



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

**ESPE – LATACUNGA**

**CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ**

**TESIS DE GRADO**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MODULO DE  
ENTRENAMIENTO DEL SISTEMA DE INYECCION  
ELECTRÓNICA DE GASOLINA DEL VEHICULO  
CORSA WIND”.**

**JOSE L. QUIROZ ERAZO  
LEONIDAS A. QUIROZ ERAZO**

**2005**

## **CERTIFICACION**

Certificamos que el presente trabajo teórico – practico fue realizado en su totalidad por los Señores: José Quiroz Erazo y Leonidas Quiroz Erazo bajo nuestra dirección.

---

**Ing. Augusto Bourgeat  
DIRECTOR DE TESIS**

---

**Ing. Luis Mena  
CODIRECTOR DE TESIS**

## Agradecimiento

*Quiero agradecer a DIOS, por permitirme terminar mi proyecto de graduación, que es una de mis metas más importantes.*

*Gracias a mis Padres, Narcisa y José, que a pesar de mis tropiezos jamás dejaron de apoyarme y me extendieron sus manos generosas para poder levantarme ante la adversidad y seguir cumpliendo mis metas. Sin ustedes no lo podría haber hecho realidad. Gracias a mi Abuelita, Hilda María pilar fundamental de mi vida gracias por creer siempre en mi, también a toda mi familia tíos y primos, especialmente a mi Tío Germán y su esposa Alexandra que me apoyaron en los momentos difíciles en mi vida estudiantil.*

*A mis compañeros de aula que desinteresadamente supieron compartir sus valiosos conocimientos cuando lo necesite, también a mis maestros que paso a paso me guiaron a culminar mi meta ...Gracias por su apoyo y su amistad.*

*A mi Director Ing. Augusto Bourgeat y Codirector Ing. Luis Mena que sin sus valiosos conocimientos aportados y su ayuda logramos culminar nuestro proyecto de forma exitosa.. Muchas Gracias.*

*Doy Gracias a mi hermano y compañero de tesis Leonidas. Sigamos adelante nosotros podemos.*

*José.*

## Dedicatoria

*Este proyecto lo quiero dedicar a Narcisa Erazo mi Madre, José Quiroz mi Padre, a mi Abuelita Hilda Laverde, a mis pequeños Hermanos Carlitos y Erika, a mis queridos Tíos Mario, Leonor, Teresa, Julio, Patricia, German, Javier, Narcisa, Paulina, Alexandra, Jeaneth, también a mis primitos Mayra, Lorena, Edisón, Marito, Estefanía, Mauricio, Yara, Maite, Leito, Andreita y Julito. Solo ustedes saben todo lo que he pasado para poder conseguir mi meta. Los adoro con todas las fuerzas de mi corazón gracias por todo.*

*También a mi Abuelita Rosa Holguín, Mi Tía Teresa Quiroz mis Tíos y Primos que a pesar de los kilómetros que nos distancian siempre están pendientes de nosotros.*

*Aunque no estas con nosotros, mi Abuelo Segundo Leonidas Erazo que desde el cielo me ha estado apoyando. Siempre estarás en mi corazón por siempre.*

*Dedicado también a la memoria del Lcdo. Jaime Zambrano Agama mi Padrino en su momento supo aconsejarme y guiarme por el buen camino gracias por su ayuda; también sin olvidarme de la Lcda. Judith Laverde mi Madrina gracias por todo.*

*José.*

## Agradecimiento

Al culminar una etapa de mi vida vienen a mi mente todas las personas que con palabras de apoyo y mano extendida me ayudaron para no decaer en el camino de mi graduación,

Gracias Dios por brindarme la oportunidad de superarme, A mis queridos Padres, Narcisa y José, por su abnegado sacrificio e incondicional apoyo a pesar de presentarse momentos adversos pues se convirtieron en la base fundamental para hacer realidad uno de mis mas anhelados sueños. A Hilda la Mami Gordita mi abuela que con su apoyo permanente me brindo una mano amiga en toda mi existencia. A mi abuelita Rosa que a pesar de la distancia me apoyo siempre. A mis hermanos Carlos y Erika con su inocencia me llenaron de fuerzas para seguir adelante. A mis Tíos: Mario, Julio, German, Javier, Leonor, Teresa y Patricia siempre me regalaron sus consejos en base a sus experiencias de su diario vivir. A mis Tías políticas Narcisa, Paulina, Jeaneth y Alexandra me dieron apoyo moral. A mis primos Mayra, Lorena, Edisón, Marito, Estefanía, Mauricio, Yaritza, Mayte, Anrrea y Julio Jr. con su alegría por la vida me llenaron de energía.

A mi hermano José que a pesar de los diversos inconvenientes que se nos presentaron como compañeros de tesis supimos salir adelante, demostrando que

somos capaces de lograr muchas cosas si las realizamos juntos.

A mi Director Ing. Augusto Bourgeat y Codirector Ing. Luis Mena siempre estuvieron dispuestos a compartir sus conocimientos y a la ayuda ofrecida conseguimos culminar este proyecto en forma gloriosa..

A la Escuela Politécnica del Ejército y sus autoridades, cuerpo docente por haberme acogido en sus aulas y formarme como todo un profesional.

**Noní**

### **Dedicatoria**

La vida no es un pasillo recto y fácil  
Por el que viajamos libres y sin obstáculos  
Sino un laberinto de pasajes  
En el que debemos hallar nuestro camino,  
Perdidos y confundidos, una y otra vez  
Atrapados en un callejón sin salida  
Pero, si tenemos fe,  
Dios siempre nos abrirá una puerta  
Que aunque tal vez no sea la que queríamos,  
Al final será  
Buena para nosotros  
**A. J.**

**Cronin**

El presente proyecto va dedicado a mi Madre Narcisa Erazo, A mi Padre José Quiroz. A mis hermanos Carlos y Erika A mis Abuelas Hilda Laverde y Rosa Holguín, mi Tía Teresa Quiroz y toda mi familia. Ya que con ustedes nos hemos enfrentado a los momentos buenos y malos que tuve que pasar para obtener una de mis metas de vida. Los quiero con toda mi alma.

A mi abuelo Segundo Leonidas Erazo acompañado por el creador de seguro me estas protegiendo y cuidando en todo momento.

Al Ing. German Erazo mi Tío que con su bondad y valiosos conocimientos tuvo la capacidad y paciencia para proporcionarme su apoyo en el transcurso de mi vida estudiantil.

A una de la personas mas importantes en mi vida y la última etapa como estudiante universitario que con su apoyo moral, consejos, paciencia y por sobre todas las cosas su calidad humana siempre estuvo presta a darme y extenderme sus manos para ofrecerme su ayuda con todo amor para Mónica y el pedacito de vida que pronto estará con nosotros.

**Noní**

# INDICE

## CERTIFICACIÓN AGRADECIMIENTO DEDICATORIA

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN.</b>	<b>3</b>
1.1. GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN.	3
1.2. ESQUEMA DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE Y FUNCIONAMIENTO.	3
1.3. SUBSISTEMA ELECTRÓNICO.	4
1.3.1. SENSORES.	4
1.3.2. UNIDAD ELECTRÓNICA DE CONTROL (UCE - PCM)	8
1.3.2.1. MEMORIA DE LECTURA SOLAMENTE. ROM.	9
1.3.2.2. MEMORIA DE LECTURA SOLAMENTE PROGRAMABLE PROM – EEPROM.	9
1.3.2.3. MEMORIA DE ACCESO ALEATORIO.	10
1.3.3. ACTUADORES.	11
1.4. SUBSISTEMA HIDRÁULICO.	11
1.5. SUBSISTEMA DE AIRE.	12
1.6. SUBSISTEMA DE AUTODIAGNÓSTICO.	13
1.7. CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE INYECCION.	14
1.7.1. CLASIFICACION GENERAL.	15
1.7.2. CLASIFICACION ESPECIFICA.	17
1.8. DIAGNOSTICO A BORDO.	19
1.9. SISTEMAS DE ABORDO OBDI <sup>1</sup> .	20
1.10. OBD II (ON BOARD DIAGNOSTIC – DIAGNOSTICO A BORDO)	21
1.10. OBD II (ON BOARD DIAGNOSTIC – DIAGNOSTICO A BORDO)	21
1.11. CÓDIGO DE DIAGNÓSTICO DE FALLA DTC'S	23
1.12. DIAGNOSTICO A BORDO DE TERCERA GENERACIÓN	25
1.13. INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE.	26
1.13.1. MULTÍMETRO DIGITAL ( VOLTÍMETRO).	26

1.13.2.	MULTIMETRO ANALÓGICO O DE CARÁTULA (VOLTÍMETRO)	28
1.13.3.	LAMPARA DE PRUEBAS.	29
1.13.4.	EL ÓHMETRO.	30
1.13.5.	TACÓMETRO.	31
1.13.6.	MEDIDOR DEL ÁNGULO DE DETENCIÓN DE LEVA ( DWELL).	31
1.13.7.	BOMBA MANUAL DE VACÍO.	32
1.13.8.	MEDIDOR DE PRESION DE COMBUSTIBLE.	33
1.13.9.	MEDIDOR DE VACÍO (VACUÓMETRO).	34
1.13.10.	OSCILOSCOPIO DE BAJO VOLTAJE.	37
1.13.11.	EMISIONES DE GASES EN EL AUTOMÓVIL.	42
1.13.12.	ANALIZADOR DE VARIOS TIPOS DE GASES.	45
1.14.13.	PULSADOR O DISPARADOR DE INYECTORES.	47
1.13.14.	EXPLORADOR O SCANNER.	48

## **II. SISTEMA DE INYECCION ELECTRONICA CORSA.**

2.1	INTRODUCCION.	50
2.2.	IDENTIFICACIÓN DEL CODIGO DEL MOTOR.	54
2.3.	SISTEMA DE CONTROL DEL MOTOR DE C.I.	55
2.4.	INYECCION ELECTRONICA MULTEC – M.P.F.I.	55
2.5.	COMPONENTES DEL MULTEC- MPFI.	57
2.6.	SUBSISTEMA DE CONTROL ELECTRONICO.	59
2.6.1.	MÓDULO ELECTRÓNICO DE CONTROL.	59
2.6.2	IDENTIFICACIÓN DE LOS BORNES DEL ENCHUFE DEL MÓDULO DE CONTROL ELECTRÓNICO.	61
2.6.3.	SENSOR DE POSICIÓN DE LA MARIPOSA DE ACELERACIÓN TPS.	63
2.6.4.	SENSOR DE PRESIÓN ABSOLUTA EN COLECTOR (MAP).	64
2.6.5.	SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE LA ADMISIÓN (IAT).	66
2.6.6.	SENSOR DE TEMPERATURA DEL LÍQUIDO DE ENFRIAMIENTO (CTS).	67
2.6.7.	SENSOR DE VELOCIDAD DEL VEHÍCULO VSS	68
2.6.7.	SENSOR DE OXÍGENO O <sub>2</sub>	69
2.6.8.	SENSOR DE ROTACIÓN REF – CKP	71
2.7.	SUBSISTEMA DE ALIMENTACION.	73
2.7.1.	INYECTORES DE COMBUSTIBLE.	73
2.7.2.	BOMBA DE COMBUSTIBLE	74
2.7.3.	DISTRIBUIDOR DE COMBUSTIBLE	75
2.7.4.	REGULADOR DE PRESIÓN DE COMBUSTIBLE.	76
2.8.	SUBSISTEMA DE INGRESO DE AIRE.	79
2.8.1.	CUERPO DE LA VÁLVULA MARIPOSA	79
2.8.2.	VALVULA DE CONTROL DE AIRE IAC.	80

2.8.3.	SISTEMA DE VENTILACIÓN DEL ESTANQUE / CANISTER.	81
2.9.	SUBSISTEMA DE AUTODIAGNOSTICO.	83
2.9.1.	SISTEMA DE AUTODIAGNOSIS.	83
2.9.2.	FINALIDADES DEL SISTEMA DE AUTODIAGNOSIS	84
2.9.3.	INDICACIÓN DE FALLA	84
2.9.4.	GRABACIÓN DEL CÓDIGO DE FALLAS	84
2.9.5.	LECTURA DE CÓDIGOS SIN EL TECH 1 (SCANNER).	85
2.9.6.	CONECTOR ALDL.	85
2.9.7.	IDENTIFICACIÓN DE LOS BORNES DEL CONECTOR ALDL	86
2.9.8.	CÓDIGOS DE FALLAS.	87
2.10.	ENCENDIDO DIRECTO DIS.	88
2.10.1.	DESCRIPCIÓN DE LOS BORNES	89
2.10.2.	ENCHUFE DEL ARNÉS DE CONDUCTORES.	89
2.10.3.	DIAGRAMA DE BLOQUE (DIS)	90
2.10.4.	PARTES DEL DIAGRAMA DE BLOQUE DIS	90
2.10.5.	PROTECCIÓN DE VOLTAJE	91
2.10.6.	MONTAJE.	91

### III. DISEÑO Y DIAGRAMACION DE CIRCUITOS ELECTRICOS Y PRUEBAS DEL SISTEMA DE INYECCION MULTEC – MPFI CORSA WIND 1.4L.

3.1.	DISTRIBUCIÓN DE PINES DE LA COMPUTADORA DEL CORSA WIND 1.4	92
3.2.	CIRCUITO DE PUESTA A TIERRA Y CORRIENTE DEL ECM.	94
3.3.	CIRCUITO DEL SENSOR DE POSICIÓN DE LA MARIPOSA DE ACELERACION TPS	95
3.3.1.	CONTROL DE ESTADO DEL SENSOR TPS	96
3.3.2.	REGLAJE DE UN TPS.	97
3.3.3.	FALLAS COMUNES DE UN TPS.	97
3.3.4.	INSTALACIÓN DEL SENSOR TPS	98
3.4.	CIRCUITO DEL SENSOR DE PRESIÓN ABSOLUTA EN EL COLECTOR DE ADMISIÓN MAP	98
3.4.1	CONTROL DEL ESTADO DEL SENSOR MAP	99
3.4.2.	SÍNTOMA DE FALLO DEL SENSOR MAP	100
3.4.3.	MANTENIMIENTO Y SERVICIO DEL SENSOR MAP	100
3.4.4.	COMPROBACIÓN.	100
3.5.	CIRCUITO DEL SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE ADMISION ATS – IAT	103
3.5.1.	INSTALACIÓN DEL SENSOR IAT	103
3.5.2.	SÍNTOMAS DE FALLO DEL SENSOR IAT	103
3.5.3.	MANTENIMIENTO Y SERVICIO DEL SENSOR IAT	104
3.6.	CIRCUITO DEL SENSOR DE TEMPERATURA DEL	104

	LIQUIDO DE ENFRAMIENTO WTS – CTS	
3.6.1.	CONTROL DE ESTADO DEL SENSOR CTS	105
3.6.2.	INSTALACIÓN DEL SENSOR WTS _ CTS	105
3.6.3.	SÍNTOMAS DE FALLO DEL SENSOR CTS - WTS	106
3.6.4.	MANTENIMIENTO Y SERVICIO	106
3.7.	CIRCUITO DEL SENSOR DE VELOCIDAD DEL VEHICULO VSS	106
3.7.1.	SÍNTOMA DE FALLO DEL SENSOR VSS	107
3.7.2.	MANTENIMIENTO Y SERVICIO	107
3.8.	CIRCUITO DEL SENSOR DE OXIGENO O2	107
3.8.1.	INSTALACIÓN DEL SENSOR O2	108
3.8.2.	SÍNTOMA DE FALLO DEL SENSOR O2	109
3.8.3.	MANTENIMIENTO Y SERVICIO	109
3.9.	CIRCUITO DEL SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGUEÑAL REF	109
3.9.1.	CONTROL DEL ESTADO DEL SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL	109
3.9.2.	SÍNTOMA DE FALLO DEL SENSOR REF	110
3.9.3.	MANTENIMIENTO Y SERVICIO	110
3.10.	CIRCUITO DE LOS INYECTORES	111
3.10.1.	CONTROL DEL ESTADO DEL INYECTOR	111
3.10.2.	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	112
3.11.	CIRCUITO DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE	112
3.11.1.	INSPECCIÓN DE LA PRESIÓN DE COMBUSTIBLE.	114
3.11.2.	COMPROBACIÓN DEL RELÉ DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE	117
3.11.3.	FALLAS	117
3.12.	CIRCUITO DE LA VÁLVULA DE MANDO DE AIRE IAC	117
3.13.	CIRCUITO DE LUZ CHECK ENGINE	118
3.14.	PRUEBAS AL REGULADOR DE PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE	120

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

### **PARTE A**

4.1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	123
4.2.	CARACTERISTICAS DEL SISTEMA.	124
4.3.	MICRO CONTROLADORES	125
4.4	APLICACIÓN DE LOS MICROCONTROLADORES EN EL AUTOMÓVIL.	126
4.5.	SELECCIÓN DEL MICROCONTRALADOR PARA LA APLICACIÓN	128
4.5.1.	COSTOS.	128
4.5.2.	APLICACIÓN.	128
4.5.3	SELECCIÓN DEL PIC 16F877	130
4.5.4.	CARACTERÍSTICAS	130

4.5.5.	DISPOSITIVOS PERIFÉRICOS	132
4.5.6.	ORGANIZACIÓN DE LA MEMORIA	136
4.5.7.	ORGANIZACIÓN DE LA MEMORIA DE DATOS	138

## **PARTE B**

4.6.	DISEÑO ELECTRONICO	140
4.7.	SEÑALES Y SU PROCESAMIENTO	140
4.8.	SEÑALES DE SELECCIÓN DE OPERACIÓN	143
4.9.	DIAGRAMA DE BLOQUES ENTRADAS / SALIDAS.	145
4.10.	SELECCIÓN DE ELEMENTOS ELECTRICOS Y ELECTRÓNICOS	146
4.10.1.	REGULACIÓN DE VOLTAJE	146
4.10.2.	SEÑALES DE CONTROL.	147
4.10.3.	CIRCUITO DE CONTROL DE POTENCIA.	147
4.10.4.	ACTIVACION DE LOS RELES	148
4.11.	SELECCIÓN DE PROTECCIÓN DEL CIRCUITO	149
4.12.	DISEÑO DEL DIAGRAMA ELECTRONICO.	150
4.13.	SELECCIÓN DE COMPONENTES	152
4.14.	DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE COMPONENTES DEL MODULO DE ENTRENAMIENTO.	152
4.14.1	BUFFER 74241.	152
4.14.2.	OPTOACOPLADOR 3086.	153
4.14.3.	TRANSISTOR SG123AP.	153
4.14.4.	RELES 4123 (T71).	154
4.14.5.	MICROCONTROLADOR 16F877.	154
4.14.6.	MANÓMETRO.	155
4.15.	DETALLE ECONOMICO.	156
4.16.	MONTAJE Y PRUEBAS ELECTRICAS Y ELECTRÓNICAS.	157
4.17.	MONTAJE E INSTALACIÓN.	162

## **V. ENTRENAMIENTO Y PRUEBAS EN EL VEHÍCULO CORSA WIND.**

5.1.	CARACTERÍSTICAS CORSA WIND.	170
5.2.	DIAGRAMAS.	172
5.3.	SENSORES DEL VEHÍCULO CORSA WIND.	174
5.4.	EL MÓDULO DE CONTROL ELECTRÓNICO (ECM) CORSA WIND.	181
5.5.	ACTUADORES DEL VEHÍCULO CORSA WIND.	182
5.6.	AUTODIAGNÓSTICO, CODIGOS Y PREUBAS DEL VEHÍCULO CORSA WIND.	187
5.7.	PUESTA A PUNTO.	189

5.8.	PROBLEMAS PRESENTADOS.	190
5.9.	COMPARACIÓN CONSISTEMAS COMERCIALES O DE SERVICIO CHEVROLET.	190
	<b>CONCLUSIONES.</b>	192
	<b>RECOMENDACIONES</b>	195
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	196
	<b>ANEXOS</b>	197

## INTRODUCCIÓN

La tecnología automotriz, el medio ambiente, los conductores, exigen mucho del automóvil. Estas exigencias deben satisfacerse en forma optima incluso bajo condiciones extremas. Es aquí donde interviene la electrónica aplicada al vehículo con sistemas asistidos por esta como son: la Inyección electrónica de combustible, control de tren de potencia, control de la carrocería, control de accesorios, sistema de frenado, airbag, entre otros que ofrecen una gran aportación al campo de los automóviles.

La inyección electrónica de combustible que será el punto que abarque el presente manual, para ello son indispensables los sensores que captan eficazmente los datos de servicio, del motor y del vehículo en general, condiciones como: La temperatura del agua del motor, del aire que ingresa al múltiple de admisión, la depresión en el sistema de admisión, las revoluciones del motor, posición del cigüeñal, entre otras condiciones para el éxito de la inyección electrónica de combustible.

Es necesario que los Técnicos y profesionales del área automotriz aceptemos el reto que nos impone la electrónica a fin de estar acorde con los adelantos e innovaciones que se generan en el vehículo, prepararnos en forma eficiente a los progresos tecnológicos de la Mecánica Automotriz.

El primer capítulo presenta la información básica y práctica a la vez de los sistemas de inyección electrónica de gasolina así como los instrumentos de medición utilizados en el diagnostico y mantenimiento de estas instalaciones.

El segundo capítulo se describe el sistema de inyección electrónica del vehículo **CORSA WIND**, en lo relacionado a los subsistemas: de control electrónico, de combustible, aire, autodiagnóstico y el sistema de encendido.

El tercer capítulo explica el diseño y la diagramación de los circuitos eléctricos de los diversos subsistemas de inyección electrónica y pruebas que se realizan en cada uno de ellos.

El cuarto capítulo se realiza la ilustración del diseño e instalación del sistema de control para el entrenador de inyección electrónica a gasolina del vehículo “**CORSA WIND** ” sus características, selección de elementos, pruebas , la instalación del sistema y guías de prueba para cada uno de los subsistemas.

# **I. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN.**

## **1.1. GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN.**

Los sistemas de inyección de gasolina pretenden conseguir una dosificación del combustible lo más ajustada posible a las condiciones de marcha y operación del motor.

Los sistemas multipunto efectúan la inyección de combustible en el colector de admisión, delante de la válvula de admisión, a través de inyectores que en su apertura presentan la misma sección de paso y pulverizan finamente el combustible creando una buena combinación con el aire.

El módulo electrónico, controla el tiempo de apertura de los inyectores en función a los datos que recibe de los diferentes sensores del sistema.

Los sensores son los que cuantifican condiciones del motor, transformándolas en señales eléctricas que pueden ser procesadas a través del módulo electrónico, entre los que tenemos los siguientes: temperatura del motor, temperatura del aire de admisión, posición de la mariposa de aceleración, composición de los gases de escape, cantidad de aire entre otros.

## **1.2. ESQUEMA DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE Y FUNCIONAMIENTO.**

Un sistema de inyección de combustible está subdividido en cuatro subsistemas:

- Subsistema electrónico, formado por: los actuadores, sensores, y el ECU.
- Subsistema Hidráulico o de alimentación.
- Subsistema de Aire.
- Subsistema autodiagnóstico.

## **1.3. SUBSISTEMA ELECTRÓNICO.**

### **1.3.1.SENSORES.**

Son los encargados de captar las condiciones de funcionamiento del motor , tomar una forma de energía y transformarla en energía eléctrica para entregarla al computador para que este la procese. Dentro del set de sensores que se dispone en estos sistemas podemos numerar los siguientes:

- Sensor de flujo volumétrico de aire VAF.
- Sensor de presión absoluta del múltiple MAP .
- Sensor de posición del ángulo del cigüeñal CAS - CKP.
- Sensor de presión barométrica BARO.
- Sensor de temperatura del agua WTS, ECT o CTS.
- Sensor de temperatura del aire IAT, MAT, ATS o IAT.
- Sensor de Oxígeno EGO, HEGO.
- Sensor de velocidad del vehículo VSS.
- Posición del árbol de levas. CMP o CKP.
- Velocidad del motor ESS.
- Temperatura aire transmisión. ATF
- Sensor de posición de la mariposa de aceleración TPS.
- Sensor Octano.
- Sensores de nivel de aceite y refrigerante.
- Sensor de golpeteo KS y otras señales de entrada.
- Interruptores de posición de la caja de cambios, del aire acondicionado.

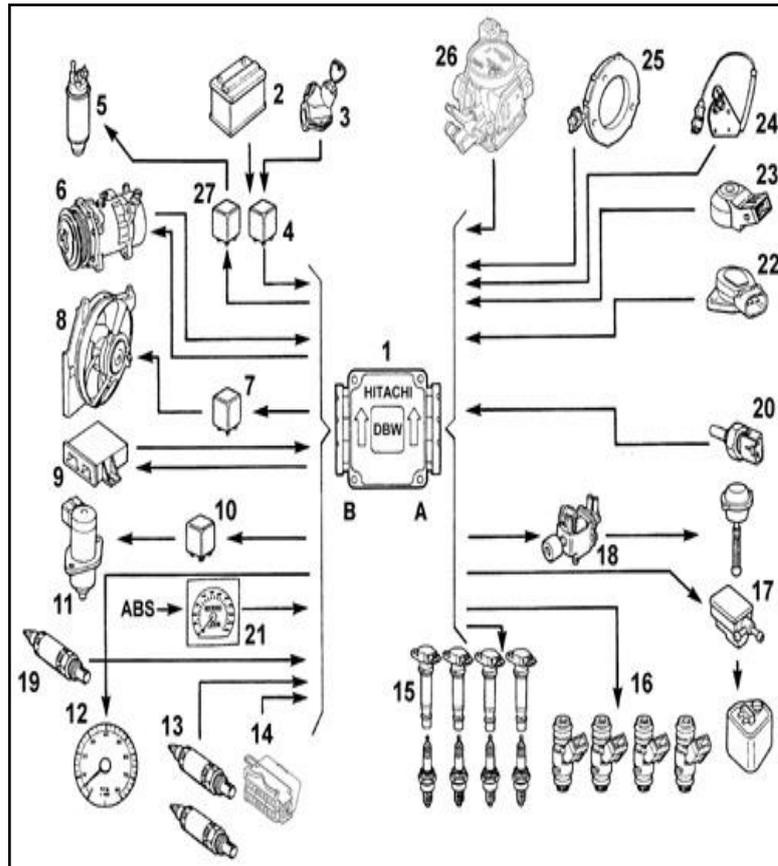


Figura 1.1. Señales entrada y salida para activación de inyectores.

1. PCM
2. Batería
3. Conmutado de arranque
4. Alimentación instalación
5. Bomba combustible
6. Instalación acondicionador
7. Interruptor electro ventilador radiador
8. Electro ventilador
9. Conector PCM
10. Tele ruptor electro magneto vaciador de fase
11. Relé
12. Tacómetro
13. EGO
14. Toma para diagnóstico
15. Bobina de encendido
16. Inyectores
17. Válvula canister
18. Electro válvula mando accionador colector modular
19. EGO
20. WTS
21. Tacómetro
22. TPS
23. KS
24. CAS
25. ESS
26. MAF
27. Relé electro bomba combustible

Los sensores por lo general trabajan con dos o tres cables. Pueden ser potenciómetros (3 cables) o termistores (2 cables), para electrónica automotriz los que se utilizan son los NTC o de coeficiente negativo de temperatura es decir disminuyen su resistencia a medida que aumenta la temperatura, trabajan normalmente de 0.5 a 4.5 voltios.

Cuando trabajan con tres cables tienen la siguiente utilización, un cable es negativo o de masa, otro cable corresponde a alimentación del sensor y el otro corresponde al voltaje de señal o de información de condición de funcionamiento el cual varía de 0.5 a 4V es enviado a la computadora para ser procesado. Cuando se tienen dos cables, el uno es negativo y el otro es de información a la computadora. En cambio los interruptores conmutan tensiones de 12 voltios. En resumen los sensores pueden disponer del siguiente numero de cables dependiendo del elemento eléctrico que lo constituya. Así:

Los sensores de temperatura como el ATS, ATF, WTS y sus equivalente tienen el siguiente diagrama.

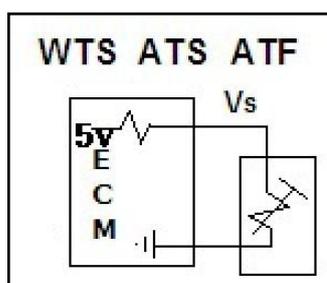


Figura 1.2. Sensores de 2 cables.

El sensor de grado octavo 2 cables si es un diodo o simplemente un puente que puede conectar 2 de 3 pines distintos de la computadora.

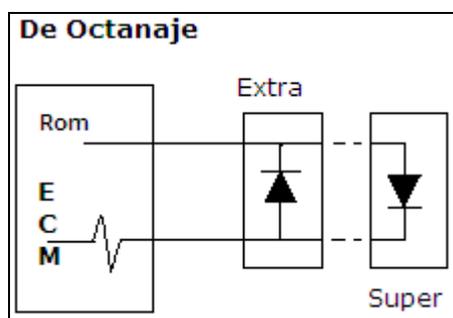


Figura 1.3. Sensor de octavo

De tres cables son: los potenciómetros, los sensores MAP, MAF, VAF teniendo como circuito el siguiente.

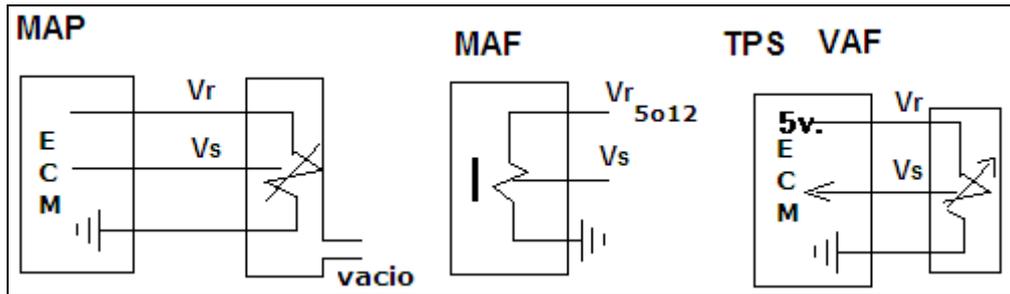


Figura 1.4. Sensores de tres cables.

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

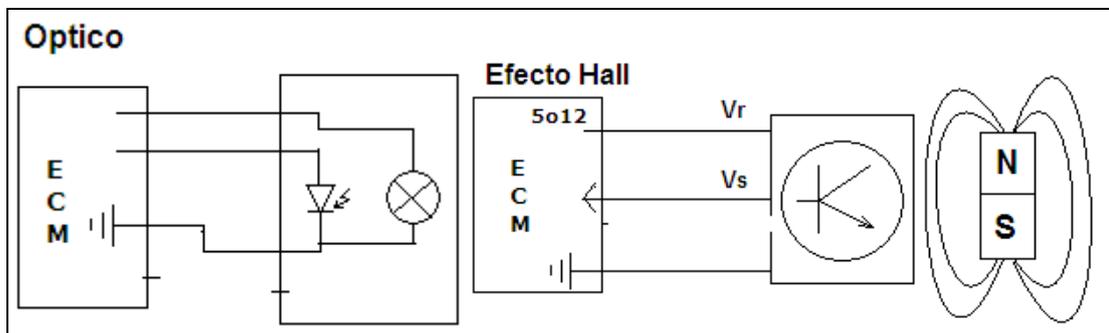


Figura 1.5. Sensor óptico y de efecto hall.

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

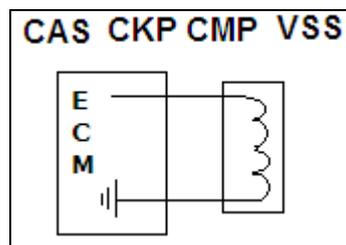


Figura 1.6. Sensores inductivos.

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

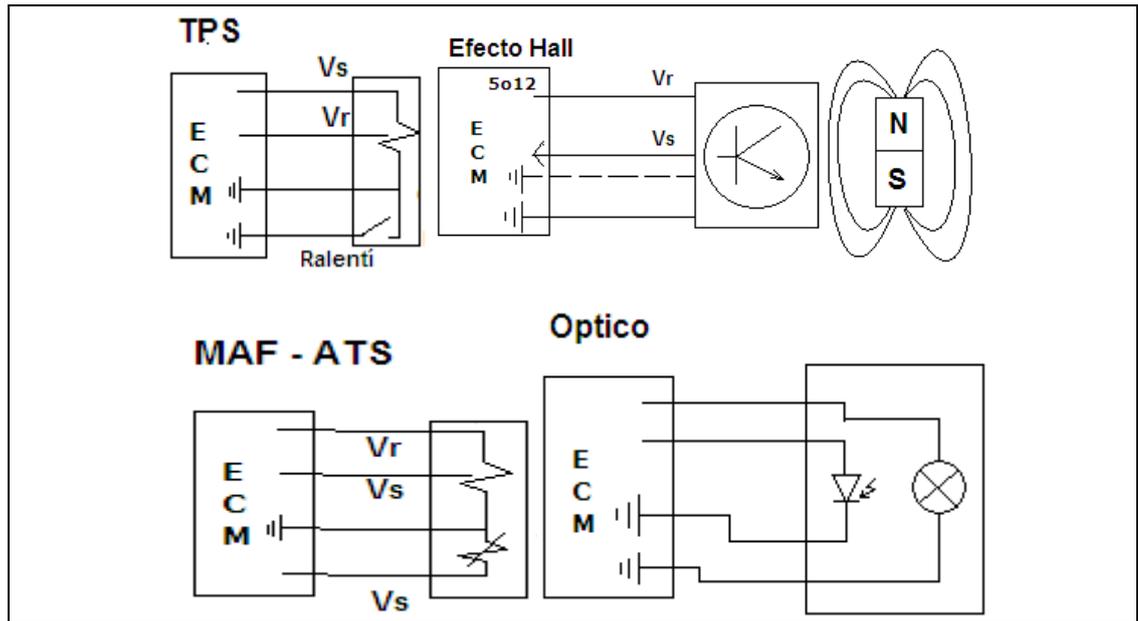


Figura 1.7. Sensores de cuatro cables.

### 1.3.2. Unidad Electrónica de Control (UCE - PCM)

Conocido como Módulo de Control de Potencia PCM, o Módulo de control del vehículo VCM, o Módulo de control de carrocería BCM, que es el encargado de recibir la señales de entrada de los diferentes sensores, interruptores, batería entre otros; procesarla internamente a través de sus memorias y 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 :

$$ti = \frac{Q \times SS}{rpm}$$

Ec.1.1

ti= tiempo que permanecen abiertos los inyectores.

Q = cantidad de aire medida.

SS = señales de los sensores

rpm = velocidad del motor

El PCM dispone internamente de tres memorias de procesamiento y la toma de decisiones : la memoria de solamente lectura (ROM), memoria de lectura programable (PROM) y memoria de acceso aleatorio (RAM).



Figura 1.8. PCM

### **1.3.2.1. Memoria de Solo Lectura.- ROM**

La ROM contiene el programa básico del ECU . Es la parte que dice cuando ocurrir esto , debo hacer que ocurra aquello. La ROM contiene una memoria no volátil , es decir cuando se le suprime la alimentación de energía , retiene su programación en memoria.

### **1.3.2.2. Memoria de Solo Lectura Programable PROM – EPROM**

La PROM , es el microprocesador de sintonía fina y no volátil , similar a la ROM. . Este chip contiene información acerca del auto específico que tiene instalación el ECU , como la siguiente: Tamaño, peso, resistencia al viento, resistencia al rodaje, tamaño del motor, tipo de transmisión, diseño del árbol de levas, dispositivo del control de emisiones, velocidad de corte de combustible, tiempo de arranque en frío, y otros.

La información de la PROM se aplica a la ROM para ayudarla a tomar decisiones. Cuando se hacen modificaciones al motor en un modelo anterior con inyección de combustible, hay que reemplazar la PROM.

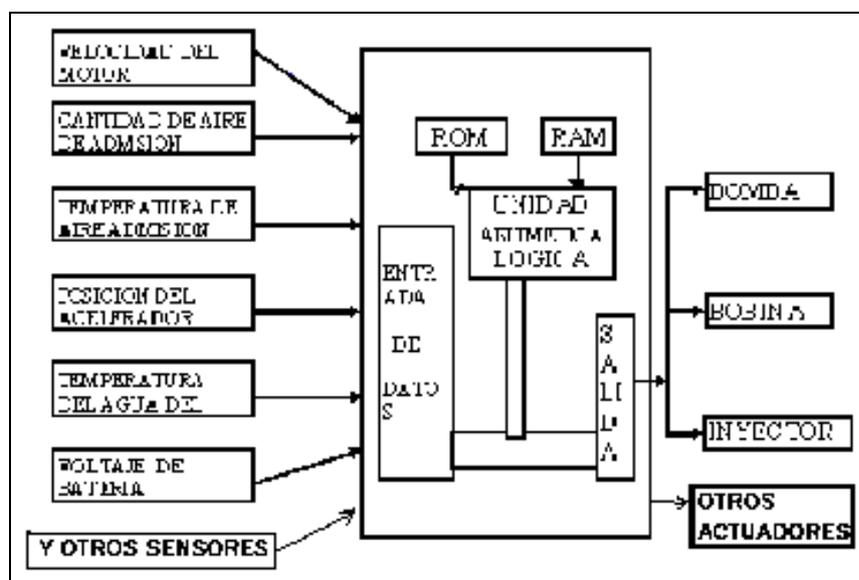


Figura. 1.9. Operación del sistema de inyección de combustible

### 1.3.2.3. Memoria de Acceso Aleatorio.

La RAM es utilizada por el ECU para el almacenamiento temporal de información o para efectuar computaciones matemáticas. Almacena información de la historia de la relación aire - combustible del motor y fallas que se detectan en los circuitos sensores y actuadores del sistema de inyección.

### 1.3.3. Actuadores

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

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

El funcionamiento del subsistema electrónico se resume de la siguiente forma , se recibe las diferentes señales de voltaje de los sensores por parte de la unidad de control , la misma que procesa dicha información con el fin de calcular el tiempo que van a permanecer abiertos los inyectores, tal como se muestra en la figura 1.9 de operación de la inyección.

## **SUBSISTEMA HIDRAULICO.**

Es el encargado de entregar el combustible a cada uno de los cilindros a través de los inyectores.

El subsistema consta del depósito de combustible, una bomba sumergida en el tanque esto con fines de refrigeración, filtro metálico, tubo distribuidor de combustible, regulador de presión, amortiguador de oscilaciones, cañerías de entrada y retorno de combustible.



Figura. 1.10. Componentes del subsistema hidráulico

Los vehículos americanos tienen la presión de la bomba que puede oscilar entre 100 ó 120 psi, presión regulada 75 – 90 psi; Los europeos y asiáticos presión de la bomba 40 – 60 PSI, y presión regulada 38 – 40 PSI, los sistemas TBI son de baja presión, la bomba estará entre 30 y 40 PSI y la presión regulada entre 15 y 25 psi.

## 1.5. SUBSISTEMA DE AIRE.

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

Son componentes del subsistema de aire las válvulas: IAC ó ISC, VSV (válvulas de ventilación) del canister EVAP, EGR y PCV si existe.

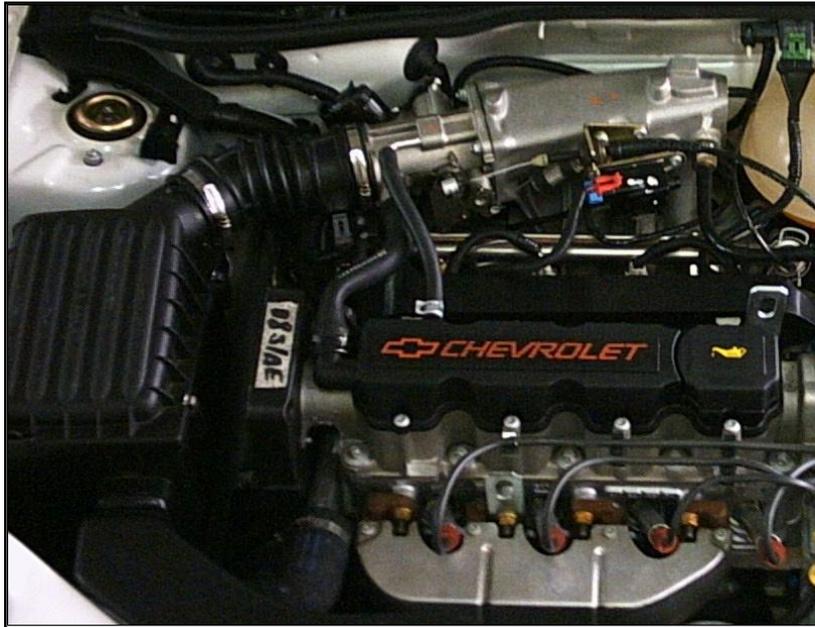


Figura. 1.11. Tomas de ingreso de aire

## 1.6. SUBSISTEMA DE AUTODIAGNÓSTICO.

Son los datos que se acumulan como códigos de falla e información en la memoria RAM. Mediante la activación de la luz del check engine o la que se encuentre en el panel de centro de mensajes, esta se apagará solo cuando la falla sea solucionada y son presentados mediante códigos de 2, 3, 4 dígitos según sea un sistema OBDI – OBDII.

El sistema de auto diagnosis de la PCM - ECU controla el funcionamiento correcto de la instalación, y señala posibles anomalías por medio de un testigo (MIL)\*, situado en el tablero de instrumentos, con color e ideograma estandarizado por la normativa europea. Dicho testigo señala posibles averías de gestión motor así como las anomalías detectadas por la estrategia de diagnosis EOBD.

\* MIL Luz testigo de la inyección en el tablero.

\*EOBD European on board diagnostic.

La lógica de funcionamiento del testigo (MIL) es la siguiente: con la llave en la posición de marcha, el testigo se enciende y permanece activado hasta que se ha producido la puesta en marcha del motor. El sistema de auto diagnóstico de la PCM - ECU controla las señales provenientes desde los sensores y los compara con los datos límites consentidos.



Figura 1.12. Luz check engine **Corsa WIND** de autodiagnóstico.

Señalización de averías en la puesta en marcha motor:

Si el testigo no se desactiva una vez producida la puesta en marcha del motor, señala la presencia de un error memorizado en la PCM - ECU.

## 1.7. CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS DE INYECCION.

Para el estudio de los diferentes sistemas de inyección que podemos encontrar en los motores del automóvil los clasificaremos de la siguiente manera:

## **1.7.1. CLASIFICACION GENERAL.**

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

#### **Directa en el cilindro.**

Este sistema no se utiliza debido a los efectos de disolución del aceite de engrase , producidos por el impacto de gasolina finamente pulverizada en los cilindros durante la carrera de admisión que es apenas de 2 psi, pero MITSUBISHI se encuentra desarrollando un sistema mecánico de gasolina denominado GDI.

#### **Indirecta.**

En el colector de admisión tras de la cabeza de la válvula, este sistema es el más utilizado en todos los motores de inyección.

### **b.- Por el número de Inyectores.**

El sistema con inyector único ( Monopunto o TBI trotle body injection) y sistemas con un inyector por cilindro ( multipunto MPFI).

### **c.- Por la manera de determinar la señal base.**

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

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

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

Según el tiempo en que son activados los inyectores están: los sistemas de inyección continua (mecánicos), sistemas de inyección secuencial inyectan de uno en uno en función de  $720^\circ$  del cigüeñal /numero de cilindros; semisequencial  $720^\circ$  del cigüeñal /numero de cilindro ; y simultánea todos al mismo tiempo por cada vuelta del cigüeñal o una del árbol de levas. Como se muestra en la figura 1.13. En los sistemas TBI el inyector se abre con cada pulso de encendido.

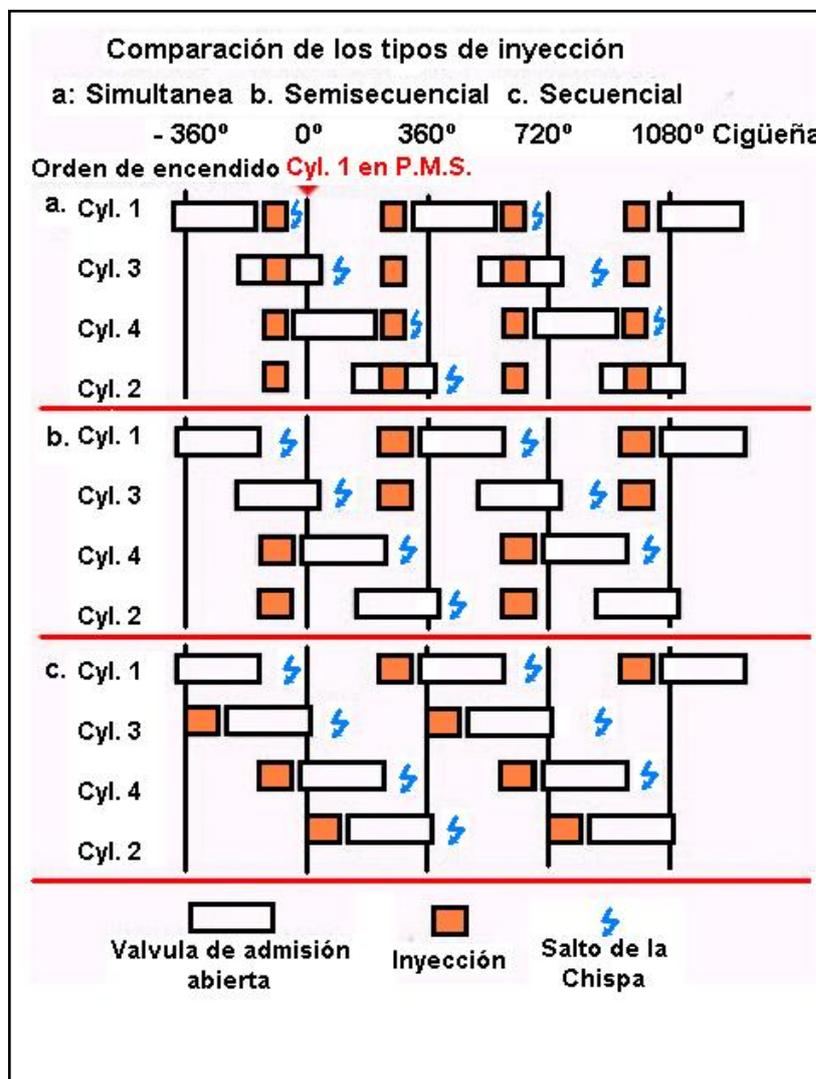


Figura. 1.13. Sistema de inyección de combustible por el tiempo de inyección.

## 1.7.2. CLASIFICACION ESPECIFICA

### a.- Sistemas Mecánicos.-

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

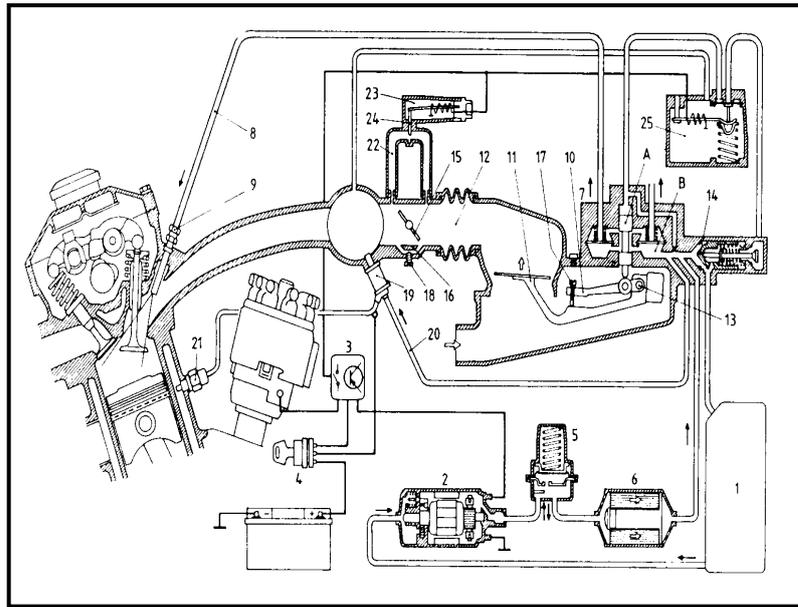


Figura 1.14. Esquema funcional k-Jetronic.

### b.- Sistemas Electrónicos.

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

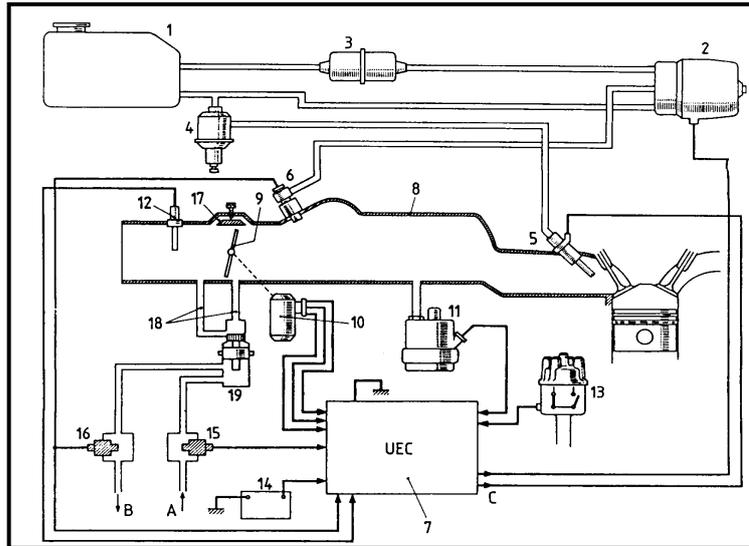


Figura. 1.15. Esquema funcional D - Jetronic.

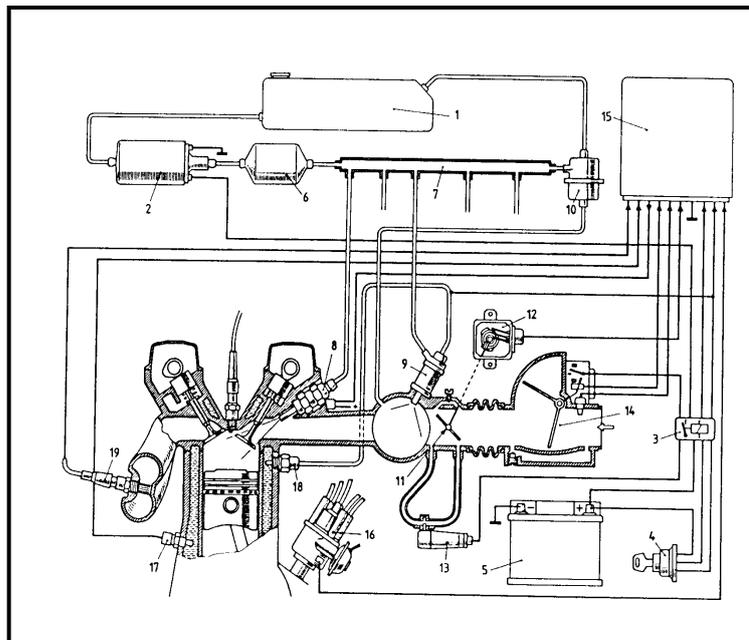


Figura. 1.16. Sistema de inyección sistema L-Jetronic

### c- Sistemas Mixtos.

Disponen de un control mecánico y electrónico (KE- Jetronic), si se avería el control electrónico, funciona como un sistema mecánico.

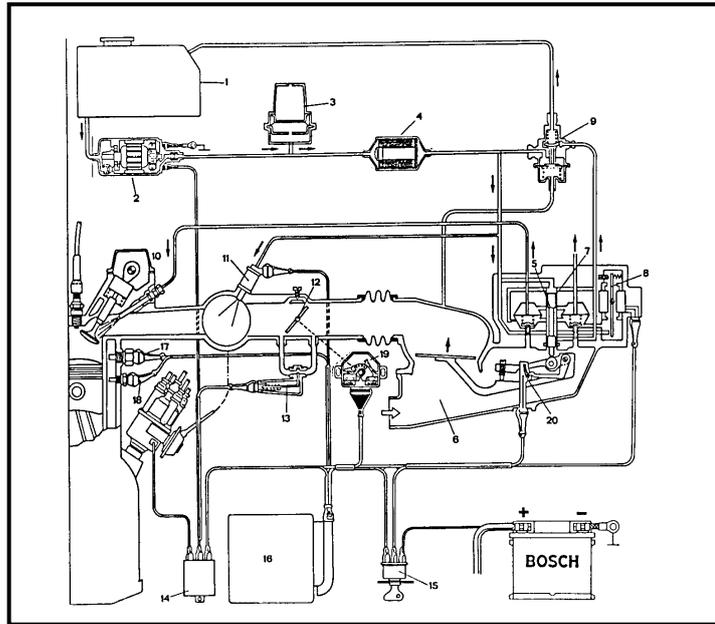


Figura. 1.17. Esquema funcional KE - Jetronic.

## 1.8. DIAGNOSTICO A BORDO

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

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 mal función y sea detectado y reparado.
- Asistir en el diagnóstico y reparan la emisión, describiendo el problema.

### 1.9. SISTEMAS DE ABORDO OBDI <sup>2</sup>

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

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

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

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

---

<sup>2</sup> [www.redtecnicaautomotriz.com](http://www.redtecnicaautomotriz.com)

Para acceder a los códigos de error si los hubiere se deberá cortocircuitar entre sí los Pines A y B en el conector de diagnóstico, los códigos se verán en la lámpara del tablero como flashes que habrá que contar para saber el número. Por ejemplo el código 12 es : Flash pausa Flash Flash. O podemos verificar con un scanner o Tech. 1

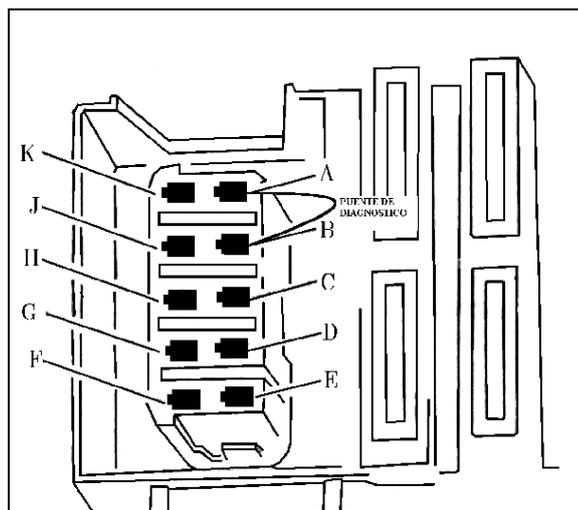


Figura. 1.18. Conector de autodiagnóstico OBDI.

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

#### 1.10. OBD II (ON BOARD DIAGNOSTIC - DIAGNOSTICO A BORDO)

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 más completa con normalización llamada OBD II.

A partir de 1996 la norma fue adoptada en todos los Estados Unidos de América desde este año los vehículos fabricados e importados por los EUA tendrían que cumplir con esta norma. En Latinoamérica esta 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.

Los Requerimientos generales de OBD II son:

- Todas las emisiones, deben ser monitoreadas.
- Las fallas deben ser detectadas antes de que las emisiones excedan a las estandarizadas por el fabricante.

Los Componentes primarios del sistema de control de emisiones que dispone OBDII es:

- Catalizador
- Perdidas de chispa
- Sistema evaporativo
- Sistema de combustible
- Sensor de oxígeno
- EGR exhaust gas recirculation system
- Sistema secundario de inyección de aire
- Sistema de calentamiento del catalizador.

***El conector de diagnostico es del tipo de 16 pines. Figura 1.19***

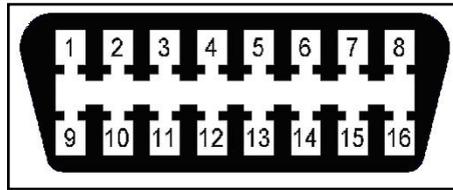


Figura. 1.19. Ubicación de pines conector de diagnóstico OBDII

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

La descripción de los pines es la siguiente:

- 2 - Comunicación SAE VPW / PWM
- 4 - MASA Vehículo
- 5 - MASA Señal
- 7 - Comunicación ISO 9141-2 (Linea K)
- 10 - Comunicación PWM
- 15 - Comunicación ISO 9141-2 (Línea L)
- 16 - POSITIVO BATERIA

Existen básicamente tres tipos de comunicación que pueden ser utilizadas y son escogidas por la marca del vehículo:

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

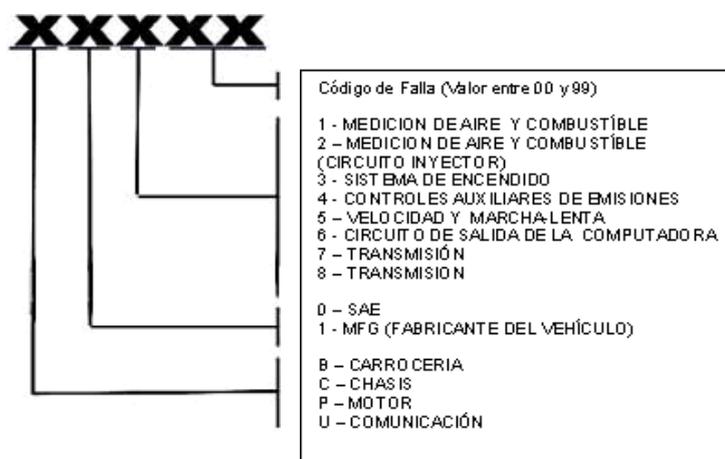
Los sistemas de comunicación obedecen a patrones de pedido-respuesta llamado "protocolo de comunicación". Fueron detectados los siguientes patrones utilizados por las diversas marcas:

- VPM -- GM
- PWM -- FORD

### 1.11. CÓDIGO DE DIAGNÓSTICO DE FALLA DTC'S

Los códigos de diagnóstico de fallas han sido creados para ayudar a los mecánicos del automotor a un correcto procedimiento de reparación, pero no indican fallas en componentes específicos. La sociedad Americana de ingenieros SAE publicó la norma J2012 que estandariza el formato de los códigos de falla. Este formato permite que los scanner genéricos puedan acceder a cualquier sistema.

Tabla I.1 Detalle de códigos DTC



La DTC son un código alfanumérico de tres dígitos precedido por los siguientes asignadores:

- B0. Código de carrocería, controlado por SAE
- B1. Código de carrocería, controlado por el fabricante
- C0. Código de chasis, controlado por SAE
- C1. Código de chasis, controlado por el fabricante
- P0. Códigos de la PCM, controlados por SAE
- P1. Códigos de la PCM, controlados por el fabricante
- U0. Códigos de comunicaciones de red, controlado por SAE

- U1. Códigos de comunicaciones de red, controlado por el fabricante.

El tercer dígito indica el sistema en el que ocurre la falla, tal como el sistema de encendido el control de velocidad de marcha lenta, etc.

El cuarto y quinto dígito representan el DTC específico del sistema.

Por ejemplo, el DTC: P 0 1 3 1

P indica PCM

0 controlado por SAE

1 control de Aire / Combustible

31 componente involucrado , en este caso el sensor oxígeno anterior al catalítico

Las lecturas son genéricas y los valores dependen del tipo de inyección analizada. Podemos observar en un Tech 2 o scanner como se indica en la Figura 1.20



Figura. 1.20. Escáner Tech 2

## 1.12. DIAGNOSTICO A BORDO DE TERCERA GENERACIÓN

Se esta desarrollando **OBDIII**, el cual podrá tomar a OBDII un paso hacia la comunicación de fallas a distancia vía satélite. Utilizando un pequeño radio comunicador que es usado para herramientas electrónicas, un vehículo equipado con **OBD III** podrá ser posible reportar problemas de emisiones directamente a una agencia reguladora de emisiones (EPA). El radio comunicador podrá comunicar el numero vin del vehículo y podrá diagnosticar códigos que estén presentes. el sistema podrá reportar automáticamente problemas de emisiones vía celular o un vinculo vía satélite cuando el foco de mal función (mil) este encendido, o responda a un requerimiento de un celular, o satélite.

Tiene dos elementos básicos :

- Lecturas presentes del sistema OBD II de vehículos en uso.
- Directamente los dueños de vehículos con códigos de fallas para realizar reparaciones inmediatas.

Esta tecnología permitirá que la PCM pase a modo seguro o auto calibración de componentes al suscitar un mal función y guardar la falla en memoria viva para después revisarla con el scanner. Se habla de un scanner tipo bipper 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.

### **1.13. INSTRUMENTOS UTILIZADOS EN LOS SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE.**

Es necesario identificar los principales instrumentos de medición y comprobación que se utilizan en el diagnóstico, corrección y puesta a punto de los sistemas de inyección electrónica de combustible y sistemas electrónicos aplicados al automóvil en general, que serán útiles para el mecánico, técnico, o el ingeniero en la realización de trabajos con mayor efectividad.

#### **1.13.1. MULTÍMETRO DIGITAL ( VOLTÍMETRO).**

Instrumento de uso esencial para el trabajo y la localización de fallas en los sistemas electrónicos de inyección de combustible.

El voltímetro digital se caracteriza por disponer de una alta resistencia de entrada ( 10, 15, 20 Mega ohmios ó más) la misma que es sinónimo de precisión y confiabilidad del instrumento, lo que permite ser conectados a circuitos donde fluye muy poca corriente, sin afectar las lecturas de voltaje.

El voltímetro digital se utiliza para obtener lecturas precisas de voltaje y de parámetros eléctricos en general.

Hay que considerar que el multímetro digital, muestrea y determina la caída de voltaje. Sin embargo hay algunas variaciones instantáneas o fluctuaciones transitorias que se podrían omitir en un determinado tiempo y

comprobación como por ejemplo: En los dispositivos eléctricos potenciómetros, específicamente en el sensor de posición del acelerador (tps ó tp) el que entrega un voltaje de información a la computadora que incrementa uniformemente conforme se abre la mariposa de estrangulación. El sensor TPS al ser una placa circular de carbón que se desgasta por efecto del rozamiento, el contacto central puede dejar de hacer contacto en algunos lugares con la tira de película de carbón, lo que originaría una caída brusca de voltaje que no sería detectado por el voltímetro digital.

Los medidores digitales, combinan varias opciones de medición de magnitudes de uso automotriz como son voltios continuos y alternos, amperios (de poca aplicación en sistemas de inyección electrónica), ohmios, rpm, temperatura, ángulo de dwell, frecuencia, prueba de diodos y transistores, etc. como se muestra en la figura 1.21. y que al ser aplicados en el campo de automóvil se denominan multímetros automotrices.

Si el muestreo de un voltímetro digital no determina esas fluctuaciones o pequeñas variaciones de voltaje, se estaría perdiendo la pista sobre el origen de un problema de los sistemas de inyección y se estará operando en forma inapropiada en la localización. Para medir estas variaciones existe otro instrumento como es el multímetro analógico o de indicador de carátula.

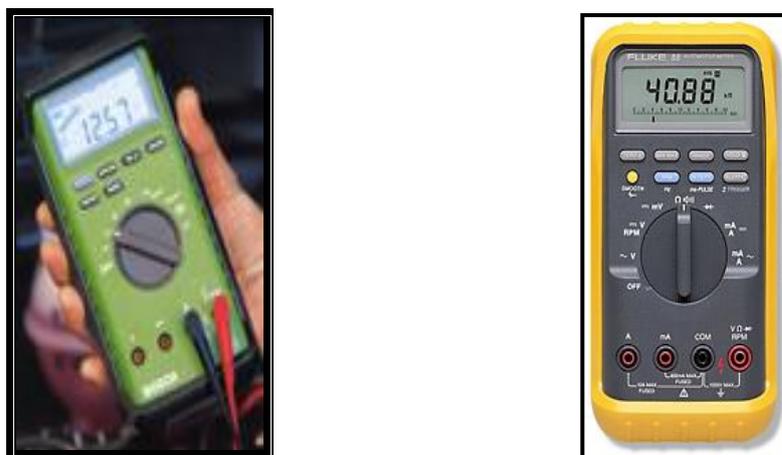


Figura 1.21. Multímetro digital

### **1.13.2.MULTIMETRO ANALÓGICO O DE CARÁTULA (VOLTÍMETRO)**

El voltímetro analógico figura 1.22. utiliza una aguja que se mueve en una escala graduada o carátula donde se realizarán las lecturas previa selección de escala y multiplicación del valor numérico y selección de magnitud. Se caracteriza por tener baja impedancia o resistencia de entrada (10Kilo-ohmios aproximados o en el orden de los  $K\Omega$ .), lo que permite detectar fluctuaciones o variaciones mínimas en voltaje, mejor que el voltímetro digital, dichas fluctuaciones son perceptibles ya que la aguja tendrá variación de movimiento.

Se recomienda utilizar un medidor analógico cuando se busquen fluctuaciones en voltaje; y un digital cuando se requieran lecturas precisas.

El sensor de oxígeno (ego – HEGO – O<sub>2</sub>) tiene una corriente baja y un voltaje generado de aproximadamente de 0,4 a 0,8 voltios cambiantes de acuerdo a la calidad de mezcla que se encuentra en el escape, la mayor parte de los voltímetro analógicos mandan a tierra la lectura del sensor y el medidor mostrará continuamente cero voltios . Utilice un voltímetro analógico para tareas de autodiagnóstico.

Otra aplicación importante de los multímetros analógicos es la de servir como un extractor de códigos cuando se utiliza en sistemas de abordó uno, es decir para el autodiagnóstico y lectura de dos dígitos y en algunos de hasta tres dígitos (ford modelos desde 1998). Cada desplazamiento del agua será considerado como un valor digital uno (1) o alto, que deberá ser interpretado y registrado para ser comparado con los que indica el manual del fabricante a fin de acérmanos a una posible avería.

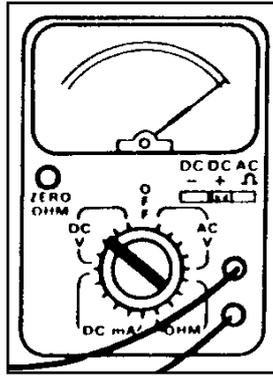


Figura 1.22. Multímetro Analógico.

### 1.13.3. LAMPARA DE PRUEBAS.

Es un bombillo eléctrico de 12V y 3W aproximadamente o un diodo led emisor de luz conectado en serie a una resistencia de 680 ohms, figura 1.23. comprobador de aplicación visual. Verifica tensión de activación de los inyectores, electro válvulas, autodiagnóstico, pulsos a relés, activación de la bomba de alimentación, etc.

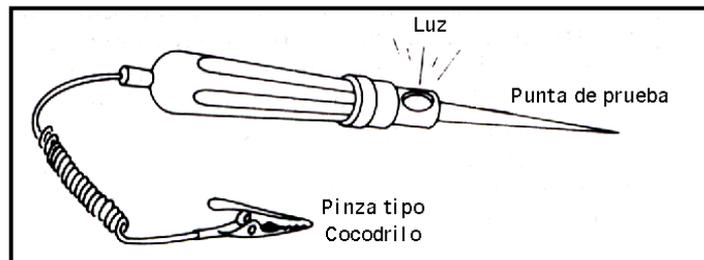


Figura 1.23. Lámpara de pruebas.

### 1.13.4. EL OHMETRO

Se utiliza para la medición de resistencias en dispositivos eléctricos y electrónicos, como sensores, cables, electroválvulas, etc, se incluyen dentro del grupo de los multímetros automotrices, figuras 1.21. ó 1.22. En estos instrumentos no se aplica el concepto de alta o baja impedancia.



Figura. 1.24. Medición de resistencia del Inyector.

Un Óhmetro debe ser conectado a un elemento o a un circuito que no se encuentre energizado, ya que se puede averiar tanto el circuito eléctrico como el componente eléctrico o electrónico, a causa de que tiene su propia fuente de alimentación, que la utiliza como referencia para comparar y determinar la resistencia que se está midiendo.

No es recomendable conectar el óhmetro al sensor de oxígeno (EGO – HEGO – O<sub>2</sub>) es un generador de voltaje, (material dióxido de zirconio), bobinas captadoras o generadores de impulsos en movimiento (CAS \_ CKP), al conectar el óhmetro a estos dispositivos, el instrumento se averiará sino dispone del respectivo fusible de protección.

#### 1.13.5. TACÓMETRO

Verifica la velocidad del motor, el tacómetro digital viene incluido en los multímetros automotrices tanto digitales como analógicos.

El tacómetro figura 1.25. mide el número de impulsos de encendido primario por minuto o lo que es igual el número de veces que se corta el circuito primario a través de un sensor de efecto hall, una bobina captadora o un generador de impulsos.



Figura 1.25. Tacómetro.

### 1.13.6. MEDIDOR DEL ÁNGULO DE DETENCIÓN DE LEVA ( DWELL).

Se encuentra en multímetros automotrices analógicos o digitales, mide el ciclo de trabajo en que existe circulación de corriente en un bobinado, como por ejemplo: en sistemas de encendido transistorizado con platinos de encendidos convencionales, válvula de ingreso de aire adicional ISC, inyectores.

El ciclo de trabajo es la medida de la relación entre el tiempo de activación y el tiempo de total de activado más desactivado.

$$\text{ciclo de trabajo} = \frac{\text{tiempo activado}}{\text{tiempo total}} = \frac{\text{tiempo activado}}{(\text{tiempo activado} + \text{tiempo desactivado})} \quad \text{Ec. 1.2.}$$

Trae escalas para los diferentes números de cilindros y su forma de conexión es similar a la del tacómetro, es decir al negativo de la batería y al negativo de la bobina si es de dos cables.

El medidor Dwell permite ajustar en forma adecuada el ciclo de trabajo de la válvula ISC con lo que se ajusta automáticamente la mezcla aire / combustible y las emisiones en cuanto a óxido de carbono, dióxido de carbono, partículas por millón de hidrocarburos no combustionados y óxidos de nitrógeno que para sistemas de inyección debe ser de 25% a 30%. Es

muy utilizado para poner a punto los sistemas de encendido por contactos el mismo que puede ser asistido por transistores el valor es igual para 4 cilindros ( 50 (+/- 3°)) para 6 cilindros ( 40 (+/-3°)).

### 1.13.7. BOMBA MANUAL DE VACÍO

Esta destinada al servicio y pruebas de control de válvulas unidireccionales, sensores de presión, diafragmas accionados por vacío, reguladores de presión.

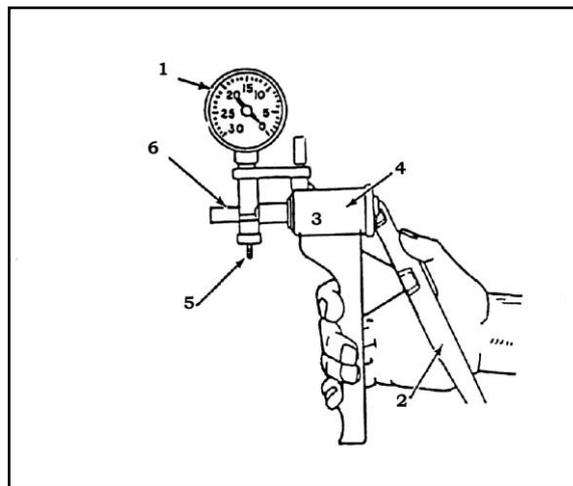


Figura 1.26. Bomba manual de vacío

La bomba manual de vacío figura 1.26. consta de: 1. vacuómetro, 2. manilla de accionamiento, 3. cuerpo de la bomba, 4. generador de vacío, 5. válvula de alivio, 6. conector. viene graduada normalmente en pulgadas, o en milímetros de mercurio.

### 1.13.8. MEDIDOR DE PRESION DE COMBUSTIBLE

El manómetro es una herramienta indispensable para realizar el diagnóstico de cada uno de los elementos del sistema hidráulico o de alimentación de inyección de combustible (bomba de alimentación, regulador de presión, inyectores, amortiguador de oscilaciones) Figura 1.27. Un correcto

diagnóstico y localización de fallas se inicia con la prueba de presión del sistema de combustible.



Figura 1.27. Medidor de presión de combustible

Es necesario disponer de un medidor que proporcione lecturas precisas de acuerdo al origen.

Tabla I.2. Presiones de operación de sistemas de inyección.

ORD.	PROCEDENCIA	MULTIPUNTO		MONOPUNTO	
		Presión Sistema (PSI)	Presión Regulada (PSI)	Presión Sistema (PSI)	Presión Regulada (PSI)
1	Americanos	100 – 125	75 - 100	45	15 - 25 – 35
2	Europeos	60 – 75	30 - 40	60	15 - 25 – 35
3.	Asiáticos	60 – 75	30 - 40	60	15 -25 – 35

Es importante que este instrumento de medición tenga una escala graduada de dos psi en dos psi para poder determinar el estado de los inyectores ya que esta es la presión que los mismos liberan cuando recibe los pulsos de la ECM.

### 1.13.9. MEDIDOR DE VACÍO (VACUÒMETRO).

El vacuómetro, figura 1.28. es indispensable para detectar problemas mecánicos internos del motor , desgaste de los cilindros , válvulas, guías; Así como también fallas en el reglaje del encendido y sistema de alimentación , especialmente en lo que se refiere a fugas por las juntas del múltiple de admisión y el cabezote .

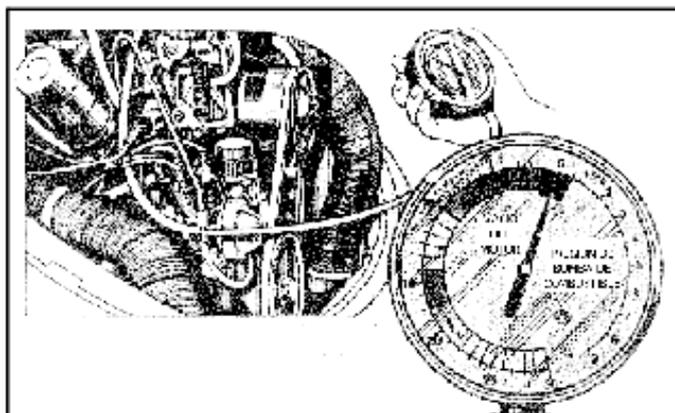


Figura 1.28. Vacuómetro.

Para instalar el vacuómetro se debe tener en cuenta el siguiente procedimiento: Calentar el motor hasta que alcance la temperatura de funcionamiento 75 ó 95 grados centígrados, ajustar la velocidad de ralentí a 700 - 800 RPM o la especificada por el fabricante, localizar una lumbrera en el múltiple de admisión, puede ser en la manguera del servofreno, apagar el motor, desconectar y colocar la sonda del vacuómetro, encender el motor y realizar las siguientes condiciones de prueba señalada en la siguiente tabla.

Considerar que por cada mil metros de altura, se debe disminuir 30 mmHg o 1,250 pulg de Hg en la lectura.

La tabla I.3. indica las diferentes condiciones de funcionamiento, reacciones de la aguja, lecturas y significados cuando se trabaja a nivel del mar.

Tabla 1.3. Tabla de medición del vacuómetro.

CONDICIÓN DE FUNCIONAMIENTO	REACCIÓN DE LA AGUJA	LECTURA PULGADAS DE Hg	SIGNIFICADO
Ralentí	Estable	17 - 21	Motor en buenas condiciones
Abra y cierre el acelerador con rapidez	Estable y rebota REBOTA	3 y 5 al acelerar 0-22 de 2 a 25	Aros y cilindros desgastados Motor en buenas condiciones
RALENTÍ	Estable y rebota Bajas ocasionales	De 16 - 21 y baja de 1 a 5	Atascamiento de una válvula en posición abierta
	Estable	Entre 13 - 16	Sincronización incorrecta del encendido
	Estable	Entre 8 - 14	Carrera incorrecta de la válvula por desgaste de levas del árbol
	Estable	Entre 5 - 10	Goteo por juntas del múltiple de admisión o del carburador
	Desplazamiento lento	De 14 - 16	Bujías descalibradas o malas, daños en cables o distribuidor
	Desplazamiento lento	De 12 - 15	Carburador desajustado
Parta de ralentí y acelere gradualmente	Rebota y luego baja a intervalos regulares	De 17 a 21 y luego a 14 - 11, 10 - 5	Válvulas quemadas
	Estable - asciende	17 baja y sube al acelerar	Obstrucción en el escape
	No se estabiliza rebote constante	Ninguna	Filtración en la junta de la culata
	Vibra	14 a 19	Guías de válvulas desgastadas

### **1.13.10. OSCILOSCOPIO DE BAJO VOLTAJE.**

Es un instrumento grafico que muestra cambios de voltaje en determinados períodos de tiempo. El eje vertical indica el voltaje; mientras que el eje horizontal el tiempo. Con el osciloscopio se mide señales alternas, continuas u ondas cuadradas de sensores o de actuadores. Los principales parámetros a medir son: amplitud, frecuencia, ciclo útil y ancho del pulso generados por sensores (tps, cts., map, etc.), actuadores (inyectores, bombas de alimentación, isc) así como diversos dispositivos eléctricos y electrónicos usados en los automóviles.

Localiza averías y fallas eléctricas del automóvil. Hay que diferenciar el osciloscopio de alta tensión el cual nos sirve para diagnosticar el sistema de encendido primario y secundario de los sistemas de encendido del vehículo. El osciloscopio para electrónica automotriz figura 1.29., incorpora funciones de bajo voltaje para analizar la calidad del motor y de sus componentes eléctricos y electrónicos.



Figura. 1.29. Osciloscopio de Bajo Voltaje.

Se verifica los dos voltajes del sensor que son el de referencia y el de señal que nos proporcionan los diferentes sensores por ejemplo los de temperatura

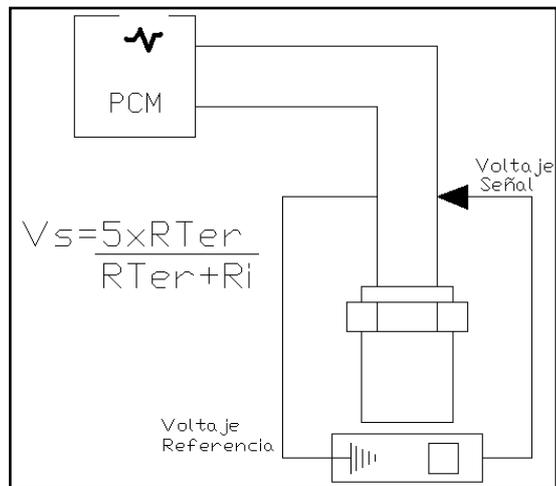


Figura 1.30. Medición de señal con el osciloscopio.



Figura 1.31. Señal de sensores de temperatura en función del tiempo

Ejemplo:

Calcular el voltaje de salida cuando el termistor tiene una resistencia interna de 900 ohmios y las temperaturas de operación son (20, 40, 60, 70) °C.

Con la fórmula que se encuentra en el grafico podemos calcular el voltaje de salida en los diferentes rangos de temperatura de los sensores.

$$V_s = \frac{6 \times 3000}{3900} = 3.85V \quad \text{Temperatura} = 20^\circ\text{C}$$

$$V_s = \frac{6 \times 2100}{3000} = 3.5V \quad \text{Temperatura} = 40^\circ\text{C}$$

$$V_s = \frac{6 \times 1300}{2200} = 2.7V \quad \text{Temperatura} = 60^\circ\text{C}$$

$$V_s = \frac{6 \times 1000}{1900} = 2.63V \quad \text{Temperatura} = 70^\circ\text{C}$$

Así tendremos la señal en el osciloscopio de la siguiente manera:

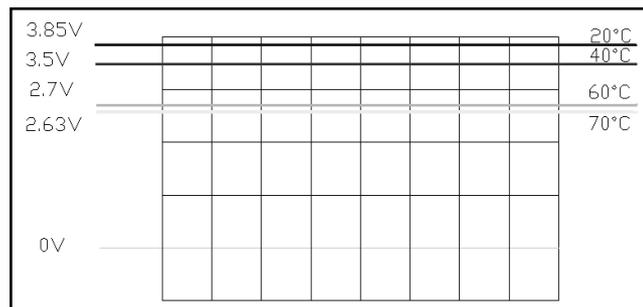


Figura 1.32. comportamiento del sensor de temperatura.

Con Osciloscopio en el sensor TPS el voltaje mínimo en ralentí puede ser de 1V mientras que al acelerar aumenta el voltaje de señal, se observa lo siguiente :

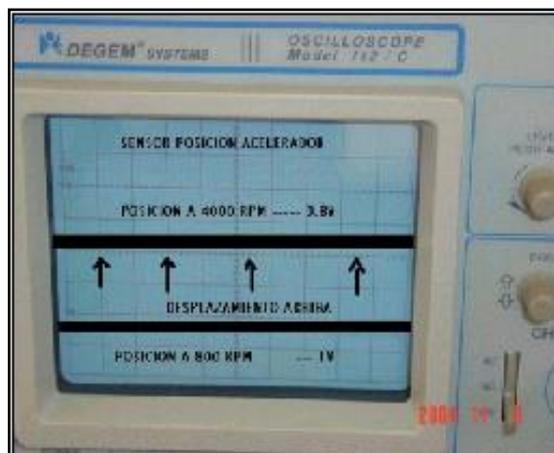


Figura 1.33. Señal del TPS

Los sensores de posición y velocidad CAS, CKP, CMP, ESS, VSS, WSS que operan mediante generación de impulsos o bobina captadora es la siguiente:

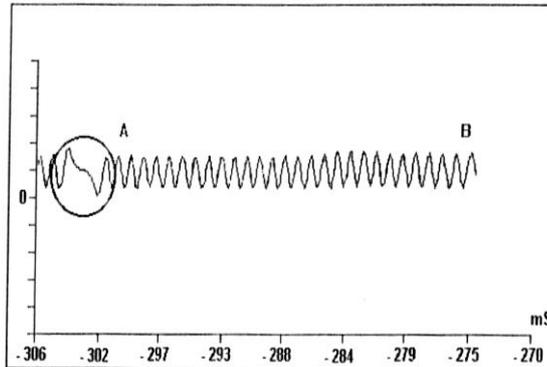


Figura 1.34. Onda senoidal para inductivos

La Onda de Efecto Hall o para sensores ópticos es la siguiente verificándose que es cuadrada perfecta y pura, la velocidad dependerá del sensor es decir su ubicación, número de roletas o perforaciones del reluctor, a medida que las rpm aumentan el periodo de tiempo disminuye

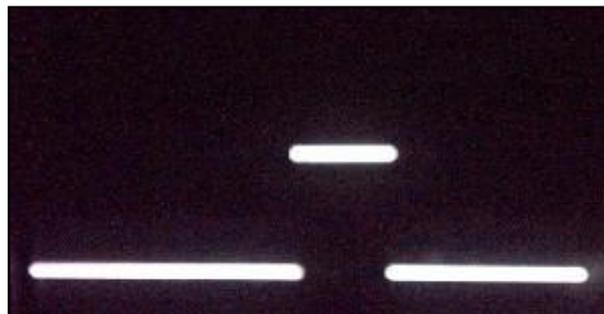


Figura 1.35. Onda Cuadrada para Hall u ópticos

Para los inyectores la grafica es la siguiente y se puede observar los tiempos de on y off para lograr calcular el ciclo de trabajo y verificar que los mismos tengan un buen rendimiento en el sistema.

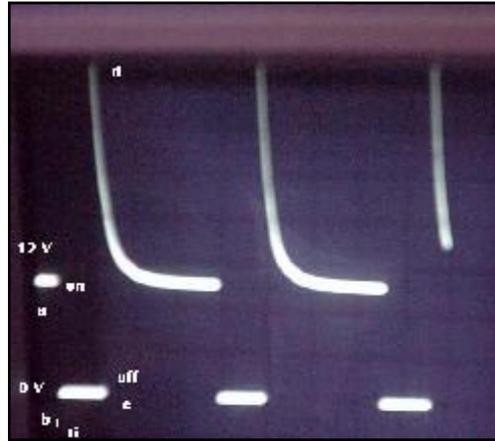


Figura 1.36. Ondas del inyector.

El control de la bomba se lo hace, cuando se pone en contacto se envía la señal de activación haciendo que la misma se active por un tiempo de 3 segundos.

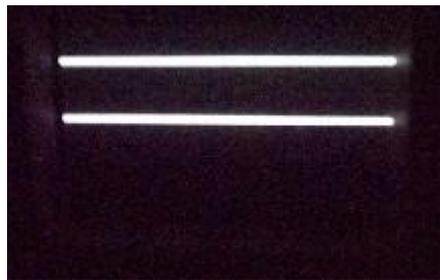


Figura 1.37. Control de la bomba de alimentación.

Los osciloscopios automotrices de alto y bajo voltaje o analizadores de motores figura 1.38. verifican fallas en los circuitos primario y secundario de encendido, graficando los oscilogramas respectivos, en una escala vertical los voltios normalmente expresados en kilovoltios Kv y en la horizontal en tiempo (ms), grados y en porcentaje, disponen grabados en memoria formas de onda patrones, curvas típicas y rangos de trabajo de sensores y actuadores para comparar y localizar las diversas averías que se den en el automóvil. Con funciones más avanzadas permiten graficar valores de voltajes en función de parámetros como por ejemplo ( voltaje vs temperatura del motor, temperatura del aire, velocidad, posición angular, etc)



Figura 1.38. Osciloscopio Analizador de motores

### 1.13.11. EMISIONES DE GASES EN EL AUTOMÓVIL.

Los principales contaminantes que afectan al medio ambiente son:

El monóxido de carbono(CO), el óxido de nitrógeno (NOX), los hidrocarburos (HC), el bióxido de carbono ( el causante del efecto invernadero) y el bióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).

En los vehículos (que utilizan gasolina), en condiciones ideales, el combustible es transformado en energía mecánica y luego del proceso de combustión restarían (CO<sub>2</sub>), agua (H<sub>2</sub>O) y nitrógeno (N<sub>2</sub>) siendo éstos componentes imprescindibles en el medio ambiente.

Pero en la realidad un porcentaje mínimo (1%) corresponde a gases tóxicos, que se forman , debido a la combustión incompleta de la mezcla a altas temperaturas, en la cámara de combustión.

Monóxido de Carbono (CO)

Es un gas inodoro, incoloro é insípido. De ser inhalado, reduce a la sangre la capacidad de absorber oxígeno. El monóxido de carbono se produce por la combustión incompleta del combustible, falta de oxígeno en la mezcla y se observa, además, en motores bien regulados y en buena condiciones de funcionamiento.

### Hidrocarburos (HC)

Son subproductos de una combustión incompleta ( o sea, evacuación de combustible sin quemar). En determinadas situaciones se verifica la presencia de HC, tales como en la puesta en marcha de motor frío, debido a la baja temperatura de las paredes del cilindro que hace necesario el enriquecimiento de la mezcla. La presencia de HC en el escape se mide en partes por millón (ppm).

### Óxidos de nitrógeno (NOX)

Se denominan (NOX), generalmente, a la combustión de monóxido de nitrógeno (NO) y de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). El monóxido de nitrógeno (NO) no tiene color, pero en contacto con el oxígeno (O<sub>2</sub>) de la atmósfera se forma un dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) de color castaño que ataca el sistema respiratorio.

Los Nox se forman debido a la reacción del nitrógeno (N<sub>2</sub>), que compone nuestra atmósfera (casi el 80%), con el oxígeno (O<sub>2</sub>). Esta reacción ocurre debido a las altas temperaturas en la cámara de combustión, cerca de 1300°C.

El analizador de gases es un instrumento para medir la cantidad por el volumen de monóxido de carbono (CO) Figura 1.39. emitido por el sistema de escape del vehículo durante el desarrollo de pruebas con el vehículo

parqueado y el motor en revoluciones de ralentí y pruebas de 1500rpm y 2500rpm.

La indicación viene en porcentaje del valor total de las emisiones.

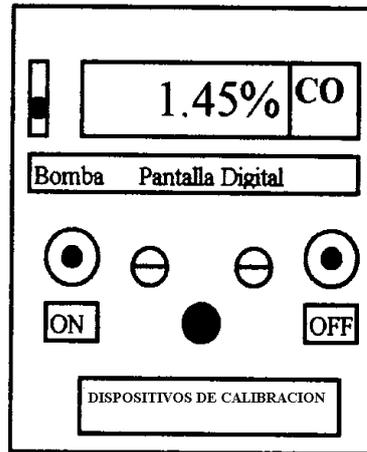


Figura 1.39. Analizador de CO PRUFEX

Para utilizar este instrumento se deberá tener en cuenta las siguientes instrucciones:



El lugar en el que se vaya a realizar la prueba debe estar suficientemente ventilado y abierto.



Energizar el instrumento, esperar hasta que el indicador quede en cero, proceder al encerado superior e inferior con la ayuda de un destornillador sobre el tornillo de ajuste.



Conectar el extractor de muestra al tubo de escape del vehículo



Tomar la muestra de los gases durante 10 minutos, el motor de combustión debe previamente haber alcanzado su temperatura de funcionamiento (70°C a 95°C aprox.) Los valores establecidos en estos rangos de calibración deben fijarse de 0.8% a 1.2 % de CO para sistemas de inyección de gasolina y de 2% - 3% a 5 % para sistemas convencionales de carburador.



Terminada la tarea desconectar los acoples , purgar agua de existirlo en los filtros del analizador, limpiar los filtros para una próxima prueba.

### **1.13.12. ANALIZADOR DE VARIOS TIPOS DE GASES.**

Existen otros tipos de analizadores figura 1.40. que permiten obtener información de otro tipo de emisiones como son: monóxido de carbono CO, dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, partículas por millón de hidrocarburos no combustionados ppmHC, oxígeno O<sub>2</sub>, oxido de nitrógeno NOX, es decir los principales que se encuentran en las emisiones del motor de combustión interna.

La utilización del analizador de la figura 1.39. es la siguiente:



Revise el sistema de purga de aire y conexión de tomas.



Conecte el analizador a una toma de 110Vac o a la batería de 12Volts de vehículo, pulse el botón ON/OFF, se despliega un mensaje en las escalas con el mensaje HELLO y una cuenta regresiva a cero. En este momento espere de 2 a 5 min.



El led de calibre empezará a parpadear, en ese momento calibre el instrumento de medición pulsando la tecla calibre, los marcadores de las escalas irán todas a cero, si fuera el caso de que la pantalla de ppmHC despliegue el texto UUU será necesario enviar nuevamente a calibrar el instrumento.



Una vez calibrado el instrumento de medición , el motor del vehículo debe estar a la temperatura normal de operación (70° - 90° C.)y a las revoluciones de ralentí (750rpm – 850rpm), conectar la sonda de medición al escape, el led de run debe estar encendido es decir se estará tomando la muestra de emisiones durante cinco minutos, pulse stanby para leer la medida y de ser necesario imprima el valor pulsando print de la impresora.



Para tomar la lectura a 2500rpm, se deberá pulsar la tecla run/standby de manera que se encienda el led correspondiente, una vez alcanzada la velocidad de prueba pulse nuevamente run/standby de tal forma que se encienda el led run, espere cinco minutos hasta obtener la medida, imprima el valor de ser necesario.

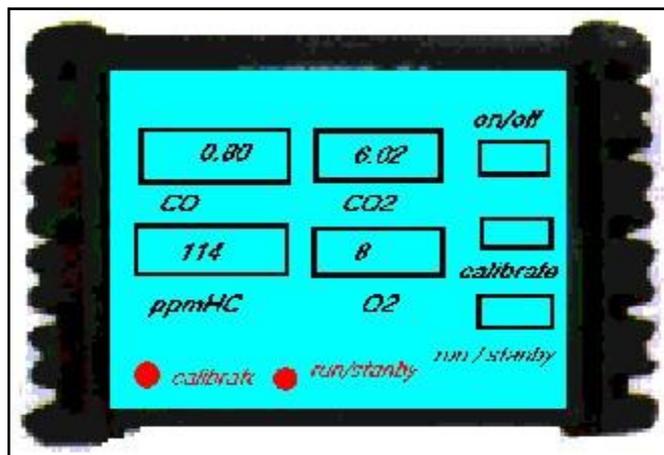


Figura 1.40. Analizador de 4 tipos de gases.

Los valores referenciales que se utilizan para las verificaciones son los que se muestran en la figura 1.40.

Los ajuste se realizarán del sistema de ingreso de aire mediante la correcta calibración del bypass si se trata del sistema de inyección de gasolina y de los tornillos de gasolina y aire si se trata del carburador. Aunque hoy se verifica las lecturas que los automóviles modernos no permiten reglajes por lo que todos los sensores , actuadores, elementos del sistema de encendido deberán estar en optimas condiciones para que las emisiones se auto ajusten.

### 1.14.13. PULSADOR O DISPARADOR DE INYECTORES

Es un pulsador / probador de inyectores figura 1.41., generador de pulsos de onda cuadrada, que permite activar eléctricamente los inyectores

para determinar sus diferentes parámetros de funcionamiento; es decir si se encuentran taponados, desgastados o cortocircuitados. Para utilizar esta herramienta, conecte el manómetro de presión al riel de combustible, conecte el probador de inyectores a cada uno de ellos, presurice el sistema de combustible, oprima el botón del probador y observe la cantidad de presión que cae en el manómetro, repita el procedimiento para cada uno de los inyectores restantes. No debe existir una diferencia mayor de 1.5 a 2 psi de diferencia entre los inyectores, de existir la mencionada diferencia limpie los inyectores o desmóntelos para comprobar: su resistencia eléctrica, ángulos de pulverización, caudal y estanqueidad, que nos indicará que los inyectores deben ser reemplazados o limpiados mediante procesos de presión o ultrasonido.

La conexión de este instrumento es al positivo y negativo de la batería y el conector a cada conector de los inyectores.

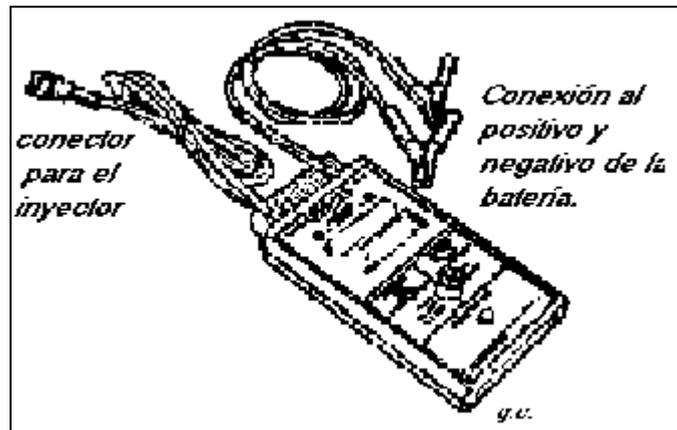


Figura 1.41. Disparador de inyectores.

### 1.13.14. EXPLORADOR O SCANNER

El explorador facilita la labor de extraer códigos de servicio. Muchos de los modelos recientes informan a los técnicos sobre los pasos que se requieren para obtener códigos de falla en forma precisa.

Uno de los equipos mencionados es el SOFTWARE PATHFINDER de OTC, Snapon. Alfatest, Ferret o cualquier otro de tipo universal (varios modelos) figura 1.42., los problemas de diagnóstico serán fáciles de realizarlos. La característica del PATHFINDER y su herramienta de diagnóstico , lo dirige a usted por un eficiente procedimiento de prueba para localizar los problemas en los vehículos GM, Ford, Chrysler (Todas las marcas tipo universal) etc, todo en un solo cartucho de software. Las pruebas de circuito de diagnóstico incluyendo las pruebas de continuidad aparecen en la pantalla así como la gama operativa típica de los sensores.

Este explorador se considera de tipo Universal porque abarca un número considerable de información de marcas como son: GMC- FORD- Chrysler, vehículos asiáticos.

La actualización de la información se la realizará con la adquisición de la tarjeta o el software correspondiente a cada año, con lo que su equipo permanecerá siempre con los últimos valores de prueba de los vehículos.



Figura 1.42. Tipos de Exploradores de sistemas electrónicos de automóviles.

Para tener acceso a los GM 81-91 ford 83-97 y Chrysler 84-97, se incluye los cables para Ford y Chrysler y la tarjeta con el programa de diagnostico para este kit 3 en 1, figura 1.43 y en la actualidad para el año 2004



Figura 1.43. Accesorios adicionales TECH”

## II. SISTEMA DE INYECCION ELECTRONICA CORSA.

### 2.1 INTRODUCCION.

El presente capítulo trata de los componentes y sistemas del vehículo CORSA WIND 1.4 que dispone la Carrera de Ingeniería Automotriz sobre el cual se desarrollará el presente trabajo de investigación que con las siguientes características:



Figura 2.1. Vehículo Corsa WIND 1.4.

*Tabla II.1 Características del Motor*

<b>Tipo</b>	<b>C14NE SOHC</b>
Cilindrada	1389 c.c.
Potencia Máxima	83.7HP@ 6000 RPM
Torque Máximo	114 Nm@ 3000 RPM
Relación de compresión	9,5:1

Tabla II.2 Sistema de combustible

<b>Tipo</b>	<b>Inyección electrónica multipunto MPFI</b>
Capacidad del tanque:	12.17 galones
Consumo de Combustible Urbano*	39 km/gl
Consumo de Combustible Carretera*	59 km/gl

Tabla II.3 Transmisión y Suspensión

MANUAL	5 marchas
DELANTERA	Independiente MC Pherson, amortiguadores de gas, resortes helicoidales y barra estabilizadora
POSTERIOR	Semi-independiente barra conjugada (LOTUS), amortiguadores y resortes helicoidales

Tabla II.4. Seguridad del Vehículo.

<b>Seguridad</b>	
Sistema de frenos servo asistido de doble circuito hidráulico, barras de acero en el interior de cada una de las puertas, cinturones de seguridad de tres puntos adelante y dos puntos atrás y columna de la dirección colapsable, proporcionan confianza al conductor y ocupantes	
<b>Equipo de seguridad</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barras de acero protectoras en puertas</li> <li>• Seguro en columna de dirección</li> <li>• Columna de dirección colapsable</li> <li>• Cinturón de seguridad delanteros 3 puntos y posteriores 2 puntos</li> <li>• Alarma de llave de encendido</li> <li>• Cinturón de seguridad delanteros altura ajustable</li> <li>• Faros halógenas</li> <li>• Barra de protección laterales en las puertas</li> <li>• Incluye alarma anti robo de fábrica</li> </ul>	
<b>SISTEMA DE FRENOS</b>	
<b>Tipo:</b>	<b>Doble circuito hidráulico en diagonal servoasistido</b>
DELANTERA:	Disco
POSTERIOR:	Tambor

Tabla II.5 EQUIPO EXTERIOR

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aros de acero 5J13"</li> <li>• Llantas radiales P165/70 R 13</li> <li>• Sistema de protección contra corrosión ELPO</li> <li>• Molduras laterales exteriores negras</li> <li>• Parachoques plásticos de color negro</li> <li>• Vidrio panorámico laminado</li> <li>• Parrilla plástica integrada al parachoques</li> <li>• Espejo exteriores manuales</li> </ul>	
<b>DIMENSIONES</b>	
Largo	3729 mm
Ancho	1608mm
Alto	1388mm
Entre ejes	2433mm

El sistema de inyección electrónica del vehículo **CORSA WIND** consta de las siguientes características:

- Sistema de inyección M.P.F.I.(MULTI PORT FUEL INJECTION)
- Sistema de encendido directo sin distribuidor DIS
- Sistema de autodiagnóstico.



Figura 2.2. Sistema Motor Corsa WIN 1.4.

En un sistema de inyección electrónico MULTIPUNTO se dispone de un inyector para cada cilindro. La diferencia con relación a otros sistemas es que el módulo de control (ECM), energiza los inyectores en pares, los inyectores 1 y 4, 2 y 3 son accionados alternadamente, a cada 180° de rotación del cigüeñal por lo que se denomina semisecuencial y claramente se observa en los conectores un par de conectores blancos y un par de conectores amarillos.



Figura 2.3. Disposición semiseccional de inyectores

Los sensores que posee el vehículo detectan las condiciones de operación del motor y envían voltajes de información a la unidad de control, para mediante esta comunicación determinar la cantidad de aire-combustible y el tiempo de inyección óptimos para el correcto funcionamiento del mismo.

Entre los principales sensores que esta equipado el **CORSA WIND** tenemos los siguientes:

- Sensor de rotación del cigüeñal REF (CKP)
- Sensor de velocidad (VSS)
- Sensor de presión (MAP)
- Sensor de posición de la mariposa (TPS)
- Sensor de oxígeno (O<sub>2</sub>)
- Sensor de temperatura del líquido de enfriamiento (CTS)
- Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT)

## 2.2. IDENTIFICACION DEL CODIGO DEL MOTOR.

Para la identificación de los motores son utilizados 5 dígitos los cuales cada uno de estos tiene sus respectivos significado así:

## **C14NE:**

- C** : Indica los límites de emisión de gases (norma europea ECE91)
- 14** : Indica la cilindrada del motor ( X 0.1)
- N** : Indica la relación de compresión del motor ( N = 9,0 a 9,5 : 1)
- E** : Indica el tipo de inyección utilizado (E = Sistema Multipunto)

\* La ausencia de la primera letra “C” indica que los límites de emisión de gases van de acuerdo a la norma europea CER83 \*

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

El sistema de control del motor de combustión interna para el **CORSA WIND** esta compuesto por los siguientes subsistemas:

- Inyección electrónica de combustible
- Encendido directo – DIS

### **2.4. INYECCION ELECTRONICA MULTEC – M.P.F.I.**

Este sistema utiliza un inyector para cada cilindro y por tal razón fue denominado MULTEC – M.P.F.I. – Alternado (semisecuencial).

El sistema MULTEC – M.P.F.I. – Alternado asegura un óptimo desempeño y bajos índices de consumo de combustible.

El sistema fue diseñado para proporcionar las siguientes características:

- Combustión eficiente de combustible

- Tensión máxima en bajas rotaciones (revoluciones) del motor.
- Reducción de la emisión de gases.

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

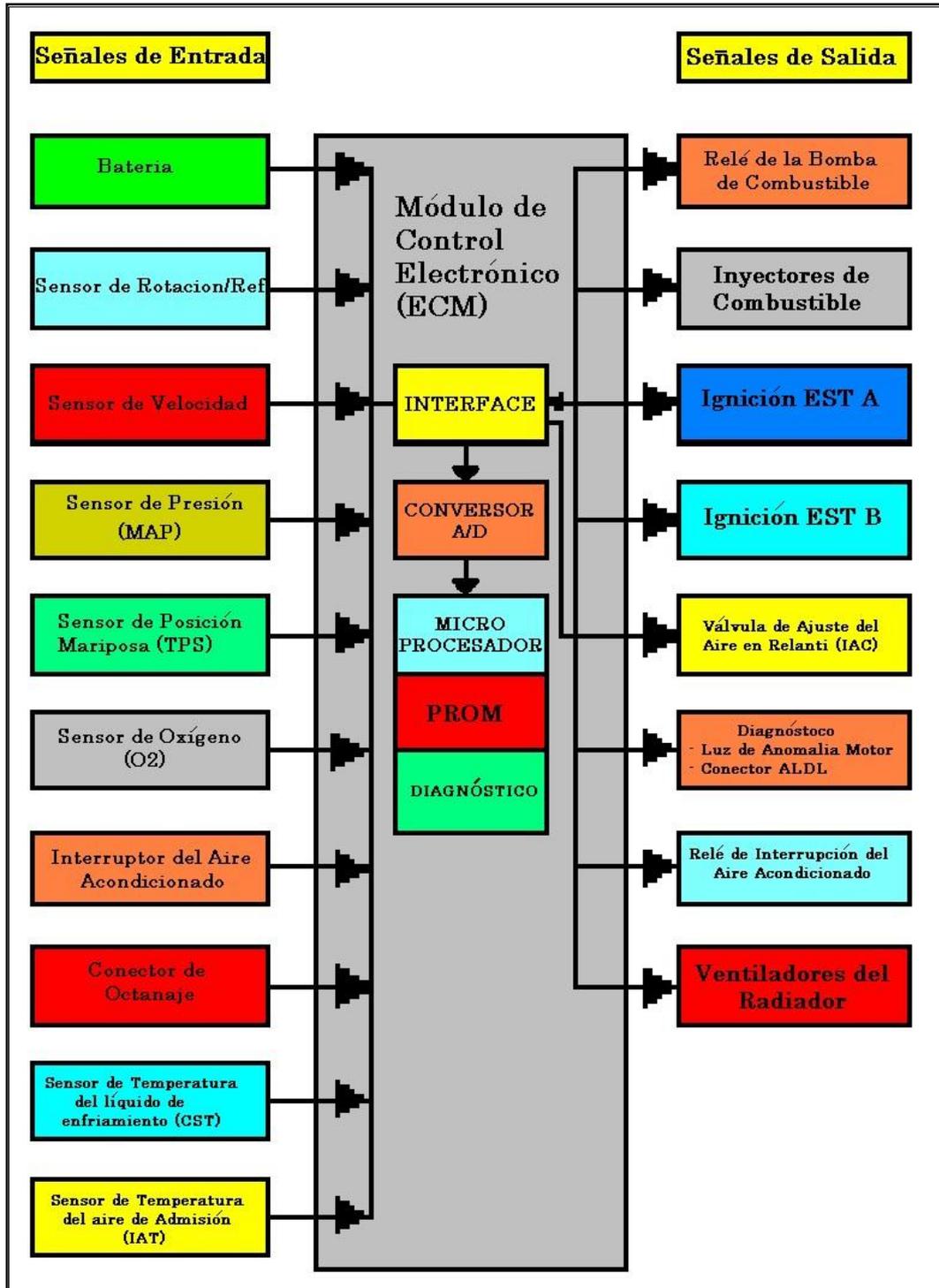


Figura 2.4. Diagrama de Bloque del Sistema de Inyección de Combustible

## 2.5. Componentes del MULTEC- MPFI.

En la figura 2.5. se puede observar los distintos componentes del sistema de inyección electrónica MULTEC- MPFI.

1. Luz de anomalía
2. Enchufe ALDL
3. Inyectores
4. Regulador de Presión
5. Mariposa de aceleración
6. Válvula reguladora del aire en ralentí
7. Sensor de posición de la mariposa
8. Sensor de temperatura del aire de admisión
9. No utilizado
10. Sensor de presión del colector
11. Sensor de oxígeno
12. Sensor de temperatura del líquido de enfriamiento
13. Interruptor de calefacción
14. No utilizado
15. Bomba de combustible
16. Relé de la bomba de combustible
17. Canister
18. Sensor de rotación / REF
19. Módulo de encendido – DIS
20. Sensor de velocidad I / P tablero de instrumentos

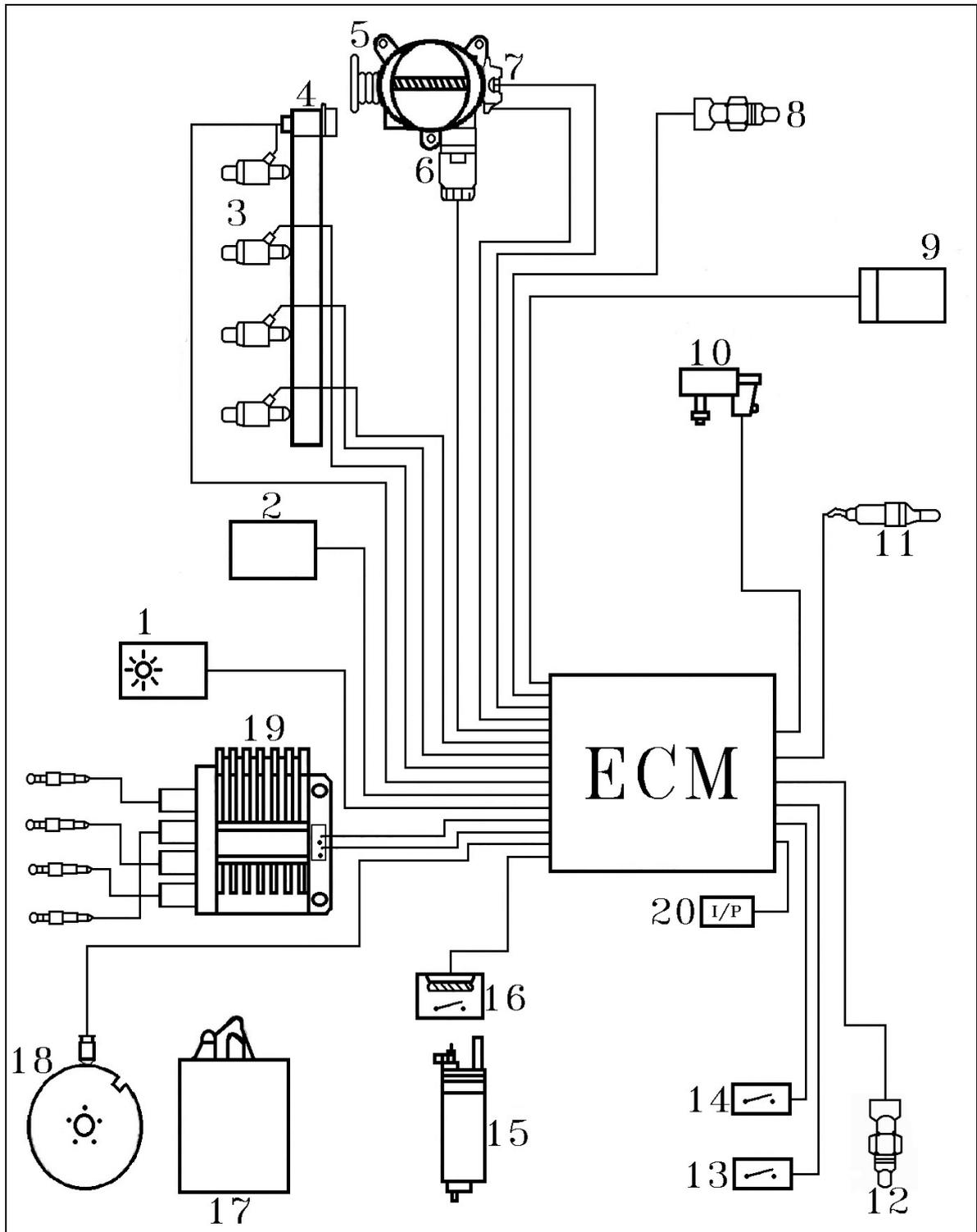


Figura 2.5. Componentes del Sistema MULTEC- MPFI

## **2.6. SUBSISTEMA DE CONTROL ELECTRONICO.**

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

### **2.6.1. Módulo Electrónico de Control.**

El módulo de control electrónico (ECM) es el punto central del sistema de gerenciamiento del motor (MULTEC – ESM). Monitorea constantemente los datos recibidos de los varios sensores y controles. Las informaciones son usadas para controlar la operación del motor (control de combustible, punto de encendido, rotación en ralentí).

El ECM es capaz de permitir el desempeño y conducir en forma ideal con el mínimo de emisiones nocivas.

El módulo de control consiste en dos partes: un calibrador llamado PROM (Memoria de Solo Lectura Programable) y un controlador (ECM sin PROM).

La PROM es programada con informaciones del vehículo (peso, tipo de motor, tipo de combustible, tiempo de arranque en frío, velocidad de corte de combustible, etc.)

Esto permite a la PROM calibrar el control del ECM para el desempeño más eficiente del vehículo.

Un mismo numero de pieza ECM puede ser usada en cada tipo de vehículo, entre tanto la PROM es más especificada y debe ser usada en el vehículo correcto.

Un ECM usado no incluye la PROM del ECM antiguo y debe ser cuidadosamente quitado y reinstalado en el nuevo ECM.

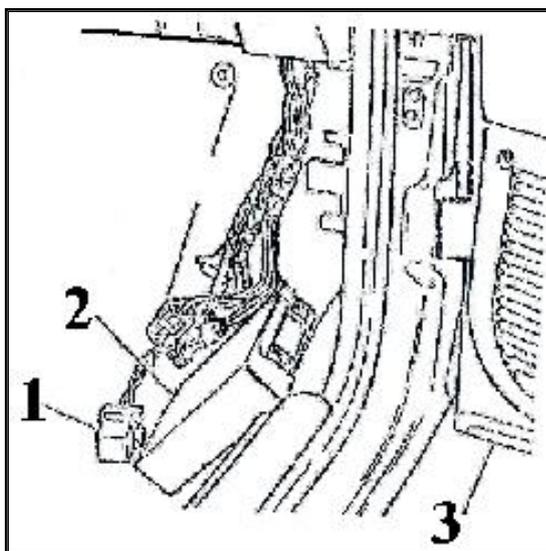
Para quitar el ECM y la llave de encendido debe estar en off y desconecte el cable de masa de la batería. Quite los tornillos del fijación del módulo y desconecte de la unidad los dos enchufes del mazo de conductores eléctricos.

Todos los datos y calibraciones para cada motor / vehículo son almacenados en la memoria programable PROM.

Reemplace la memoria programable si presenta algún fallo.

El módulo de control electrónico figura 2.6. esta ubicado atrás de la plancha de acabado de la columna delantera derecha.

1. Relé de la bomba de combustible
2. Módulo de Control Electrónico
3. Puerta del Pasajero



**Figura 2.6. Ubicación del Módulo de Control**

## 2.6.2. Identificación de los Bornes del Enchufe del Módulo de Control Electrónico.

La distribución de los conectores de la computadora del **CORSA WIND** dispone de dos conectores , uno de 24 pines y otro de 32 como se observa en la figura.

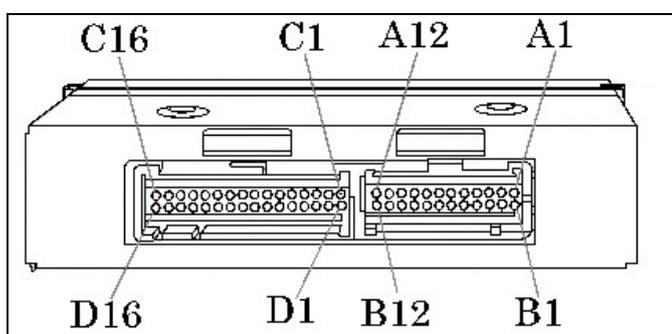


Figura 2.7. Identificación de los Bornes del Enchufe del Módulo de Control Electrónico.

- A1** No utilizado.
- A2** Línea de señal del sensor de posición del cigüeñal CKP
- A3** Relé de corte del A/C
- A4** Relé del ventilador
- A5** Relé del ventilador
- A6** No utilizado
- A7** Línea del sensor de presión absoluta en el colector MAP
- A8** Línea de señal del sensor de posición de la mariposa de aceleración TPS
- A9** No utilizado
- A10** Entrada del TCM solamente A/T
- A11** Líneas de masa del sensor de temperatura del líquido de enfriamiento CTS, Sensor de presión absoluta en el colector MAP, y el sensor de presión del aire acondicionado, conector de octanaje.

- A12** Masa del ECM
  
- B1** Voltaje de la batería
- B2** Línea de señal del sensor de velocidad del vehículo VSS
- B3** Masa del sensor de posición del cigüeñal
- B4** No utilizado
- B5** No utilizado
- B6** Relé de la bomba de combustible
- B7** Línea de datos seriales del terminal J del enchufe
- B8** Alimentación de energía 5 voltios del sensor de presión absoluta del colector, sensor de posición de la mariposa de aceleración TPS
- B9** No utilizado
- B10** Masa del ECM
- B11** Línea de señal del sensor de oxígeno O2
- B12** Línea de señal del sensor de temperatura de líquido de enfriamiento CTS
  
- C1** Control de la masa de verificación del H30
- C2** Señal de la salida del voltímetro si esta equipado.
- C3** Línea de señal EST B
- C4** Voltaje de encendido
- C5** Línea de control para la válvula del aire en ralentí IAC
- C6** Líneas de control para la válvula del aire en ralentí IAC
- C7** No utilizado
- C8** Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí IAC
- C9** Línea de control para la válvula de control de aire en ralentí IAC
- C10** No utilizado
- C11** Control de masa de los inyectores 1 – 4
- C12** No utilizado
- C13** Conector del inyector
- C14** Conector del inyector
- C15** Control de masa de los inyectores 2 – 3
- C16** Voltaje de la batería

- D1** Masa del ECM
- D2** Línea de la masa del sensor de posición de la mariposa de aceleración TPS, y sensor de temperatura del aire de admisión
- D3** Señal del sensor de temperatura del aire de la admisión
- D4** No utilizado
- D5** Interruptor de solicitud del aire acondicionado
- D6** No utilizado
- D7** No utilizado
- D8** Línea de activación de diagnóstico del borne B del enchufe ALDL
- D9** No utilizado
- D10** Línea de señal EST A
- D11** Señal del conector de octanaje.
- D12** No utilizado
- D13** No utilizado
- D14** No utilizado
- D15** No utilizado
- D16** No utilizado

### **2.6.3. Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración TPS.**

El sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS) figura 2.5. contiene un potenciómetro sujetado al eje de la mariposa de aceleración.

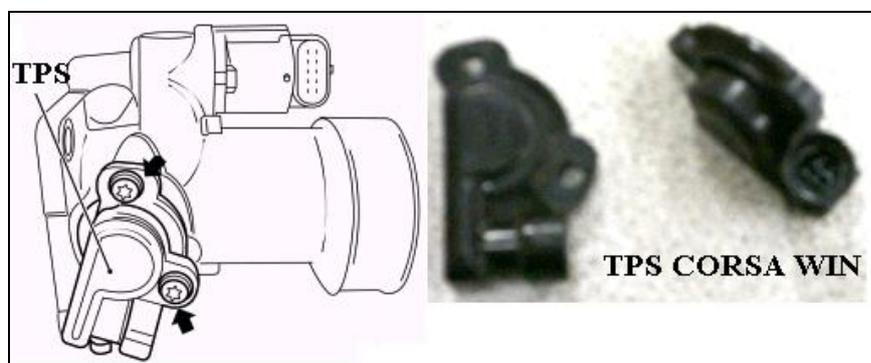


Figura 2.8. Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración.

La función del TPS es informar al ECM los movimientos rápidos de la mariposa de aceleración, para fines de aceleración y desaceleración. Cuando una falla es detectada en el circuito TPS, el ECM no es capaz de ajustar la mezcla aire / combustible con rapidez, lo que da como resultado un giro incorrecto del motor en ralentí.

Cuando existe un código de falla del TPS (código 21 y 22) el ECM utiliza un valor de reemplazo basado en la rotación del motor.

Cuando la mariposa de aceleración está cerrada, la señal de salida del TPS es bajo (0.45 a 0.55 voltios). El voltaje aumenta en proporción a la abertura de la mariposa de aceleración hasta alcanzar 4.8 voltios en la condición totalmente abierta (100 % de abertura del TPS)

#### 2.6.4. Sensor de Presión Absoluta en Colector (MAP).

El sensor de presión absoluta en el colector (MAP) figura 2.9. esta ubicado en la pared del compartimiento.

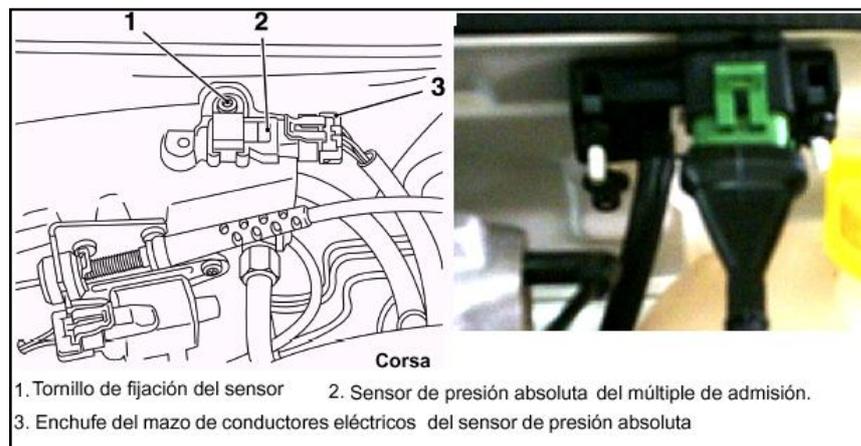


Figura 2.9. Ubicación del Sensor de Presión en el Colector (MAP).

El sensor MAP mide la presión en el colector de admisión resultante de la variación de carga de

rotación del motor, y la convierte en salida de voltaje. La condición de la mariposa de aceleración cerrada, debido a la desaceleración del motor, irá generar salida relativamente baja en el sensor MAP. La condición de la mariposa de aceleración abierta, irá generar salida alta.

La señal de salida alta producida por la presión interna en el colector es igual a la presión externa en el colector, por lo tanto hay medición del 100% de presión extrema del aire.

El valor del sensor MAP es opuesto al valor medido en un medidor de vacío, cuando la presión en el colector es alta, el vacío es bajo.

El sensor de presión absoluta en el colector (MAP) también es usado para medir la presión barométrica en algunas condiciones; lo que permite al Módulo de Control Electrónico efectuar automáticamente las compensaciones en diferentes altitudes.

El Módulo de Control Electrónico envía una señal de referencia de 5 voltios al sensor MAP, en la

medida que hay alteración de presión en el colector, también hay alteraciones eléctricas en la resistencia del sensor MAP.

Un valor más alto de presión, vacío bajo (alto voltaje) requiere mayor cantidad de combustible, en cuanto que presión más baja, vacío más alto (voltaje bajo) requiere menor cantidad de combustible. El Módulo de Control Electrónico utiliza el sensor MAP figura 2.10. para controlar la liberación de combustible y el punto de encendido.

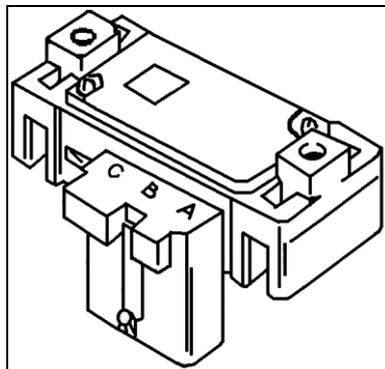


Figura 2.10. Sensor de Presión en el Colector MAP

#### **2.6.5. Sensor de Temperatura del Aire de la Admisión (IAT).**

El sensor de la temperatura del aire de admisión (IAT) figura 2.11 utiliza un termistor para controlar la señal de voltaje en el ECM. El ECM aplica al sensor el voltaje del borne D3 de la ECU. Cuando el aire de

la admisión está frío, la resistencia del sensor (termistor) es alta, y por lo tanto el voltaje del borne D3 del ECM es alta.



Figura 2.11. Ubicación del Sensor de Temperatura de la Admisión de Aire (IAT o ATS).

“Temperatura del aire de admisión” es una de las entradas utilizadas para el control de:

- Liberación de combustible.
- Punto electrónico del encendido (EST).
- Control del aire en ralentí (IAC).
- Sensor de temperatura del aire de la admisión.

#### **2.6.6. Sensor de Temperatura del Líquido de Enfriamiento (CTS).**

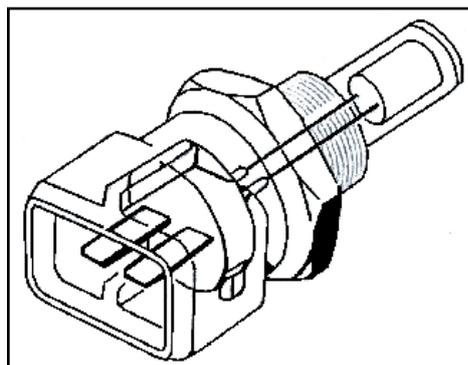
El sensor del líquido de enfriamiento del motor (CTS) consiste en un termistor NTC, ubicado en el flujo del líquido de enfriamiento, el sensor figura 2.12. está ubicado a la derecha del motor, abajo del sistema de encendido directo (DIS).



Figura 2.12. Ubicación del Sensor de Temperatura del Líquido de Enfriamiento (CTS).

El módulo electrónico de control proporciona una señal de 5 voltios al sensor de temperatura del líquido de enfriamiento (CTS). a través de un resistor del ECM y hace una medición de voltaje.

El voltaje será alto cuando en motor estuviera frío y será baja cuando el motor estuviera caliente. La temperatura del líquido de enfriamiento afecta la mayor parte de los sistemas controlados por el módulo electrónico de control.



## Figura 2.13. Sensor de temperatura del líquido de enfriamiento (CTS).

### **2.6.7. Sensor de Velocidad del Vehículo VSS**

Este sensor informa al módulo electrónico de control la velocidad del vehículo, se precisa de esta información para controlar la rotación en ralentí y reconocer si el vehículo está en movimiento o si está parado.

El sensor de velocidad es integrado y funciona conforme el principio del LED.

El sensor recibe voltaje de encendido, a través del enchufe del tablero de instrumentos. La conexión con la masa también se hace a través del conector del tablero de instrumentos el LED actúa como interruptor conecta / desconectado, conforme la velocidad del vehículo. De esta forma, el módulo electrónico de control recibe voltaje de aproximadamente 0.5 V (señal baja) cuando el interruptor está cerrado y el voltaje aproximadamente 12 V (señal alta) cuando el interruptor esta abierto.

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

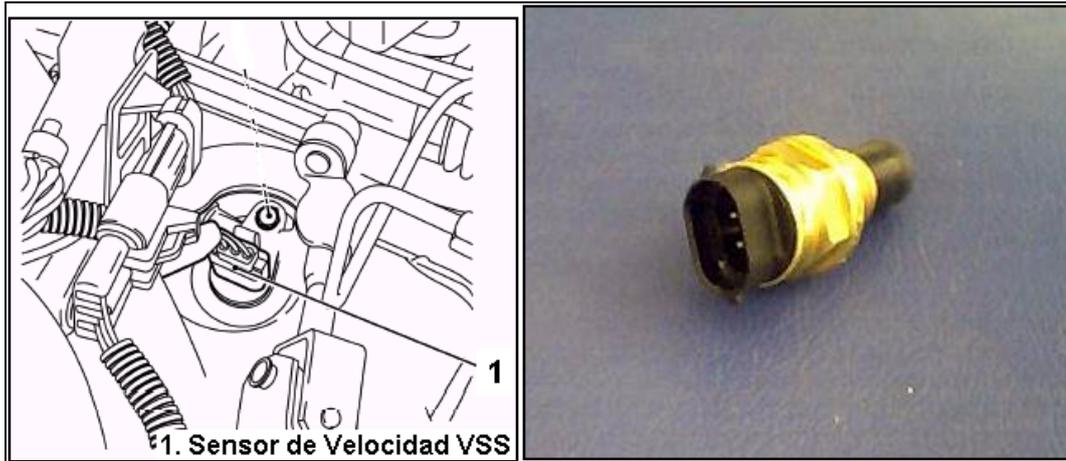


Figura 2.14. Sensor VSS (Ubicación)

### 2.6.7. Sensor de Oxígeno O2

El sensor está ubicado próximo a la culata del motor, en el colector del escape, monitorea el contenido de oxígeno en el escape. figura 2.14. es un elemento de zirconio posicionado entre dos placas de platino. Al entrar en contacto con el oxígeno, el zirconio se torna un conductor eléctrico (electrolito). En las placas de platino ocurre una reacción química haciendo formación de iones de oxígeno en las placas. (un ion es un átomo o molécula con exceso o falta de electrones).

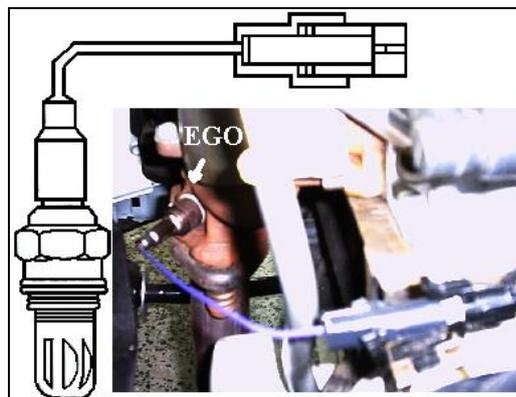


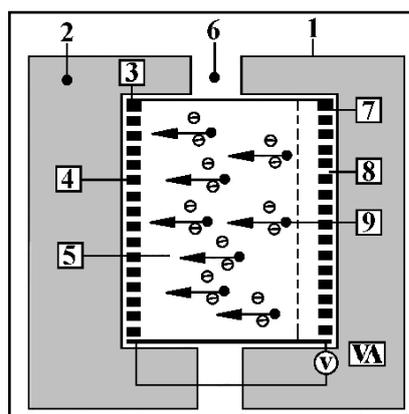
Figura 2.14. Sensor de Oxígeno O2

En las dos placas de platino hay formación de iones de oxígeno. En el lado de referencia de aire del sensor, hay formación de mayor

cantidad de oxígeno que en el lado de referencia de aire produce un potencial eléctrico en relación al lado de los gases de escape. La placa en el lado de referencia es positivamente cargado (teoría convencional de flujo de electrones) en relación al lado de los gases del escape.

Cuando la mezcla aire / combustible está rica, aparecen menores iones de oxígeno en el lado de los gases de escape, en el sensor. La placa de platino en el lado de los gases de escape se torna más negativa. La carga eléctrica en el lado de referencia de aire permanece la misma, pues no hay alteración de contenido de oxígeno del aire externo. Hay potencial de voltaje entre los dos lados. Cuando la mezcla aire / combustible está rica, el voltaje del sensor de oxígeno es alta. Si la mezcla aire / combustible estuviera pobre, el voltaje del sensor de oxígeno será baja.

El voltaje de las placas de platino varía aproximadamente entre 50 milivoltios (mezcla pobre) y 900 milivoltios (mezcla rica), conforme el contenido de oxígeno en el escape. Para determinar si la mezcla aire / combustible está rica o pobre, el ECM evalúa la diferencia entre las placas de platino.



**Figura 2.15. Reacción en el sensor de Oxígeno O2**

1. Aire ambiente 2. Gases del escape 3. Electrodo de platino (-) 4. Borne (-) del electrodo de platino 5. Electrolito sólido 6. Electrodo (-) de platino para aire ambiente 7. Borne ( - ) para electrodo de platino 8. Iones de oxígeno

### 2.6.8. Sensor de Rotación REF - CKP

El sensor de rotación REF posee referencia alta y referencia baja directa con el ECM. El cable es blindado con la masa en el ECM para limitar las interferencias.

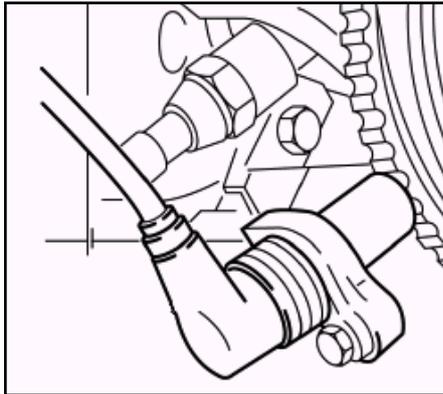
En el cigüeñal hay una rueda dentada con 58 dientes, con un espacio donde faltan dos dientes.



Figura 2.16. Sensor REF

El sensor presenta una posición de referencia muy precisa para el control del encendido del ECM, y para el punto de liberación de combustible. El espacio indica el Punto Muerto Superior (PMS).

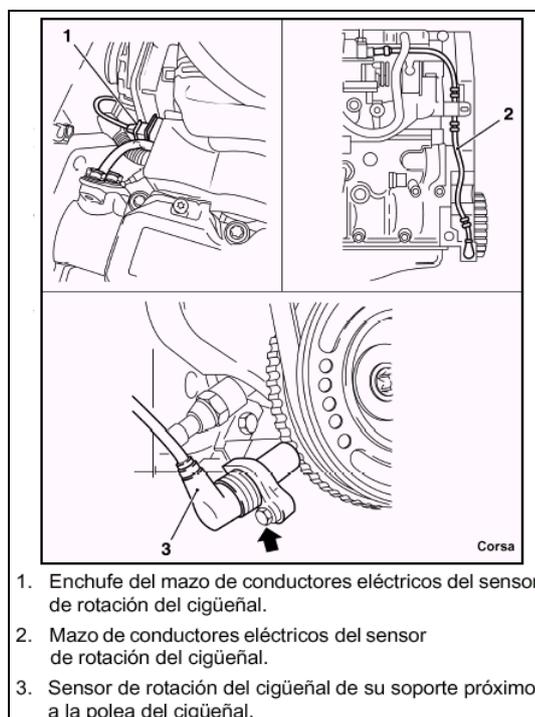
El sensor figura 2.17. consiste de un colector de resistencia variable que genera voltaje AC. Este voltaje es relacionado con la rotación del motor en 200 milivoltios AC cuando la rotación del motor esta debajo de 60 rpm., y 120 voltios AC cuando la rotación del motor está por encima de 6000 rpm.



**Figura 2.17. Sensor de Rotación REF**

Dependiendo de la distancia de la rueda reluctora de 58 dientes aproximadamente a 1mm a 22 °C, similar al formato de una onda senoidal. En el vacío de los dientes faltantes hay dos puntos de pasaje alto y bajo.

El ECM transforma en ondas rectangulares, la señal de posición del cigüeñal. La onda rectangular es usada para el punto de encendido y el punto de apertura de los inyectores. combustible.



1. Enchufe del mazo de conductores eléctricos del sensor de rotación del cigüeñal.
2. Mazo de conductores eléctricos del sensor de rotación del cigüeñal.
3. Sensor de rotación del cigüeñal de su soporte próximo a la polea del cigüeñal.

**Figura 2.18. Ubicación del Sensor de Rotación REF.**

## **2.7. SUBSISTEMA DE ALIMENTACION.**

El subsistema de alimentación es el encargado de proporcionar el suficiente combustible hacia los cilindros para un correcto funcionamiento del motor. La presión de trabajo de este subsistema fluctúa entre 40 psi. a 60 psi . La presión de inyección de combustible de cada inyector fluctúa de 2.5 a 4 psi.

### **2.7.1. Inyectores de combustible.**

El inyector de combustible figura 2.19. es un solenoide controlado y accionado por el módulo de control electrónico (ECM).

El módulo de control electrónico (ECM) activa el solenoide para abrir una válvula de bombilla, tipo normalmente cerrada.

El combustible pasa por el cuerpo del inyector y va a la placa direccionada. La placa posee agujeros calibrados para controlar el flujo de combustible y para crear un chorro de formato cónico.

Un inyector inestanco, causará pérdida de presión después de la parada del motor.

Esta condición podrá causar un prolongado período de arranque y arranque difícil.

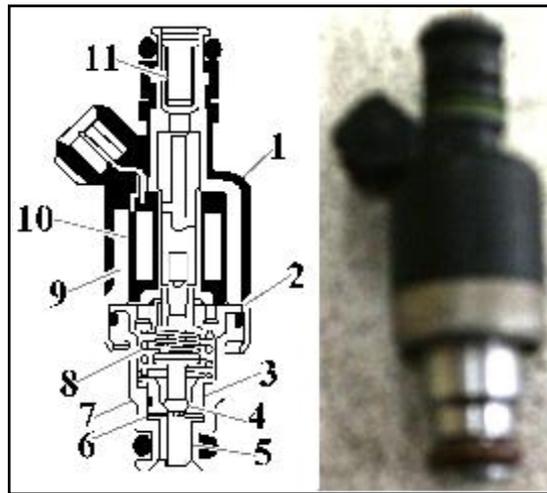


Figura 2.19. Inyector de combustible.

1.Solenoide. 2. Separador y guía. 3.Núcleo. 4.Válvula de bolilla. 5.Pulverizador. 6. Placa direccionadora. 7. Carcasa del pulverizador. 8.Resorte del núcleo. 9.Carcasa del solenoide. 10. Solenoide 11. filtro de combustible.

### 2.7.2. Bomba de Combustible

Esta ubicada dentro del deposito de combustible. es del tipo eléctrica y envía flujo de combustible, a través del filtro, para el distribuidor de combustible. Funcionando por 3 segundos al colocar en contacto se desactiva si no recibe señal del REF.

La bomba suministra combustible en una presión mayor que la necesaria por los inyectores. El regulador de presión, ubicado en el distribuidor de combustible controla la presión de alimentación de los inyectores. El combustible no utilizado retorna al deposito.

A continuación en la figura 2.20. muestra la bomba de combustible y sus

conductores tanto de la bomba como del flotador medidor:

1. Conductores de la bomba de combustible
2. Conductores del flotador medidor

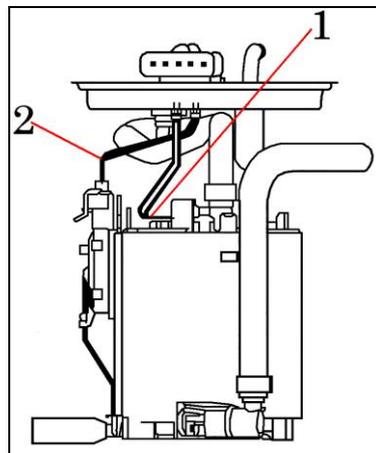


Figura 2.20. Bomba de Combustible

### 2.7.3. Distribuidor de Combustible

El distribuidor de combustible figura 2.21. está montado en el colector de admisión y tiene las siguientes funciones:

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

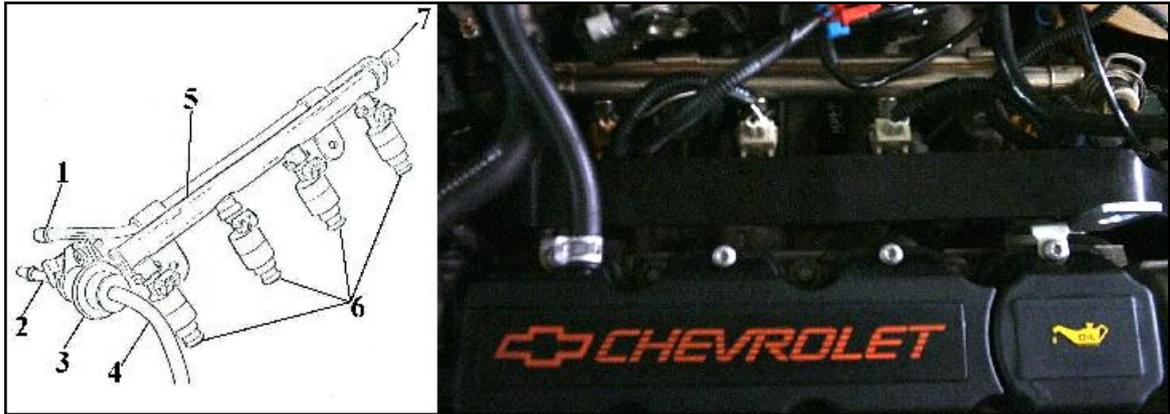


Figura 2.21. Distribuidor de Combustible.

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

#### **2.7.4. Regulador de Presión de Combustible.**

Este regulador es una válvula de descarga tipo de diafragma. El punto de equilibrio de presión abre cuando hay un equilibrio entre la tensión del resorte calibrado, el vacío del colector de admisión y presión de combustible. La función del regulador es mantener una presión constante en los inyectores.

El regulador compensa la carga del motor aumentando la presión de combustible así que la presión en el colector de admisión aumenta. El regulador de presión figura 2.22. esta montado en el distribuidor y es del tipo blindado.

Si la presión de combustible fuera muy baja el motor disminuirá su desempeño y el código de falla 44 será presentado. Si la presión fuera excesiva, tendremos olor excesivo a combustible y la presencia del código de falla 45.

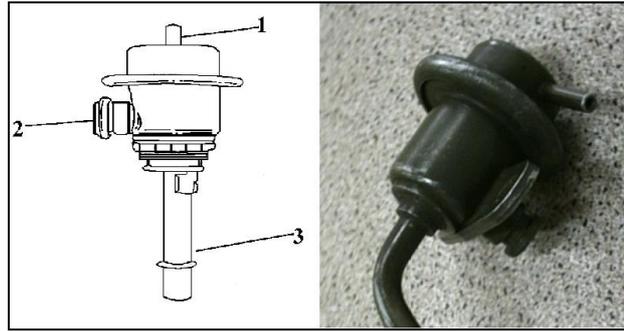


Figura 2.22. Regulador de Presión.

1.Vacío del colector de admisión 2 Conexión con el distribuidor de combustible. 3.Salida de combustible.

### **a. Dosificación de Combustible**

La optimización de la dosificación de combustible es el resultado de la presión adecuada de combustible y del sincronismo preciso del inyector y requiere de los siguientes dispositivos:

- Los componentes de la alimentación de combustible (deposito, filtro, bomba, líneas de alimentación).
- Circuito de la bomba eléctrica.
- Distribuidor de combustible y sus componentes (inyectores, regulador de presión).
- Válvula mariposa y sus componentes (válvula de aire en ralentí, sensor de posición de la mariposa).

Si la presión de combustible fuera mantenida constante por el regulador, el volumen del flujo de combustible es proporcional al periodo de tiempo en que el inyector permanece abierto (amplitud de pulso) y la frecuencia (relación de repetición) de los pulsos.

El ECM mantiene una optima proporción aire/combustible.

Aumentada la amplitud de pulsos, el flujo de combustible aumenta y la mezcla aire/combustible se torna rica. Por otro lado

reduciendo la amplitud de pulso, el flujo de combustible disminuye y la mezcla se torna pobre. La frecuencia es determinada por la rotación del motor. El ECM inicia los pulsos para el inyector monitoreando la rotación del motor basándose en una señal de entrada recibida del sistema de encendido.

El ECM cambia la amplitud de pulso para corresponder a las alteraciones en la demanda de combustible del motor (ejemplo arranque en frío, altitud, aceleración, desaceleración).

### **b. Corrección corta y corrección larga de combustible**

Las informaciones sobre la corrección corta y larga de combustible son usadas por el ECM para la determinación de las condiciones rica o pobre en las mezclas de aire/combustible para el motor. La posición de corrección corta (integrador) o corrección larga (lectura en bloque) es medida en pasos: 0 a 225, siendo 128 el punto básico sin ajustes. Entre tanto, la posición de corrección de combustible, corta y larga es presentada en porcentajes negativa y positiva.

### **c. Corrección corta de combustible (integrador de combustible)**

El integrador de combustible presenta la conexión corta para liberar combustible por el ECM, en respuesta a la cantidad de tiempo que el sensor de oxígeno O<sub>2</sub> permanece encima o abajo del límite de 450 mV. Si el voltaje del sensor de oxígeno fuera mantenido principalmente debajo de los 450 mV, indicando mezcla de aire combustible pobre, el valor para el integrador de combustible será aumentado, indicando que el ECM está añadiendo combustible. Si el voltaje del sensor de oxígeno permanece principalmente encima del

limite, el ECM reducirá la liberación de combustible, para compensar la condición rica indicada.

#### **d. Corrección Larga de Combustible (Lectura en Bloque)**

La corrección larga de combustible es un valor derivado de la corrección corta, y es usada para la corrección de liberación de combustible a largo plazo. Un valor de 0% (128 pasos) significa que el sistema de combustible está excesivamente rico y que la liberación de combustible está siendo reducida (amplitud de pulso del inyector reducida). Un valor encima del 0% (128 pasos) indica que existe condición pobre y que el ECM está compensando a la adición de combustible (amplitud de pulso del inyector aumentada.)

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

El subsistema de ingreso de aire es el encargado de facilitar el paso de aire limpio hacia los cilindros controlando mediante un medidor de flujo de aire. Siendo de gran importancia el control y revisión de fugas o ingreso de aire adicional pues de lo contrario se tendrá valores erróneos hacia la unidad de control electrónico dando como resultado mal funcionamiento del motor.

### **2.8.1. Cuerpo de la válvula mariposa**

El aire admitido en el motor es controlado por la válvula mariposa la que se encuentra cerca del acelerador.

El conjunto de la válvula mariposa, figura 2.23., también contiene varios subconjuntos como el sensor de posición de la válvula mariposa y la válvulas

reguladora del aire en ralentí. La carcasa de la válvula mariposa posee, varios agujeros ubicados antes y después de la mariposa, que son utilizados para generar señales de vacío, necesarias para el funcionamiento de componentes como el sensor de presión del colector de ventilación del canister.

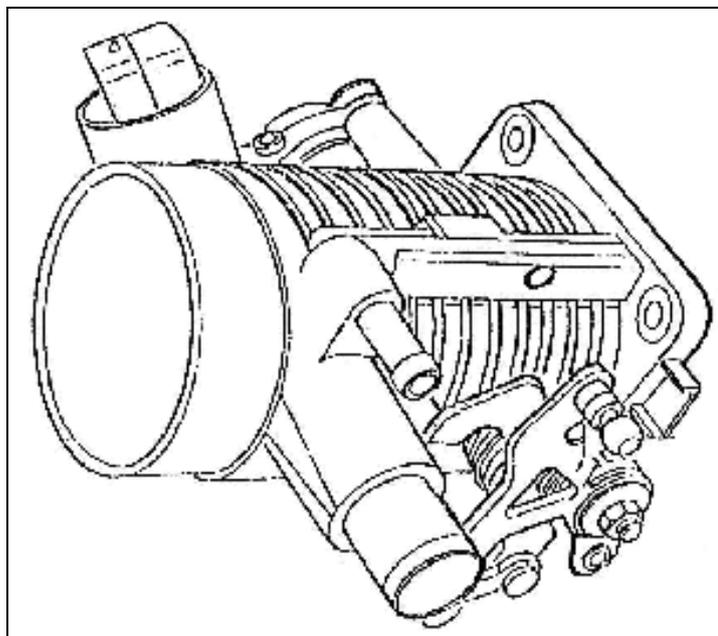


Figura 2.23. Cuerpo de Válvula Mariposa

## **2.8.2. VALVULA DE CONTROL DE AIRE IAC.**

El conjunto de la válvula de control de aire en ralentí (IAC) figura 2.24. controla la rotación del motor en ralentí. La válvula IAC altera la rotación en ralentí e impide que el motor pare, ajustando la derivación del aire, de modo a compensar las variaciones de carga del motor. La cantidad de emisiones del escape son mantenidas al mínimo.

La válvula IAC es montada en el cuerpo de la válvula de la mariposa de aceleración. La válvula controla el pesaje del aire entre el cuerpo de la válvula de la mariposa y el colector de admisión. La válvula de émbolo cónico se retrae (para aumentar el flujo de aire) o se extiende (para disminuir el flujo de aire). Esto permite la derivación del aire para la placa de la válvula de la mariposa de aceleración, con aumento y reducción de la rotación en ralentí del motor.

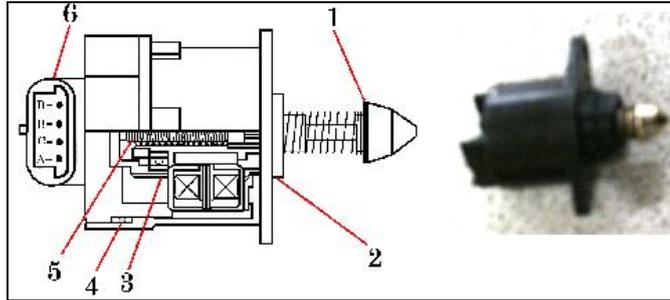


Figura 2.24. Válvula de Control de Aire en Ralentí (IAC)

1. Cono de la válvula. 2 canal del empaque 3. Rodamiento trasero 4. Anillo de sellado 5. Engranaje sin fin. 6. Conector.

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

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

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

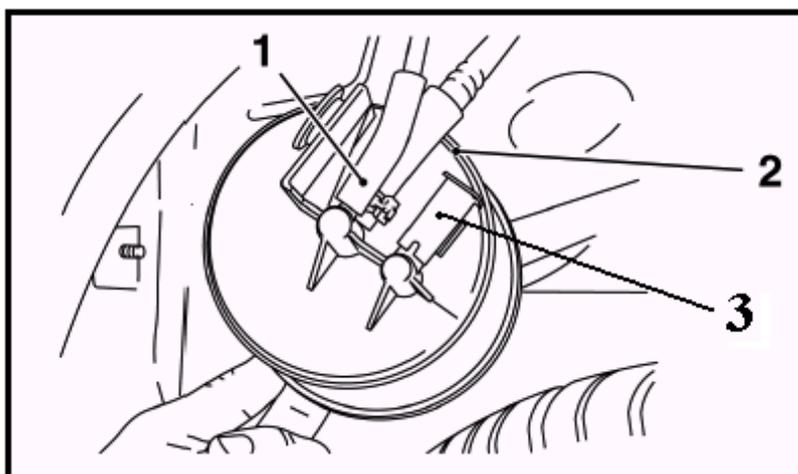
El ajuste de la válvula IAC, es efectuado después que la rotación del motor aumenta arriba de 3500 rpm y la llave del contacto es desplegada.

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

### 2.8.3. Sistema de Ventilación del Estanque / Canister.

El sistema de ventilación da garantía de una recuperación apropiada de los vapores de combustible. Cuando el motor no está funcionando, son recolectados en un depósito abastecido con carbón activado, y cuando el motor está funcionando, los mismos vapores son drenados del canister de carbón para el colector de admisión.

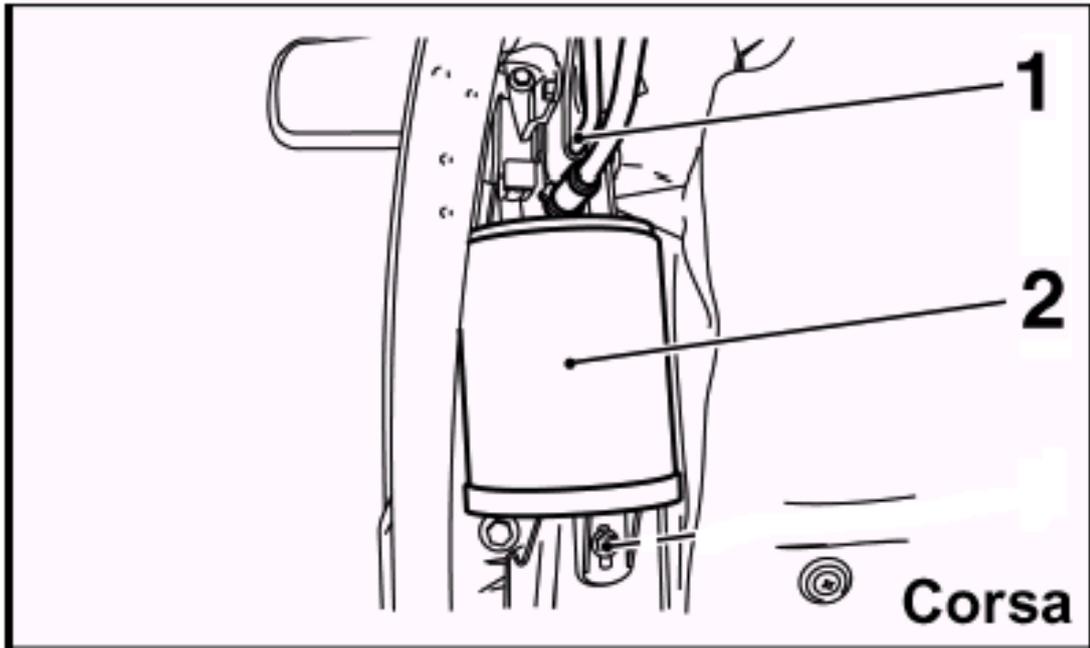
Los vapores de la gasolina del estanque de combustible fluyen para el tubo # 3 de la figura 2.25. Todo combustible líquido pasa por el interior ubicado en la extremidad inferior del canister para proteger la capa de ozono. El drenaje de los vapores del canister ocurre cuando el motor está funcionando a través del tubo # 2. El aire extremo entra en el canister a través de un tubo de aire ubicado en la extremidad superior (tubo # 1). El aire es mezclado con los vapores almacenados, y a seguir es drenado para el colector de admisión.



1.Tubo del estanque 2. entrada de aire ambiente. 3.Tubo de ventilación.

Figura 2.25. Sistema de Ventilación del Estanque / Canister.

La abertura o cierre de la válvula de ventilación del canister es controlada por el vacío del motor. Cuando la válvula de ventilación del canister está abierta, los vapores de combustible fluyen del canister de carbón para el colector de admisión. La válvula de ventilación del canister figura 2.26. esta localizada en el resguardo del compartimiento del motor



1.Manguera de la válvula de control del canister 2. canister de carbón activado

Figura 2.26. Ubicación del Canister de Carbón.

## 2.9. SUBSISTEMA DE AUTODIAGNOSTICO.

El subsistema de autodiagnóstico es el encargado de verificar los circuitos que manejan las señales de entrada de los sensores y las señales de salida para los actuadores controlados, son continuamente monitoreados por la unidad de control.

Si los valores no son correctos la unidad de control almacena dicho valor en la memoria RAM y se enciende la luz "CHECK ENGINE" de verificación del motor en el tablero de instrumentos figura 2.27. para advertir un evento de una falla.

El motor dispone del control electrónico para verificar el correcto funcionamiento de los principales sistemas como: combustible, encendido, inyección, etc.



Figura 2.27. Luz Check engine en el tablero de instrumentos corsa

### **2.9.1. Sistema de Autodiagnos.**

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

### **2.9.2. Finalidades del Sistema de Autodiagnos**

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

### **2.9.3. Indicación de Falla**

La luz MIL debe encenderse cuando la llave este en contacto y debe apagarse una vez que el motor entra en funcionamiento si se enciende la luz mil cuando el motor funciona existe una falla en el sistema de combustible por lo tanto el código de falla correspondiente permanecerá grabado en la memoria del programa hasta ser corregido.

#### *2.9.4. Grabación del Código de Fallas*

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. La memoria es apagada cuando la batería es desconectada en lo mínimo durante 10

segundos, pero sino se corrige el error, el código de falla permanecerá grabado y aparecerá de inmediato, apenas el motor entre en funcionamiento o se de arranques.

#### **2.9.5. Lectura de Códigos Sin el TECH 1 (scanner).**

Es posible hacer la lectura de códigos de fallas grabados el ECM, sin la utilización del TECH 1. Conecte los bornes "A" y "B" del ALDL, junto con la herramienta de prueba de diagnosis, cuando el encendido estuviera CONECTADO y el motor estuviera funcionando. Cuando la llave de encendido estuviera CONECTADA, la luz mil figura 2.27. del motor presentara códigos de falla en secuencia luminosa.

#### **2.9.6. Conector ALDL.**

El conector ALDL figura 2.28. esta montado sobre el tablero de instrumentos, en el lado del conductor, en el interior de la caja de fusibles. El ECM envía al TECH 1, datos sobre el motor a través del conector ALDL.



Figura 2.28 Ubicación del conector ALDL Corsa WIND

### 2.9.7. Identificación de los Bornes del Conector ALDL

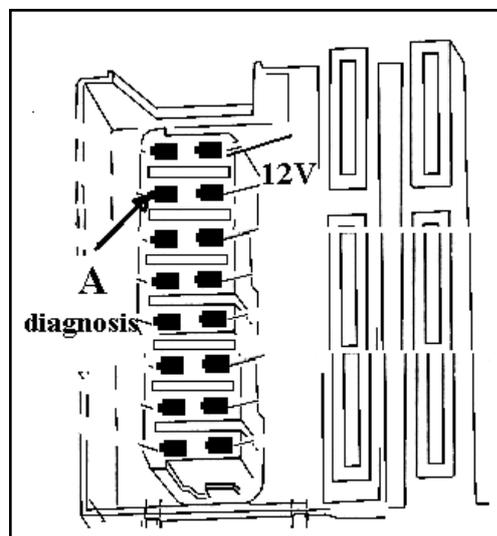


Figura 2.26. Identificación de los Bornes del Conector ALDL.

**A.** Punto de comunicación de códigos

12V.- Punto de 12 voltios Masa

**Entre A y tierra.** Línea de solicitud de diagnosis

### 2.9.8.Códigos de fallas.-

Para el vehículo CORSA WIND 1.4. existe la siguiente lista de códigos de falla que serán de utilidad para diagnosticar fallas en el sistema con la ayuda de la luz mil.

Tabla II.6. Lista de códigos de falla

<b>CODIGO DE FALLAS</b>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<b>TERMINAL ECM</b>
13	Sensor de Oxígeno O <sub>2</sub> - Circuito Abierto	B11, B10
14	Sensor de Temperatura del Líquido de Enfriamiento – Voltaje Bajo	B12, A11
15	Sensor de Temperatura del Líquido de Enfriamiento – Voltaje Alto	B12, A11
19	Señal incorrecta de RPM	A2, B3
21	Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración – Voltaje Alto	B8, A8, D2
22	Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración – Voltaje Bajo	B8, A8, D2
24	Ninguna Señal de Velocidad del Vehículo	B1, D1
25	Válvula del Inyector – Voltaje Bajo	C11
29	Relé de la Bomba de Combustible – Voltaje Bajo	B6, D1
32	Relé de la Bomba de Combustible – Voltaje Alto	B6, D1

33	Sensor MAP – Voltaje Alto	B8, A7, A11
34	Sensor MAP – Voltaje Bajo	C5, C6; C8
35	Falla en el Control de Aire en Relantí	C9, D1
41	Línea EST de las Bobinas 2/3 – Voltaje Alto	C3, D1
42	Línea EST de las Bobinas 1/4 – Voltaje Alto	D10, D1
44	Escape Pobre	B11, B10
45	Escape Rico	B11, B10
49	Batería – Voltaje Alto	C4, D1
51	Falla EPROM	-----
55	Falla EPROM	-----
63	Línea EST de las Bobinas 2/3 – Voltaje Bajo	C3, D1
64	Línea EST de las Bobinas 1/4 – Voltaje Bajo	D10, D1
69	Temperatura del Aire del Colector – Voltaje Alto	D2, D3
71	Temperatura del Aire del Colector – Voltaje Bajo	D2, D3
81	Válvula Inyectora – Voltaje Alto	C11, C15
93	Falla del Módulo QUAD Driver U8	A10, C1
94	Falla del Módulo QUAD Driver U9	A3, A4, A5, D1

## 2.10. ENCENDIDO DIRECTO DIS.

El sistema de encendido directo (DIS), también conocido como Módulo Integrado Electrónico de bobina(ICE), consiste en la combinación de la bobina y actuadores electrónicos, en un único módulo sellado Figura. 2.27.



Figura 2.27 Sistema de encendido DIS CORSA WIND

Las informaciones sobre el avance y el punto de encendido son directamente controladas por el ECM al actuador del sistema electrónico de la bobina. El actuador de la bobina y el sistema electrónico cargan la bobina y limitan su corriente, para controlar la disipación del campo magnético en la bobina de potencia primaria.

Las bobinas tienen conexión de alto voltaje en cada extremidad de sus devanados secundarios por lo tanto, cada bobina acciona dos bujías de encendido. El módulo DIS es capaz de recibir dos señales en secuencia de punto electrónico del encendido (EST). La señal EST A contiene las informaciones del encendido (punto y punto de avance) referentes a una bobina, y la señal EST B contiene las informaciones del encendido para la otra bobina.

### **2.10.1. Descripción de los Bornes**

Conexiones internas de la bobina (no accesibles para el mantenimiento).

- a) B+ conexión de alimentación de voltaje positiva de la batería para las bobinas.
- b) C – (1 – 4) conexión de la masa para el dispositivo de salida de potencia para las bobinas (1 – 4).
- c) C – (2 – 3) conexión de masa para el dispositivo de salida de potencia para las bobinas (3 – 2).
- d) No utilizado.
- e) EST (1 – 4) señal de entrada emitido por el ECM que hace la conmutación.
- f) EST (2 – 3) Entre 0 voltios (estado bajo) a 5 voltios (estado alto) cuando es deseada la corriente primaria de la bobina de encendido.
- g) GND masa para el sistema electrónico
- h) B+ conexión de alimentación de voltaje positivo.

### **2.10.2. Enchufe del arnés de conductores.**

El sistema es conectado a la masa a través de un enchufe figura 2.28. No hay conexión entre el sistema electrónico y la palanca de tope.

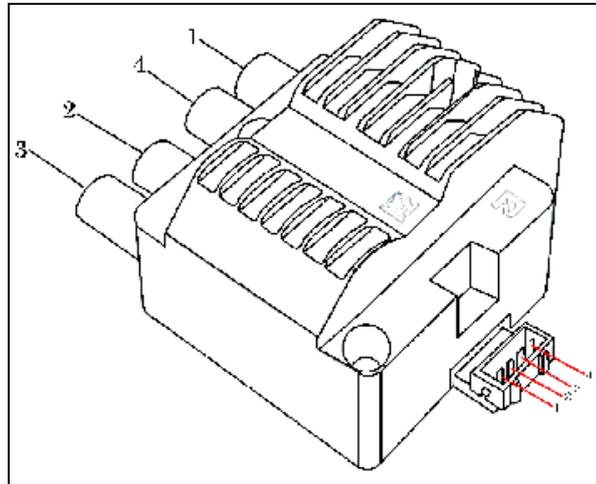


Figura 2.28. Enchufe del arnés de Conductores.

### 2.10.3. Diagrama de Bloque (DIS)

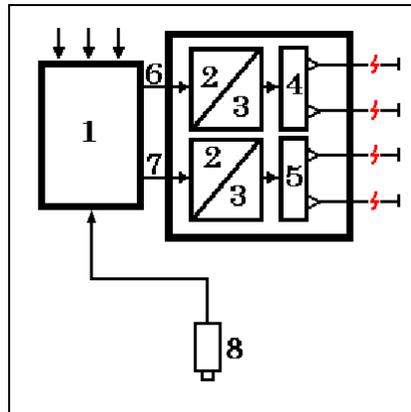
El módulo de encendido contiene dos dispositivos semiconductores para el accionamiento de cada bobina figura 2.29, estos semiconductores son conectados a un circuito limitador de corriente, para reducir el consumo de potencia de las bobinas.

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.

#### 2.10.4. Partes del Diagrama de Bloque DIS



- 1.ECM 2.Limite actual 3.Potencia Darlington. 4.Bobina (1 – 4). 5.Bobina (2 – 3). 6.EST (1 – 4)  
7.EST (2 – 3). 8.Sensor de rotación REF.

Figura 2.29. diagrama de bloque DIS

#### 2.10.5. Protección de Voltaje

El módulo de encendido funciona en un tramo de alimentación de 6 a 16 voltios, en la amplitud de temperatura operacional. El módulo puede soportar voltaje excesivo de 24 voltios durante un periodo de 60 segundos, cuando los enchufes son invertidos(negativo a positivo de la batería). El módulo electrónico conectado a las bobinas puede resistir durante un periodo de 60 segundos sin dañarse.

#### 2.10.6. Montaje.

El módulo es moldeado en una carcasa con doble bobina, y el módulo DIS es montado en el lado izquierdo del motor. Instale el DIS usando los puntos normales de montaje al soporte del motor, y usando (3) tornillos Torx M5 x 50mm. Use conectores de alambres eléctricos y cables secundarios comunes, conforme los suministrados con el motor. Aplique torsión nominal a los tornillos DIS: no exceda 10 Nm.

### III. DISEÑO Y DIAGRAMACION DE CIRCUITOS ELECTRICOS Y PRUEBAS DEL SISTEMA DE INYECCION MULTEC – MPFI CORSA WIND 1.4L.

#### 3.1. DISTRIBUCIÓN DE PINES DE LA COMPUTADORA DEL CORSA WIND 1.4

La distribución de los conectores de la computadora del corsa wind dispone de dos conectores , uno de 24 pines y otro de 32 como se observa en la figura 3.1.

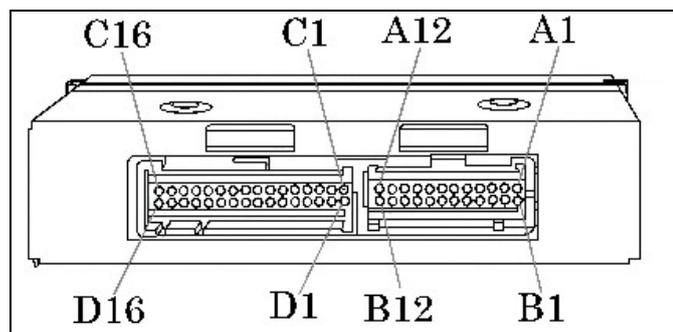


Figura 3.1 Identificación de los Bornes del Enchufe del Módulo de Control Electrónico.

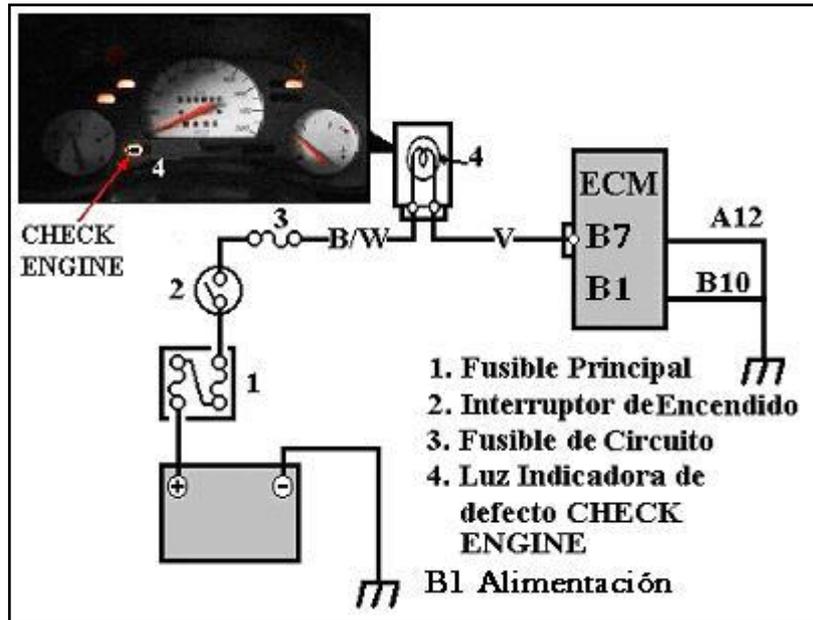
- A1** No utilizado.
- A2** **Línea de señal del sensor de posición del cigüeñal CKP**
- A3** Relé de corte del A/C
- A4** Relé del ventilador
- A5** Relé del ventilador
- A6** No utilizado
- A7** Línea del sensor de presión absoluta en el colector MAP
- A8** Línea de señal del sensor de posición de la mariposa de aceleración TPS
- A9** No utilizado
- A10** Entrada del TCM solamente A/T

- A11** Líneas de masa del sensor de temperatura del líquido de enfriamiento CTS, Sensor de presión absoluta en el colector MAP, y el sensor de presión del aire acondicionado, conector de octanaje.
- A12** Masa del ECM
  
- B1** Voltaje de la batería
- B2** Línea de señal del sensor de velocidad del vehículo VSS
- B3** Masa del sensor de posición del cigüeñal
- B4** No utilizado
- B5** No utilizado
- B6** Relé de la bomba de combustible
- B7** Línea de datos seriales del terminal J del enchufe
- B8** Alimentación de energía 5 voltios del sensor de presión absoluta del colector, sensor de posición de la mariposa de aceleración TPS
- B9** No utilizado
- B10** Masa del ECM
- B11** Línea de señal del sensor de oxígeno O<sub>2</sub>
- B12** Línea de señal del sensor de temperatura de líquido de enfriamiento CTS
  
- C1** Control de la masa de verificación del H30
- C2** Señal de la salida del voltímetro si esta equipado.
- C3** Línea de señal EST B
- C4** Voltaje de encendido
- C5** Línea de control para la válvula del aire en ralentí IAC
- C6** Líneas de control para la válvula del aire en ralentí IAC
- C7** No utilizado
- C8** Línea de control para la válvula de control del aire en ralentí IAC
- C9** Línea de control para la válvula de control de aire en ralentí IAC
- C10** No utilizado
- C11** Control de masa de los inyectores 1 – 4
- C12** No utilizado
- C13** Conector del inyector

- C14** Conector del inyector
- C15** Control de masa de los inyectores 2 – 3
- C16** Voltaje de la batería
  
- D1** Masa del ECM
- D2** Línea de la masa del sensor de posición de la mariposa de aceleración TPS, y sensor de temperatura del aire de admisión
- D3** Señal del sensor de temperatura del aire de la admisión
- D4** No utilizado
- D5** Interruptor de solicitud del aire acondicionado
- D6** No utilizado
- D7** No utilizado
- D8** Línea de activación de diagnóstico del borne B del enchufe ALDL
- D9** No utilizado
- D10** Línea de señal EST A
- D11** Señal del conector de octanaje.
- D12** No utilizado
- D13** No utilizado
- D14** No utilizado
- D15** No utilizado
- D16** No utilizado

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

Recibe las señales de entrada de los sensores, interruptores, batería, para procesarla a través de sus memorias. Cuando la llave esta conectada, el ECM es el encargado de suministrar voltaje hacia los bornes de los sensores que así lo requieran para su funcionamiento. La ECU asigna voltajes de salida a los actuadores



**Figura 3.2. Diagrama Eléctrico de Puesta a Tierra y Corriente del ECM.**

### 3.3. CIRCUITO DEL SENSOR DE POSICIÓN DE LA MARIPOSA DE ACELERACION TPS

El ECM aplica un voltaje de “referencia” de 5 voltios al borne B8, y aplica masa al borne D2. El TPS retorna una señal de voltaje al Borne A8. La señal en el borne A8 es alterada en relación a la posición de la mariposa de aceleración.

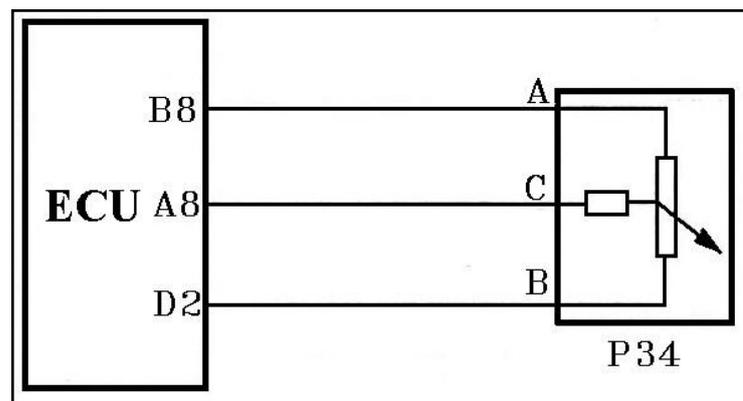
La señal de voltaje varía en el ámbito de 0,45 a 0,85 voltios en ralentí hasta 4,4 voltios, cuando la mariposa de aceleración estuviera totalmente abierta. Con la señal que recibe del TPS, el ECM compara los valores de rotación y carga del motor. Si la señal estuviera fuera de este ámbito, el ECM identifica una falla.

**Nota:** Si el circuito TPS presenta un problema intermitente (Interrupción del circuito durante algunas milésimas de segundos), circuito cerrado puede resultar en rotación incorrecta en ralentí. Si eso acontece solamente una vez, la rotación en ralentí podrá ser ajustada, desconectando y conectando la llave de encendido.

D2 Masa

D8 Referencia de 5 voltios

A8 Señal del sensor



**Figura 3.3. Diagrama Eléctrico del Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración TPS**

### 3.3.1. CONTROL DE ESTADO DEL SENSOR TPS

- Comprobar las conexiones eléctricas del sensor

Tabla III.1. Valores de sensor TPS

Nombre	Señal
Borne D2	Tierra
Borne A8	Señal
Borne D8	Referencia 5 voltios

- La medición se efectúa entre los bornes **A8** y **D8** y debe ser de 0.5 k a 3KΩ

### 3.3.2. REGLAJE DE UN TPS.

Para reglar un TPS, se debe alinear bien la mariposa del acelerador, el cuerpo de mariposas debe estar limpio y la mariposa debe quedar en reposo (levemente abierta).

Colocar el TPS y conectarlo, y en contacto verificar la masa (la lectura no superior 30 milivoltios), el positivo de alimentación en 5 voltios, y la salida de señal debe encontrarse al valor especificado de 1.4 voltios como valor mínimo.

### 3.3.3. FALLAS COMUNES DE UN TPS.

La falla se presenta como perdida del control de marcha lenta, en otras palabras el motor se queda acelerado en ciertas condiciones. Se detecta el problema cuando aparece un código de señal del TPS y esperando que se produzca la falla como consecuencia de la variación de tensión mencionada.

La pista del TPS se encuentra defectuosa la falla produce un tironeo del motor y puede encender la lámpara de diagnóstico y podemos verificar el barrido con un multímetro digital así:

- Poner el multímetro en la escala de 20 Kohmios.
- Concertar el multímetro entre los terminales de los extremos del cuerpo del sensor.
- Tomar la lectura que debe estar entre 1,8 a 6.7 Kohmios. Acelere progresivamente y el valor debe aumentar.
- Cambie las conexiones del multímetro al terminal central y al terminal del extremo en el cuerpo del sensor. Acelere lentamente y observe la lectura. El valor indicado al acelerar debe aumentar.
- Conecte el multímetro a la terminal central y a la terminal del otro extremo en el cuerpo del sensor. Acelere lentamente, observe la lectura; el valor indicado debe disminuir.

### **3.3.4. INSTALACIÓN DEL SENSOR TPS**

La instalación del TPS se debe realizar en orden inverso al desmontaje. Para el ajuste tome en cuenta lo siguiente:

1. Desconecte el cable negativo de la batería y desconecte el acoplador del TPS .
2. Coloque un calibre de espesor de 0,65 entre el tornillo de tope de la mariposa de gases y la palanca de mariposa de gases.
3. Afloje los tornillos del TPS.
4. Coloque el TPS y ajuste al par especificado 9 lb-pie.
5. Verifique que no haya continuidad en el cable de tierra y el terminal de referencia, cuando se introduce el calibre especificado por el fabricante, de

no darse este procedimiento o no obtener operaciones satisfactorias deberá ajustar nuevamente el ajuste del TPS.

### 3.4. CIRCUITO DEL SENSOR DE PRESIÓN ABSOLUTA EN EL COLECTOR DE ADMISIÓN MAP

La señal, de naturaleza piezo – resistiva ,antes de ser enviada a la ECU. Mantiene rigurosamente constante 5 Voltios la alimentación, cambiando el valor de las resistencias, cambia también el valor de la tensión de salida. Genera una señal que es ANALÓGICA.

A11 Referencia de 5 voltios

A7 Señal MAP

B8 Masa del sensor

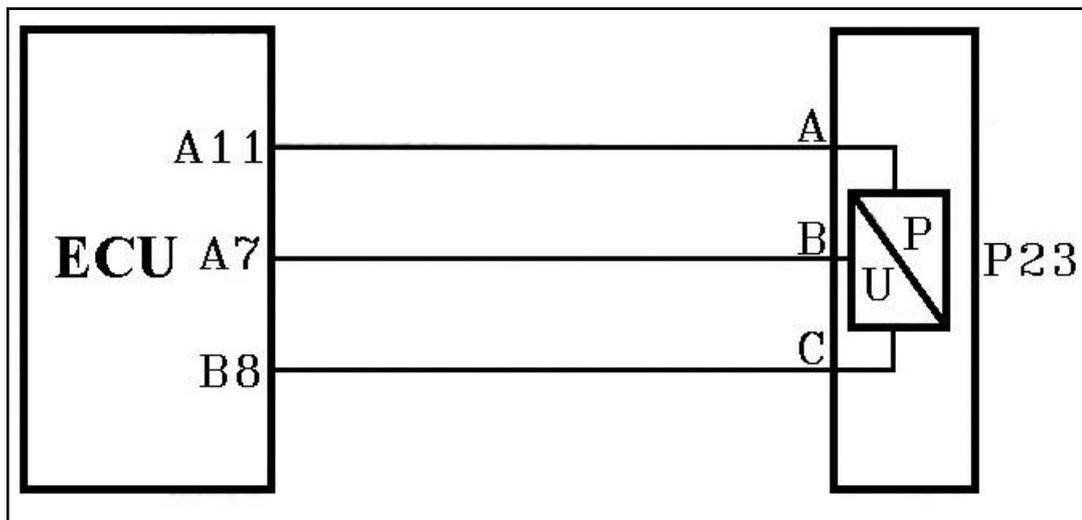


Figura 3.4. Diagrama Eléctrico del Sensor de Presión en el Colector de Admisión MAP

#### 3.4.1 CONTROL DEL ESTADO DEL SENSOR MAP

- Verificar las conexiones eléctricas entre el socket de la ECU y los pines de llegada del MAP

- Comprobar el voltaje entre los pines de llegada del MAP

Tabla III.2 Valores del sensor MAP.

Nombre	Señal
Borne A11	Referencia de 5 voltios
<b>Borne A7</b>	Señal MAP
<b>Borne B8</b>	Tierra

- La medición se efectúa entre los bornes **A7** y **B8** debe ser de:

Tabla III.3 Valores de Voltaje del sensor MAP

Valores (mmHg)	Valores de Voltaje
0.0 mmHg	1.47 V
25 mmHg	3.5 V
40 mmHg	4.2 V

- La medición de resistencia entre los bornes **A7** y **B8** es de 1.5K a 3,5 K $\Omega$

### 3.4.2. SÍNTOMA 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.

### 3.4.3. MANTENIMIENTO Y SERVICIO DEL SENSOR MAP

- Revisar en cada afinación o bien cada 40,000 Km

- Comprobar que no existan mangueras de vacío mal conectadas, deformadas, agrietadas u obstruidas

### 3.4.4. COMPROBACIÓN.

- Para la comprobación de este sensor se debe utilizar un multímetro digital de autorango, para medir tensión de corriente continua (DC / VOLTS).

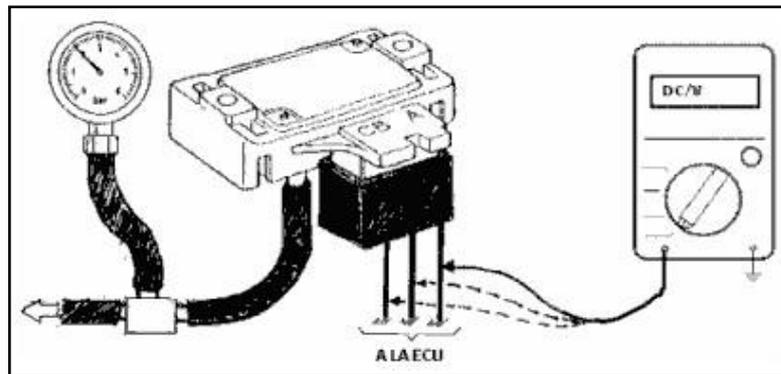


Figura 3.5 Conexión del MAP al Vacuómetro y Multímetro.

- Conectar el vacuómetro de vacío como se indica en la figura 3.5 al múltiple de admisión
- Conectar la punta negativa del multímetro a masa
- Poner el vehículo en contacto
- Con la punta positiva del multímetro, medir la tensión presente en el borne A11
- La medición debe ser de +5 voltios, tensión generada por el computador
- Comprobada que existe alimentación, pasar al borne B8 este es masa, pero es tomada en un borne del computador.
- La medición no debe ser superior a 0.08 voltios
- Colocar la punta positiva del multímetro al borne A7
- Como el motor no esta funcionando la tensión entregada será igual a 4 voltios
- Ponemos en funcionamiento el motor, lo dejamos que se estabilice, mantenemos la punta del multímetro en el borne A7, para un vacío de motor

de 18 pulgadas de Hg (460 mm Hg) la medida debe estar alrededor de 1,1 a 1,2 voltios.

- Otra comprobación contando con una bomba de vacío manual.
- Disponer el multímetro de la misma forma que la prueba anterior

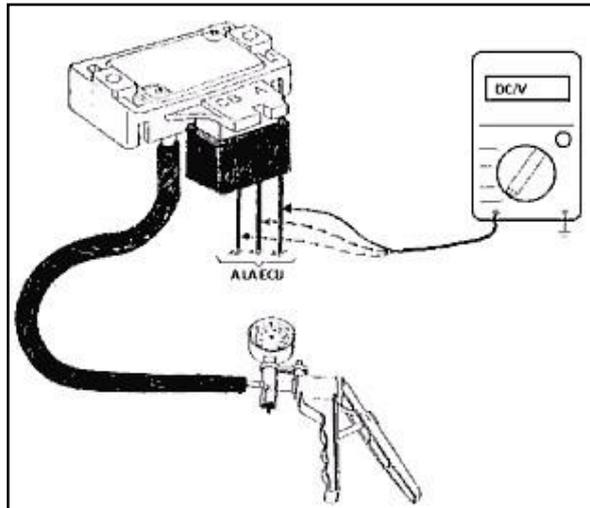


Figura 3.6 Conexión del MAP a una Bomba de Vacío Manual.

- Conectar la punta negativa del multímetro y la positiva al borne A7
- Desconecte la manguera de vacío de la pipeta del MAP, manguera que proviene del múltiple de admisión
- Conectar en su lugar la manguera de la bomba de vacío
- Poner en contacto el vehículo
- Sin aplicar vacío la tensión será aproximadamente 4 voltios
- Produciendo vacío mediante la bomba, la tensión comenzara a decrecer.

### 3.5. CIRCUITO DEL SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE ADMISION ATS – IAT

En la operación del circuitos IAT la resistencia del sensor disminuye y hay disminución de voltaje.

Es un termistor NTC que se encuentra debidamente protegido, sobre la que incide todo el aire que penetra en el colector de admisión.

El fallo del mismo puede provocar "tironeos" sobretodo en climas fríos.

El circuito de entrada a la ECU, reparte la tensión de referencia 5 Voltios, entre la resistencia del sensor y un valor fijo de referencia, obteniendo una tensión proporcional a la resistencia y, por lo tanto, a la temperatura.

D2 Masa

D3 Señal

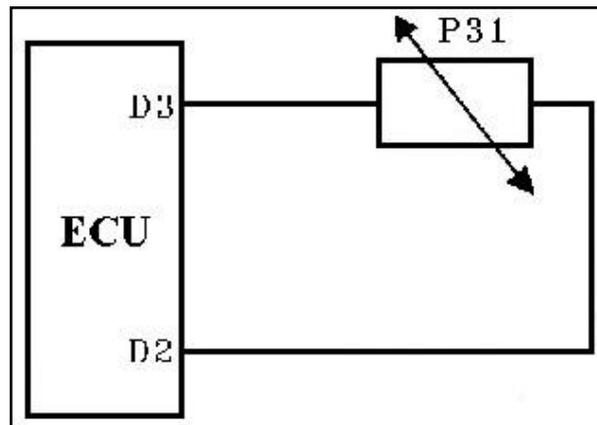


Figura 3.7. Diagrama Eléctrico del Sensor de Temperatura del Aire de Admisión IAT

### 3.5.1. INSTALACIÓN DEL SENSOR IAT

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

Limpie las superficies de acoplamiento del sensor y múltiple de admisión .

### 3.5.2. SÍNTOMAS DE FALLO DEL SENSOR IAT

- Encendido pobre
- Se enciende la luz del CHECK ENGINE
- Titubeo del motor
- Fuerte olor a gasolina en el escape
- Bajo rendimiento
- Incremento de emisiones contaminantes

### **3.5.3. MANTENIMIENTO Y SERVICIO DEL SENSOR IAT**

- Revisar en cada afinación o 40000 Km los daños causados por corrosión (óxido) en los terminales
- Comprobar cuando existan códigos que indiquen problemas en el circuito.

### **3.6. CIRCUITO DEL SENSOR DE TEMPERATURA DEL LIQUIDO DE ENFRAMIAMIENTO WTS – CTS**

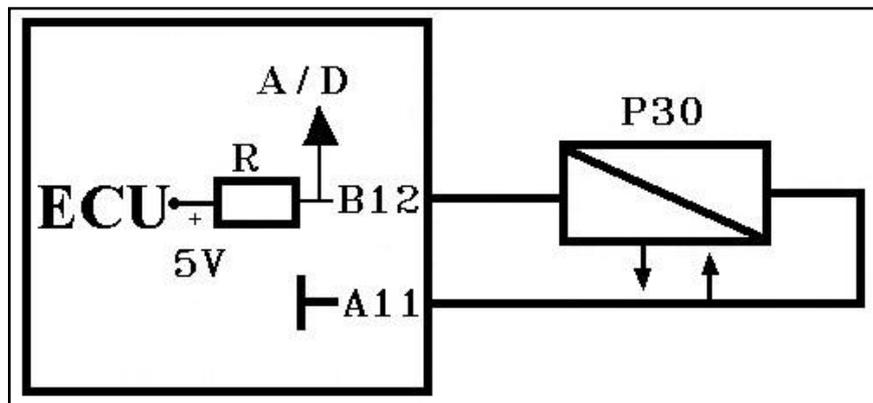
**Es un termistor NTC. Es una resistencia variable cuya resistividad disminuye al incrementarse la temperatura del motor.**

**El sensor CTS recibe una referencia de 5 Voltios desde la ECU. Este valor pasa a través de una resistencia interna antes de salir de la ECU hacia el sensor.**

**Cuando el motor está frío el voltaje en el cable entre el sensor y la ECU es alto alrededor de 3 V a 20 ° C. La resistencia del sensor WTS disminuye y con esto el voltaje en el cable de referencia hacia el sensor WTS también disminuye. Cuando el motor está**

totalmente caliente, el voltaje en el cable de referencia es de aprox. 0,5 V. La ECU mide este voltaje para determinar la temperatura del motor.

## B12 Referencia de 5 voltios A 11 Masa



**Figura 3.8. Diagrama Eléctrico del Sensor de Temperatura del Líquido de Enfriamiento CTS**

### 3.6.1. CONTROL DE ESTADO DEL SENSOR CTS

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

Masa

**Borne A11**

Referencia de 5 voltios

**Borne B12**

- La medición se efectúa entre los bornes **A11** y **B12** y el valor debe ser:

A 15°C

4.00KΩ

A 97°C

200  $\Omega$

### **3.6.2. INSTALACIÓN DEL SENSOR WTS \_ CTS:**

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

Limpie las superficies de acoplamiento del sensor.

Utilice una empaquetadura nueva.

Apriete el WTS al par especificado esto es a 12,5 ó 9,5 lbs-pie.

### **3.6.3. SÍNTOMAS DE FALLO DEL SENSOR CTS - WTS**

- Encendido pobre con el motor frío
- Se enciende la luz del CHECK ENGINE
- Alto consumo de combustible
- Pérdida de potencia.

### **3.6.4. MANTENIMIENTO Y SERVICIO**

Revisar cada 25000 Km mediante los valores especificados de resistencia.

En caso de utilizar anticongelante y si este es demasiado viejo puede ocasionar corrosión o mal contacto en los terminales destruyendo el sensor.

## **3.7. CIRCUITO DEL SENSOR DE VELOCIDAD DEL VEHICULO VSS**

Este sensor comunica la velocidad del vehículo a la ECU. El sensor de velocidad es integrado y funciona conforme el principio del LED.

El sensor recibe voltaje de encendido, a través del enchufe del tablero de instrumentos. La conexión con la masa también se hace a través del conector del tablero de instrumentos el LED actúa como interruptor conecta / desconecta, conforme la velocidad del vehículo. De esta forma, el módulo electrónico de control recibe voltaje de aproximadamente 0.5 V (señal baja) cuando el interruptor está cerrado y el voltaje aproximadamente 12 V (señal alta) cuando el interruptor esta abierto.

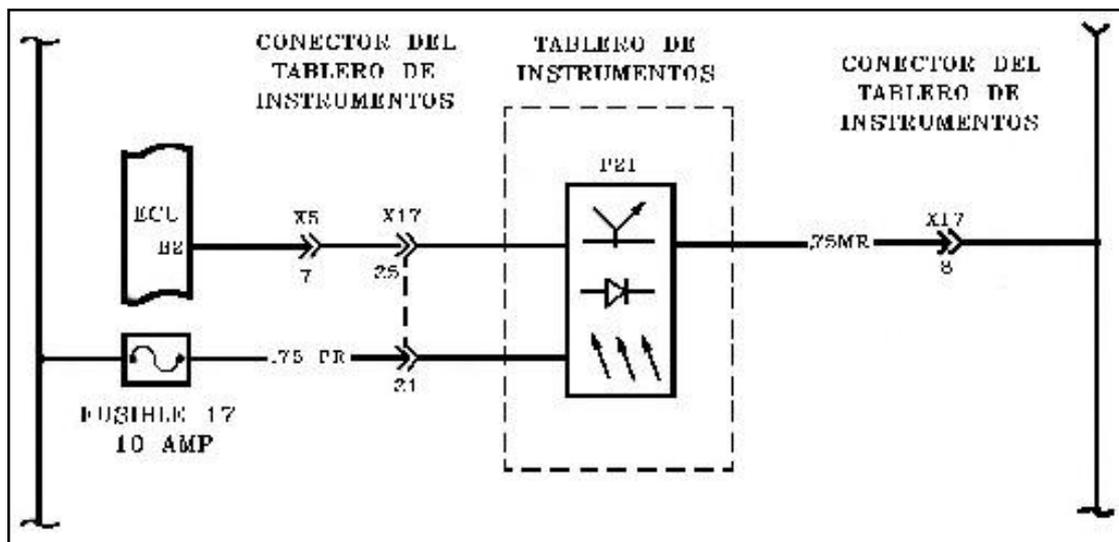


Figura 3.9. Diagrama Eléctrico del Sensor de Velocidad del Vehículo VSS

### **3.7.1. SÍNTOMA 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.

### **3.7.2. MANTENIMIENTO Y SERVICIO**

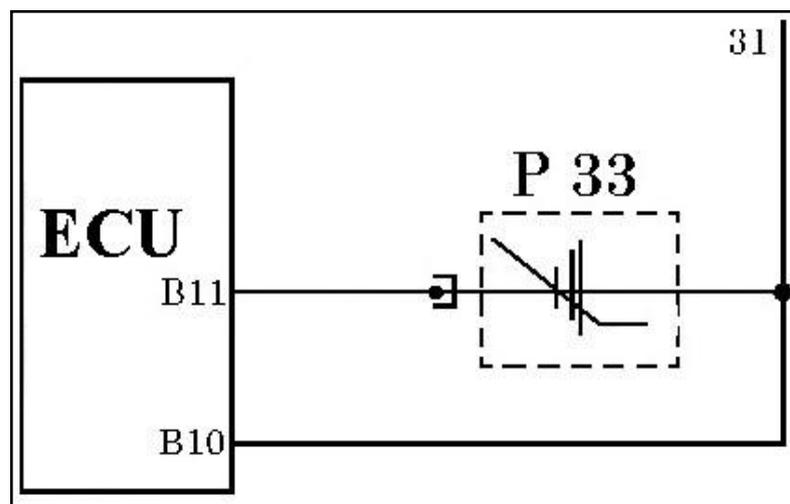
- Se tienen que revisar las conexiones para que no tengan falso contacto
- Que el sensor esté registrando lectura falsas correctas
- Ver que no esté floja la parte de la sujeción.

### **3.8. CIRCUITO DEL SENSOR DE OXIGENO O2**

**Cuando la llave esta conectada, el ECM suministra aproximadamente 0,45 voltios entre los bornes B10 y B11. El voltaje de salida de un sensor de oxigeno que este funcionando correctamente varia entre 0,005 voltios (mezcla pobre) y 1,0 voltios (mezcla rica).**

**El sensor reproduce voltaje solamente después de alcanzada la temperatura operacional superior a 360 ° C (600 ° F).**

**Cuando el sensor frío es inspeccionado con un Voltímetro Digital, existe un voltaje de referencia de 0,45 voltios del ECM. Esto indica circuito abierto, que es una condición normal del sensor de oxígeno frío.**



**Figura 3.10. Diagrama Eléctrico del Sensor de Oxígeno O2**

### **3.8.1. INSTALACIÓN DEL SENSOR O2**

Revisar que las siguientes piezas o sistemas estén en buen estado estos son:

- Filtro de aire (obstruido).
- Fugas de aire ( pérdida de vacío)
- Bujías de Encendido ( contaminadas o descalibradas).
- Cables de alta tensión (grietas o deterioros).
- Rotor y tapa del distribuidor .
- Distribución de encendido.
- Compresión y vacío del motor.

- Sistemas que puedan afectar la mezcla aire combustible o la combustión.
- **Si aparecen algunos códigos de falla , incluidos en estos el del sensor de oxígeno, primero se deberán solucionar el resto de fallas antes de proceder con el de oxígeno.**
- **Se debe utilizar un voltímetro con un alto valor de impedancia ( digital) con el fin de realizar medidas más precisas.**

### **3.7.2. SÍNTOMA DE FALLO DEL SENSOR O2**

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

### **3.7.3. MANTENIMIENTO Y SERVICIO**

- Verificar periódicamente las emisiones
- Reemplazar aproximadamente cada 40000 Km.

## **3.9. CIRCUITO DEL SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGUEÑAL REF**

Es el único sensor por el cual si falla no enciende el motor. 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 ECU determina como X grados APMS y también utiliza esta señal para contar las RPM.

Los (X) grados están en el orden de 60 , o sea que si en determinado momento el motor requiere 20° de avance, la ECU enviará la señal a la bobina de encendido 40° después de recibida la señal desde el sensor.

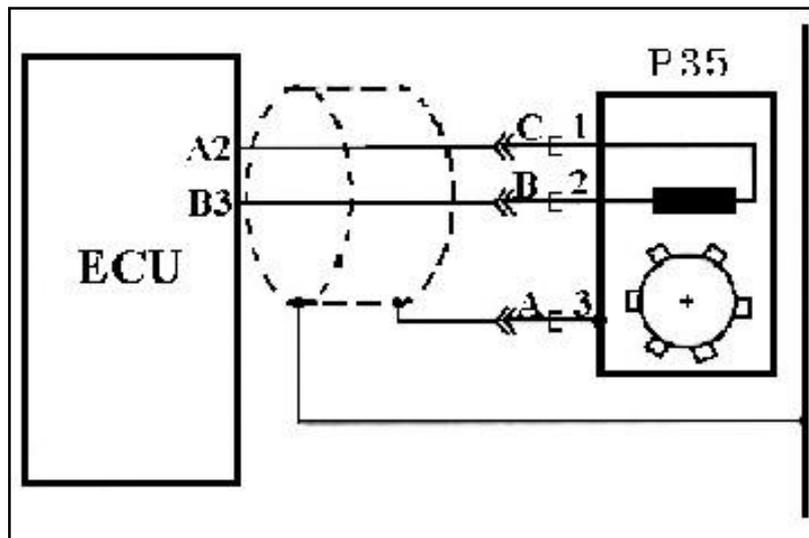


Figura 3.11. Diagrama Eléctrico del Sensor de Rotación del Cigüeñal REF

### 3.9.1. CONTROL DEL ESTADO DEL SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL

- Comprobar la conexión eléctrica del REF.
- Estos sensores son bobinas inductivas por lo tanto generan señal de acuerdo a las revoluciones de la rueda fónica.

### 3.9.2. SÍNTOMA DE FALLO DEL SENSOR REF

- El motor no enciende
- Explosiones en el arranque
- Se enciende la luz de Check Engine

### 3.9.3. MANTENIMIENTO Y SERVICIO:

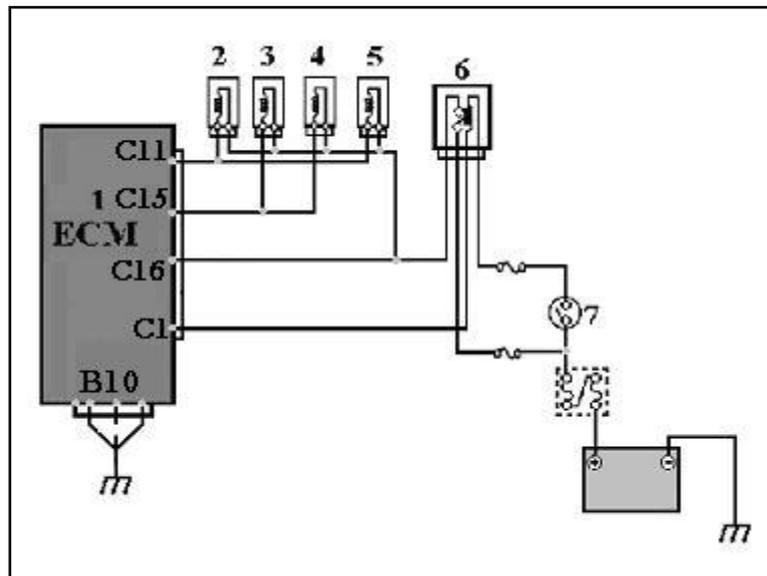
- Revisar los códigos de error

- Reemplace cuando sea necesario

### 3.10. CIRCUITO DE LOS INYECTORES

Los inyectores deben ser inspeccionados de acuerdo a su circuito eléctrico figura 3.12, cuando estos no tengan alimentación de corriente para su activación.

El solenoide del inyector es controlado y accionado por el modulo de control electrónico (ECM).



1. ECM, 2. Inyector #1, 3. Inyector #2, 4. Inyector #3, 5. Inyector #4,
6. Relé Principal, 7. Interruptor de encendido.

Figura 3.12. Diagrama Eléctrico para los Inyectores.

#### 3.10.1. CONTROL DEL ESTADO DEL INYECTOR



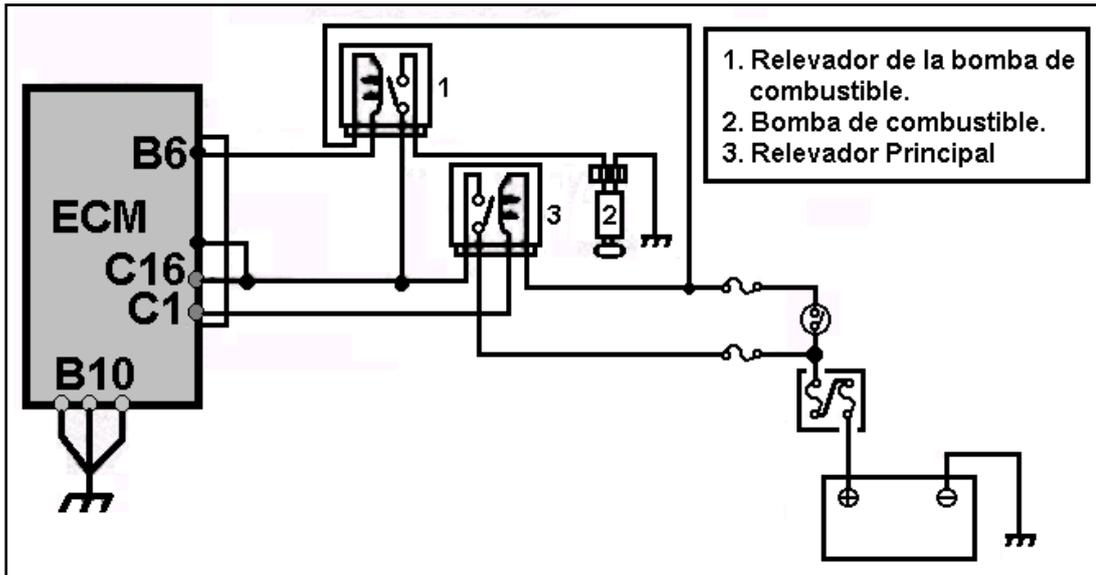
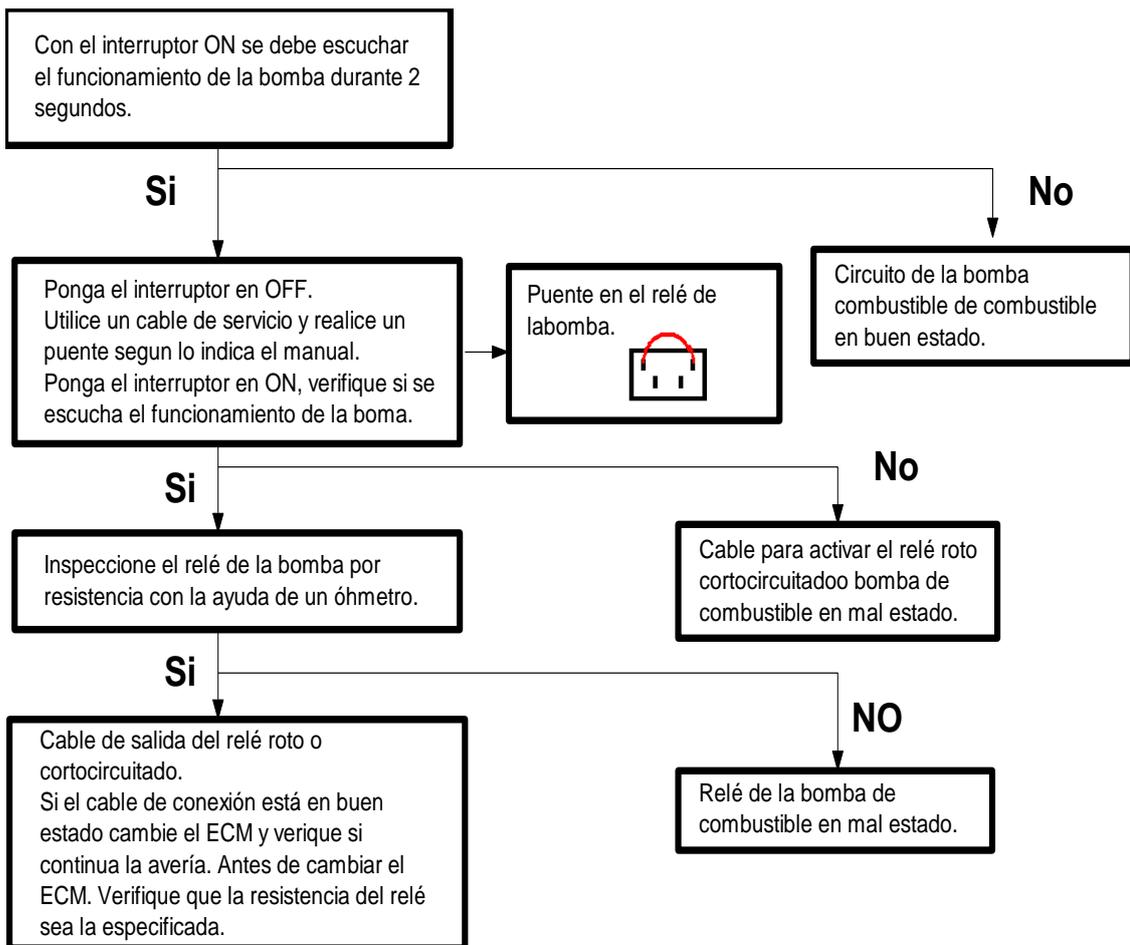
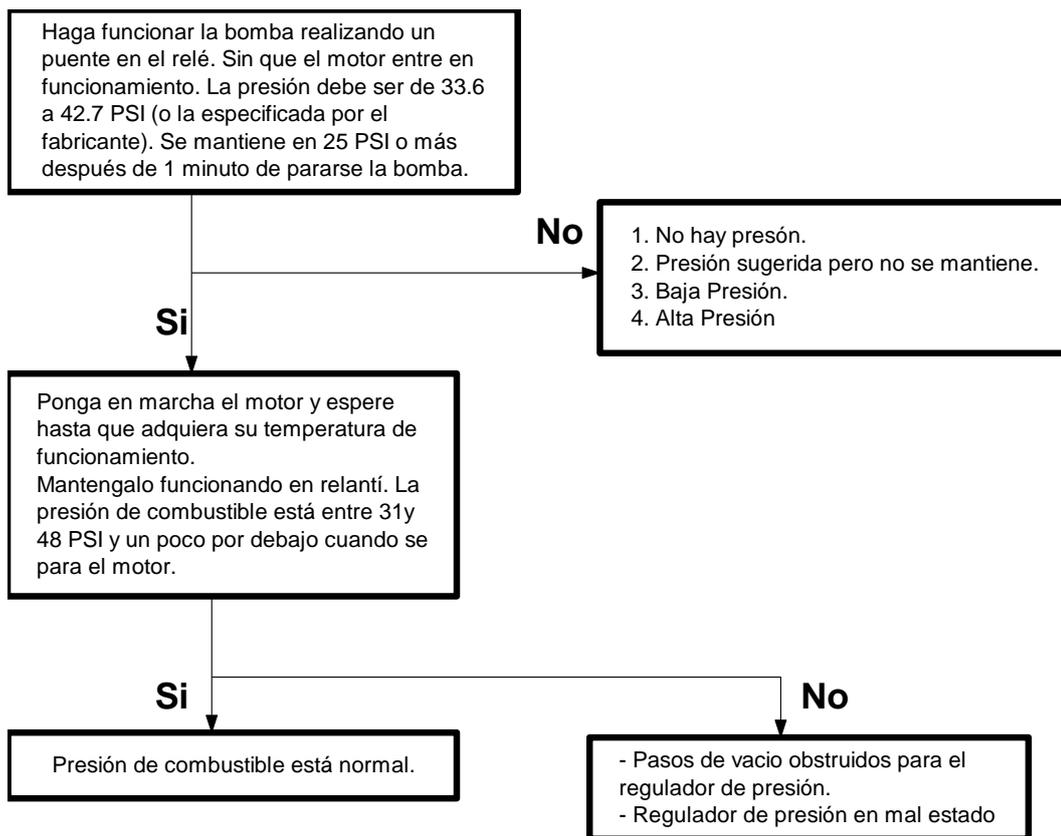


Figura 3.14 Circuito eléctrico de la bomba de combustible



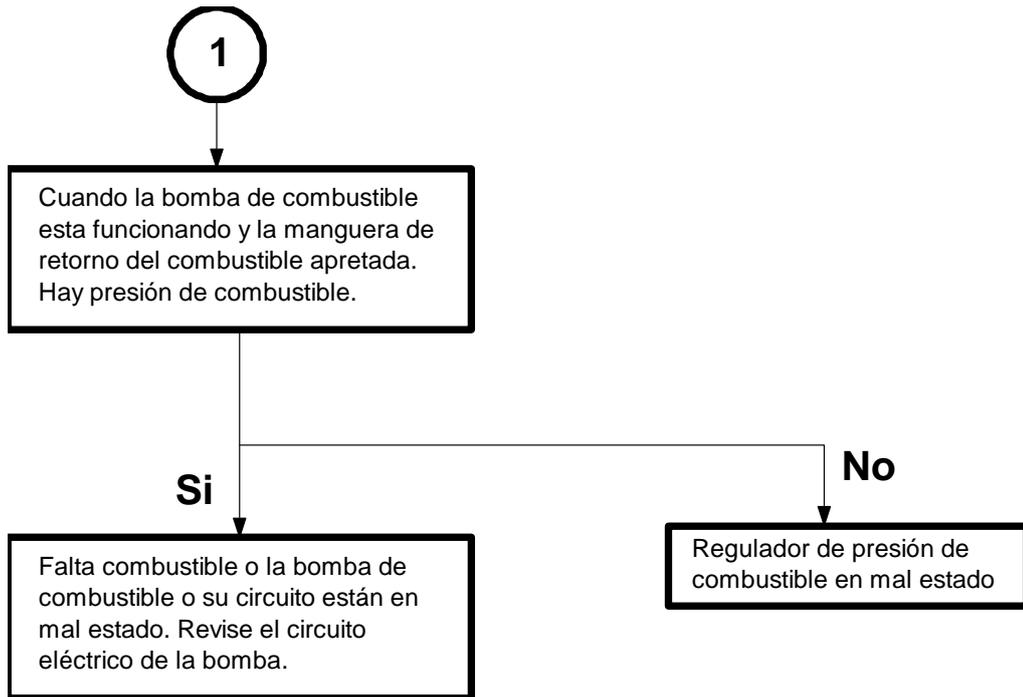
### 3.11.1. INSPECCIÓN DE LA PRESIÓN DE COMBUSTIBLE.

Verifique que el voltaje de la batería es más de 11 V. Si el voltaje de la batería esta bajo , la presión de combustible también baja, aunque la bomba y la tubería estén en buen estado.

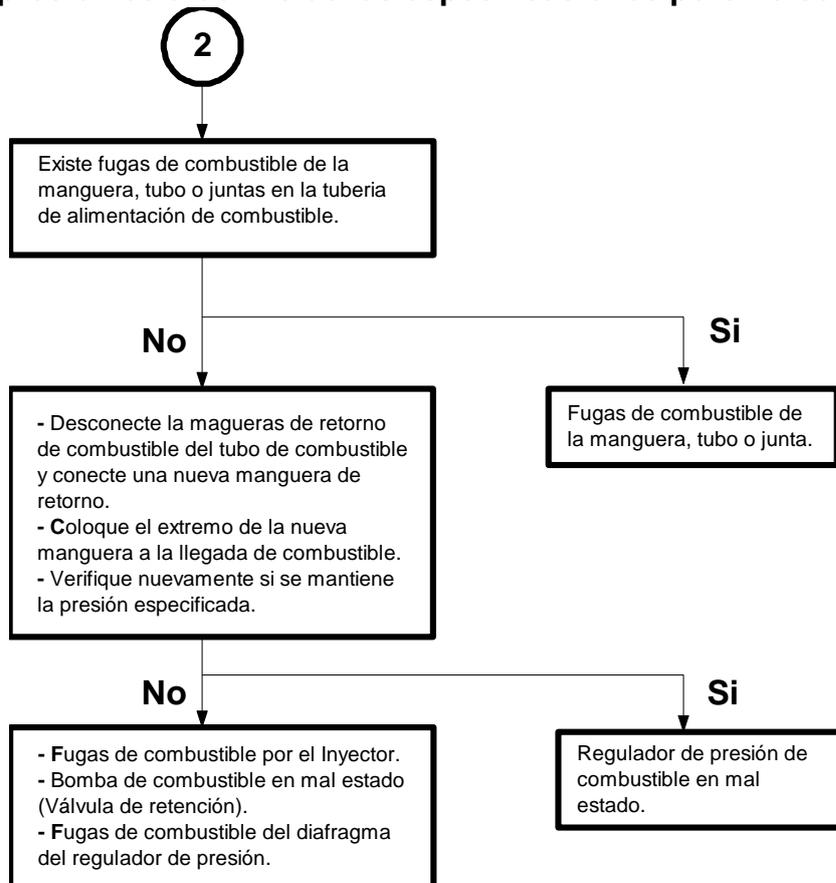


Revise las condiciones de la bomba de acuerdo a los siguientes flujogramas.

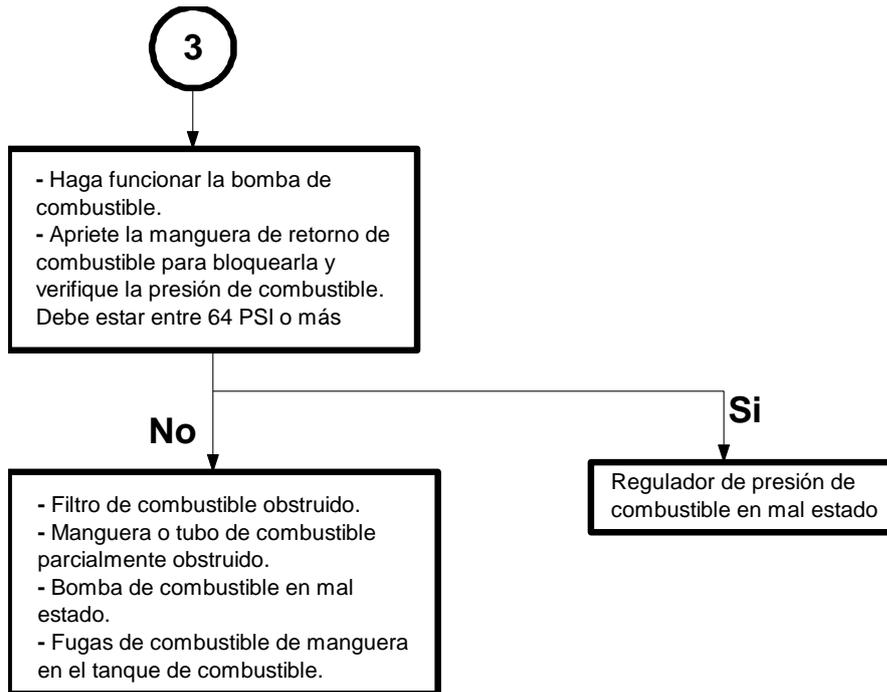
#### 1.- No hay presión de combustible en el circuito.



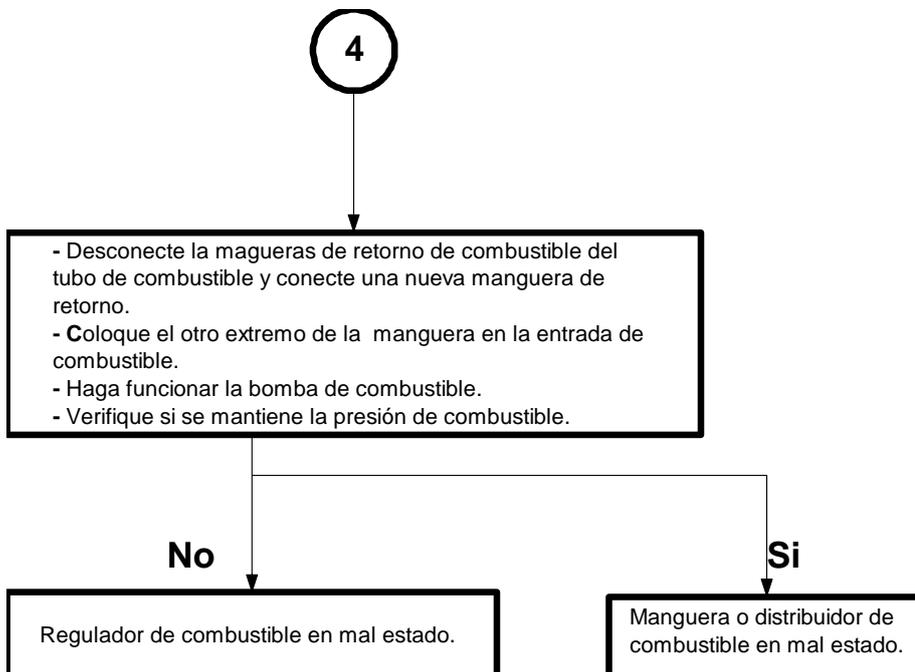
## 2. La presión esta dentro de las especificaciones pero no se mantiene.



## 3.- Baja presión.



#### 4.- Alta presión.



### **3.11.2. COMPROBACIÓN DEL RELÉ DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE**

Para comprobar el buen estado del relé de la bomba de combustible, se debe medir la resistencia de los terminales correspondientes al bobinado del relé está será aproximadamente entre 70 – 110 Ohm. Y entre los terminales correspondientes al interruptor del relé , la resistencia eléctrica debe ser infinito.

Si el relé esta en buen estado revise malas conexiones eléctricas, terminales o acopladores desconectados, o cortocircuitos en el circuito de la bomba de combustible.

### **3.11.3. FALLAS**

Generalmente las bombas de combustible están exentas de mantenimiento.

**El único trabajo que se realiza es la limpieza o reemplazo del tamiz o filtro de la bomba. En caso de presentarse ruidos o falta de presión y se determina que el defecto está en la electro bomba de combustible no se tendrá más alternativa que reemplazarla.**

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

El ECM, envía a la primera bobina (terminales C8 y C9 del ECM) a la segunda bobina (terminales C5 y C6 del ECM) una señal de 6 voltios, que moviera hacia delante o hacia atrás el embolo cónico.

Durante la marcha en ralentí, la posición del émbolo cónico es calculada basada en las señales de voltaje de la batería, temperatura del liquido de enfriamiento (CTS) y carga del motor (MAP). Si la rotación en ralentí cae debajo de un valor mínimo calibrado cuando la válvula de la mariposa de aceleración estuviera cerrada (abertura 0% del TPS), el ECM calculará una nueva posición para el embolo de la válvula IAC, para impedir que el motor se pare.

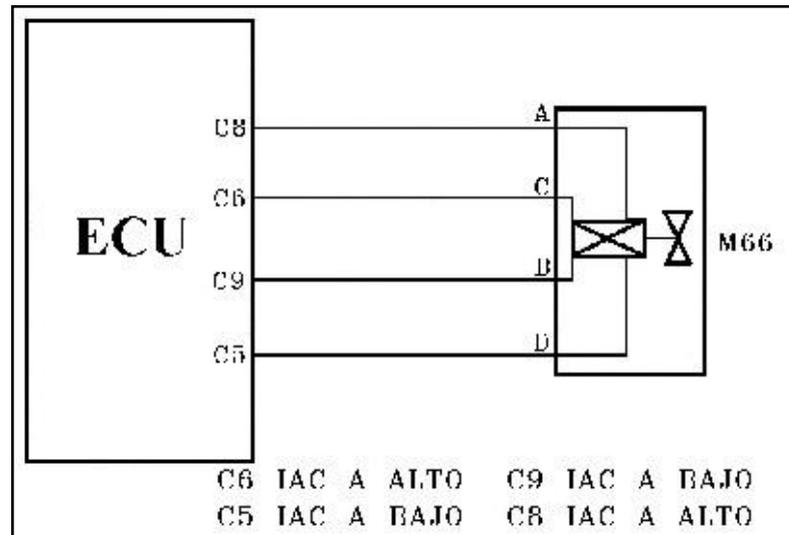
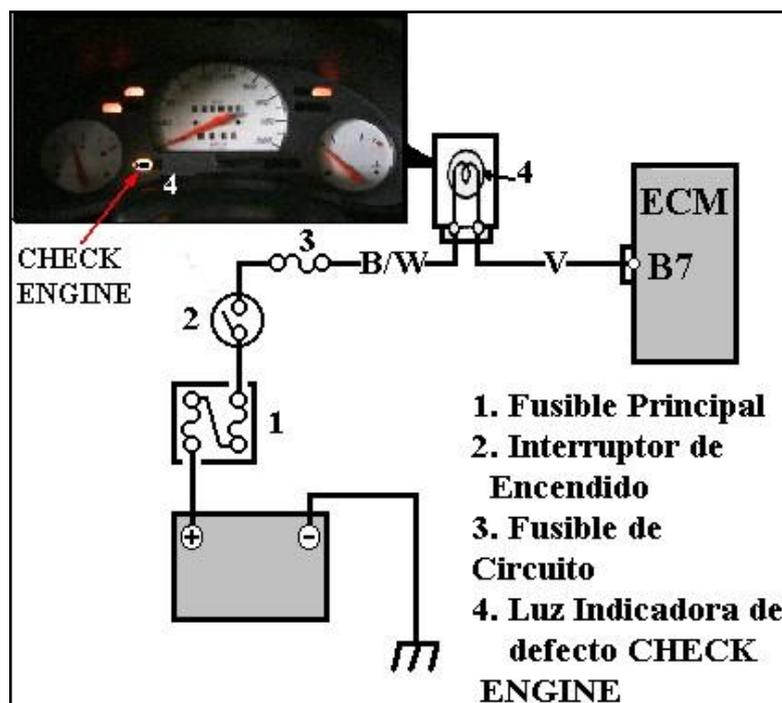


Figura 3.17. Diagrama Eléctrico de la Válvula de Control de Aire en Ralentí IAC

### 3.13. CIRCUITO DE LUZ CHECK ENGINE

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



**Figura 3.18. Diagrama Eléctrico de Luz CHECK ENGINE**

Para el vehículo CORSA WIND 1.4. existe la siguiente lista de códigos de falla que serán de utilidad para diagnosticar fallas en el sistema con la ayuda de la luz mil.

Tabla III.4. Lista de códigos de falla

<b>CODIGO DE FALLAS</b>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<b>TERMINAL ECM</b>
13	Sensor de Oxígeno O <sub>2</sub> - Circuito Abierto	B11, B10
14	Sensor de Temperatura del Líquido de Enfriamiento – Voltaje Bajo	B12, A11
15	Sensor de Temperatura del Líquido de Enfriamiento – Voltaje Alto	B12, A11
19	Señal incorrecta de RPM	A2, B3
21	Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración – Voltaje Alto	B8, A8, D2
22	Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración – Voltaje Bajo	B8, A8, D2
24	Ninguna Señal de Velocidad del Vehículo	B1, D1
25	Válvula del Inyector – Voltaje Bajo	C11
29	Relé de la Bomba de Combustible – Voltaje Bajo	B6, D1
32	Relé de la Bomba de Combustible – Voltaje Alto	B6, D1
33	Sensor MAP – Voltaje Alto	B8, A7, A11
34	Sensor MAP – Voltaje Bajo	C5, C6; C8
35	Falla en el Control de Aire en Relantí	C9, D1
41	Línea EST de las Bobinas 2/3 – Voltaje Alto	C3, D1
42	Línea EST de las Bobinas 1/4 – Voltaje Alto	D10, D1
44	Escape Pobre	B11, B10
45	Escape Rico	B11, B10
49	Batería – Voltaje Alto	C4, D1
51	Falla EPROM	-----
55	Falla EPROM	-----
63	Línea EST de las Bobinas 2/3 – Voltaje Bajo	C3, D1
64	Línea EST de las Bobinas 1/4 – Voltaje Bajo	D10, D1
69	Temperatura del Aire del Colector – Voltaje Alto	D2, D3
71	Temperatura del Aire del Colector – Voltaje Bajo	D2, D3
81	Válvula Inyectora – Voltaje Alto	C11, C15
93	Falla del Módulo QUAD Driver U8	A10, C1
94	Falla del Módulo QUAD Driver U9	A3, A4, A5, D1

### 3.14. PRUEBAS AL REGULADOR DE PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE

Algunos reguladores varían la presión de combustible, de acuerdo a las necesidades específicas del motor. La diferencia de presión en estos reguladores de presión variable del combustible pueden determinarse por la presión o vacío del múltiple del motor o puede ser controlada por computador.

Proceda de la siguiente manera:

- 1.- Cuando se prueba la bomba y el regulador, se usa un medidor de presión de combustible del set de pruebas; con una velocidad del motor mínima chequear entonces la presión que es 2.0 Kg./cm<sup>2</sup>.
- 2.- Sacar la manguera del regulador lo que dará una lectura de presión de 2.5 Kg./cm<sup>2</sup>. Después de subir la velocidad del motor igualmente la presión de combustible debe mantenerse.

Una disminución del vacío causa un aumento de presión de combustible.

Un aumento del vacío causa una disminución de la presión de combustible.

Para conseguir una verificación eficaz de este elemento se debe contar con una bomba de vacío; con esta herramienta se provocará vacío en el diafragma del regulador y se controlará el valor de depresión con el dial del instrumento.

Se debe proceder de la siguiente manera:

- 1.- Conecte el manómetro al riel de combustible teniendo en cuenta la precauciones del caso.
- 2.- Retire la manguera de vacío del regulador , conecte la bomba de vacío.
- 3.- Ponga el motor en funcionamiento verifique la presión de la bomba, aproximadamente es de 2,5 bar, en este instante genere una depresión de - 0,5 bar, ante esta acción la presión del combustible debe caer 0,5 bar es decir a 2 bar en el manómetro de combustible. De no producirse estos resultados cambie el regulador de combustible.

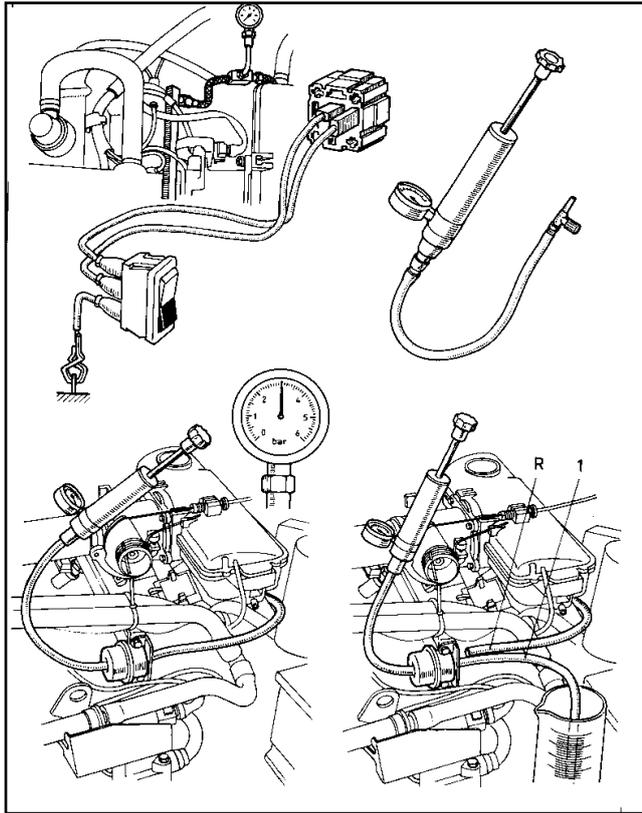


Figura 3.19 prueba del regulador de presión.

## **IV. DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO PARTE A**

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

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

El desarrollo de este proyecto es importante ya que el tema logrará que como futuros ingenieros tener una cultura de investigación en las áreas de electrónica aplicadas en el automóvil, nos especialicemos en esta y obtengamos experiencia que luego pondremos en práctica en nuestro desarrollo profesional en la reparación, construcción, adaptación y optimización de los diferentes sistemas del vehículo y por ende los parámetros fundamentales de la aplicación en los motores de combustión interna como son: salto de chispa con voltajes más elevados, avances de encendido, logrando mejores resultados en la potencia, troqué, consumo de combustible e incluso la reducción de la emisiones de gases nocivos y contaminantes productos de las malas combustiones.

Por otro lado se genera información bibliográfica, que provendrá del diseño e instalación de circuitos eléctricos y electrónicos, diagramas de funcionamiento, operación y comprobación de los subsistemas del vehículo CORSA WIND como son: el de control electrónico, hidráulico, ingreso y recirculación de gases, 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.

En forma complementaria se dispondrá de programa de entrenamiento a través de una interfase con el computador, para que los docentes, los estudiantes, profesionales, técnicos y mecánicos interesados en tener este tipo capacitación tengan una cultura de calidad al realizar trabajos en estos sistemas, sin pérdidas de

tiempo al pasar de una tarea a otra, aprovechar de manera integral su tiempo de trabajo, mejorar sus conocimientos, alcanzar un desempeño superior, mejorar su productividad y calidad de servicio.

## **4.2. CARACTERISTICAS DEL SISTEMA**

El programa de entrenamiento en sistemas de inyección electrónica de gasolina implementado en el vehículo CORSA WIND debe ajustarse a parámetros de aplicación y funcionalidad, entre los que se citan a continuación los más relevantes:

- Presentar versatilidad en la conexión e instalación del sistema.
- Ingreso y simulación de averías para comprobación de funcionamiento de los subsistemas electrónico, de alimentación, de aire y autodiagnóstico del sistema de inyección de gasolina.
- Disponer de un circuito del control a través del PC y un microcontrolador y de un sistema de potencia para los diversos circuitos de control del sistema de inyección de gasolina.
- Las pruebas a los diversos subsistemas del sistema de inyección electrónica de gasolina en el sistema de entrenamiento van a basarse en situaciones reales de funcionamiento eléctrico.
- La aplicación de los microcontroladores en el diseño del sistema de entrenamiento convierte al vehículo CORSA WIND en una alternativa de la capacitación de técnicos e ingenieros automotrices en el área de inyección de gasolina frente a las elevadas exigencias de calidad de servicios en los motores modernos a los cuales es aplicable estos procedimientos.
- Posee un programa para el control computarizado con interfase grafica y amigable convirtiéndolo en un sistema moderno de aplicación tecnológica en lo referente a entrenamiento en sistemas electrónicos de inyección de gasolina.

### 4.3. MICRO CONTROLADORES

Los microcontroladores están conquistando el mundo. Se los encuentra controlando el funcionamiento de los vehículos y diversos componentes y controles.

Un microcontrolador es un circuito integrado de alta escala de integración que incorpora la mayor parte de los elementos que configuran un controlador, dispone normalmente de los siguientes componentes:

- Procesador o CPU (Unidad Central de Proceso).
- Memoria RAM para contener los datos.
- Memoria para el programa tipo. ROM/ PROM/ EPROM/ EEPROM.
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior.
- Diversos módulos para el control de periféricos (temporizadores, Puertas Serie y Paralelo, Conversores Analógico/Digital, Conversores Digital/Analógico, etc.).
- Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema.

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

- **Aumento de prestaciones:** un mayor control sobre un determinado elemento representa una mejora considerable en el mismo.
- **Aumento de la fiabilidad:** al reemplazar el microcontrolador por un elevado número de elementos disminuye el riesgo de averías y se precisan menos ajustes.
- **Reducción del tamaño en el producto acabado:** La integración del microcontrolador en un chip disminuye el volumen, la mano de obra y los stocks.
- **Mayor flexibilidad:** las características de control están programadas por lo que su modificación sólo necesita cambios en el programa de instrucciones.

Es posible seleccionar la capacidad de las memorias, el número de líneas de E/S, la cantidad y potencia de los elementos auxiliares, la velocidad de funcionamiento, etc. Por todo ello, un aspecto muy destacado del diseño es la selección del microcontrolador a utilizar.

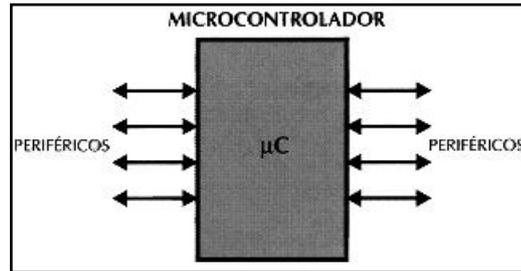


Figura 4.1. El microcontrolador

#### **4.4. APLICACIÓN DE LOS MICROCONTROLADORES EN EL AUTOMÓVIL.**

El mercado del automóvil es uno de los más exigentes: los componentes electrónicos deben operar bajo condiciones extremas de vibraciones, choques, ruido, etc. y seguir siendo fiables. El fallo de cualquier componente en un automóvil puede ser el origen de un accidente.

Un dispositivo con este tipo de memoria incorporado al control del motor de un automóvil permite que pueda modificarse el programa durante la rutina de mantenimiento periódico, compensando los desgastes y otros factores tales como la compresión, la instalación de nuevas piezas, etc. La reprogramación del microcontrolador puede convertirse en una labor rutinaria dentro de la puesta a punto.

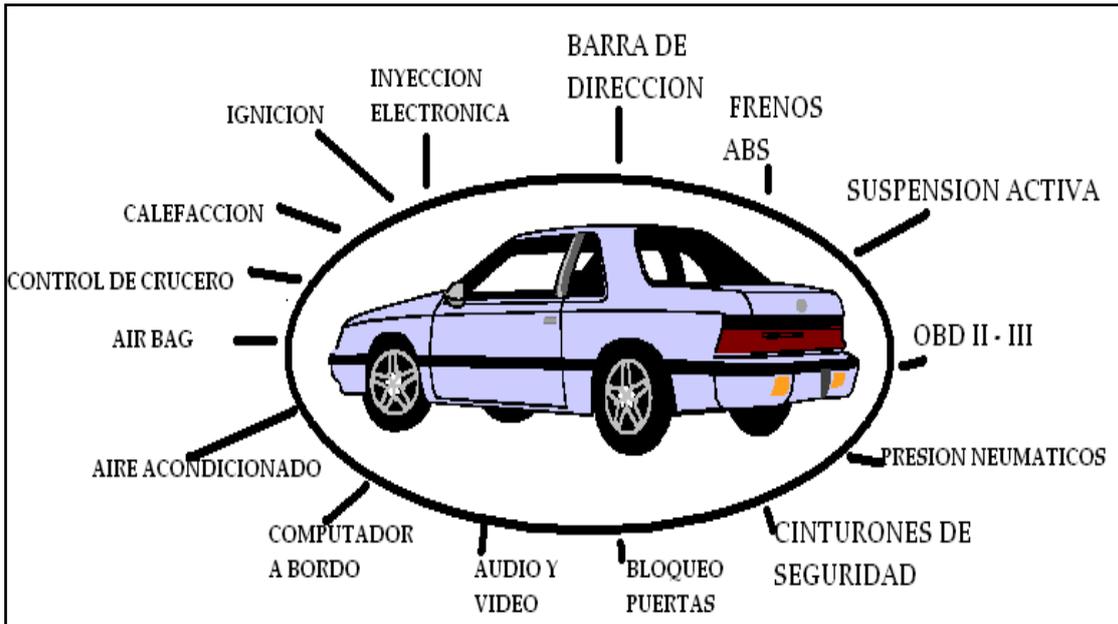


Figura 4.2 Aplicaciones en el automóvil

Aproximadamente un 10% son adquiridos por las industrias de automoción para ser usados en las instalación de inyección electrónica de gasolina, frenos ABS, control de crucero, alarmas, equipos de audio y video, comunicación satelital, suspensión activa entre otros.

## 4.5. SELECCIÓN DEL MICROCONTRALADOR PARA LA APLICACIÓN

Para escoger el microcontrolador a emplear en un diseño concreto hay que tener en cuenta factores, como la documentación y herramientas de desarrollo disponibles y su precio, la cantidad de fabricantes que lo producen y por supuesto las características del microcontrolador (tipo de memoria de programa, número de temporizadores, interrupciones, etc.):

### 4.5.1. COSTOS.

Deben ser accesibles y de fácil adquisición en el mercado para nuestro caso el 16F877 tiene un costo de 10 dólares. Se reduce el costo al disponer de las herramientas de apoyo con que va a contar: emuladores, simuladores,

ensambladores, compiladores, etc. que si se disponen en los laboratorios de la ESPEL.

#### 4.5.2. APLICACIÓN.

Antes de seleccionar un microcontrolador es imprescindible analizar los requisitos de la aplicación:

- **Procesamiento de datos:** no se desarrollaran cálculos críticos en la aplicación. Por lo que es suficiente con un microcontrolador de 8 bits
- **Entrada Salida:** para determinar las necesidades de Entrada/Salida del sistema es conveniente dibujar un diagrama de bloques del mismo, de tal forma que sea sencillo identificar la cantidad y tipo de señales a controlar. Para nuestro caso usaremos 4 patitas para señales de entrada más la de inicio y reset, y dieciséis salidas para los diversos circuitos del sistema de inyección.
- **Consumo:** el consumo es bajo ya que se usara regulador de tensión de 12v para la aplicación y no influirá ni tendrá funcionamiento permanente en el vehículo sino solo cuando se este en la tarea de entrenamiento.
- **Memoria:** para detectar las necesidades de memoria de la aplicación debemos separarla en memoria volátil (RAM), memoria no volátil (ROM, EPROM, etc.) y memoria no volátil modificable (EEPROM). Este último tipo de memoria puede ser útil para incluir información específica de la aplicación como un número de serie o parámetros de calibración. En cuanto a la cantidad de memoria necesaria puede ser imprescindible realizar una versión preliminar, aunque sea en pseudo-código, de la aplicación y a partir de ella hacer una estimación de cuánta memoria volátil y no volátil es necesaria y si es conveniente disponer de memoria no volátil modificable.
- **Ancho de palabra:** el criterio de diseño debe ser seleccionar el microcontrolador de menor ancho de palabra que satisfaga los requerimientos de la aplicación. Usar un microcontrolador de 4 bits supondrá una reducción en los costes importante, mientras que uno de

8 bits puede ser el más adecuado si el ancho de los datos es de un byte. **Diseño de la placa:** la selección de un microcontrolador concreto condicionará el diseño de la placa de circuitos. Debe tenerse en cuenta que quizá usar un microcontrolador barato encarezca el resto de componentes del diseño.

### **4.5.3. SELECCIÓN DEL PIC 16F877**

Vistos los criterios de selección del microcontrolador se procedió a seleccionar el PIC 16F877, pertenece a la familia de la gama media. Tiene 40 patitas, La razón exclusiva de su interés se debe al tipo de memoria de programa que posee. En el caso del PIC 16F877 se trata de una EEPROM de 1K palabras de 14 bits cada uno, así como el numero de entradas y salidas disponibles para la aplicación.

La memoria EEPROM y la FLASH son eléctricamente gravables y borrables, lo que permite escribir y borrar el programa bajo prueba, manteniendo el microcontrolador en el mismo zócalo y usando el mismo dispositivo para borrar y grabar. Esta característica se supone una gran ventaja con la mayoría de microcontroladores, que tiene como memoria de programa rescribible una tipo EPROM, se graba eléctricamente pero para borrarlas hay que someterlas durante cierto tiempo a rayos ultravioletas, lo que implica sacar del zócalo al circuito integrado y colocarlo en un borrador EPROM.

### **4.5.4. CARACTERÍSTICAS**

Se enumeran las prestaciones y dispositivos especiales que rodean a

los PIC16F87X.

- Procesador de arquitectura RISC avanzada.
- Juego de 35 instrucciones con 14 bits de longitud. Todas ellas se ejecutan en un ciclo de instrucción, menos las de salto que tardan dos.
- Hasta 8K palabras de 14 bits para la Memoria de Programa, tipo FLASH en los modelos 16F876 y 16F877 y 4KB de memoria para los PIC 16F873 y 16F874.
- Hasta 368 Bytes de memoria de Datos RAM.
- Hasta 256 Bytes de memoria de Datos EEPROM.
- Pines de salida compatibles para el PIC 16C73/74/76/77.
- Hasta 14 fuentes de interrupción internas y externas.
- Pila de 8 niveles.
- Modos de direccionamiento directo e indirecto.
- Power-on Reset (POP).
- Temporizador Power-on (POP) y Oscilador Temporizador Start-Up (OST).
- Perro Guardián (WDT).
- Código de protección programable.
- Modo SLEEP de bajo consumo.
- Programación serie en circuito con dos pines.
- Solo necesita 5V para programarlo en este modo.
- Voltaje de alimentación comprendido entre 2 y 5,5 V.
- Conversor A/D (Análogo / Digital)
- Bajo consumo:
  - < 2 mA valor para 5 V y 4 Mhz.
  - 20  $\mu$ A para 3V y 32 Mhz.
  - <1  $\mu$ A en standby.

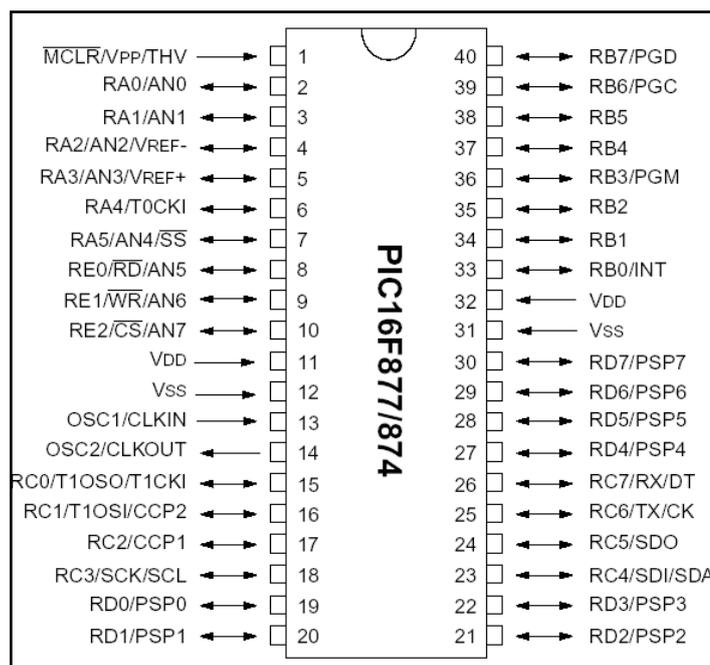


Figura 4.3. Disposición de patillas del 16F877

#### 4.5.5. DISPOSITIVOS PERIFÉRICOS

- Timer0: Temporizador-contador de 8 bits con preescaler de 8 bits
- Timer1: Temporizador-contador de 16 bits con preescaler que puede incrementarse en modo sleep de forma externa por un cristal/clock.
- Timer2: Temporizador-contador de 8 bits con preescaler y postescaler.
- Dos módulos de Captura, Comparación, PWM (Modulación de Anchura de Impulsos).
- Conversor A/D de 10 bits.
- Puerto Serie Síncrono Master (MSSP) con SPI e I<sup>2</sup>C (Master/Slave).
- USART/SCI (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) con 9 bit.

El PIC 16F877 tienen 40 patillas, lo que permite disponer de hasta 33 líneas de E/S. En su arquitectura además incorporan:

- Varios Timer.
- USART.
- Bus 12C

En la tabla IV.1 se muestra las características comparativas más relevantes de esta familia de microcontroladores :

Tabla IV.1. Comparación de entre los PIC de la Familia 16F87X

Características	16F873	16F874	16F876	16F877
Frecuencia Máxima	DC-20Mhz	DX-20Mhz	DX-20Mhz	DX-20Mhz
Memoria de programa FLASH Palabra de 14 bits	4KB	4KB	8KB	8KB
Posiciones RAM de datos	192	192	368	368
Posiciones EEPROM de datos	128	128	256	256
Ports E/S	A, B y C	A, B, C y D	A, B y C	A, B, C y D
Nº de Pines	28	40	28	40
Interrupciones	13	14	13	14
Timers	3	3	3	3
Módulos CCP	2	2	2	2
Comunicaciones Serie	MSSP, USART	MSSP,USART	MSSP,USART	MSSP, USART
Comunicación Paralelo	-	PSP	-	PSP
Líneas de entrada en Convertidor A/D de 10 bits	5	8	5	8
Juego de Instrucciones	35 instrucciones	35 instrucciones	35 instrucciones	35 instrucciones
Longitud de la instrucción	14 bits	14 bits	14 bits	14 bits

La figura 4.4. corresponde a los diagramas de bloque interno del Microprocesador 16F877.

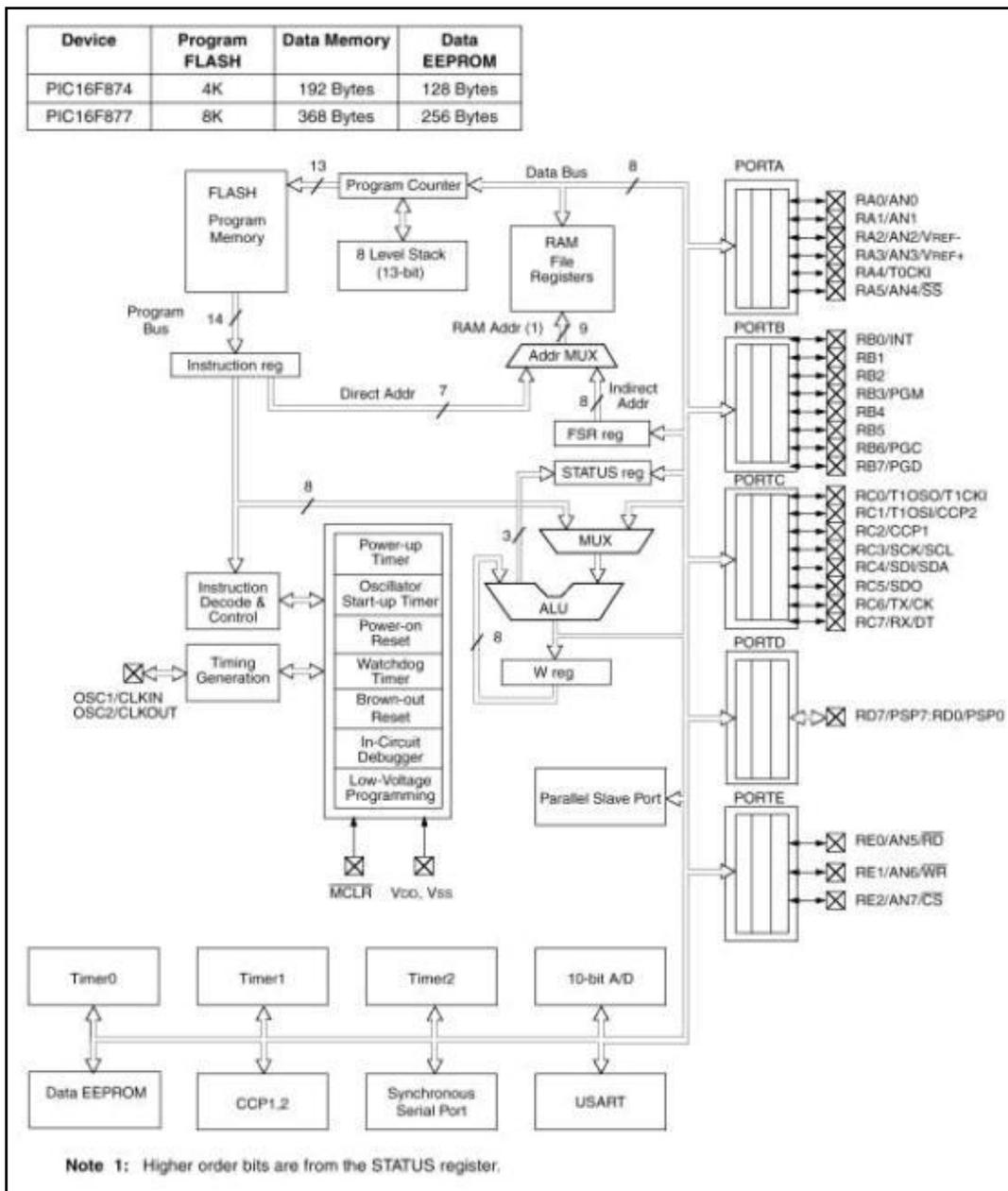


Figura 4.4. Diagrama de Bloques del PIC16F874 y 16F877

Pin Name	DIP Pin#	PLCC Pin#	QFP Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKIN	13	14	30	I	ST/CMOS <sup>(4)</sup>	Oscillator crystal input/external clock source input.
OSC2/CLKOUT	14	15	31	O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in crystal oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLK-OUT which has 1/4 the frequency of OSC1, and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/Vpp/THV	1	2	18	I/P	ST	Master clear (reset) input or programming voltage input or high voltage test mode control. This pin is an active low reset to the device.
RA0/AN0	2	3	19	I/O	TTL	<p>PORTA is a bi-directional I/O port.</p> <p>RA0 can also be analog input0</p> <p>RA1 can also be analog input1</p> <p>RA2 can also be analog input2 or negative analog reference voltage</p> <p>RA3 can also be analog input3 or positive analog reference voltage</p> <p>RA4 can also be the clock input to the Timer0 timer/counter. Output is open drain type.</p> <p>RA5 can also be analog input4 or the slave select for the synchronous serial port.</p>
RA1/AN1	3	4	20	I/O	TTL	
RA2/AN2/VREF-	4	5	21	I/O	TTL	
RA3/AN3/VREF+	5	6	22	I/O	TTL	
RA4/T0CKI	6	7	23	I/O	ST	
RA5/SS/AN4	7	8	24	I/O	TTL	
RB0/INT	33	36	8	I/O	TTL/ST <sup>(1)</sup>	<p>PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs.</p> <p>RB0 can also be the external interrupt pin.</p> <p>RB3 can also be the low voltage programming input</p> <p>Interrupt on change pin.</p> <p>Interrupt on change pin.</p> <p>Interrupt on change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming clock.</p> <p>Interrupt on change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming data.</p>
RB1	34	37	9	I/O	TTL	
RB2	35	38	10	I/O	TTL	
RB3/PGM	36	39	11	I/O	TTL	
RB4	37	41	14	I/O	TTL	
RB5	38	42	15	I/O	TTL	
RB6/PGC	39	43	16	I/O	TTL/ST <sup>(2)</sup>	
RB7/PGD	40	44	17	I/O	TTL/ST <sup>(2)</sup>	
RC0/T1OSO/T1CKI	15	16	32	I/O	ST	<p>PORTC is a bi-directional I/O port.</p> <p>RC0 can also be the Timer1 oscillator output or a Timer1 clock input.</p> <p>RC1 can also be the Timer1 oscillator input or Capture2 input/Compare2 output/PWM2 output.</p> <p>RC2 can also be the Capture1 input/Compare1 output/PWM1 output.</p> <p>RC3 can also be the synchronous serial clock input/output for both SPI and I<sup>2</sup>C modes.</p> <p>RC4 can also be the SPI Data In (SPI mode) or data I/O (I<sup>2</sup>C mode).</p> <p>RC5 can also be the SPI Data Out (SPI mode).</p> <p>RC6 can also be the USART Asynchronous Transmit or Synchronous Clock.</p> <p>RC7 can also be the USART Asynchronous Receive or Synchronous Data.</p>
RC1/T1OSI/CCP2	16	18	35	I/O	ST	
RC2/CCP1	17	19	36	I/O	ST	
RC3/SCK/SCL	18	20	37	I/O	ST	
RC4/SDI/SDA	23	25	42	I/O	ST	
RC5/SDO	24	26	43	I/O	ST	
RC6/TX/CK	25	27	44	I/O	ST	
RC7/RX/DT	26	29	1	I/O	ST	

Legend: I = input    O = output    I/O = input/output    P = power  
— = Not used    TTL = TTL input    ST = Schmitt Trigger input

**Note 1:** This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as an external interrupt.  
**Note 2:** This buffer is a Schmitt Trigger input when used in serial programming mode.  
**Note 3:** This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as general purpose I/O and a TTL input when used in the Parallel Slave Port mode (for interfacing to a microprocessor bus).  
**Note 4:** This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

Pin Name	DIP Pin#	PLCC Pin#	QFP Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description	
RD0/PSP0	19	21	38	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	PORTD is a bi-directional I/O port or parallel slave port when interfacing to a microprocessor bus.	
RD1/PSP1	20	22	39	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>		
RD2/PSP2	21	23	40	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>		
RD3/PSP3	22	24	41	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>		
RD4/PSP4	27	30	2	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>		
RD5/PSP5	28	31	3	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>		
RD6/PSP6	29	32	4	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>		
RD7/PSP7	30	33	5	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>		
RE0/RD $\bar{O}$ /AN5	8	9	25	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>	PORTE is a bi-directional I/O port. RE0 can also be read control for the parallel slave port, or analog input5.	
RE1/W $\bar{R}$ /AN6	9	10	26	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>		RE1 can also be write control for the parallel slave port, or analog input6.
RE2/ $\bar{C}S$ /AN7	10	11	27	I/O	ST/TTL <sup>(3)</sup>		RE2 can also be select control for the parallel slave port, or analog input7.
Vss	12,31	13,34	6,29	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.	
Vdd	11,32	12,35	7,28	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.	
NC	—	1,17,28,40	12,13,33,34		—	These pins are not internally connected. These pins should be left unconnected.	

Legend: I = input      O = output      I/O = input/output      P = power  
 — = Not used      TTL = TTL input      ST = Schmitt Trigger input

**Note** 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as an external interrupt.  
 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in serial programming mode.  
 3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as general purpose I/O and a TTL input when used in the Parallel Slave Port mode (for interfacing to a microprocessor bus).  
 4: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

Figura 4.4.a. Diagrama de Bloques del PIC16F874 y 16F877

#### 4.5.6. ORGANIZACIÓN DE LA MEMORIA

Hay tres bloques de memoria en cada uno de estos PICmicro MCUs. La Memoria de Programa y la Memoria de Datos que tienen los buses separados para poder permitir el acceso simultáneo a estos dos bloques. El tercer bloque de la Memoria de datos EEPROM.

Los dispositivos de PIC16F877/876 tienen 8K x 14 posiciones de memoria de programa tipo FLASH. El vector de Reset está en la posición de memoria 0000h y el vector de interrupción está en la posición de memoria 0004h.

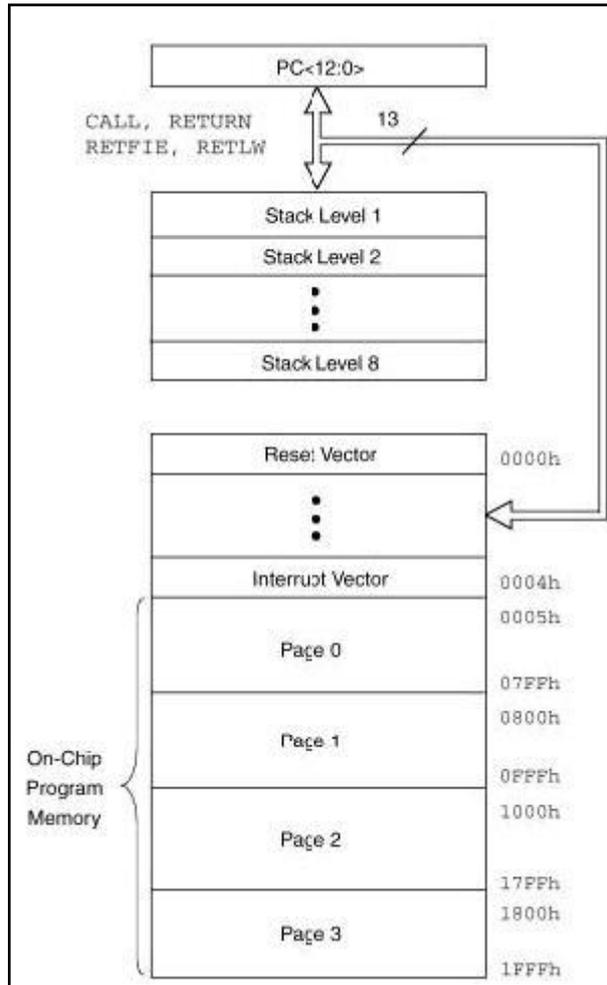


Figura 4.5. Mapa de Memoria y STACK del PIC16F877/878

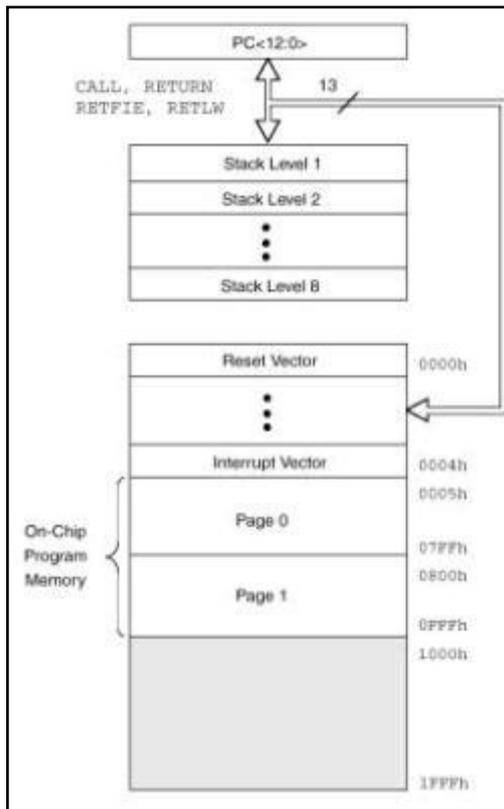


Figura 4.6. Mapa de Memoria y SACK del PIC16F873/878

#### 4.5.7. ORGANIZACIÓN DE LA MEMORIA DE DATOS

La memoria de los datos se divide en los múltiples bancos que contiene los Registros del Propósito Generales y Los Registros de la Funciones especiales Los bit RP1 (STATUS <6> y RP0 (el ESTADO <5> seleccionan cada uno de estos bancos, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla IV. 2. Selección de los bancos de memoria RAM con RP0 y RP1

RP1	RP0	Banco
0	0	Banco 0
0	1	Banco 1

1	0	Banco 2
1	1	Banco 3

En cada banco hay 7Fh posiciones de memoria (128 bytes). Las posiciones más bajas están, reservadas para los Registros de Funciones Especiales. Por encima de los Registros de Funciones Especiales se encuentran los Registros de Propósito General, que se utilizan como posiciones de memoria RAM estática. Todos están estructurados en bancos. Algunos Registros de Funciones Especiales están reflejados en varios bancos para reducir el código y tener un acceso más rápido.

## **PARTE B**

### **4.6. DISEÑO ELECTRONICO**

Los parámetros considerados para la elaboración del sistema de entrenamiento del CORSA WIND, se refieren a la activación y desactivación de los circuitos del sistema de inyección electrónica de gasolina, los que han sido diagramados y tratados en los capítulos II, III.

### **4.7. SEÑALES Y SU PROCESAMIENTO**

Para el diseño del programa de control del microcontrolador se ha procedido a plantear una lógica de programación según la cual se desea que funcione la aplicación, tomando estados de referencia de entradas y funciones de salida determinadas para dichos estados.

El diagrama de bloques bajo el cual estará diseñado el modo de operación del sistema de entrenamiento.

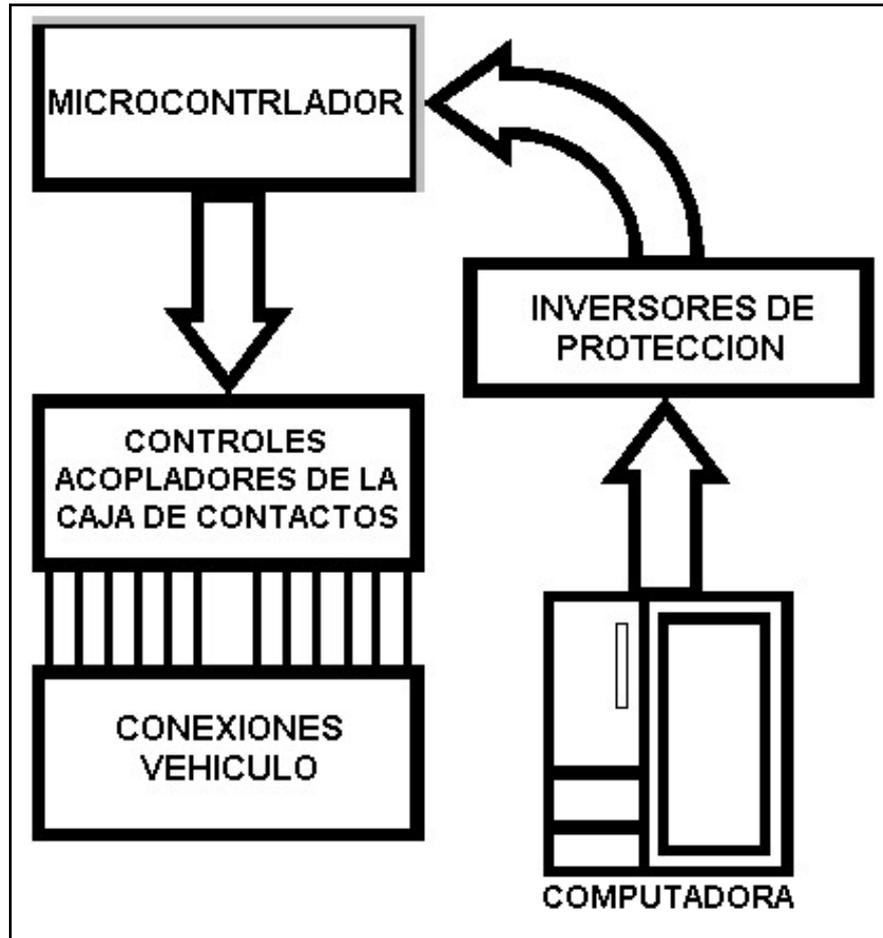


Figura 4.7. Diagrama de bloques de aplicación CORSA WIND

El organigrama de pruebas para el proceso de programación del pic es el siguiente:

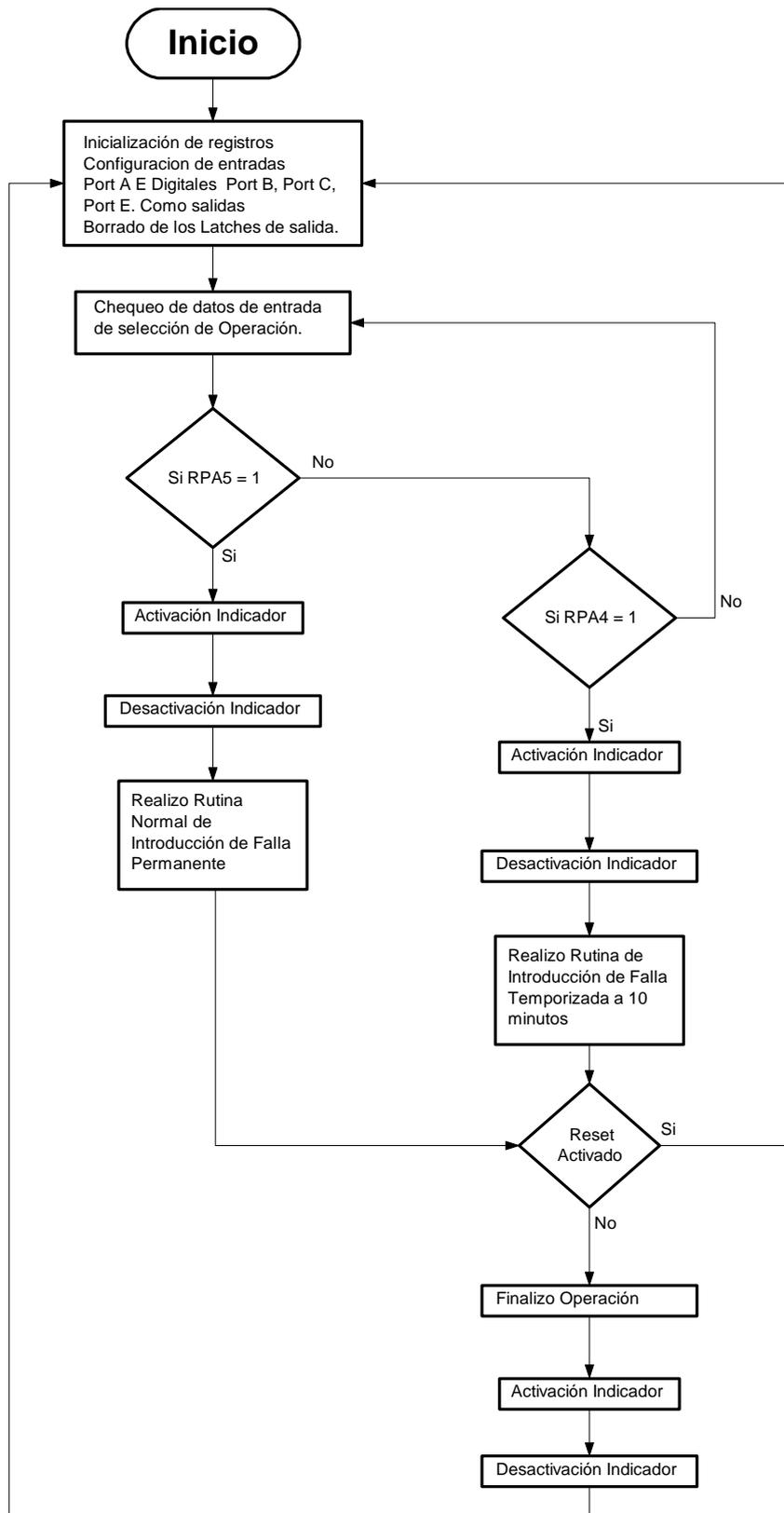


Figura 4.8. Diagrama de Flujo del Programa del uC.

## 4.8. SEÑALES DE SELECCIÓN DE OPERACIÓN

La selección se realizará a través de la interfase grafica del computador por la introducción de códigos de 4 bits en las entradas RA0-RA3, más los pulsos de inicio y reset de las operaciones.

Tabla IV.3. Códigos de entrada al PIC

NUMERO OPERACIÓN	CÓDIGO				Inicio	Reset
	RA0	RA1	RA2	RA3	RA4	RA6
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 las operaciones de los selectores se detalla a continuación:

A través de un buffer se va ha controlar el ingreso de los códigos introducidos por el programa de visualización y control de las pruebas de acuerdo a la siguiente tabla de aplicación.

Tabla IV.4. Códigos de entrada y aplicación a circuitos.

No.	CÓDIGO				Inicio	Reset	Circuito a controlar
	RA0	RA1	RA2	RA3	RA4	RA6	
1	0	0	0	0	1	0/1	TPS SIN 5VOLTIOS
2	0	0	0	1	1	0/1	TPS SIN SEÑAL
3	0	0	1	0	1	0/1	TPS TIERRA
4	0	0	1	1	1	0/1	WTS SIN 5VOLTIOS
5	0	1	0	0	1	0/1	BOB. ENC. SIN ALIMENTACIÓN
6	0	1	0	1	1	0/1	MAP SIN 5VOLTIOS
7	0	1	1	0	1	0/1	MAP SIN SEÑAL
8	0	1	1	1	1	0/1	MAP TIERRA
9	1	0	0	0	1	0/1	EGO SIN SEÑAL
10	1	0	0	1	1	0/1	ATS SIN SEÑAL
11	1	0	1	0	1	0/1	REF SIN SEÑAL
12	1	0	1	1	1	0/1	INYECTOR 2 SIN ALIMENTACION
13	1	1	0	0	1	0/1	INYECTOR 4 SIN ALIMENTACIÓN
14	1	1	0	1	1	0/1	CHECK ENGINE SIN SEÑAL
15	1	1	1	0	1	0/1	ISC ALIMENTACION
16	1	1	1	1	1	0/1	BOMBA DE COMBUSTIBLE CORTE DEL RELE

#### 4.9. DIAGRAMA DE BLOQUES ENTRADAS / SALIDAS.

El diagrama de bloques de entradas y salidas queda presentado en la figura 4.9

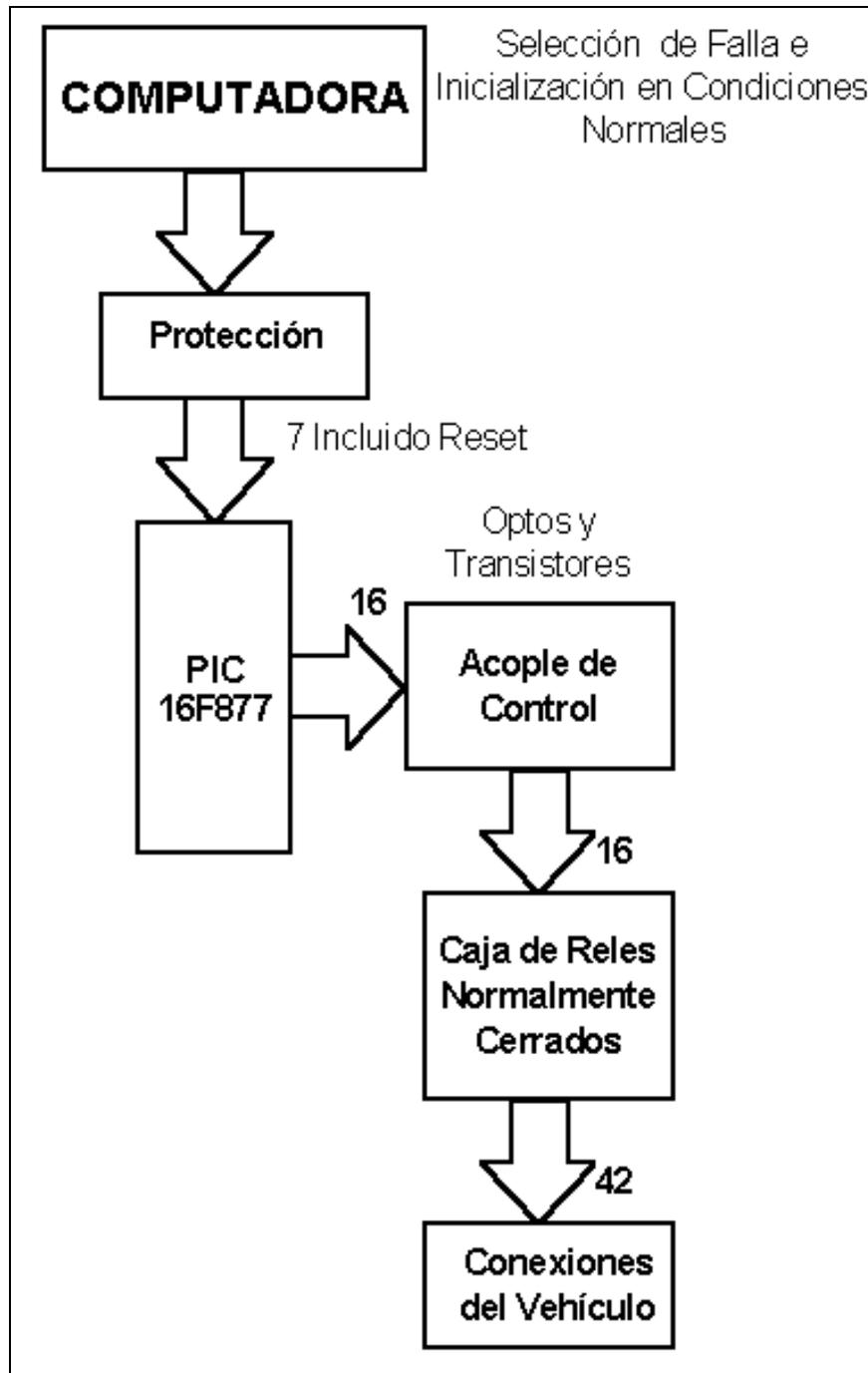


Figura 4.9. Diagrama de bloques de señales de entradas / salidas del sistema de entrenamiento en inyección electrónica de gasolina del vehículo Corsa Wind.

#### 4.10. SELECCIÓN DE ELEMENTOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS

Para la selección de los elementos se procede a determinar los parámetros principales que deben cumplir dentro del circuito más las consideraciones de diseño electrónico.

#### 4.10.1. REGULACIÓN DE VOLTAJE

Se requiere un voltaje regulado de 5V para la parte de alimentación del sistema de control, tomada de la fuente principal de 12V.

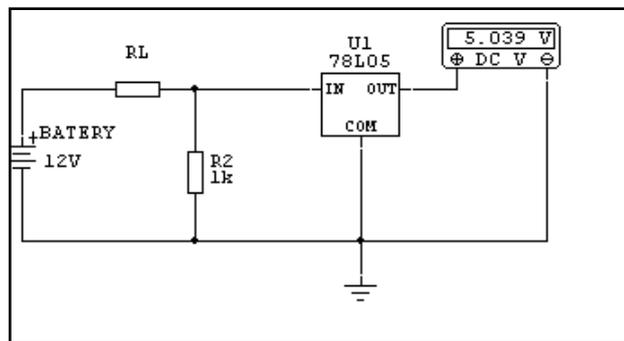


Figura 4.10. Circuito de regulación de Voltaje

$$V_{IN} = 5V + 0.15$$

$$V_{IN} = 5.15 \text{ V}$$

$$I_{1k} = \frac{V_{IN}}{1k} = \frac{5.15}{1k}$$

$$I_{1k} = 5.15\text{mA}$$

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

$$V_L = 6.85$$

$$I_L = I_{1k}$$

$$R_L = \frac{V_L}{I_L} = \frac{6.85}{5.75} \text{ k}\Omega$$

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

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

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

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

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

### 4.10.2. SEÑALES DE CONTROL.

A través de un opto acoplador se procederá a realizar la conmutaciones iniciales para el control y puntos de activación de los transistores para los relés.

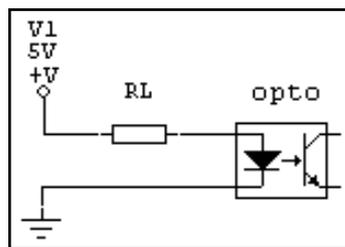


Figura 4.11 Circuito del optoacoplador.

Señales de control

$$V_D = 0.7 \text{ V}$$

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

$$V_L = 5 - 0.7 \text{ V}$$

$$V_L = 4.3 \text{ V}$$

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

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

$$R_L = 430\Omega$$

### 4.10.3. CIRCUITO DE CONTROL DE POTENCIA.

A través de los transistores de potencia se realizará la conmutación para el ingreso de señales a los relés.

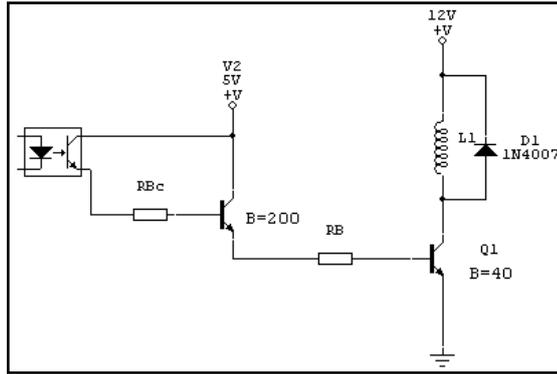


Figura 4.12. Circuito control de potencia

$$B = 200$$

$$I_E \cong I_C$$

$$I_E = 0.075 \text{ A}$$

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

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

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

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

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

#### 4.10.4. ACTIVACION DE LOS RELES

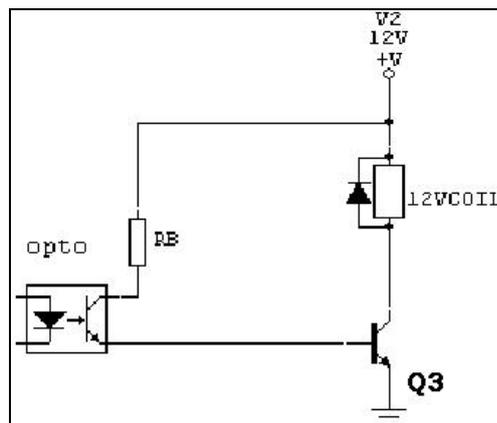


Figura 4.13. Activación relés para circuitos del CORSA WIND

$$R_L = 380 \Omega$$

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

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

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

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

$$R_B = 570 \Omega$$

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

#### 4.11. SELECCIÓN DE PROTECCIÓN DEL CIRCUITO

Para el diseño de las protecciones se procede a estimar el consumo de corriente, tanto del circuito de control, como de potencia y se los protege independientemente con fusibles en serie de corriente con un factor de protección al 90% de la estimada en el consumidor.

Corriente de fusible = Corriente de consumo/0.9

De acuerdo al resultado obtenido se busca en el mercado los tipos existentes y se selecciona; el más adecuado para la aplicación se tiene:

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

Fusible a escoger:  $F1 = 2 \text{ A}$

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

Fusible a escoger:  $F2 = 15 \text{ A}$

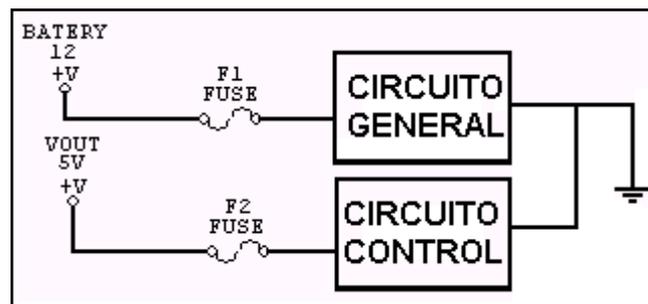


Figura 4.14. Circuitos de protección.

#### **4.12. DISEÑO DEL DIAGRAMA ELECTRONICO.**

**Con las consideraciones registradas, de diseño y la aplicación a desarrollar se diagrama el circuito general que será el que se utilice para ser montado previamente en proto para las pruebas respectivas y luego para la instalación definitiva en el Vehículo CORSA WIND.**

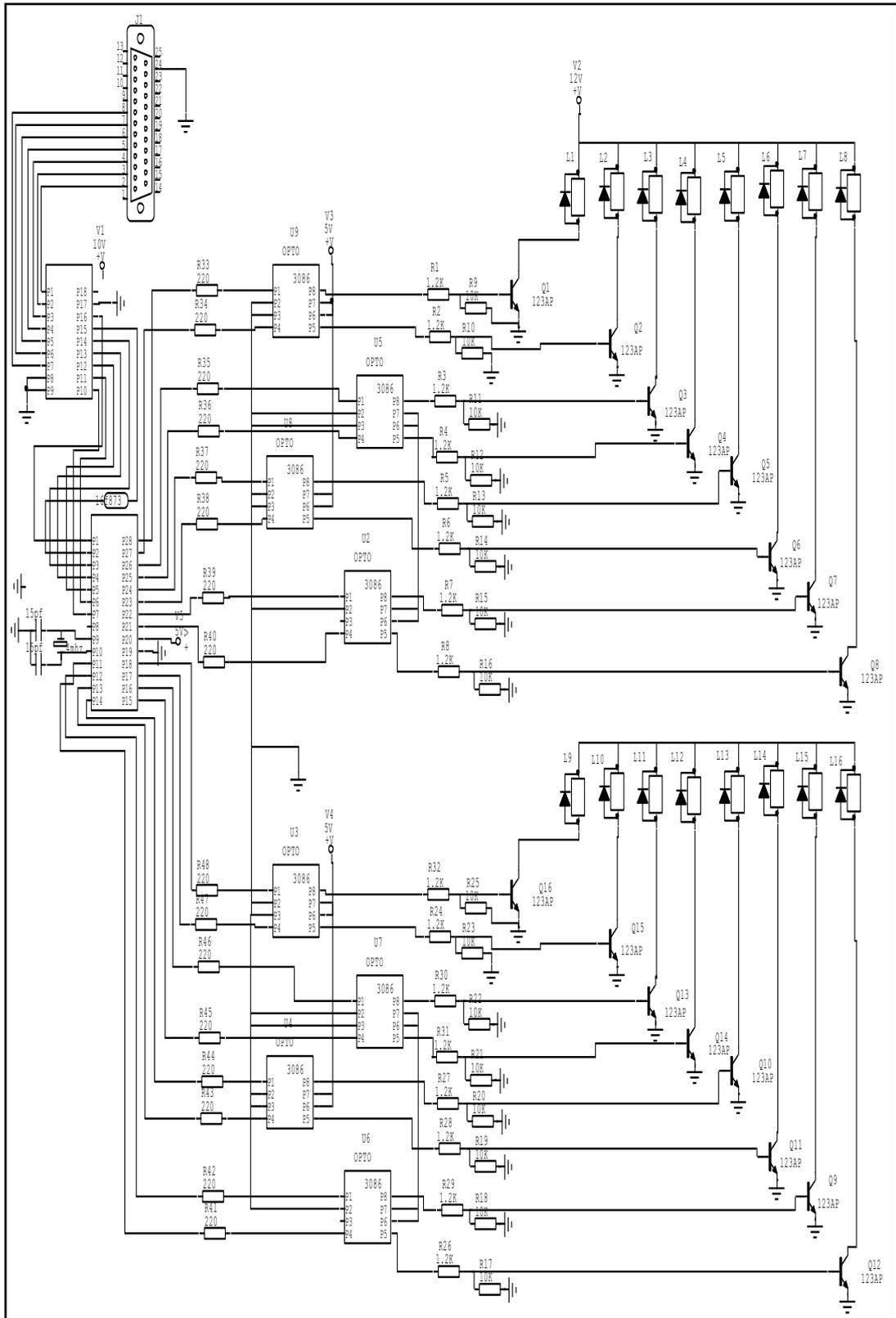


Figura 4.15. Circuito Electrónico de la aplicación.

## 4.13. SELECCIÓN DE COMPONENTES

De acuerdo al circuito electrónico el módulo de entrenamiento dispone de los siguientes componentes:

Tabla IV.5. Elementos del módulo de entrenamiento

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

## 4.14. DESCRIPCIÓN DE OPERACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE COMPONENTES DEL MODULO DE ENTRENAMIENTO.

### 4.14.1. Buffer 74241.-

Permite la correcta habilitación del código del control al PIC a través del PC, para evitar errores de activación de la función de control del circuito del sistema de inyección del Corsa WIND.

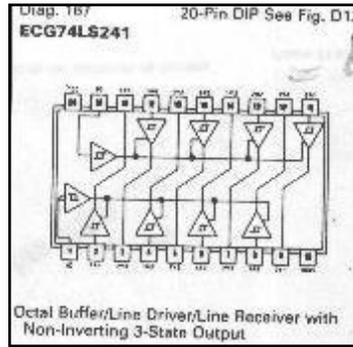
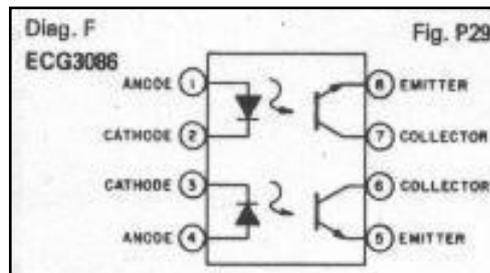


Figura 4.16. Buffer 74241.

#### 4.14.2. OPTOACOPLADOR 3086.

Acoplan el pulso de corriente generador por el  $\mu$ C a los transistores 123 AP para el control previo de los relés para el control de cada uno de los circuitos del sistema de inyección electrónica Corsa, desacoplador de circuito (Seguridad), baja potencia – alta potencia.



ECG3081	NPN Transistor	8000	250	20	60	3	---	30	100	75	C	P27
ECG3082	NPN Darlington	8000	250	400	60	3	---	30	100	75	E	
ECG3084	NPN Darlington	7500	250	200	60	3	---	30	30	200	F	
ECG3086	NPN Dual Transistor	7500	400	50	60	3	---	30	30	200	F	P29
ECG3220	NPN Dual Transistor	5000	150	100	50	5	---	55	50	---	V	

Figura 4.17. Opto acoplador ECG 3086.

#### 4.14.3. TRANSISTOR SG123AP.-

Preamplifican la corriente del opto transistor para activar los relés de control de los circuitos del sistema de inyección del Corsa Wind.



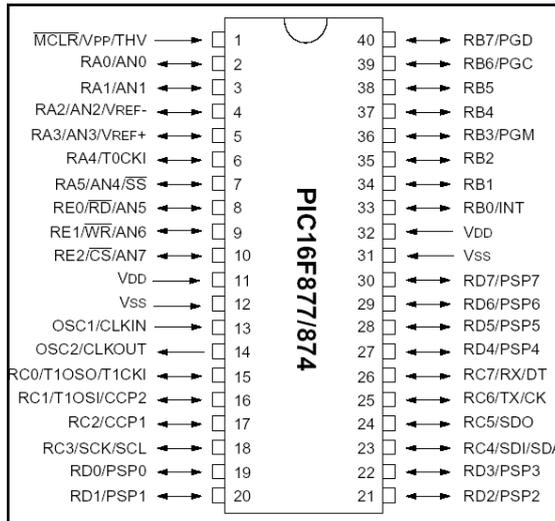


Figura 4.20. PIC 16F877

#### 4.14.6. MANÓMETRO.

De 0 a 200 PSI se constituirá en un instrumento de diagnóstico del subsistema hidráulico de alimentación que permitirá detectar posibles fallos en el mismo, está instalado de modo permanente a fin de realizar el monitoreo constante del sistema.



Figura 4.21. Manómetro.

#### 4.15. DETALLE ECONOMICO.

Concluido la selección de elementos y componentes mecánicos eléctricos y electrónicos se presenta una tabla de costos de cada uno de ellos.

Tabla IV.6 Componentes y costos.

Cant.	Componente	Valor	Costo U	Costo Total
16	Resistencias	1.2 K $\Omega$	0.25	4.00
16	Resistencias	220 $\Omega$	0.35	5.60
16	Resistencias	10 K $\Omega$	0.40	6.40
16	Reles	10 A	1.50	24.00
16	Transistores	123 AP	0.30	4.80
16	Diodos	4007	0.25	4.00
02	Buffer	74LS241	2.50	5.00
01	PIC	16F877	10.00	10.00
08	Opto acopladores	3086	6.00	48.00
02	Condensadores	15 pF	0.50	1.00
01	Conector hembra		2.00	2.00
04	Pulsadores	A 35	1.00	4.00
01	Conector 1 – 1 paralelo		3.00	3.00
02	Fusibles y portafusibles.		3.00	6.00
01	Oscilador	4 MHz	2.00	2.00
01	Manómetro de presión	A 0 a 120 PSI	15.00	15.00
01	Llave de ¼ de vuelta	s/n	4.00	4.00
01	Juego de acoples rápidos	s/n	4.00	4.00
01	Alambre No. 14	AWG N0.14	25.00	25.00
01	Bakelitas		10.00	10.00
02	Grabado y revelado		40.00	40.00
01	Rollo estaño		5.00	5.00
01	Conectores entre placas		20.00	20.00
01	Caja metálica		40.00	40.00
01	Terminales y aislantes		40.00	40.00
01	Varios		40.00	40.00
		Total dólares	estimado	372.80

Sin considerar el desarrollo del software ni mano de obra el equipo tiene un costo de 372.80 dólares en cuanto a componentes y materiales, que es un valor óptimo en relación a otros equipos que se utilizan de modo didáctico como sistemas de entrenamiento.

#### **4.16. MONTAJE Y PRUEBAS ELECTRICAS Y ELECTRÓNICAS.**

Para la aplicación del circuito eléctrico – electrónico en el vehículo Corsa Wind, se utilizan los componentes que se han indicado anteriormente en la selección, los mismos que se instalarán primero en proto board; se verificará que funcionen adecuadamente para trasladarlo a una placa definitiva.

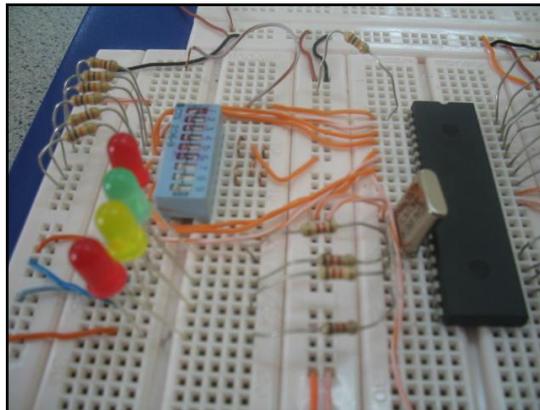


Figura 4.22 Montajes iniciales en proto board.

Se empieza haciendo los montajes iniciales de los componentes e incluso usando indicadores luminosos para simular el funcionamiento en relación de los diversos circuitos del sistema de inyección electrónica de gasolina del vehículo Corsa Wind , a partir de estos ir realizando cada una de las conexiones; hay que considerar los voltajes de operación de los componentes a fin de que los mismos no sufran daños.

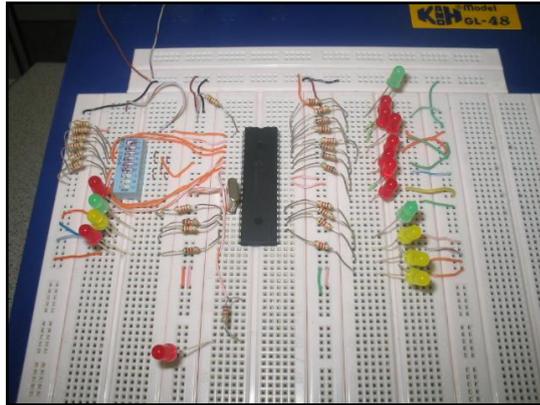


Figura 4.23 Montajes electrónicos iniciales.

Con la consideración anterior se procede a realizar el montaje y la instalación de todos los elementos del sistema de control, considerando que el componente para la aplicación es el PIC16F877, el cual ya fue programado, mismo que se encuentra en el Anexo A. Es necesario ayudarse del manual electrónico (ECG) para la conexión de cada uno de los componentes.

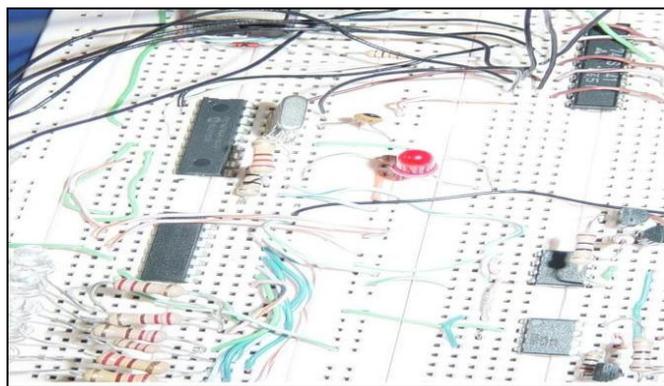


Figura 4.24 Circuito de control de la aplicación.

Con la consideración anterior se conecta la etapa de control de potencia con cada uno de los elementos seleccionados, tomando en cuenta que las corrientes son

moderadas en cada uno de los circuitos del sistema de inyección, considerando que los relés son de dos contactos cumplirán la función de abrir y cerrar los circuitos.

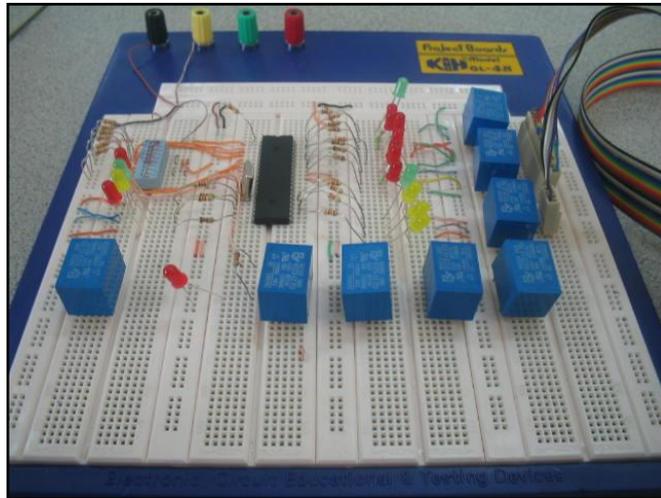


Figura 4.25 Etapa de control de potencia.

Realizadas las dos instalaciones eléctricas y electrónicas utilizaremos interruptores, pulsadores y selectores para que el circuito quede completamente armado y se realicen pruebas iniciales de operación.

La aplicación del proyecto es a través de la interfase del PC, se elaboró el programa de entrenamiento en Visual Basic. Para determinar la ubicación de los pines del puerto paralelo que se va a utilizar sirvió de ayuda el proto con el respectivo conector como se indica a continuación.

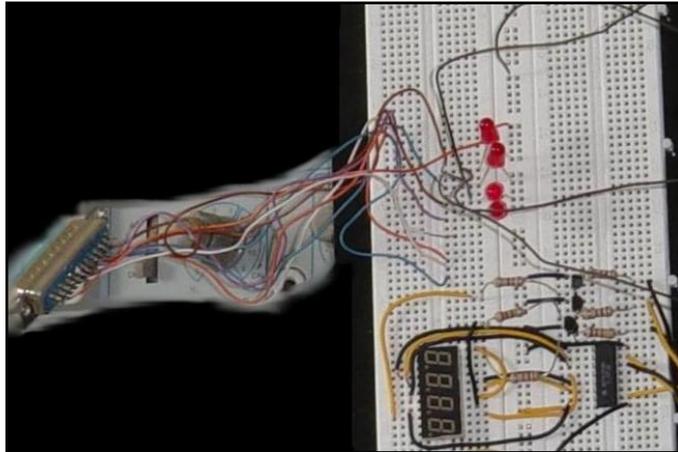


Figura 4.26 Cable para determinar los pines de utilización.

Determinados los pines de salida que para la aplicación son: el 2,3,4,5,6,7,8, y el 24 que es tierra del puerto paralelo del PC.

Antes de realizar las pruebas por la interfase de la computadora se verifico mediante simulación del MPLAB la operación del PIC.

Las siguientes son las pantallas de simulación de operación del PIC.

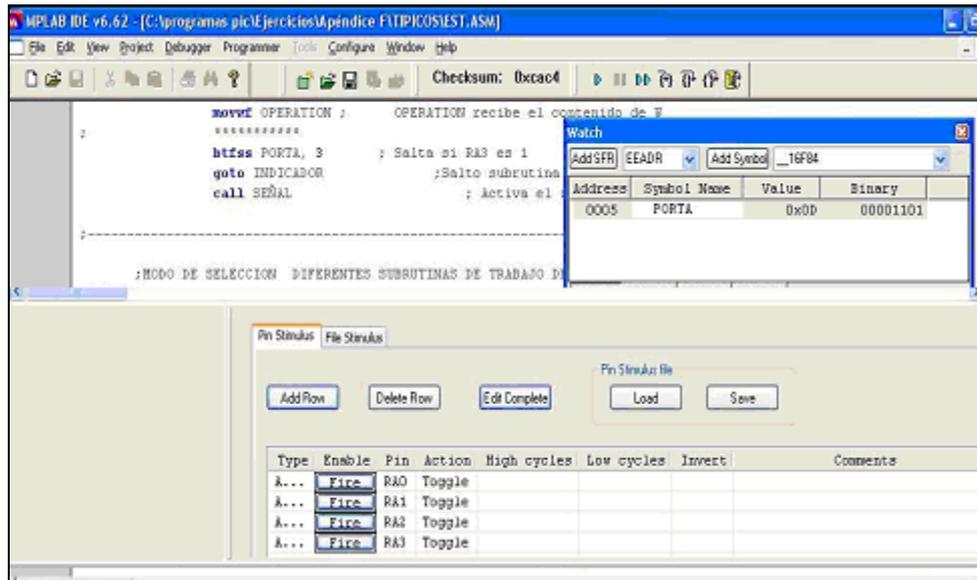


Figura 4.27 Pantalla de simulación en MPLAB.

Para determinar el pulso de activación de cada rele se procede a dar la combinación correspondiente por la interfase de la computadora . La figura 4.28. muestra el control de cada rele el mismo que antes de iniciar la prueba se encuentra en 0 voltios de salida, cuando se pulsa la combinación más el inicio el PIC envía la señal de activación al circuito de control haciendo que la misma se active hasta que se solucione la falla ingresada al sistema de entrenamiento del vehículo Corsa Wind enviada por una señal a través del reset.

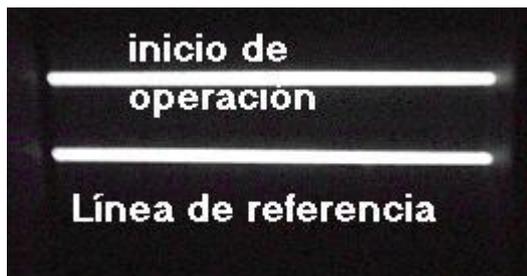


Figura 4.28 Pulso de activación de inicio de operación.

Realizada la calibración del circuito electrónico – eléctrico se procede al diseño de las pistas y placas para el circuito final utilizando el programa **TRAXMAKER** y el método de serigrafía dando como resultado los siguientes caminos, los que una vez revelados deberán ser cuidadosamente revisados.

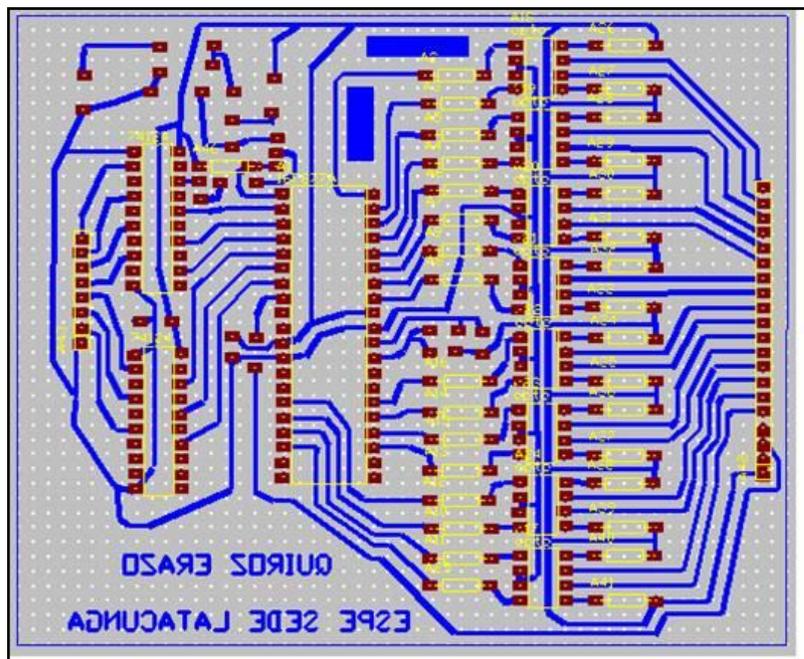


Figura 4.29. Placa de control

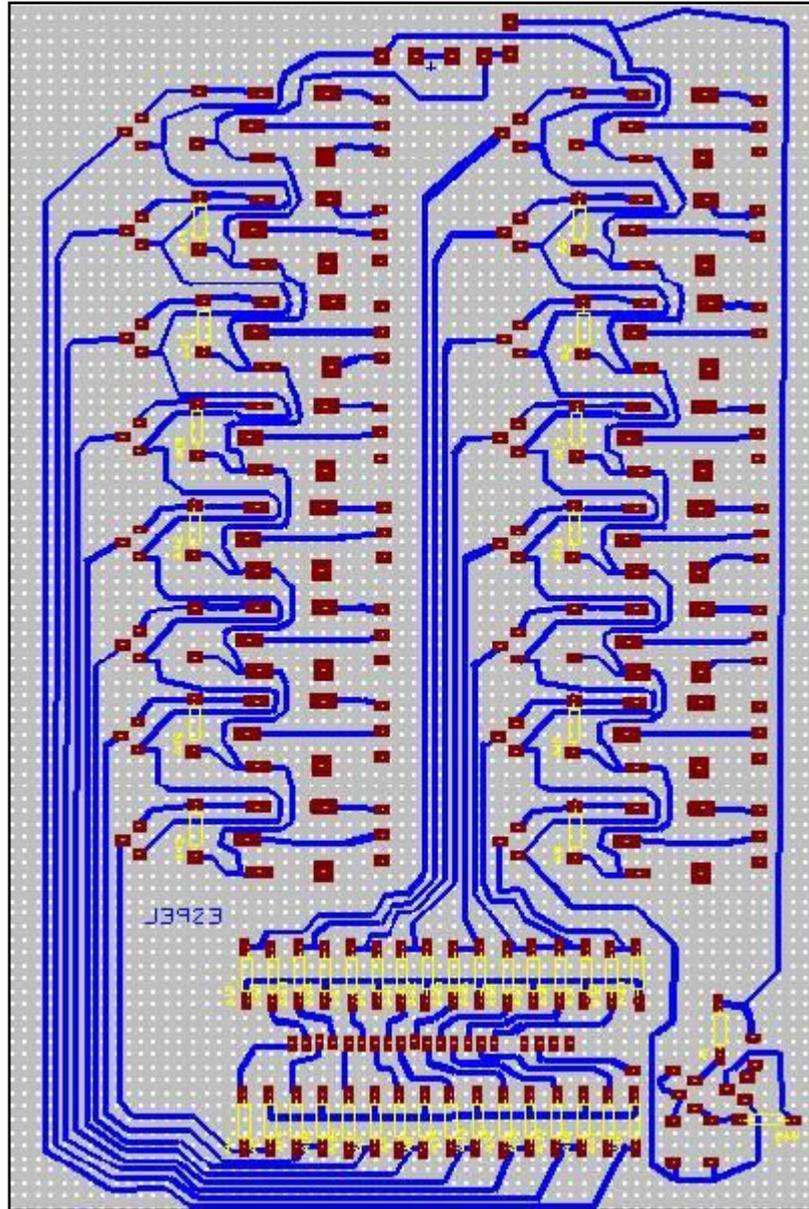


Figura 4.30 Placa del control de Potencia del sistema de entrenamiento

#### **4.17. MONTAJE E INSTALACIÓN.**

Elaboradas las placas eléctricas con los elementos seleccionados y revisado cada un de sus circuitos se realiza el montaje y ubicación correspondiente de cada uno de ellos en las placas de bakelita, las mismas que están separadas en una placa de control y una placa de potencia como se muestra en las figuras 4.31 y 4.32 respectivamente

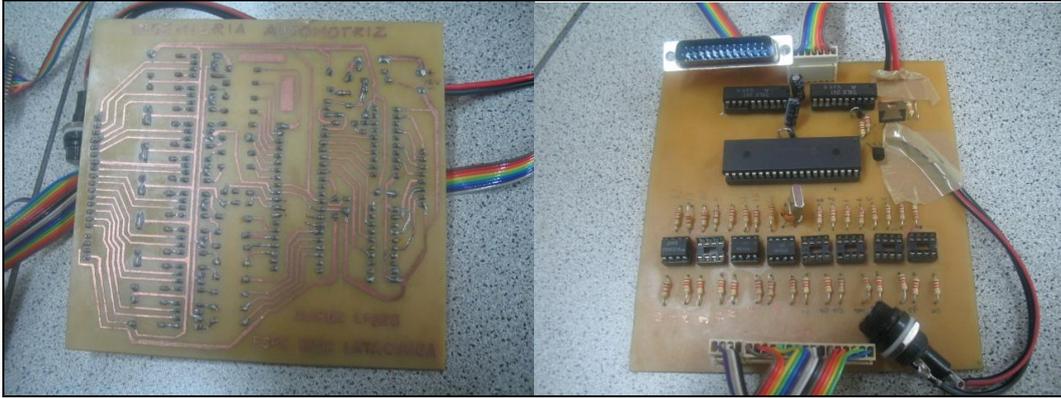


Figura 4.31. Placa de Control Terminada del modulo de prueba.

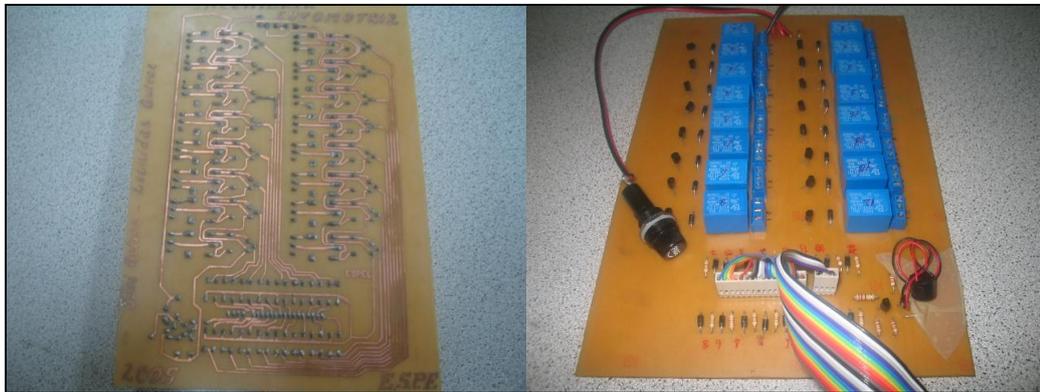


Figura 4.32. Placa de Potencia Terminada del modulo de prueba.

Los circuitos de potencia y de control se montan en una caja metálica con dimensiones y perforaciones adecuadas, para posteriormente analizados cada uno de los circuitos de inyección electrónica del automóvil ser instalado en el mismo.

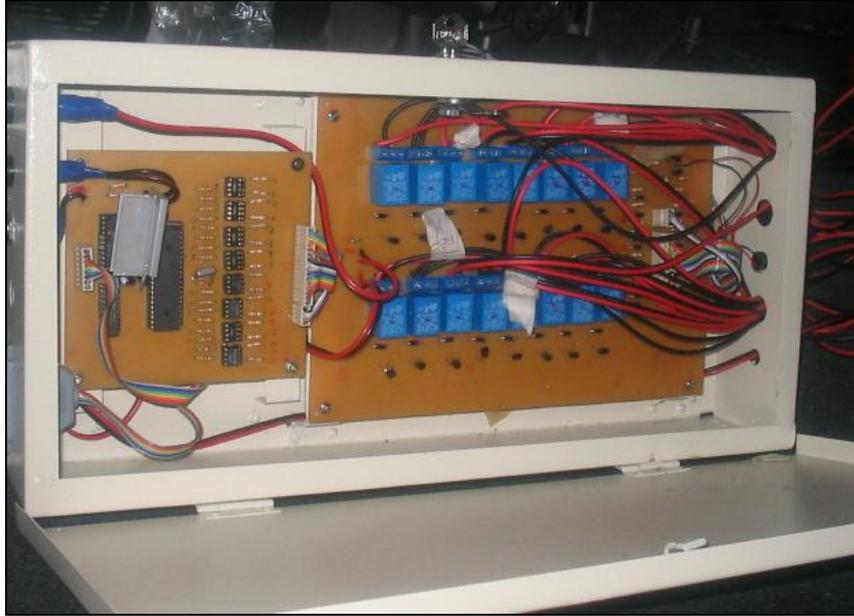


Figura 4.33 Caja metálica para placas de control y potencia.

Se procede a realizar la instalación del cableado del modulo de entrenamiento a cada uno de los subsistemas del sistema de inyección electrónica de combustible, pasando el cableado desde el compartimiento del motor hacia el interior del vehículo.



Figura 4.34. Inicio de instalación de cableado.



Figura 4.35 Cableado del módulo de entrenamiento en el compartimiento del motor.

Con el propósito de realizar mediciones de voltajes de referencia, señal y tierra se instala una bornera, que será fijada en modo conveniente para realizar las operaciones mencionadas.



Figura 4.36 Bornera para puntos de medición.

Realizada la instalación de cableado eléctrico de los componentes del sistema de inyección electrónica del vehículo corsa wind, se asegura firmemente la caja de los circuitos, que fue ubicada debajo de la consola del lado del acompañante del vehículo.

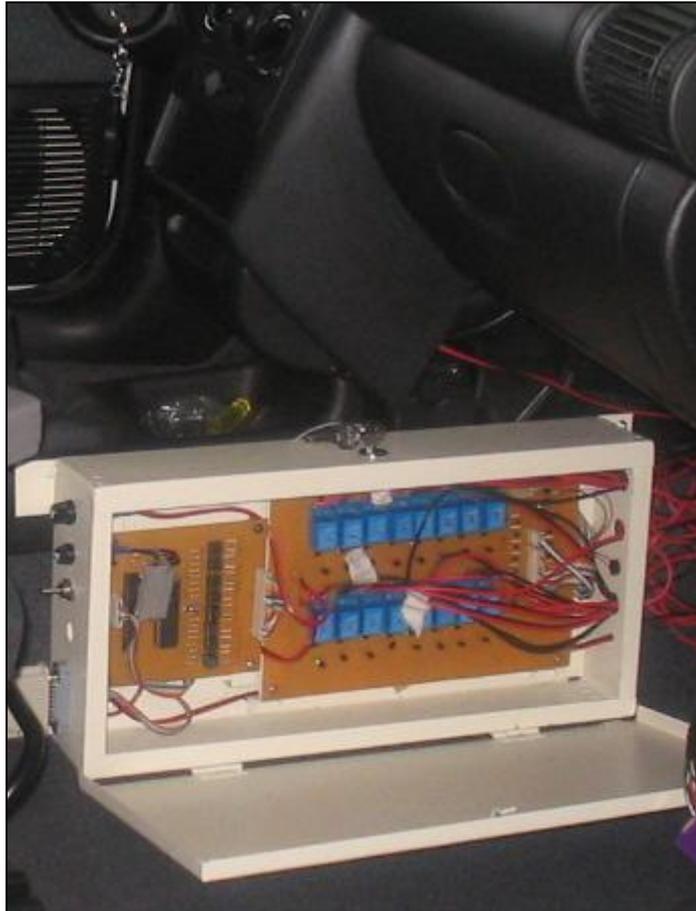


Figura 4.37 Ubicación del módulo de entrenamiento del sistema de inyección electrónica de gasolina vehículo Corsa Wind

Para el desarrollo de las prácticas de entrenamiento, se deberá conectar la PC con su respectivo cable de pruebas (interfase) .



Figura 4.38. Colocación del modulo de prueba.



Figura 4.39. Montaje final del módulo de entrenamiento.

## **V. ENTRENAMIENTO Y PRUEBAS EN EL VEHÍCULO CORSA WIND.**

El entrenamiento se realizará utilizando el software elaborado para el propósito de acuerdo a las secuencias y sugerencias presentadas en cada una de sus pantallas.

El software se desarrollo en Visual Basic, y cuenta con un archivo ejecutable denominado CORSA.

Se debe instalar el mismo en el PC, crear una carpeta que se llame ENTRENAMIENTO en su PC, ubicar el archivo corsa.exe, dar doble clic en el icono del mismo y se presenta la pantalla de ingreso.



Figura 5.1. Pantalla de ingreso al programa de entrenamiento.

La pantalla de ingreso presenta los datos informativos del sistema, para iniciar la sesión de pruebas es necesarios pulsar en el comando ingresar al sistema.



Figura 5.2. Ingreso de Contraseña.

Para acceder al sistema se debe ingresar la contraseña que para este programa es XXXX y pasa al menú principal donde se escogerán las diversas pruebas del sistema de inyección electrónica Corsa Wind.

El menu principal tiene las opciones: información corsa, diagramas, sensores, computadora, actuadores, autodiagnóstico y salir.

Las que son activadas independientemente con el mouse o las teclas ALT + la primera inicial, de acuerdo al sistema que se desee analizar.



Figura 5.3. Pantalla de inicio del Programa de Entrenamiento de Inyección Electrónica de Gasolina “CORSA WIND”.

## 5.1. CARACTERÍSTICAS CORSA WIND.

La opción de Información contiene las características relevantes del vehículo CORSA WIND, en cada uno de sus sistemas.

**CARACTERÍSTICAS MOTOR CORSA WIND**

Tabla II.1 Características del Motor

Tipo	C14NE SOHC
Cilindrada	1389 c.c.
Potencia Máxima	83.7HP@ 6000 RPM
Torque Máximo	114 Nm@ 3000 RPM
Relación de compresión	9,5:1

Tabla II.2 Sistema de combustible

Tipo	Inyección electrónica multipunto MPFI
Capacidad del tanque:	12.17 galones
Consumo de Combustible Urbano*	39 km/gl
Consumo de Combustible Carretera*	59 km/gl

**REGRESAR MENU PRINCIPAL**




Figura 5.4. Características del Motor Corsa Wind.

Para regresar al menú principal hay que pulsar el comando **REGRESAR MENU PRINCIPAL**.

**CARACTERÍSTICAS VEHICULO CORSA WIND**



**REGRESAR AL MENU PRINCIPAL**

Tabla II.3 Transmisión y Suspensión

MANUAL	5 marchas
DELANTERA	Independiente MC Pherson, amortiguadores de gas, resortes helicoidales y barra estabilizadora
POSTERIOR	Semi-independiente barra conjugada (LOTUS), amortiguadores y resortes helicoidales

Tabla II.4. Seguridad del Vehículo.

**Seguridad**

Sistema de frenos servo asistido de doble circuito hidráulico, barras de acero en el interior de cada una de las puertas, cinturones de seguridad de tres puntos adelante y dos puntos atrás y columna de la dirección colapsable, proporcionan confianza al conductor y ocupantes

**Equipo de seguridad**

- Barras de acero protectoras en puertas
- Seguro en columna de dirección
- Columna de dirección colapsable
- Cinturón de seguridad delanteros 3 puntos y posteriores 2 puntos
- Alarma de llave de encendido
- Cinturón de seguridad delanteros altura ajustable
- Faros halógenos
- Barra de protección laterales en las puertas
- Incluye alarma anti robo de fábrica

**SISTEMA DE FRENOS**

Tipo:	Doble circuito hidráulico en diagonal <b>servoasistido</b>
DELANTERA:	Disco
POSTERIOR:	Tambor

Figura 5.5. Características del Vehículo Corsa Wind.

INFORMACION GENERAL CORSA WIND

## EQUIPO EXTERIOR "CORSA WIND"

Tabla II.5 EQUIPO EXTERIOR

- Aros de acero 5J13<sup>1</sup>
- Llantas radiales P165/70 R 13
- Sistema de protección contra corrosión ELPO
- Molduras laterales exteriores negras
- Parachoques plásticos de color negro
- Vidrio panorámico laminado
- Parrilla plástica integrada al parachoques
- Espejo exteriores manuales

DIMENSIONES	
Largo	3729 mm
Ancho	1608mm
Alto	1388mm
Entre ejes	2433mm

**REGRESAR MENU PRINCIPAL**




Figura 5.6. Información General del Vehículo Corsa Wind.

## 5.2. DIAGRAMAS.

La opción de diagramas presenta el diagrama de bloques y el diagrama eléctrico del sistema de inyección, para regresar al menú principal es necesario pulsar el comando **REGRESAR MENU PRINCIPAL**



Figura 5.7. Pantalla de inicio del Programa de Entrenamiento de Inyección Electrónica de Gasolina “CORSA WIND” (Diagrama Eléctrico y Diagrama de bloque ).

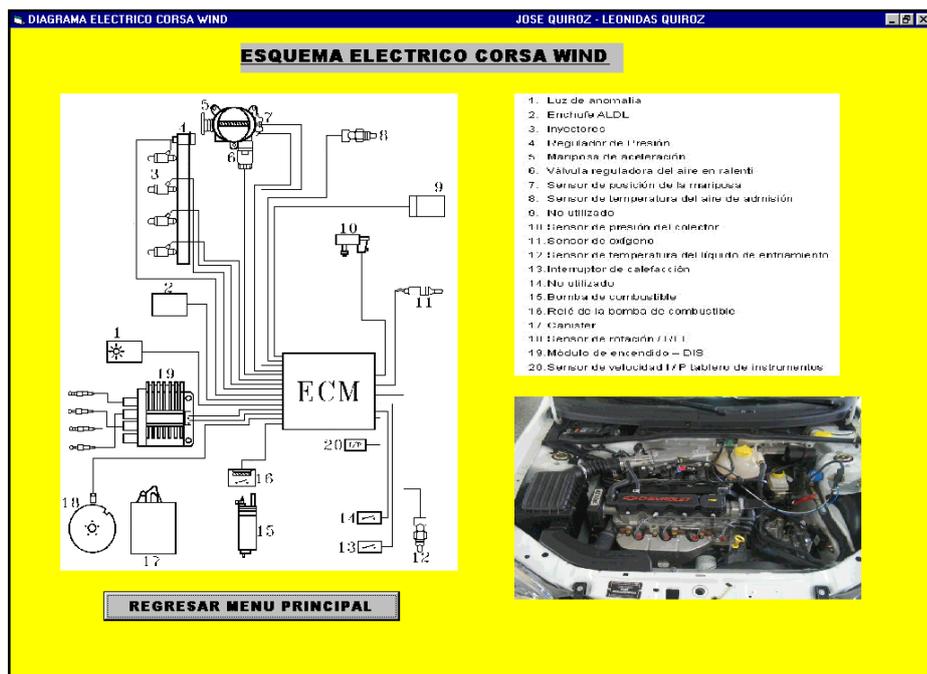


Figura 5.8. Diagrama Eléctrico de Inyección Electrónica “CORSA WIND”.

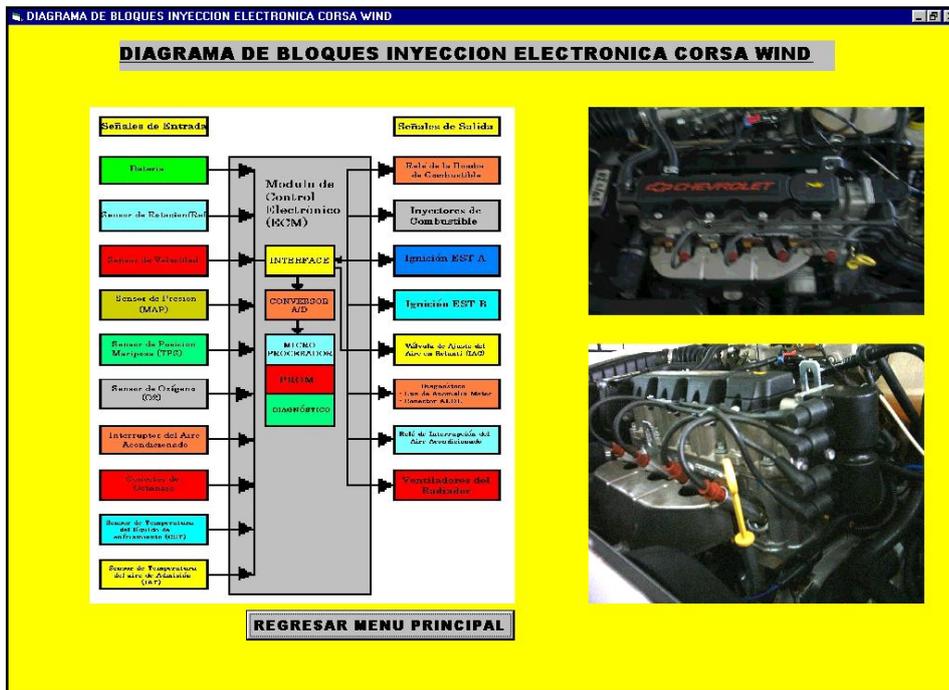


Figura 5.9. Diagrama de bloques Inyección Electrónica “CORSA WIND”.

### 5.3. SENSORES DEL VEHÍCULO CORSA WIND.

La opción de sensores contiene la información detallada y circuito de los sensores WTS, ATS, TPS, MAP, REF, EGO, que son utilizados en el vehículo CORSA WIND



#### 5.10. Opción de información de sensores “CORSA WIND”

La información de los sensores WTS, ATS, TPS, REF, MAP, EGO que incluye la figura con la forma del sensor, ubicación en el vehículo, el circuito eléctrico y la información teórica necesaria para comprender la operación y funcionamiento de este componente.

En el mismo se encuentra un submenú que permitirá ingresar a la pantalla de localización de averías, en donde se dispone de las pruebas en condiciones normales que se debe realizar, comandos para ingresar la falla, solucionar la misma, los diagramas de flujo correspondientes para localizar las averías, y los botones necesarios para moverse en las pantallas que se requiera hacer el estudio y pruebas. Las mediciones de cada componente se encuentran en el capítulo II y III, ya que fueron medidos y verificados a medida que se realizaban las diferentes inspecciones.

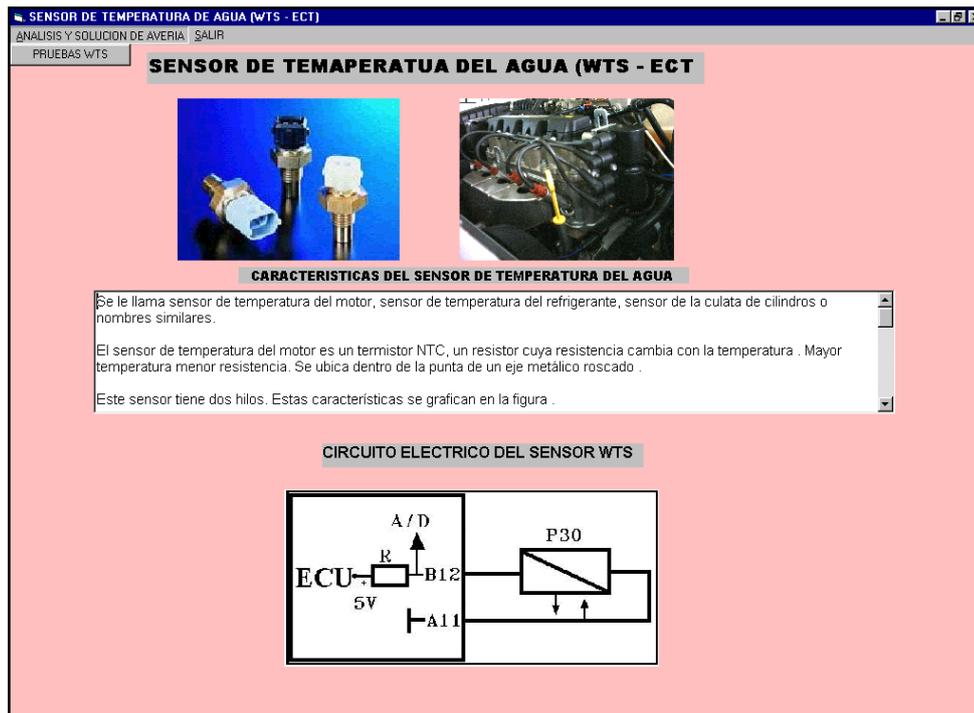


Figura 5.11. Circuito, Ubicación, en información del sensor WTS (Sensor de Temperatura del Agua). Del vehículo “CORSA WIND”.

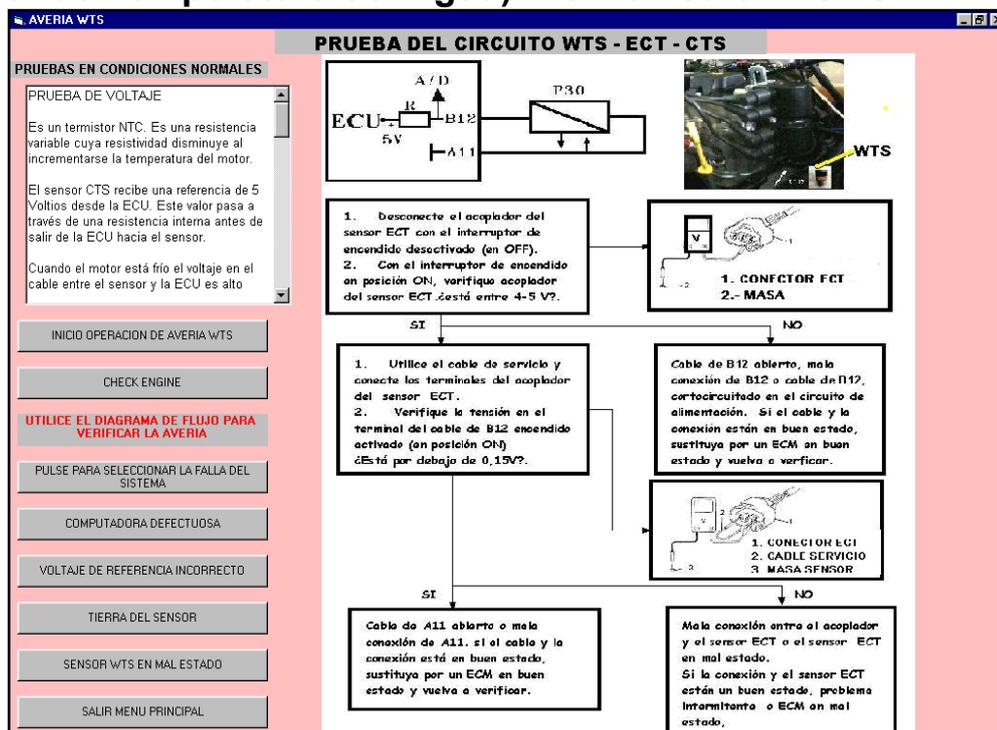


Figura 5.12. Pruebas del sensor WTS (Sensor de Temperatura del Agua). Del vehículo “CORSA WIND”.

**SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE (ATS)**  
ANÁLISIS Y SOLUCIÓN DE AVERÍA SALIR

### SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE (ATS)



**CARACTERÍSTICAS DEL SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE**

El sensor de la temperatura del aire de admisión (IAT- ATS) es un termistor NTC, para controlar la señal de voltaje en el ECM.

Se llama sensor de temperatura de aire, sensor de temperatura de aire de admisión o nombres similares.

**CIRCUITO ELECTRICO ATS**

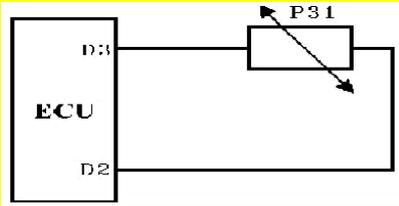


Figura 5.13. Circuito, Ubicación, en información del sensor ATS(Temperatura del aire). Del vehículo “CORSA WIND”.

**PRUEBA DEL CIRCUITO ATS - IAT - MAT**

**PRUEBAS EN CONDICIONES NORMALES**

**PRUEBA DE VOLTAJE**

En la operación del circuitos IAT la resistencia del sensor disminuye y hay disminución de voltaje.

Es un termistor NTC que se encuentra debidamente protegido, sobre la que incide todo el aire que penetra en el colector de admisión.

El fallo del mismo puede provocar "tironeos" sobretodo en climas fríos.

INICIO OPERACION DE AVERIA ATS - IAT

CHECK ENGINE

UTILICE EL DIAGRAMA DE FLUJO PARA VERIFICAR LA AVERIA

PULSE PARA SELECCIONAR LA FALLA DEL SISTEMA

VOLTAJE DE REFERENCIA INCORRECTO

COMPUTADORA DEFECTUOSA

TIERRA DEL SENSOR

SENSOR ATS EN MAL ESTADO

SALIR MENU PRINCIPAL

**1. Desconecte el conector del sensor IAT con el interruptor de encendido desactivado (en posición OFF).**

**2. ¿Con el interruptor de encendido activado, está la tensión en el terminal del cable de D2 del conector del sensor IAT a 5 V o más?**

SI

Verifique el sensor IAT consultando (SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE DE ADMISIÓN , más adelante). ¿Está en buen estado?.

NO

Cable de D2, cortocircuito de conexión a masa .Si el cable está en buen estado, sustituya por ECM en buen estado y vuelva a verificar.

SI

Problemas intermitentes o ECM en mal estado. Vuelva a verificar consultando en "Problemas Intermitentes"

NO

Sensor IAT en mal estado.



Figura 5.14. Pruebas del sensor ATS( Sensor de Temperatura del aire). Del vehículo “CORSA WIND”.

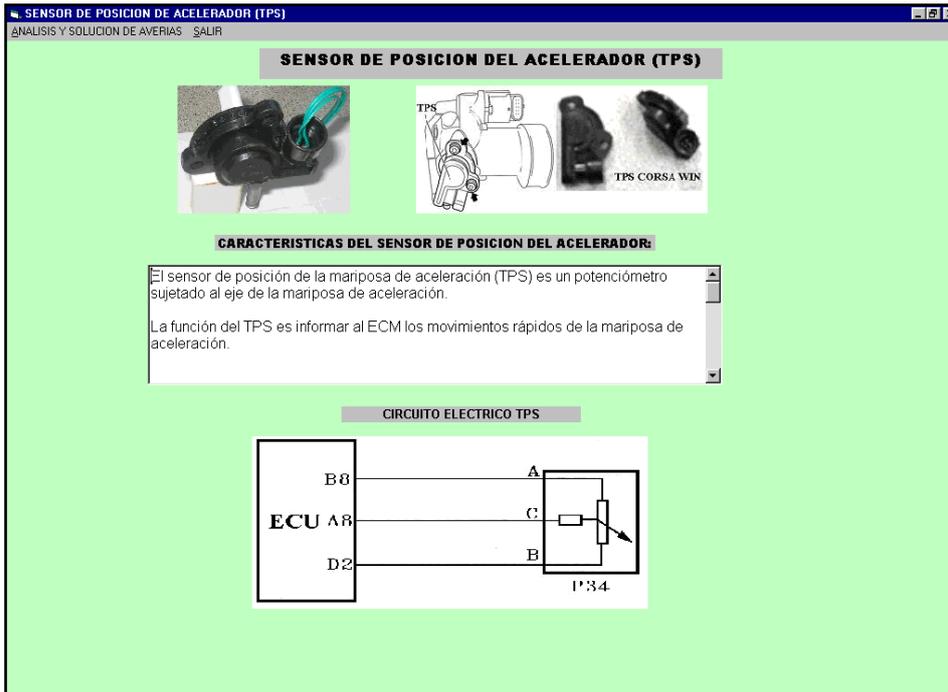


Figura 5.15. Circuito, Ubicación, en información del Sensor TPS (Sensor de posición del Acelerador). Del vehículo “CORSA WIND”.

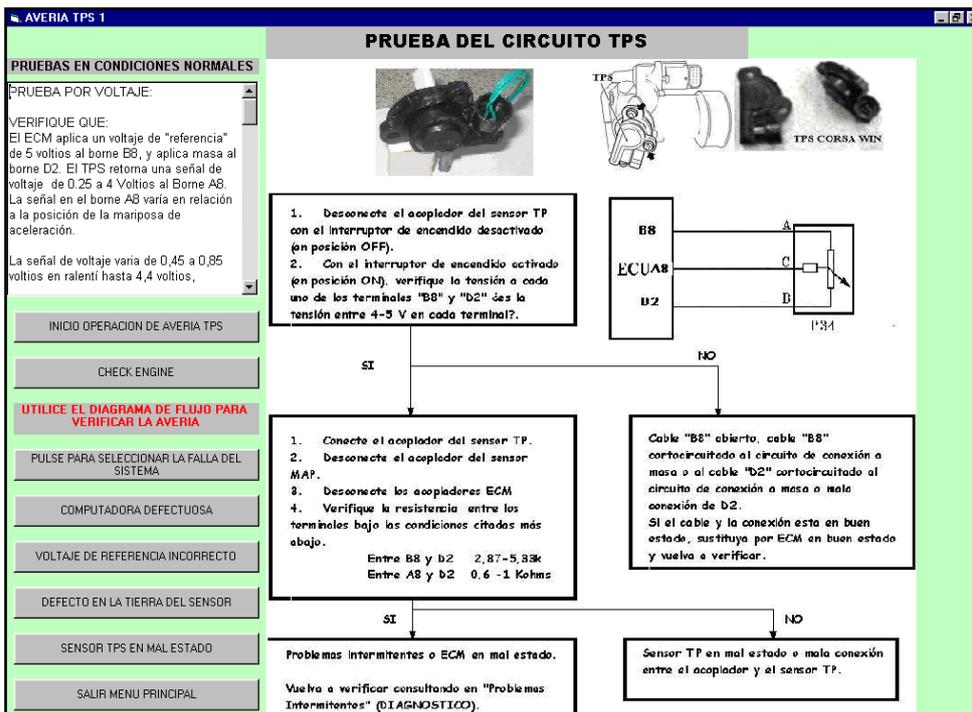


Figura 5.16. Pruebas del sensor TPS (Sensor de posición del Acelerador). Del vehículo “CORSA WIND”.

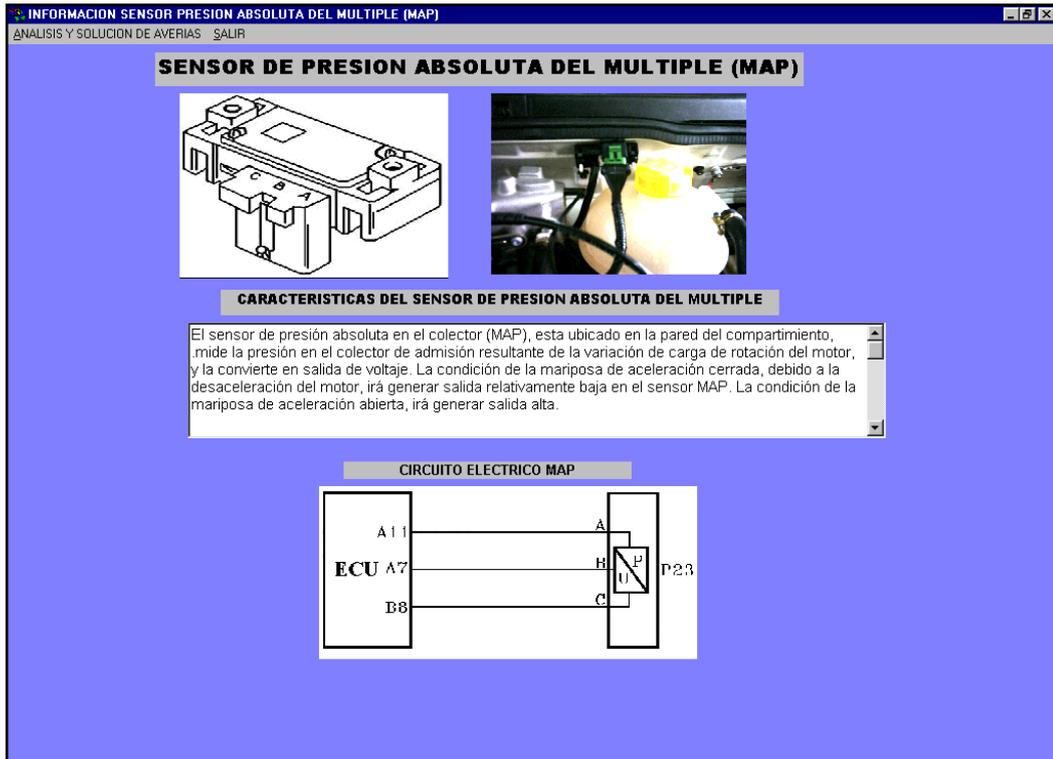


Figura 5.17. Circuito, Ubicación, en información del Sensor MAP (Sensor de Presión Absoluta del Múltiple). Del vehículo “CORSA WIND”.

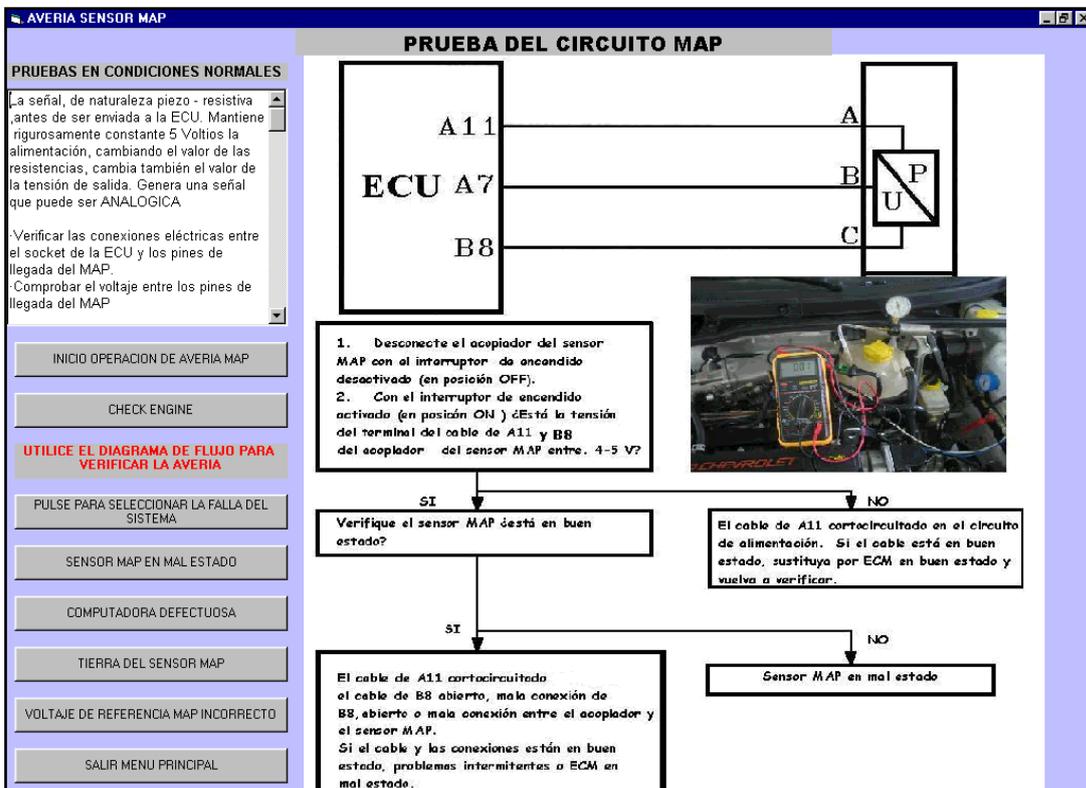


Figura 5.18. Pruebas del sensor MAP (Sensor de Presión Absoluta del Múltiple). Del vehículo “CORSA WIND”.

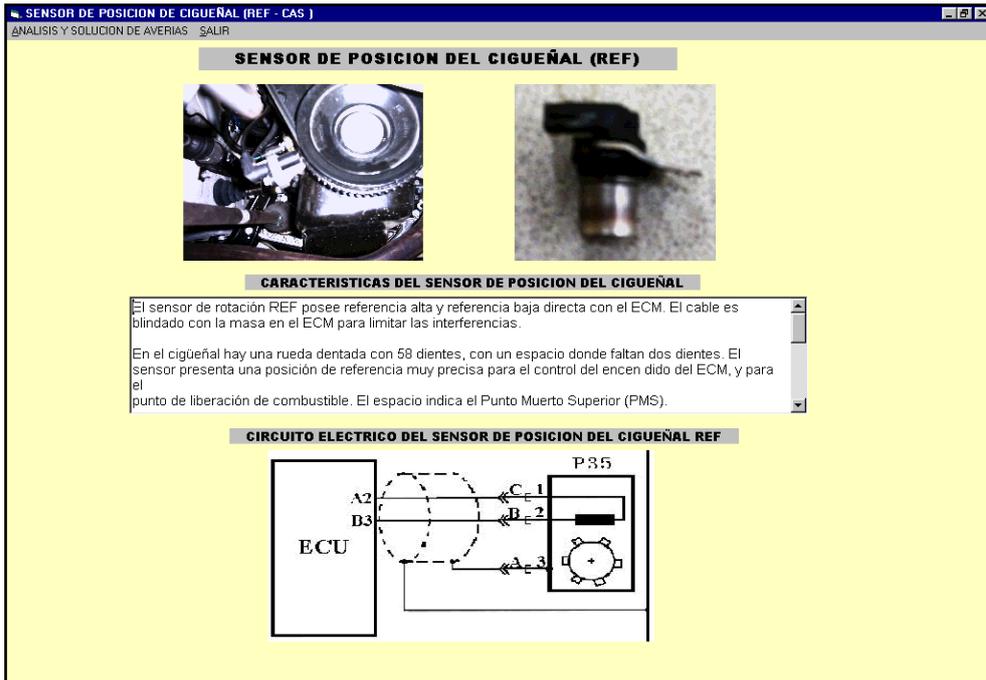


Figura 5.19. Circuito, Ubicación, en información del Sensor REF (Sensor de Posición del Cigüeñal). Del vehículo “CORSA WIND”.

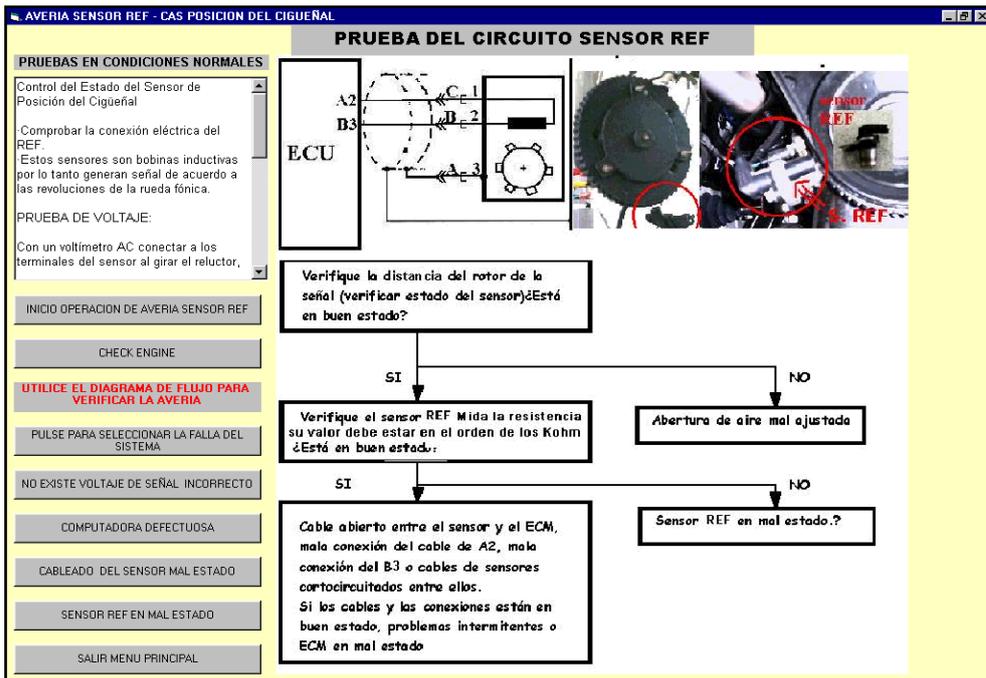


Figura 5.20. Pruebas del sensor REF (Sensor de Posición del Cigüeñal). Del vehículo “CORSA WIND”.

**SENSOR DE OXIGENO EGO**




**CARACTERISTICAS DEL SENSOR DE OXIGENO**

El sensor está ubicado en el múltiple de escape, es un elemento de zirconio posicionado entre dos placas de platino. Al entrar en contacto con el oxígeno, el zirconio se torna un conductor eléctrico (electrolito). En las placas de platino ocurre una reacción química haciendo formación de iones de oxígeno en las placas. (un ion es un átomo o molécula con exceso o falta de electrones).

En las dos placas de platino hay formación de iones de oxígeno. En el lado de referencia de aire del sensor, hay formación de mayor cantidad de oxígeno que en el lado de referencia de aire produce un potencial eléctrico en

**CIRCUITO ELECTRIC DEL SENSOR DE OXIGENO**

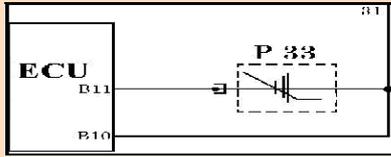


Figura 5.21. Circuito, Ubicación, en información del Sensor EGO (Sensor de Oxígeno ). Del vehículo “CORSA WIND”.

**PRUEBA DEL CIRCUITO**

**PRUEBAS EN CONDICIONES NORMALES**

Cuando la llave esta conectada, el ECM suministra aproximadamente 0,45 voltios entre los bornes B10 y B11. El voltaje de salida de un sensor de oxígeno que este funcionando correctamente varia entre 0,05 voltios (mezcla pobre) y 1,0 voltios (mezcla rica).

El sensor reproduce voltaje colamente después de alcanzada la temperatura operacional superior a 360 °C (600 ° F).

INICIO OPERACION DE AVERIA EGO

CHECK ENGINE

UTILICE EL DIAGRAMA DE FLUJO PARA VERIFICAR LA AVERIA

PULSE PARA SELECCIONAR LA FALLA DEL SISTEMA

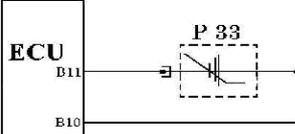
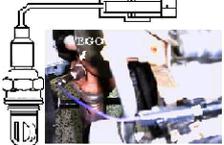
VOLTAJE DE SEÑAL EGO INCORRECTO

COMPUTADORA DEFECTUOSA

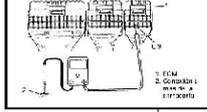
TIERRA DEL SENSOR EGO

CABLE DE INGRESO SEÑAL EGO A LA COMPUTADORA EN MAL ESTADO

SALIR MENU PRINCIPAL

1. Desmonte el ECM y conecte los aceleradores al ECM.
2. Caliente el motor a su temperatura de funcionamiento normal.
3. Conecte el voltímetro entre el terminal B11 del acoplador del ECM y una conexión a masa de la carrocería.
4. Mantenga una velocidad del motor de 2000r/min. después de 60 segundos, verifique el voltímetro.



**0 VOLTIOS**

El cable entre el sensor y el ECM abierto o mala conexión.

Si el cable y la conexión están en buen estado, cable el sensor de oxígeno y vuelva a verificar.

SI

Sensor de oxígeno en mal estado.

**Permanece in cambiada o menos de 0,45 V**

Mantenga una velocidad del motor a 2.000r/min. Después de 60 segundos desconecte la manopla de vacío del sensor MAP y verifique el voltímetro si la tensión es de 0,15 V o más?

NO

Mala conexión de B11 mezcla de aire/combustible.

○ Verifique el sensor MAP, sensor EGO, sensor IAT, presión de combustible e inyector. Si todo lo anterior está en buen estado, verifique el ECM y su circuito.

**Permanece in cambiada o mas de 0,45 V**

Mala conexión de B11 o rta mezcla de aire/combustible.

○ Verifique el sensor TCO, manopla del sensor MAP, sensor EGO, sensor MAP, sensor IAT, sensor ECT, presión de combustible e inyector. Si todo lo anterior está en buen estado, verifique el ECM y su circuito.

**Cambio repentinamente a más y a menos de 0,45 V**

Circuito (sistema de retroalimentación de la proporción de aire/ combustible) está en buen estado. Problema intermitente a ECM en mal estado.

○ Vuelva a verificar (Ver Diagnóstico).

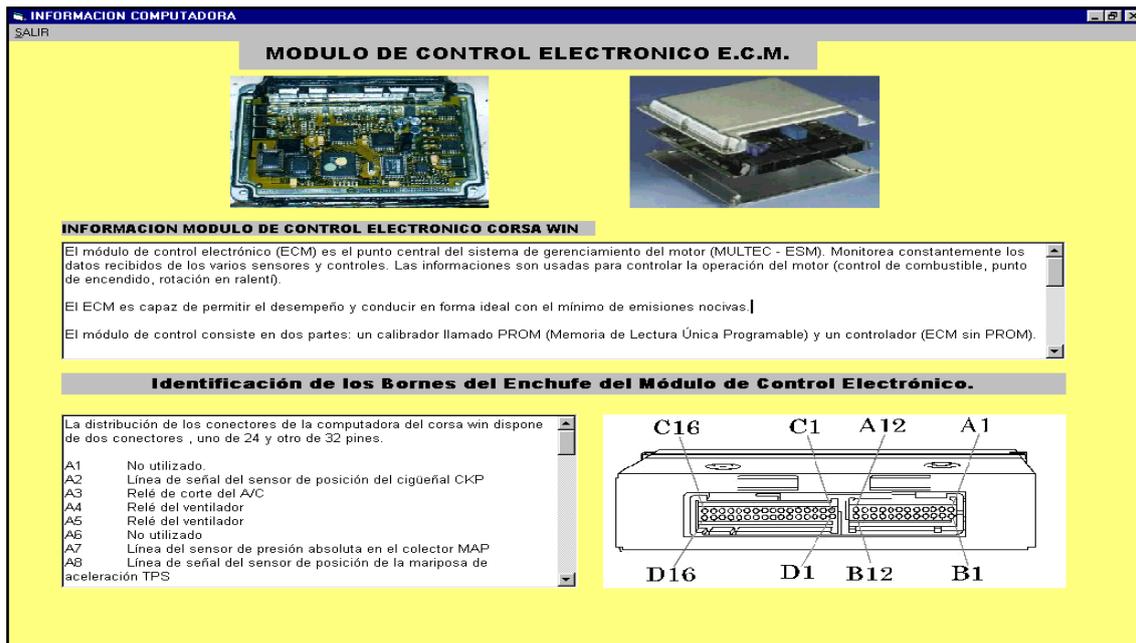
Figura 5.22. Pruebas del Sensor EGO (Sensor de Oxígeno ). Del vehículo “CORSA WIND”.

## 5.4. EL MÓDULO DE CONTROL ELECTRÓNICO (ECM) CORSA WIND.

La opción computadora presenta la información completa y en detalle de las funciones que cumple la misma así como los respectivos pines, para verificación de cada uno de los circuitos, detalles y gráficas que permitan, tener las herramientas necesarias para realizar operaciones de entrenamiento.



5.23. Pantalla de inicio del Programa de Entrenamiento de Inyección Electrónica de Gasolina “CORSA WIND” (módulo de control electrónico ECM).



**Figura 5.24. Información General del Módulo de Control Electrónico (ECM) del vehículo "CORSA WIND".**

## 5.5. ACTUADORES DEL VEHÍCULO CORSA WIND.

La información de los actuadores del vehículo corsa que se incluyen en el menú son: inyectores, bomba, bobina de encendido, válvula ISC, la misma que dispone como información lo siguiente: la figura con la forma del actuador, ubicación en el vehículo, el circuito eléctrico, la información teórica necesaria para comprender la operación y funcionamiento de este componente.

En el mismo se encuentra un submenú que permitirá ingresar a la pantalla de localización de averías, en donde se dispone de las pruebas en condiciones normales que se debe realizar, comandos para ingresar la falla, solucionar la misma, los diagramas de flujo correspondientes para localizar las averías, y los botones necesarios para moverse en las pantallas que se requiera hacer el estudio y pruebas. Las mediciones de cada componente se encuentran en el capítulo II y III, ya que fueron medidos y verificados a medida que se realizaban las diferentes inspecciones.



5.25. Pantalla de inicio del Programa de Entrenamiento de Inyección Electrónica de Gasolina “CORSA WIND” (Actuadores).



Figura 5.26. Circuito, Ubicación, en información de Inyectores de Combustible del vehículo “CORSA WIND”.

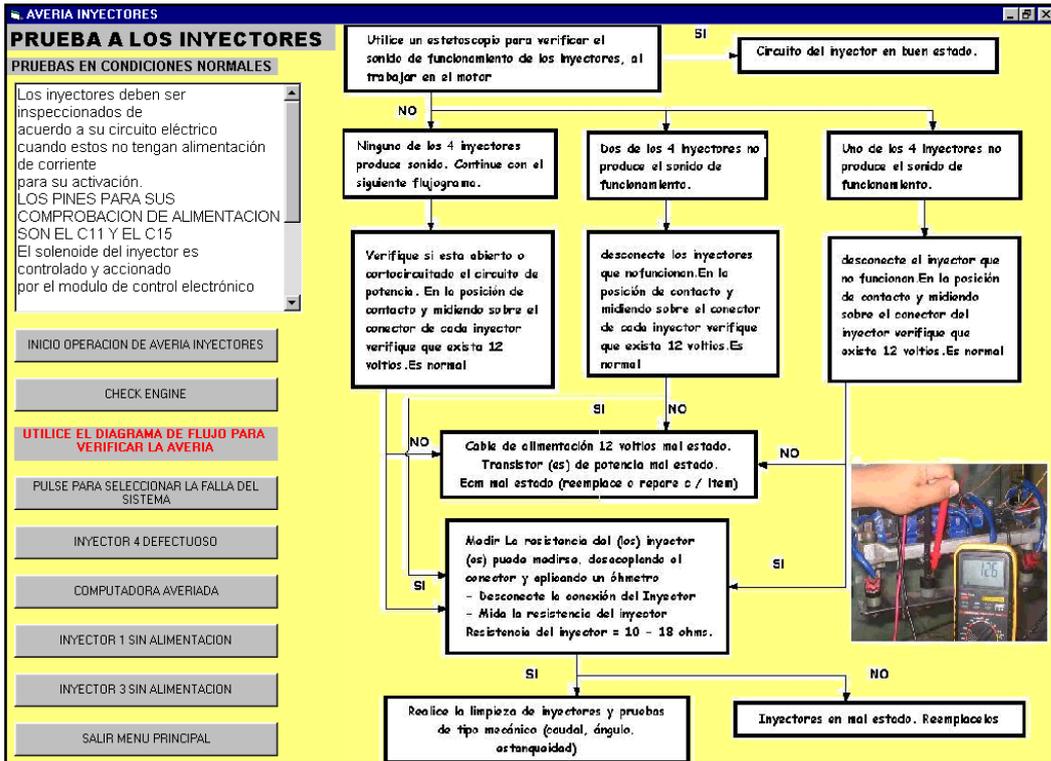


Figura 5.27. Pruebas de los Inyectores de Combustible del vehículo "CORSA WIND".

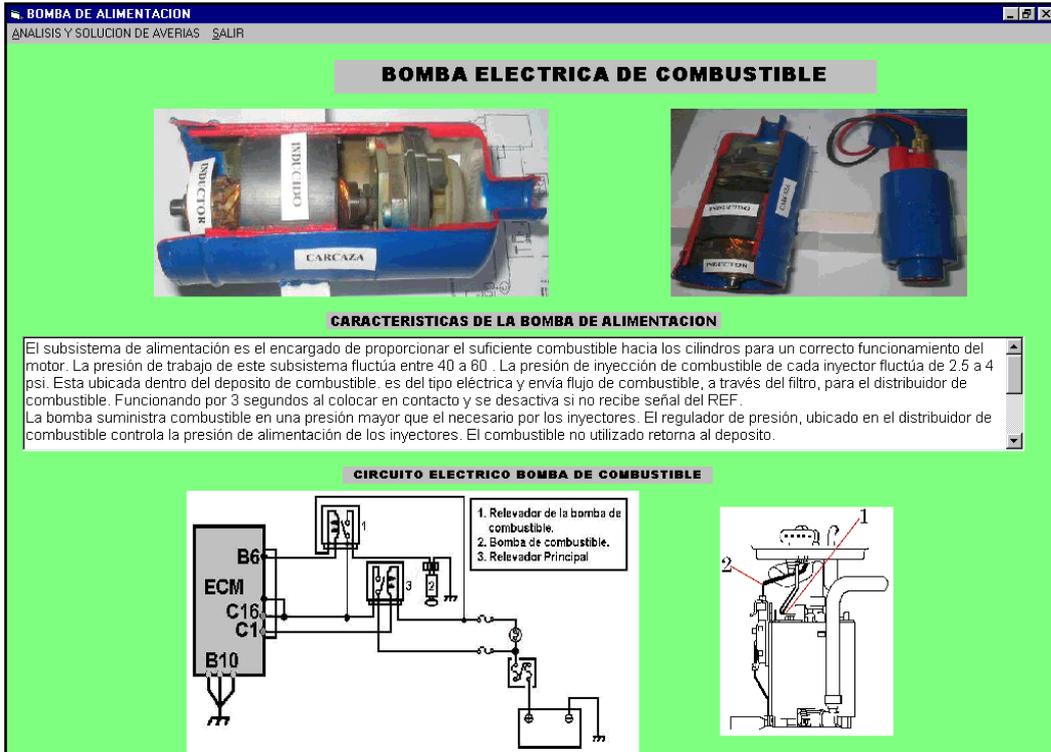


Figura 5.28. Circuito, Ubicación, en información de la Bomba Electrica de Combustible del vehículo "CORSA WIND".

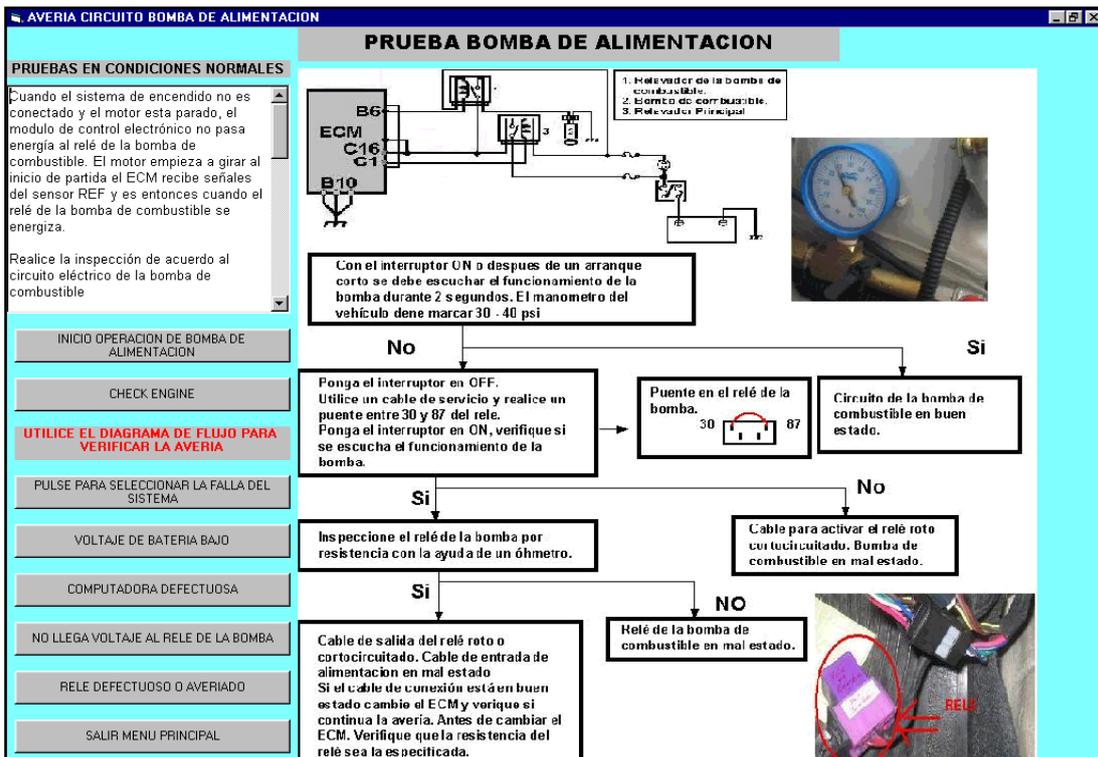


Figura 5.29. Pruebas de la Bomba de Combustible del vehículo "CORSA WIND".

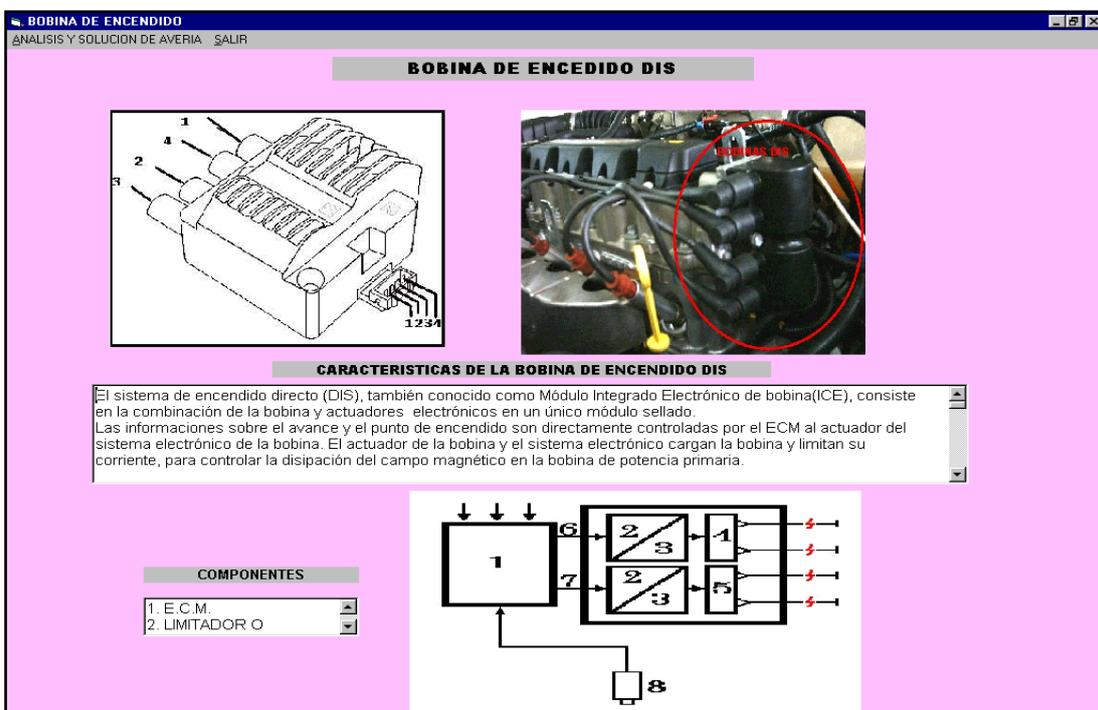


Figura 5.30. Circuito, Ubicación, en información de las Bobinas de Encendido (DIS) del vehículo "CORSA WIND".

**AVERIA BOBINA DE ENCENDIDO**

**INDICACIONES PARA VERIFICACION**

El sistema de encendido directo (DIS), también conocido como Módulo Integrado Electrónico de bobina(ICE), consiste en la combinación de la bobina y actuadores electrónicos en un único módulo sellado. Las informaciones sobre el avance y el punto de encendido son directamente controladas por El ECM al actuador del

**PRUEBA AL ENCENDIDO**

INICIO OPERACION DE AVERIA ENCENDIDO

CHECK ENGINE

UTILICE EL DIAGRAMA DE FLUJO PARA VERIFICAR LA AVERIA

PULSE PARA SELECCIONAR LA FALLA DEL SISTEMA

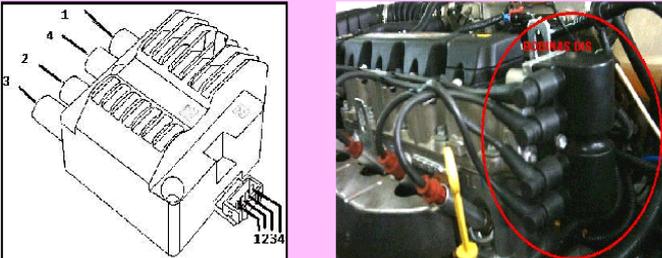
BUJIA DEFECTUOSA

COMPUTADORA AVERIADA

BOBINA DIS SIN ALIMENTACION

SENSOR CAS

SALIR MENU PRINCIPAL



1. E.C.M.

Desconecte el acoplador de las bobinas DIS con e interruptor en la posición OFF

Verifique el estado de la bobina DIS, midiendo resistencia en los Puntos 1-2 (lectura en Kohms 19 - 80 k) y 3-4 (lectura en Kohms 19 - 80 k)

Con el interruptor de encendido en contacto verifique que exista tensión de 12 Voltios en los terminales 1 y tierra

BOBINAS DIS EN MAL ESTADO

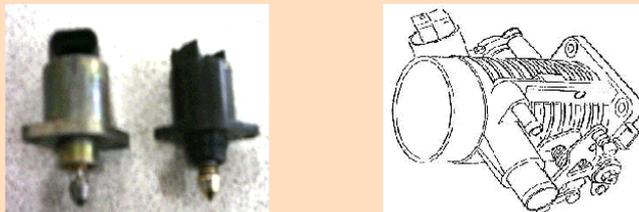
REVISE LA RESISTENCIA DEL SENSOR CAS

CABLE DE ALIMENTACION DE BOBINA DIS EN MAL ESTADO

Figura 5.31. Pruebas de las Bobinas de Encendido (DIS) del vehículo “CORSA WIND”.

**VALVULA ISC**

ANALISIS Y SOLUCION DE AVERIA SALIR

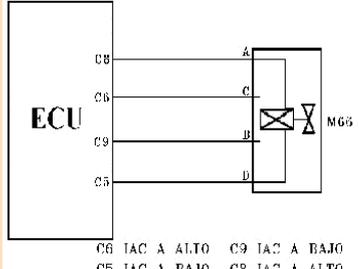


**CARACTERISTICAS DE LA BOMBA DE LA VALVULA ISC**

El conjunto de la válvula de control de aire en ralentí (ISC) : controla la rotación del motor en ralentí. La válvula IAC altera la rotación en ralentí e impide que el motor pare, ajustando la derivación del aire, de modo a compensar las variaciones de carga del motor. La cantidad de emisiones del escape son mantenidas al mínimo.

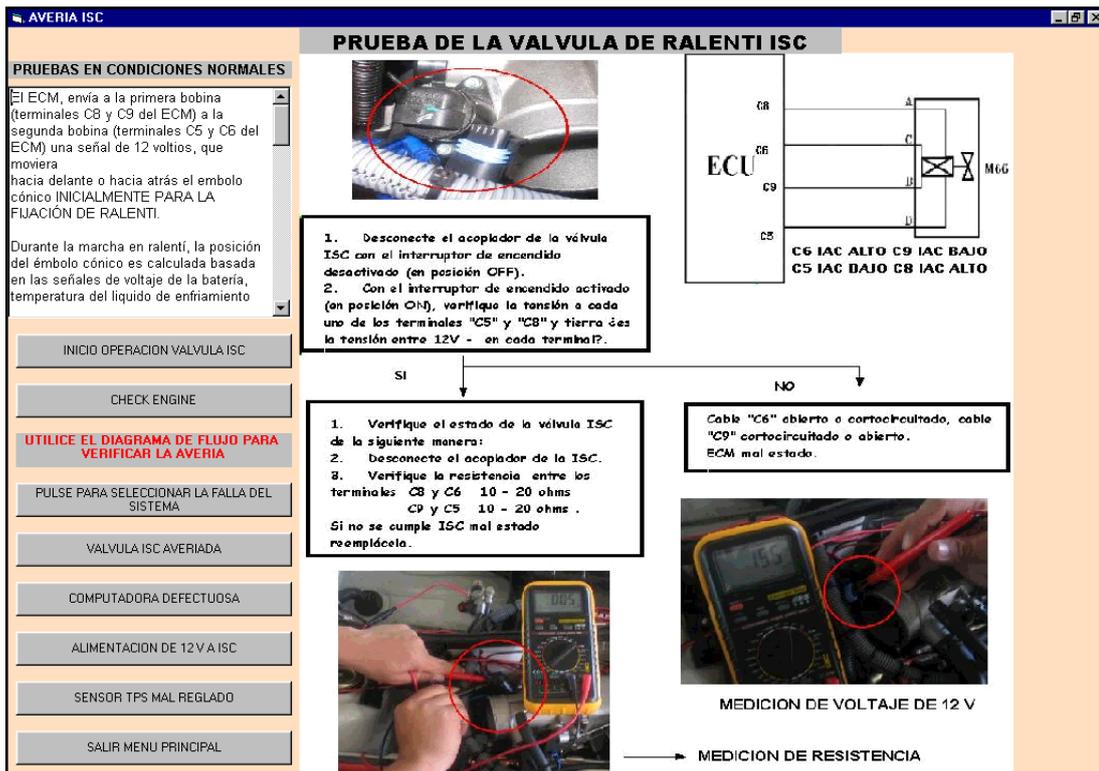
La válvula ISC es montada en el cuerpo de la válvula de la mariposa de aceleración. La válvula controla el pesaje del aire entre el cuerpo de la válvula de la mariposa y el colector de admisión. La válvula de émbolo cónico se

**CIRCUITO ELECTRICO DE LA VALVULA DE RALENTI**



C8 IAC A ALTO C9 IAC A BAJO  
C5 IAC A BAJO C3 IAC A ALTO

Figura 5.32. Circuito, Ubicación, en información de la Válvula de Ralentí ISC del vehículo “CORSA WIND”.



**Figura 5.33. Pruebas de la Válvula de Relantí ISC del vehículo "CORSA WIND".**

## 5.6. AUTODIAGNÓSTICO, CODIGOS Y PRUEBAS DEL VEHÍCULO CORSA WIND.

La información de autodiagnóstico que se incluyen en el menú dispone como información lo siguiente: la figura del conector de pruebas, ubicación en el vehículo, los códigos de falla que originan los componentes del sistema, la información teórica necesaria para comprender la operación y funcionamiento del mismo.

Permite ingresar las pruebas de autodiagnóstico para verificar los codigos que se encuentren grabados en la RAM de la ECM y los botones necesarios para moverse en las pantallas que se requiera hacer el estudio y pruebas. Las pruebas de este subsistema se encuentran en el capítulo II y III, ya que fueron verificados a medida que se realizaban las diferentes inspecciones.

El subsistema de autodiagnóstico es el encargado de verificar los circuitos que manejan las señales de entrada de los sensores y las señales de salida para los actuadores controlados, son continuamente monitoreados por la unidad de control.

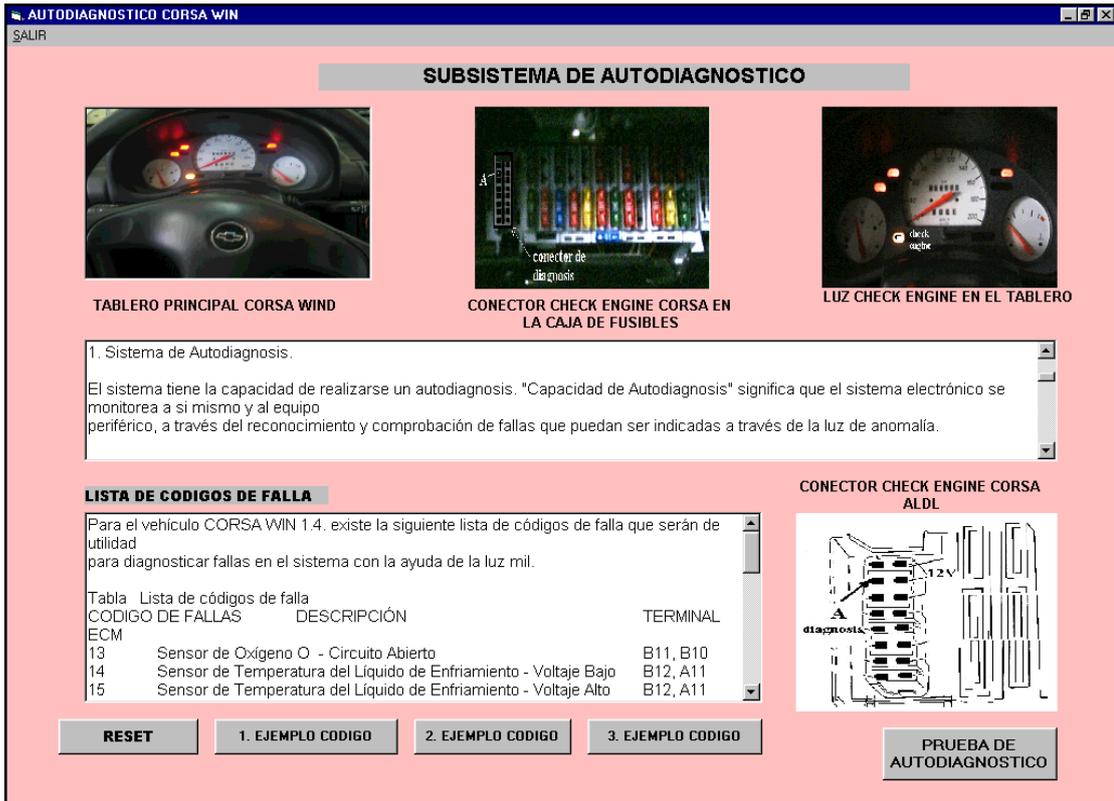


Figura 5.35. Sistema de autodiagnosis., Pruebas y lista de Códigos de falla del vehículo "CORSA WIND".

Para terminar la sesión de entrenamiento es necesario dirigirse a los comandos de salir de las pantallas a fin de dar por terminada la operación de entrenamiento.



### **5.34. Pantalla de inicio del Programa de Entrenamiento de Inyección Electrónica de Gasolina “CORSA WIND” (Autodiagnóstico).**

### **5.7. PUESTA A PUNTO.**

**Durante la obtención de información que se realizó en el capítulo II y III se tomaron datos y mediciones reales, que permitieron dejar a punto las diferentes instalaciones del sistema de inyección electrónica del vehículo CORSA WIND, como se indica en las figuras anteriores.**

**Completado el software fue necesario ya realizar las pruebas con el computador personal, realizando algunos ajustes en el mismo y verificando especialmente las señales de salida del puerto paralelo, donde se fue necesario realizar los ajustes en relación al dato que se estaba cargando.**

**Para cada circuito se comprobó de acuerdo a la información del capítulo II y III, que se cumplan los valores correctos en condiciones normales de operación y los valores que dan cuando se ingresan las diferentes averías.**

**Realizadas las diversas pruebas el sistema queda a punto para las sesiones de entrenamiento en sistemas de inyección electrónica de gasolina.**

### **5.8. PROBLEMAS PRESENTADOS.**

**El inconveniente que se tuvo durante el desarrollo del proyecto, fue la falta de información técnica de mantenimiento y servicio del sistema de inyección electrónica de gasolina que no se disponía en los concesionarios CHEVROLET en sus bibliotecas, en relación a los diferentes circuitos del automóvil, por lo que al ser un vehículo nuevo fue necesario, desmontar, desconectar, investigar, medir y comprobar las diferentes instalaciones relacionadas con el sistema de inyección electrónica de combustible, consultar otros manuales para verificar componentes similares encontrados, obteniendo prácticamente de esta forma el manual del vehículo como resultado de las operaciones mencionadas para dejar a punto el sistema para las sesiones de entrenamiento.**

## 5.9. COMPARACIÓN CON SISTEMAS COMERCIALES O DE SERVICIO CHEVROLET.

**El sistema de inyección electrónica de gasolina del vehículo CORSA WIND, al ser multipunto y semisecuencial de dos en dos, es utilizado en otros modelos de la marca CHEVROLET, la variación esta en el rango de medición de los diferentes sensores, lo que va a repercutir en la información que se encuentra almacenada en la memoria ROM de la ECU, ocasionando códigos de falla sino se utiliza los componentes especificados para cada modelo.**

**La lista de códigos si se aplica a otros modelos de la marca Chevrolet en lo que se refiere a sensores. Los códigos se generan solo cuando ingresan fallas de sensores que son alimentados por la ECU. Pero la mencionada lista varía de marca a marca así como los valores de operación de los sensores y actuadores.**

**El modulo diseñado para el sistema de entrenamiento puede ser instalado en cualquier marca de vehículo analizando previamente los componentes que disponen para poder insertar las averías.**

## CONCLUSIONES

Una vez terminado el presente trabajo de investigación se ha cumplido con el objetivo general planteado que fue: as siguientes conclusiones.

- Se diseñar e instalar un sistema de entrenamiento en inyección electrónica a gasolina en el VEHICULO CORSA WIND del laboratorio de Ingeniería Automotriz mediante el uso del PIC16F877.

Y los objetivos especificos que aportaron al cumplimiento del trabajo especifico que son los siguientes:

- Seleccionar elementos que se aplicaran en el desarrollo del proyecto.
- Diagramar los esquemas previos para seleccionar los elementos eléctricos, electrónicos más adecuados para conseguir el objetivo general.
- Programar elementos electrónicos para el monitoreo, ingreso de averías y soluciones de fallas que se generen sistemas de inyección electrónica de gasolina del vehículo CORSA WIND.
- Aplicar los conocimientos en una experiencia concreta y dirigida en el ámbito de inyección electrónica.
- Generar y promover actitudes de rigurosidad académica y disciplina técnica que guiará al futuro profesional en su accionar.
- Determinar la naturaleza, alcance y contenido del proceso de formulación, preparación y sustentación de un proyecto de grado.
- Vincular de manera real con los problemas que se presenten en la práctica.

Finalizada la investigación de grado efectuada en el vehículo CORSA WIND genera las siguientes conclusiones:

- El módulo de pruebas realizado es aplicable para ser instalada como sistema de entrenamiento en los modelos de vehículos actuales a gasolina que ingresan al mercado y son de control electrónico.
- El banco de pruebas diseñado y construido consta de un sistema eléctrico de control y de potencia, operado a través de la computadora personal mediante un software gráfico y amigable que permite un aprendizaje exitoso en los sistemas de inyección electrónica de gasolina.
- El microcontrolador seleccionado (PIC 16F877), permite controlar con precisión cada una de las pruebas que se desarrollan en el vehículo Corsa Wind en los diferentes sensores, actuadores y en el sistema de autodiagnóstico, facilitando de esta manera el diseño del módulo de pruebas.
- La integración del microcontrolador disminuye el volumen, la mano de obra y los stocks.
- El mercado del automóvil es uno de los más exigentes; los componentes electrónicos deben operar bajo condiciones extremas como son: vibraciones, choques, ruido, etc. y seguir siendo fiables.
- De las pruebas realizadas el módulo de entrenamiento brinda resultados satisfactorios de operación tanto en la parte eléctrica y electrónica aplicada al sistema de inyección electrónica del vehículo Corsa Wind.
- Las averías que se ocasionan en el vehículo en general no son solo de tipo eléctrico por lo que al momento de realizar diagnósticos se consideren que exista influencia de tipo mecánico.

- Los sensores del vehículo Corsa Wind generan códigos de falla de dos dígitos a través de la luz de check engine.
  
- El PIC aumenta la fiabilidad del circuito ya que al reemplazar un elevado número de elementos disminuye el riesgo de averías y se precisan menos ajustes de acoplamiento y control.
  
- Los sistemas de inyección de gasolina pretenden conseguir una dosificación del combustible lo más ajustada posible a las condiciones de marcha y operación del motor.
  
- El módulo electrónico, controla el tiempo de apertura de los inyectores en función a los datos que recibe de los diferentes sensores del sistema.
  
- Los sensores son los encargados de captar las condiciones de funcionamiento del motor, tomar una forma de energía y transformarla en energía eléctrica para entregarla al módulo de control electrónico para que este la procese y controle a los actuadores para el óptimo funcionamiento del sistema motor.
  
- La RAM en el módulo de control electrónico se utiliza para el almacenamiento temporal de información producida por códigos de falla los mismos que se borran al momento de corregir la avería y desconectar la batería.
  
- El sistema de auto diagnóstico de la PCM - ECU controla el funcionamiento correcto de la instalación, y señala posibles anomalías por medio de un testigo (MIL)\*, situado en el tablero de instrumentos, con color e ideograma.
  
- Los códigos de diagnóstico de fallas han sido creados para ayudar a los mecánicos del automotor a un correcto procedimiento de reparación, pero no indican fallas en componentes específicos sino que aproximan al circuito sensor donde se encuentra el componente con falla.



## RECOMENDACIONES

A continuación presentamos las siguientes recomendaciones que se deben considerar a modo general y en el uso del sistema de entrenamiento :

- Guardar normas de seguridad industrial en el momento de usar el banco de pruebas.
- Todas las pruebas eléctricas y electrónicas deben ser realizadas previamente en el protoboard, antes de pasar al diseño final de la placa en el diseño electrónico.
- Revisar que las instalaciones y conexiones que se realizan en el sistema de entrenamiento sean seguras antes de realizar las pruebas.
- El área de trabajo debe ser lo suficientemente ventilada.
- Verifique que el equipo se encuentre a punto antes de realizar las pruebas de entrenamiento y comprobación.
- Seguir los procedimientos de prueba sugeridos en el software de entrenamiento así como en el respectivo documento escrito.
- Durante el proceso de selección de componentes procure considerar que los elementos con los cuales se realiza el diseño previo sean fáciles de adquirir en el mercado.
- Por ningún concepto tope los pines de la computadora con la mano ya que originaría descargas estáticas que ocasionarían que la misma se averíe.

## BIBLIOGRAFÍA

- William H. Crouse – Equipo eléctrico y electrónico del automóvil, ED. Alfaomega, México, 1992
- Albert Martí Pareda – Encendido electrónico, Ed. Alfaomega, México, 1991
- Watson Ben – Manual de Inyección Electrónica de Gasolina , Ed. Prentice Hall.
- José Miguel Alonso Pérez – Tecnologías avanzadas del automóvil, Ed. Paraninfo, Madrid, 1995.
- José Miguel Alonso Pérez – Técnicas del automóvil, Ed. Paraninfo, Madrid, 1996.
- Castro M. Inyección Electrónica de Gasolina. Edit. Reverte Madrid 1991.
- Bosch – Electrónica aplicada al motor.
- José M. Alonso, Tecnología avanzada del automóvil, Ed Paraninfo, Madrid, 1994.
- Angulo, Microcontroladores PIC 16F877, Ed. Prentice Hall, Madrid, 1991.
- [www. Chevrolet.com.ec](http://www.Chevrolet.com.ec).

# ANEXOS



# ANEXO “A”

INSTRUCCIONES DE PROGRAMACIÓN PIC16F877

# PROGRAMA DE CONTROL PIC 16F877A PARA EL BANCO DE; ENTRENAMIENTO Y FALLAS CORSA WIND

```
LIST P=16F877A
RADIX hex
#include <P16F877A.INC>
```

```
.*****
;
; zona de etiquetas
OPERATIONEQU 0X0C ;REGISTRO DE OPERACION
CONTC EQU 0X0F ;REGISTRO RETARDO DEL PITO
CONTD EQU 0X10 ;REGISTRO DURACION DE FALLA
.*****
;
org 0
goto inicio
org 5
```

## **;CONFIGURACION DE ENTRADAS SALIDAS Y REGISTROS DE ;CONTROL**

inicio

```
clrf PORTB ; Borra los latches de salida del puerto B
clrf PORTC
clrf PORTE ; Borra los latches de salida del puerto C
bsf STATUS, RP0 ; Selecciona el banco 1
bcf STATUS, RP1 ;
movlw b'00000110' ; Carga directa a w
movwf ADCON1 ; Puerto A como entradas salidas digitales
movlw b'00111111' ; Carga directa a W
movwf TRISA ; Configura al puerto A como entradas
clrf TRISB ; Configura al puerto B como salidas
clrf TRISC ; Configura el puerto C como Salidas
clrf TRISD ; Configura Puerto D como salidas
clrf TRISE ; Configura Puerto E como salidas
movlw b'11001111' ; carga directa a W
movwf OPTION_REG ; Divisor de frecuencia 128
bcf STATUS, RP0 ; Regresa al banco 1
```

**; ESPERA DEL PULSO DE INICIO**

BUCLE

```
nop
movf PORTA,w ; Lee los valores de entrada de la puerta A y lo
; almacena en w
andlw 0x77 ; Realiza AND W 0x03 y el resultado envía
```

```
movwf OPERATION
btfss PORTA, 5 ;
goto NORMAL
goto SELECTIMER
```

NORMAL

```
btfss PORTA, 4
goto BUCLE
call SEÑAL
btfsc PORTA,3
goto SELEC2
```

-----

### **;MODO DE SELECCION DIFERENTES SUBROUTINAS DE TRABAJO PARA LA INTRODUCCION DE FALLAS**

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

```
movf OPERATION, W ;Carga Directa a W con OPERATION
andlw 0x07 ; And W con Hex 03 para observar estado
de los sensores 1 y 2
```

```
addwf PCL,f
goto EST0 ;llamado subrutina estado 0
goto EST1 ;llamado subrutina estado 1
goto EST2 ;llamado subrutina estado 2
goto EST3 ;llamado subrutina estado 3
goto EST4 ;llamado subrutina estado 4
goto EST5 ;llamado subrutina estado 5
goto EST6 ;llamado subrutina estado 6
goto EST7 ;llamado subrutina estado 7
```

```
EST0 bsf PORTB, 0
goto BUCLE
RETURN
```

```
EST1 bsf PORTB, 1
goto BUCLE
RETURN
```

```
EST2 bsf PORTB, 2
goto BUCLE
RETURN
```

```
    EST3 bsf PORTB, 3
goto BUCLE
RETURN
```

```
    EST4 bsf PORTB, 4
goto BUCLE
RETURN
```

```
    EST5 bsf PORTB, 5
goto BUCLE
RETURN
```

```
    EST6 bsf PORTB, 6
goto BUCLE
RETURN
```

```
    EST7 bsf PORTB, 7
goto BUCLE
return
```

## SELEC2

```
movf OPERATION, W ;Carga Directa a W con
                    OPERATION
andlw 0x07        ; And W con Hex 03 para observar estado
                    de los sensores 1 y 2
    addwf PCL,f
    goto ES0      ;llamado subrutina estado 0
    goto ES1      ;llamado subrutina estado 1
    goto ES2      ;llamado subrutina estado 2
    goto ES3      ;llamado subrutina estado 3
    goto ES4      ;llamado subrutina estado 4
    goto ES5      ;llamado subrutina estado 5
    goto ES6      ;llamado subrutina estado 6
    goto ES7      ;llamado subrutina estado 7
```

```
ES0 bsf PORTC, 0
    goto BUCLE
RETURN
```

```
ES1 bsf PORTC, 1
    goto BUCLE
RETURN
```

```
ES2 bsf PORTC, 2
```

```
    goto BUCLE
RETURN
```

```
ES3 bsf PORTC, 3
    goto BUCLE
RETURN
```

```
ES4 bsf PORTC, 4
    goto BUCLE
RETURN
```

```
ES5 bsf PORTC, 5
    goto BUCLE
RETURN
```

```
ES6 bsf PORTC, 6
    goto BUCLE
RETURN
```

```
ES7 bsf PORTC, 7
    goto BUCLE
return
```

**;TIEMPO DE ACTIVACION DEL PITO DE INDICACION DE INTRODUCCION  
;DE FALLA.**

```
SEÑAL bsf PORTE, 1 ;Pone a 1 la salida RB4
      call DEMORAA ;Llamado subrutina de retardo
      call DEMORAA
      bcf PORTE, 0 ;Pone a cero la salida RB4
      Return
```

```
DEMORAA movlw 0x0A ;Carga w con dec 10
        movwf CONTC ;carga CONTC con el contenido de W
        call TIEMPO ; Llamado subrutina de retardo TIEMPO
        return
```

```
.*****
,
```

TIEMPO

```
      call TIMER ;Llamado subrutina TIMER
      decfsz CONTC,f ;Decremento del CONTC en 1 se envia a W;Salto
condicional flag z
      goto TIEMPO ;Bucle
      return
```

**;TIEMPO BASICO PARA LAS SUBRUTINAS DE RETARDO Y FINALIZACION  
PUEBAS Y OPERACIONES POR PARO GENERAL**

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

```

return
.*****
,
FALLA movlw 0xff      ;Carga directa a W con dec 5
      movwf CONTD     ;CONTD recibe el contenido de W
EST
      call DEMORAE    ;Llamado subrutina DEMORA
      decfsz CONTD, f
      goto EST       ;Bucle
      RETURN

DEMORAE movlw 0xFA     ; Carga a W
      movwf CONTC     ;carga CONTC con el contenido de W
      call TIEMPO     ; Llamado subrutina de retardo TIEMPO
      return

```

#### SELECTIMER

```

      call SEÑAL
      btfsc PORTA,3
      goto SELECT4

```

```

;-----

```

#### **;MODO DE SELECCION DIFERENTES SUBROUTINAS DE TRABAJO PARA LA INTRODUCCION DE FALLAS**

```

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

              movf OPERATION, W ;Carga Directa a W con OPERATION
              andlw 0x07      ; And W con Hex 03 para observar estado de los
sensores 1 y 2
              addwf PCL,f
              goto ESTT0     ;llamado subrutina estado 0
              goto ESTT1     ;llamado subrutina estado 1
              goto ESTT2     ;llamado subrutina estado 2
              goto ESTT3     ;llamado subrutina estado 3
              goto ESTT4     ;llamado subrutina estado 4
              goto ESTT5     ;llamado subrutina estado 5
              goto ESTT6     ;llamado subrutina estado 6
              goto ESTT7     ;llamado subrutina estado 7

ESTT0 bsf PORTB, 0

```

```
    call FALLA
    goto BUCLE
    bcf PORTC, 0
RETURN
```

```
ESTT1 bsf PORTB, 1
call FALLA
    goto BUCLE
    bcf PORTC, 1
RETURN
```

```
ESTT2 bsf PORTB, 2
call FALLA
    goto BUCLE
    bcf PORTC, 2
RETURN
```

```
ESTT3 bsf PORTB, 3
call FALLA
    goto BUCLE
    bcf PORTC, 3
RETURN
```

```
ESTT4 bsf PORTB, 4
call FALLA
    goto BUCLE
    bcf PORTC, 4
RETURN
```

```
ESTT5 bsf PORTB, 5
call FALLA
    goto BUCLE
    bcf PORTC, 5
RETURN
```

```
ESTT6 bsf PORTB, 6
call FALLA
    goto BUCLE
    bcf PORTC, 6
RETURN
```

```
ESTT7 bsf PORTB, 7
call FALLA
    goto BUCLE
    bcf PORTC, 7
return
```

SELECT4

sensores 1 y 2

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

```
addwf PCL,f
goto ESS0 ;llamado subrutina estado 0
goto ESS1 ;llamado subrutina estado 1
goto ESS2 ;llamado subrutina estado 2
goto ESS3 ;llamado subrutina estado 3
goto ESS4 ;llamado subrutina estado 4
goto ESS5 ;llamado subrutina estado 5
goto ESS6 ;llamado subrutina estado 6
goto ESS7 ;llamado subrutina estado 7
```

```
ESS0 bsf PORTC, 0
call FALLA
goto BUCLE
bcf PORTC, 0
RETURN
```

```
ESS1 bsf PORTC, 1
call FALLA
goto BUCLE
bcf PORTC, 1
RETURN
```

```
ESS2 bsf PORTC, 2
call FALLA
goto BUCLE
bcf PORTC, 2
RETURN
```

```
ESS3 bsf PORTC, 3
call FALLA
goto BUCLE
bcf PORTC, 3
RETURN
```

```
ESS4 bsf PORTC, 4
call FALLA
goto BUCLE
bcf PORTC, 4
RETURN
```

```
ESS5 bsf PORTC, 5
call FALLA
```

```
    goto BUCLE
    bcf PORTC, 5
    RETURN
```

```
ESS6 bsf PORTC, 6
      call FALLA
      bcf PORTC, 6
      goto BUCLE
    RETURN
```

```
ESS7 bsf PORTC, 7
      goto BUCLE
      call FALLA
      bcf PORTC, 7
      return
                                end
```

Latacunga

abril de 2005

Realizado por:

---

José Quiroz Erazo

---

Leonidas Quiroz Erazo

---

Ing. Juan Castro C  
Director de Carrera  
Ingeniería Automotriz

---

Ab. Eduardo Vásquez Alcázar  
Secretario Académico