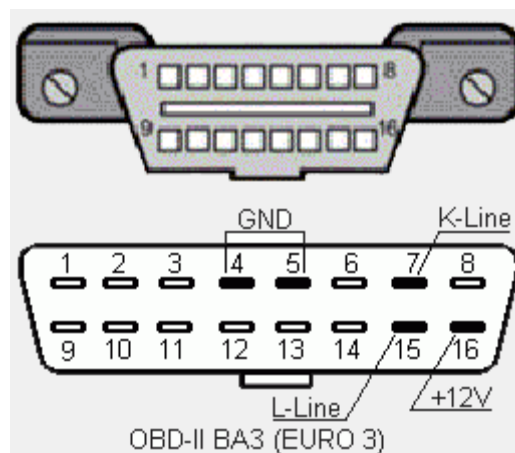


Figura 1.29. conector OBD II

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

Descripción de los Pines:

2.- Comunicación SAE/PWM

4.- Masa Vehículo

5.- Masa señal

6.- CAN H

7.- Comunicación ISO 9141-2 (línea K)

10.- Comunicación PWM

14.- CAN L

15.- Comunicación ISO 9141-2 (línea L)

16.- Positivo de la Batería

### **1.21.2. Comunicación con el scanner**

Existen básicamente tres tipos de comunicación 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 ensambladora:

VPM-GM

PWM-FORD

ISO -- MITSUBISHI, NISSAN, VOLVO, DODGE, JEEP y CHRYSLER

### 1.21.3. Códigos de defectos

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

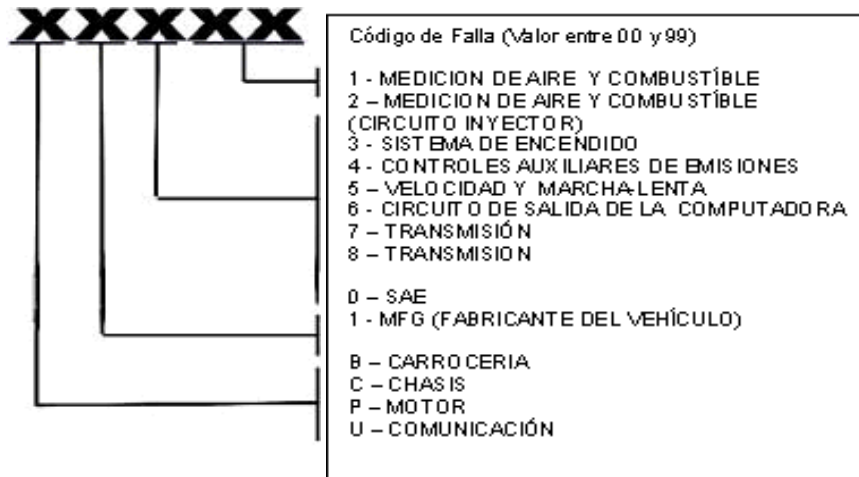


Figura 1.30. Códigos de falla

### 1.21.4. Lecturas

Además de códigos de defecto, OBD II permite la verificación de varias lecturas en tiempo real como por ejemplo: rpm, sondas 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.

#### **1.21.5. EOBD (European On Board Diagnostic)**

El EOBD es una norma parecida a la OBD II a ser implantada en Europa a partir del año 2000. Una de las características innovadoras es el registro del tiempo de demora o kilometraje desde la aparición de un defecto hasta su diagnóstico.

#### **1.22. SISTEMA DE ABORDO OBD III<sup>4</sup>**

En un vehículo equipado con OBD III podrá ser posible reportar problemas de emisiones directamente a una agencia reguladora de emisiones.

El radio comunicador podrá comunicar el número de VIN del vehículo y podrá diagnosticar códigos que estén presentes, el sistema podrá reportar automáticamente problemas de emisiones vía celular o un vínculo vía satélite cuando el foco de mal función ( mil ) este encendido, o responda a un requerimiento de un celular, o satélite cuando suceda los análisis de emisiones.

Las ventajas de este sistema son:

- Mayor cobertura de vehículos. Los vehículos podrán ser monitoreados y requeridos no importa donde estén ellos, aunque estén en el garaje o manejando, con ello se podrá observar cuidadosamente la política de emisiones contaminantes.
- Siendo posible localizar los vehículos que estén en una violación de aire limpio, así como estudios demográficos o arrestar a los que quebranten la ley de aire limpio.
- 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.

---

<sup>4</sup> [www.redtécnicaautomotriz.com](http://www.redtécnicaautomotriz.com)

- Este sistema podrá auto diagnosticarse desde el arranque del motor hasta el apagado del mismo.
- Esta tecnología permitirá que la PCM pase a modo seguro o auto calibración 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.
- Básicamente OBD III viene a revolucionar el diagnóstico 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 .



## II. SISTEMAS ELECTRÓNICOS DEL CHEVROLET OPTRA T/A.

### 2.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo vamos a detallar todos los componentes y sistemas electrónicos que posee el vehículo CHEVROLET OPTRA T/A que pertenece a la Carrera de Ingeniería Automotriz en el cual se desarrollará este proyecto de tesis. Este vehículo posee las siguientes características.



Figura 2.1. Vehículo Chevrolet Optra A/T

Tabla II.1. Características del Motor

<b>MODELO</b>	<b>1,8L</b>
<b>Tipo</b>	4CIL DOHC 16V
<b>Posición</b>	Delantera transversal
<b>Desplazamiento (cc)</b>	1799
<b>Potencia (HP @ RPM)</b>	121 @ 5800
<b>Torque (Kg-m @ RPM)</b>	16.8 @ 4000
<b>Relación Compresión</b>	9,8:1
<b>Diámetro x Carrera (mm)</b>	81,6X86
<b>Alimentación</b>	MPFI
<b>Material: Bloque/Culata</b>	Hierro / aluminio
<b>Ajuste Valvular</b>	Automático / Hidráulico
<b>Sensor de detonación</b>	Si
<b>Calidad de Gasolina</b>	>87RON

Tabla II.2. Características de la Transmisión

<b>MODELO</b>	<b>1,8L</b>	
<b>Tipo</b>	Automática 4 vel	
<b>Relaciones</b>	<b>1°</b>	2,719
	<b>2°</b>	1,487
	<b>3°</b>	1,000
	<b>4°</b>	0.717
<b>Reversa</b>	2,529	
<b>Relación final de eje</b>	3,945	

Tabla II.3. Características del Chasis

MODELO		1.8L
<b>Dirección</b>		Hidráulica de cremallera y piñón
<b>Radio de Giro min / pared a pared</b>		5.2 m / 5.5 m
<b>Suspensión</b>	<b>Delantera</b>	Mcperson sobre resortes helicoidales
	<b>Trasera</b>	Independiente Dual link sobre resortes helicoidales
	<b>Amortiguad.</b>	a gas de doble acción
<b>Barra estabilizadora</b>		Adelante y atrás
<b>Sistema de Freno</b>	<b>Tipo</b>	Hidráulicos
	<b>Del.</b>	Discos Ventilados 256mm
	<b>Tras.</b>	Disco sólido 258mm
	<b>ABS</b>	ABS + TCS
	<b>Freno Mano</b>	Mecánico sobre ruedas traseras
<b>Llantas</b>		195/55 R15 (185/65R14)
<b>Rines</b>		6JX15 Aluminio (Repuesto 14" acero)

Tabla II.4. Seguridad del Vehículo

MODELO	1,8L
<b>Alarma antirrobo con clave de acceso (PIN CODE)</b>	X
<b>Alarma luces encendidas</b>	x
<b>Alarma llaves olvidadas</b>	X
<b>Air Bags frontales piloto y pasajero</b>	X
<b>Barras de protección a pasajeros por impactos laterales</b>	X
<b>Cinturones seguridad delanteros, ajuste altura y limitador carga ELR</b>	X
<b>Cinturones seguridad traseros 3 puntos para los 3 pasajeros.</b>	X
<b>Control de Tracción Electrónico (TCS)</b>	X
<b>Desempañador vidrio trasero (eléctrico)</b>	X
<b>Espejo retrovisor interior día/noche</b>	X
<b>Frenos ABS distribución electrónica de frenado (EBD)</b>	X
<b>Inmovilizador</b>	X
<b>Limpia brisas delantero automático (con sensor intensidad lluvia)</b>	X
<b>Luces antiniebla delanteras</b>	X
<b>Pitó eléctrico dual tipo corneta</b>	X
<b>Salpicaderas delanteras y traseras.</b>	X
<b>Seguro columna de dirección</b>	X
<b>Seguro para niños puertas traseras</b>	X
<b>Tercer stop</b>	X



**Figura 2.2. Dimensiones Externas (mm)**

Los principales sistemas electrónicos del CHEVROLET OPTRA A/T son los siguientes:

- Sistema de control del motor de combustión interna (C.I.).
- Transmisión automática ZF 4HP16
- Frenos ABS + EBD

## **2.2 SISTEMA DE CONTROL DEL MOTOR DE C. I.**

El sistema de control del motor de C.I. está principalmente controlado por los siguientes sistemas:

- Inyección electrónica de combustible M.P.F.I.
- Sistema de encendido directo sin distribuidor DIS

## 2.3 IDENTIFICACIÓN DEL CÓDIGO MOTOR

Los motores son identificados gracias a sus códigos los cuales describen sus características de la siguiente manera:

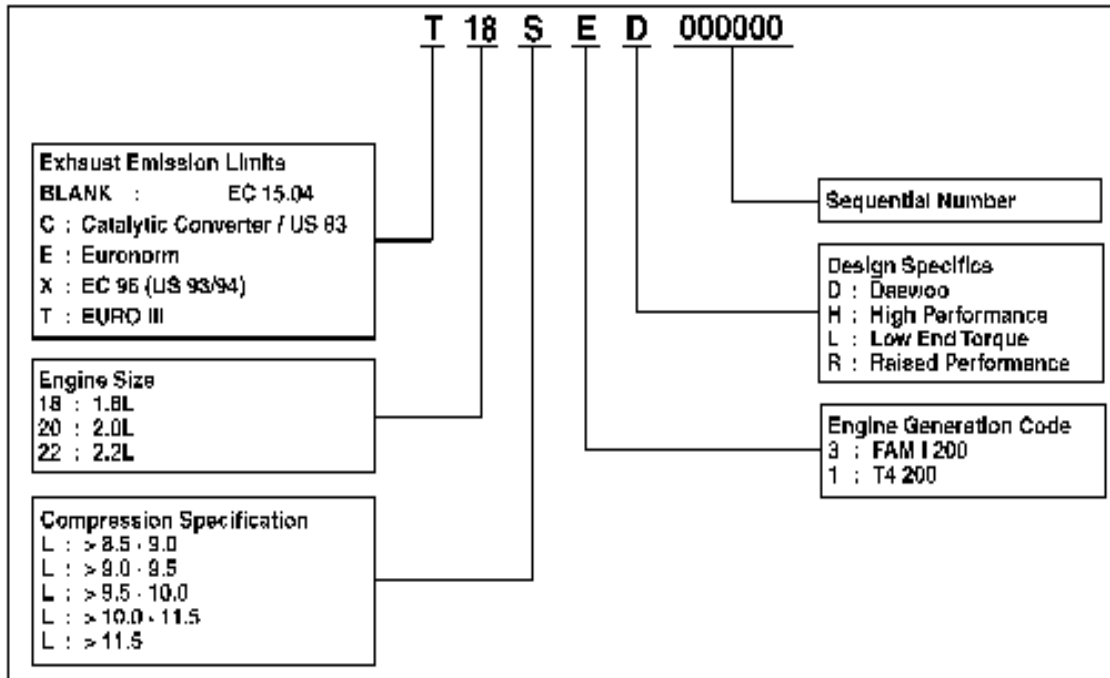


Figura 2.3. Código del Motor

- T** : Indica los límites de emisión de gases
- 18** : El cilindraje de este vehículo es de 1.8L
- S** : Indica la relación de compresión
- E** : Indica el código de la generación del motor
- D** : Indica la marca del motor.

## 2.4 INYECCIÓN ELECTRÓNICA M.P.F.I.

En el CHEVROLET OPTRA A/T se utiliza un sistema de inyección de tipo Multi Puertos Fuel Inyección (M.P.F.I.), lo que nos dice que utiliza un inyector para cada cilindro y la forma de inyectar es semi-secuencial es decir 2 inyectores a la vez cada 180° de giro del árbol de levas. En este vehículo inyecta al 1 y 4 cilindro y al 2 y 3 en forma conjunta.

## 2.5 COMPONENTES DE LA INYECCIÓN ELECTRÓNICA M.P.F.I

1. Módulo de control electrónico
2. conector DLC
3. Luz de anomalía
4. Sensor de la posición de la mariposa
5. Sensor de posición del cigüeñal
6. Sensor de posición del árbol de levas
7. Sensor de golpeteo
8. Sensor de temperatura de aire
9. Sensor de temperatura del refrigerante
10. Sensor de la presión absoluta del múltiple
11. Sensor de oxígeno
12. Sensor de velocidad del vehículo
13. Inyectores
14. Riel de combustible
15. Regulador de presión de combustible
16. Bomba de combustible
17. Filtro de combustible
18. Relé de la bomba de combustible
19. Módulo de encendido - DIS
20. Cánister

## **2.6 SUBSISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO**

El subsistema de control electrónico es uno de los principales ya que es el encargado de diagnosticar condiciones atmosféricas, los elementos mecánicos y averías del motor a través de los sensores los cuales van a comunicar estos datos a la ECM mediante señales eléctricas para que esta las procese y compare con sus datos y de órdenes a los diferentes actuadores para que se produzca un correcto funcionamiento del automóvil y sin exageradas emisiones de gases.

### **2.6.1 Módulo electrónico de control<sup>5</sup>**

El módulo electrónico de control o ECM, es el cerebro del sistema de inyección de combustible y está dividido en tres secciones principales: el ROM, el PROM, y la RAM.

El ROM, o Memoria solo para leer, es la sección del ECM que contiene el conjunto principal de instrucciones que sigue la computadora. Esta es la sección que dice: "Cuando veo que esto sucede, tengo

---

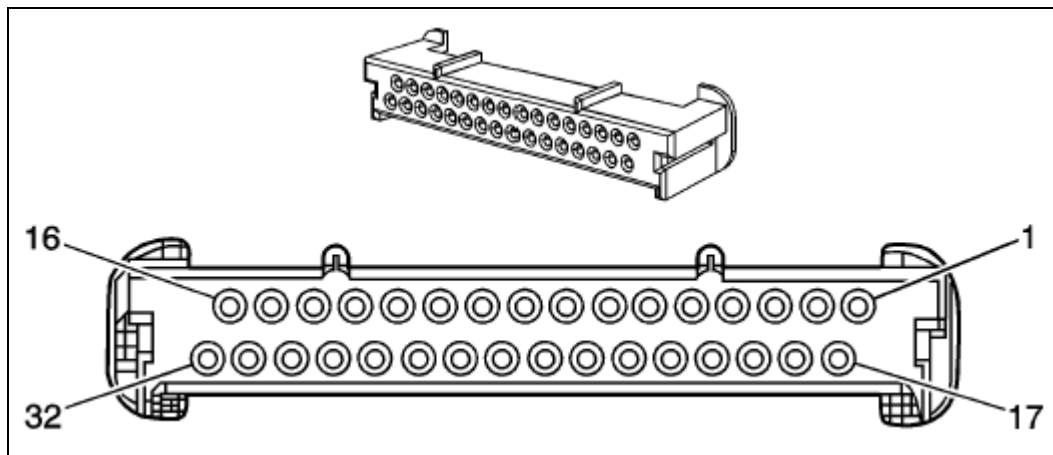
<sup>5</sup> WATSON BEN Manual de fuel injection chevrolet. pág. 37

que hacerlo que suceda". El microprocesador que contiene estas instrucciones de la ROM es un chip no volátil.

El PROM, o memoria programable solo para leer, es la sección de calibración del chip en el ECM. El PROM funciona junto con el ROM para las funciones del ajuste fino del control de combustible y del tiempo de encendido para la aplicación específica. El PROM es también una memoria no volátil. Contiene información acerca del tamaño del motor, tipo de transmisión, tamaño y peso del auto, resistencia de rodamiento, coeficiente de arrastre y relación final de tracción.

El RAM, o memoria de acceso aleatorio, es la sección que tiene tres funciones principales en el ECM. La primera función actúa como libreta de apuntes del ECM; siempre que se necesite hacer un cálculo matemático, el ECM utiliza la RAM. La segunda función es almacenar información en el sistema multiplicador de aprendizaje o bloques cuando el motor está apagado o funciona en lazo abierto. La tercera función es almacenar los códigos de diagnóstico cuando se detecta una falla en el sistema. Estos códigos son almacenados por cincuenta arranques del motor o hasta que la potencia de la batería se retira del ECM. La memoria RAM es volátil.

La ECM utilizada en el CHEVROLET OPTRA T/A es una HV-240 de 32 bits 64 pines de tecnología Delphi



**Figura 2.4. Pines de la ECM**

Esta ECM se encuentra ubicada en el compartimiento del motor en la parte posterior central.



**Figura 2.5. Ubicación de la ECM**

### 2.6.2 Sensor de posición de la mariposa de aceleración TPS.

El sensor de posición de mariposa del acelerador, llamado TPS o sensor TP ( del ingles 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.

Este TPS posee un potenciómetro, el consiste en una pista resistiva barrida con un cursor, y alimentada con una tensión de 5 voltios desde el ECM.

El TPS se encuentra ubicado en el cuerpo del estrangulador tal como se muestra en la siguiente figura:

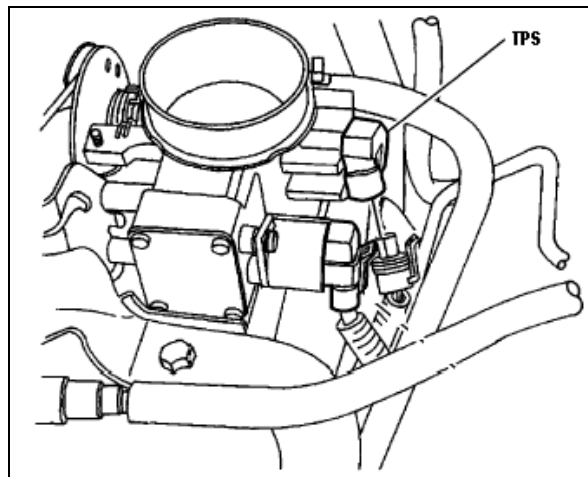


Figura 2.6. Ubicación del TPS

### 2.6.3 Sensor de presión absoluta en colector (MAP).

El sensor de Presión Absoluta del Múltiple o MAP, es un dispositivo de resistencia piezoeléctrico que cambia un voltaje de



referencia de 5 volts en respuesta a los cambios en la presión del múltiple. Al incrementarse la presión del múltiple, el voltaje del MAP también se incrementa.

Cuando el acelerador se abre o el motor está bajo una carga en alguna otra manera, la presión del múltiple se incrementará. Al incrementarse la presión del múltiple, la salida de voltaje del sensor MAP también se incrementa. Al nivel del mar, un motor a velocidad de marcha mínima hará que la señal de voltaje del sensor MAP está entre 1.2 y 1.9 volts, normalmente con un promedio de 1.5. Mientras que el voltaje a velocidad de marcha mínima está en estos límites y el voltaje se incrementa a medida que aumenta la carga del motor (como cuando se pisa el acelerador), y baja a medida que disminuye la carga del motor, entonces el sensor MAP está funcionando normalmente.

El ECM utiliza la información del sensor MAP para el control de dos sistemas principales. Primero, la señal del sensor MAP se utiliza para medir el flujo de aire que entra al motor y segundo, se utiliza para medir la carga del motor con el fin de retardar el tiempo de encendido cuando el motor empieza a funcionar bajo una carga.

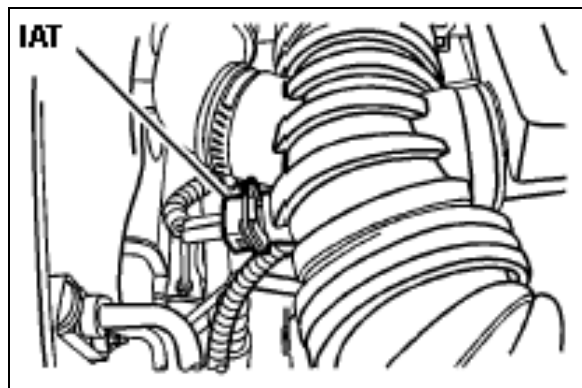
El sensor MAP se encuentra en la parte superior del motor.



**Figura 2.7. Ubicación del MAP**

#### **2.6.4 Sensor de temperatura del aire de la admisión (IAT).**

El sensor de temperatura de carga de aire figura 1.7, se utiliza para medir la temperatura, y por tanto la densidad de aire en el múltiple de admisión.



**Figura 2.8. Ubicación del IAT**

El IAT mide la disminución y la densidad de carga de aire a medida que el aire se mueve a través del múltiple de admisión caliente. Esta pérdida de densidad da como resultado que se requiera menos combustible para cada cilindro puesto que la expansión provocará que cada cilindro sea cargado con menos oxígeno.

### 2.6.5 Sensor de temperatura del líquido de enfriamiento (ECT).

El sensor de temperatura del refrigerante es una entrada principal a la computadora del sistema. El sensor consiste en una resistencia sensible a la temperatura llamada termistor. A medida que se incrementa la temperatura del refrigerante, la resistencia del sensor disminuye.



Figura 2.9. Sensor ECT

Este sensor se utiliza para señalar a la computadora del sistema que la velocidad de marcha mínima en vacío necesita ser aumentado para compensar la operación del motor en frío.



Figura 2.10. Ubicación del ECT

El ECT se encuentra ubicado debajo de las bobinas del sistema DIS.

### 2.6.6 Sensor de oxígeno

Es un dispositivo capaz de medir la relación Lambda de los gases de escape en función de la cantidad de oxígeno que posean. La medida del sensor de oxígeno es una señal de voltaje de entre 0 y 1 v.

El sensor que utiliza este auto es una sonda de oxígeno de Zirconio debido a que el elemento activo es una cerámica de óxido de zirconio recubierto interna y externamente por capas de platino que hacen de electrodos. El electrodo interno está en contacto con el oxígeno atmosférico exento de gases de escape y el electrodo externo está en contacto con los gases de escape.



Figura 2.11. Sensor de oxígeno

A temperaturas inferiores a 300 °C el sensor se comporta como un circuito abierto(resistencia infinita).

A temperaturas mayores de 300 °C la cerámica se transforma en una pila cuya tensión depende de la diferencia de concentración de oxígeno entre los dos electrodos.

Si la concentración de oxígeno en el escape es inferior a 0,3% la tensión es mayor que 0,8 volt, esto ocurre para factores lambda inferiores a 0,95, pero si la concentración de oxígeno en el escape es mayor que 0,5% la tensión es menor que 0,2 volt, esto ocurre para factores lambda superiores a 1,05. La variación de tensión es brusca para una relación lambda de 1.

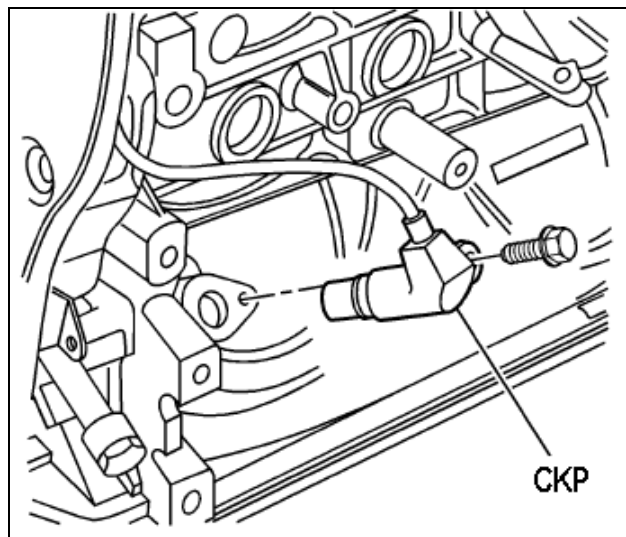


**Figura 2.11. Ubicación del Sensor de oxígeno**

El sensor de oxígeno se encuentra ubicado al lado izquierdo y debajo del múltiple de escape tal como se muestra en la figura 2.11.

### **2.6.7 Sensor de rotación REF – CKP**

Es el único sensor por el cual si falla no arranca el motor. Esta señal es generada por un elemento inductivo acoplado frente a una rueda dentada fijada al cigüeñal. La rueda dentada posee tallados 58 dientes, faltando uno ó dos dientes justo donde coincide con el PMS del cilindro N° 1.



**Figura 2.12. Ubicación del CKP**

El paso constante de la corona frente al sensor originará una tensión, que se verá interrumpida cuando se encuentre en la zona sin los dientes, esto genera una señal que la ECM determina como X grados APMS y también utiliza esta señal para contar las RPM. Los (X) grados está en el orden de  $60^{\circ}$ , o sea que si en determinado momento el motor requiere  $20^{\circ}$  de avance, la ECM enviará la señal a la bobina de encendido  $40^{\circ}$  después de recibida la señal desde el sensor.

En el momento del arranque la ECM necesita de un primer paso de la zona sin dientes para orientarse sobre los X grados APMS del

cilindro 1 (uno), y comenzar el ciclo de 4 tiempos para ordenar las inyecciones y las chispas del encendido. Esta es la razón por la que algunos motores a inyección y encendido electrónico ordenados por la ECM demoren algo más para arrancar, pues si la zona sin dientes apenas superó la posición del sensor al detenerse, será necesario girar casi una vuelta completa para orientar la ECM y más las dos vueltas del primer ciclo de 4 tiempos.

### 2.6.8 Sensor de posición del árbol de levas (CMP)

El sensor CMP es de tipo HALL, esta señal genera un pulso por vuelta, justo cuando el pistón N° 1 está en P.M.S. y en fase de admisión. Cuando el sistema detecta la coincidencia de las señales del CMP y CKP genera un tren de pulsos hacia sus inyectores siguiendo un orden exacto de inyección.

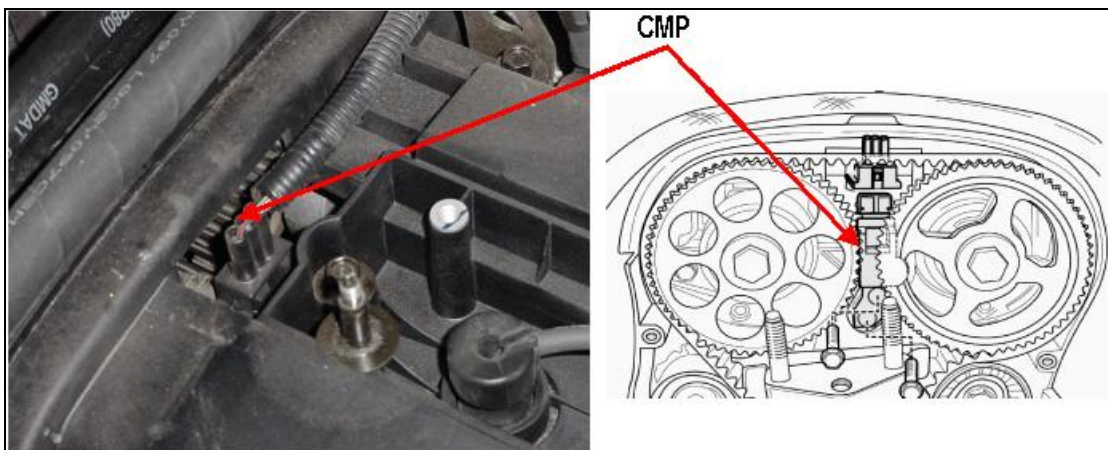


Figura 2.13. Ubicación del CMP

Esta señal del árbol de levas también es utilizada para la determinación de las r.p.m. del motor cuando el sistema de inyección pasa al modo de avería, debido a algún fallo en la señal inductiva del cigüeñal.

### **2.6.9 Sensor de golpeteo (KS)**

El sensor de golpeteo va colocado sobre el block del motor, percibe las vibraciones ocasionadas por el pistoneo, generando una señal de corriente continua, que al ser recibida por la ECM, esta la procesará y ordenará el atraso correspondiente del encendido, que será constante o progresivo, según la frecuencia con que reciba la señal.



**Figura 2.14. Sensor de golpeteo**

Con la detección del pistoneo de acuerdo al programa de la ECM, se retarda el punto de encendido progresivamente, de 3 en 3 grados, hasta que ya no se detecta señal; momento en el cual se adelanta el punto de encendido hasta el punto óptimo.

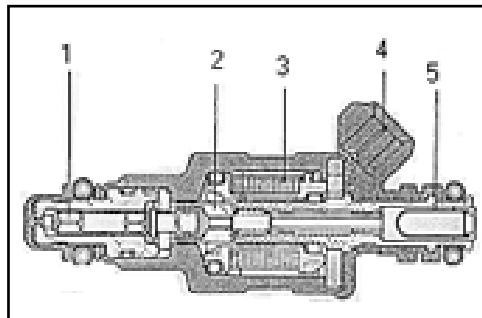
## **2.7 SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN**



El subsistema de alimentación suministra bajo presión el caudal de combustible necesario para el motor en cada estado de funcionamiento. La presión de este subsistema en el riel de inyectores está entre 40 y 60 PSI y la de los inyectores de 2 a 4 PSI.

### 2.7.1 Inyectores de combustible

El inyector electrónico de combustible es una válvula operada por un solenoide normalmente cerrado. Se encuentra conectado a una fuente de alimentación de 12 Volts y la ECM lo conecta a tierra con el fin de energizar y abrir el inyector cuando lo requiera.



**Figura 2.15. Inyector**

- 1.- Aguja. 2.- Núcleo magnético. 3.- Bobinado eléctrico. 4.- Conexión eléctrica.  
5.- Filtro.

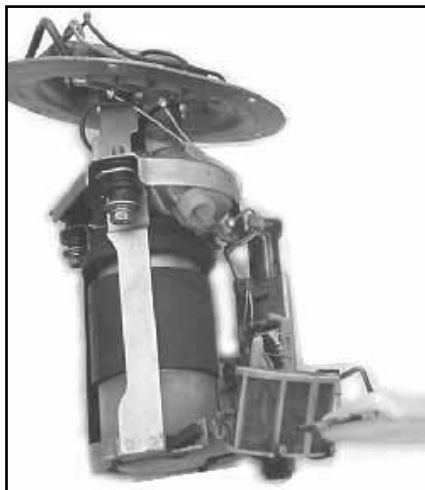
Los inyectores van alojadas en cada tubo de admisión, delante de las válvulas de admisión del motor.

Se inyecta la gasolina en la corriente de aire delante de las válvulas de admisión y al abrirse el inyector el combustible es aspirado con el aire dentro del cilindro y se forma una mezcla inflamable debido a la turbulencia que se origina en la cámara de combustión durante el tiempo de admisión.

Cada inyector está conectado eléctricamente en paralelo con la unidad de control que determina el tiempo de apertura de los inyectores y por consiguiente la cantidad de combustible inyectada en los cilindros.

### **2.7.2 Bomba de combustible**

La bomba de combustible es la encargada de suministrar el combustible suficiente y con el volumen requerida por el sistema de alimentación. Esta es una bomba eléctrica de corriente directa con aspas giratorias y se encuentra ubicada dentro del tanque de combustible; es capaz de generar una presión de 70 a 120 PSI. La bomba funciona por dos segundos después de pasar el contacto a Ignición.



**Figura 2.16. Bomba de combustible**

El diseño de la bomba es tal que el combustible que es jalado a través de la entrada del motor actúa como refrigerante y lubricante para la bomba.

### **2.7.3 Distribuidor de combustible**

Una línea que viene del filtro de combustible va hacia el motor y se fija en al riel. El riel de combustible es de aluminio fundido. Todos los

componentes del sistema de combustible están sujetos a él. La presión en el riel de combustible es de aproximadamente 55 PSI.

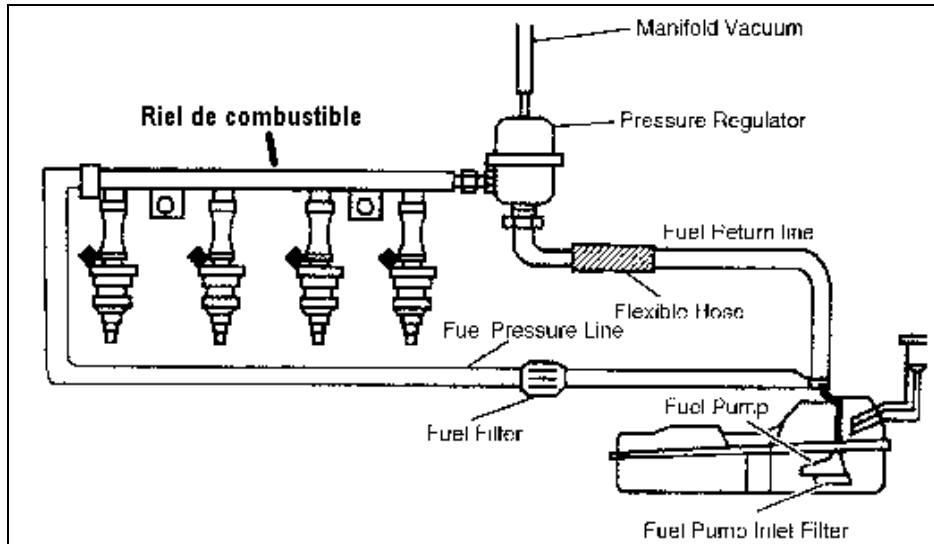
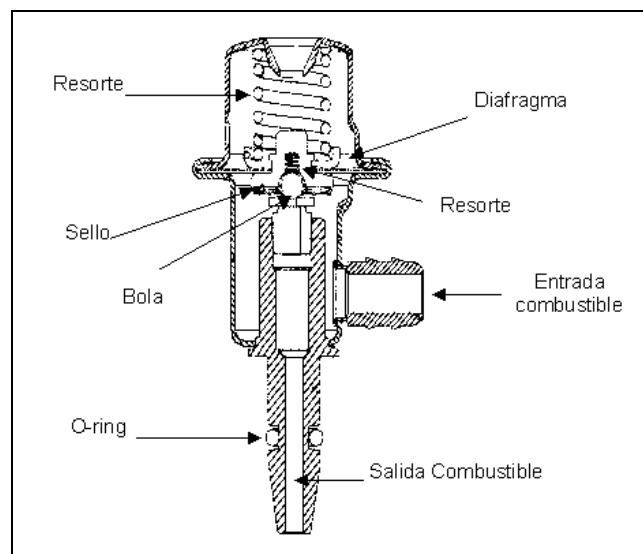


Figura 2.17. Riel de combustible

#### 2.7.4 Regulador de presión de combustible

El regulador de combustible es el encargado de generar y controlar la presión de combustible adecuada en el riel.

Si la presión de combustible es incorrecta, entonces los controles y sensores electrónicos encontrarán difícil o imposible medir la cantidad correcta de combustible para proporcionar la mezcla adecuada.



**Figura 2.18. Regulador de presión de combustible**

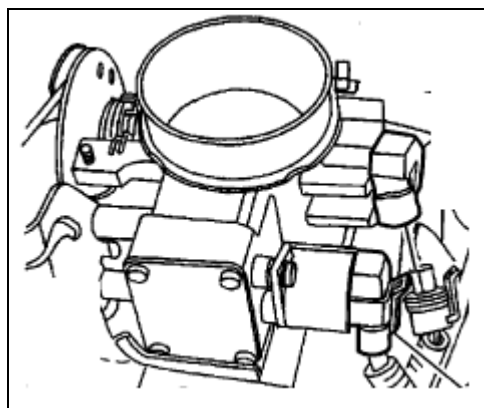
Hay una línea de vacío conectada a la parte superior del regulador de presión. La línea está conectada al vacío del múltiple, y cuando el acelerador es abierto por el conductor, el vacío del múltiple disminuye lo cual hace que se incremente la presión del combustible.

## **2.8 SUBSISTEMA DE INGRESO DE AIRE**

Aunque normalmente no pensamos que la admisión de aire es parte del sistema de inyección de combustible, su presencia y adecuada operación es absolutamente esencial.

### **2.8.1 Cuerpo del acelerador**

El cuerpo del acelerador consiste de los siguientes componentes principales: la válvula de control de aire de marcha mínima (IAC) (la cual esta considerada como un componente separado), el sensor de posición del acelerador (TPS), el cual ya explicamos, las placas del acelerador y además provee de varias conexiones de vacío y recirculación de gases de otros sistemas.



**Figura 2.119. Cuerpo del acelerador**

Las placas del acelerador se asientan a través del cuerpo del acelerador y controlan el flujo de aire que entra al múltiple de admisión. El ángulo de las placas del acelerador están controlado por el conductor a través del cable del acelerador. La posición de las placas controla el volumen de aire que entra al motor y por tanto las r.p.m.

### 2.8.2 Válvula de control de aire (IAC)

La IAC es un motor a pasos controlado por una válvula la cual el ECM mueve con el fin de controlar la velocidad del motor en marcha mínima.

Este actuador se puede mover a cualquiera de los 256 posiciones por el ECM para asegurar la correcta velocidad de marcha mínima sin importar los cambios en la carga del motor debidos a la transmisión, la dirección hidráulica, al alternador, al compresor de aire acondicionado, motor frío o a cualquier otra cosa.

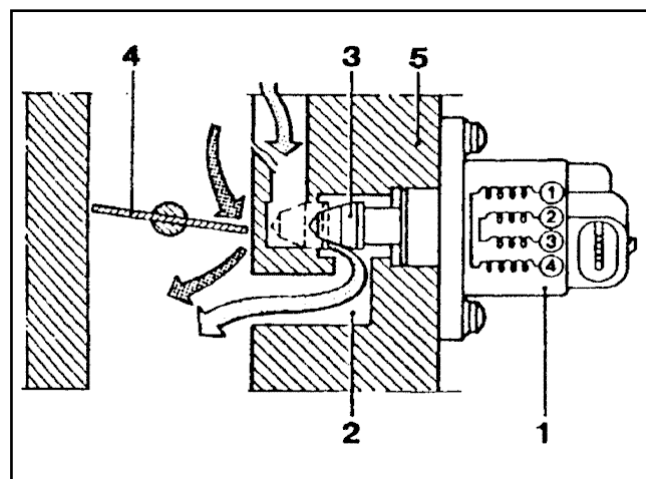


Figura 2.20. Funcionamiento de la IAC

1. Motor paso a paso - 2 pasaje del aire paralelo al tubo de admisión - 3 cono desplazable  
- 4 mariposa de aceleración - 5 cuerpo de mariposa

A una velocidad de marcha mínima la IAC estará en una posición de 20 sin carga en el motor. A medida que se incrementa la carga en el motor las r.p.m. tenderán a disminuir. Al disminuir las r.p.m. el ECM reduce la corriente en la IAC a una posición mas abierta (un número superior); al aumentar las r.p.m. la IAC se detiene en forma progresiva.

### 2.8.3 Válvula de recirculación de gases (EGR)

De acuerdo con los datos obtenidos, la ECU actúa sobre una válvula electroválvula controladora de vacío (convertidor EGR). Esta válvula da paso o cierra la depresión procedente de la bomba de vacío. De esta forma la válvula de recirculación de gases (válvula EGR) abre o cierra permitiendo o no la recirculación de gases del colector de escape al colector de admisión.

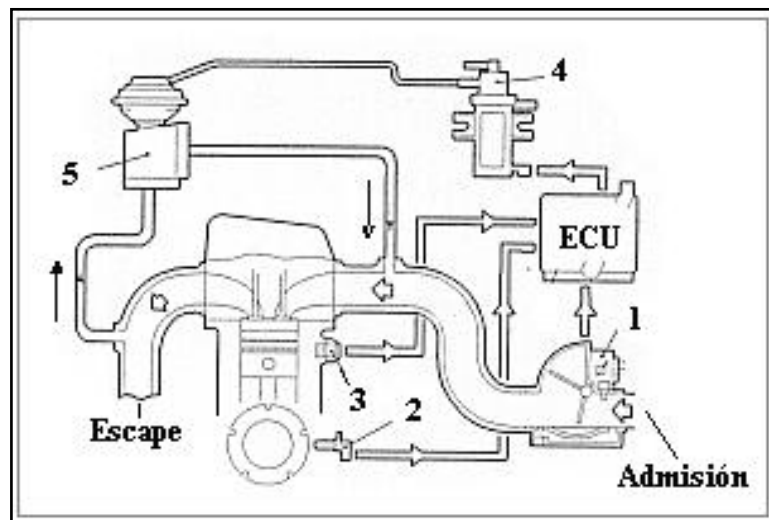


Figura 2.21. Válvula EGR

1- Medidor de masa de aire. 2- Sensor de revoluciones (RPM).  
3- Sensor de temperatura. 4- Convertidor EGR. (electroválvula de control de vacío) 5- Válvula EGR.

### 2.8.4 Válvula de emisiones evaporativas – cánister (EVAP)

Los vapores de combustible (contaminantes) recogidos en el filtro de carbones activos (cánister), se envían hacia los conductos de admisión para ser quemados.

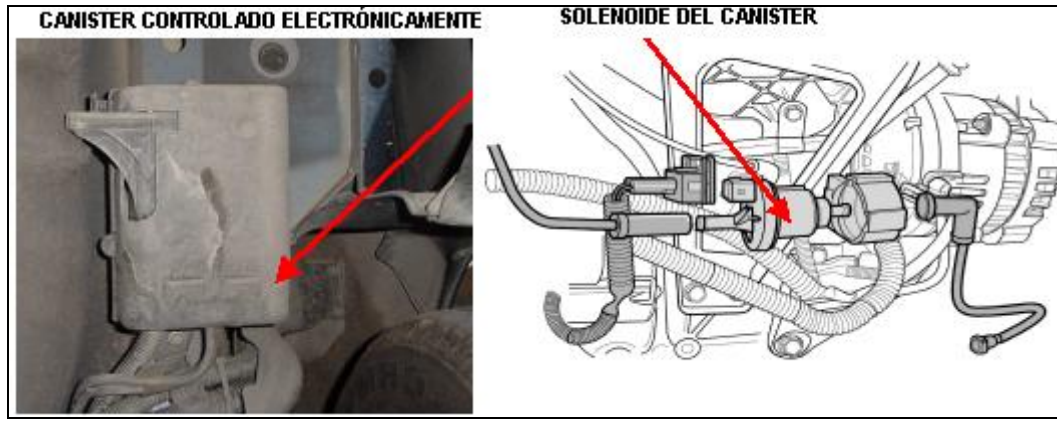


Figura 2.22. Cánister

Esto se realiza mediante una electroválvula dirigida por el ECM solamente cuando las condiciones de funcionamiento del motor lo permiten. Cuando no está alimentada, la electroválvula se encuentra en posición de apertura, con el encendido conectado se cierra, preparándose para su funcionamiento.

En efecto la ECM compensa esta cantidad de combustible adicional reduciendo el suministro a los inyectores.

## 2.9 SUBSISTEMA DE AUTODIAGNÓSTICO

El subsistema de autodiagnóstico es el encargado de controlar que las señales de entrada de los sensores y las de salidas de los actuadores estén correctas.

La memoria RAM es la encargada de almacenar los códigos de fallo, los cuales se pueden analizar con un Scanner. Adicionalmente la computadora envía una señal hacia la lámpara de mal función (check engine), advirtiendo al conductor de algún fallo presente.



Figura 2.23. Luz Mil

## 2.9.1 Sistema de auto diagnosis

**El sistema de auto diagnosis controla las señales provenientes de los sensores comparándolas con los valores límites permitidos. Este control se efectúa durante dos etapas:**

### 2.9.1.1 Señalización de averías durante la puesta en marcha

- **El testigo encendido durante 4 segundos indica fase de prueba**
  - **El testigo apagado después de 4 segundos indica que no hay ninguna avería en componentes que pueda alterar los valores previstos por las normas OBD**
- ||**



- **El testigo encendido después de 4 segundos indica que hay una avería.**

#### 2.9.1.2 Señalización de averías durante el funcionamiento

- **El testigo encendido indica avería**
- **El testigo apagado indica que no hay ninguna avería en los componentes que pueda alterar los valores previstos por las normas BBD II**

#### 2.9.2 Grabación de códigos de falla

**Un código de falla es automáticamente cancelado cuando la misma no es determinada durante las próximas 20 veces en que la llave de encendido fuera conectada (rotación mínima 450)rpm. En los sistemas OBD II la forma de borrar un código de fallas es utilizando un Scanner o después de encender el vehículo por 40 veces sin la falla y también si desconectamos por mas de 10 seg. la batería.**

#### 2.9.3 Conector DLC

Conector DLC llamado así por sus siglas en inglés Data Link Connector que es el conector por el medio del cual podemos comunicarnos con la ECM.

Este conector dispone de 16 pines distribuidos de la siguiente manera:

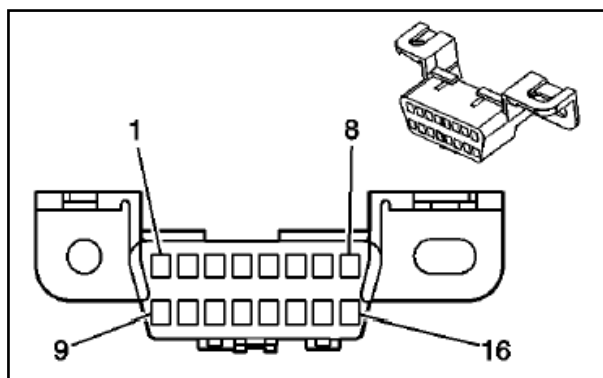


Figura 2.24. Conector DLC

Tabla II.5. Información del conector DLC

<i>INFORMACIÓN DEL CONECTOR</i>		
<b>TERMINAL</b>	<b>COLOR DEL CABLE</b>	<i>FUNCION</i>
1-2	-	Sin uso
3	D-BU	Datos seriales-Módulo de dirección sensible a velocidad
4	BK	Tierra
5	BK/WH	Tierra
6	-	Sin uso
7	D-GN	Datos seriales-K-Line, ECM, TCM
8-11	-	Sin uso
12	D-BU	Datos seriales-EBCM
13	L-BU	Datos seriales-SDM
14	D-BU/WH	Datos seriales-Módulo de dirección sensible a velocidad 2.5L
15	-	Sin uso
16	OG	Voltaje positivo de la batería

El DLC se encuentra ubicado adentro del vehículo al lado inferior izquierdo del volante como se indica en la siguiente figura.

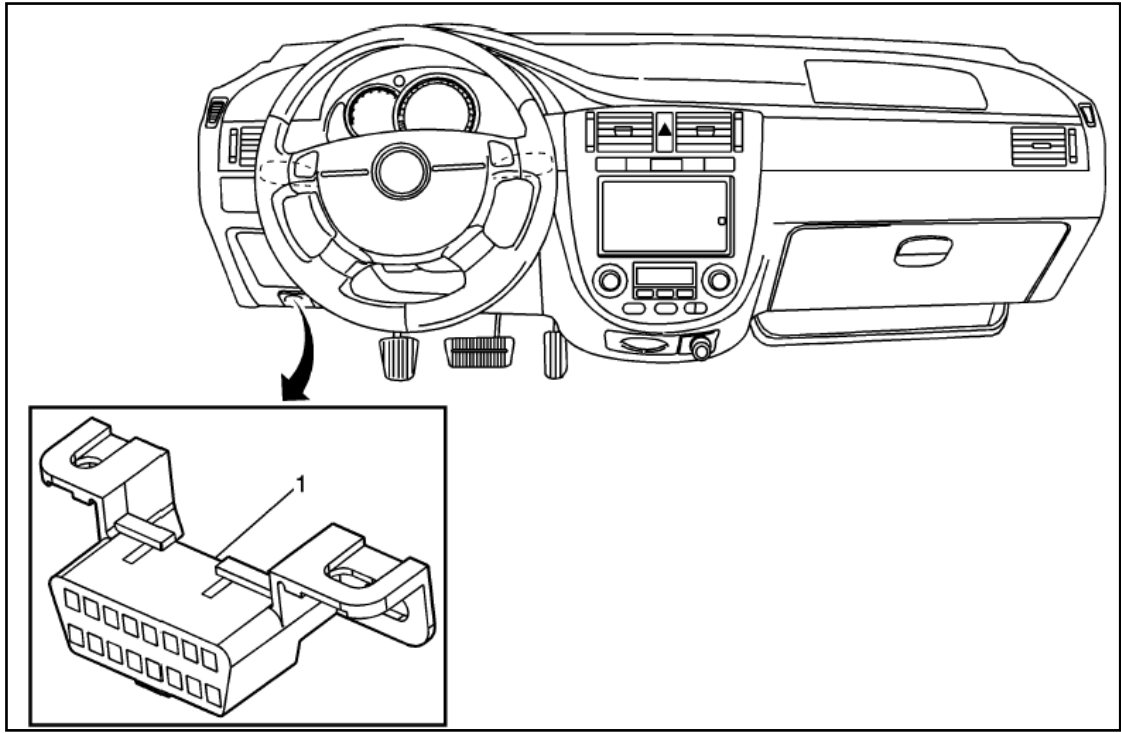


Figura 2.25. Ubicación del conector DLC

## 2.10 ENCENDIDO DIRECTO DIS

El sistema de encendido DIS (**D**irect **I**gnition **S**ystem) también llamado: sistema de encendido sin distribuidor (**D**istributorless **I**gnition **S**ystem), se diferencia del sistema de encendido tradicional en suprimir el distribuidor, con esto se consigue eliminar los elementos mecánicos, siempre propensos a sufrir desgastes y averías. Además la utilización del sistema DIS tiene las siguientes ventajas:

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

- Las interferencias eléctricas del distribuidor son eliminadas por lo que se mejora la fiabilidad del funcionamiento del motor, las bobinas pueden ser colocadas cerca de las bujías con lo que se reduce la longitud de los cables de alta tensión, incluso se llegan a eliminar estos en algunos casos como ya veremos.
- Existe un margen mayor para el control del encendido, por lo que se puede jugar con el avance al encendido con mayor precisión.



**Figura 2.26. Ubicación del Sistema DIS**

### **2.10.1 Descripción del circuito del sistema DIS**

El módulo de encendido contiene dos dispositivos semiconductores para el accionamiento de cada bobina figura 2.29, estos semiconductores son conectados a un circuito limitador de corriente, para reducir el consumo de potencia de las bobinas.

Para controlar el DIS, el ECM son utilizados los conectores (EST A y EST B) que controla cada bobina .

Si el impulso de encendido dispara EST A, la primera bobina generará alto voltaje en los cilindros 1 y 4.

Consecuentemente, si el impulso de encendido fuera disparado en EST B, la segunda bobina de encendido generará alto voltaje en los cilindros 2 y 3. Cada bobina suministra energía para una bujía de encendido de un cilindro conteniendo mezcla para el encendido y una bujía de otro cilindro conteniendo mezcla quemada. El alcance de rpm DIS es: 3000 – 8000 rpm.

Las bobinas son alimentadas de 12V por medio del relé de la bomba de combustible.

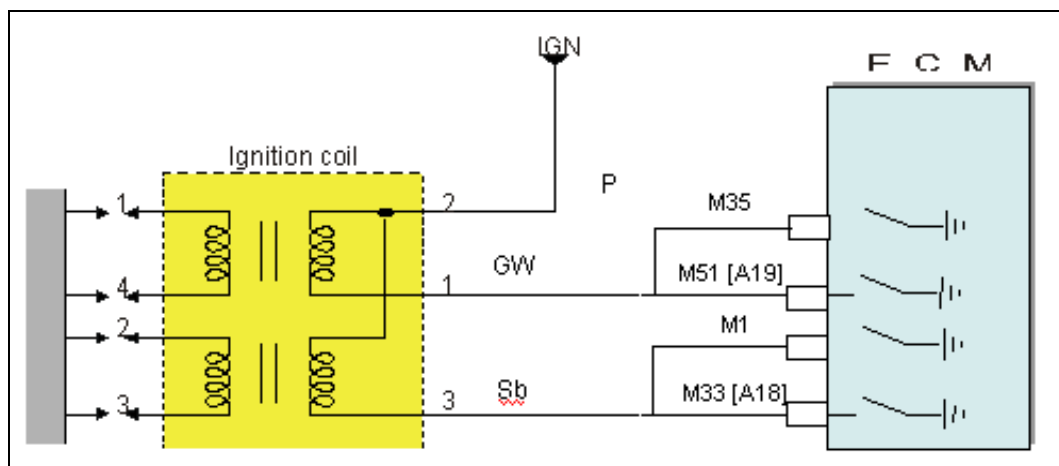


Figura 2.27. Circuito del sistema DIS

## 2.11 SISTEMA ELECTRÓNICO DE LA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA ZF 4HP16

La transmisión automática ZF 4HP 16 es una caja automática de 4 velocidades. La cual fue diseñada para tracción delantera y con un motor montado transversalmente.

Esta transmisión tiene un convertidor de par hidrodinámico con un control de anti-deslizamiento en el embrague.

## 2.12 IDENTIFICACIÓN DEL CÓDIGO DE LA TRANSMISIÓN ZF 4HP16

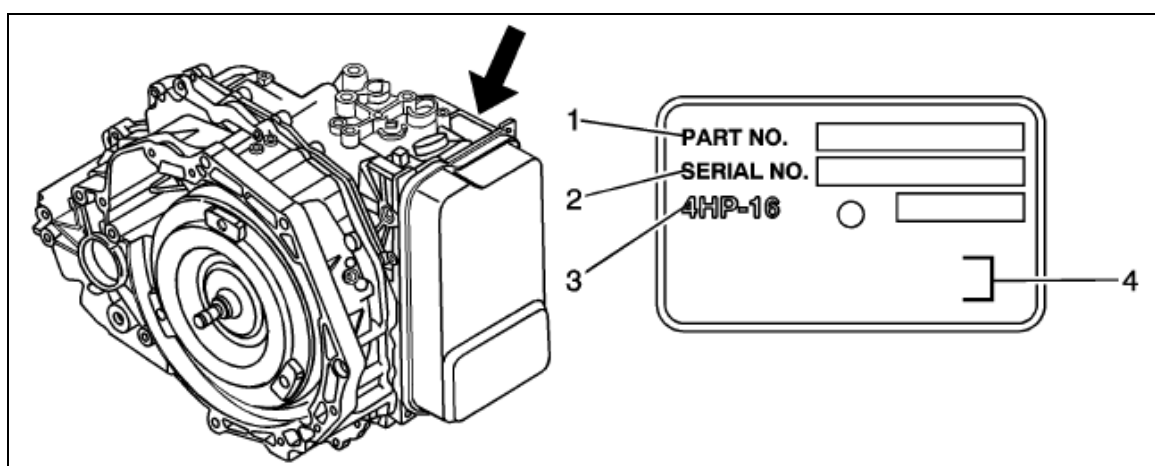


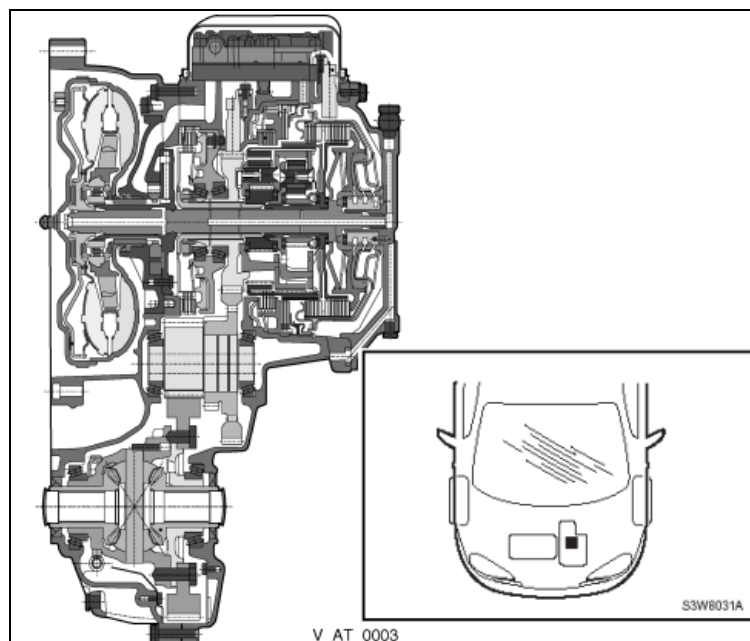
Figura 2.28. Ubicación del código de la transmisión

Tabla II.6. Descripción de la placa de identificación de la transmisión

1	Número de parte
2	Número de serie
3	Código del modelo
4	Nación y compañía que fabricó

## 2.13 UBICACIÓN DE LA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA

La caja automática se encuentra ubicada en la parte delantera del vehículo junto al motor en la parte izquierda.



**Figura 2.29. Ubicación de la transmisión.**

## **2.14 COMPONENTES ELECTRÓNICOS QUE INFLUYEN EN LA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA**

- Módulo de control electrónico (ECM)
- Módulo de control electrónico de la transmisión (TCM)
- R.P.M. del motor
- Sensor de posición de la mariposa del estrangulador (TPS)
- Torque del motor
- Sensor de velocidad de entrada (ISS)
- Sensor de velocidad de salida (VSS)
- Sensor de temperatura del aceite de la transmisión
- P/N Switch
- Power Switch
- Hold Switch
- Brake Switch
- Solenoide “1” y “2”
- Solenoide de control de presión “3”, “4”, “5”, “6”
- Lámparas de información

## 2.15 DESCRIPCIÓN DE LA COMUNICACIÓN ENTRE LOS DIFERENTES COMPONENTES ELECTRÓNICOS

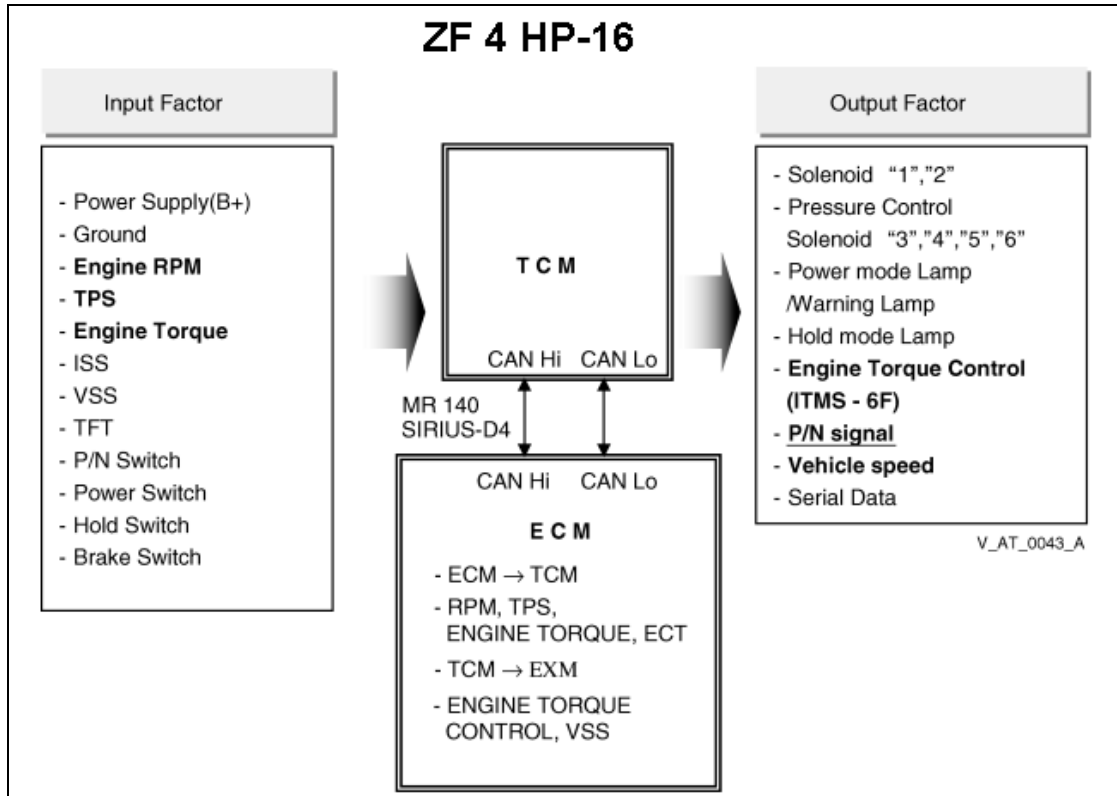


Figura 2.30. Interfase de señales

## 2.16 MÓDULO DE CONTROL ELECTRÓNICO (ECM)

La ECM es la encargada de enviar información a la TCM de algunos sensores tales como las R.P.M del motor que nos da el sensor CKP., la señal del TPS, temperatura del motor y también de recibir información necesaria desde la TCM.

## 2.17 MÓDULO DE CONTROL DE LA TRANSMISIÓN (TCM)

La TCM es la encargada de recibir las señales de los sensores, switch y ECM para poder diagnosticar esta información sobre el funcionamiento del vehículo y según esto poder controlar las señales de salida hacia los actuadores para que se de un correcto cambio de marchas y se de un correcto desenvolvimiento del auto.



### 2.17.1 Ubicación de la TCM

La TCM se encuentra ubicada dentro del vehículo en la parte inferior de la columna de dirección. Tal como indica la figura.

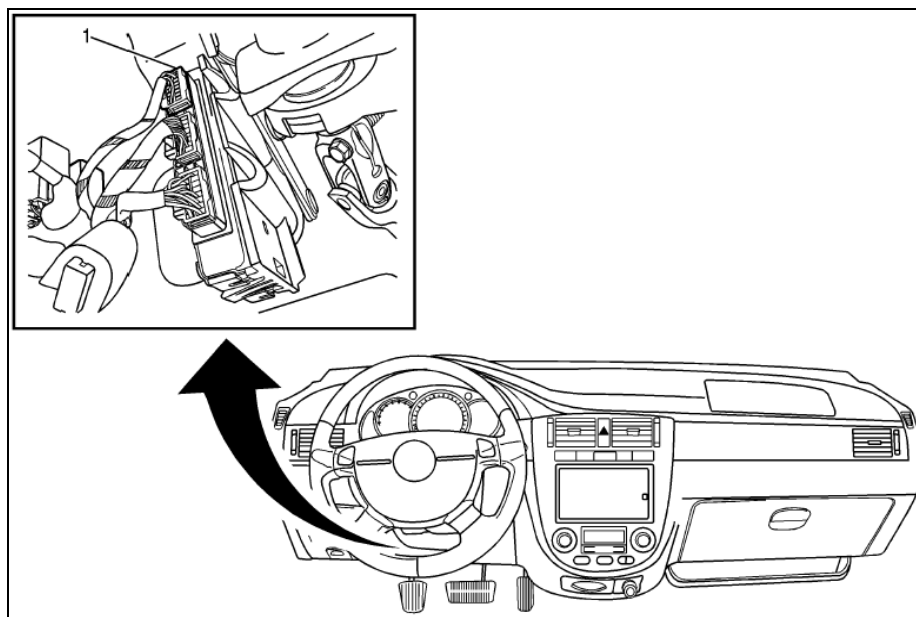


Figura 2.31. Ubicación de la TCM

### 2.18 SEÑAL DEL TPS<sup>6</sup>

La señal del TPS es la que ayuda al TCM a controlar el momento en el que deben activarse o desactivarse los solenoides de cambio de marcha dependiendo de el porcentaje de apertura de la mariposa del estrangulador.

<sup>6</sup> GENERAL MOTORS Manual 05 de la transmisión del Chevrolet Optra

La siguiente tabla nos indica la velocidad del vehículo en cada una de las marchas y con que porcentaje de apertura del TPS.

**Tabla II.7. Relación de la posición del TPS con las marchas y la velocidad del vehículo**

Aplicación	1—2 Marcha				2—3 Marcha				3—4 Marcha			
TPS	10 %	25 %	50 %	100 %	10 %	25 %	50 %	100 %	10 %	25 %	50 %	100 %
VSS(Km/h)	18	20	27	57	37	38	49	108	50	53	74	168

Una posición del acelerador incorrecta puede causar erráticos cambios, una calidad de cambio mala o que el convertidor de par no funcione (TCC).

## **2.19 SEÑAL DE LAS R.P.M. DEL MOTOR**

El ECM proporciona al TCM los datos de las R.P.M. del motor. La TCM utiliza esta información para controlar el TCC y el ciclo de trabajo de cada solenoide .

## **2.20 SEÑAL DE LA TEMPERATURA DEL MOTOR**

Envía datos de la temperatura del motor a la TCM para que esta sepa de que manera aplicar inicialmente el TCC.

Un dato incorrecto de la temperatura del motor hará que la aplicación inicial del TCC sea incorrecta.

## **2.21 COMPONENTES ELECTRÓNICOS DE LA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA**

En los 3 ítems anteriores hablamos sobre las señales que ingresan al TCM pero vienen desde la ECM; ahora vamos a explicar sobre las señales que se producen por los sensores, switch y otros, en la misma transmisión automática, así como las señales de salidas y a que actuadores afectan.

### **2.21.1 Switch de posición NEUTRAL/PARKING**

El switch de posición neutral/parking se encuentra ubicado en el selector de marcha y es el encargado de indicar a la TCM en que

posición se encuentra la palanca selectora sea este en P-R-N-D-3-2-1, para que esta a su vez active o desactive los solenoides.

El selector de marchas indica a la TCM la posición de la palanca selectora mediante 4 líneas de código, tal como indicamos en la siguiente tabla:

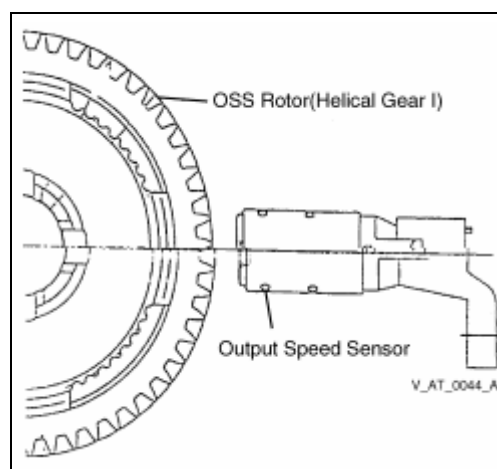
**Tabla II.8. Estado de las líneas que se comunican con la TCM**

	<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>L3</b>	<b>L4</b>
<b>P</b>	0	0	12	0
<b>R</b>	0	0	0	12
<b>N</b>	0	12	0	0
<b>D</b>	12	12		0
<b>3</b>	12	12	0	12
<b>2</b>	12	0	12	12
<b>1</b>	0	12	12	12

Además de indicar la posición de la palanca selectora el switch de posición controla el bloqueo de encendido. Si no se encuentra la palanca en parking o neutral el vehículo no encenderá. También ayuda a desplegar en el panel de instrumentos que marcha es la que se ha escogido.

### 2.21.2 Sensor de velocidad de salida (OSS)

El sensor OSS es de tipo inductivo y transmite información de la velocidad relativa del vehículo al TCM.

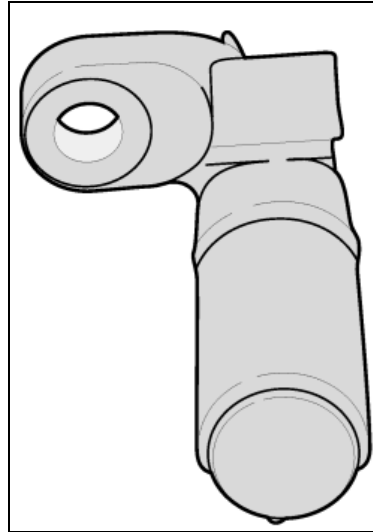


**Figura 2.32. Sensor OSS**

La información de la velocidad del vehículo es usada por el TCM para controlar el tiempo de cambio de marchas, la presión del aceite y cuando aplicar o soltar el convertidor de par.

### 2.21.3 Sensor de velocidad de entrada (ISS)

El sensor de velocidad de entrada es también un sensor de tipo inductivo que produce una señal de AC. La resistencia de este sensor está entre 825 – 835 ohms. Y una frecuencia de 1000 – 8000 Hz



**Figura 2.33. Sensor ISS**

El TCM utiliza la señal de velocidad de entrada para controlar la presión de aceite en la línea, la aplicación o no del TCC y los cambios de marchas.

Esta información es también usada para calcular apropiadas operaciones de las marchas y el desacople del TCC.

#### **2.21.4 Válvula solenoide de cambio: SOLENOIDE “1” Y “2”**

Los solenoides de cambio son dos idénticos, son los encargados de cambiar las marchas hacia arriba o hacia abajo dependiendo en la posición que ponga la TCM, ON/OFF

Éstas válvulas solenoide de cambio juntas en una combinación de ON y OFF controlan la presión de la línea y los mecanismos de cambio (embragues, frenos).

El Solenoide “1” controla la alta o baja presión de la línea (flujo a cada válvula del embrague) por el tipo del funcionamiento (ON/OFF), es decir solenoide “1” está ON, la presión de la línea será baja (87~116 psi (6~8 bar)), solenoide 1 está OFF, la presión de la línea será alta (232~261 psi (16~18 bar)).

**Tabla II.9. Estado de los solenoides “1” y “2” para las diferentes marchas**

<b>MARCHA</b>	<b>SOLENOIDE 1</b>	<b>SOLENOIDE 2</b>
<b>P/N</b>	ON	ON
<b>R</b>	ON/OFF	ON
<b>1</b>	ON/OFF	ON
<b>2</b>	ON/OFF	OFF
<b>3</b>	ON/OFF	OFF
<b>4</b>	ON/OFF	OFF

El Solenoide “2” manda el flujo de aceite a la válvula del embrague E o válvula de embrague de bloqueo dependiendo de su estado ON/OFF.

El TCM supervisa numerosas entradas para determinar la combinación apropiada de solenoides y estado de cada uno de estos para tener un correcto cambio de marchas según el funcionamiento del vehículo.

#### **2.21.5 Válvula solenoide de control de presión (VALVULA EDS 3,4,5,6)**

La válvula de control de presión (EDS válvula 3,4,5,6) es un regulador de presión electrónico que controla el funcionamiento de los embragues, frenos y el embrague de bloqueo.

La válvula reduce la presión del sistema con lo que reduce el flujo de las válvulas solenoide y las válvulas reguladoras de presión electrónicas son abastecidas

Los EDS requieren una presión de entrada constante.



**2.21.6 Estados de los solenoides y frenos para las distintas marchas**

**Tabla II.10. Estados de los solenoides y frenos para las distintas marchas**

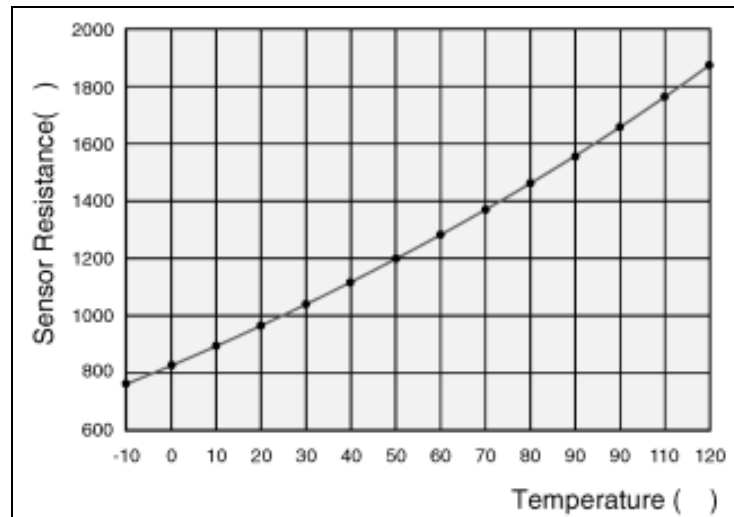
RangePark	Neutral	Reverse	D				3			2		1
Gear	N	R	1st	2nd	3rd	4th	<sup>3</sup> 1st	<sup>1</sup> 2nd	3rd	<sup>2</sup> 1st	2nd	1st
Solenoid Valve 1	ON	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF	ON/OFF
Solenoid Valve 2	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON
Line Pressure Control Solenoid Valve (PCS) 3	OFF	OFF	OFF	ON	ON/OFF	ON/OFF	OFF	ON	ON/OFF	OFF	ON	OFF
Line Pressure Control Solenoid Valve (PCS) 4	ON	OFF	ON	ON	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON
Line Pressure Control Solenoid Valve (PCS) 5	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	ON
Line Pressure Control Solenoid Valve (PCS) 6	ON	OFF	ON	ON	ON	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON
Brake B	A	A	A	—	A	—	A	—	A	A	—	A
Brake C	—	—	—	—	—	H	—	—	—	—	—	—
Brake D	—	H	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Brake E	—	—	—	A	A	A	—	A	A	—	A	—
Brake F	—	—	H	H	—	—	H	H	—	H	H	H
Lock-up Clutch	—	—	—	—	—	A	—	—	—	—	—	—

A = Aplicado  
H = Holding  
ON = El solenoide es energizado  
OFF = El solenoide no es energizado  
<sup>1</sup> Segunda-Tercera marcha manual esta disponible a partir de los 100 Km/h  
<sup>2</sup> Primera-Segunda marcha manual esta disponible a partir de los 60 Km/h  
<sup>3</sup> Primera-Tercera marcha manual es solo posible a altas velocidades del vehiculo como seguridad

### 2.21.7 Sensor de temperatura del aceite (TFT)

El sensor de temperatura del aceite de la transmisión es un termistor de coeficiente positivo de temperatura que provee de información a la TCM acerca de la temperatura del lubricante.

El sensor de temperatura está ubicado en el cuerpo de válvulas. La información del TFT es usada para calcular el tiempo de cambio y el tiempo de retardo de cambio de marcha.



**Figura 2.34. Curva de funcionamiento del Sensor TFT**

El TCM envía un voltaje de referencia de 5 volt hacia el sensor de temperatura.

La temperatura del fluido más alta crea una resistencia más alta en el sensor de temperatura, por eso se mide una señal de voltaje mas bajo.

El TCM toma este voltaje como otra entrada de ayudar para controlar la línea de presión, los programas de cambio de marchas y aplicar el TCC.

Cuando la temperatura del fluido alcanza 140°C (284°F) el TCM entra en modo de "hot." Sobre esta temperatura el TCM modifica los programas de cambios de marchas y la aplicación del TCC, en un esfuerzo por reducir temperatura del fluido.

Durante el modo "hot" el TCM aplica el TCC en todo momento en cuarta marcha.

También, el TCM manda los 2–3 y 3–4 cambios primero para ayudar a reducir la temperatura del fluido.

El modo "hot" no puede estar disponible en algunas aplicaciones.

#### **2.21.8 Conector eléctrico de la transmisión automática**

El conector eléctrico es una parte muy importante del sistema operativo de la transmisión. Cualquier interferencia con la conexión eléctrica puede causar Códigos de Diagnóstico (DTCs) y/o afecta el funcionamiento apropiado.

Los artículos siguientes pueden afectar las conexiones eléctricas:

- Pines doblados en el conector por un manejo brusco.
- Conexión y reconexión del conector.
- Alambres que salen de los pines (en arnés de la instalación eléctrica interior o externo).
- Suciedad, contaminación que entra en el conector cuando es desconectado.
- Excesivo fluido de la caja que gotea en el conector, o en el arnés de la instalación eléctrica exterior.
- Intrusión de Agua/Humedad en el conector.
- Pines contaminados con corrosión
- Conector roto o quebrado

Puntos para recordar al trabajar con el conector de la transmisión:

- Para quitar el conector, apriete las dos etiquetas hacia el centro y tire directamente.
- Cuidadosamente torciendo o meneando levante el conector
- Los pines doblados pueden ocurrir.
- No intente sacar el conector con un destornillador u otra herramienta.
- Para reinstalar el conector eléctrico externo, primero oriente los pines alineando las flechas descritas en cada mitad del conector.
- Empuje el conector recto hacia abajo en la caja sin torcer o dañar las partes de la unión.

### **2.21.9 Descripción de los pines del conector<sup>7</sup>**

---

<sup>7</sup> GENERAL MOTORS Manual 03 de frenos del Chevrolet Optra

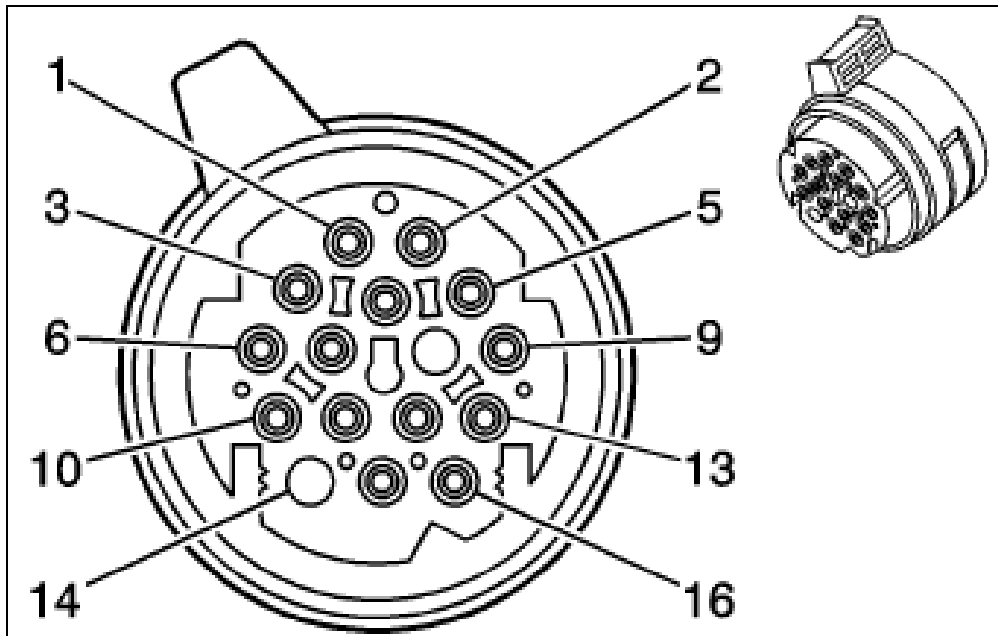


Figura 2.35. Conector eléctrico de sistema de la transmisión.

Tabla II.11. Descripción de los pines del conector eléctrico

<b>PIN</b>	<b>FUNCION</b>
1	Señal alta del sensor de velocidad (OSS)
2	Señal baja del sensor de velocidad (OSS)
3	Voltaje de referencia
4	Baja referencia
5	Voltaje de referencia
6	Solenoides de control de presión 3
7	Solenoides de control de presión 4
8	No usado
9	Señal del sensor de temperatura
10	Solenoides de control de presión 5
11	Solenoides de control de presión 6
12	Solenoides de cambio "1"
13	Solenoides de cambio "2"
14	No usado
15	Señal baja del sensor de velocidad de entrada (ISS)
16	Señal alta del sensor de velocidad de entrada (ISS)

## 2.22 SISTEMA ELECTRÓNICO DE FRENOS ABS

El sistema de frenos ABS contiene como elementos electrónicos principales a un módulo electrónico de control de frenado (EBCM), 4 sensores de velocidad de las ruedas (WSS) y un interruptor de la luz de freno. Además este sistema cuenta con un subsistema adicional que es el de distribución de la fuerza de frenado (EBD = Electronic Brake Force Distribution)

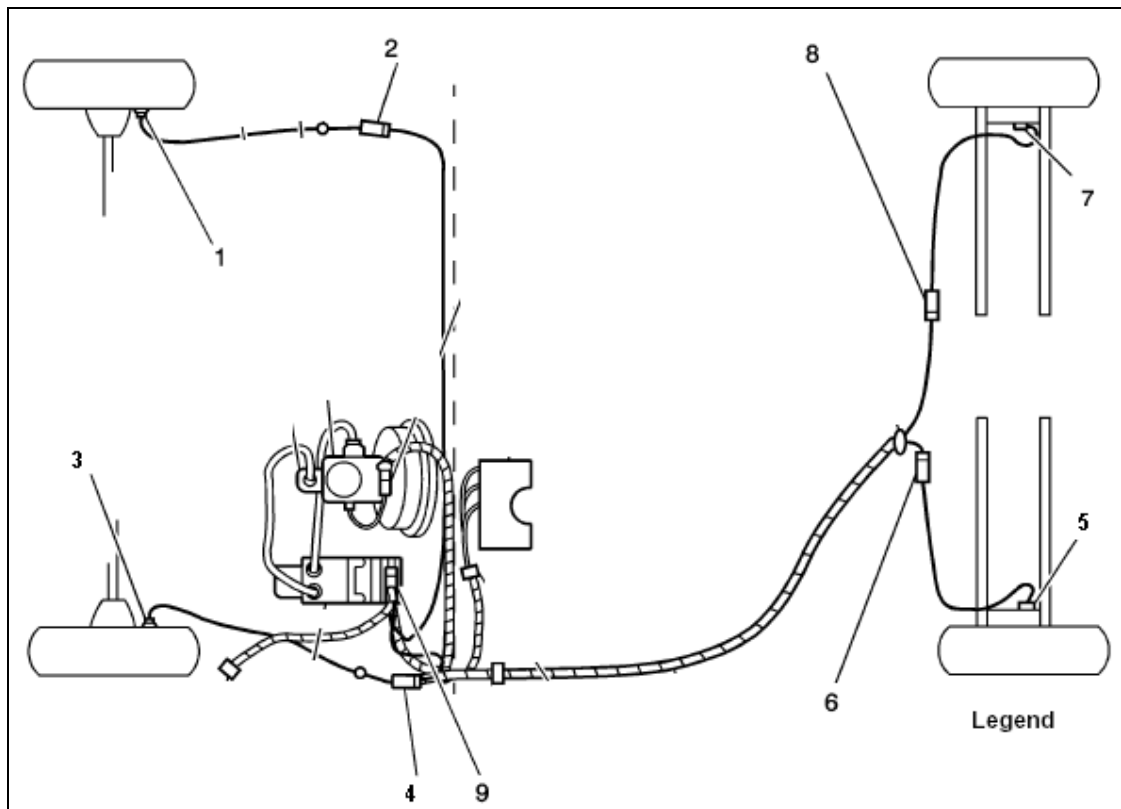


Figura 2.36. ubicación de los componentes electrónicos del sistema ABS

(1) sensor WSS delantero derecho-(2) (4) (6) (8) conectores de los sensores WSS-(3) sensor WSS delantero izquierdo-(5) sensor WSS posterior izquierdo (7) sensor WSS posterior izquierdo



## **2.23 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA FUERZA DE FRENADO (EBD)**

Agregar al sistema ABS el sistema EBD fue algo lógico ya que es un complemento valioso al sistema ABS.

El EBD asegura que las ruedas traseras sean sensiblemente monitoreadas en relación con las ruedas delanteras. Es así que si se detecta que las ruedas traseras empiezan a deslizarse, las válvulas que controlan las ruedas traseras se abren para minorar la presión de frenado en estas ruedas y así tener un control electrónico del frenado en las cuatro ruedas.

En el sistema de distribución de fuerza electrónica del freno (EBD) el la lámpara indicadora se conecta a la lámpara de freno de estacionamiento. Si la lámpara de freno de estacionamiento está encendida cuando se está manejando, hay que verificar si no está puesto el freno de estacionamiento o si el nivel del líquido de freno esta bajo; si no pasa ninguna de las cosas anteriores significa que el sistema EBD no está funcionando y hay que repararlo.

### **2.23.1 Beneficios del EBD**

- Eliminación de la válvula proporcionadota convencional
- El EBD utiliza el sensor de velocidad trasero para supervisar deslizamiento de la rueda.
- En base a muchos algoritmos se puede mantener, aumentar y/o disminuir la presión de frenado en las ruedas trasera con el fin de lograr mayor estabilidad del vehículo.
- Al tener una fuerza de frenado controlado electrónicamente se garantiza una vida igual de todos los componentes del freno.
- El vehículo se acerca a tener una frenada ideal.

## **2.24 MÓDULO ELECTRÓNICO DE CONTROL DE FRENADO (EBCM)**

El elemento que controla es sistema de frenos ABS es el EBCM que a su vez está constituido por un microprocesador.

Las entradas que ingresan al EBCM son las de las señales de los 4 sensores de velocidad de las ruedas, el interruptor de luz de stop, el interruptor de ignición y el voltaje de la batería.

Hay una comunicación de datos bidireccional con el conector DLC, exactamente el PIN 4 de la EBCM con el PIN 12 del conector DLC. Esto para poder conectar herramientas de diagnóstico y poder controlar el funcionamiento del sistema ABS, así como un correcto mantenimiento.

El EBCM supervisa la velocidad de cada rueda. Si alguna rueda empezara a bloquearse y el interruptor de freno está cerrado, el EBCM controla los solenoides para reducir presión del freno a la rueda que empieza a bloquearse.

Una vez la rueda recobra tracción, se aumenta presión del freno de nuevo hasta la rueda empieza a frenarse. Este ciclo se repite hasta que el vehículo se detiene, el pedal del freno se suelta, o ninguna rueda se bloquea.

Adicionalmente, el EBCM supervisa cada entrada de las señales y compara el rendimiento para el funcionamiento apropiado. Si descubre cualquier funcionamiento defectuoso del sistema, el EBCM guardará un DTC en la memoria (EEPROM).

Si el EBCM descubre un problema con el sistema, el indicador de ABS se enciende continuamente para indicar al conductor de una anomalía. Un indicador de ABS iluminado indica que el sistema ABS ha descubierto un problema que afecta el funcionamiento del ABS en consecuencia el sistema no estará funcionando.

La EBCM se encuentra ubicado al lado izquierdo del compartimiento del motor debajo del depósito del líquido de frenos.

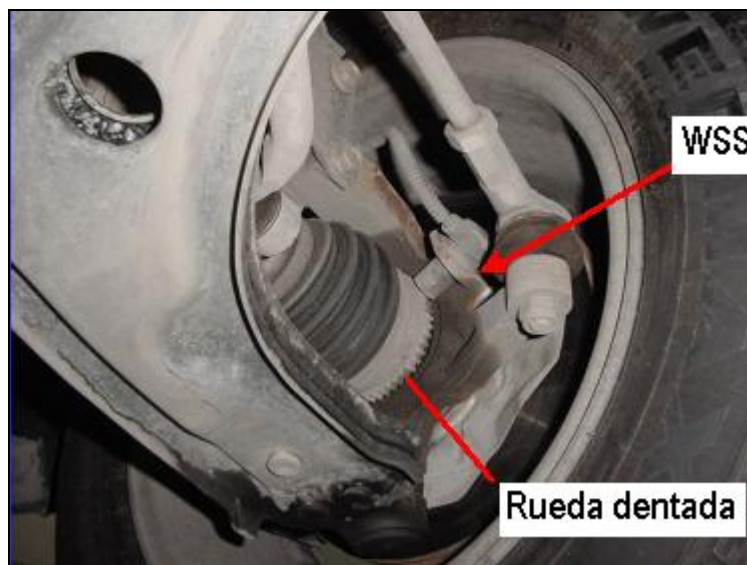


**Figura 2.37. Ubicación de la EBCM**

## **2.25 SENSOR DE VELOCIDAD DE LAS RUEDAS DELANTERAS (WSS)**

Los sensores de velocidad de las ruedas delanteras son del tipo inductivos.

Cada sensor se sujeta a la manzana de la dirección, cerca de un anillo dentado. El resultado es que cuando los dientes pasan por el sensor, se obtiene una señal AC proporcional a la velocidad de la rueda. El sensor no es reparable



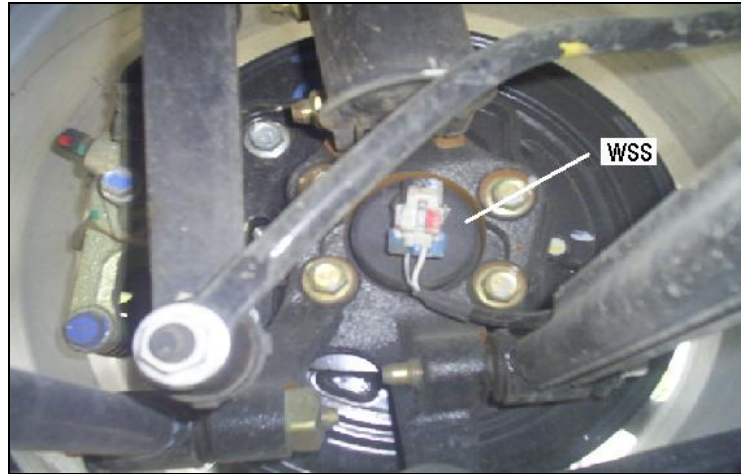
**Figura 2.38. Ubicación del sensor WSS delantero**

El anillo dentado arriba expresado se sujeta hacia la rueda. Cada anillo contiene 47 dientes igualmente espaciados. Hay que tener cuidado al dar mantenimiento ya que el contacto excesivo puede dañar los dientes y si el anillo se daña, se deberá reemplazar ya el sensor no dará la señal adecuada.

## **2.26 SENSOR DE VELOCIDAD DE LAS RUEDAS TRASERAS (WSS)**

Los sensores de velocidad de las ruedas traseros operan de la misma manera que los sensores de velocidad de las ruedas delanteras.

Estos sensores incorporan unos arneses flexibles que se incorporan con los conectores de los sensores.



**Figura 2.38. Ubicación del sensor WSS posterior**

Los anillos dentados se encuentran incorporados en el cubo, por lo que no se puede reemplazar por separado

## CAPITULO III

### DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS Y PRUEBAS DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO

#### 3.1. DISTRIBUCIÓN DE PINES DE LA COMPUTADORA DEL SISTEMA DE INYECCIÓN CHEVROLET OPTRA T/A 1.8 LT.

<sup>8</sup>DIAGRAMA DEL PRIMER CONECTOR (A) DE LA ECM

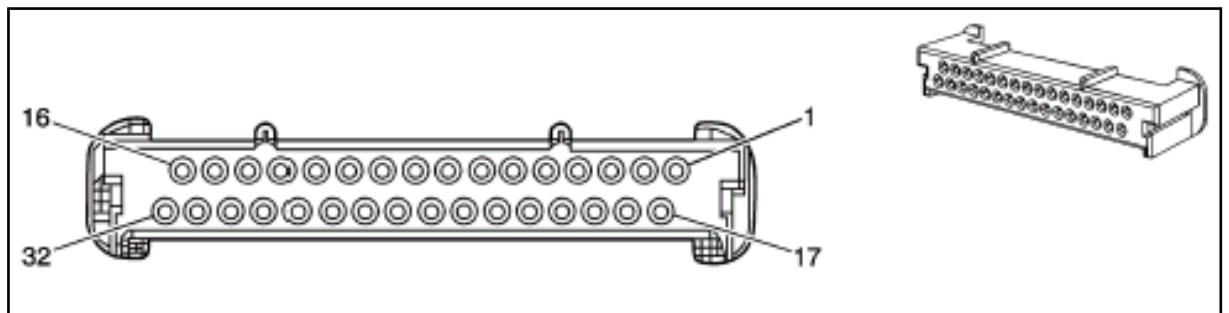


Figura 3.1 Identificación de los Bornes del Enchufe del Módulo de Control Electrónico A.

**A1** Tierra

### **A2 Tierra**

**A3** Señal del sensor de golpeteo

**A4** Válvula de control EGR

**A5** No usado

**A6** Referencia baja

**A7** Señal del sensor TP

**A8** Control del inyector 3

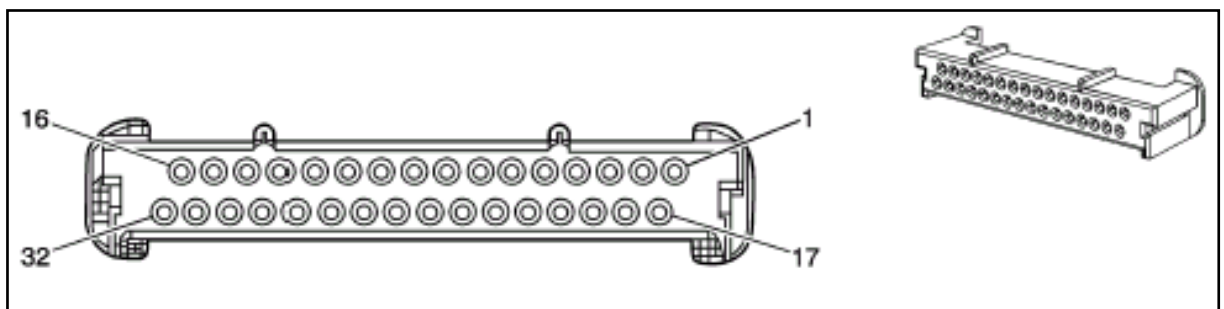
**A9** Control del inyector 1

**A10** Referencia baja

<sup>8</sup> GENERAL MOTORS Manual 9 del motor del Chevrolet Optra

- A11** Señal del sensor WTS.
- A12** Señal baja del sensor O2 (1)
- A13** Bobina B control alto del IAC
- A14** No usado
- A15** Referencia de 5 Volt.
- A16** Referencia baja
- A17** Tierra
- A18** Bobina de ignición Control de 1 y 4
- A19** Bobina de ignición Control de 2 y 3
- A20** Solenoide para el control de purga Válvula EGR
- A21** Señal del sensor CKP
- A22** Control del inyector 2
- A23** 5 volt sensor IAT
- A24** Señal del sensor MAP
- A25** Señal del sensor CMP
- A26** Señal del inyector 4
- A27** Señal del sensor O2 (1)
- A28** Bobina A control alto del IAC
- A29** Bobina B control bajo del IAC
- A30** Bobina A control bajo del IAC
- A31** Referencia de 5 Volt
- A32** Referencia baja

**DIAGRAMA DEL PRIMER CONECTOR (B) DE LA ECM**



**Figura 3.2 Identificación de los Bornes del Enchufe del Módulo de Control Electrónico B.**

- B1** Referencia baja
- B2** Voltaje positivo de la batería
- B3** Voltaje de ignición 1
- B4** No usado
- B5** No usado
- B6** No usado
- B7** Señal del ACP A/C
- B8** Señal del switch de octanaje
- B9** Señal de velocidad del motor
- B10** Señal de A/C
- B11** No usado
- B12** Control del relé para el ventilador de velocidad alta
- B13** No usado
- B14** Línea CAN alta
- B15** Dato serial del teclado
- B16** No usado
- B17** Referencia de 5 volt
- B18** Voltaje positivo de la batería
- B19** Control de combustible
- B20** No usado
- B21** No usado
- B22** Señal de switch de octanaje
- B23** Señal de velocidad del vehículo (Transmisión Manual)
- B24** Señal del sensor WTS
- B25** No usado
- B26** Relay de bomba de combustible
- B27** Control del relé para el ventilador de velocidad baja
- B28** Bobina de voltaje para el compresor del A/C
- B29** No usado
- B30** Línea CAN baja
- B31** Señal del sensor de nivel de combustible
- B32** Control lámpara MIL



DIAGRAMA DEL PRIMER CONECTOR (A) DE LA TCM

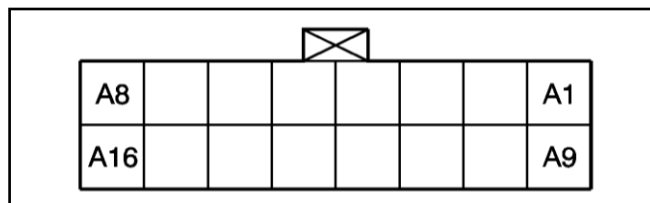


Figura 3.3 Identificación de los Bornes del Enchufe del Módulo de Control de Tracción A.

**A1** Señal del solenoide 2

**A2 No usado**

**A3** Señal del solenoide 4

**A4** Señal del sensor de temperatura de la transmisión

**A5** Señal del interruptor de freno

**A6** Control de luz de retención

**A7** Señal del DLC

**A8** Señal alta de la ECM

**A9** No usado

**A10** Señal del solenoide 5

**A11** Señal del solenoide 3.

**A12** Señal del solenoide 6

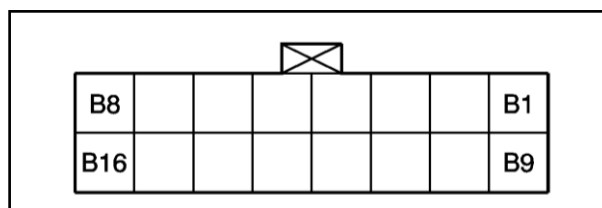
**A13** No usado

**A14** No usado

**A15** No usado

**A16** Señal baja de la ECM

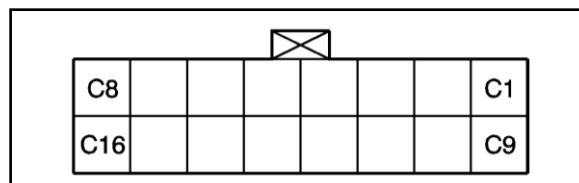
DIAGRAMA DEL PRIMER CONECTOR (B) DE LA TCM



**Figura 3.4 Identificación de los Bornes del Enchufe del Módulo de Control de Tracción B.**

- B1** Tierra del sensor de temperatura de la transmisión
- B2 Señal del sensor de velocidad de entrada**
- B3** Voltaje principal de la batería
- B4** Tierra del sensor de velocidad de entrada
- B5** Tierra del sensor de velocidad de salida
- B6** Señal del interruptor PNP L3
- B7** Tierra del protector
- B8** Señal del velocímetro
- B9** No usado
- B10** Señal del sensor de velocidad de salida
- B11** Señal de interruptor PNP L4
- B12** Tierra
- B13** Tierra
- B14** No usado
- B15** Señal del interruptor PNP L2
- B16** No usado

**DIAGRAMA DEL PRIMER CONECTOR (C) DE LA TCM**



**Figura 3.5 Identificación de los Bornes del Enchufe del Módulo de Control de Tracción C.**

- C1** Señal del interruptor PNP L1

## C2 No usado

- C3** No usado
- C4** Señal del interruptor de retención
- C5** No usado
- C6** Suministro de voltaje del solenoide
- C7** Suministro de voltaje del solenoide
- C8** Suministro de voltaje del solenoide
- C9** No usado
- C10** No usado
- C11** No usado
- C12** No usado
- C13** No usado
- C14** No usado
- C15** Voltaje de ignición
- C16** Voltaje de ignición

### DIAGRAMA DEL CONECTOR EBCM



**Figura 3.6** Identificación de los Bornes del Enchufe del Módulo de Control del ABS.

- A1** Alimentación directa de la batería

## A2 Señal Rueda Delantera Derecha

- A3** Tierra Rueda Delantera Derecha
- A4** Conexión DLC
- A5** Tierra Rueda Trasera Izquierda
- A6** Señal Rueda Trasera Izquierda
- A7** No usado
- A8** No usado

- A9** No usado
- A10** Alimentación
- A11** Señal Rueda Trasera Derecha.
- A12** Tierra Rueda Trasera Derecha
- A13** Señal de Advertencia del ABS
- A14** Señal Rueda Delantera Izquierda
- A15** Tierra Rueda Delantera Izquierda
- A16** Negativo de la Batería
- A17** Positivo de la Batería
- A18** Señal de luz de advertencia de freno de estacionamiento
- A19** No usado
- A20** Alimentación
- A21** No usado
- A22** No usado
- A23** No usado
- A24** No usado
- A24** No usado
- A25** No usado
- A26** Señal de luz de advertencia TCS
- A27** No usado
- A28** No usado
- A29** No usado
- A30** No usado
- A31** Negativo de la batería

### **3.2 CIRCUITO DE PUESTA A TIERRA Y CORRIENTE DEL ECM.**

La ECM es la encargada de recibir todas las señales sean sensores, interruptores, batería para administrarlas y procesarlas por medio de sus memorias internas. Cuando esta recibe voltaje de ignición, por medio de la llave del conductor, la ECM se encarga de suministrar voltaje hacia todos los sensores que lo requieran al igual que emane voltaje hacia los actuadores.

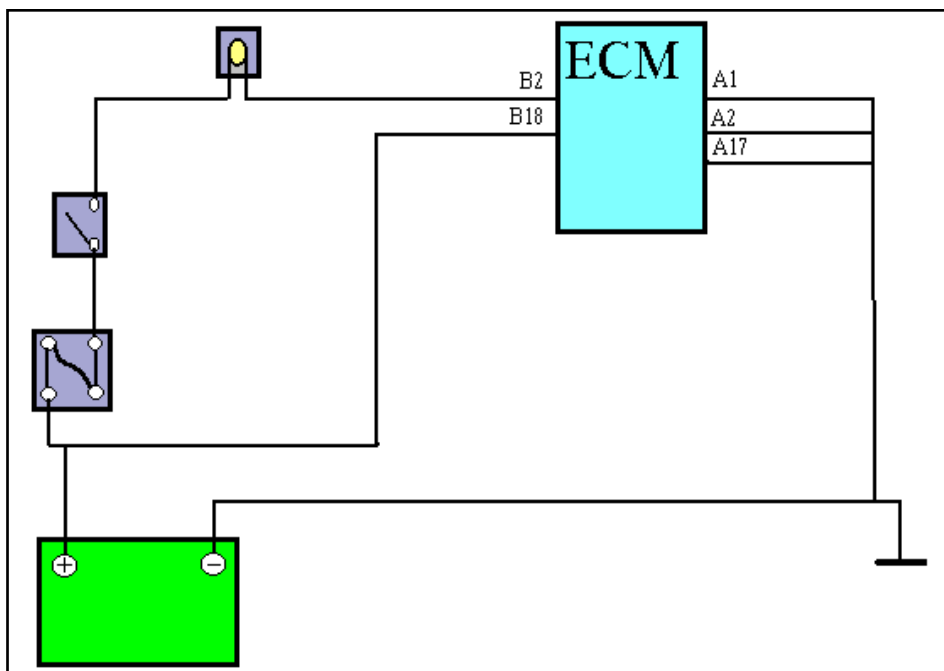


Figura 3.7 Diagrama eléctrico de puesta a tierra y corriente del ECM

### 3.3 CIRCUITO DE LUZ DE CHEK ENGINE

El circuito de Luz CHECK ENGINE verifica que todos los circuitos que controla la ECU por medio de señales de entrada y salida, se encuentren funcionando y en buen estado, por medio de la verificación de los voltajes antes mencionados. Con señales erróneas, la unidad de control almacena en la memoria de la ECU estas fallas y enciende la luz “CHECK ENGINE”, indicando la presencia de un error en el sistema.



Figura 3.8 Luz Check Engine en el tablero del vehículo Chevrolet Optra T/A

### 3.4. CIRCUITO DEL SENSOR DE OXIGENO O<sub>2</sub>

<sup>9</sup>Los sensores de oxígeno (HO<sub>2</sub>S) son usados por control de combustible y monitorear el catalizador. Cada HO<sub>2</sub>S compara el volumen del oxígeno del aire circundante con el volumen del oxígeno de descarga en el escape. Cuando el motor arranca, el módulo del mando opera en un modo de Lapso Abierto, ignorando la señal del HO<sub>2</sub>S. El módulo de control proporciona al HO<sub>2</sub>S una referencia, o voltaje de aproximadamente 450 mV. Mientras el motor este en marcha, el HO<sub>2</sub>S se calienta y empieza a generar un voltaje dentro de un rango de 0–1,000 mV. Una vez que el voltaje del HO<sub>2</sub>S fluctúa lo suficiente es observado por el módulo de control, y se Cierra el Lapso. El módulo usa el voltaje de HO<sub>2</sub>S para determinar la proporción de aire-a-combustible. Un voltaje HO<sub>2</sub>S que aumenta hacia 1,000 mV indica una mezcla rica de combustible. Un voltaje de HO<sub>2</sub>S que disminuye hacia 0 el mV indica una mezcla de combustible pobre.

El HO<sub>2</sub>S utiliza los circuitos siguientes:

- Un circuito de referencia baja

---

<sup>9</sup> GENERAL MOTORS Manual 9 del motor del Chevrolet Optra

- Una ignición de voltaje.

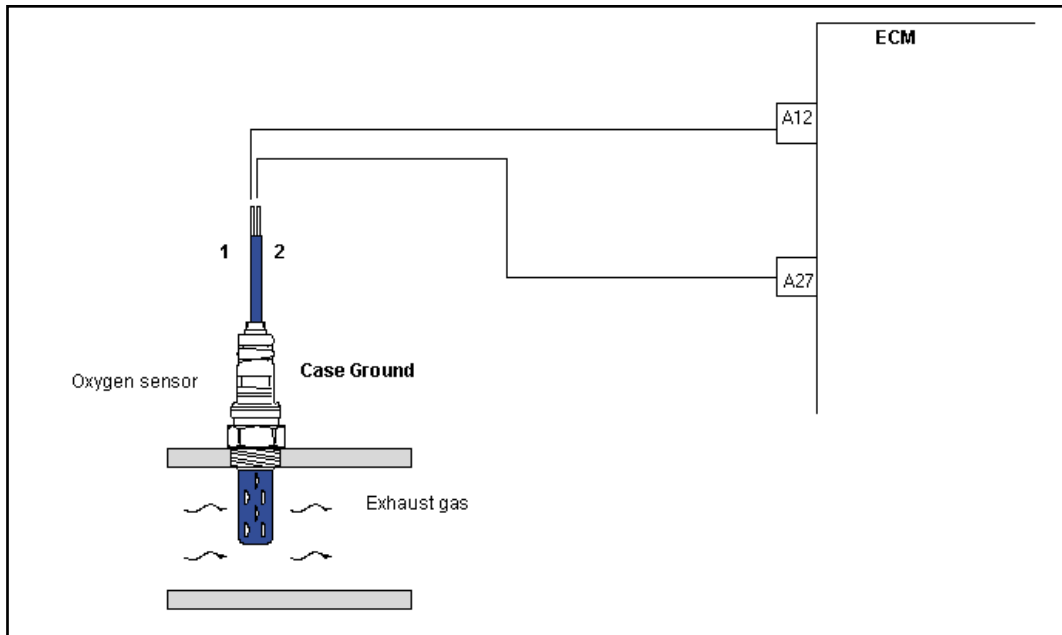


Figura 3.9 Diagrama eléctrico del sensor O2

### 3.4.1. Control de estado del sensor O2

- Comprobar las conexiones eléctricas del sensor

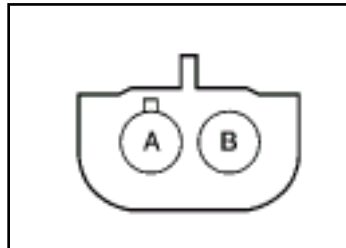


Figura 3.10 Esquema del conector del sensor O2

Tabla III.1 Terminales del sensor O2

<b>Terminal</b>	<b><u>Pin</u></b>	<b><u>Color de Cable</u></b>	<b><u>Señal</u></b>
Borne A27	A	Plomo	Señal
Borne A12	B	Verde/Café	Referencia baja

Tabla III.2 Señales del sensor O2

<b>Nombre</b>	<b><u>Señal</u></b>
Mezcla Pobre	0 mV
Mezcla Rica	1000 mV
A Trabajo normal	350 – 550 mV.

### **3.4.2. Desinstalación del sensor O2**

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

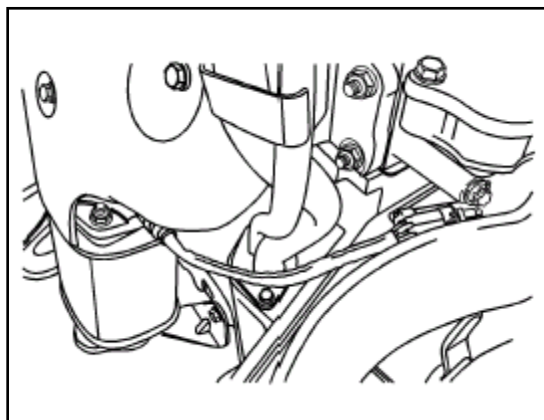


Figura 3.11 Procedimiento para retirar el sensor O2

### **3.4.3. Instalación del sensor O2**

- Limpiar el sensor O2 si este lo necesita.
- Instalar el sensor O2 en su habitáculo.
- Aplicar un apriete de 42 N.m (31 lb-ft).



- Conectar el conector del sensor O2.
- Conectar el cable negativo de la batería.

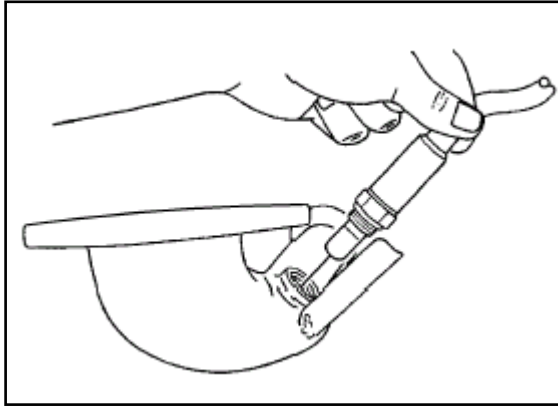


Figura 3.12 Procedimiento para colocar el sensor O2

#### **3.4.4. Síntoma de fallo del sensor O2**

- Se enciende la luz de Check Engine
- Bajo rendimiento de combustible e incremento de hidrocarburos.
- Consumo de combustible.

#### **3.4.5. Mantenimiento y servicio**

- Verificar periódicamente las emisiones
- Reemplazar aproximadamente cada 60000 Km.

### **3.5. CIRCUITO DEL SENSOR DE TEMPERATURA DE AGUA WTS-ECT-CTS**

Temperatura de refrigerante del motor (ECT) es una resistencia variable que mide la temperatura del refrigerante del motor. El módulo de control de motor (ECM) suministra 5 voltios al ECT y también suministra una tierra o referencia bajo.

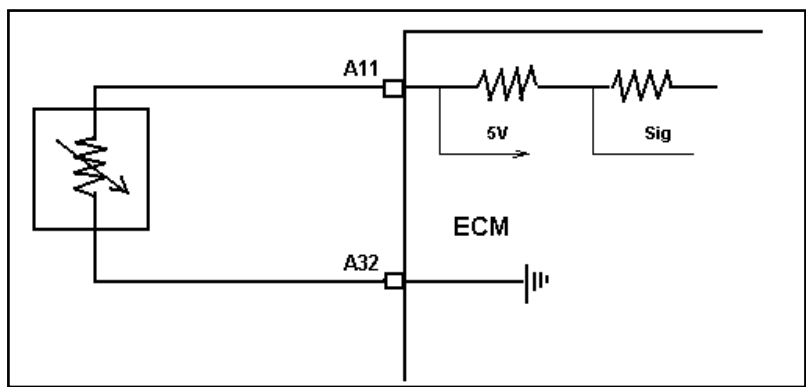


Figura 3.13 Diagrama eléctrico del sensor WTS

### 3.5.1. Control de estado del sensor ECT

- Comprobar las conexiones eléctricas de llegada al sensor
- Comprobar los valores en los pines de llegada

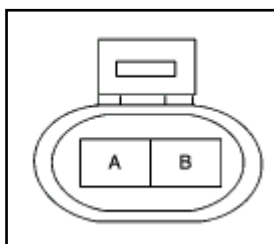


Figura 3.14 Esquema del conector del sensor WTS

Tabla III.3 Terminales del sensor WTS

<b>Terminal</b>	<b><u>Pin</u></b>	<b><u>Color de Cable</u></b>	<b><u>Señal</u></b>
Borne A32	A	Negro	Referencia Baja
Borne A11	B	Verde Claro	Referencia 5 Volt

- La medición se efectúa entre los bornes A32 y A11 y el valor debe ser:

Tabla III.4 Valores Resistencia/Temperatura del sensor WTS

<b>Temperatura</b>	<b>Valor (Ohms)</b>
100 °C	117

60 °C	667
40 °C	1459
10 °C	5760

### 3.5.2. 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.

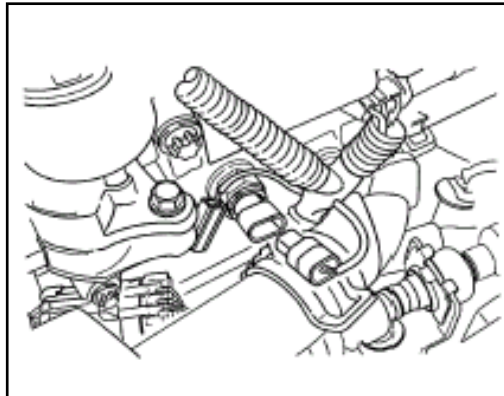
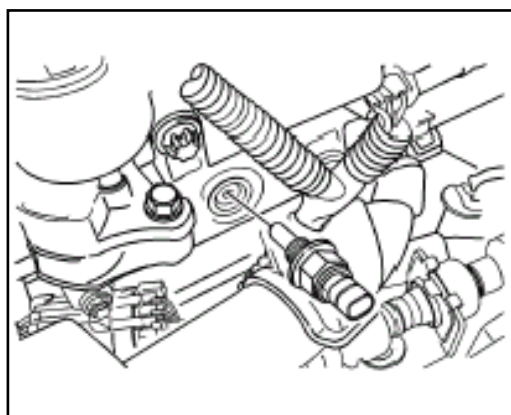


Figura 3.15 Desinstalación del sensor WTS

### 3.5.3. Instalación del sensor ECT

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



el cable de la batería.

Figura 3.16 Instalación del sensor WTS

#### **3.5.4. Síntomas de fallo del sensor ECT**

- 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
- Se enciende la luz del CHECK ENGINE
- Pérdida de potencia.

#### **3.5.5. Mantenimiento y servicio**

- Revisar cada 25000 Km mediante los valores especificados de resistencia
- El líquido anticongelante viejo puede ocasionar corrosión o mal contacto en las terminales, dañando el sensor

### **3.6. CIRCUITO DEL SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE IAT-ATS-MAT**

Sensor de temperatura de aire (IAT) es una resistencia variable que mide la temperatura del aire que ingresa al motor. El módulo de control de motor (ECM) proporciona 5 voltios al IAT y es la señal del circuito y una tierra para el IAT.

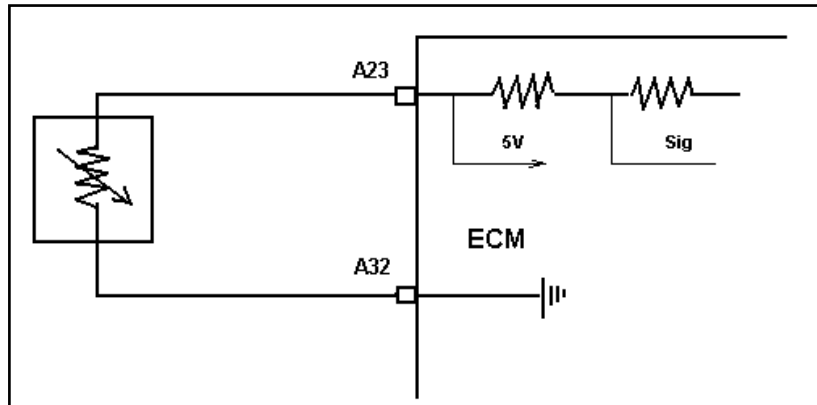


Figura 3.17 Diagrama eléctrico del sensor IAT

### 3.6.1. Control de estado del sensor IAT

- Comprobar las conexiones eléctricas de llegada al sensor
- Comprobar los valores en los pines de llegada

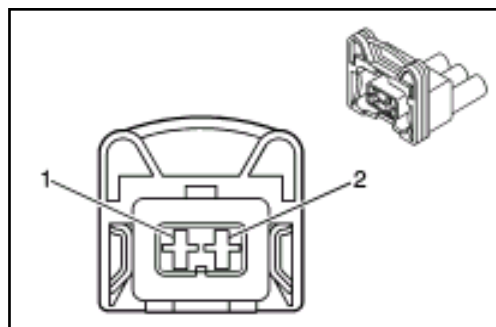


Figura 3.18 Esquema del conector del sensor IAT

Tabla III.5 Terminales del sensor IAT

<b>Terminal</b>	<b>Pin</b>	<b>Color de Cable</b>	<b>Señal</b>
Borne A32	1	Negro	Referencia Baja
Borne A23	2	Plomo	Referencia 5 Volt

- La medición se efectúa entre los bornes A32 y A23 y el valor debe ser:

Tabla III.6 Valores Resistencia/Temperatura del sensor IAT

<b>Temperatura</b>	<b>Valor (Ohms)</b>
--------------------	---------------------

100 °C	187
60 °C	603
40 °C	1180
10 °C	3760

### 3.6.2. Desinstalación del sensor IAT

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

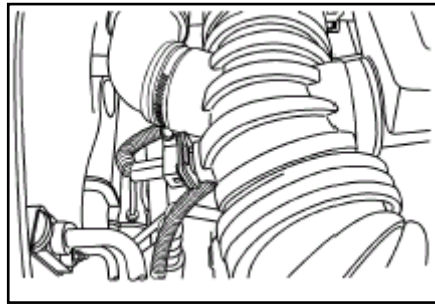


Figura 3.19. Desinstalación del sensor IAT

### 3.6.3. Instalación del sensor IAT

- Instale el sensor IAT dentro de su cavidad en el conducto de aire
- Conecte el conector del sensor IAT
- Conecte el cable negativo de la batería.

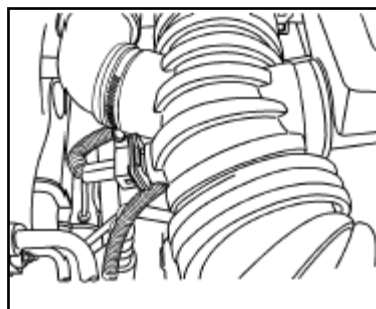


Figura 3.20 Instalación del sensor IAT

#### **3.6.4. Síntomas de fallo del sensor IAT**

- Altas emisiones contaminantes de monóxido de carbono.
- Consumo elevado de combustible.
- Problemas para el arranque en frío.
- Aceleración ligeramente elevada o alta
- Encendido pobre
- Se enciende la luz de Check Engine
- Fuerte olor de gasolina en el escape y bajo rendimiento

#### **3.6.5. Mantenimiento y servicio**

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

### **3.7. CIRCUITO DEL SENSOR DE POSICIÓN DEL ÁRBOL DE LEVAS CMP**

La posición del árbol de levas (CMP) pone en correlación el cigüeñal a la posición del árbol de levas para que el módulo de control de motor (ECM) puede determinar qué cilindro está preparado para ser alimentado por un inyector. Como el árbol de levas gira, la rueda del reluctor interrumpe el campo magnético producido por un imán dentro del sensor y envía una señal al ECM a través del circuito. Los CMP se conectan directamente a la ECM. El sensor CMP también determina qué cilindro está fallando. Los CMP consisten de lo siguientes circuitos:

- Un voltaje de ignición
- Una referencia baja
- Una señal del CMP .

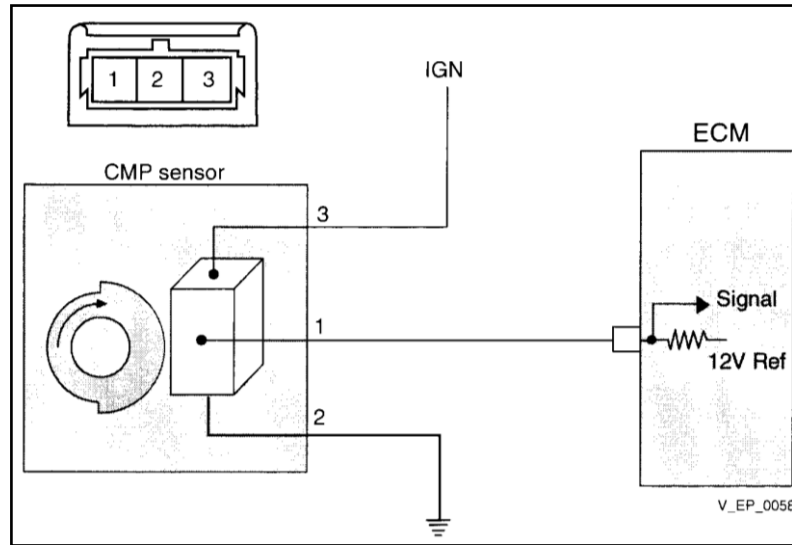


Figura 3.21 Diagrama eléctrico del sensor CMP

### 3.7.1. Control de estado del sensor CMP

- Comprobar las conexiones eléctricas de llegada y salida al sensor
- Comprobar los valores en los pines de llegada.

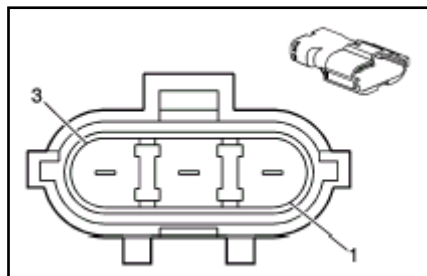


Figura 3.18 Esquema del conector del sensor CMP

Tabla III.7 Terminales del sensor CMP

<b>Terminal</b>	<b>Pin</b>	<b>Color de Cable</b>	<b>Señal</b>
Borne	1	Rosado/Negro	Ignición Voltaje
Borne A10	2	Negro/Blanco	Tierra
Borne A25	3	Morado	Señal

- La medición se efectúa entre los bornes debe ser:

Tabla III.8 Valores en los terminales del sensor CMP



Terminal	Valor (Ohms)
1-2	$\infty$
2-3	$\infty$
3-1	$\infty$

### 3.7.2. Desinstalación del sensor CMP

- Desconecte el cable negativo de la batería
- Retire el cobertor del motor.
- Desconecte el conector eléctrico del sensor.
- Retire los pernos del sensor
- Proceda a retirar el sensor.

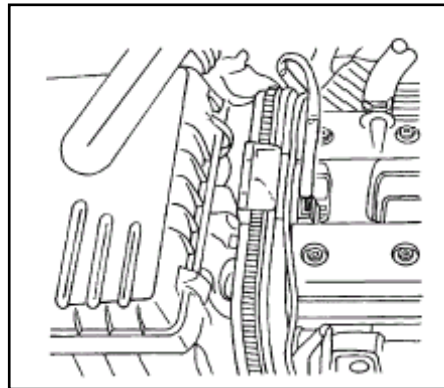


Figura 3.22. Desinstalación del sensor CMP

### 3.7.3. Instalación del sensor CMP

- Instale el sensor y sus pernos con un apriete de 8 N.m (71 lb-ft)
- Conecte el conector del sensor.
- Instale el cobertor del motor
- Conecte el cable negativo de la batería.

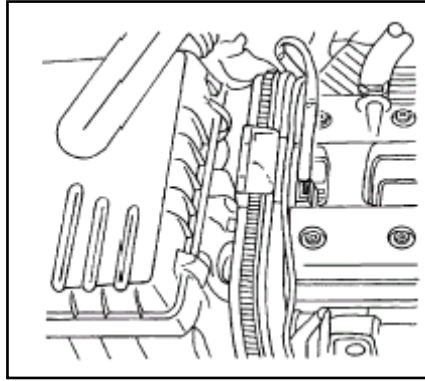


Figura 3.23 Instalación del sensor CMP

#### **3.7.4. Síntomas de fallo del sensor CMP**

- El motor no enciende
- Explosiones en el arranque, mal funcionamiento del motor.
- Se enciende la luz de Check Engine

#### **3.7.5. Mantenimiento y servicio**

- Reemplace cuando sea necesario
- Comprobar cuando existan códigos que indiquen problemas en este circuito, debido a que en este sensor no existe desgaste mecánico.

### **3.8. CIRCUITO DEL SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL CKP-CAS**

Posición del cigüeñal (CKP) se usa para calcular los errores de período de referencia causados por las variaciones de tolerancia ligeras en el cigüeñal. El cálculo de error permite que el módulo de control de motor (ECM) compense con precisión las variaciones de período de referencia. Esto refuerza la habilidad de la ECM de descubrir fallos por encima de un rango más ancho de velocidad de carga del motor.

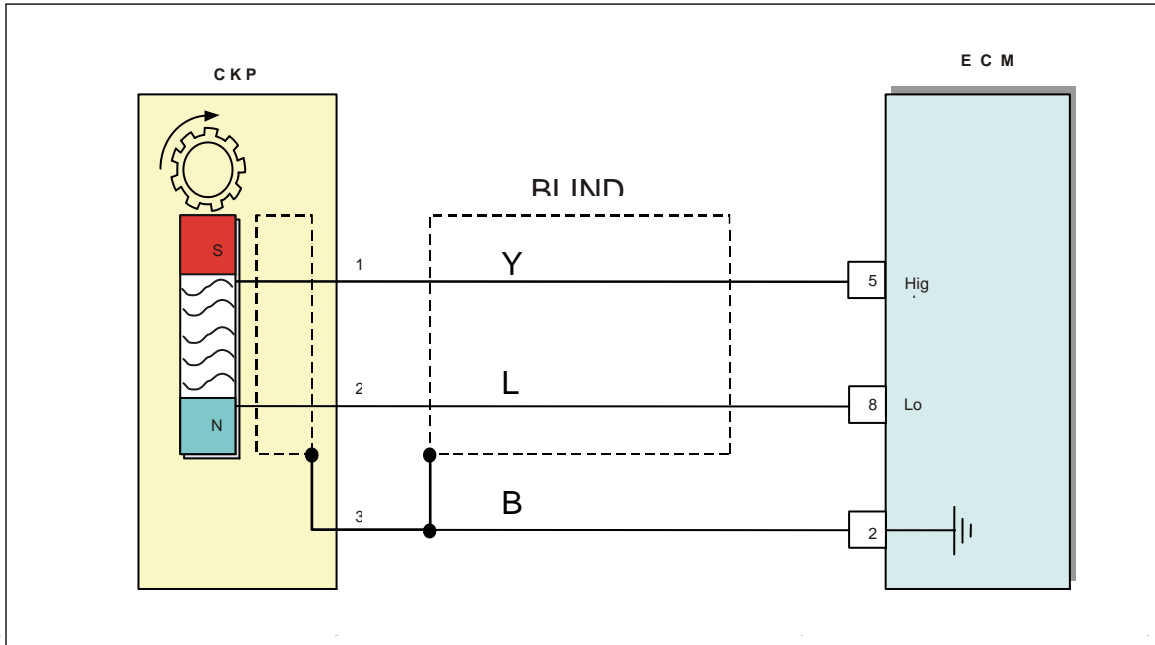


Figura 3.24 Diagrama eléctrico del sensor CKP

### 3.8.1. Control de estado del sensor CKP

- Comprobar las conexiones eléctricas de llegada y salida al sensor
- Comprobar los valores en los pines de llegada

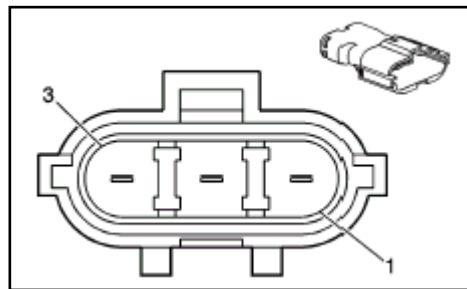


Figura 3.25 Esquema del conector del sensor CKP

Tabla III.9 Terminales del sensor CKP

Terminal	<u>Pin</u>	<u>Color de Cable</u>	<u>Señal</u>
Borne	1	Negro	Ignición Voltaje
Borne A6	2	Amarillo	Tierra
Borne A21	3	Azul	Señal

**Tabla III.10 Valores en los terminales del sensor CKP**

<b>Terminal</b>	<b>Valor (Ohms)</b>
1-2	5.48 MΩ
2-3	∞
3-1	∞

### **3.8.2. Desinstalación del sensor CKP**

- Desconecte el cable negativo de la batería
- Retire el cableado de la bomba.
- Retire el compresor del aire acondicionado A/C.
- Retire los pernos que sujetan al compresor y su base
- Retire los pernos de los accesorios del bloque
- Desconecte el conector del sensor.
- Remueva los pernos que sujetan al sensor
- Suavemente rote y mueva el sensor para que salga del bloque del vehículo.

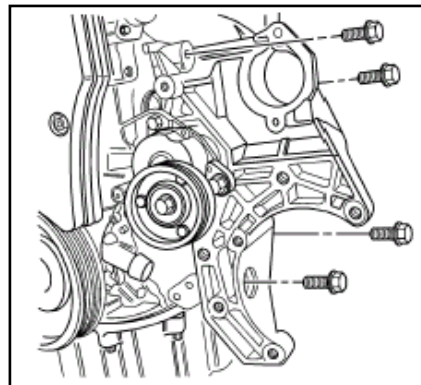


Figura 3.26. Desinstalación del sensor CKP

### **3.8.3. Instalación del sensor CKP**

- Inserte el sensor CKP dentro del bloque del motor

- Coloque los pernos que sujetan al motor con un apriete de 8 N.m (71 lb-in).
- Conecte el conector del sensor
- Instale los accesorios que van en el bloque con sus pernos con un apriete de 27 N.m (37 lb-ft)
- Instale la base del A/C con sus pernos con un apriete de 35 N.m (26 lb-ft)
- Instale el compresor del A/C
- Instale el cableado de la bomba
- Conecte el cable negativo de la batería.

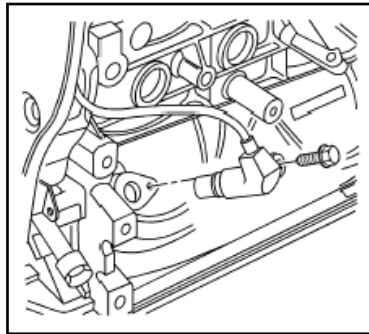


Figura 3.27 Instalación del sensor CKP

#### **3.8.4. Síntomas de fallo del sensor CKP**

- Dificultad al encender el motor
- Explosiones en el arranque, mal funcionamiento del motor.
- Se enciende la luz de Check Engine

#### **3.8.5. Mantenimiento y servicio**

- Reemplace cuando sea necesario
- Comprobar cuando existan códigos que indiquen problemas en este circuito, debido a que en este sensor no existe desgaste mecánico.

### 3.9. CIRCUITO DEL SENSOR DE POSICIÓN DE LA MARIPOSA DE ACELERACIÓ TPS

(TPS) este sensor es usado por el módulo de control de motor (ECM) para determinar la posición del acelerador para los varios tipos de carga del motor. El sensor TPS es un sensor de tipo potenciómetro que utiliza los 3 circuitos siguientes:

- 5-voltio la referencia
- Una referencia baja
- Una señal

La ECM proporciona 5 voltios al sensor TPS 5-voltio de referencia, y una tierra. El sensor TPS proporciona una señal de voltaje que cambia dependiendo del ángulo de la mariposa de aceleración.

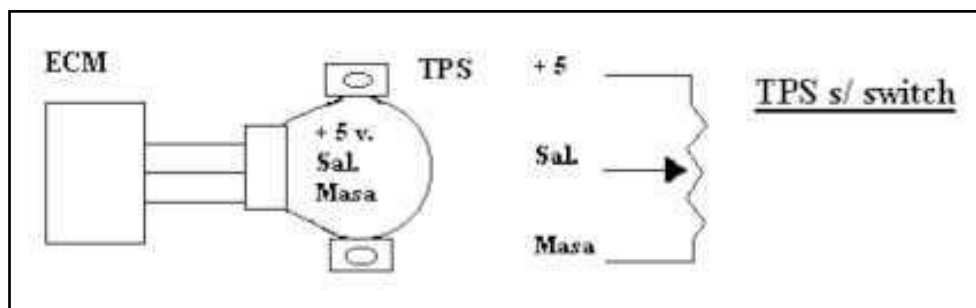


Figura 3.28 Diagrama eléctrico del sensor TPS

#### 3.9.1. Control de estado del sensor TPS

- Comprobar las conexiones eléctricas de llegada y salida al sensor
- Comprobar los valores en los pines de llegada

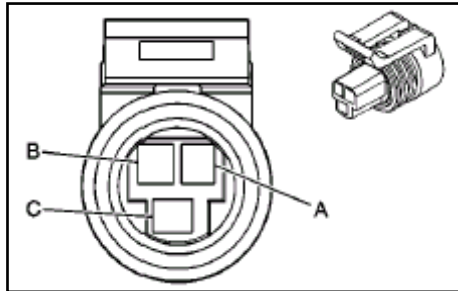


Figura 3.29 Esquema del conector del sensor TPS

Tabla III.11 Terminales del sensor TPS

<b>Terminal</b>	<b>Pin</b>	<b>Color de Cable</b>	<b>Señal</b>
Borne A15	A	Verde/Blanco	5 V Referencia
Borne A32	B	Azul/Blanco	Referencia baja
Borne A7	C	Plomo	Señal

Tabla III.12 Valores del sensor TPS

<b>Terminal</b>	<b>Valor (Ohms)</b>
A-B	1160 – 1175 $\Omega$
B-C	1530 – 630 $\Omega$

### 3.9.2. 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.

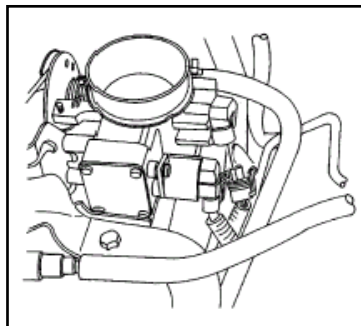


Figura 3.30. Desinstalación del sensor TPS

### 3.9.3. Instalación del sensor TPS

- Instale el sensor con su perno con un apriete de 2 N.m (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.

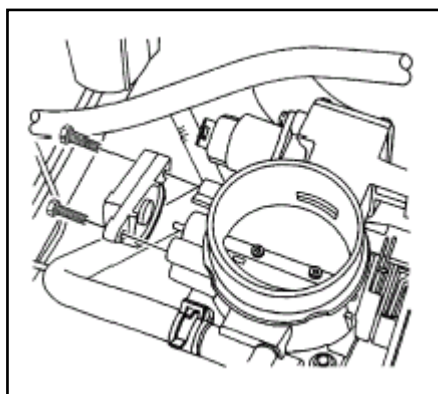


Figura 3.31 Instalación del sensor TPS

### 3.9.4. Síntomas de fallo del sensor TPS

- 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
- Se enciende la luz de Check Engine.

### 3.9.5. 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



### 3.10. CIRCUITO DEL SENSOR DE PRESIÓN ABSOLUTA DEL MÚLTIPLE MAP

El sensor (MAP) responde a los cambios en la succión en el múltiple de admisión.

Los cambios de presión ocurren basados en la carga del motor. El módulo de control de motor (ECM) suministra 5 voltios al sensor MAP, 5-voltios de referencia en el circuito. El ECM proporciona también una tierra al circuito. El sensor MAP proporciona un signo a la ECM señalando el cambio de presión en el múltiple de admisión. La ECM detecta un voltaje bajo del MAP durante una desaceleración. La ECM detecta un voltaje alto del MAP con el acelerador abierto. El sensor MAP también determina la presión barométrica (BARO). Esto ocurre cuando el interruptor de la ignición se ha encendido.

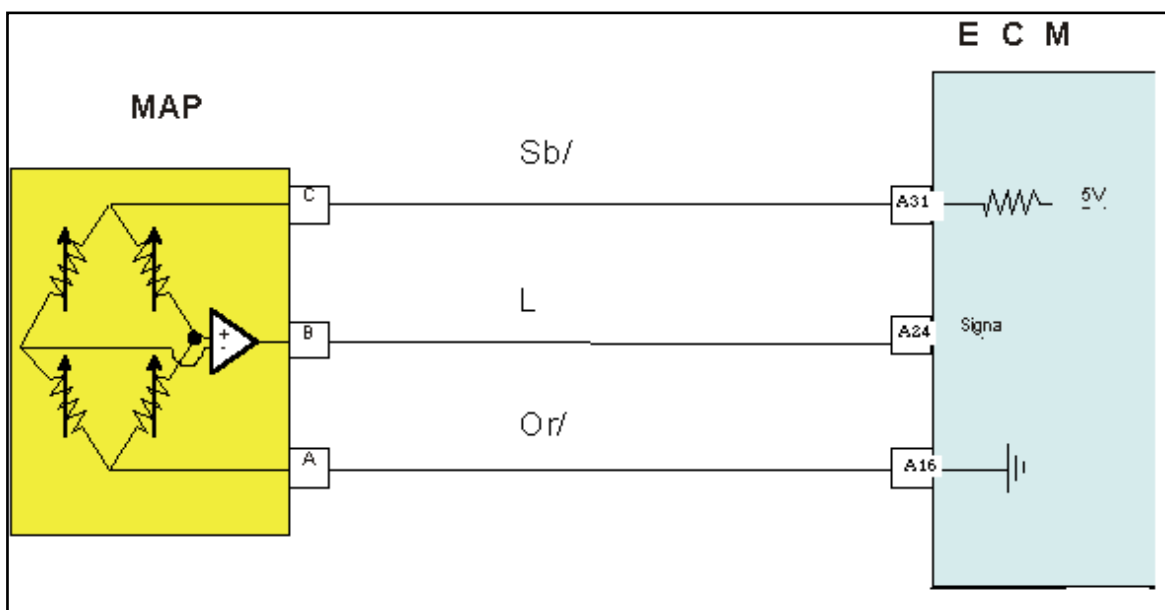


Figura 3.32 Diagrama eléctrico del sensor MAP

#### 3.10.1. Control de estado del sensor MAP

- Comprobar las conexiones eléctricas de llegada al sensor
- Comprobar los valores en los pines de llegada al sensor

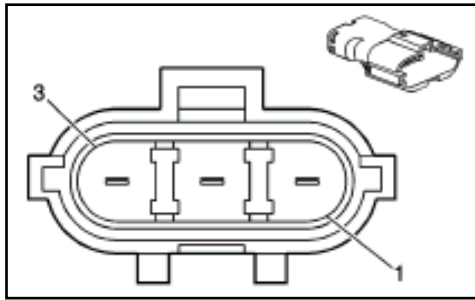


Figura 3.33 Esquema del conector del sensor MAP

Tabla III.13 Terminales del sensor MAP

<b>Terminal</b>	<b>Pin</b>	<b>Color de Cable</b>	<b>Señal</b>
Borne A 31	1	Café/Negro	5 V Referencia
Borne A 24	2	Azul/Blanco	Señal
Borne A 16	3	Tomate/Negro	Referencia Baja

- La medición de vacío y el valor debe ser:

Tabla III.14 Valores de medición de vacío del sensor MAP

<b>Presión de vacío</b>	<b>Señal</b>
120 KPa	4.691 – 4.189 V
95 KPa	3.618 – 3.747 V
40 KPa	1.259 – 1.387 V
15 KPa	0.186 – 0.315 V

### 3.10.2. Desinstalación del sensor MAP

- Desconecte el cable negativo de la batería
- Desconecte el riel de combustible.
- Desconecte el conector del sensor
- Desconecte el múltiple para poder retirar el sensor.
- Remueva el sensor retirando el perno que lo sujeta.

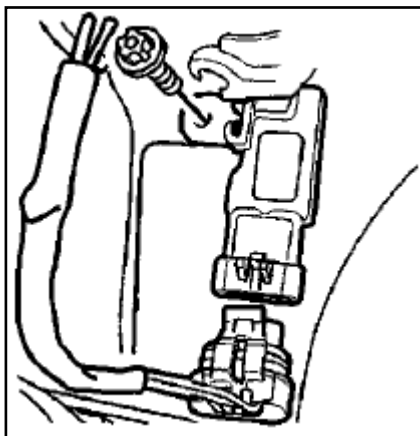


Figura 3.34. Desinstalación del sensor MAP

### 3.10.3. Instalación del sensor MAP

- Conecte el conector del sensor
- Instale el sensor dentro de la cavidad dentro del múltiple.
- Instale el perno con un apriete de 4 N.m (35 lb-in)
- Conecte el riel de combustible
- Conecte el cable negativo de la batería.

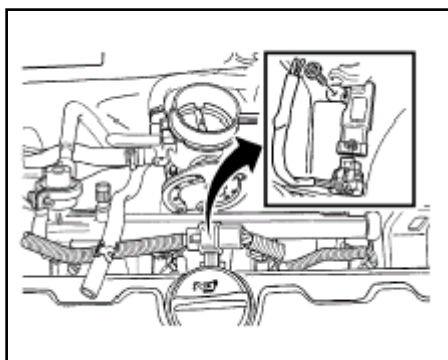


Figura 3.35 Instalación del sensor MAP

### 3.10.4. Síntomas de fallo del sensor MAP

- Bajo rendimiento en el encendido
- Emisión de humo negro
- Posible calentamiento del convertidor catalítico
- Marcha mínima inestable

- Alto consumo de combustible
- Se enciende la luz de Check Engine

### **3.10.5. Mantenimiento y servicio**

- Revisar en cada afinación o bien cada 40,000 Km
- Comprobar que no existan mangueras de vacío mal conectadas, deformadas, agrietadas u obstruidas

## **3.11. CIRCUITO DEL SENSOR DE VELOCIDAD DEL VEHÍCULO VSS**

La información de velocidad de vehículo se proporciona al módulo de control de motor (ECM) a través del sensor (VSS). El VSS es un imán permanente generador que se monta a la transmisión y produce un voltaje. La amplitud de voltaje de CA y la frecuencia aumenta con la velocidad del vehículo. El ECM convierte las pulsaciones de voltaje en km/h (mph). El ECM proporciona que los VSS señalan a lo siguiente los componentes:

- El tablero del instrumento para el indicador de velocidad y el funcionamiento del odómetro
- El módulo de mando de crucero
- El módulo de alarma de multi-función.

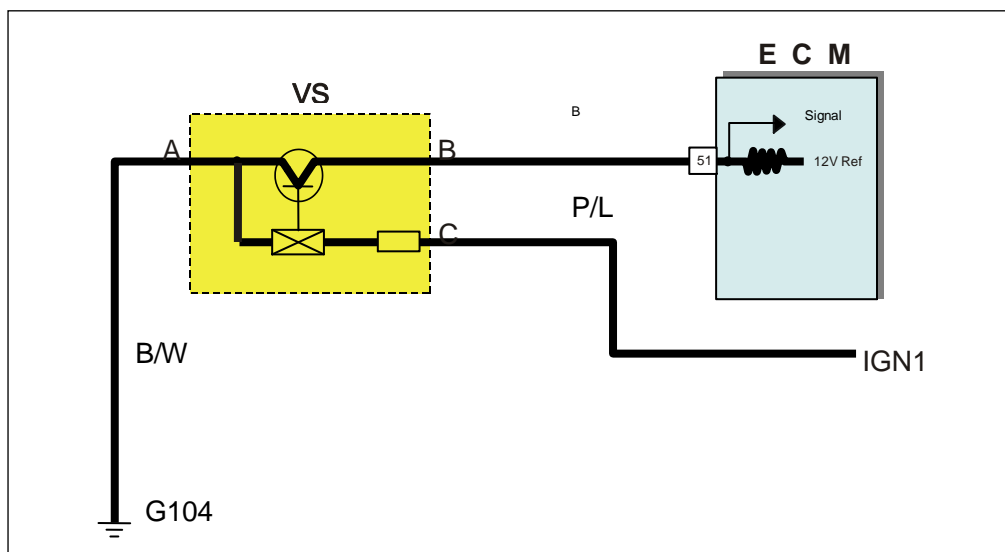


Figura 3.36 Diagrama eléctrico del sensor VSS

### 3.11.1. Control de estado del sensor VSS

- Comprobar las conexiones eléctricas de llegada al sensor
- Comprobar los valores en los pines de llegada al sensor

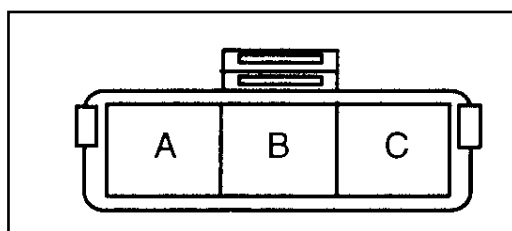


Figura 3.37 Esquema del conector del sensor VSS

Tabla III.15 Terminales del sensor VSS

<b>Terminal</b>	<b>Pin</b>	<b>Color de Cable</b>	<b>Señal</b>
Borne	A	BK/WH	Tierra
Borne	B	BK	Señal
Borne	C	P/L	ING

- La medición resistencia y voltaje y los valores deben ser:

**Tabla III.16 Valores de medición del sensor VSS**

<b>Bornes</b>	<b>Señal</b>
A – B	6.81 – 8.48 V
Borne ECM – Tierra	12 V
ING – Tierra	11 – 13 V

### **3.11.2. Síntomas de fallo del sensor VSS**

- El vehículo se vuelve inestable
- Se enciende y apaga la luz de Check Engine
- No funciona el velocímetro
- Se jalonea el vehículo
- Mucho consumo de combustible.
- Pérdida de la información de los kilómetros recorridos en un viaje, el kilometraje por galón.
- El control de la velocidad de cruce pueda funcionar con irregularidad o que no funcione

### **3.11.3. Mantenimiento y servicio**

- Se tienen que revisar las conexiones para que no tengan falso contacto
- Que el sensor esté registrando una lectura correcta
- Ver que no esté floja la parte de la sujeción

## **3.12. CIRCUITO DE LA VÁLVULA DE MANDO DE AIRE IAC**

El módulo de control de motor (ECM) controla la velocidad baja del motor (ralenti) 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 ECM, 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. Los pulsos eléctricos enviados a la válvula IAC, por la ECM, permiten extenderse o retractar el pasaje de aire en el cuerpo del acelerador. Retractando se permite que el aire se desvíe de la válvula del acelerador, que aumentará flujo de aire y la velocidad del motor. Cuando esta extendido, el aire disminuye y baja la velocidad del motor.

La válvula de IAC posee los siguientes circuitos:

- Una bobina de IAC A Alto
- Una bobina de IAC A Bajo
- Una bobina de IAC B Alto
- Una bobina de IAC B Bajo.

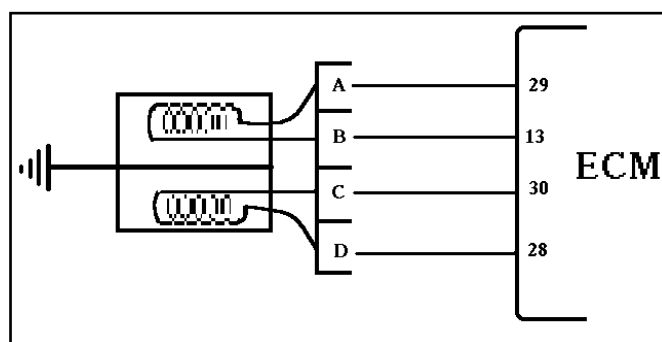


Figura 3.38 Diagrama eléctrico de la válvula IAC

### 3.12.1. Control de estado de la válvula IAC

- Comprobar las conexiones eléctricas de llegada al sensor
- Comprobar los valores en los pines de llegada al sensor

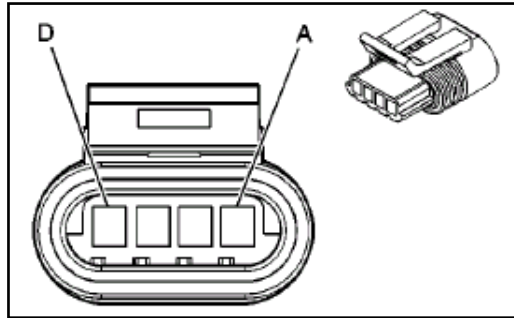


Figura 3.39 Esquema del conector de la válvula IAC

Tabla III.17 Terminales de la válvula IAC

<b>Terminal</b>	<b><u>Pin</u></b>	<b><u>Color de Cable</u></b>	<b><u>Señal</u></b>
Borne A 29	A	Blanco	Bobina B baja
Borne A 13	B	Morado/Blanco	Bobina B alta
Borne A 30	C	Amarillo	Bobina A baja
Borne A 28	D	Café	Bobina A alta

- La medición de vacío y el valor debe ser:

Tabla III.18 Valores de operación de la válvula IAC

<b>Operación</b>	<b>RPM</b>
Activación Ralenti	600 – 800
Desactivación Ralenti	Mas de 800

Tabla III.19 Valores estándares de la válvula IAC

<b>Bobinas</b>	<b>Resistencia (<math>\Omega</math>)</b>
A – B	40 – 80
C – D	40 – 80
A – C	$\infty$
B- C	$\infty$

### 3.12.2. 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 liquido limpiador (spray para carburador)

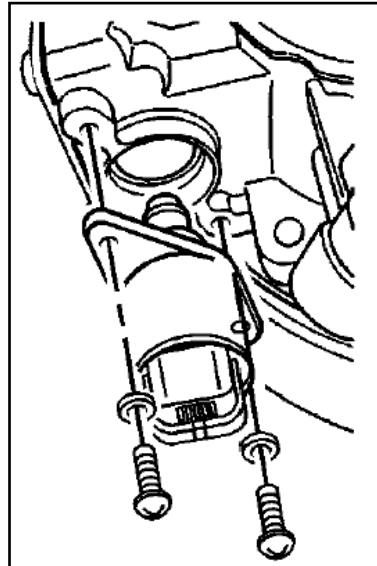


Figura 3.40. Desinstalación de la válvula IAC

### 3.12.3. Instalación de la válvula IAC

- Lubrique el nuevo O-ring con aceite de motor Y colóquelo dentro de la válvula.
- Instale la válvula IAC dentro de su cavidad y coloque los pernos con un apriete 3 N.m (27 lb-in).
- Conecte el conector de la válvula IAC.
- Instale todo el sistema de admisión de aire.
- Conecte el cable negativo de la batería
- Encienda el motor y cheque en marcha lenta su funcionamiento correcto

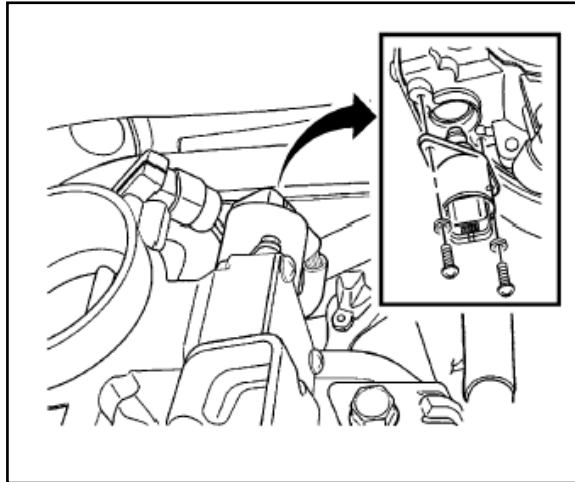


Figura 3.41 Instalación de la válvula IAC

#### **3.12.4. 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

#### **3.12.5. Mantenimiento y servicio**

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

### **3.13. CIRCUITO DE LA VÁLVULA EGR**

El módulo de control de motor (ECM) realiza la prueba de flujo insuficiente en la válvula (EGR). La prueba de flujo insuficiente es cuando el ECM momentáneamente ordena la válvula EGR abrirse mientras supervisa la señal del sensor de la presión absoluta del múltiple (MAP). Si la señal del MAP es incorrecto para la EGR, la ECM calcula la cantidad de diferencia del MAP que existe y ajusta para corregir esta falta de calibrado. El número de EGR que fluyen de las pruebas tratan de exceder el umbral por la falta de calibrado, esto puede variar según la cantidad de de diferencia del MAP para la EGR. La ECM

permitirá sólo una vez a la EGR realizar la prueba de flujo durante un ciclo de la ignición.

Siguiendo el código del evento claro, la ECM realizará en la EGR múltiples veces las pruebas de flujo. La prueba de flujo excesiva es cuando el ECM supervisa el la posición de la válvula de EGR durante un ciclo del cigüeñal del motor.

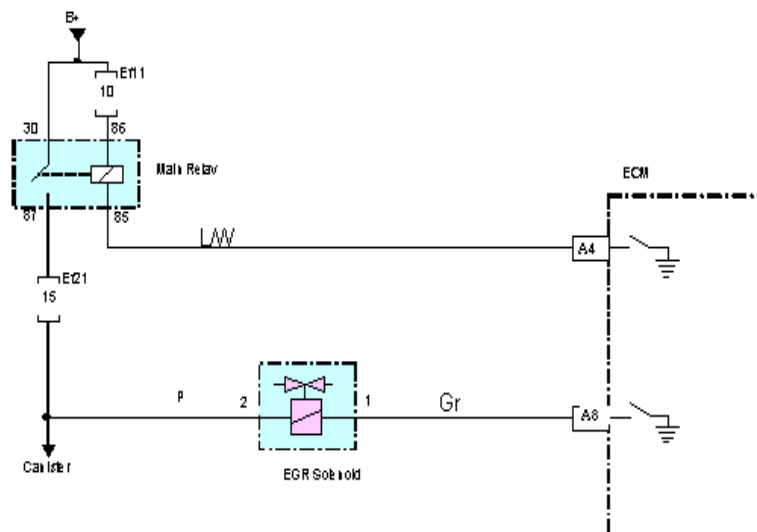


Figura 3.42 Diagrama eléctrico de la válvula EGR

### 3.13.1. Control de estado de la válvula EGR

- Comprobar las conexiones eléctricas de llegada al sensor
- Comprobar los valores en los pines de llegada al sensor

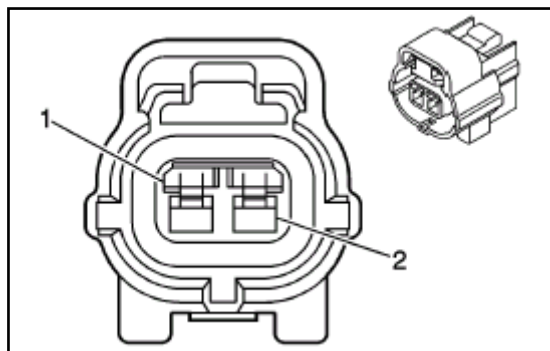


Figura 3.43 Esquema del conector de la válvula EGR

**Tabla III.20 Terminales de la válvula EGR**

<b>Terminal</b>	<b><u>Pin</u></b>	<b><u>Color de Cable</u></b>	<b><u>Señal</u></b>
Borne	1	Rosado	Voltaje ING
Borne A4	2	Verde	Control válvula

- La medición de operación debe ser:

**Tabla III.21 Valores de operación de la válvula EGR**

<b>Aplicación</b>	<b>Especificación</b>
Resistencia	$8 \pm 0.5 \Omega$
Frecuencia	80 ~ 150 Hz
Voltaje	10.8 ~16 V

**Tabla III.22 Valores estándares para el funcionamiento de la válvula EGR**

<b>Parámetro</b>	<b>Condición</b>
IAT	$\geq 15 \text{ }^\circ\text{C}$ .
WTS	$\geq 23 \text{ }^\circ\text{C}$ :
VSS	$> 0 \text{ KPH}$
RPM	1184 – 4000

### 3.13.2. Desinstalación de la válvula EGR

- Desconecte el cable negativo de la batería
- Remueva la manguera de vacío de la válvula.
- Desconecte el conector de la válvula
- Remueva la válvula retirando los pernos que lo sujetan.

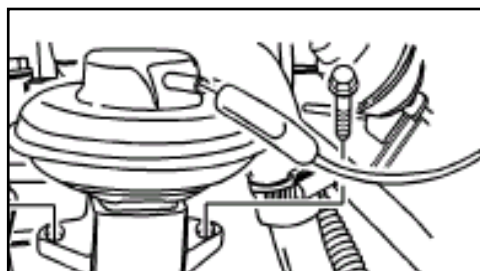


Figura 3.4.4. Desinstalación de la válvula EGR

### 3.13.3. Instalación de la válvula EGR

- Instale la válvula EGR dentro de su cavidad y coloque los pernos con un apriete 30 N.m (22 lb-ft).
- Conecte la manguera de vacío.
- Conecte el conector de la válvula.
- Conecte el cable negativo de la batería

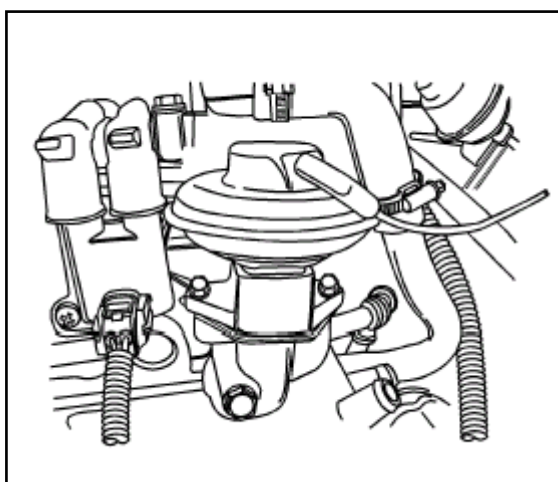


Figura 3.45 Instalación de la válvula EGR

### 3.13.4. Síntomas de fallo de la válvula EGR

- Condiciones de mezcla pobre, explosiones en la maquina y se enciende la luz del Check Engine

### 3.13.5. Mantenimiento y servicio

- El mantenimiento consiste en su desmontaje para comprobación de su estado y proceder a la limpieza de la misma, el mantenimiento en si se debería realizar sobre los 20.000 km. y se debería comprobar el manguito de conexión entre la válvula y el colector de admisión así como el cuerpo de la válvula.

- El estado del manguito de conexión entre el colector de admisión y la válvula, anula la funcionalidad del sistema en caso de estar deteriorado, ya que cualquier toma de aire que tenga impide que el vacío actúe sobre el diafragma y a su vez sobre la apertura y cierre de la válvula

### 3.14. CIRCUITO DE LOS INYECTORES

El módulo de control de motor (ECM) habilita el pulso de inyector de combustible apropiado para cada cilindro. Se proporciona el voltaje de la ignición a los inyectores de combustible. El ECM controla cada inyector de combustible conectando con tierra el control del circuito vía un dispositivo estatal sólido llamado driver.

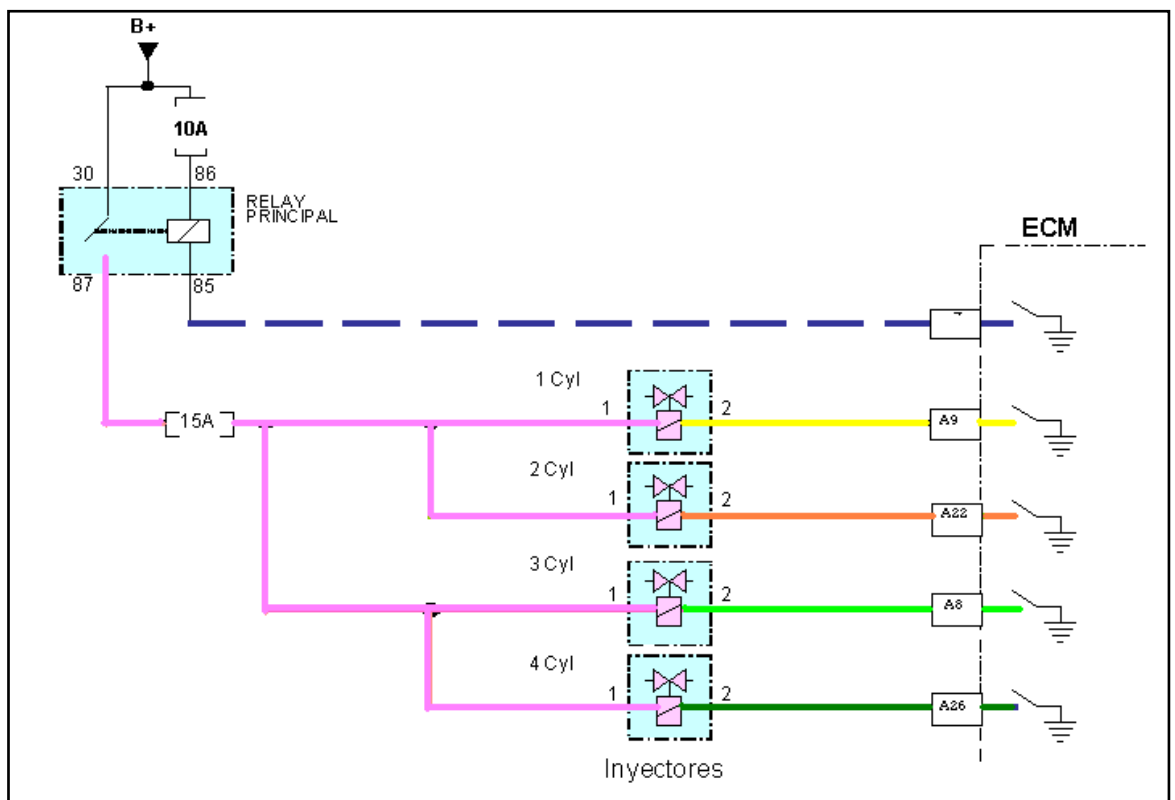


Figura 3.46 Diagrama eléctrico de los inyectores

#### 3.14.1. Control de estado de los inyectores

- Comprobar las conexiones eléctricas de llegada al inyector
- Comprobar los valores en los pines de llegada al inyector

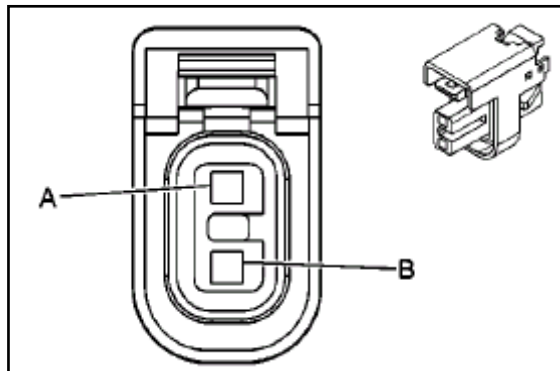


Figura 3.47 Esquema del conector del inyector

Tabla III.23 Terminales de los inyectores

<b>Terminal</b>	<b>Pin</b>	<b>Color de Cable</b>	<b>Señal</b>
Borne	A	Rosado	Voltaje ING
Borne A9	B1	Amarillo/Verde	Tierra #1
Borne A22	B2	Café/Blanco	Tierra #2
Borne A8	B3	Verde/Negro	Tierra #3
Borne A26	B4	Verde/Blanco	Tierra #4

- La medición debe ser:

Tabla III.24 Valores de los inyectores

<b>Terminales</b>	<b>Valores</b>
A – B	11 – 15 $\Omega$

### 3.14.2. Desinstalación de los inyectores

- Despresurice el sistema de alimentación de combustible.
- Desconecte el cable negativo de la batería.
- Desconecte el conector del sensor IAT.
- Desconecte la manguera de cobertor y retire aflojando las abrazaderas que lo sostienen.
- Desconecte los cables que conectan a los inyectores.

- Retire el riel, retirando los pernos que lo sostienen.
- Retire el riel con los inyectores incrustados.
- Retire los inyectores cuidadosamente retirando la bincha que lo sostiene.
- Retire los cauchos y replácelos.

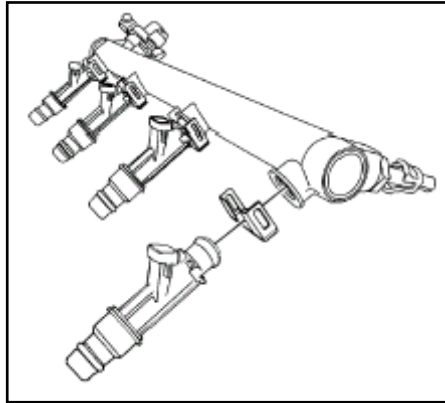


Figura 3.48. Desinstalación de los inyectores

### 3.14.3. Instalación de los inyectores

- Lubrique los nuevos cauchos del inyector con aceite de motor, y colóquelos en estos.
- Instale suavemente el inyector dentro del riel y coloque sus binchas cuidadosamente.
- Asegure que los inyectores están en posición adecuada con el arnés para su conexión.
- Instale el riel con sus pernos con un apriete de 25 N.m (18 lb-ft).
- Conecte la línea de combustible.
- Conecte los conectores de los inyectores en el orden correcto y en la posición adecuada y bien asegurados.
- Coloque el cobertor, y asegúrelo.
- Conecte el conector del sensor IAT y la manguera sujetándola con su bincha.
- Conecte el cable negativo de la batería.



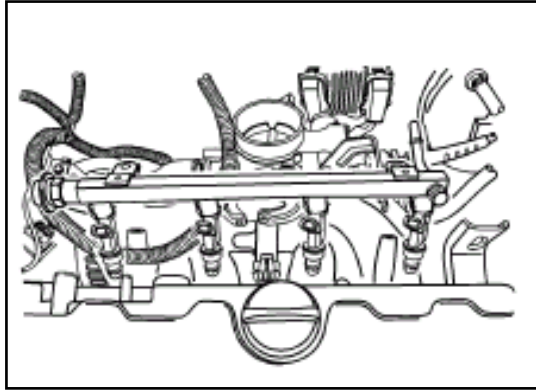


Figura 3.49 Instalación de los inyectores

#### **3.14.4. Síntomas de fallo de los inyectores**

- Una falla de inyector tiende a confundirse con falla de bujías o cables, cascabeleó, problemas al arrancar, mala aceleración y pérdida de potencia.
- Cuando un inyector está goteando o "directo", la aguja de este manómetro comienza a caer porque hay una pérdida de gasolina hacia el cilindro.
- Mal olor en los gases de escape, que indica que hay una mala combustión, por un inyector que esté funcionando mal o el sensor de oxígeno que esté averiado.
- Consumo de combustible
- Por lo general no se enciende la luz de check engine

#### **3.14.5. Mantenimiento y servicio**

- Descuidar el servicio de los inyectores por un tiempo prolongado es contraproducente ya que se corre el riesgo de que se obstruyan completamente. Lo recomendable es realizar este mantenimiento cada 6 meses o 20 mil kilómetros.

### 3.15. CIRCUITO DE SISTEMA DIS

Ignición 1 voltaje que se proporciona a la bobina de la ignición. El módulo de control de motor (ECM) proporciona una tierra para bobina de la ignición (IC). Cuando la ECM quita alimentación de la ignición a la bobina primario, el campo magnético producido por los devanados de la bobina. El colapso en el campo magnético produce un voltaje en la bobina secundario que enciende las bujías. La secuencia y cronometrado se controlan por la ECM. Los bobinados de la ignición consisten en los circuitos siguientes:

- La ignición 1 voltaje
- El IC 1 y 4 mando
- El IC 2 y 3 mando

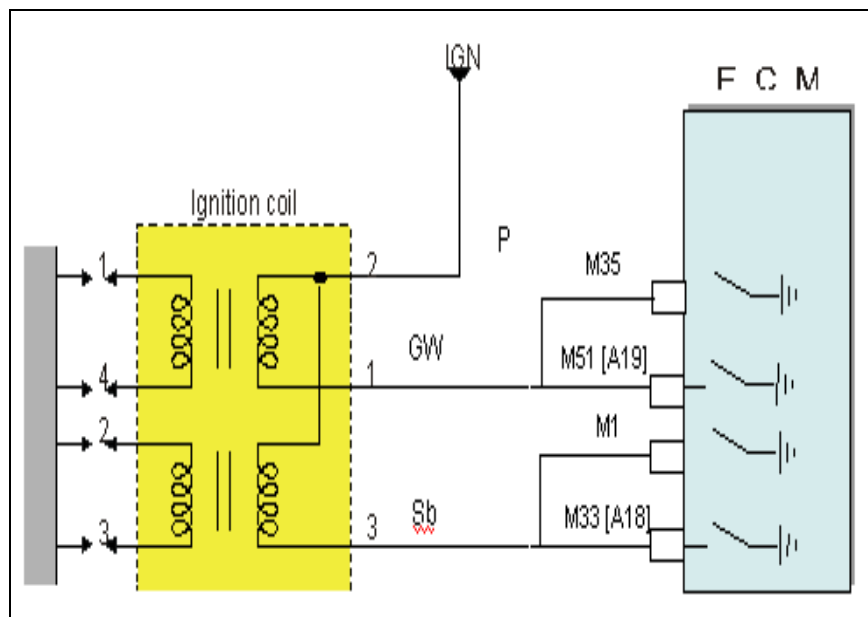


Figura 3.50 Diagrama eléctrico del sistema DIS

#### 3.15.1. Control de estado del sistema DIS

- Comprobar las conexiones eléctricas de llegada a las bobinas
- Comprobar los valores en los pines de llegada.

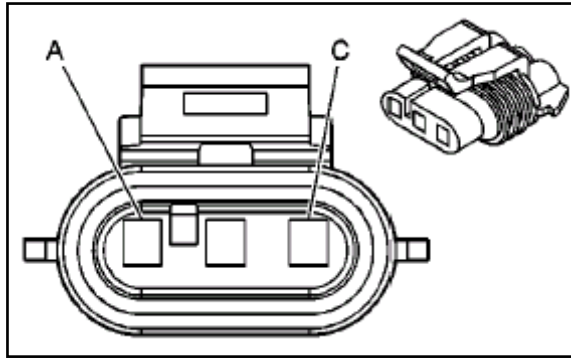


Figura 3.51 Esquema del conector del sistema DIS

Tabla III.25 Terminales del sistema DIS

<b>Terminal</b>	<b><u>Pin</u></b>	<b><u>Color de Cable</u></b>	<b><u>Señal</u></b>
Borne A18	A	Celeste	Bobina (1-4)
Borne	B	Rosado	Voltaje ING
Borne A19	C	Vede/Blanco	Bobina (2-3)

- La medición debe ser:

Tabla III.26 Valores del sistema DIS

<b>Circuito</b>	<b>Valores</b>
Primario	$0.87 \pm 10\% \Omega$
Secundario	$13.0 \pm 15\% k\Omega$
Cable de alta	2.5 – 12 k $\Omega$

### 3.15.2. Desinstalación de las bobinas del sistema DIS

- Desconecte el cable negativo de la batería
- Desconecte el conector de las bobinas
- Desconecte los cables de las bujías.
- Retire los pernos que sujetan a la bobina y proceda a retirarlas.

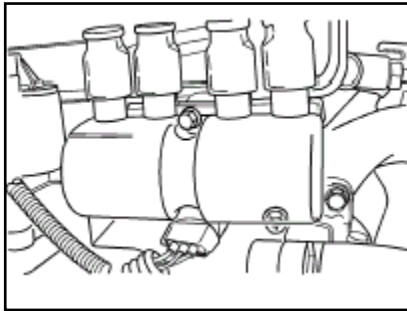


Figura 3.52. Desinstalación de las bobinas

### 3.15.3. Instalación de las bobinas del sistemas DIS

- Cuidadosamente coloque las bobinas en su posición original.
- Coloque los pernos de la bobina con un apriete de 10 N.m (89 lb-ft)
- Conecte el conector de las bobinas
- Conecte los cables de las bujías
- Conecte el cable negativo de la batería.

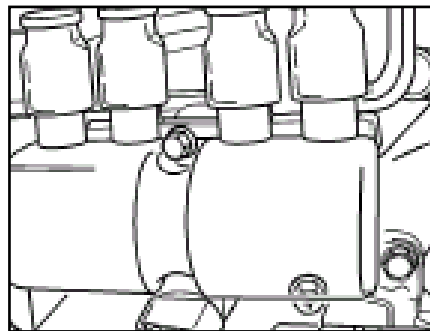


Figura 3.53 Instalación de las bobinas

### 3.15.4. Síntomas de fallo del sistema DIS

- Cascabeleo en el vehículo.
- Pérdida de potencia.
- No enciende el vehículo

### 3.15.5. Mantenimiento y servicio

- Verificación de tierras y de buenas conexiones eléctricas.
- Verificación de las resistencias de las bobinas.
- Limpiezas de contactos con un limpiador apropiado

### 3.16. CIRCUITO DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE

Cuando usted enciende el interruptor de la ignición, el módulo de control del motor (ECM) 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 ECM recibe la referencia de la ignición de los pulsos. Si no existe pulsos de referencia de la ignición la ECM apaga a la bomba de combustible dentro de 2 segundos después de que el switch de ignición se haya encendido o el motor pare.

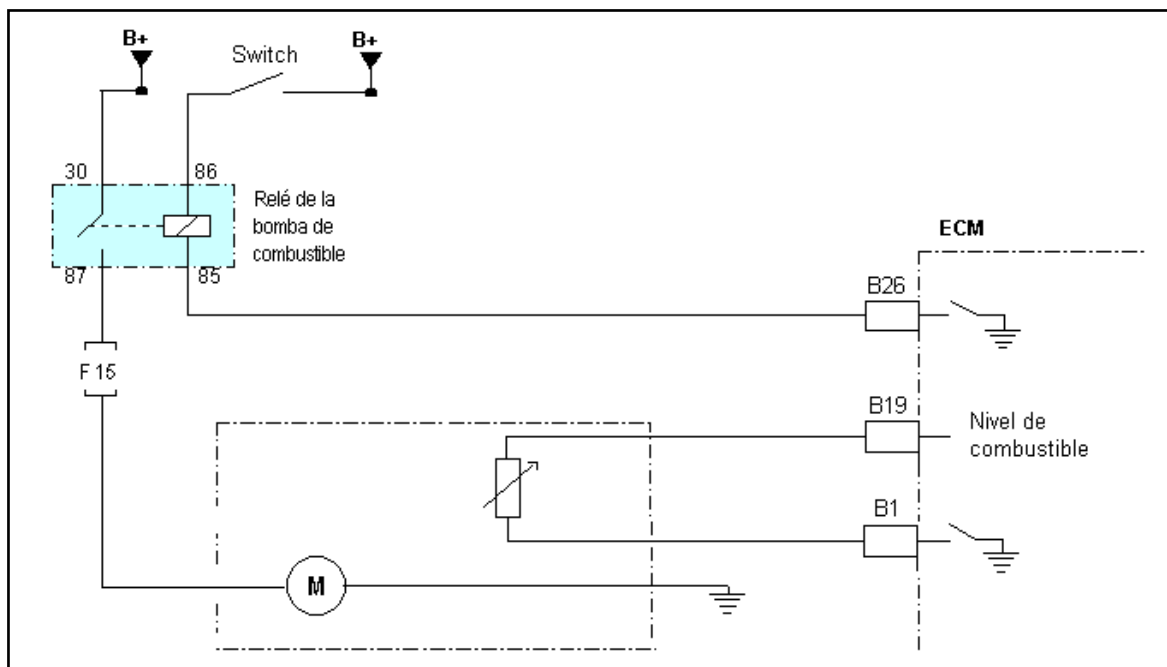


Figura 3.54 Diagrama eléctrico de la bomba de combustible

### 3.16.1. Control de estado de la bomba de combustible

- Comprobar las conexiones eléctricas de la bomba
- Comprobar los valores en los pines de llegada.

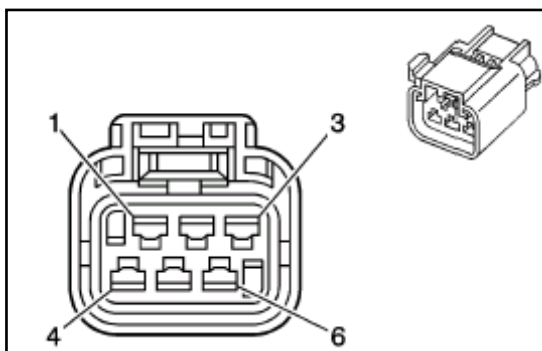


Figura 3.55 Esquema del conector de la bomba de combustible

Tabla III.27 Terminales de la bomba de combustible

<b>Terminal</b>	<b><u>Pin</u></b>	<b><u>Color de Cable</u></b>	<b><u>Señal</u></b>
Borne	1	Azul	Señal de nivel de combustible
Borne	2	Negro	Tierra
Borne	3	Plomo	Voltaje de la bomba de combustible
Borne	4	Negro	Tierra
Borne	5	Morado	Indicador de bajo nivel de combustible
Borne	6	Morado/Negro	Referencia baja

### 3.16.2. 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.

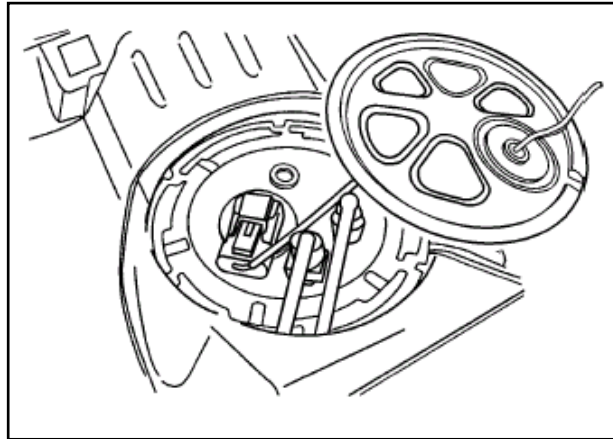


Figura 3.56. Desinstalación de la bomba de combustible

### 3.16.3. Instalación de la bomba de combustible

- Limpie la empaquetadura que asienta la bomba a la superficie en el tanque de combustible.
- La posición la nueva empaquetadura en el lugar.
- Instale la bomba de combustible en el tanque de combustible en el mismo lugar para moverla para la facilidad de instalación de línea y conector
- La posición el anillo de la cerradura en el lugar y se lo vuelve en el sentido de las agujas del reloj hasta que avise la parada del tanque.
- 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.

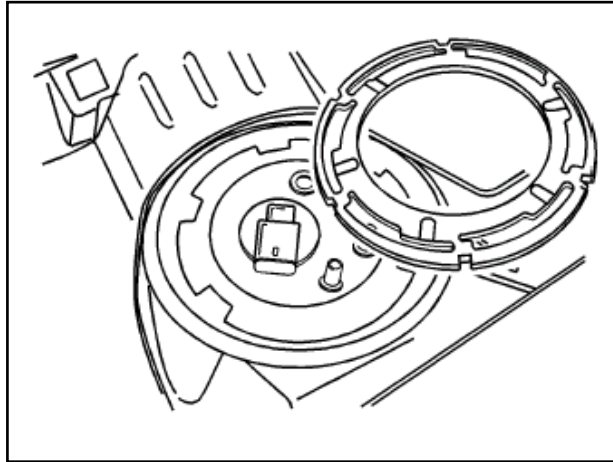


Figura 3.57 Instalación de la bomba de combustible

#### **3.16.4. Síntomas de fallo de la bomba de combustible**

- Pérdida de alimentación en altas rpm.
- Falta de potencia del vehículo.
- No enciende el check engine.

#### **3.16.5. Mantenimiento y servicio**

- En si la bomba de combustible esta libre de mantenimiento debido a que es un elemento sellado de fabrica, pero se puede realizar mantenimiento a todos sus circuitos.
- Limpieza periódica de cañerías, tanque etc.
- 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.



### 3.17. CIRCUITO DE PUESTA A TIERRA Y CORRIENTE DE LA TCM

<sup>10</sup>Esta computadora trabaja con conexión directa con ECM vía comunicación CAN, compartiendo información de diferentes sensores.

Esta computadora es la encargada de administrar la información, de los sensores de ABS y de la transmisión automática, además de controlarla. Posee alimentación directa de la batería y conexiones a tierra.

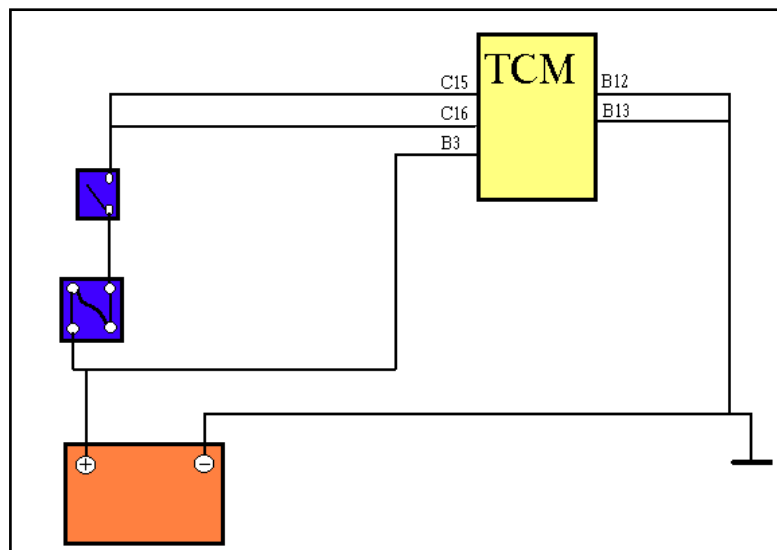
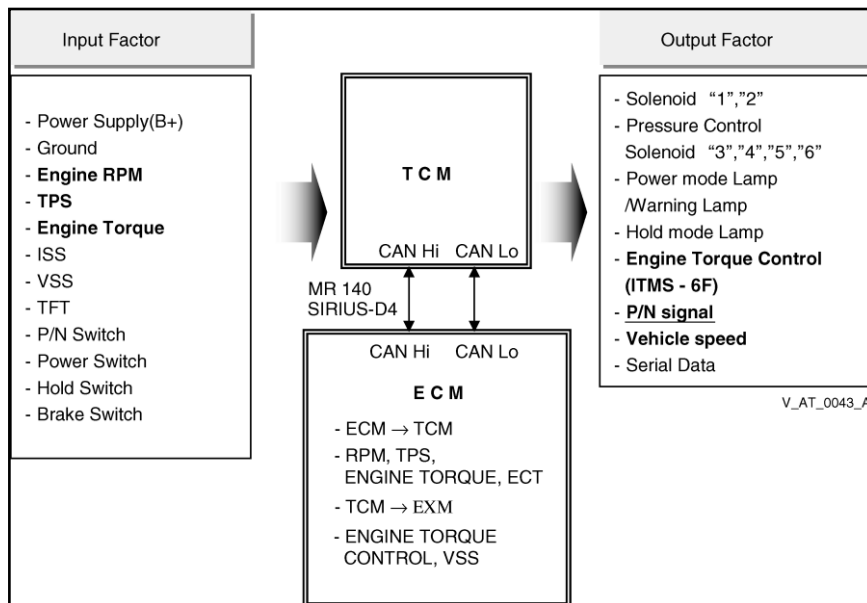


Figura 3.58 Diagrama de la TCM



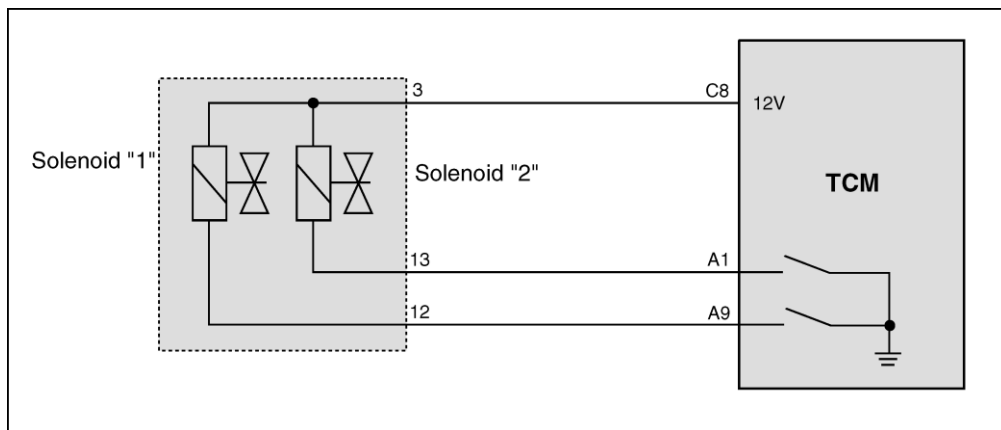
<sup>10</sup> GENERAL MOTORS Manual 05 de la caja del Chevrolet Optra

Figura 3.59 Cuadro de sensores de la TCM

### 3.18. CIRCUITO DEL SWITCH P/N

Este interruptor sirve básicamente para identificar que el vehículo se encuentre en una marcha segura para el encendido. Ya que en ninguna otra marcha se puede poner en marcha el motor.

Además que en la posición parking activa el seguro de la caja para que el vehículo no se mueva cuando este parqueado.



V\_AT\_0048\_C

Figura 3.60 Diagrama eléctrico del switch P/N

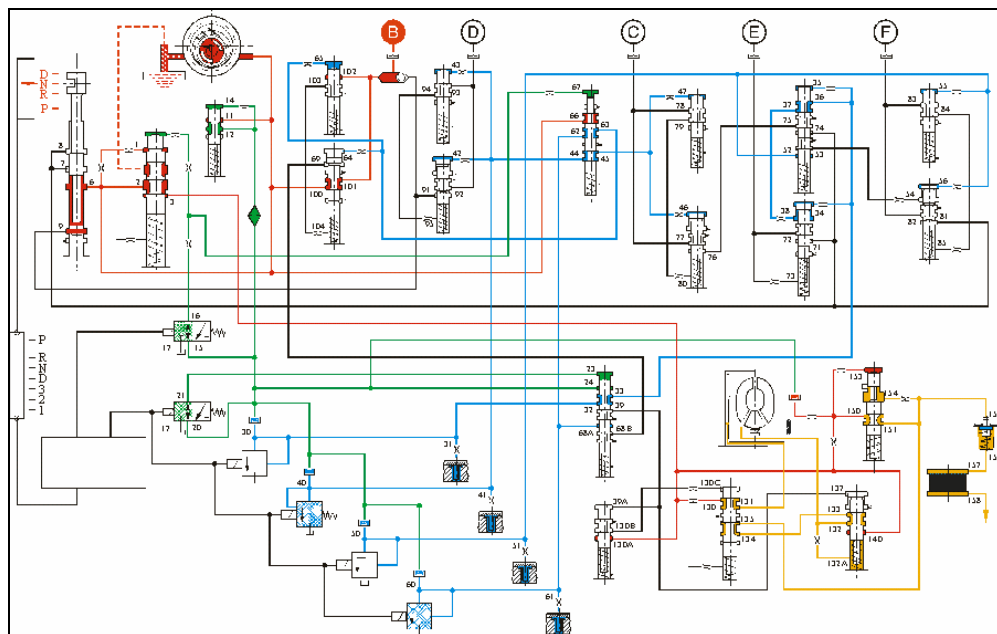


Figura 3.61 Diagrama eléctrico del switch P/N

### 3.18.1. Control de estado del switch P/N

- Comprobar las conexiones eléctricas de llegada al switch
- Comprobar los valores en los pines de llegada al switch

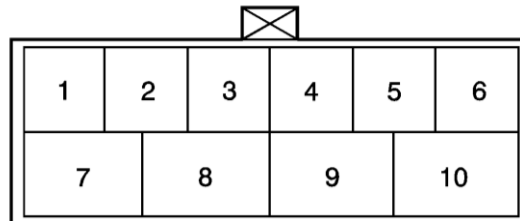


Figura 3.61 Esquema del conector del switch P/N

Tabla III.29 Terminales del switch P/N

<b>Terminal</b>	<b><u>Pin</u></b>	<b><u>Color de Cable</u></b>	<b><u>Señal</u></b>
Borne	1	Rosado	Voltaje
Borne	2	Verde/Rojo	Señal de estacionamiento L2
Borne	3	Azul/Rojo	Señal de estacionamiento L1
Borne	4	Rojo/Azul	Señal de estacionamiento L3
Borne	5	Verde/Negro	Señal de estacionamiento L4
Borne	6	----	Sin uso
Borne	7	----	Sin uso
Borne	8	----	Sin uso
Borne	9	Naranja/Negro	Señal de estacionamiento
Borne	10	Negro/Blanco	Tierra señal de estacionamiento

**Tabla III. 30 Terminales del switch P/N**

Marcha	Solenoido 1	Solenoido 2
P/N	ON	ON

### 3.18.2. Síntomas de fallo del switch P/N

- No enciende el vehículo.
- Enciende la luz de check engine.

### 3.18.3. Mantenimiento y servicio

- Este switch o interruptor esta libre de mantenimiento, pero se puede limpiarlo periódicamente con limpiador de contactos.
- Se puede revisar el cableado del switch

## 3.19. CIRCUITO DE LOS SOLENOIDES

Los solenoides son actuadores que reciben las señales de la TCM. Estos solenoides dependiendo de la configuración que tengan pueden configurar las marchas que la transmisión necesite, dependiendo de las diferentes señales de los sensores, y especialmente de la selección de marcha en la palanca selectora.

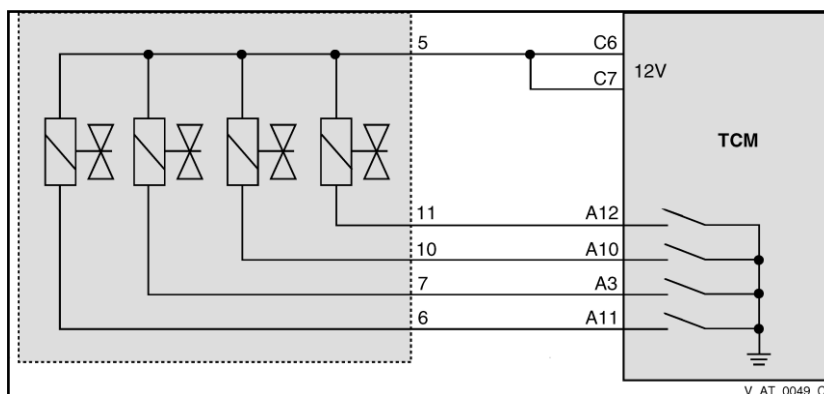


Figura 3.62 Esquema del circuito de solenoides

**Tabla III.31 Activación de los solenoides**

<b>Marcha</b>	<b>Solenoid 1</b>	<b>Solenoid 2</b>
P/N	ON	ON
R	ON/OFF	ON
1st	ON/OFF	ON
2 nd	ON/OFF	OFF
3 rd	ON/OFF	OFF
4 th	ON/OFF	OFF

### **3.20. CIRCUITO DEL SENSOR DE VELOCIDAD DE LA RUEDA WSS**

<sup>11</sup>El módulo de control de motor (ECM) identifica el fallo del motor descubriendo las variaciones en la velocidad del cigüeñal. Las variaciones de velocidad de cigüeñal también pueden ocurrir cuando un el vehículo está operando encima de un camino áspero. El ECM recibe una señal del camino áspero por un sensor del camino áspero o un módulo de mando de freno electrónico (EBCM), si esta equipado con el sistema de freno de antibloqueo (ABS). El ABS puede descubrir si el vehículo esta en una superficie áspera o no basado en los datos de aceleración/deceleración de rueda proporcionado por cada sensor de velocidad de rueda. Esto envía la información al ECM por el EBCM a través del circuito señalado. El sensor de velocidad de la rueda produce una corriente alterna (el CA) el voltaje aumenta con la velocidad de la rueda. El ECM recibe una señal del camino áspero de un sensor de velocidad de rueda localizado a la rueda delantera izquierda. El ECM puede determinar si el vehículo está en una superficie del camino áspera basada en la señal del sensor de velocidad de rueda. Cuando el ECM descubre una condición del camino áspera, el fallo de tiro, se desactivarán y los diagnóstica.

---

<sup>11</sup> GENERAL MOTORS Manual 03 de ABS del Chevrolet Optra

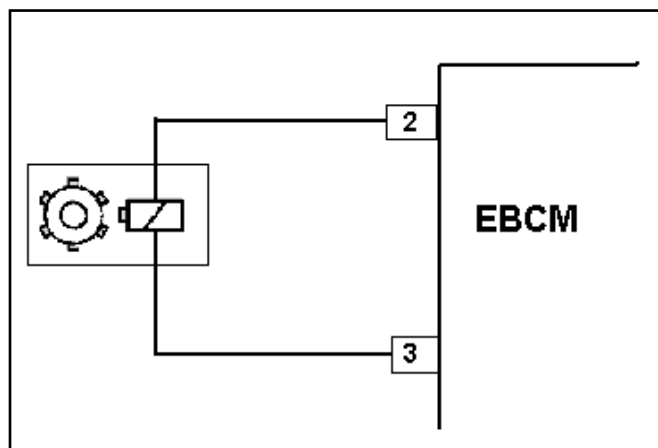


Figura 3.63 Diagrama eléctrico del WSS

### 3.20.1. Control de estado del sensor WSS

- Comprobar las conexiones eléctricas de llegada al sensor
- Comprobar los valores en los pines de llegada al sensor

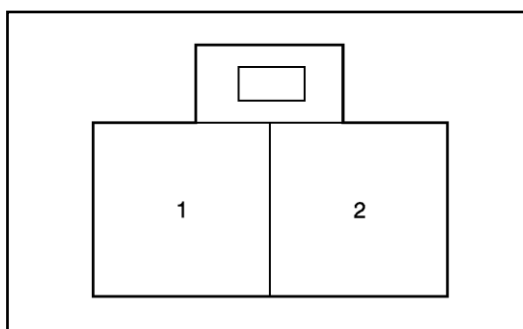


Figura 3.64 Esquema del conector del WSS

Tabla III.32 Terminales del WSS delantera derecha

<b>Terminal</b>	<b><u>Pin</u></b>	<b><u>Color de Cable</u></b>	<b><u>Señal</u></b>
Borne 2	1	Blanco	5 V Referencia
Borne 3	2	Gris	Señal

### 3.20.2. Síntomas de fallo del sensor WSS

- Falla del ABS
- Enciende la luz de check engine

### **3.20.3. Mantenimiento y servicio**

- Revisar el correcto funcionamiento por medio del scanner
- Reemplazar cuando el código de fallo o indique problemas.
- Revisar conexiones y limpiarlas con limpiador de contactos.

## **CAPITULO IV**

### **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO**

#### **4.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

El avance tecnológico en los automóviles en lo relacionado a las aplicaciones eléctricas y electrónicas a creado la necesidad de contar con técnicos automotrices en el área de sistemas de la electricidad y electrónica aplicado en los modernos automóviles.

La realización de este proyecto es importante ya que el estudio de este tema logrará que como futuros ingenieros crear una cultura de investigación en las áreas de la electrónica aplicadas en el automóvil, obtener experiencias que luego pondremos en practica en nuestro desarrollo profesional en la reparación, construcción, adaptación y optimización de los diferentes sistemas del vehículo

La electrónica a evolucionado tanto en el campo automotriz que ahora la encontramos en el control electrónico de las transmisiones automáticas, frenos ABS y control de tracción para ayudar la mejor prestación del vehículo y mayor seguridad para sus ocupantes.

Por otro lado se genera 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 OPTRA A/T como son: control electrónico, hidráulico, ingreso y recirculación de gases, control electrónico de la transmisión automática, sistemas de frenos ABS así como el sistema de autodiagnóstico para que la carrera disponga de un banco de pruebas sumamente sofisticado que sirva



para la capacitación y entrenamiento de los futuros ingenieros y profesionales interesados en esta área.

## **4.2 CARACTERÍSTICA DEL SISTEMA**

Este sistema esta destinado para el entrenamiento de técnicos automotrices, por este motivo debe amigable.

- El software del sistema va a ser de fácil instalación, por lo que la computadora donde vaya a ser instalado no necesite características muy avanzadas, ni gran espacio de memoria.
- Gran versatilidad en la conexión, puesto que el puerto de ingreso va ser visible y estar ubicado en fácil acceso.
- La simulación de averías para la comprobación de los sistemas que vamos a controlar como: ABS, transmisión automática y control de motor.
- Control de un microprocesador a través de una computadora por medio del software programado en Visual Basic.
- Las simulaciones de fallas en los diferentes sistemas van a basarse en situaciones reales de funcionamiento.
- Un software de fácil manejo, con interfaz gráfica e información adicional en cada sistema.

## **4.3 DISEÑO ELECTRÓNICO**

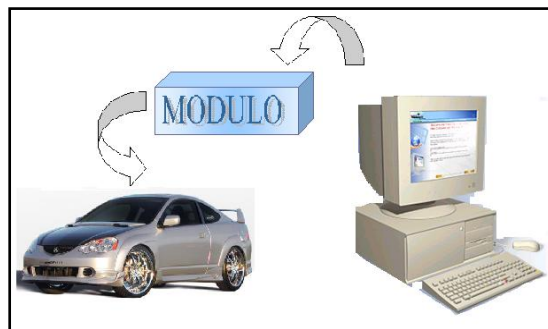
Para el diseño electrónico del módulo de entrenamiento del CHEVROLET OPTRA T/A, se ha tomado en cuenta los diferentes circuitos que este módulo va a controlar, tanto de control de motor, frenos ABS y transmisión automática.

Por diseño se va a construir dos módulos de control, el primer módulo va a controlar todo el sistema de control del motor, mientras que el segundo se encarga del control de la transmisión automática y el sistema ABS del vehículo.

La razón principal es por motivos de detección de averías, ya que en módulos diferentes se facilita la detección de daños internos de los circuitos y cableado. Otro punto fundamental de esta separación es el facilitar el mantenimiento de los mismos.

#### 4.3.1. Ingreso de señales y su procesamiento

Para el ingreso de las señales se utilizará una interfase de comunicación que será administrado por medio del programa Visual Basic. Estas señales serán procesadas y llegarán a los pines de ingreso del microcontrolador, para que este se encargue de activar los relés los cuales controlaran los diferentes circuitos del vehículo.



**Figura 4.1. Proceso de ingreso de señales**

Para que todas las señales sean procesadas correctamente es necesario que el PIC se encuentre bien programado y con las instrucciones correctas. El diagrama de flujo de esta programación es de la siguiente manera:

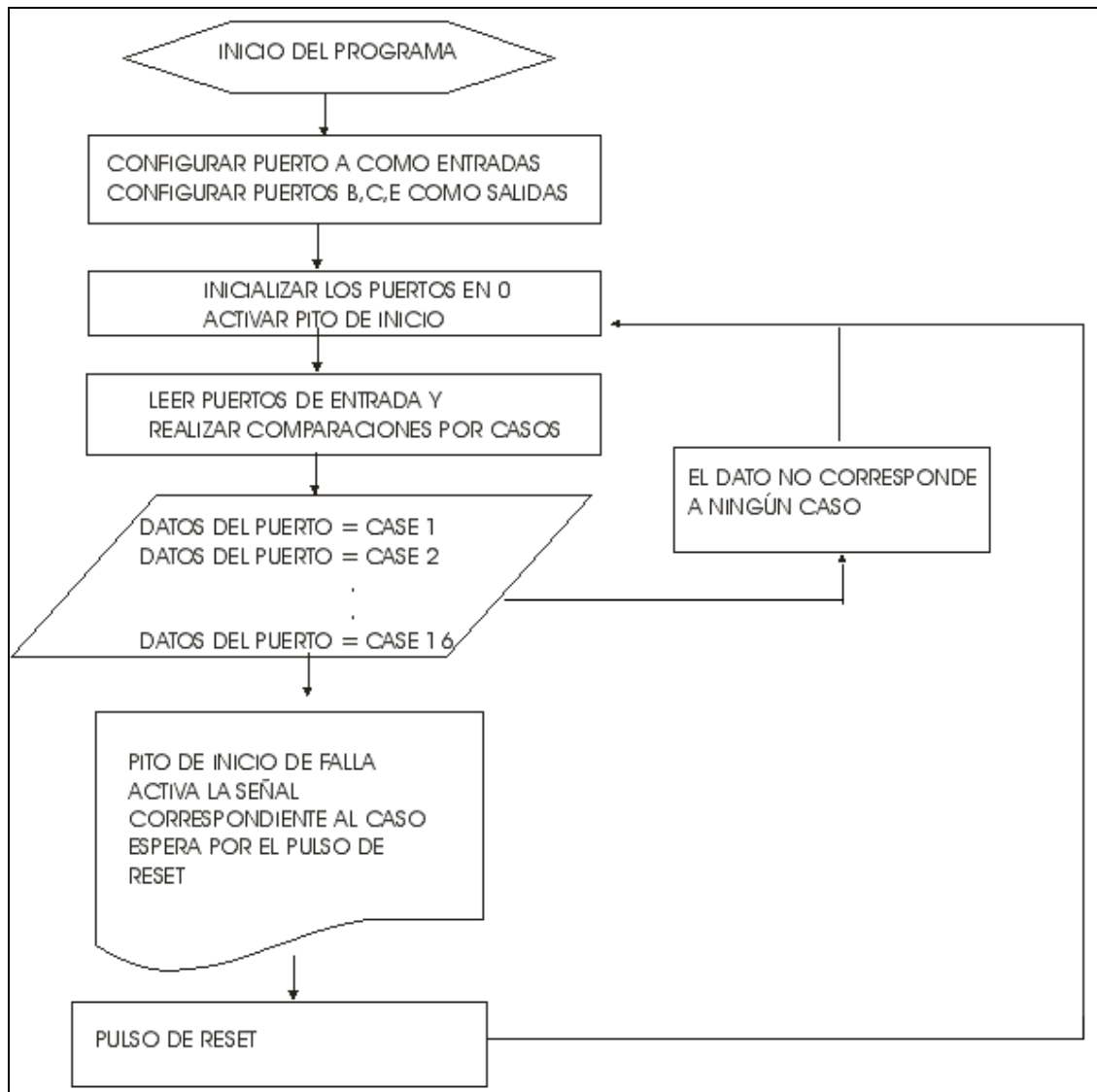


Figura 4.2. Diagrama de flujo del programa del PIC

#### 4.3.1.1 Señales De Operación

Para la selección de las señales de operación se realizará a través de la interfase grafica del programa del computador por la introducción de códigos de 4 bits en las entradas RA0-RA3, además se debe inicializar el programa con los pulsos de inicio y reset en las entrada RA4 y MCLR respectivamente.

Tabla IV.1. Códigos de entrada al PIC

NUMERO OPERACIÓN	CÓDIGO	Inicio	Reset

	RA0	RA1	RA2	RA3	RA4	MCLR
1	0	0	0	0	1	0/1
2	0	0	0	1	1	0/1
3	0	0	1	0	1	0/1
4	0	0	1	1	1	0/1
5	0	1	0	0	1	0/1
6	0	1	0	1	1	0/1
7	0	1	1	0	1	0/1
8	0	1	1	1	1	0/1
9	1	0	0	0	1	0/1
10	1	0	0	1	1	0/1
11	1	0	1	0	1	0/1
12	1	0	1	1	1	0/1
13	1	1	0	0	1	0/1
14	1	1	0	1	1	0/1
15	1	1	1	0	1	0/1
16	1	1	1	1	1	0/1

La descripción de los códigos que van a ser introducidos por el programa de visualización y control de las pruebas serán detallados a continuación:

**Tabla IV.2. Códigos de entrada al PIC, circuito de operación de CONTROL DE MOTOR y las señales de salida en el PIC**

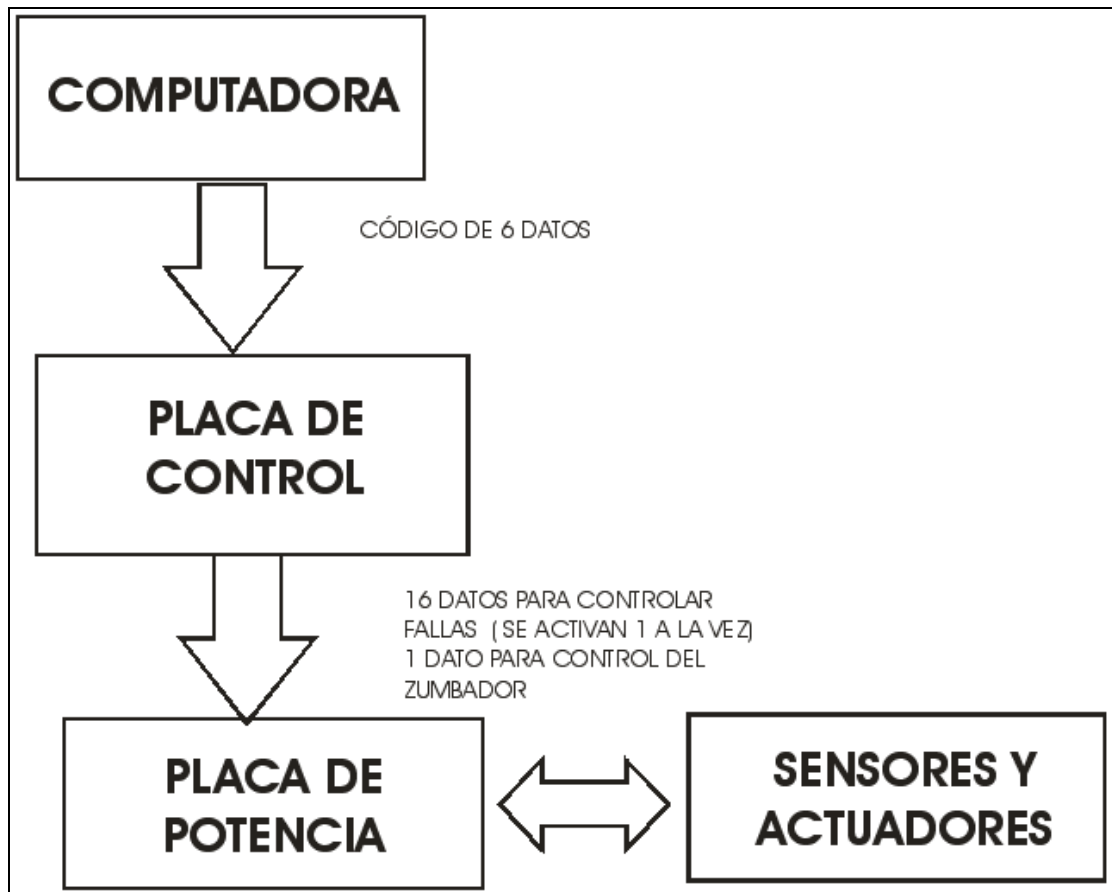
N° De Relé	Sensor actuador	Inicio	CÓDIGO				Reset	Circuito a controlar	Salida del Pic
		RA4	RA3	RA2	RA1	RA0	MCLR		

1	ECT	1	0	0	0	0	1/0	Tierra	RB0
2	IAT	1	0	0	0	1	1/0	5 volt.	RB1
3	CMP	1	0	0	1	0	1/0	Señal	RB2
4	CKP	1	0	0	1	1	1/0	Señal	RB3
5	O2	1	0	1	0	0	1/0	Señal	RB4
6	TPS	1	0	1	0	1	1/0	5 volt	RB5
7	MAP	1	0	1	1	0	1/0	Señal	RB6
8	INyec	1	1	0	0	1	1/0	Tierra	RC1
9	Bomba	1	1	0	1	0	1/0	Voltaje	RC2
10	EGR	1	1	0	1	1	1/0	Tierra	RC3
11	IAC	1	1	1	0	0	1/0	Tierra bobina	RC4
12	DIS	1	1	1	0	1	1/0	Ignicion	RC5

**Tabla IV.3. Códigos de entrada al PIC, circuito de operación de la TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA y ABS y las señales de salida en el PIC**

N° De Relé	Sensor actuador	Inicio	CÓDIGO					Reset	Circuito a controlar	Salida del Pic
			RA4	RA3	RA2	RA1	RA0	MCLR		
1	SOLE 1	1	0	0	0	0	1/0	Control/tierra	RB0	
2	SOLE 2	1	0	0	0	1	1/0	Control/tierra	RB1	
3	SOLE 3	1	0	0	1	0	1/0	Control/tierra	RB2	
4	SOLE 4	1	0	0	1	1	1/0	Control/tierra	RB3	
5	SOLE 5	1	0	1	0	0	1/0	Control/tierra	RB4	
6	SOLE 6	1	0	1	0	1	1/0	Control/tierra	RB5	
7	PARK	1	0	1	1	0	1/0	Control L3	RB6	
8	NEUTR.	1	0	1	1	1	1/0	Control L2	RB7	
9	OSS	1	1	0	0	0	1/0	Señal	RC0	
10	WSS	1	1	0	1	0	1/0	5 V referen.	RC2	
11	TFT	1	1	0	1	1	1/0	Señal	RC3	

**4.3.2 Diagrama de bloque de entradas y salidas**



**Fig. 4.2. diagrama de bloque de señales de entradas y salidas**

### **4.3.3 Selección de elementos eléctricos y electrónicos**

Para poder seleccionar los elementos electrónicos necesitamos saber los parámetros de diseño electrónico de los circuitos que requerimos para el funcionamiento correcto del sistema.

#### **4.3.3.1 Regulador de voltaje**

Para poder utilizar la mayoría de los circuitos integrados (PIC, optoacopladores, transistores, buffer) es necesario tener un voltaje de 5 V para lo cual tenemos que regular el voltaje de 12 V de la batería.

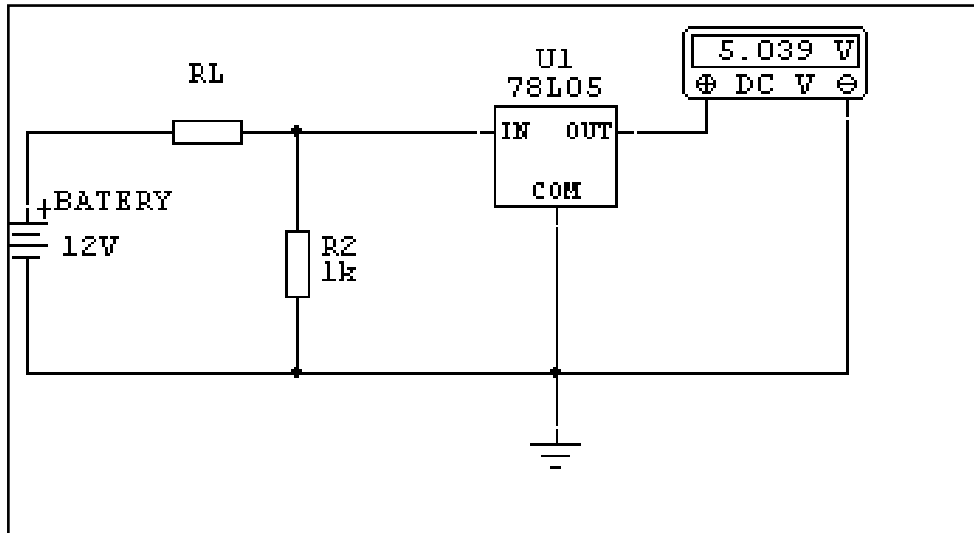


Figura 4.3. Circuito de regulación de Voltaje

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

$$V_{IN} = 5.75$$

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

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

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

$$V_L = 6.25$$

$$I_L = I_{1k}$$

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

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

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

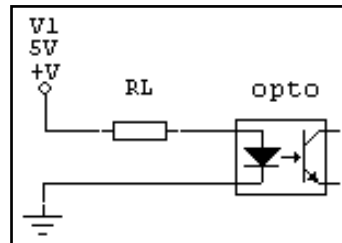
$$P_L = 0.035\text{W}$$

$$P_{1k} = 5.75^2 \text{ mW} \\ = 0.033\text{W}$$

Como podemos ver en los cálculos para completar el circuito de regulación necesitamos una resistencia  $R_L = 1.08 \text{ k}\Omega$ , pero como no encontramos en el mercado se utilizará una  $R_L = 1.2 \text{ k}\Omega$ .

#### 4.3.3.2 Señales de control

La señal que envía el PIC a los relés será conmutada a través de optoacopladores. Aquí necesitamos limitar la corriente que llegará al optoacoplador por lo que necesitamos calcular la resistencia  $R_L$ .



**Figura 4.4 Circuito del optoacoplador.**

Señales de control

$$V_D = 0.7$$

$$I_L = 20\text{mA}$$

$$V_L = 5 - 0.7$$

$$V_L = 4.3$$

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

$$R_L = \frac{4.3}{20\text{mA}}$$

$$R_L = 215\Omega$$

Para este circuito se utilizará una resistencia de  $220\ \Omega$

#### **4.3.3.3 Circuito de control de potencia y activación de los relés**

Los optoacopladores dan una señal a los transistores los que a su vez activarán o no los relés.



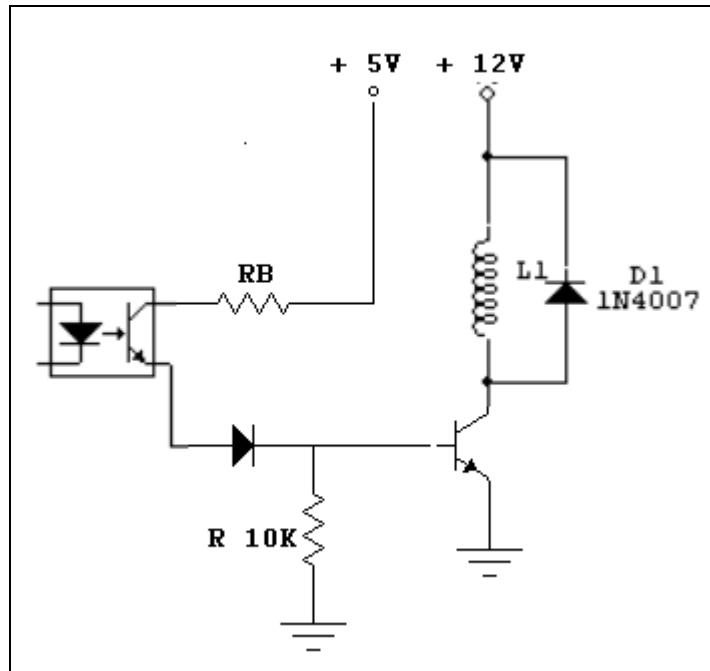


Figura 4.5. Circuito control de potencia

$$\beta = 120$$

$$\beta \text{ corte} = \beta/10$$

$$\beta \text{ corte} = 12$$

$$I_c = \frac{V}{RL}$$

$$I_c = \frac{12V}{330\Omega}$$

$$I_c = 0.036A$$

$$\beta = \frac{I_c}{I_B}$$

$$I_B = \frac{0.036}{12}$$

$$I_B = 3mA$$

$$R_B = \frac{V_{RB}}{I_B}$$

$$R_B = \frac{5V - 1.4}{3mA}$$

$$R_B = 1200\Omega$$

#### 4.3.3.4 Circuito de activación del zumbador

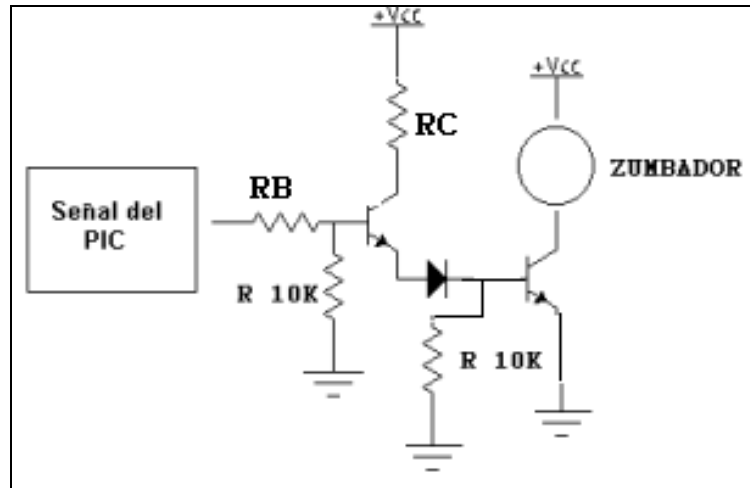


Figura 4.6 Activación del zumbador

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

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

$$I_C = 0.24$$

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

$$I_B = 0.024$$

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

$$P_{RB} = 4.3 \times 0.024 = 0.13W$$

#### 4.3.4. Selección de protección del circuito

Para poder diseñar las diferentes protecciones de los circuitos de control y potencia procedemos a estimar el consumo de corriente. La forma de protegerlos es independientemente con fusibles en serie de corriente máxima o un poco mayor de la estimada en el consumidor.

$$\text{Corriente de fusible} = \text{Corriente de consumo}/0.9$$

En base al resultado obtenido se busca en el mercado los tipos existentes y se selecciona; así para la aplicación se tiene:

Consumo de corriente de control:  $I_c = 1 \text{ A}$

Fusible a escoger:  $F2 = 0.5 \text{ A}$

Consumo de corriente general:  $I_T = 10 \text{ A}$

Fusible a escoger:  $F1 = 10 \text{ A}$

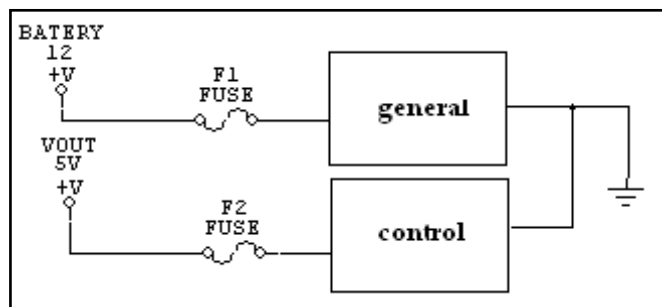


Figura 4.7. Circuitos de protección.

#### 4.3.5. Diseño del diagrama electrónico.

El siguiente circuito nos indica la conexión correcta de todos los componentes electrónicos del módulo de entrenamiento.

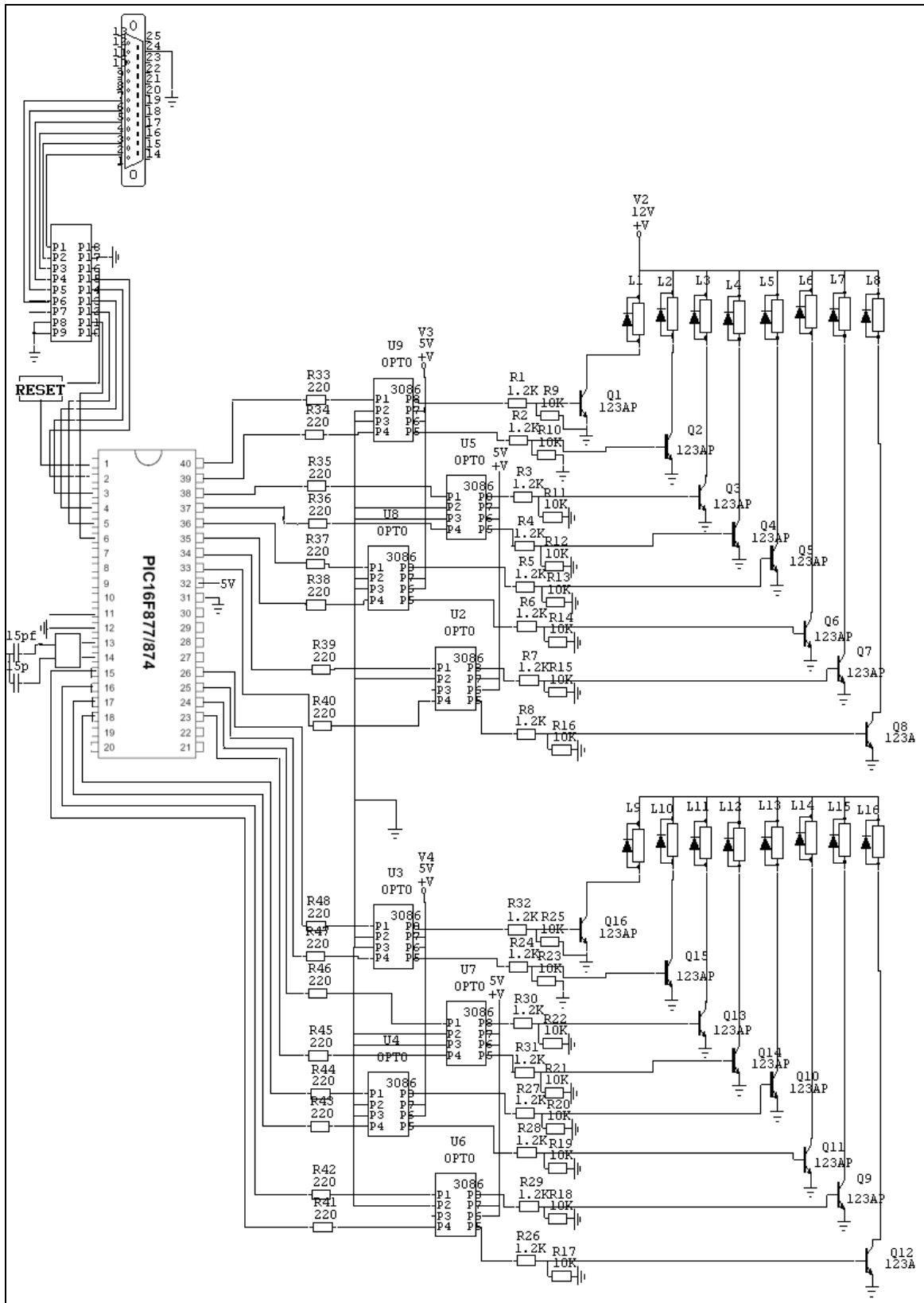


Figura 4.8. Circuito Electrónico de la aplicación.

#### 4.3.6. Selección de componentes

Para realizar cada módulo de entrenamiento se requirieron de los siguientes elementos.

**Tabla IV.4. Elementos utilizados en el módulo de entrenamiento electrónicos**

<b>Cantidad</b>	<b>Componente</b>	<b>Valor</b>
01	PIC	16F877A
02	Buffer	74LS241
01	Cristal/oscilador	4 MHz
02	Condensadores	20pF
02	Condensadores	0.1uF
20	Transistores	123AP
08	Optoacopladores	3086
16	Relés	10 A
16	Resistencias	220 $\Omega$
20	Resistencias	1.2 K $\Omega$
20	Resistencias	10 K $\Omega$
20	Diodos	4007
01	Conector para puerto paralelo	
01	Conector	8 Pines
02	Conectores	16 pines
02	Conectores	3 Pines
03	Metros de cable para conexión de datos	
80	Metros de cable gemelo	AWG 22
02	Fusibles/porta fusibles	Tipo chasis
01	Fusible/porta fusible	
01	Manómetro de presión	200 PSI
01	Manómetro de presión	300 PSI
01	Llave de ¼ de vuelta	
01	Juego de acoples rápidos	
01	Juego de acoples	

#### 4.4 DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES DEL MÓDULO DE ENTRENAMIENTO.

**4.4.1. Buffer 74241.-** Permite mejorar la señal que se ingresa de la computadora hacia la placa de control, y así evitar el ingreso de datos no requeridos.

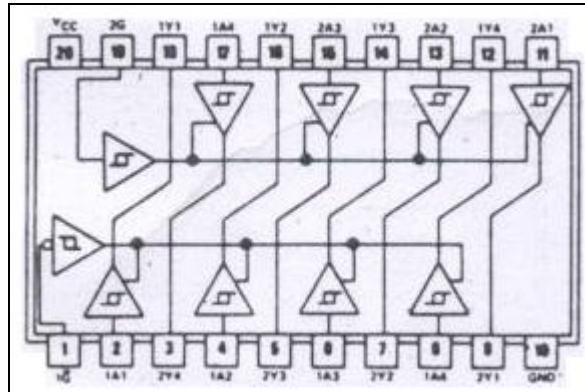


Figura 4.9. Buffer 74241.

**4.4.2. Optoacoplador 3086.-** Son los encargados de enviar la señal producida por el microcontrolador hacia los transistores y no permitir que altas corrientes regresen desde la placa de potencia hacia el microcontrolador.

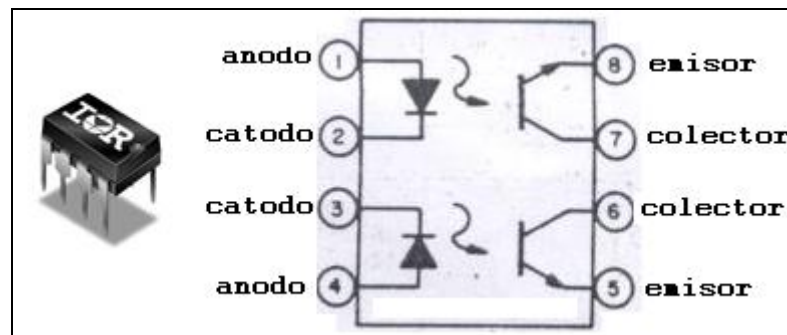
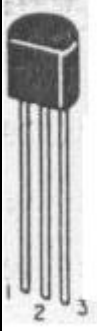


Figura 4.10. Optoacoplador ECG 3086.

**4.4.3. Transistor ECG123AP.-** Reciben la señal de los optoacopladores y preamplifican la corriente del optotransistor para activar los relés que controlan los circuitos del módulo de entrenamiento.



ECG	1	2	3
10	B	E	C
11	E	C	B
12	E	C	B
23	B	E	C
46	E	B	C
47	E	B	C
69	B	E	C
85	E	C	B
107	E	C	B
108	E	B	C
123AP	E	B	C

Figura 4.11. Transistor 123AP.

**4.4.4 Relés 4123 (T71).**- Son controlados por el transistor y se activan y o desactivan según requiera el módulo de entrenamiento, de esta manera se puede manejar los sistemas electrónicos del CHEVROLET OPTRA A/T



Figura 4.12. Relés 4123

**4.4.5. PIC 16F877.**- El microcontrolador es el encargado de recibir datos enviados por la computadora para procesarlos y activar las salidas necesarias según el programa del PIC. Estas son la salida para activación de los relés y otra salida para la activación del zumbador

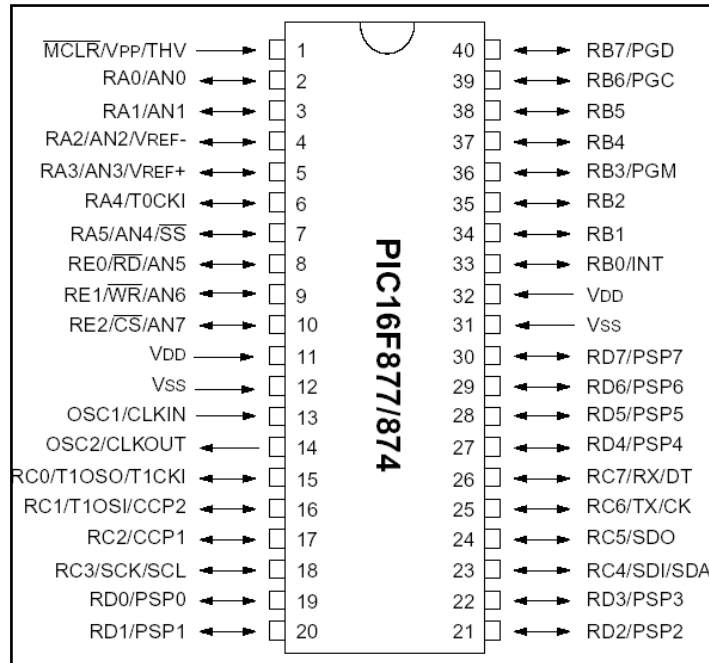


Figura 4.13 PIC 16F877

#### 4.4.5.1 Características

Las principales características con que cuenta el PIC16F87X son:

Tabla IV.5 Características del PIC 16f877

CARACTERISTICAS	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

#### 4.4.6. Manómetros.

En este módulo utilizamos 2 manómetros. Uno de 200 PSI que es utilizado para medir la presión del riel de combustible y el otro de 300 PSI que sirve para hacer pruebas de presión de fluido en la transmisión automática.



Figura 4.14. Manómetro de presión

#### 4.5 ANÁLISIS ECONÓMICO.

Al finalizar con la selección de todos los elementos requeridos para la realización del módulo y su instalación procedemos a detallar el costo de cada uno de estos.

Tabla IV.6 Componentes y costos.

<b>Cantidad</b>	<b>Componente</b>	<b>Valor</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
02	PIC	16F877A	28.00
04	Buffer	74LS241	8.00
02	Cristal/oscilador	4 MHz	4.00
04	Condensadores	20pF	1.00
04	Condensadores	0.1uF	1.20
40	Transistores	123AP	8.00
16	Optoacopladores	3086	16.00
32	Relés	10 A	48.00
32	Resistencias	220 $\Omega$	3.20
40	Resistencias	1.2 K $\Omega$	7.20
40	Resistencias	10 K $\Omega$	7.20
40	Diodos	4007	12.00
01	Conector para puerto paralelo		5.00
02	Conector	8 Pines	2.40
04	Conectores	16 pines	4.20
04	Conectores	3 Pines	3.20
03	Metros cable para conexión de datos		2.40
160	Metros de cable gemelo	AWG 22	32.00
04	Fusibles/porta fusibles	Tipo chasis	2.40
01	Fusible/porta fusible		1.00
01	Rollo de estaño		5.00
04	Bakelitas		30.00
01	Manómetro de presión	200 PSI	12.00
01	Manómetro de presión	300 PSI	12.00
01	Llave de ¼ de vuelta		6.00
01	Juego de acoples rápidos		10.00
01	Juego de acoples		7.00
01	Juegos de		7.00

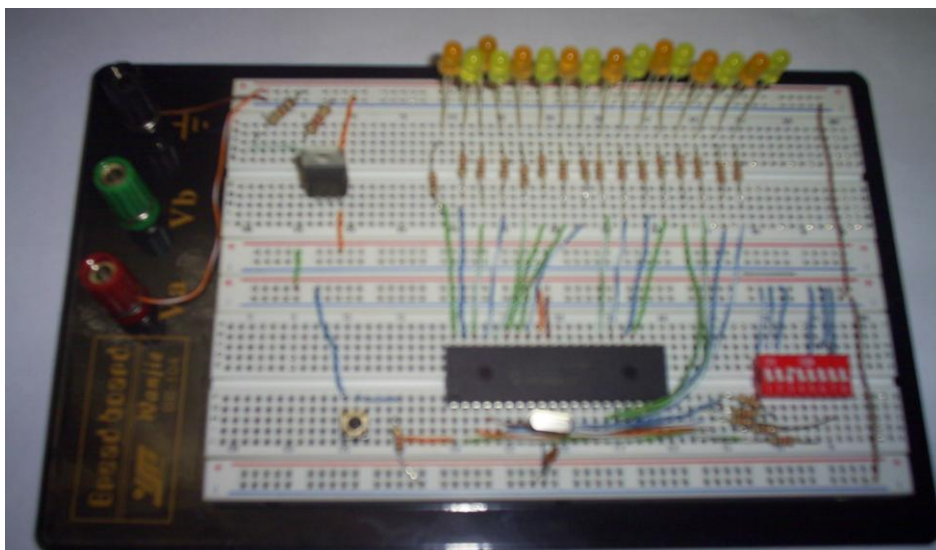
	mangueras		
02	Cajas metálicas		80.00
01	Trabajos-varios		80.00
	<b>TOTAL</b>		<b>445.40</b>

Los 2 módulos tienen un costo total de 445 dólares en costos de elementos eléctricos, electrónicos, mecánicos. Poniéndole un costo de diseño, construcción e instalación su precio total oscilaría por los 700 dólares.

Si la universidad desearía comprar un banco de pruebas con estas características el costo sería sumamente mas alto al del los 2 módulos instalados en el vehículo CHEVROLET OPTRA A/T por lo que este banco justifica meritoriamente su construcción

#### 4.6. CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS

Al momento de ya tener todos los elementos electrónicos se procede a realizar las instalaciones en un PROTO-BOARD donde se comprueba los circuitos diseñados y también poder corregir errores en caso de que existieran. Para armar los circuitos en el Proto utilizamos Switchs para simular las entradas de datos de la computadora.



#### **Figura 4.15. circuitos de prueba en PROTO-BOARD**

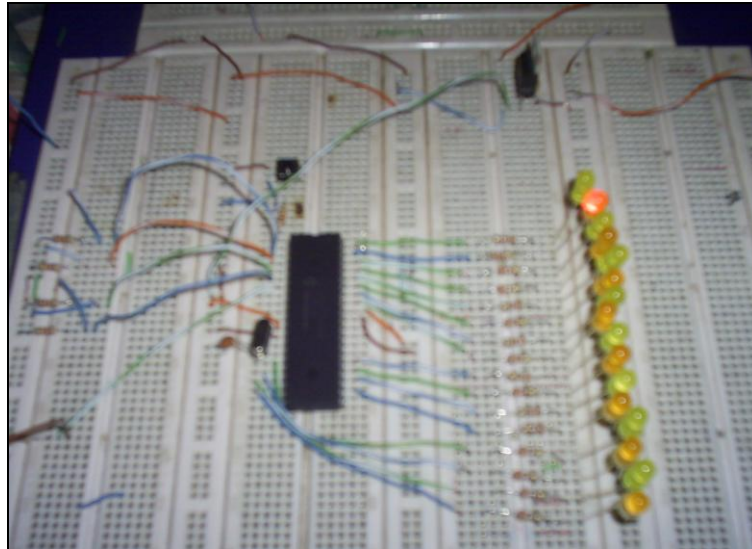
Al tener los circuitos instalados el siguiente paso fue realizar el programa del PIC el cual fue echo en MPLAB y además fue probado en un software llamado PROTEUS en el cual se puede armar el circuito completo e insertar el programa del PIC; este software simulara el funcionamiento del PIC junto con sus circuitos. El programa completo del PIC esta detallado en el ANEXO A.

Luego de tener el programa procedemos a “quemar” en el PIC. El software para quemar se llama IC-PROG y envía la programación al PIC gracias a un quemador universal.



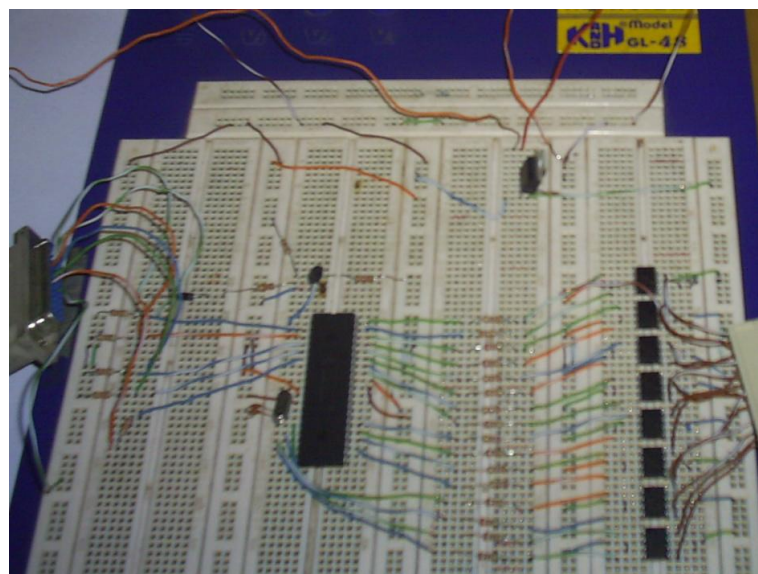
**Figura 4.16 Quemador universal**

Como ya tenemos listo el PIC lo probamos en el Proto junto con el resto de circuitos y nos ayudamos de LED's para ver el funcionamiento correcto del circuito de control.



**Figura 4.17. circuitos de prueba de la placa de control.**

Después de comprobar el correcto funcionamiento de la placa de control procedemos a armar los circuitos de placa de potencia para poder empezar con el diseño de las placas electrónicas.

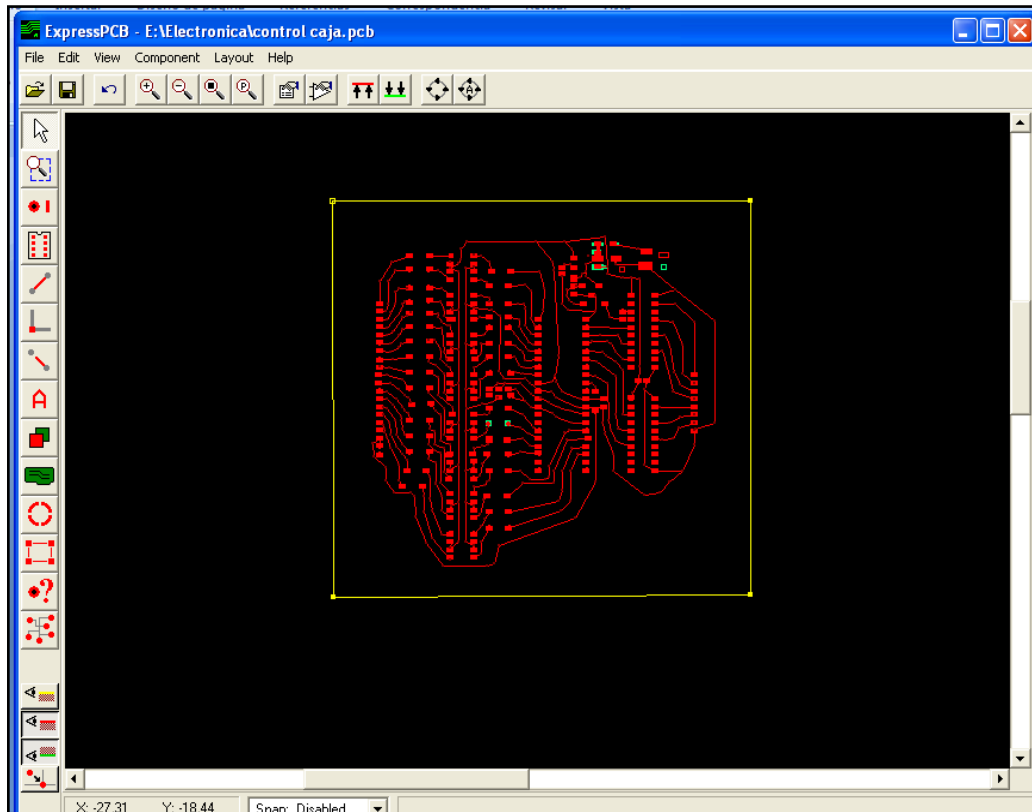


**Figura 4.18. circuitos de prueba de la placa de potencia**

Una vez realizada las pruebas se diseña las placas electrónicas con la ayuda del software EXPRESS PCB con los siguientes pasos:

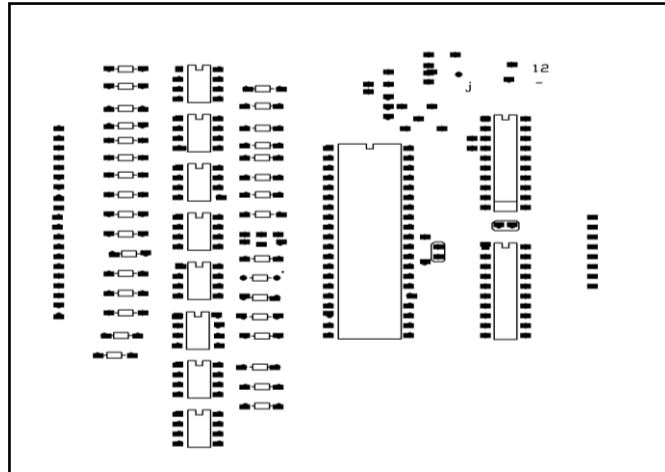
- Primero se delimita el tamaño tentativo de la placa, luego los componentes se ubican en el lugar deseado en su tamaño real, en el lado sin cobre de la plaqueta.

- Después se procede a realizar las líneas de unión evitando que se crucen y se formen otra configuración de circuito diferente a la que se desea hacer.



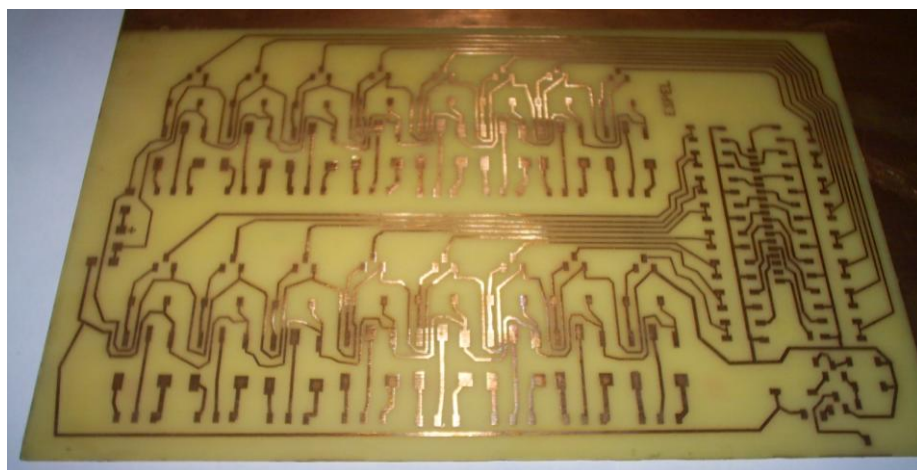
**figura 4.19 Diseño de placas electrónicas**

- Luego se imprime los diseños terminados en papel satinado



**Figura 4.20 Placas electrónicas impresas en papel**

- La placa de cobre debe estar muy limpia y con la ayuda de una plancha transcribir los circuitos a la placa de cobre.
- Se mezcla en la proporción de 400gr/litro de cloruro férrico en agua tibia, tomando precauciones.
- Luego se coloca la placa en la mezcla y se deja actuar por unos minutos hasta ver que solo quedan los caminos de los circuitos.
- Es recomendable dejar secar las placas por aproximadamente 1 día. Antes de empezar con el agujereado de las placas y el soldado de los elementos.

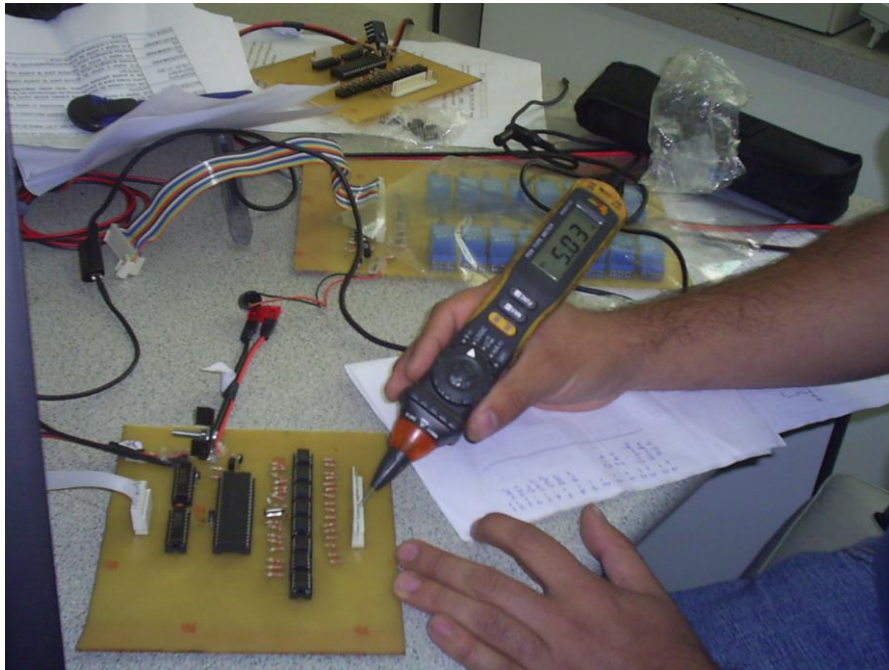


**Figura 4.21 Placa de potencia terminada**

Una vez que tengamos las placas listas con mucho cuidado hacemos los agujeros para poder poner los elementos y soldarlos.

Luego de que sean soldados es necesario probar la correcta continuidad de las placas ya que caminos se pueden abrir por la temperatura de la suelta o suelen realizarse sueltas frías las cuales no permiten el paso de corriente.

También es conveniente realizar las pruebas de funcionamiento tanto de las placas de control y potencia.



**Figura 4.22. Pruebas en las placas**

#### **4.7. MONTAJE E INSTALACION**

Como ya comprobamos que las placas electrónicas de control y potencia funcionan correctamente empezamos con la instalación del módulo en el vehículo.

Lo primero que hicimos fue determinar el lugar de ubicación de los módulos así como por donde vamos a pasar el cableado respectivo. El módulo va a estar ubicado en el baúl del vehículo y el cableado se lo pasó por dentro del tapizado, logrando que este no se divise y no pueda ser objeto de manipulaciones.

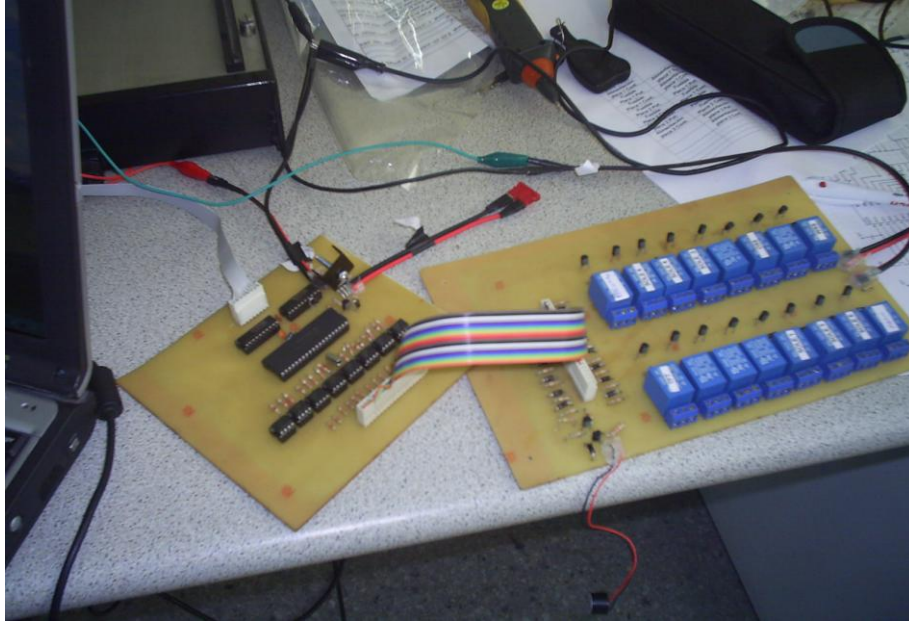


Lo siguiente fue identificar los sensores y actuadores en los cuales va a intervenir el módulo de control, también el color de cada cable que iba a ser cortado. Una vez echo esto empezamos a cortar los cables primero del motor y luego los de la transmisión y frenos ABS. una vez que el cable era cortado al mismo instante se soldaba a los cables que van al módulo y que previamente fueron etiquetados en sus dos puntas para poder reconocerlos. Los cables fueron empalmados, soldados con estaño y recubiertos con termo-retráctil para evitar que se puedan desconectar.



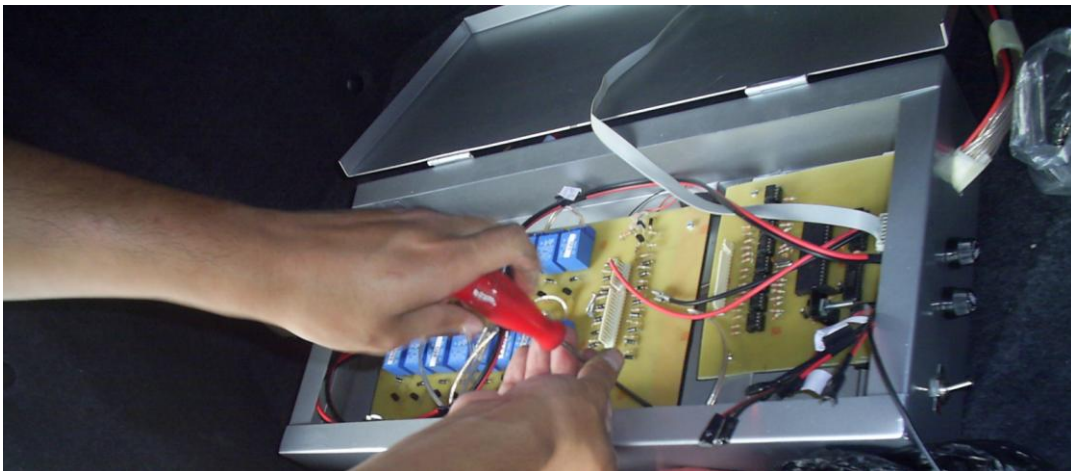
**Figura 4.23. Corte e instalación del nuevo cableado.**

Al finalizar la instalación de los cables los unimos en su extremo para poder realizar pruebas de continuidad entre sensores, actuadores y las respectivas computadoras del vehículo. Las pruebas realizadas fueron satisfactorias así que seguimos con el siguiente paso que es la instalación de las placas electrónicas.



**Figura 4.24. Comprobación de las placas juntas y con la computadora**

Antes de instalar las placas electrónicas hicimos una última verificación del correcto funcionamiento de las mismas con la batería del vehículo siendo así, armamos primero las placas de control porque requeríamos cortar a la medida los cables que llegan a los relés, después instalamos la placa de control; cabe decir que previamente a esto ya habíamos hecho las instalaciones de alimentación y fusibles en las cajas metálicas donde estarán alojadas las placas electrónicas.



**Figura 4.25. Instalación de las placas electrónicas**

Al concluir la instalación hicimos las respectivas pruebas y verificamos que la instalación fue exitosa. Terminando así con la instalación eléctrica y electrónica



**Figura 4.26. funcionamiento correcto del sistema**

Para que sea un módulo de entrenamiento correcto fue necesario instalar manómetros de presión.

Un manómetro de presión de 200 PSI fue instalado en riel de inyectores con la finalidad de medir la presión del mismo. Esta instalación posee además una llave de  $\frac{1}{4}$  de vuelta y un acople rápido en caso de que se requiera ingrese otro combustible o realizar un mantenimiento de inyectores.



**Figura 4.27. Manómetro de presión de combustible.**

El otro manómetro que es de 300 PSI fue instalado en la transmisión automática para poder medir las variaciones de presiones existentes al momento de activarse o desactivarse los solenoides.



**Figura 4.28. Manómetro de presión de fluido hidráulico.**

#### **4.8 UTILIZACION DEL PROGRAMA.**

El modo de utilización de este programa es muy fácil, puesto que posee muy pocos comandos, y los que tiene son visibles y están muy bien identificados. Además posee una interfaz gráfica muy completa, y se facilita el manejo ya que todas las pantallas son de similar estructura gráfica y posición de comandos.

#### 4.8.1. Pantalla de inicio

Esta pantalla se presenta cuando se inicia el programa. En esta pantalla se detalla el tema de la tesis, nombra de la universidad y la carrera a que pertenece. Adema en esta pantalla se debe ingresar la contraseña para continuar con el programa; la contraseña es: "OPTRA" o "optra".



Figura 4.29. Pantalla de inicio

Esta pantalla es similar tanto para el programa de control de motor como para el programa de control de transmisión y ABS.

#### 4.8.2. Pantalla principal

En la pantalla principal existe un menú en la parte superior izquierda de esta, en el cual se puede seleccionar varias opciones. Al igual que en la pantalla principal esta pantalla es similar para el programa de transmisión y de motor.



Figura 4.30. Menú de opciones

#### 4.8.2.1 Información del vehículo

Al seleccionar la opción de “Información del vehículo” se despliega un menú en el cual contiene las siguientes opciones, en el programa de control de motor:

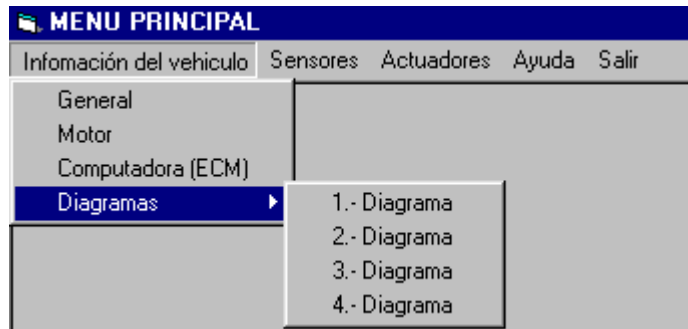


Figura 4.31. Menú de opciones / Información del vehículo

- GENERAL en esta pantalla se describe las características generales del vehículo.
- MOTOR en esta se describe las características del motor, y curvas de su rendimiento.
- COMPUTADORA (ECM) se describe que ECU posee el vehículo y la distribución de pines.
- DIAGRAMAS se despliega un sub menú en el cual tenemos 4 diagramas eléctricos de computadora, sensores y actuadores.

Para el programa de transmisión y ABS se despliega la siguiente pantalla:

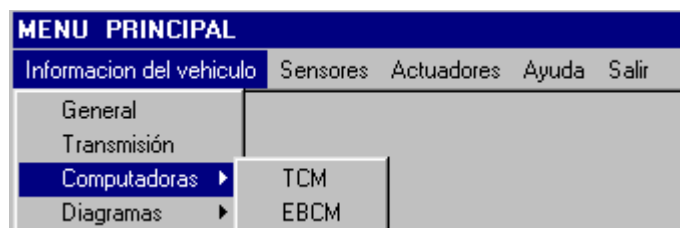


Figura 4.32. Menú de información del vehículo

- GENERAL en esta pantalla se describe las características generales del vehículo.
- TRANSMISION en esta se describe las características de la transmisión, y sus conectores.
- COMPUTADORAS se despliega un sub menú TCM en donde se explica los conectores y pines de esta computadora; EBCM donde se explica de igual manera los conectores y pines de esta.

- DIAGRAMAS se despliega un sub menú Transmisión que posee 2 diagramas eléctricos de sus sensores y actuadores; ABS donde presenta un diagrama eléctrico de este sistema.

#### 4.8.2.2 Sensores

Al seleccionar la opción de “Sensores” se despliega un menú en el cual contiene las siguientes opciones de todos los sensores que controla el programa, de los cuales se despliega una sub pantalla en cada uno de ellos que son “Información” y “Fallas”, en el programa de control de motor:

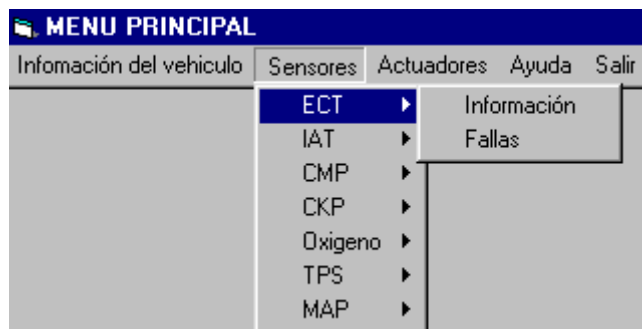


Figura 4.33. Menú de opciones / Sensores

- INFORMACIÓN en esta pantalla se describe toda la información del sensor en descripción.



Figura 4.34. Sensores / Información

En esta pantalla tenemos 2 botones que controlan a esta.

El primer botón es “Ir a Fallas”, el cual nos sirve como vínculo entre la pantalla de información del sensor y la falla del sensor que estamos viendo.



Figura 4.35. Botón "Ir a Fallas"

El segundo botón es "Regresar al menú principal", el cual nos sirve para retornar a la pantalla principal.



Figura 4.36. Botón "Regresar al menú principal"

Además en esta pantalla se encuentra distribuida información del sensor como es el "Diagrama eléctrico", "Información" y la "Ubicación en el motor".

Para el programa de control de transmisión y ABS se tiene la misma estructura de la pantallas de control de motor.

- FALLAS en esta pantalla se tiene la opción de introducir una falla al vehículo, además de información adicional como los pines del sensor, número de cables, colores, etc.



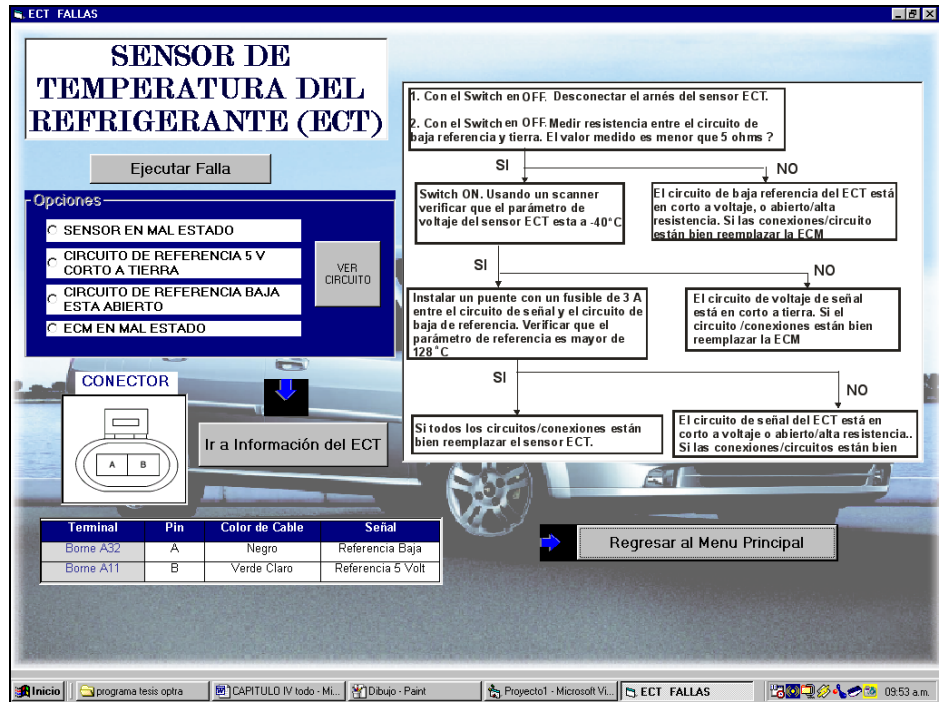


Figura 4.37. Sensores / Fallas

En esta pantalla tenemos 3 botones que controlan a esta.

El primer botón es “Ir a Información”, el cual nos sirve como vínculo entre la pantalla de Fallas del sensor y la pantalla de Información del sensor que estamos viendo.

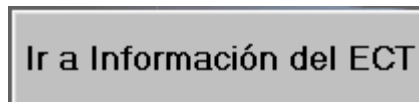


Figura 4.38. Botón “Ir a Información”

El segundo botón es “Regresar al menú principal”, el cual nos sirve para retornar a la pantalla principal.



Figura 4.39. Botón “Regresar al menú principal”

El tercer botón es “Ejecutar Falla”, el cual nos sirve para introducir la falla al vehículo, esto además activa el menú de “Opciones” para corregir la falla siguiendo el “Diagrama de Flujo” que se encuentra a la derecha de la

pantalla y al botón “Ver circuito” que nos permite ver el diagrama eléctrico del sensor que estemos trabajando.

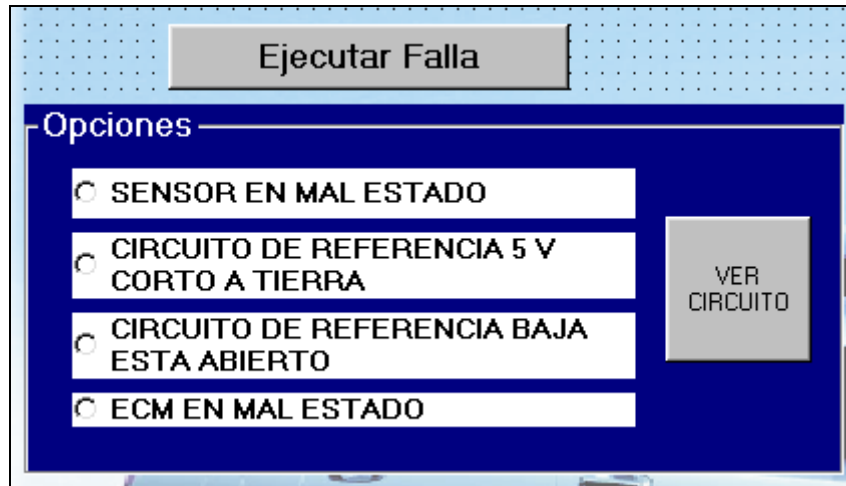


Figura 4.40. Botón “Ejecutar Falla”

Además en esta pantalla se encuentra distribuida información del sensor como es el “Tabla del sensor”, “Conector” y el “Diagrama de flujo” para corregir la falla.

Para el programa de control de transmisión y ABS se tiene la misma estructura de la pantallas de control de motor, excepto que no tiene el botón de “ver circuito”.

#### 4.8.2.3 Actuadores

Al seleccionar la opción de “Actuadores” se despliega un menú en el cual contiene las siguientes opciones de todos los actuadores que posee el vehículo que controla el programa, de los cuales se despliega una sub pantalla en cada uno de ellos que son “Información” y “Fallas”, en el programa de control de motor:

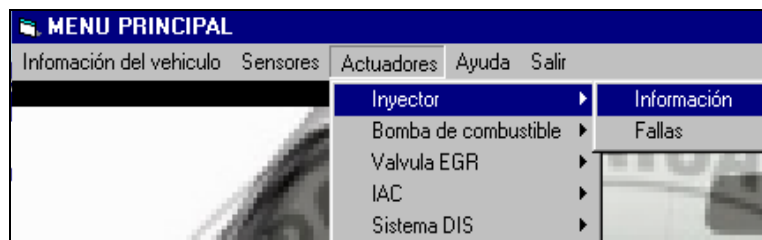


Figura 4.41. Menú de opciones / Actuadores

- INFORMACIÓN en esta pantalla se describe toda la información del actuador en descripción.

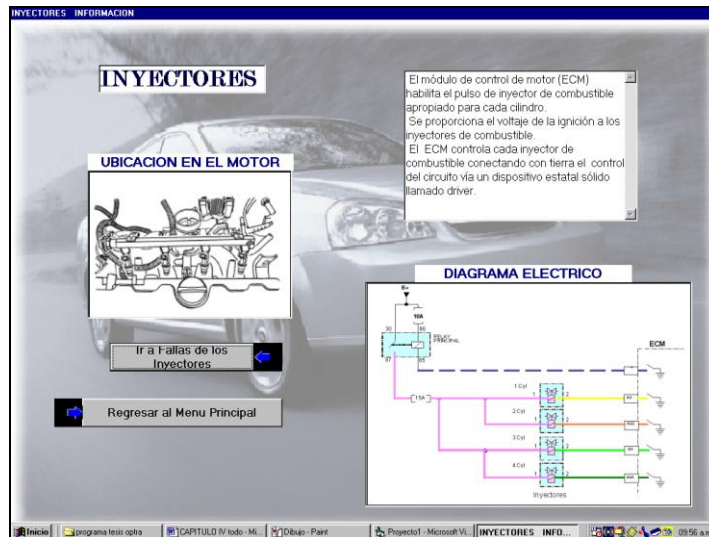


Figura 4.42. Actuadores / Información

En esta pantalla tenemos 2 botones que controlan a esta.

El primer botón es “Ir a Fallas”, el cual nos sirve como vínculo entre la pantalla de información del actuador y la falla del mismo, que estamos viendo.

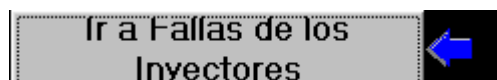


Figura 4.43. Botón “Ir a Fallas”

El segundo botón es “Regresar al menú principal”, el cual nos sirve para retornar a la pantalla principal, al igual que en los sensores.



Figura . Botón 4.44 “Regresar al menú principal”

Además en esta pantalla se encuentra distribuida información del actuador como es el “Diagrama eléctrico”, “Información” y la “Ubicación en el motor”.

Para el programa de control de transmisión y ABS se tiene la misma estructura de la pantallas de control de motor.

- FALLAS en esta pantalla se tiene la opción de introducir una falla al vehículo en los actuadores, además de información adicional como los pines del sensor, número de cables, colores, etc.

**Terminal**    **Pin**    **Color de Cable**    **Señal**

Borne	A	Rosado	Voltaje ING
Borne A9	B1	Amarillo/Verde	Tierra #1
Borne A22	B2	Café/Bianco	Tierra #2
Borne A6	B3	Verde/Negro	Tierra #3
Borne A26	B4	Verde/Bianco	Tierra #4

Figura 4.45. Actuadores / Fallas

En esta pantalla tenemos 3 botones que controlan a esta como en los sensores, “Ir a Información”, “Regresar al menú principal” y “Ejecutar Falla”, además de “Ver circuito”

Para el programa de control de transmisión y ABS se tiene la misma estructura de la pantallas de control de motor, excepto que no tiene el botón de “ver circuito”.

#### 4.8.2.4 Ayuda

Al seleccionar la opción de “Ayuda” se despliega un menú en el cual contiene las siguientes opciones:

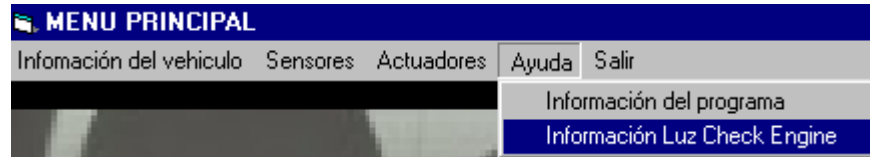


Figura 4.46. Menú de opciones / Ayuda

- INFORMACIÓN DEL PROGRAMA en esta pantalla se describe las características generales del programa, como año de realización, realizadores, director y codirector de tesis, etc.



Figura 4.47 . Ayuda / Información del programa

- LUZ MIL en esta se describe los pasos que se debe seguir para ingresar el scanner en caso de alguna falla por medio de un diagrama de flujo y la ubicación de la luz mil en el tablero.

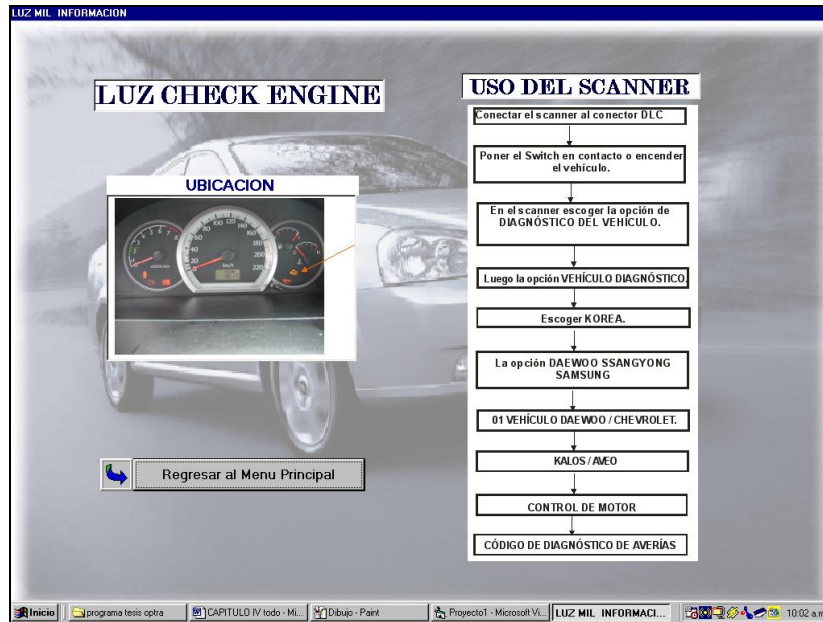


Figura 4.48. Ayuda / Información luz MIL

Para el programa de control de Transmisión y ABS se tiene las mismas opciones que en el de control de motor.

#### 4.8.2.5 Salir

Al seleccionar la opción de "Salir" se despliega un botón para finalizar el programa tanto para control de motor como para el de transmisión y ABS.

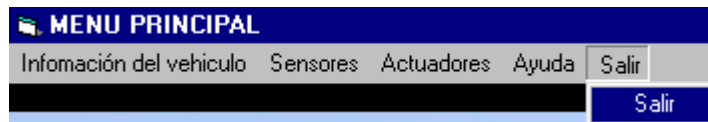


Figura 4.49. Menú de opciones / Salir

## CONCLUSIONES

Al terminar satisfactoriamente el trabajo de investigación propuesto se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Hemos logrado diseñar e instalar un módulo de entrenamiento para el vehículo VEHÍCULO OPTRA T/A que pertenece a la Carrera de Ingeniería Automotriz de la ESPE sede Latacunga.

- La instalación de este módulo no afecta directamente a ningún sistema mecánico, eléctrico, electrónico e hidráulico.
- El módulo tiene la capacidad de introducir fallas y corregirlas, tanto al sistema electrónico del: motor, transmisión automática y ABS.
- El módulo está diseñado para ser controlado por medio de un software el cual se comunica con una placa electrónica de control, la que a su vez maneja una placa de potencia.
- El módulo posee protecciones como los fusibles, opto acopladores que se encuentran ubicados en la placa de control para proteger el microcontrolador y la computadora.
- El software resulta de fácil instalación y manejo gracias a la interfase gráfica de sus pantallas y botones de rápido acceso.
- El módulo está controlado por el PIC 16f877a gracias a su gran versatilidad, fácil programación, bajo costo y muy comercial.
- El PIC 16F877a es muy propenso a recibir señales externas como ruidos, por lo que es necesario instalar los filtros correspondientes.
- De las pruebas realizadas al ingresar fallas al motor se prenderá la luz de Check Engine, al hacerlo a la transmisión automática empezará a titilar la luz Hold y en el caso de frenos ABS se encenderá la luz ABS.
- Los códigos obtenidos en el Scanner son de tipo OBDII.
- Al instante que fallase un sensor WSS el sistema de frenos ABS dejará de funcionar.

- Al introducir cualquier tipo de falla en la transmisión automática, esta pasará al modo de emergencia.

## **RECOMENDACIONES**

Para el diseño, construcción, instalación y utilización de este módulo se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- Al realizar las pruebas de los solenoides (solenoides 1) no realizarlas por más de 2 minutos, ya que puede sufrir daños el convertidor de par, los frenos y embragues.
- Seleccionar correctamente los circuitos y elementos electrónicos a utilizar en este módulo.



- Verificar siempre el voltaje y la corriente de alimentación de los circuitos integrados.
- Verificar los circuitos electrónicos en ProtoBoard antes de la realización en placas electrónicas, y si es posible hacer simulaciones en programas computacionales.
- Probar continuidad en las placas antes de proceder a soldar los elementos y verificar que estos se encuentren en buen estado.
- Probar continuidad en las placas después de soldar los elementos, en busca de soldas frías, contactos en mal estado.
- Realizar las conexiones adecuadas de positivo y tierra así como los fusibles correspondientes.
- Realizar las pruebas con los instrumentos de medición adecuados.
- Seguir los diagramas de flujo tal como se indican en la pantalla de cada falla.
- Después de realizar el entrenamiento es necesario revisar todos los módulos por medio del scanner, para verificar que no se queden fallas grabadas y si es así borrarlas.
- Tener cuidado al manipular los conectores del vehículo, ya que pueden dañarse y no brindar la seguridad e información adecuada.
- Manipular con cuidado el módulo de entrenamiento ya que posee elementos electrónicos sensibles a golpes.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- WATSON BEN – Manual de Fuel injection Chevrolet , Ed. Prentice Hall.,1994
- CASTRO M. - Inyección Electrónica en motores gasolina. Edit. CEAC 1990.
- BOSCH – Electrónica aplicada al motor.
- ALBERT MARTÍ – Inyección electrónica en motores gasolina, ed. Alfa Omega, 1990

- SANTIAGO CORRALES - Electrónica práctica con microcontroladores PIC, Ed . Imprenta Gráfica, 2006
- GENERAL MOTORS, manual del Chevrolet optra, 2006
- ERAZO GERMÁN, Folleto de inyección electrónica gasolina
- MATHIAS BREJCHA Cajas de cambio automáticas, Ed. Paraninfo
- [www. Chevrolet.com.ec](http://www.Chevrolet.com.ec).
- [www.rolcar.com.mx/mecánico\\_de\\_los\\_saba2.htm](http://www.rolcar.com.mx/mecánico_de_los_saba2.htm)
- [www.redtécnicaautomotriz.com](http://www.redtécnicaautomotriz.com)

# **PROGRAMA DEL PIC**

```
#INCLUDE <16F877A.H>
```

```
#include <stdlib.h>
```

```
#define PITOPIN_E1
```

```
#define SET      PIN_A4
```

```
#fuses HS, NOWDT, NOLVP
```

```
#use delay (clock=4000000)
```

```
#use fast_io(A)
```

```
#use fast_io(B)
```

```
#use fast_io(C)
```

```
#use fast_io(D)
```

```
//.....
```

```
// Definición de Subrutinas
```

```

//.....

void pito_inicio();
void leer_puerto();
void pito_error();

//.....

char puerto,conta;

struct
{
    char dato          : 1;
    char error        : 1;

} BANDERAS;

enum
{
    menu_ini

}MODO=menu_ini;

void main()
{
    set_tris_a(0b00011111);    //configurar el puertoA como entradas
    set_tris_b(0b00000000);    //configurar el puerto B,C,D como
salida
    set_tris_d(0b00000000);
    set_tris_c(0b00000000);
    set_tris_e(0b00000010);

```

```

setup_adc_ports(NO_ANALOGS);

conta=0;
BANDERAS.dato=1;
BANDERAS.error=0;

port_b_pullups(false);
output_a(0x00);
output_b(0x00);
output_c(0x00);
output_d(0x00);
output_e(0x00);

pito_inicio();

while(TRUE)
{
if (BANDERAS.dato==1)
    {
        switch(MODO)
        {
            case menu_ini:
                {
                    leer_puerto();
                    break;
                }
        }
    }
}

void pito_inicio()
{
char i;

```

```

        for(i=0;i<4;i++)
        {
            output_high(pito);
            delay_ms(200);
            output_low(pito);
            delay_ms(200);
        }
    }
    void pito_error()
    {
        char i;
        if(BANDERAS.error==1)
        {
            if(conta==1)
            {
                for(i=0;i<6;i++)
                {
                    output_high(pito);
                    delay_ms(100);
                    output_low(pito);
                    delay_ms(100);
                }
            }
        }
        BANDERAS.error=0;
    }
}
void leer_puerto()
{
    puerto=input_a();
    if (input(SET))
    {
        switch(puerto)

```

```
{

    case 16:
    {
        BANDERAS.error=1;
        output_b(0b00000001);
        output_c(0x00);
        conta++;
        pito_error();
        if(conta==3)
        {
            BANDERAS.error=0;
            conta=2;
        }
        break;
    }

    case 17:
    {
        BANDERAS.error=1;
        output_b(0b00000010);
        output_c(0x00);
        conta++;
        pito_error();
        if(conta==3)
        {
            BANDERAS.error=0;
            conta=2;
        }
        break;
    }
    case 18:
    {
```



```

BANDERAS.error=1;
output_b(0b00000100);
output_c(0x00);
conta++;
pito_error();
    if(conta==3)
    {
        BANDERAS.error=0;
        conta=2;
    }
break;
}
case 19:
{
output_b(0b00001000);
output_c(0x00);
conta++;
pito_error();
    if(conta==3)
    {
        BANDERAS.error=0;
        conta=2;
    }
break;
}
case 20:
{
output_b(0b00010000);
output_c(0x00);
conta++;
pito_error();
    if(conta==3)
    {

```

```
        BANDERAS.error=0;
        conta=2;
    }
break;
}
case 21:
{
output_b(0b00100000);
output_c(0x00);
conta++;
pito_error();
    if(conta==3)
    {
        BANDERAS.error=0;
        conta=2;
    }
break;
}
case 22:
{
output_b(0b01000000);
output_c(0x00);
conta++;
pito_error();
    if(conta==3)
    {
        BANDERAS.error=0;
        conta=2;
    }
break;
}
case 23:
{
```

```
output_b(0b10000000);
output_c(0x00);
conta++;
pito_error();
    if(conta==3)
    {
        BANDERAS.error=0;
        conta=2;
    }
break;
}
case 24:
{
output_c(0b00000001);
output_b(0x00);
conta++;
pito_error();
    if(conta==3)
    {
        BANDERAS.error=0;
        conta=2;
    }
break;
}
case 25:
{
output_c(0b00000010);
output_b(0x00);
conta++;
pito_error();
    if(conta==3)
    {
        BANDERAS.error=0;
```

```
        conta=2;
    }
break;
}
case 26:
{
output_c(0b00000100);
output_b(0x00);
conta++;
pito_error();
    if(conta==3)
    {
        BANDERAS.error=0;
        conta=2;
    }
break;
}
case 27:
{
output_c(0b00001000);
output_b(0x00);
conta++;
pito_error();
    if(conta==3)
    {
        BANDERAS.error=0;
        conta=2;
    }
break;
}
case 28:
{
output_c(0b00010000);
```

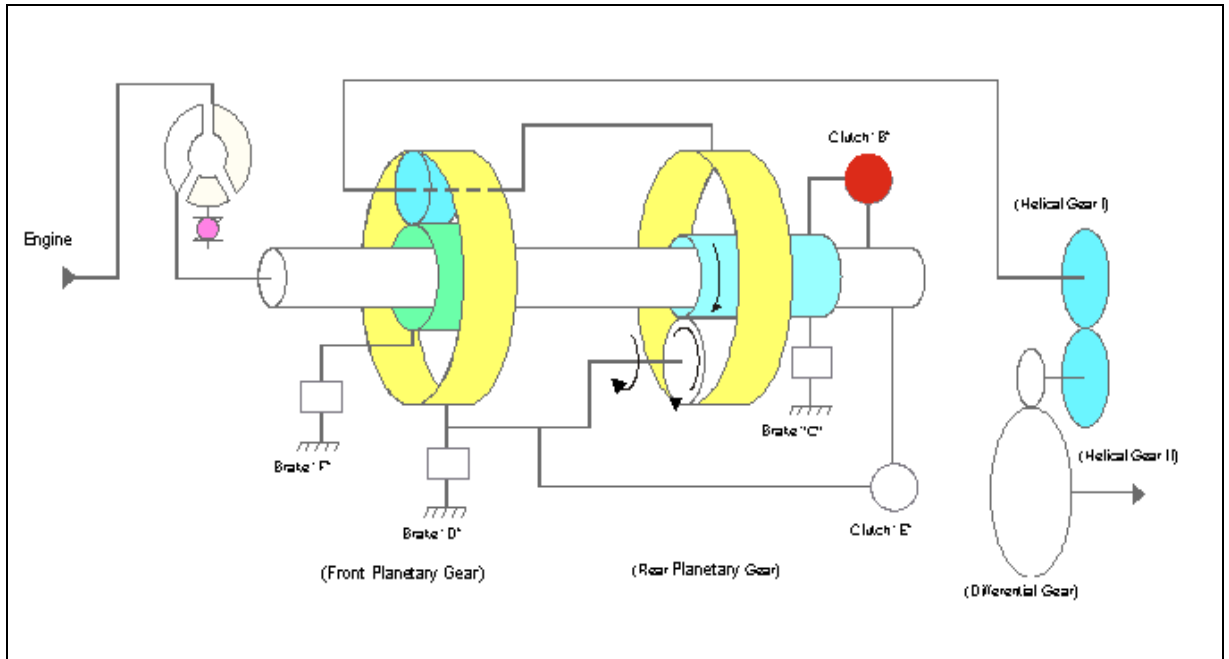
```
output_b(0x00);
conta++;
pito_error();
    if(conta==3)
    {
        BANDERAS.error=0;
        conta=2;
    }
break;
}
case 29:
{
output_c(0b00100000);
output_b(0x00);
conta++;
pito_error();
    if(conta==3)
    {
        BANDERAS.error=0;
        conta=2;
    }
break;
}
case 30:
{
output_c(0b01000000);
output_b(0x00);
conta++;
pito_error();
    if(conta==3)
    {
        BANDERAS.error=0;
        conta=2;
    }
}
```

```
        }
    break;
}
case 31:
{
    output_c(0b10000000);
    output_b(0x00);
    conta++;
    pito_error();
        if(conta==3)
        {
            BANDERAS.error=0;
            conta=2;
        }
    break;
}
}
}
}
```

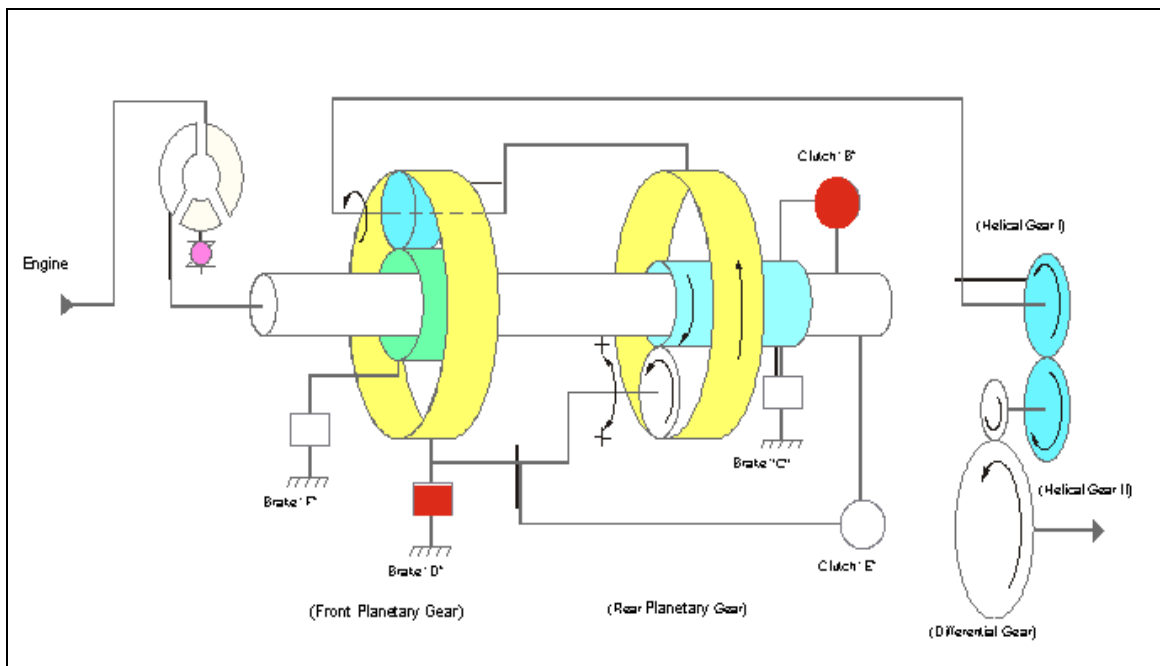
ANEXO "B"

**CIRCUITOS MECÁNICOS DE LA**  
**TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA**

## PARK / NEUTRAL

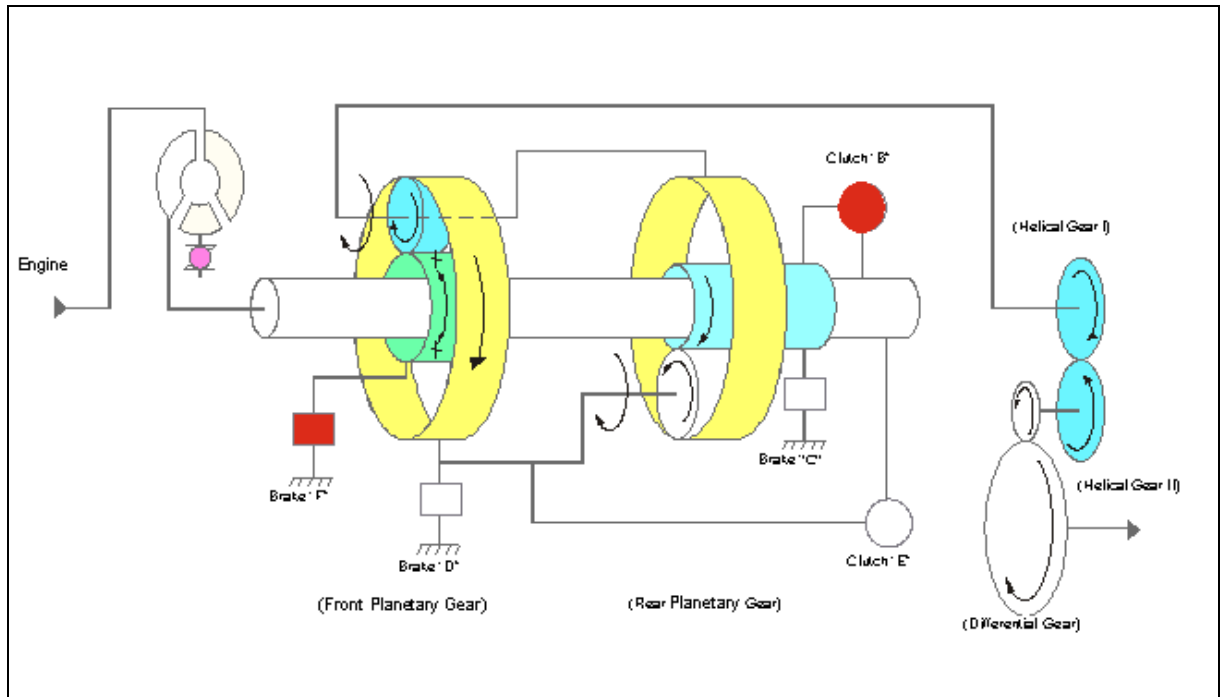


## REVERSA

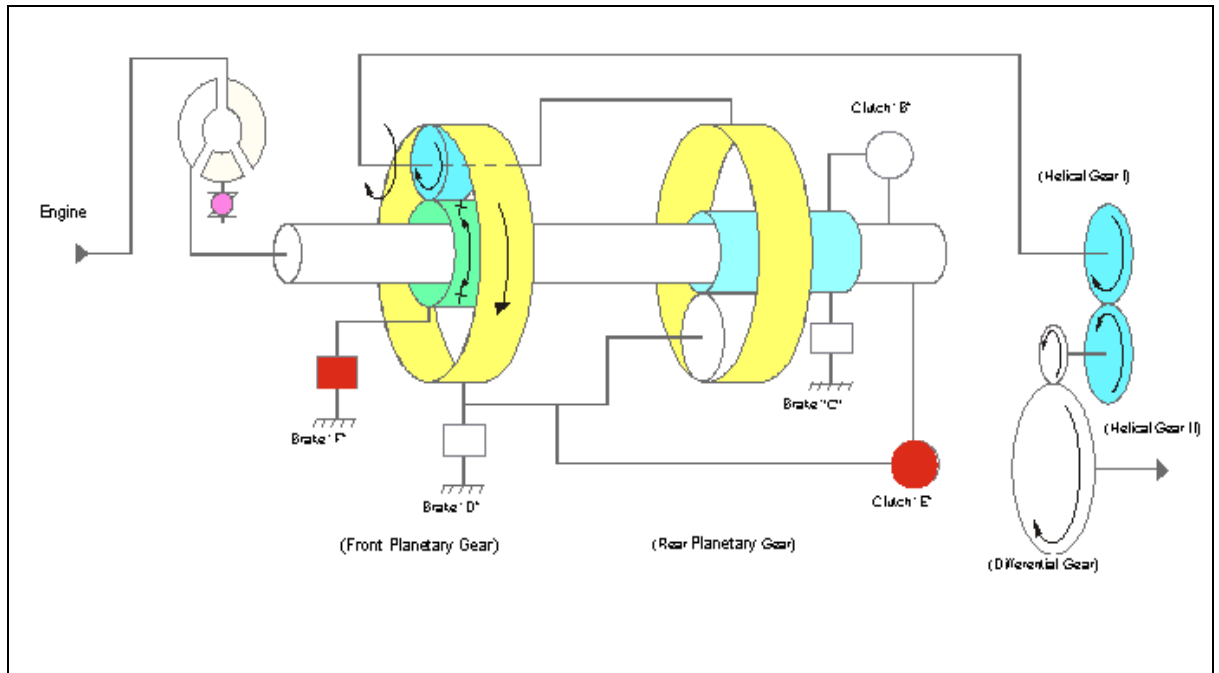




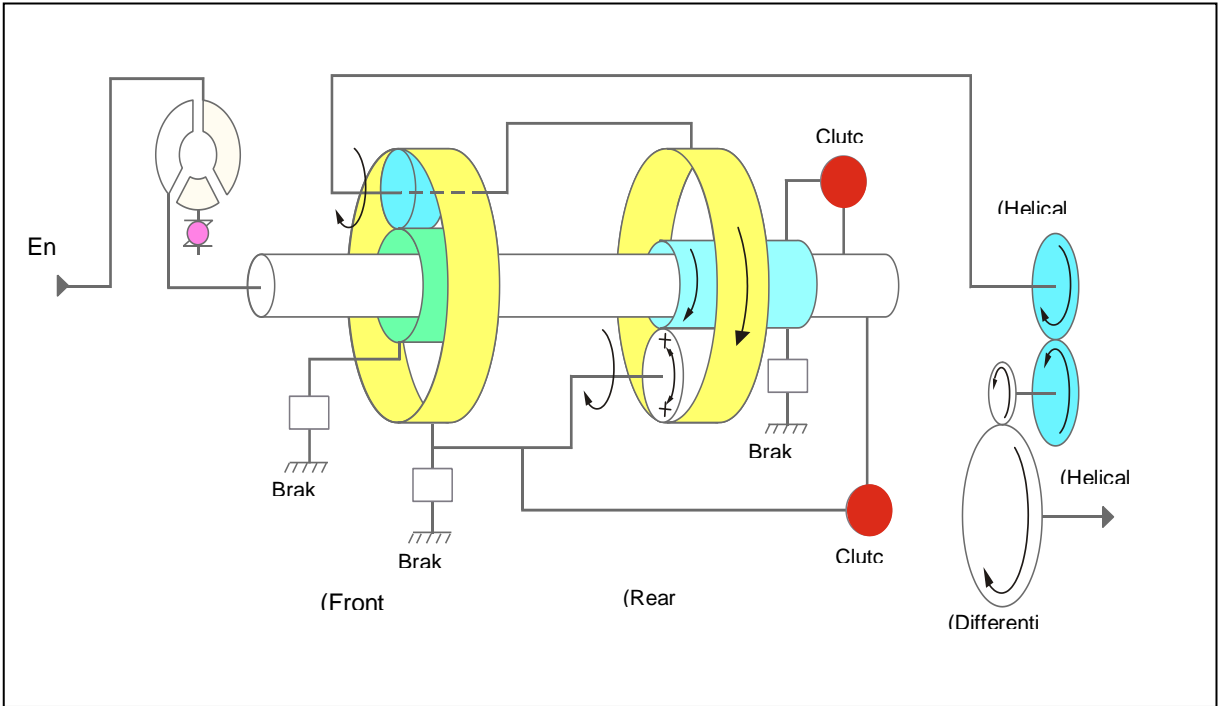
## PRIMERA MARCHA



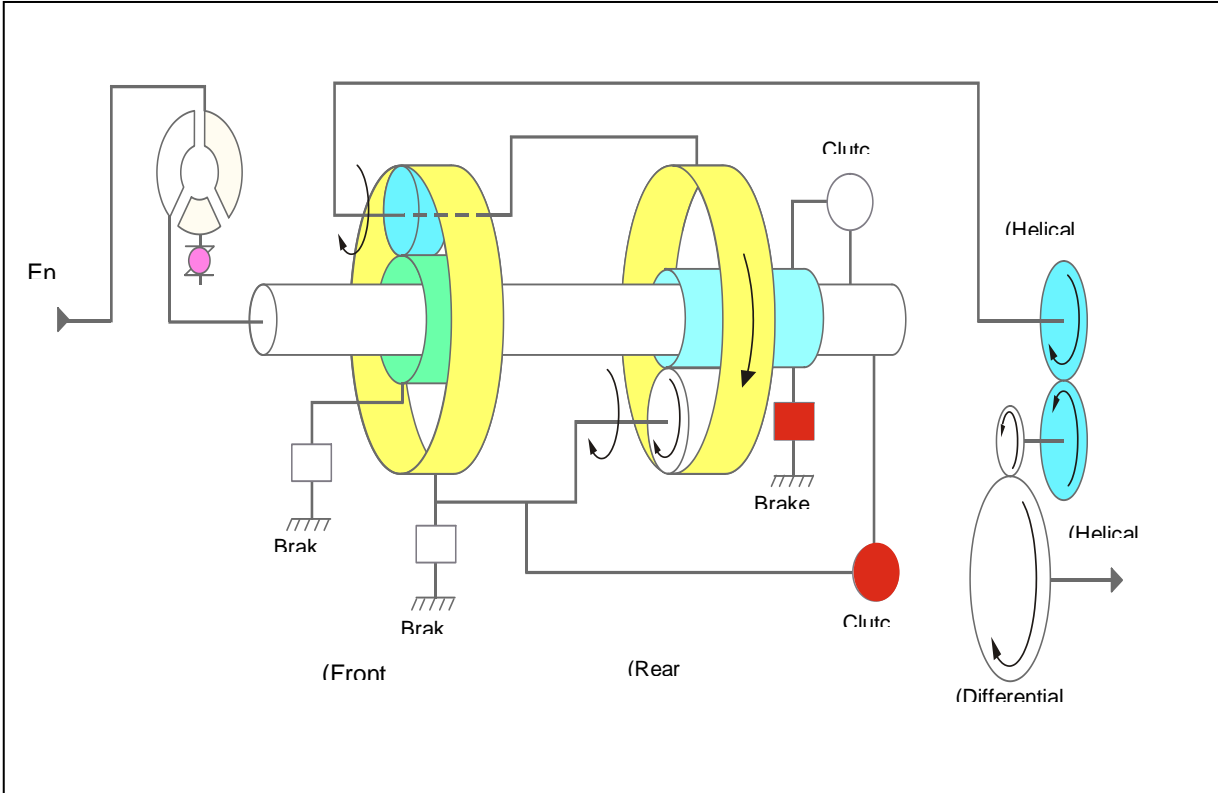
## SEGUNDA MARCHA



**TERCERA MARCHA**



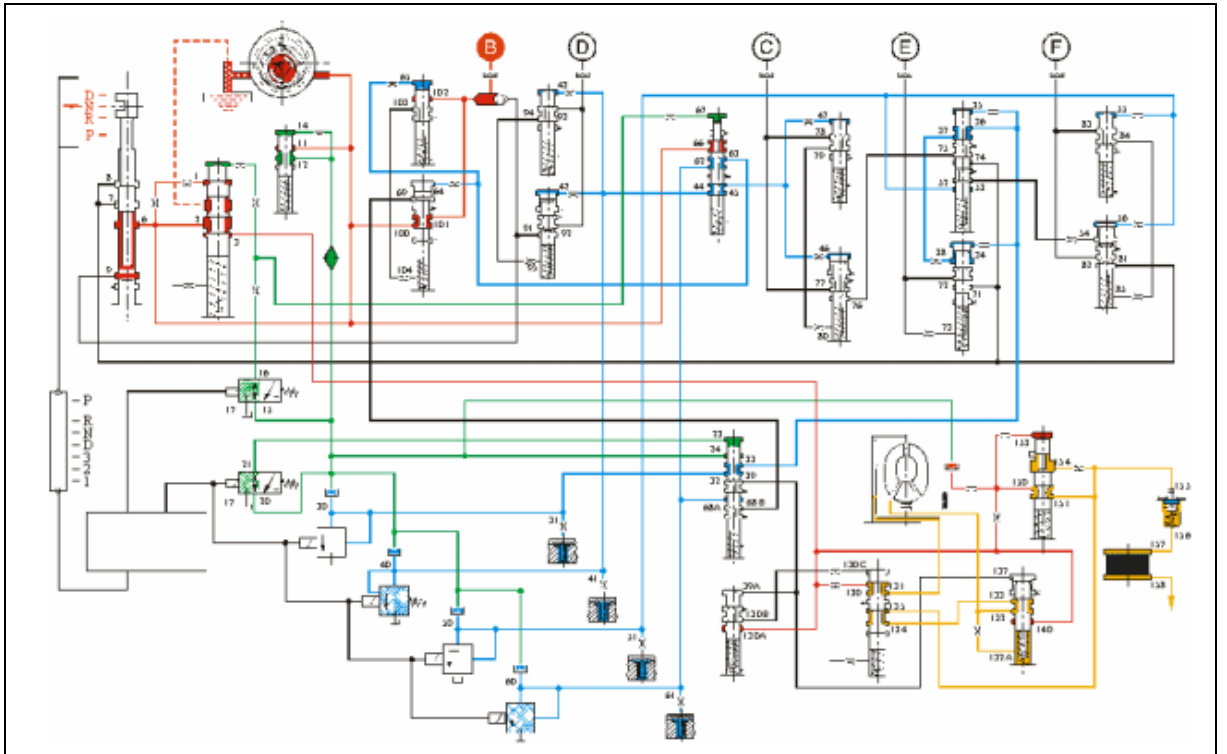
**CUARTA MARCHA**



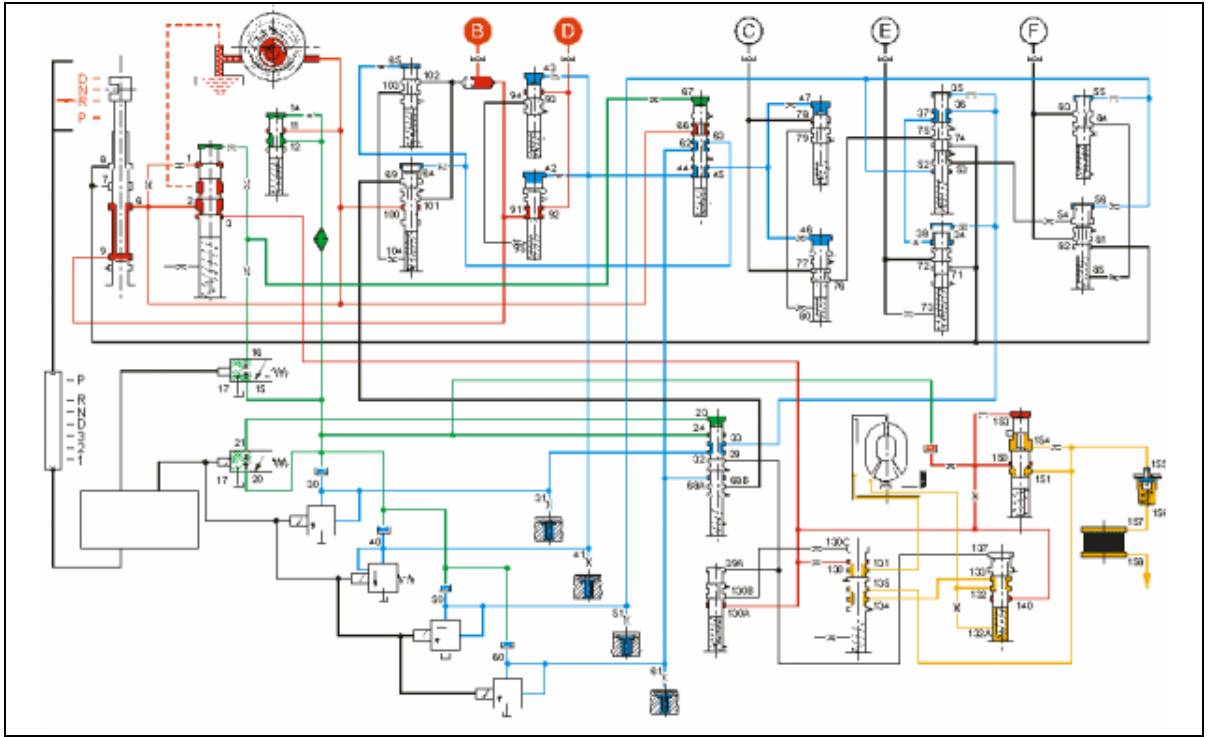
ANEXO "C"

**CIRCUITOS HIDRÁULICOS DE LA**  
**TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA**

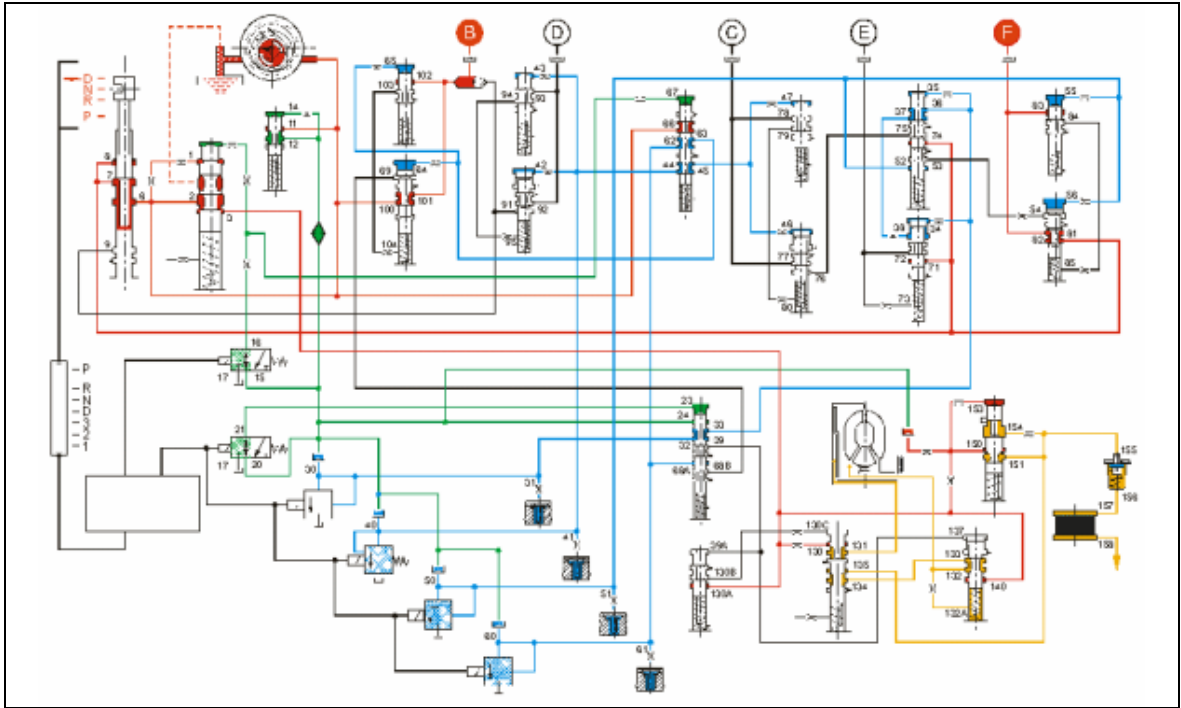
## PARK / NEUTRAL



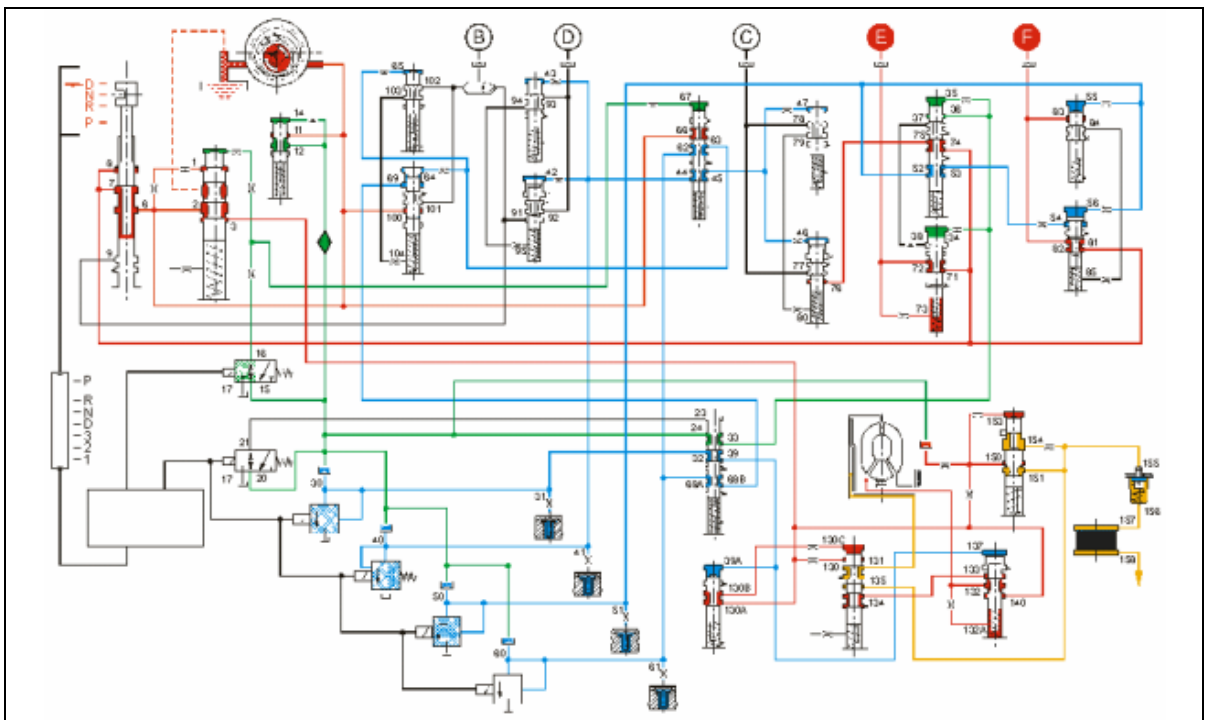
## REVERSA



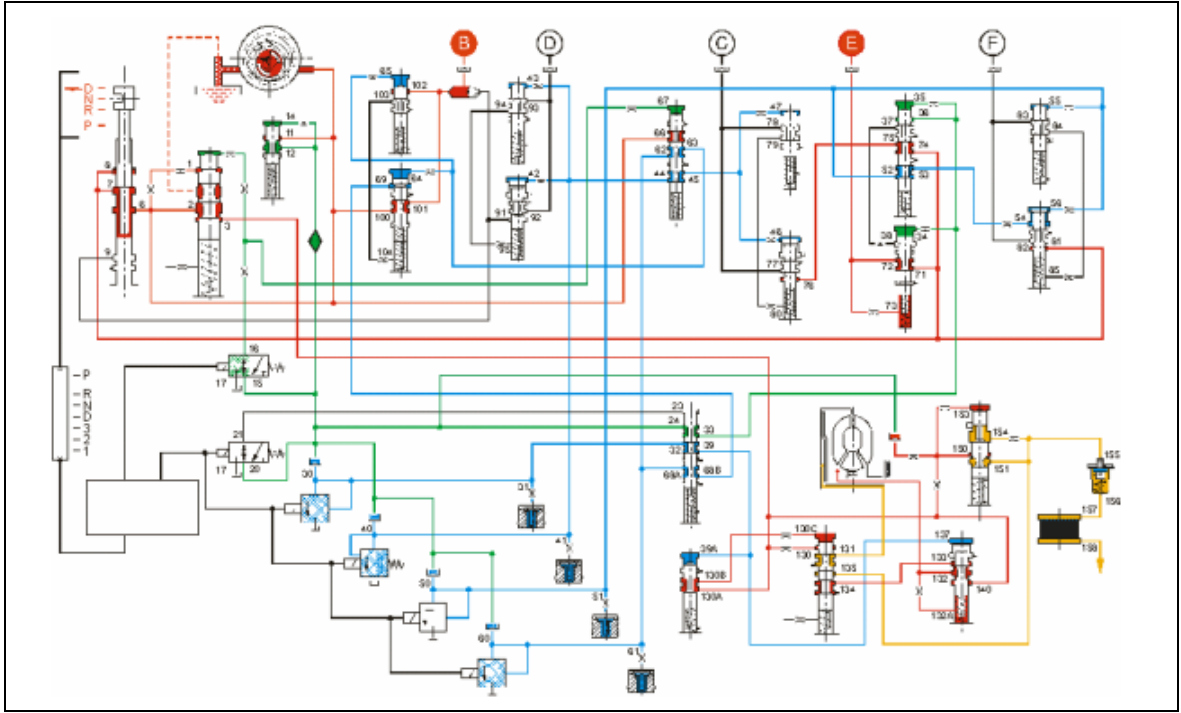
**PRIMERA MARCHA**



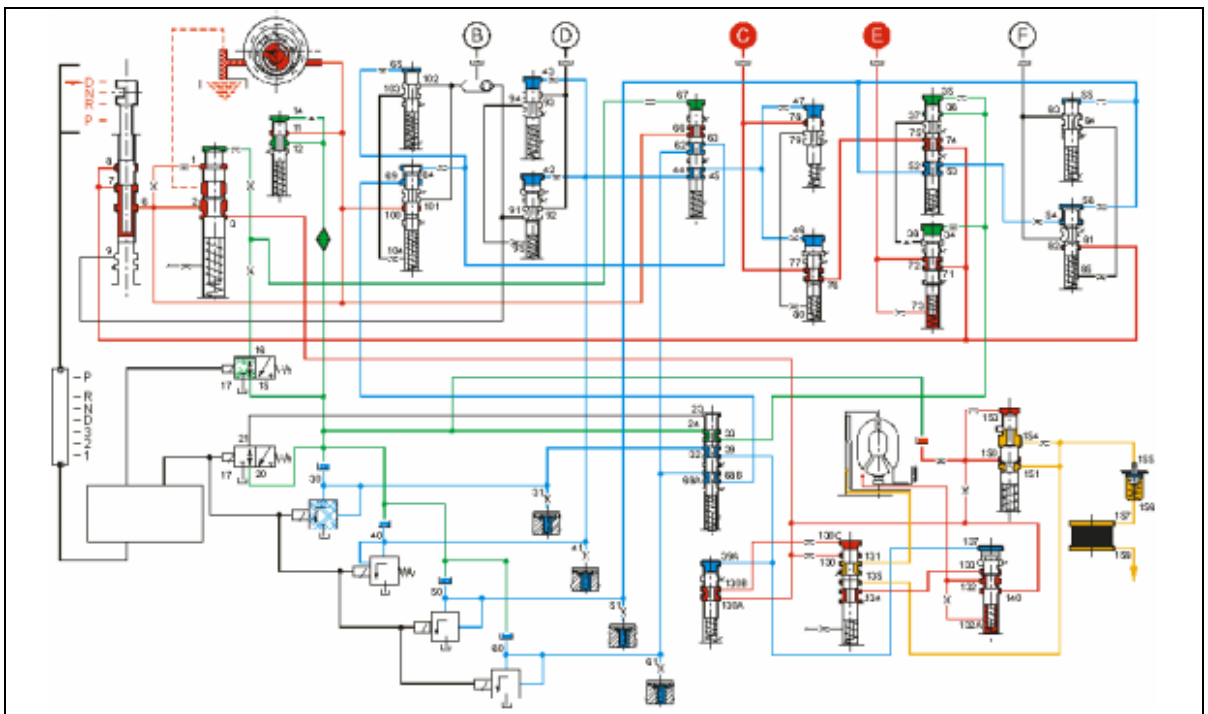
**SEGUNDA MARCHA**



### TERCERA MARCHA

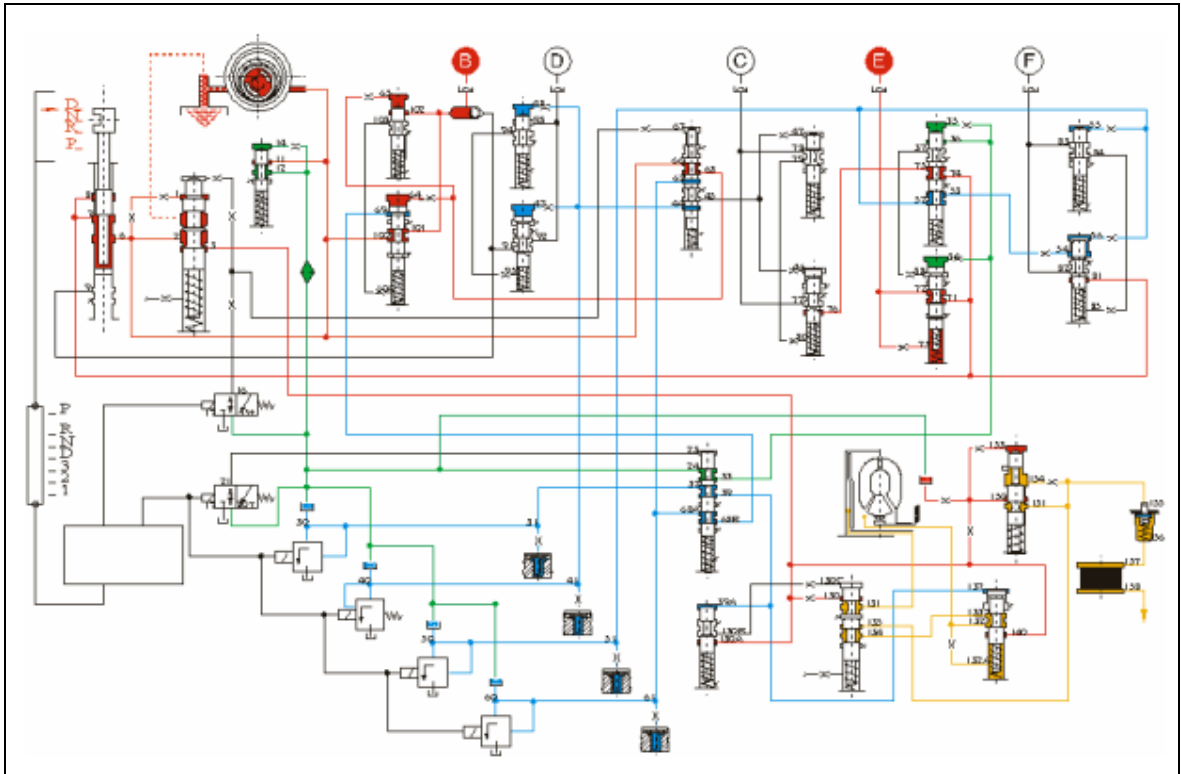


### CUARTA MARCHA

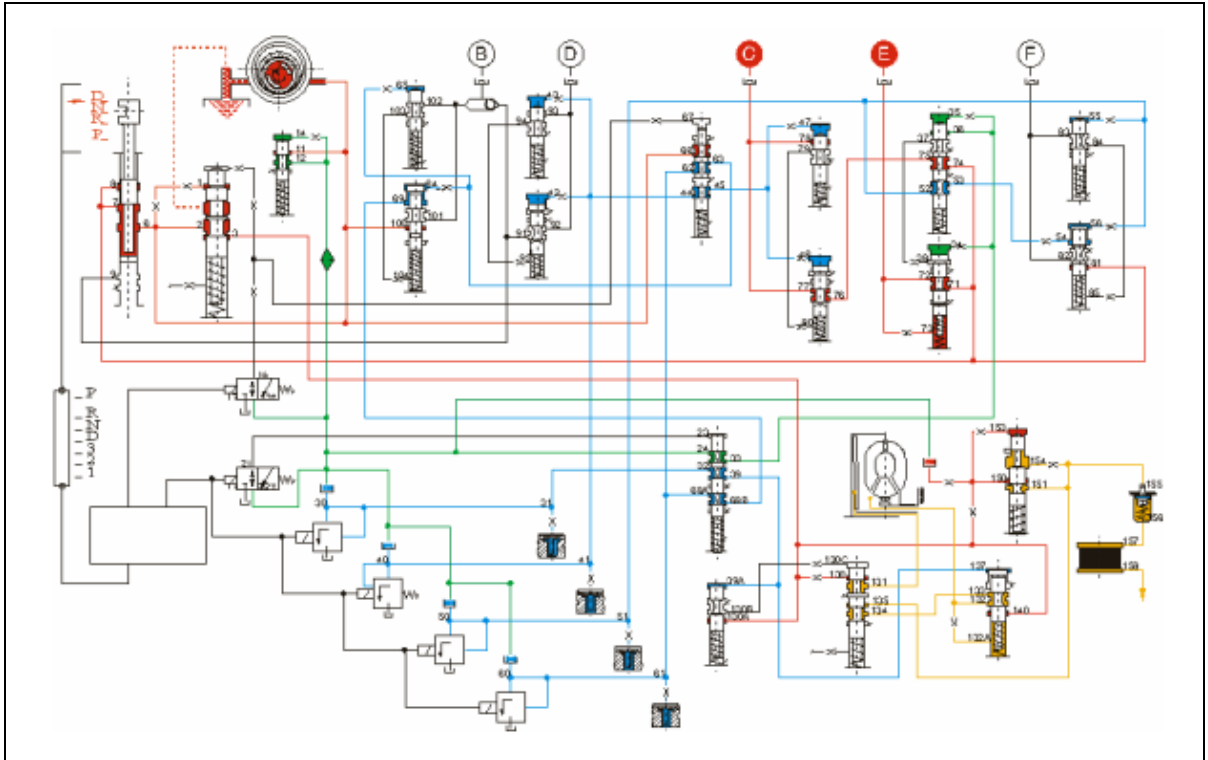




### TERCERA MARCHA EMERGENCIA



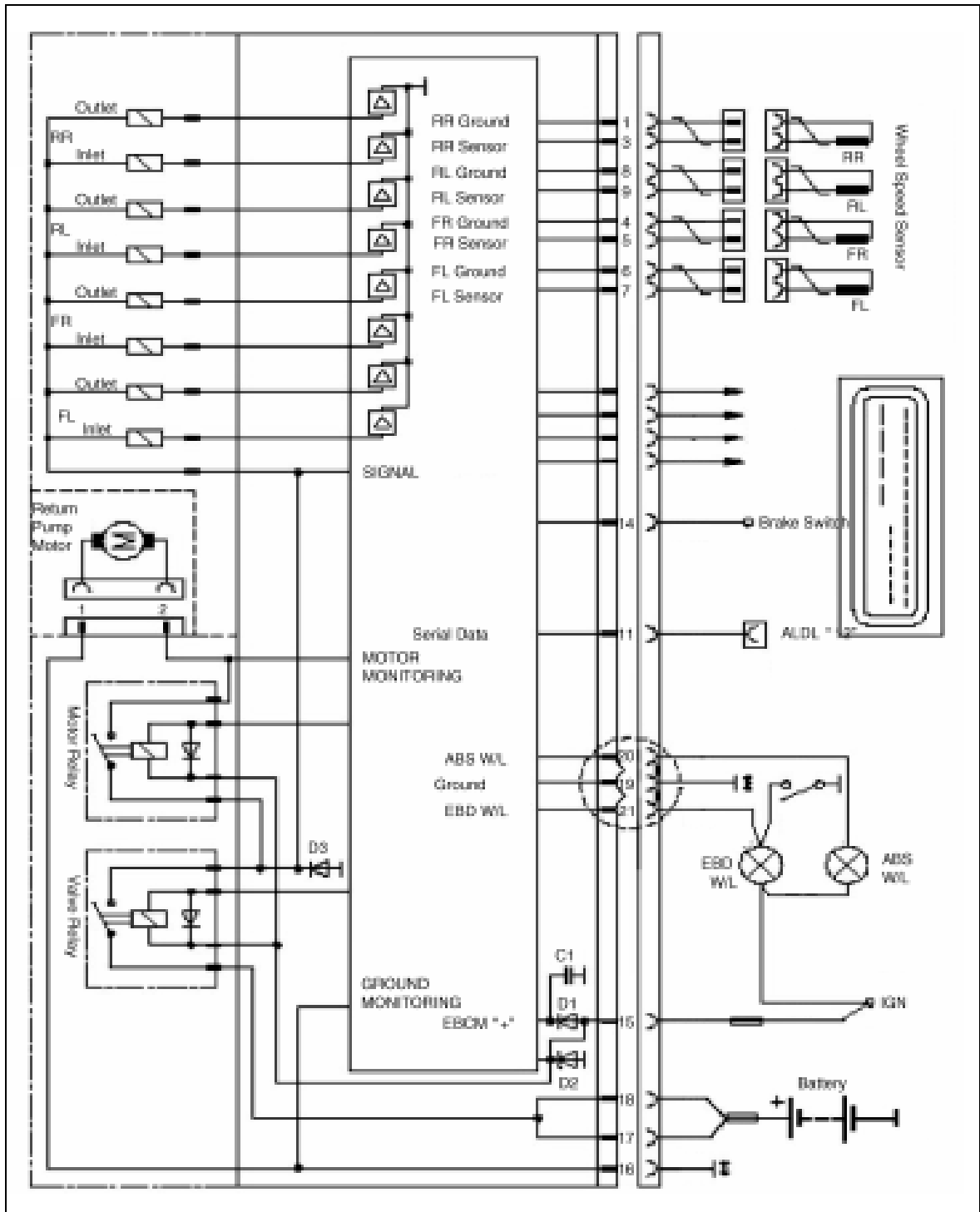
### CUARTA MARCHA EMERGENCIA



ANEXO "D"

# **DIAGRAMAS ELÉCTRICO** **DEL SISTEMA ABS**

**ESQUEMA DE COMPONENTES DEL SISTEMA  
ABS – TCS – EBD**



**Latacunga, Julio del 2007**

**LOS AUTORES**

---

**Sr. Hugo Alejandro Tapia Terán**

---

**Sr. Luis Oswaldo Vásquez Arcos**

**EL COORDINADOR DE CARRERA**

---

**Ing. Juan Castro Clavijo**

**UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO**

---

**Dr. Eduardo Vásquez Alcázar**