



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA INFORMÁTICO DE  
DIAGNÓSTICO Y CORRECCIÓN DE FALLAS REFERENTES  
A LA INYECCIÓN ELECTRÓNICA CON PROTOCOLO OBD II  
EN LOS VEHÍCULOS DE LA LÍNEA CHEVROLET”**

**MANUEL ISAÍAS MAINATO GUAMÁN**

**WALTER FREDY ACERO LOJA**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2013**

**ESPOCH**

---

# CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

---

Abril, 05 de 2013

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**MANUEL ISAÍAS MAINATO GUAMÁN**

---

Titulada:

**“DISEÑO DE UN SISTEMA INFORMÁTICO DE DIAGNÓSTICO Y CORRECCIÓN DE FALLAS REFERENTES A LA INYECCIÓN ELECTRÓNICA CON PROTOCOLO OBD II EN LOS VEHÍCULOS DE LA LÍNEA CHEVROLET”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

---

Ing. Geovanny Novillo A.  
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Víctor Bravo  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Diego Constante  
ASESOR DE TESIS

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

---

Abril, 05 de 2013

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**WALTER FREDY ACERO LOJA**

---

Titulada:

**“DISEÑO DE UN SISTEMA INFORMÁTICO DE DIAGNÓSTICO Y  
CORRECCIÓN DE FALLAS REFERENTES A LA INYECCIÓN  
ELECTRÓNICA CON PROTOCOLO OBD II EN LOS VEHÍCULOS DE LA  
LÍNEA CHEVROLET”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

---

Ing. Geovanny Novillo A.  
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Víctor Bravo  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Diego Constante  
ASESOR DE TESIS

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** MANUEL ISAÍAS MAINATO GUAMÁN

**TÍTULO DE LA TESIS:** “DISEÑO DE UN SISTEMA INFORMÁTICO DE DIAGNÓSTICO Y CORRECCIÓN DE FALLAS REFERENTES A LA INYECCIÓN ELECTRÓNICA CON PROTOCOLO OBD II EN LOS VEHÍCULOS DE LA LÍNEA CHEVROLET”

**Fecha de Examinación:** Abril, 05 de 2013.

### RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Víctor Bravo (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Diego Constante (ASESOR)			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

\_\_\_\_\_  
f) Presidente del Tribunal

# ESPOCH

Facultad de Mecánica

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** WALTER FREDY ACERO LOJA

**TÍTULO DE LA TESIS:** “DISEÑO DE UN SISTEMA INFORMÁTICO DE DIAGNÓSTICO Y CORRECCIÓN DE FALLAS REFERENTES A LA INYECCIÓN ELECTRÓNICA CON PROTOCOLO OBD II EN LOS VEHÍCULOS DE LA LÍNEA CHEVROLET”

**Fecha de Examinación:** Abril, 05 de 2013.

### RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Víctor Bravo (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Diego Constante (ASESOR)			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_

---

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

\_\_\_\_\_  
f) Presidente del Tribunal

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El trabajo de grado presente, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

Manuel Isaías Mainato Guamán

---

Walter Fredy Acero Loja

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a todo su plantel docente de la Carrera Ingeniería Automotriz por brindarnos los medios y conocimientos necesarios para acceder a una formación académica que me permitirá desempeñarme profesionalmente en el futuro.

De igual manera agradecerles a mis padres que siempre han estado conmigo para brindar su apoyo incondicional de la misma manera al Ing. Víctor Bravo, director de tesis y al Ing. Diego Constante, asesor de tesis, por su invaluable colaboración durante la ejecución de este proyecto.

**Manuel Isaías Mainato Guamán**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a todo su plantel docente de la Carrera Ingeniería Automotriz por brindarnos los medios y conocimientos necesarios para acceder a una formación académica que me permitirá desempeñarme profesionalmente en el futuro.

De igual manera agradecerle al Ing. Víctor Bravo, director de tesis y al Ing. Diego Constante, asesor de tesis, por su invaluable colaboración durante la ejecución de este proyecto.

**Walter Fredy Acero Loja**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico en primer lugar a Dios, por haberme dado todo lo necesario para no desfallecer en la lucha por cumplir con mis objetivos trazados, y ayudarme a superar todas las barreras que se me interpusieron en la difícil vida estudiantil, a mi familia por el apoyo brindado siempre durante el trayecto de mi carrera.

Dedico también este proyecto, a todos los profesores que contribuyeron a mi formación académica, de los cuales aprendí además de las cátedras impartidas, valores, que seguro estoy, me serán de utilidad para enfrentar mi futura vida profesional.

**Manuel Isaías Mainato Guamán**

El presente proyecto quiero dedicarlo a las personas que más amo en la vida que son mis padres quienes han sido el pilar fundamental para culminar mi carrera. Estando a mi lado siempre, confiando en mí y apoyándome en cada momento.

A quienes admiro muchísimo porque de ellos he aprendido todo lo que soy, inculcando en mí siempre los valores con lo que hoy llevo en mi vida, que son parte de mí y me han servido para alcanzar una de las tantas metas que he propuesto.

Para ellos va dedicado este logro con el amor que les tengo y la felicidad de haber alcanzado una meta que es parte de mi vida profesional.

**Walter Fredy Acero Loja**



## CONTENIDO

		Pág.
1	<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Justificación.....	2
1.3	Objetivos.....	3
1.3.1	<i>Objetivo general</i> .....	3
1.3.2	<i>Objetivos específicos</i> .....	3
<b>2.</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	4
2.1	Fundamentos básicos sobre la inyección electrónica de combustible en motores a gasolina.....	4
2.1.1	Clasificación de los sistemas de inyección electrónica.....	4
2.1.1.1	Según el lugar donde se inyectan.....	5
2.1.1.2	Según el número de inyectores.....	5
2.1.1.3	Según el tipo de inyección.....	6
2.1.1.4	Según el número de inyecciones.....	7
2.1.1.5	Por sus características de funcionamiento.....	8
2.1.2	Componentes generales de la inyección electrónica.....	9
2.2	Control electrónico del sistema de inyección.....	11
2.2.1	Unidad de control electrónica (ECU).....	12
2.2.2	Sensores.....	19
2.2.3	Actuadores del sistema.....	35
2.2.4	Interruptores del sistema de inyección.....	37
2.3	Monitoreo de las señales.....	40
2.3.1	Condiciones operativas del motor.....	42
2.3.2	Cantidad de combustible entregado y como es aprovechado.....	44
2.3.3	Aire entregado al motor.....	46
2.4	Diagnóstico a bordo.....	45
2.4.1	Sistema de control electrónico.....	54
2.4.2	Conceptos generales usados en el diagnóstico a bordo.....	55
2.5	El escáner.....	59
2.5.1	Funciones universales del escáner.....	60
2.5.2	Códigos de fallas.....	62
2.5.3	Identificación de los códigos de falla.....	62

2.5.4	Protocolos de comunicación.....	65
2.5.5	Estandarización.....	65
2.5.6	Niveles.....	67
2.6	Transmisión de datos entre los sistemas de un vehículo.....	68
2.6.1	Transmisión de datos convencionales.....	69
3.	<b>DISEÑO Y PROGRAMACIÓN DEL HARDWARE Y SOFTWARE DEL SISTEMA INFORMÁTICO</b>	70
3.1	Descripción del diseño y simulación de hardware (Modem Interface)...	70
3.1.1	Diseño del circuito del modem interface.....	71
3.1.2	Elementos utilizados en el modem interface.....	72
3.1.3	Elementos Internos del circuito.....	73
3.1.4	Elaboración de la placa.....	74
3.2	Descripción básica del software (Interface visual).....	75
3.2.1	Diseño del software de diagnóstico y corrección de fallas.....	75
3.2.2	Ventana principal del sistema informático.....	77
3.2.2.1	Panel frontal principal.....	77
3.2.3	Ventana de los tipos de diagnóstico.....	79
3.2.3.1	Diagnostico por síntoma.....	80
3.2.4	Ventana de diagnóstico por código.....	81
3.2.5	Ventana de datos en tiempo real.....	85
4.	<b>PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA INFORMÁTICO</b>	88
4.1	Descripción de funcionamiento del sistema informático.....	88
4.2	Identificación de fallas por síntomas.....	90
4.3	Identificación de fallas por código.....	91
4.3.1	Solución de las fallas con la ayuda del sistema informático.....	93
4.3.2	Borrado de los códigos de error almacenados en la ECU con la ayuda del sistema informático.....	94
4.4	Manual de usuario.....	94
4.5	Costos y financiamiento.....	99
4.5.1	Costos directos.....	99
4.5.2	Costos de producción.....	100
5.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	101
5.1	Conclusiones	101

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

## LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Valores de voltaje a diferentes temperaturas del sensor IAT	20
2	Aplicaciones para la prueba del sensor CKP	28
3	Estandarización de los protocolos de comunicación.	65
4	Niveles de protocolos	67
5	Correspondencia de los pines del conector OBD II y DB9	72
6	Designación y denominación de los elementos utilizados	73
7	Parámetros IDs	85
8	Análisis de costos de materiales	99
9	Análisis de costos de transporte	100
10	Análisis de costo equipos y herramientas	100
11	Análisis de costos de mano de obra	100
12	Costos indirectos	100
13	Costos de producción	100

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.	
1	Unidad de control electrónico ECU	12
2	Ubicación de la unidad de control electrónico ECU	13
3	Componentes de la unidad de control electrónica ECU	14
4	Funcionamiento de la unidad de control electrónica ECU	17
5	Sistemas del módulo de control	18
6	Formas de energía que el sensor convierte en voltaje	19
7	Sensor de flujo de aire (MAF)	20
8	<i>Sensor de temperatura del aire</i>	21
9	<i>Sensor de temperatura del motor</i>	22
10	Sensor de detonación	22
11	Sensor Hall del distribuidor	23
12	Cables de la sonda Lambda	24
13	Sensor de posición de la mariposa (TPS).	25
14	Sensor de presión del aire de admisión (MAP).	26
15	Configuración del sensor CKP inductivo	27
16	Señal emitida por este sensor	28
17	Sensor CKP	28
18	Ubicación del sensor CKP	29
19	Oscilograma del sensor CMP	31
20	Cables del sensor CMP	31
21	Sensor ECT	32
22	Diagrama del sensor ECT	33
23	Oscilograma del sensor ECT	33
24	Sensor VSS	34
25	Oscilograma sensor VSS	35
26	Relevador de la bomba	36
27	Válvula de marcha mínima (IAC)	36
28	Interruptores del sistema de inyección	37
29	Interruptor del aire acondicionado	38
30	Interruptor del embrague	39
31	Interruptor de freno	39
32	Interruptor parking/neutral.	40
33	Monitoreo de las señales	41

34	Sistemas de seguridad activa y pasiva	41
35	Control de la marcha mínima del motor.	43
36	Control de inyectores	44
37	Control del tiempo de ignición.	45
38	Control de la bomba de gasolina	46
39	Ubicación del conector OBD I	49
40	Cuadro Comparativo del estándar OBD I y el OBD II	50
41	Conector OBD II	51
42	Numeración de pines	52
43	Formato de los códigos de falla.	52
44	Ejemplo del código de falla	53
45	Sistema de control electrónico	54
46	Componentes básicos de un sistema.	55
47	Circuito en corto.	56
48	Circuito abierto.	56
49	Circuito a masa	57
50	Número de identificación del vehículo (VIN).	58
51	Etiqueta de información para el control de emisiones	59
52	Tipos de conectores OBD I y OBD II	60
53	Estructura básica de una computadora automotriz.	62
54	Identificación de los códigos de falla	63
55	Código de falla temporal.	64
56	Código de falla permanente	64
57	Transmisión de datos entre los sistemas de un vehículo.	68
58	Circuito de la interface basado en el micro controlador ELM327	70
59	Circuito basado en el PIC18F2425	71
60	Cable OBD-II	72
61	Cable USB tipo A-B	73
62	Conector de OBD II de 16 pines	74
63	Organigrama de los instrumentos virtuales	77
64	Ventana principal del sistema informatico.	77
65	Diagrama de bloque de la ventana principal.	78
66	Ventana para ingresar a los tipos de diagnostico.	79
67	Diagrama de bloques de los tipos de diagnostico	79
68	Diagrama de bloque de la ventana diagnóstico por síntoma	81
69	Proceso de obtención de códigos de fallas	83

70	Panel frontal de diagnóstico por código	83
71	Diagrama de bloque de diagnóstico por código.	84
72	Panel frontal de la opción datos en tiempo real.	85
73	Proceso de obtención de la velocidad del vehículo	86
74	Proceso de obtención de RPM	86
75	Proceso de la obtención de la carga del motor	86
76	Proceso de obtención de la temperatura del refrigerante.	86
77	Diagrama de bloques de datos en tiempo real.	87
78	Arrancando el programa	88
79	Botón diagnóstico por síntoma	88
80	Ubicación del conector OBD II del vehículo de prueba	89
81	Conexión del interfaz en una computadora portátil	89
82	Botón diagnóstico por código	89
83	Lista de posibles síntomas la línea Chevrolet	90
84	Sensor IAT y MAP	91
85	Desconectando el sensor TPS	92
86	Check engine encendido en el vehículo de prueba	92
87	Códigos de fallas generados en el software	93
88	Botón de solución de fallas por código	93
89	Borrado de código de fallas	94
90	Ventana de vehículos OBD II	95
91	Ventana de solución de fallas	96
92	Conecto OBD II de Chevrolet Luv-DMAX	96
93	Conexión del interface iniciar diagnóstico.	97
94	Ingreso con el botón diagnóstico por código	97
95	Ingreso con el botón tablero	98
96	Presionando el boton informacion	98

## LISTA DE ABREVIACIONES

AT	Attention: Comando atención
CARB	California air resources board: Consejo de recursos ambientales de california
CAN	Control area network: Control de red de área
CMP	<i>Camshaft position sensor</i> :Sensor de posición de árbol de levas
CKP	Crankshaft knock sensor: Sensor de posición del cigüeñal
DLC	diagnostic link connector: Conector de enlace de diagnóstico
DTC	Diagnostic trouble code: Diagnóstico de problema de código
ECU	Engine control unit: Unidad de control electrónica.
ECT	Engine coolant temperature: Temperatura del refrigerante
ECM	Electronic control module: Módulo de control electrónica
EGR	Exhaust gas recirculation: Recirculación de gases de escape
EPA	Environmental protection agency: Agencia de protección del medio ambiente.
EEPROM	Electrically erasable programmable read-only <i>memory</i> :Rom programable y borrada eléctricamente
EOBD	Europe on board diagnostic: Europa diagnóstico a bordo
EIA	Escuela de Ingeniería Automotriz
FFD	Freeze frame data: Datos congelados en pantalla.
GM	General motors company
IAT	Intake air temperature: Temperatura de aire de entrada.
IAC	Idle air control : Valvula de marcha mínima:
ISO	International organization for standardization: Organización internacional para la estandarización
IM	Inspection maintenance: Inspección de mantenimiento
KAM	Keep alive memory: Memoria de almacenamiento activa.
MPFI	Multi-point fuel injection : Sistema de inyección multi puerto
MAF	Mass air flow: Masa de flujo de aire
MAP	Manifold absolute pressure: Sensor de presión absoluta del múltiple
OBD	On board diagnostic : Diagnóstico a bordo primera generación
OBD II	On board diagnostic second generation: Diagnóstico a bordo segunda generación.
PROM	<i>Programmable read-only memory</i> : Rom programable.
PCM	Module control transmission: módulo de control de transmisión
PCV	Valvula que recoge los vapores que dispara el combustible
PIC	<i>Peripheral interface controller</i> : Controlador de interfaz periférico



RPM	Revoluciones por minuto.
SAE	<i>Society of automotive engineers</i> : Sociedad de ingenieros automotrices
TBI	Throttle body injection:inyeccion cuerpo del acelerador
TPS	Throttle valve position sensor: Sensor de posición de la válvula de aceleración
USB	<i>Universal serial bus</i> :Bus universal en serie bus
USA	<i>United States of America</i> : Estados Unidos de América
VSS	Vehicle speed sensor: Sensor de velocidad del vehículo
VIN	Vehicle identification number: Número de identificación del vehículo
VECI	Vehicle emission control information: Etiqueta de información para el control del emisiones del vehículo.
VI	Instrumento virtual

## **LISTA DE ANEXOS**

- A** Layout de doble cara
- B** Lista de vehículos con estándar OBD II de la línea Chevrolet
- C** Lista de códigos de fallas exclusivos para la línea Chevrolet
- D** Acta de entrega del software

## RESUMEN

Se diseñó un Sistema Informático de Diagnóstico y Corrección de Fallas, Referentes a la Inyección Electrónica con Protocolo OBD II (On board diagnostic second generation) en los Vehículos de la Línea Chevrolet, con la finalidad de obtener una herramienta capaz de dar solución a los problemas que se generan en los vehículos de dicha marca, con el propósito de incrementar el nivel de conocimiento en los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH.

El diseño de este sistema informático se ejecutó en un lenguaje de programación denominado LabVIEW, se efectuó la comunicación con una interface que está basada en un micro controlador ELM327 que es la encargada de gestionar la computadora personal con la ECM (Electronic control module). Para la realizar la comunicación de la PC y la centralita electrónica del vehículo se investigó los comandos AT (Comando atención), se consiguió datos importantes del funcionamiento del vehículo.

Este sistema informático tiene funciones importantes para solucionar los problemas en los vehículos de la marca Chevrolet, se solucionara las posibles fallas por síntomas que se presentan en esta marca, siguiendo un procedimiento que se encuentra en nuestro programa.

Se obtuvo códigos de fallas generados en la ECM, esta opción puede utilizarse en vehículos de cualquier marca que tengan el estándar OBD II, las soluciones se encontrara a los códigos más frecuentes en los vehículos de la marca Chevrolet.

Se recomienda utilizar de una manera adecuada el sistema informático e interpretar de una forma coherente la información obtenida en nuestro sistema informático.

## **ABSTRACT**

It was designed a System Computerized of Diagnostics and Failure Correction, Regarding to the Electronic Fuel Injection with OBD II Protocol (On board diagnostic second generation) in the Chevrolet Brand Vehicles in order to get a tool capable to solve the problems given with the vehicles of that brand, with the purpose to increase the students knowledge level in the automotive engineering college at the ESPOCH (Higher Education).

The system computerized design was developed in the LabVIEW programming language, the communication was made with an interface based in a micro controlled named ELM327 assigned to manage the personal computer with ECM (Electronic control module). To make the communication from the PC and the electronic switchboard the AT commands were investigated (Attention command) important data were collected from the vehicles functioning.

This system computerized has important functions in order to solve the problems in The Chevrolet brand vehicles, possible failures will be solved due to the symptoms that have this brand, following a procedure found in this software.

Failure codes were obtained generated in the ECM, this option can be used in any brand vehicles that have the OBD II standard, the solutions will be found to the most frequently codes in the Chevrolet brand vehicles.

It is recommended the appropriate use the system computerized and interpret in a coherent way the information obtained in our system computerized.

## **CAPÍTULO I**

### **1. INTRODUCCIÓN**

El sistema informático de diagnóstico y corrección de fallas referentes a la inyección electrónica con protocolo OBD II en los vehículos de la línea Chevrolet, está diseñado de acuerdo a los requerimientos que necesitan los técnicos, profesionales que se dedican al área de diagnóstico de la inyección electrónica.

Este sistema informático va a tener los parámetros necesarios para dar solución a las fallas que se presentan por síntomas y por la interpretación de los códigos de falla, en donde se podrá observar los pasos para corregir las mismas y proceder a borrado del código almacenado en la ECU.

La finalidad del sistema de diagnóstico a bordo en los vehículos es de evitar la contaminación ambiental por medio de los diferentes sistemas de monitoreo que se encuentran instalados en el vehículo y también sirve de ayuda al mantenimiento del sistema electrónico ya que al generarse un código de error se enciende el check engine.

Por esta razón se diseña un sistema informático de diagnóstico y corrección de fallas para la línea Chevrolet que será de mucha ayuda para los técnicos de los diferentes talleres de esta marca, este sistema informático es muy didáctico y tiene contenidos muy importantes para dar solución a los diferentes problemas que se pueden presentarse en el sistema de la inyección electrónica con protocolo OBD II de la línea Chevrolet.

#### **1.1 Antecedentes**

El campo de la industria automotriz ha evolucionado a gran paso, por lo cual han inventado varios sistemas que hacen que el automóvil de hoy sea más preciso, uno de estos sistemas es el "Sistema de Inyección Electrónica de Combustible", este proceso se desarrolló al remplazar al sistema del carburador que este habitualmente consumía más combustible por lo que el nuevo sistema pulveriza el combustible en el múltiple de admisión por lo cual la función es de suministrar el volumen exacto para los distintos regímenes de revolución así teniendo un consumo menor de combustible y mejor desarrollo del automóvil. El sistema de inyección electrónica de combustible fue desarrollado conjuntamente por Magneti Marelli y Fiat a principios de los años 90 y

finalmente industrializado por Bosch. Desde ese momento ha ido incorporándose en diferentes marcas a varios motores debido a la relativa facilidad para su integración y que es muy efectivo en el automóvil.

Para controlar el funcionamiento de este sistema de inyección durante los años 70 y principios de los 80 algunos fabricantes empezaron a usar componentes electrónicos de control y diagnóstico de errores en sus automóviles. Al principio fue solo para conocer y controlar las emisiones del vehículo y adaptarlas a los estándares exigidos, pero con el paso del tiempo estos sistemas fueron volviéndose cada vez más sofisticados, hasta los años 90, donde surgió el estándar OBD II. Como su nombre indica "On Board Diagnostic Second Generation", es un sistema que permite diagnosticar los errores que se producen en el vehículo sin necesidad de desmontar partes para descubrir la procedencia de dicho error. Este sistema de codificación única se encuentra actualmente implantado en todos los vehículos de turismos y vehículos industriales ligeros que se producen y a diferencia de otros sistemas desarrollados antes de 1996, este se caracteriza por ser un sistema estandarizado, que permite, de manera fácil, ver que errores se han producido en un vehículo cualquiera utilizando una única codificación y claro está, un conector estandarizado.

## **1.2 Justificación**

Un problema más que presentan los equipos de diagnóstico (Escáner) es la forma en que se presenta la información al usuario, ya que la mayoría están diseñados para interactuar con la computadora del automóvil y no con el usuario, aunando a esto, la información obtenida del escáner debe ser referenciada al manual práctico de cada vehículo.

La importancia de la realización de un sistema práctico e informático de diagnóstico y corrección de fallas referentes del sistema de inyección electrónica será de mucha ayuda a los técnicos, estudiantes y docentes de la Escuela de Ingeniería Automotriz así como a los técnicos de los diferentes talleres automotrices que están relacionados en esta rama ya que este sistema informático ayudará a determinar las fallas y corregirlos de una manera más eficiente.

Los manuales de cada vehículo son muy extensos y costosos para referenciar con el escáner por lo cual es necesario elaborar un sistema informático práctico con todos los códigos de falla para un fácil acceso a los técnicos economizando tiempo y el dinero.

### **1.3 Objetivos**

**1.3.1** *Objetivo general.* Diseñar un sistema informático de diagnóstico y corrección de fallas referentes a la inyección electrónica con protocolo OBD II en los vehículos de la línea Chevrolet.

#### **1.3.2** *Objetivos específicos*

Investigar los diferentes procedimientos de interpretación de fallas de los sistemas de inyección electrónica de los vehículos de marcha Chevrolet.

Programar la aplicación utilizando un lenguaje de programación amigable en un entorno visual lo suficientemente potente que permita gobernar la interface y la ECU de forma más estable y amigable con el usuario para una fácil interpretación de fallas así como procedimiento de la solución a realizar.

Diseñar una interface para conectarse a al ecu utilizando los micro controladores suministrados.

Diagnosticar los vehículos de la línea Chevrolet utilizando el sistema informático diseñado en este proyecto de tesis.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO.

#### 2.1 Fundamentos básicos sobre la inyección electrónica de combustible en motores a gasolina [1].

Los primeros indicios de la inyección de gasolina en los vehículos se remontan al año 1912 cuando la compañía Bosch fabricó un sistema de inyección de combustible utilizando una bomba de aceite; sin embargo, el proyecto fue detenido para dar prioridad a las necesidades de la guerra.

Al término de la primera guerra mundial, se remontaron las ideas anteriores sobre la inyección de combustible y empezó a usarse en autos producidos en serie. Durante estos años la revolución electrónica todavía no se extendía, y por ello los sistemas de inyección de combustible eran estrictamente mecánicos.

Por otra parte, la industria del carburador había perfeccionado a tal grado este producto que pocos fabricantes de autos se atrevían a experimentar con otras alternativas. Pero a pesar de estos inconvenientes, la generalización del sistema no pudo ser contenida por muchos años; primero, porque la electrónica evolucionó considerablemente con la introducción del transistor y segundo, porque se empezaron a imponer restricciones fuertes a las emisiones contaminantes.

Por ello, mientras que cada vez disminuye más la frecuencia de servicio proporcionado a vehículos que utilizan carburador para inyectar el combustible, el servicio a motores de fuel injection muestra un claro aumento (dado que esa tecnología se utiliza en la mayoría de los vehículos modernos) y, por lo tanto, requiere paulatinamente de técnicos más preparados y actualizados.

**2.1.1 Clasificación de los sistemas de inyección electrónica [2].** Una manera fácil de entender mejor cómo funcionan los sistemas de inyección electrónica es sin duda estudiando su clasificación.

En términos generales podemos entender por clasificar al proceso de agrupar a los diferentes sistemas de inyección considerando cuatro características específicas.



**2.1.1.1** Según el lugar donde se inyectan. Según este parámetro se tiene.

**Inyección directa.** La inyección es directa, cuando se realiza dentro de la cámara de combustión y esta sincronizada con el tiempo de encendido del motor.

Este sistema es el más novedoso y se está empezando a utilizarse en todos los vehículos de la línea Chevrolet.

Los principales componentes de este tipo de inyección de combustible son los inyectores, el regulador de combustible, la ECU, la bomba de combustible y el relevador de la misma.

**Inyección indirecta.** Este tipo de inyección se realiza fuera de los cilindros; específicamente, en los ductos del múltiple de admisión o en el cuerpo de aceleración. Los principales componentes de este tipo de inyección de combustible son los inyectores, los filtros, el riel de inyectores, el regulador de combustible. La ECU, la bomba de combustible y el relevador de la misma.

**2.1.1.2** Según el número de inyectores. Según este parámetro se clasifican en:

**Inyección monopunto.** La inyección de tipo monopunto es la que se puede realizar en un solo sitio. Por lo regular, la inyección de combustible ocurre a la altura del cuerpo de aceleración.

Este tipo de inyección cuenta con uno o dos inyectores. La ECU controla la inyección y la bomba de combustible; y recibe la información proveniente de los sensores, para modificar la inyección de combustible.

Es la más usada en los vehículos turismo de baja velocidad que cumplen normas de antipolución.

**Inyección multipunto.** Este tipo de inyección utiliza un inyector por cada cilindro. La inyección es controlada también por la ECU y puede ser de tipo "inyección directa o indirecta".

Precisamente porque se emplea un inyector por cada cilindro, aumenta la presión y el enriquecimiento de la mezcla aire combustible a los inyectores.

**2.1.1.3 Según el tipo de inyección.** Según este parámetro se clasifican en:

**Inyección por el cuerpo de aceleración (TBI).** También llamada inyección TBI (Throttle Body Injection), este tipo de inyección emplea de uno a dos inyectores o válvula solenoide comandadas por la unidad de control del motor, montadas sobre un cuerpo de aceleración que, aunque muy parecido a un carburador, carece de todos los componentes de este y solo cuenta con las placas de aceleración y los distintos puestos de los vacíos requeridos.

La inyección por el cuerpo de aceleración es una tecnología totalmente electrónica, en la que el eje de todo el sistema es una computadora.

Dicha computadora recibe una serie de señales de distintas condiciones tanto del motor del vehículo como del terreno por donde este circula (entre ellas la altura sobre el nivel del mar), a las que procesa para hacer los cálculos de los que se derivan las señales de comando que envían a los distintos dispositivos; por ejemplo, los inyectores que actúan como compuertas entre la gasolina a presión y el múltiple de admisión.

En este tipo de sistemas, por lo general es fácil ver como los inyectores atomizan la gasolina; solo se requiere de una lámpara estroboscópica.

Este sistema se utiliza en unidades Chevy, camionetas S10 y Blazer de General Motors, modelo 2002 y años anteriores.

**Inyección por puerto múltiple (MPFI).** Este tipo de inyección utiliza un inyector para cada cilindro, colocados lo más cerca posible de la válvula de admisión.

La inyección por puerto múltiple, tiene la gran ventaja de que todos los cilindros del motor reciben la igual cantidad de mezcla.

Esto contrasta con los sistemas carburados o los sistemas TBI, en los cuales los cilindros más cercanos al surtidor reciben las mezclas “ricas” y los que están más lejos reciben las mezclas “pobres”.

Ya que ante tales condiciones se originan un desbalance en el motor, la tarea de preparar o ajustar una mezcla equilibrada, se hace necesaria para no afectar el

rendimiento de los cilindros lejanos; lo que afecta el ahorro de combustible y no permite que haya un control muy preciso de emisiones contaminantes.

Salvo esta situación, ambos sistemas trabajan exactamente igual.

Los principales componentes del sistema de inyección por puerto múltiple son los inyectores y su riel, el regulador de combustible, la ECU, la bomba de combustible y el relevador de la misma.

En unidades Cavalier y Cuttlas, de General Motors, se emplea este tipo de inyección.

**2.1.1.4** *Según el número de inyecciones.* Según este parámetro la se clasifican en:

***Inyección secuencial.*** El combustible se inyecta de acuerdo con un orden basado en el ciclo Otto, el encendido y la inyección de combustible se realizan en sincronía, debido al tiempo de admisión del motor.

Así que el combustible ingresa a las cámaras de combustión, solo cuando va a ser utilizada (cuando se va a quemar); es decir, se optimiza el uso del mismo.

Las variantes de este tipo de inyección son la inyección individual secuencial y la inyección secuencial por pares.

Este tipo de inyección se utiliza en unidades Cuttlas y Europeas, de General Motors.

***Inyección semisequencial.*** La principal característica de este tipo de inyección, es que funciona como una inyección continua; pero la ECU puede realizar la inyección de forma secuencial, coordinándola con el tiempo de encendido del motor.

En unidades Corvette y Firebird, de General Motors, se emplea este sistema de inyección de combustible.

***Inyección simultánea.*** El combustible se inyecta en los cilindros por todos los inyectores a la vez; es decir abren y cierran todos los inyectores al mismo tiempo.

Este tipo de inyección son los más utilizados en los vehículos de la línea Chevrolet.

**2.1.1.5** *Por sus características de funcionamiento.* Estas se clasifican en:

**Mecánica.** Este tipo de sistemas introducen el combustible por medio de inyectores que se abren al ser vencidos por la presión constante con lo que la bomba de combustible los alimenta.

Un ejemplo de este tipo de sistemas el llamado K-Jetronic, en el cual se dosifica en forma continúa el combustible según el caudal de aire aspirado por el motor. El K-Jetronic se ha aplicado desde 1973 hasta 1995.

Precursor de la inyección moderna y sus muchas variedades, la evolución de este sistema se ha enfocado principalmente en el campo del control.

**Electromecánica.** También conocidos como los sistemas KE-Jetronic, estos son una variante de los sistemas mecánicos y funcionan de manera similar, pero incluyen un sistema electrónico de control, capaz de modificar el caudal de combustible enviado a los inyectores, adaptándolos a las diferentes condiciones de funcionamiento.

Un sistema electrónico adicional registra un sinnúmero de magnitudes de medición en el motor y posibilita así la optimización del consumo de combustible a la calidad de los gases de escape.

**Electrónica.** En estos sistemas el combustible es introducido en el motor por medio de los inyectores electromagnéticos, cuyas aperturas son gobernadas por un sistema electrónico de control, que adapta los tiempos de inyección a las distintas fases de funcionamiento.

Entre los principales sistemas de este tipo se encuentran los llamados sistemas L-Jetronic, Digijet, Digifant, Motronic.

**Sistema L-Jetronic.** Es un sistema de inyección controlado electrónicamente con medición de caudal de aire según el principio de aleta sonda e inyección de combustible controlada electromagnéticamente en el tubo de aspiración. A través de un sinnúmero de sensores se registran todas las modificaciones originadas por el motor y se procesan en la unidad de mando.

- ✓ **Sistema Digijet.** El sistema Digijet usado por el grupo Volkswagen es similar al sistema L-Jetronic con la diferencia de que la ECU calcula digitalmente la

cantidad necesaria de combustible y controla también la estabilización del ralentí.

- ✓ *Sistema Digifant.* El sistema digifant usado por el grupo Volkswagen es un perfeccionamiento del sistema Digijet. Es similar al Motronic. La ECU controla la inyección de gasolina, el encendido, la estabilización del ralentí y la sonda lambda (sonda de oxígeno). Este sistema no dispone de inyector de arranque en frío y sus cuatro inyectores trabajan de manera simultánea.
  
- ✓ *Motronic.* El sistema Motronic combina la inyección de gasolina del L-Jetronic con un sistema de encendido electrónico a fin de formar un sistema de regulación del motor completamente integrado.

**2.1.2 Componentes generales de la inyección electrónica.** Estos componentes son:

**Actuador de ralentí.** Es el encargado de mantener estable el número de revoluciones de ralentí bajo las condiciones de motor en marcha mínima.

**Acumulador de combustible.** El acumulador de combustible mantiene bajo presión durante un tiempo al sistema después de parar el motor, asegurando el arranque perfecto con el motor caliente.

**Inyectores.** Estas válvulas abren a una señal definida y son las encargadas de suministrar el combustible. Gracias a la alta presión, se produce la oscilación de alta frecuencia en la aguja de la válvula, y el combustible se pulveriza aun con caudales mínimos.

**Amortiguador de presión.** El amortiguador de presión suaviza las puntas de presión para reducir ruidos.

**Bomba de combustible.** La bomba de combustible suministra en forma continua el combustible al sistema. La presión suministrada por la bomba es siempre mayor que la demanda máxima de combustible del motor para mantener siempre la presión necesaria. Las bombas pueden ser internas (dentro del tanque de combustible o externas (fuera del mismo); estas últimas se usan por ejemplo en el Volkswagen Sedan; pero en la mayoría de los automóviles actuales, se emplea un sistema con bomba interna.

Línea de alimentación y retorno de combustible. Son tuberías que conducen el combustible hacia el riel de inyectores, y que retornan al tanque de gasolina.

**Riel de inyectores.** Es una tubería en que se monta los inyectores, y por medio de la cual ellos reciben combustible.

En este riel, la presión del combustible puede ser tal como de 12 a 55 PSI (según el sistema de que se trate)

**Limitadores de presión.** El limitador de presión controla la diferencia de presiones antes y después de la mariposa del acelerador. En caso de sobrepasar la diferencia de presión ajustada, circula aire adicional al tubo de aspiración.

**Filtro de la bomba o cedazo.** Filtra partículas de polvo o de cualquier otra impureza que flota en tanque de combustible o yace en la gasolina, para que no llegue a la línea de combustible.

**Regulador de presión.** Los reguladores de presión son los encargados de mantener constante la presión dentro del tubo de alimentación de combustible.

**Unidad de control electrónico.** Determina la presión y la cantidad de combustible necesario y controla todos los elementos de ajuste y las válvulas de inyección. Todo esto tomando como referencia las respectivas señales de los sensores para el registro de temperatura, presión y carga.

**Cuerpo de aceleración.** Esta unidad controla y coordina a la válvula de inyección, el regulador de presión, la mariposa y el actuador de la mariposa así como a los sensores de temperatura del aire y de la posición de la mariposa.

**Válvulas de arranque en frío.** La válvula de arranque en frío inyecta adicionalmente combustible en el tubo de aspiración durante la fase de arranque. La válvula de arranque en frío está montada en el múltiple de admisión, luego todos los cilindros se alimentan uniformemente.

El tiempo de apertura está gobernado por el interruptor térmico de tiempo o por la unidad de control electrónico.

**Tanque de combustible.** Es un depósito en el cual se guarda el combustible; por lo general, es metálico; pero en algunos casos, es de plástico especial resistente a la gasolina.

Comúnmente, este tanque se localiza a la altura del asiento de los pasajeros. Y en dicho sitio, está expuesto a ser contaminado por la basura y diferentes partículas si el automóvil carece del tapón de combustible; o bien, si el automóvil se encuentra estacionado en un lugar que tiene mucho polvo o tierra.

**Válvula de seguridad o de prueba de presión.** En esta válvula se puede conectar el manómetro de presión, para verificar la presión del combustible. También se puede conectar un sistema de lavado de inyectores, ya sea por boya o por bote presurizado.

Esta válvula consta de una toma que se localiza en el riel de inyectores.

## **2.2 Control electrónico del sistema de inyección [3]**

La aplicación de la electrónica a los sistemas de inyección, ha elevado notablemente el grado de eficacia a la hora de inyectar la cantidad exacta de combustible que necesita un cilindro. Gracias a las últimas tecnologías desarrolladas en los sistemas electrónicos de inyección-encendido, la alimentación de combustible se acerca a los límites de la perfección. Para conseguirlo, existen una serie de condiciones que han de cumplirse.

Por ejemplo, la alimentación debe tener un sistema de medición del peso específico del aire y de la gasolina, de forma que en cualquier condición se obtenga la dosificación adecuada. De la misma manera, debe controlar tanto del aire como de la gasolina, que hace variar sus pesos.

Otro parámetro a controlar por los sistemas electrónicos de inyección es el giro del motor para determinar la dosificación más correcta, y así enriquecer o empobrecer la mezcla gaseosa según sea necesario.

Lo mismo ocurre en función de la temperatura de funcionamiento del motor; en el momento del arranque en frío se requiere una mezcla mucho más rica en gasolina y, progresivamente, ha de ir empobreciéndose según aumenta la temperatura del motor.

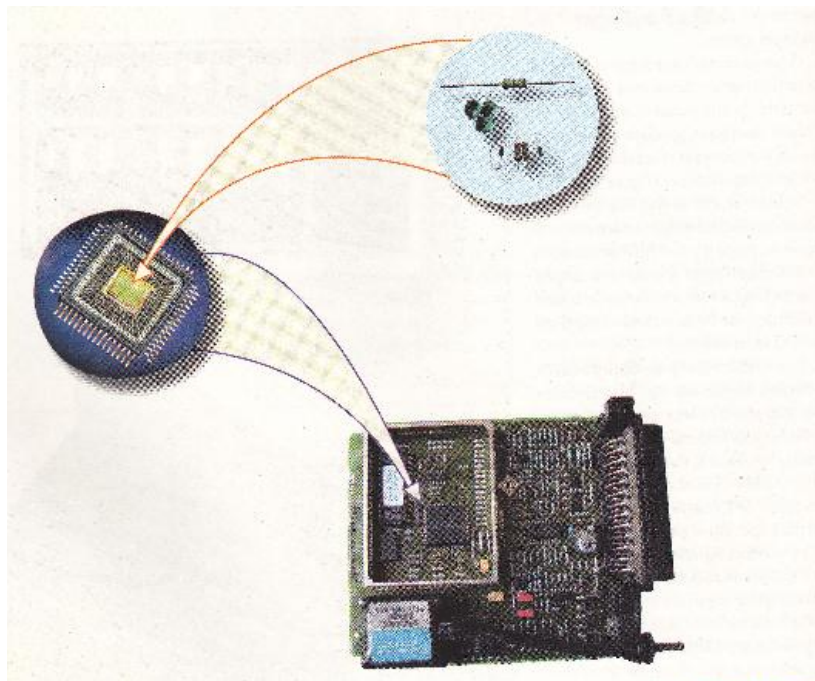
Una de las características más importantes de los sistemas electrónicos de inyección de combustible, consiste en que las unidades de control electrónico disponen de analizadores de gases de escape, que permanentemente proporcionan información sobre las proporciones de gases contaminantes de los residuos de combustión, de forma que estos se corrijan inmediatamente, con la consiguiente reducción de emisiones nocivas a la atmosfera.

Todo este control se lleva a cabo mediante un monitoreo constante de sensores, colocados en diferentes partes del motor.

**2.2.1 Unidad de control electrónica (ECU).** El funcionamiento de una computadora común está basado en una serie de transistores, diodos, resistencias, etc., integrados en una tarjeta o placa.

Algunos de estos componentes se encuentran colocados dentro de “pastillas” o circuitos integrados (generalmente con forma de rectángulo o cuadrado con un tamaño que oscila en los 3cm). Estos pequeños chips o circuitos cuentan con un número variable de conectores que permiten conectar los circuitos que están dentro de la pastilla con otros circuitos y elementos electrónicos dentro de la misma tarjeta.

Figura 1. Unidad de control electrónico ECU



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

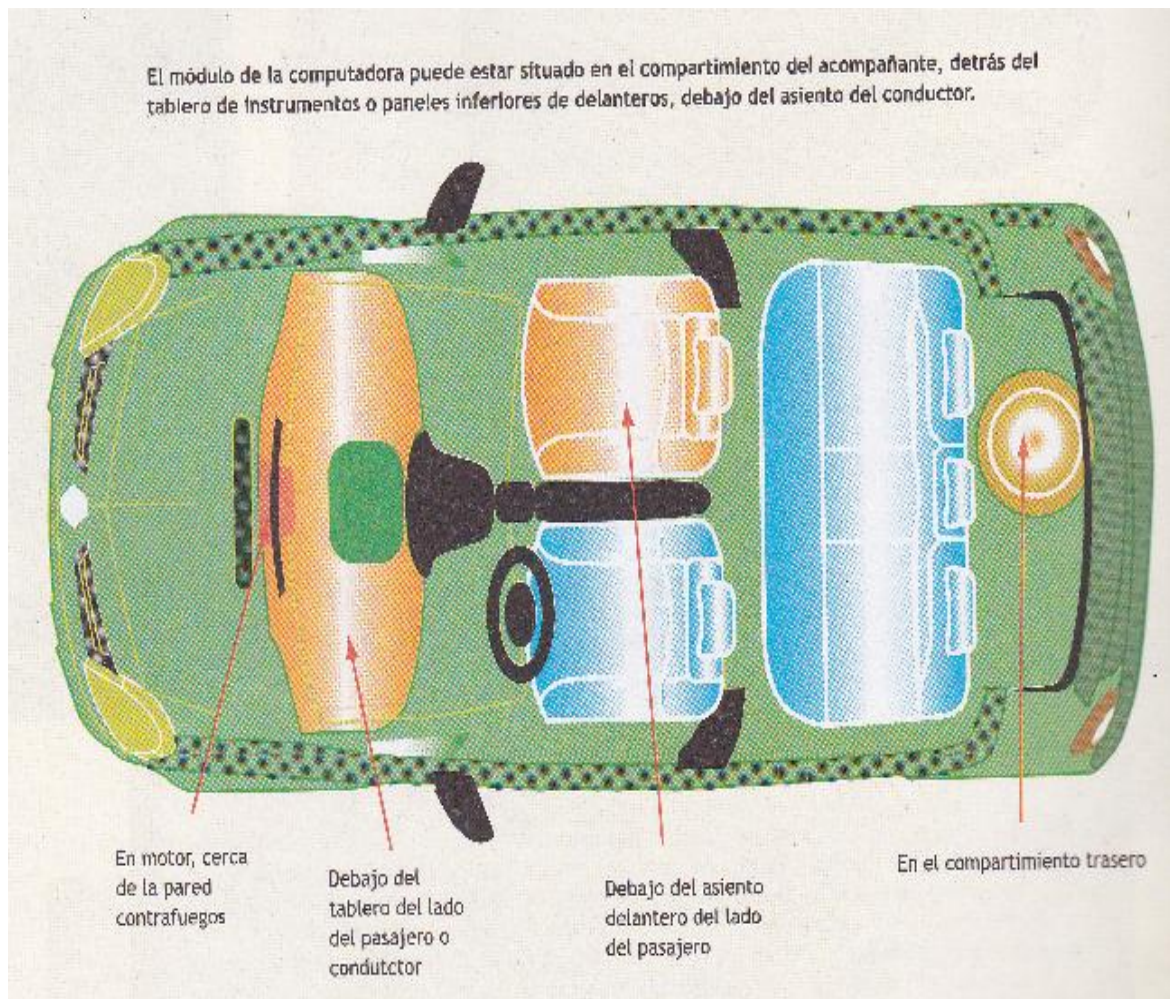


Como estas conexiones se encuentran “impresas” o grabadas (de acuerdo con el método empleado para colocarlas sobre la superficie) sobre la superficie de las plaquetas o tarjetas impresas.

Estas unidades de control, a su vez pueden ser conectadas a otras unidades de control por medio de gran cantidad de conectores, (50 o más) que se conocen con el nombre de bus de datos.

El módulo de la computadora es el “corazón” del sistema, su ubicación varía dependiendo de la marca y modelo del automóvil; sin embargo existen lugares estratégicos o estándares en la cual se coloca para proteger a los componentes electrónicos de la humedad, temperaturas extremas y vibración excesiva, y las cuales son comunes en el compartimiento del motor.

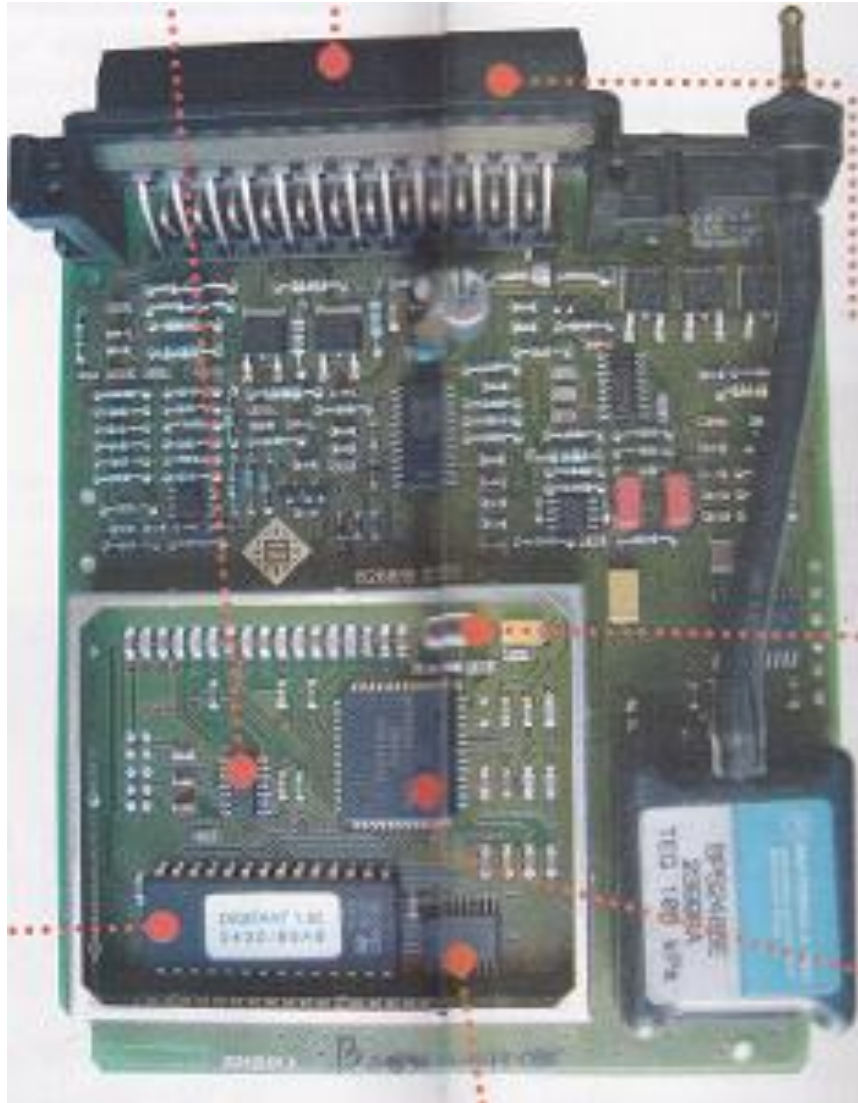
Figura 2. Ubicación de la unidad de control electrónico ECU



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

**Componentes de la unidad de control electrónico.** Todos los componentes integrados en un gabinete sellado y es lo que se conoce como módulo de la computadora o unidad de control electrónico (ECU).

Figura 3. Componentes de la unidad de control electrónica ECU



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

**Memoria EEPROM.** Es una memoria programable para lectura de datos que se borra de forma electrónica, esta es una memoria permanente que se encuentra en la tarjeta de la ECU (es decir, soldada); y para borrarla, se requiere de un equipo electrónico especial como lo es un escáner.

**Memoria PROM.** Memoria programable para lectura únicamente, en ella se almacenan características tales como tipo de unidad, cilindraje, combustible, etc.

Puede ser cambiada, y comúnmente es una memoria que no está soldada y que se inserta en un zócalo especial.

Procure no tocar este dispositivo, ya que la tecnología que se usa en estos dispositivos suele ser muy sensible a la electricidad estática del cuerpo humano.

**Memoria RAM.** Memoria de lectura y modificación, en algunos modelos, se encuentran dentro de la memoria PROM; se trata de una memoria temporal que realiza tres principales funciones. La primera función es actuar como la libreta de apuntes del ECU; siempre que se necesite hacer un cálculo matemático, el ECU utiliza la memoria RAM. La segunda función es almacenar información; en ella se almacenan datos como la temperatura del motor, señal de presión del múltiple de admisión, etc.

La tercera función es almacenar los códigos de diagnóstico cuando se ha detectado una falla del sistema. Estos códigos son almacenados por cincuenta arranques del motor o hasta que la potencia de la batería se retira del ECU.

A diferencia del ROM y PROM, los circuitos de la memoria RAM son volátiles y requiere siempre de energía para poder funcionar.

**Memoria ROM.** Memoria únicamente de lectura, este tipo de memoria se usa para guardar información de forma permanente y es la sección del ECU que contiene el conjunto principal de instrucciones que sigue la computadora. Esta es la sección que dice: "cuando veo que esto sucede, tengo que hacer que este otro suceda". El microprocesador que contiene estas instrucciones de la ROM es un chip no volátil.

Esto significa que el programa diseñado en él no se puede borrar al desconectar la energía.

**Microprocesador.** En él se realizan las operaciones matemáticas y decisiones lógicas. Puede considerarse el corazón de una computadora, porque lleva a cabo, junto con la memoria, la función esencial del procesamiento de datos.

Se encarga de coordinar las señales que recibe; de esta manera, basado en su memoria que puede ser otro microprocesador colocado en su exterior o periferia, ejerce control sobre diversos componentes y sistemas del automóvil, tales como los actuadores.

**Cristal.** Es como el “corazón” del microprocesador principal. Sin él, no se tiene una frecuencia de trabajo del microprocesador. Se localiza a un lado del microprocesador principal.

**Conector de diagnóstico.** Es la conexión por medio de la cual un escáner se comunica con la computadora, para conocer las posibles fallas de la unidad y datos de componentes como sensores, interruptores o actuadores.

Se encuentra ubicado en la parte inferior del tablero de instrumentos y se vincula a la ECU a través del conector de datos. Su forma varía dependiendo del sistema de autodiagnóstico utilizado en el vehículo.

**Luz de diagnóstico.** Se realiza por medio de una luz indicadora de falla en el tablero. Anteriormente, se le llamaba power loss, check engine, mil. Indica una falla electrónica de la unidad, etc. Cuando esta luz se prende en el tablero, indica un código de falla que debe ser reparado y revisado con un escáner; pero a veces, no todas las fallas las indica la unidad con una señal en el tablero, por ejemplo, cuando la falla es por causa mecánica.

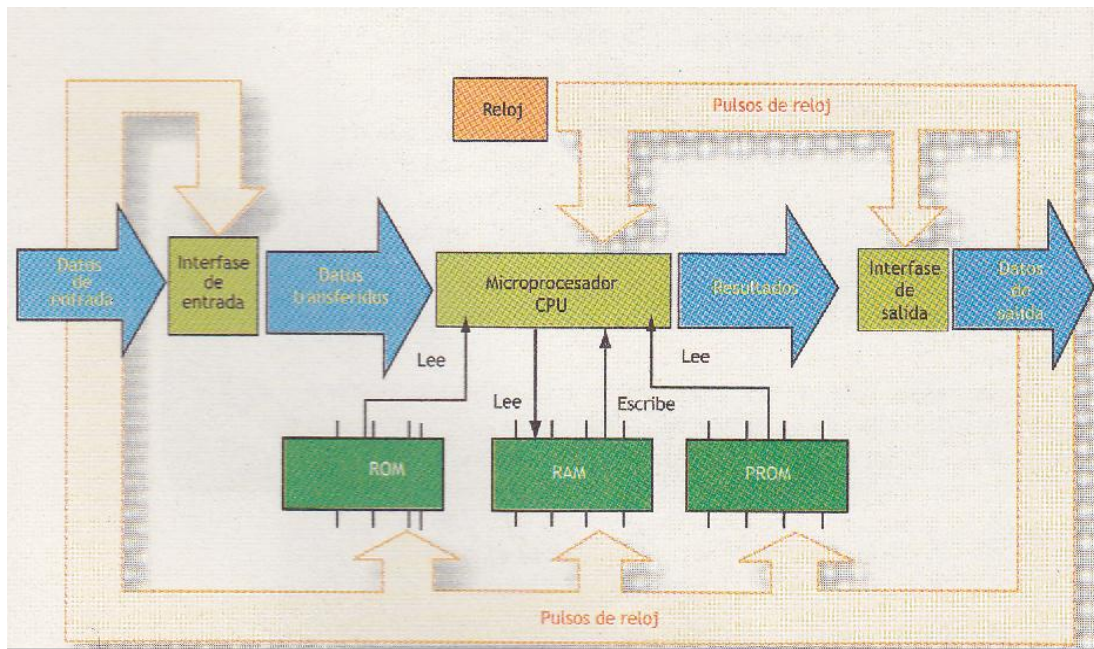
Circuitos de entrada y salida. Los circuitos de procesamiento y memoria de la computadora no podrían trabajar si no reciben las señales de voltaje de entrada y enviar señales de voltaje de salida. Debido a que el microprocesador no está conectado directamente a todos los dispositivos de entrada y salida que hay en el sistema, necesitan de apoyo de circuitos integrados que reciban y envíen señales.

Muchos de estos circuitos proporcionan conexiones paralelas para el microprocesador de modo que pueda leer muchas señales de entrada y enviar muchas señales de salida simultáneamente.

A través de estos circuitos, la computadora alimenta a los sensores y a los interruptores.

**Funcionamiento de la unidad de control electrónica.** Tal como las computadoras utilizadas en la casa o en la oficina, las llamadas ECU también cuentan con zonas de entrada y salida de datos, dispositivos de control, memorias RAM, memoria ROM, microprocesador, alimentación, cristal de trabajo, señales de autodiagnóstico, etc.

Figura 4. Funcionamiento de la unidad de control electrónica ECU



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

El funcionamiento de todos estos elementos requiere de un programa para su funcionamiento.

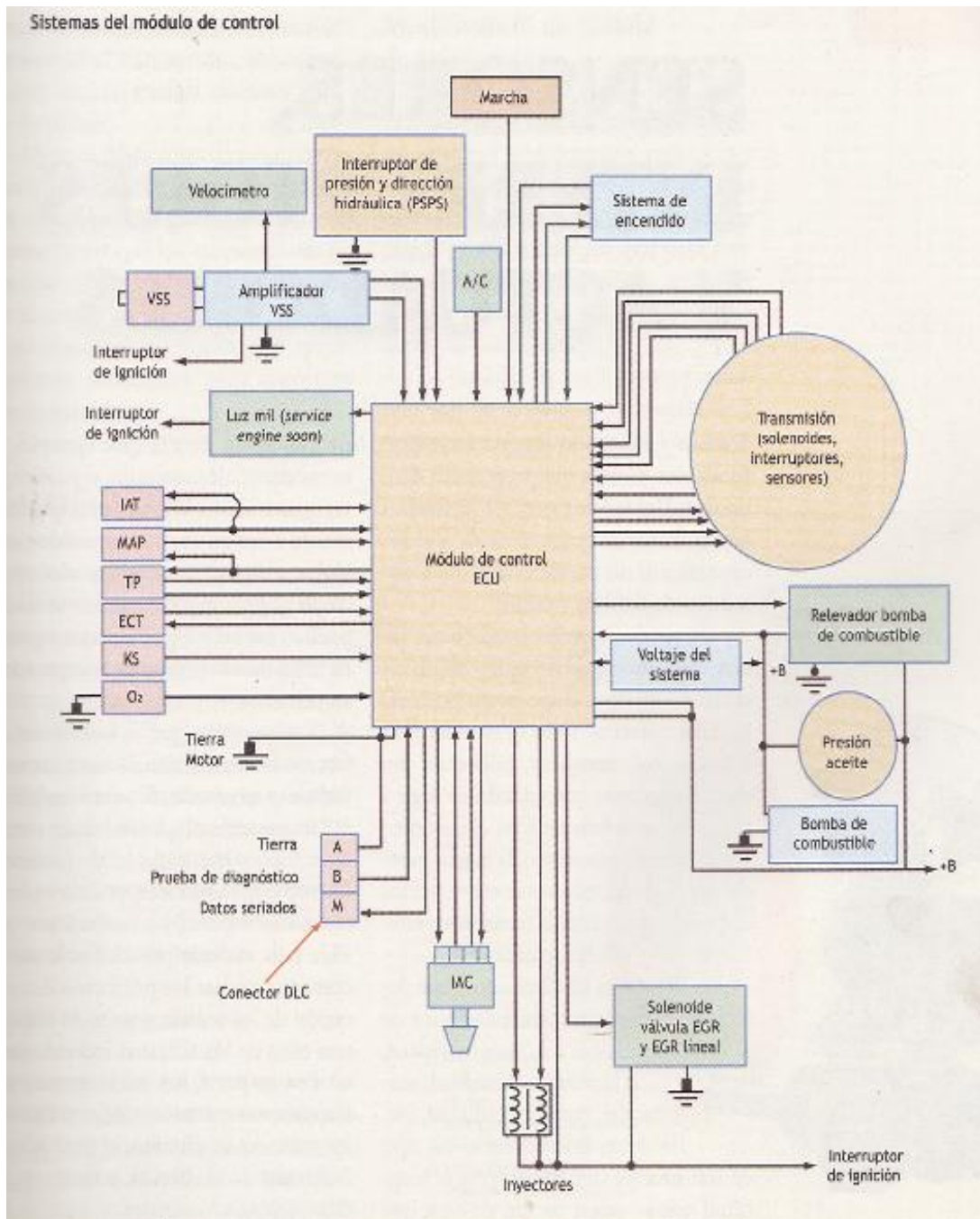
El programa es una línea compleja de instrucciones y parámetros previamente grabados desde la fábrica y que le dicen a la computadora como controlar el motor bajo ciertas condiciones de marcha.

Para hacer esto la computadora necesita saber lo que está pasando, analizarlo y comunicarlo a los dispositivos encargados de efectuar las funciones, también llamados actuadores. Sin programa, la computadora no puede realizar ninguna función.

Además del programa, es necesario la recolección de ciertas señales o datos; el trabajo de los sensores es medir algo que la computadora necesita saber (puede ser la temperatura del motor y convertirla en una señal eléctrica que la computadora puede entender). Las señales que van a la computadora son referidas como "señales de entrada o monitoreo".

Una vez que la computadora recibe las señales, estas son analizadas y comparadas con los parámetros del programa; el resultado, "señales de salida o ajuste" son enviadas hacia los actuadores.

Figura 5. Sistemas del módulo de control



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
 México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

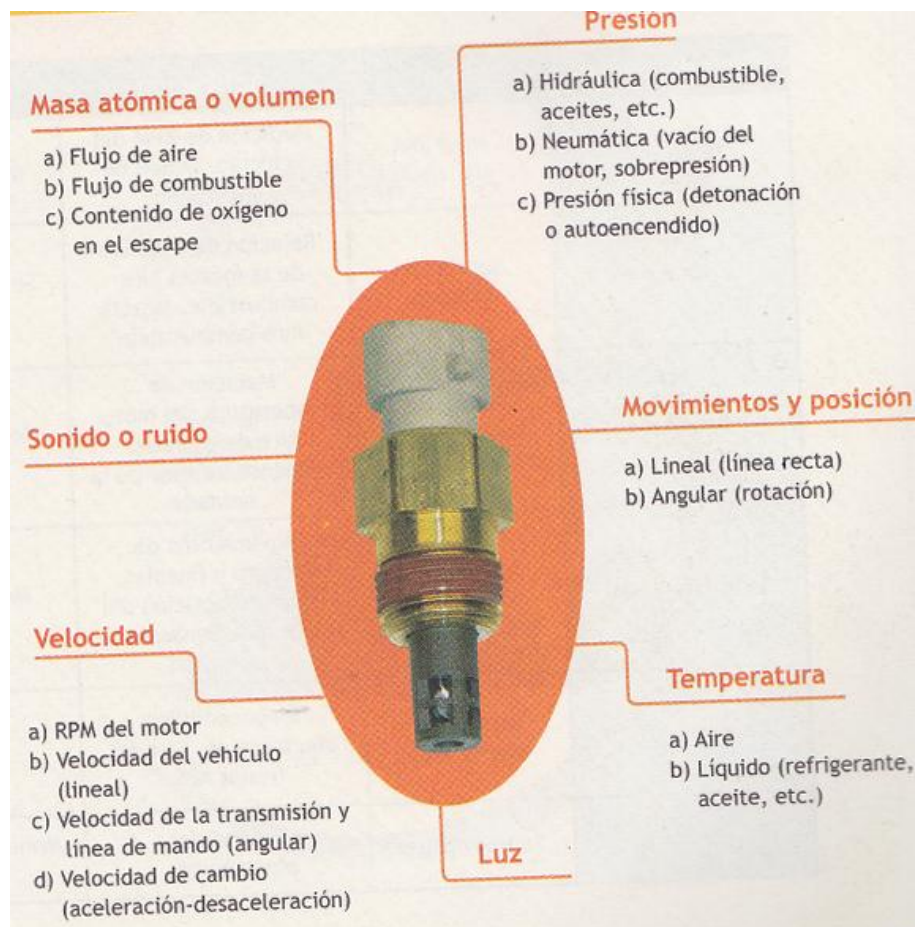
Resumiendo podemos decir que el funcionamiento de la computadora se divide en cuatro funciones básicas:

- ✓ *Entrada.* La computadora recibe una señal de voltaje de un dispositivo alimentador (sensores o interruptores). Los sensores convierten las mediciones en señales de entrada de voltaje hacia la computadora.

- ✓ *Procesamiento.* La computadora recibe las señales de los sensores y las analiza, a través de sus circuitos electrónicos internos, contra las instrucciones programadas.
- ✓ *Almacenamiento.* La computadora almacena las señales de entrada, ya sea de manera temporal para procesarlas posteriormente o bien, para una referencia posterior.
- ✓ *Salida.* Después de procesar las señales de entrada de la computadora en respuesta, envía señales de voltaje de salida a varios dispositivos, ya sea para activar su función o para ajustarla.

**2.2.2 Sensores.** Debido a que una computadora solo puede leer las señales en forma de un voltaje, un sensor del automóvil tiene que convertir el movimiento, la presión, la temperatura, la luz u otra energía en voltaje.

Figura 6. Formas de energía que el sensor convierte en voltaje.



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

**Sensor de flujo de aire (MAF).** Ubicado entre el filtro de aire y la mariposa la función de este sensor radica en medir la corriente de aire aspirada que ingresa al motor.

Su funcionamiento se basa en una resistencia conocida como hilo caliente, el cual recibe un voltaje constante siendo calentada por éste llegando a una temperatura de aproximadamente 200°C con el motor en funcionamiento.

Esta resistencia se sitúa en la corriente de aire o en un canal de muestreo del flujo de aire.

La resistencia del hilo varía al producirse un enfriamiento provocado por la circulación del aire aspirado.

Actualmente se usan dos tipos de sensores MAF, los análogos que producen un voltaje variable y los digitales que entregan la salida en forma de frecuencia.

Mediante la información que este sensor envía la unidad de control, y tomándose en cuenta además otros factores como son la temperatura y humedad del aire, puede determinar la cantidad de combustible necesaria para las diferentes regímenes de funcionamiento del motor. Así si el aire aspirado es de un volumen reducido la unidad de control reducirá el volumen de combustible inyectado [4].

Figura 7. Sensor de flujo de aire (MAF)



Fuente: <http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorMasaAire>

**Sensor de temperatura del aire.** El sensor de temperatura del aire conocido por IAT por sus siglas en inglés (Intake air temperature) tiene como función, como su nombre la indica, medir la temperatura del aire. Se puede ajustar así la mezcla con mayor precisión, si bien este sensor es de los que tiene menor incidencia en la realización de la mezcla igualmente su mal funcionamiento acarreará fallas en el motor.



Posee una resistencia que aumenta su resistencia proporcionalmente al aumento de la temperatura del aire.

Está situado en el ducto plástico de la admisión del aire, pudiéndose encontrar dentro o fuera del filtro de aire [5].

Figura 8. Sensor de temperatura del aire



Fuente: <http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorTemperaturaAire>

Tabla 1. Valores de voltaje a diferentes temperaturas.

Sensor IAT		
Valores de temperatura VS resistencia (Aproximados)		
°F	°C	OHMS
212	100	185
160	70	450
100	38	1800
70	20	3400
40	4	7500
20	-7	13500
0	-18	25000
-40	-40	100000

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/53113979/sensores>

**Sensor de temperatura del motor.** Su objetivo es conocer la temperatura de motor a partir de la temperatura del líquido refrigerante del mismo, informando a la unidad de control para que regule la mezcla y el momento de encendido del combustible.

El sensor de temperatura del motor se encuentra situada próximo a la conexión de la manguera del agua del radiador. La falla de este sensor puede causar diferentes problemas como problemas de arranque ya sea con el motor en frío o en caliente y

consumo en exceso del combustible. Puede ocasionar además que el ventilador este continuamente prendido o bien problemas de sobrecalentamiento del motor [6].

Figura 9. Sensor de temperatura del motor



Fuente: <http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorTemperaturaMotor>

**Sensor de detonación.** El sensor de detonación se sitúa en el bloque del motor y se trata de un generador de voltaje.

Tiene como objetivo recibir y controlar las vibraciones anormales producidas por el pistoneo, transformando estas oscilaciones en una tensión de corriente que aumentará si la detonación aumenta.

La señal es enviada así al centro de control, que la procesará y reconocerá los fenómenos de detonación realizando las correcciones necesarias para regular el encendido del combustible, pudiendo generar un retardo de hasta 10 grados.

Así este sensor regulará el encendido logrando una mejor combustión lo que brindará al coche más potencia con un consumo menor [7].

Figura 10. Sensor de detonación



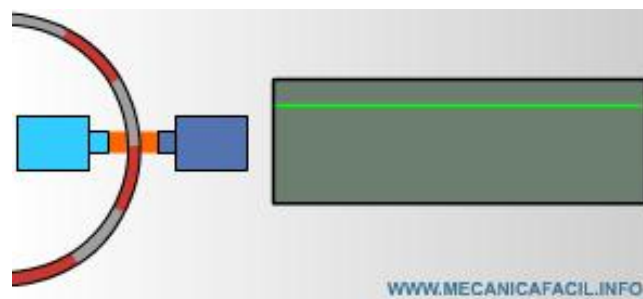
Fuente: <http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorDetonacion>

**Sensor Hall del distribuidor.** Este sensor es el encargado de proveer información acerca de las revoluciones del motor y posición de los pistones sincronizando así la chispa producidas en las bujías, debiendo para ello como requisito imprescindible la puesta a punto del distribuidor para que se pueda seguir el orden lógico de encendido de las bujías. Básicamente este sensor permite el pasaje a intervalos alternados de un campo magnético generado por un imán. Un rotor en movimiento giratorio va impidiendo y permitiendo dejar pasar este campo alternadamente.

Cuando el rotor deja pasar el campo magnético entonces éste es recibido por un generador hall. En estos momentos el generador hall presentara varios volts de tensión, descendiendo a valores inferiores a los 0,7 volts cuando el campo magnético es interrumpido por el rotor.

En la ilustración a la derecha se muestra el rotor girando. A efectos ilustrativos las zonas del rotor que permiten el pasaje del campo magnético han sido pintadas de rojo, mientras que las zonas que lo interrumpen se han pintado de gris. Las imágenes (de color celeste) generan el campo magnético que es recibido por el sensor hall (color azul) [8].

Figura 11. Sensor Hall del distribuidor



Fuente: <http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorHall>

**Sensor de oxígeno (Sonda LAMBDA).** Esta sonda mide el oxígeno de los gases de combustión con referencia al oxígeno atmosférico, gracias a esto la unidad de control puede regular con mayor precisión la cantidad de aire y combustible hasta en una relación 14,7 a 1, contribuyendo con su medición a una mejor utilización del combustible y a una combustión menos contaminante al medio ambiente gracias al control de los gases de escape que realiza. Situada en el tubo de escape del auto se busca en su colocación la mejor posición para su funcionamiento cualquiera sea el régimen del motor. La temperatura óptima de funcionamiento de la sonda es alrededor de los 300° o más.

Una parte de la sonda Lambda siempre está en contacto con el aire de la atmósfera (exterior al tubo de escape), mientras que otra parte de ella lo estará con los gases de escape producidos por la combustión.

Su funcionamiento se basa en dos electrodos de platino, uno en la parte en contacto con el aire y otro en contacto con los gases, separados entre sí por un electrolito de cerámica. Los iones de oxígeno son recolectados por los electrodos (recuerde que cada uno de los electrodos estarán en diferentes lugares, uno al aire atmosférico y otro a los gases de escape), creándose así una diferencia de tensión entre ambos (o una diferencia nula) consistente en una tensión de 0 a 1 volt.

Ante una diferencia de oxígeno entre ambas secciones la sonda produce una tensión eléctrica enviándola a la unidad de control, para que ésta regule la cantidad de combustible a pulverizar.

**Cables de la sonda Lambda.** Las sondas lambda pueden tener diferente cantidad de cables, existiendo de 1, 2, 3 o 4 cables. Las de 1 solo cable presentan éste de color negro para dar alimentación a la sonda, la masa se logra por la misma carcasa de ésta. Las sondas de 3 o 4 cables son las que poseen resistencia de caldeo (resistencia calefactora), generalmente en éstas sondas los cables de color blanco son los encargados de la alimentación de la sonda de caldeo con el positivo y la masa.

El cable extra en las lambdas de 4 cables corresponde a la masa del sensor de oxígeno y generalmente es de color gris [9].

Figura 12. Cables de la sonda Lambda



Fuente: <http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sondaLambda>

*Sensor de posición de la mariposa (TPS).* Este sensor es conocido también como TPS por sus siglas Throttle Position Sensor, está situado sobre la mariposa, y en algunos casos del sistema monopunto está en el cuerpo (el cuerpo de la mariposa es llamado también como unidad central de inyección).

Su función radica en registrar la posición de la mariposa enviando la información hacia la unidad de control. El tipo de sensor de mariposa más extendido en su uso es el denominado potenciómetro.

Consiste en una resistencia variable lineal alimentada con una tensión de 5 volts que varía la resistencia proporcionalmente con respecto al efecto causado por esa señal.

Si no ejercemos ninguna acción sobre la mariposa entonces la señal estaría en 0 volts, con una acción total sobre ésta la señal será del máximo de la tensión, por ejemplo 4.6 volts, con una aceleración media la tensión sería proporcional con respecto a la máxima, es decir 2.3 volts.

Generalmente tiene 3 terminales de conexión, o 4 cables si incluyen un switch destinado a la marcha lenta.

Si tienen 3 cables el cursor recorre la pista pudiéndose conocer según la tensión dicha la posición del cursor. Si posee switch para marcha lenta (4 terminales) el cuarto cable va conectado a masa cuando es detectada la mariposa en el rango de marcha lenta, que depende según el fabricante y modelo (por ejemplo General Motors acostumbra situar este rango en 0.5 +/- 0.05 volts, mientras que otros lo hacen por ejemplo de 0.45 a 0.55 Volts) **[10]**.

Figura 13. Sensor de posición de la mariposa (TPS).



Fuente: <http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorTps>

**Sensor de presión del aire de admisión (MAP).** Conocido también como MAP por sus siglas en inglés (Manifold absolute presión), este sensor se encuentra en la parte externa del motor después de la mariposa, presentándose en algunos casos integrado al calculador.

Su objetivo radica en proporcionar una señal proporcional a la presión existente en la tubería de admisión con respecto a la presión atmosférica, midiendo la presión absoluta existente en el colector de admisión. Para ellos genera una señal que puede ser analógica o digital, reflejando la diferencia entre la presión en el interior del múltiple de admisión y la atmósfera.

Podemos encontrar dos diferentes tipos de sensores, por variación de presión y por variación de frecuencia.

El funcionamiento del sensor MAP pro variación de presión está basado en una resistencia variable accionada por el vacío creado por la admisión del cilindro.

Posee tres conexiones, una de ellas es la entrada de corriente que provee la alimentación al sistema, una conexión de masa y otra de salida. La conexión de masa se encuentra aproximadamente en el rango de los 0 a 0.08 volts, la tensión de entrada es generalmente de unos 5 volts mientras que la de salida varía entre los 0.6 y 2.8 volts. Esta última es la encargada de enviar la señal a la unidad de mando [11].

Figura 14. Sensor de presión del aire de admisión (MAP).



Fuente: <http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorMap>

**Sensores de Posición del Cigüeñal (CKP).** Este sensor tiene las siguientes características.

- ✓ Este sensor se encarga de informar la posición del eje cigüeñal para que la ECU calcule el ancho de pulso de inyección.
- ✓ Este sensor se ubica en el distribuidor del motor.
- ✓ Se compone de un Captador de efecto Hall. (Puede ser inductivo)
- ✓ Posee tres conexiones este sensor: Positivo, negativo y una señal del sensor. Genera una señal continua de acuerdo a las revoluciones del motor.

*El sensor CKP del tipo inductivo trabaja:*

- ✓ Mediante el principio de generación de un voltaje alterno: una rueda dentada, la cual gira, se aproxima una determinada distancia fija, a una bobina con su respectivo núcleo.

*Se produce la siguiente secuencia:*

Al “aproximarse” un diente a esta bobina (sensor CKP), debido al giro de la rueda dentada, se comienza a generar un voltaje positivo, a medida que el diente se aproxima al sensor el voltaje se hace cada vez más positivo. Pero, una vez que el diente esta justo al frente del sensor el voltaje se aproxima a 0 volts.

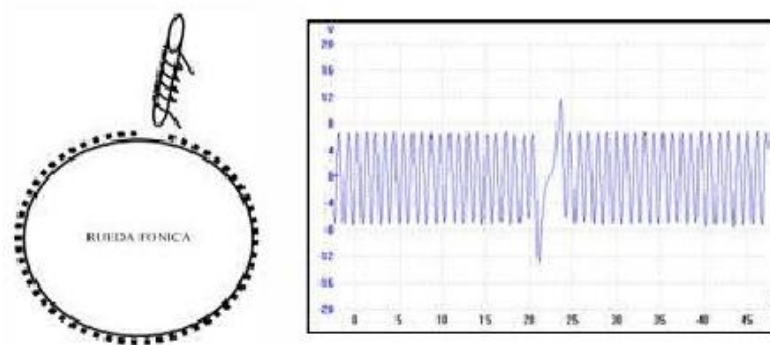
Dicho voltaje aumenta su frecuencia y amplitud proporcionalmente a la velocidad de la rueda dentada (se conoce también como rueda fónica) [12].

Figura 15. Configuración del sensor ckp inductivo:



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/53113979/sensores>

Figura 16. Señal emitida por este sensor.



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/53113979/sensores>

***Función.*** Es un detector magnético o de efecto Hall, el cual envía a la computadora (ECM) información sobre la posición del cigüeñal y las RPM del motor. Este sensor se encuentra ubicado a un costado de la polea del cigüeñal o volante cremallera [13].

Figura 17. Sensor CKP



Fuente: [http://www.hella.com/produktion/HellaMEX/WebSite/Channels/Garages/Technical\\_information/Electronics/Hella\\_Sensor\\_CKP\\_Vortec.pdf](http://www.hella.com/produktion/HellaMEX/WebSite/Channels/Garages/Technical_information/Electronics/Hella_Sensor_CKP_Vortec.pdf)

***Síntomas de falla.***

- ✓ El motor no arranca.
- ✓ No hay pulsos de inyección.
- ✓ Se enciende la luz check engine.

***Mantenimiento y servicio.***

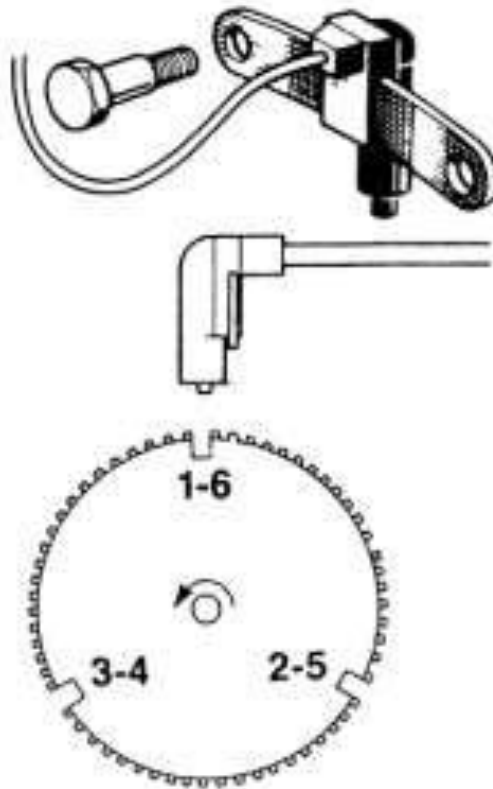
- ✓ Revise los códigos de falla con la ayuda de un escáner.
- ✓ Verifique si la punta del sensor está sucia de aceite o grasa y límpielo si es necesario.



Diagnóstico.

- ✓ Compruebe que las conexiones eléctricas de las líneas del sensor y del conector estén bien conectadas y que no presenten roturas o corrosión.
- ✓ Verifique el estado físico del sensor.
- ✓ Compruebe que el sensor no presenta daños.
- ✓ Verifique alimentaciones de voltaje.

Figura 18. Ubicación del sensor CKP



Fuente: [http://www.hella.com/produktion/HellaMEX/WebSite/Channels/Garages/Technical\\_information/Electronics/Hella\\_Sensor\\_CKP\\_Vortec.pdf](http://www.hella.com/produktion/HellaMEX/WebSite/Channels/Garages/Technical_information/Electronics/Hella_Sensor_CKP_Vortec.pdf)

*Procedimiento de prueba.*

- ✓ Con el switch en OFF desconecte el arnés del sensor y retírelo del auto.
- ✓ Conecte el arnés y ponga la llave en posición ON.
- ✓ Frote un metal en el sensor.
- ✓ Se escuchara la activación de los inyectores.
- ✓ Probar que tenga una resistencia de 190 a 250 ohms del sensor esto preferente a temperatura normal el motor

Tabla 2. Aplicaciones para la prueba del sensor.

Marca	Vehículo	Años	Motor	Cil.	Parque vehicular
General Motors	Blazer	1996-200	Vortec 4.3 lts	6	619 mil
	Express Van 2500 y 3500	1998-2001	Vortec 5.7 lts		
	Silverado	2000-2004	Vortec 4.3 lts		
		1996-2000	Vortec 4.3lts	8	
	Suburban	1998-2001	Vortec 5.7 lts		

Fuente: [http://www.hella.com/produktion/HellaMEX/WebSite/Channels/Garages/Technical\\_information/Electronics/Hella\\_Sensor\\_CKP\\_Vortec.pdf](http://www.hella.com/produktion/HellaMEX/WebSite/Channels/Garages/Technical_information/Electronics/Hella_Sensor_CKP_Vortec.pdf)

**Sensor CMP.** Este sensor tiene como función captar la posición del árbol de levas, con este dato la ECU puede reconocer el ciclo de trabajo en que se encuentra un determinado cilindro (el cilindro uno como referencia) ya que al conocer el momento de abertura o cierre de las válvulas podemos realizar ajustes más precisos a la función de encendido como inyección de combustible.

Esta señal complementa en gran medida información que entrega el sensor CKP, siendo vital para mantener un sincronismo preciso entre cada ciclo de trabajo del motor.

En el eje de levas se incorpora una rueda dentada la cual está configurada de acuerdo a las Necesidades de información que posea la ECU o estime el fabricante del sistema. Algunas aplicaciones relacionan la señal del CMP con la inyección secuencial de combustible.

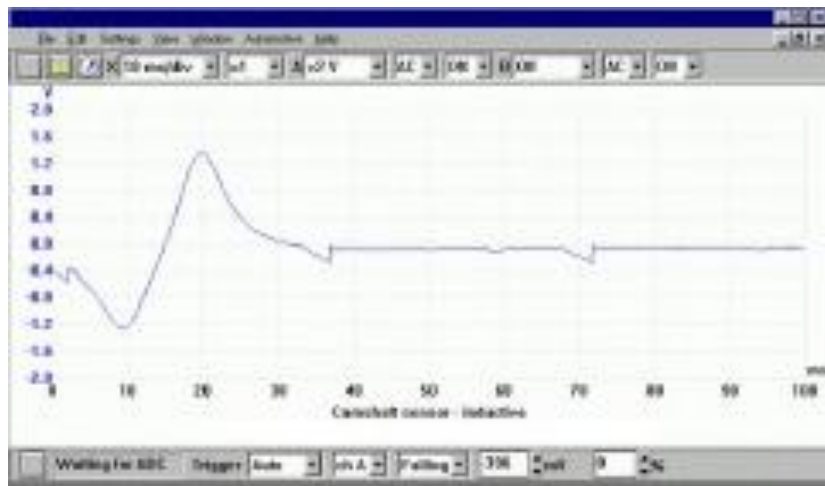
La mayoría de estos sensores son del tipo "HALL". Es llamado también sensor de fase. Consta de una bobina arrollada sobre un núcleo de imán. Este sensor está enfrentado a un camón del árbol de levas y produce una señal cada dos vueltas de cigüeñal.

El ECM necesita ver la señal cuando el motor se enciende para su referencia. Las características de una buena forma de onda inductiva del sensor del árbol de levas

son: una onda alterna que aumenta de magnitud como se aumenta la velocidad del motor y proporciona generalmente una señal por 720° de la rotación del cigüeñal (360° de la rotación del árbol de levas).

El voltaje será aproximadamente 0.5 voltio al pico mientras que el motor está encendiéndose, levantándose a alrededor 2.5 voltios de pico al pico en la marcha lenta según lo considerado en la demostración del ejemplo [14].

Figura 19. Oscilograma del sensor CMP

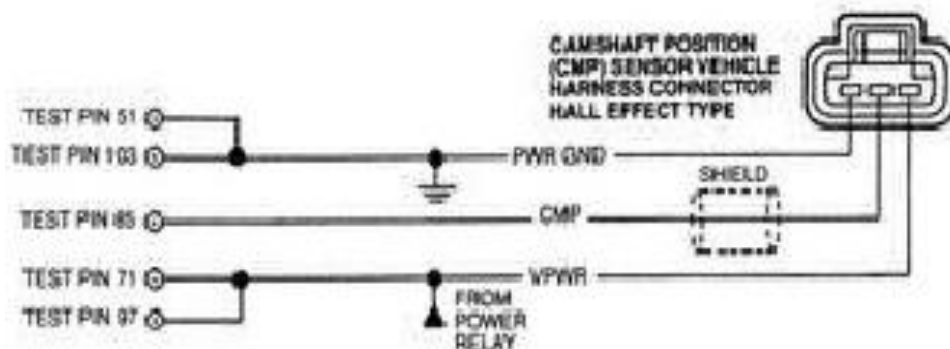


Fuente: <http://es.scribd.com/doc/53113979/sensores>

*Comprobaciones:*

1. Medición de resistencia del sensor y aislamiento a masa. (Resistencia típica: 250 a 1500 ohm según Marca)
2. Observar la forma de onda generada con Osciloscopio.
3. Con el encendido apagado, desconectar el sensor CMP.

Figura 20. Cables del sensor CMP



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/53113979/sensores>

2. Con el aparato encendido, instale una caja de conexiones entre el sensor CMP y la unidad de control. Usando un tester (multímetro) ajustado a la función de tensión (escala establecida para supervisar a menos de 5 voltios), mida la tensión entre los terminales de la caja de conexiones entre los terminales 24 y 40 con el motor en marcha en distintas RPM.
3. Si la lectura de la tensión varía más de 0,1 voltios, el sensor está bien. Usando el tester (multímetro) ajustado a la función de tensión (escala establecida para supervisar a menos de 5 voltios), mida la tensión entre los terminales de la caja de conexiones entre los terminales 24 y 46 con el motor en marcha en distintas RPM. Si la lectura de la tensión varía más de 0,1 voltios de corriente alterna, el sensor está bien.

**Sensor ECT.** Consiste en uno o más termistores que a conforme aumenta la temperatura su resistencia se van reduciendo y en cierto punto es cero.

La computadora del automóvil analiza las condiciones resistivas presentes en el sensor a partir de un voltaje de referencia.

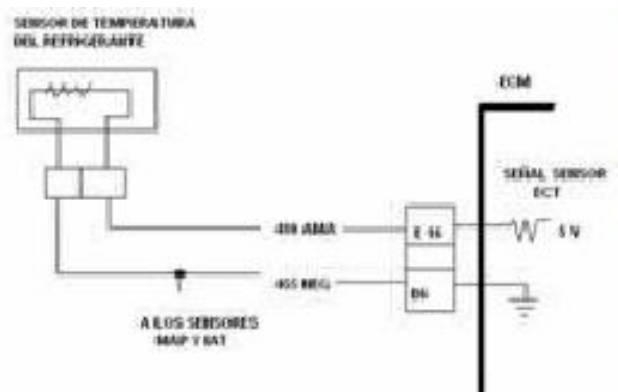
Según el resultado obtenido la computadora determina la temperatura del anticongelante y en base a las lecturas provenientes de otros sensores involucrados adecua la cantidad de combustible a inyectar necesaria en ese momento.

Figura 21. Sensor ECT



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/53113979/sensores>

Figura 22. Diagrama del sensor ECT



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/53113979/sensores>

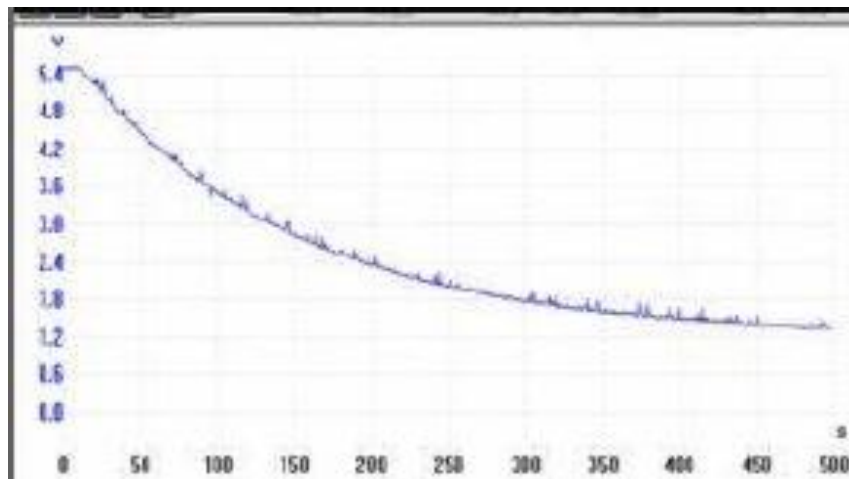
Las fallas más comunes en este sensor son:

- ✓ Alto consumo de combustible.
- ✓ Dificultades para arrancar.
- ✓ Olor a combustible.
- ✓ Se enciende la luz Check Engine

*Descripción de fallas.* Un mal funcionamiento del sensor puede generar las siguientes descripciones de falla en el escáner de diagnóstico.

- ✓ Conexión a tierra en las líneas o corto circuito en el sensor
- ✓ Contacto a positivo o interrupción de la línea.
- ✓ Modificaciones de la señal no aceptables (salto de señal)
- ✓ El motor no alcanza la temperatura mínima del refrigerante.

Figura 23. Oscilograma del sensor ECT



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/53113979/sensores>

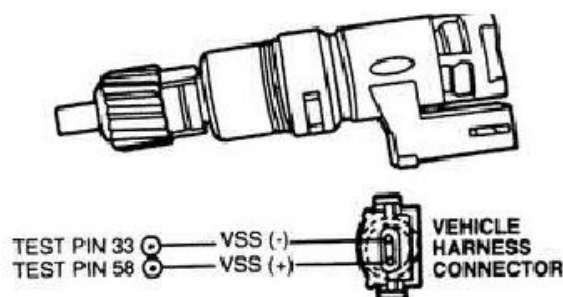
**Sensor VSS.** El sensor de velocidad del vehículo se encarga en enviar la velocidad a la cual se desplaza el vehículo a la unidad de control. La mayoría de los nuevos sensores de velocidad de vehículos son del tipo de imán permanente, y la función es muy parecida a la del sensor del árbol de levas o el sensor del cigüeñal.

Los sensores se pueden montar tanto en la caja de la transmisión o en el diferencial trasero. Los de la transmisión son típicamente del tipo engranaje loco, y los del diferencial funcionan mediante una rueda de gatillo montado en la corona.

Ambos sensores realizan la misma tarea. El sensor mide la rotación de la transmisión y la ECU determina la velocidad del vehículo correspondiente. Un sensor vss puede fallar debido a conexiones sueltas, debido a alta resistencia en el circuito, o una discontinuidad en el circuito y puede causar los siguientes síntomas:

- ✓ Sobrecalentamiento de la transmisión.
- ✓ El aumento de las emisiones.
- ✓ Mala economía de combustible.
- ✓ Tirones en la desaceleración
- ✓ Puntos de cambio inadecuados.
- ✓ Control crucero inoperativo

Figura 24. Sensor VSS

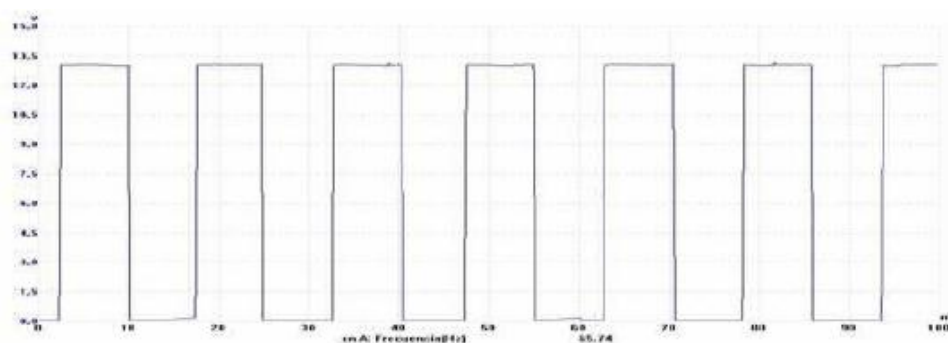


Fuente: <http://es.scribd.com/doc/53113979/sensores>

*Para probar el sensor.*

- ✓ Gire el interruptor de encendido a la posición OFF
- ✓ Desconectar el conector del mazo de cables desde el VSS.
- ✓ Usando un tester (multímetro), medir la resistencia (función óhmetro) entre los terminales del sensor. Si la resistencia es 190-250 ohmios, el sensor está bien

Figura 25. Oscilograma sensor VSS



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/53113979/sensores>

**2.2.3 Actuadores del sistema.** Son dispositivos capaces de generar una fuerza a partir de los líquidos, de energía eléctrica y gaseosa. La computadora hace funcionar a estos dispositivos, que pueden ser un relevador, un motor o un solenoide; y a través de ellos envía una señal de salida necesaria para activar a un elemento final (válvulas), con el fin de controlar el funcionamiento, optimización y rendimiento del motor.

**Inyector.** Este solenoide, localizado en el riel de inyectores, abre o cierra una válvula que deja salir el combustible que se encuentra a presión en el riel de inyectores. El combustible se ha presurizado previamente, gracias a la bomba de combustible.

Este solenoide se alimenta con doce voltios; y para funcionar, necesita una señal de tierra pulsante que le sumista la computadora en el conector. Si el inyector no funciona adecuadamente, puede deberse a dos tipos de falla: una mecánica y otra electrónica.

**Bomba de gasolina.** La bomba de combustible es un motor eléctrico que se localiza en el tanque de gasolina. Un relevador cierra el circuito de la bomba, para que esta funcione y presurice las líneas de alimentación de combustible; entonces comenzara a funcionar el sistema de inyección de combustible, cuando lo requiera la computadora.

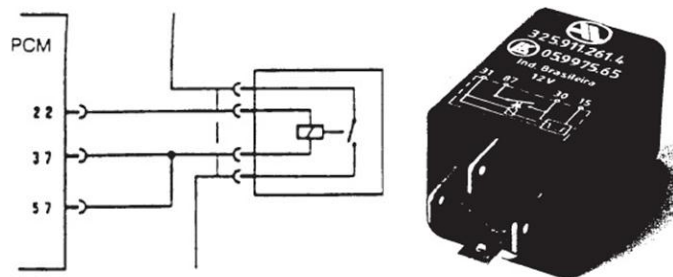
**Relevador del moto ventilador.** Es el ventilador que se localiza en el radiador. Por medio del relevador del propio moto ventilador, la computadora lo pone a funcionar. Pero para que la ECU pueda hacer esto, debe recibir la señal

**Relevador de la bomba.** El relé de la bomba de combustible es controlado por el Módulo PCM que abastece eléctricamente ala bomba de combustible. Cuando se conecta el encendido, el relé es energizado por un segundo. Consecuentemente, la

bomba de combustible trabaja por ese período creando una presión en el sistema de combustible.

Si el motor se pone en funcionamiento, el relé de la bomba de combustible permanecerá activado. En cuanto el motor deje de funcionar, el relé dejará de recibir energía eléctrica. El pino 22 del Módulo PCM controla el relé de la bomba de combustible [15].

Figura 26. Relevador de la bomba

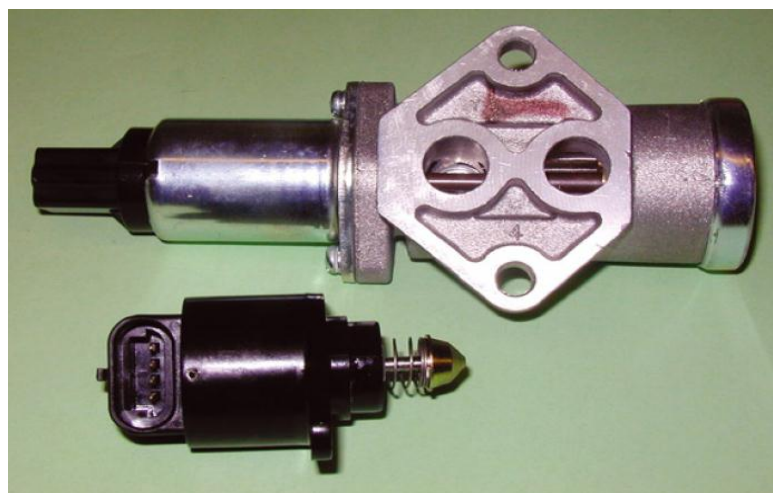


Fuente: <http://es.scribd.com/doc/51391244/9/RELE-DE-BOMBA-DE-COMBUSTIBLE>

**Válvula de marcha mínima (IAC).** La válvula de control de marcha mínima (IAC) es una válvula bypass. Está hecha de una carcasa de fundición con una unidad de bobinas magnéticas y un vástago.

La válvula IAC es controlada por la computadora y regula la cantidad de flujo de aire desviándola a la placa de aceleración para lograr la velocidad "ralentí" estable [16].

Figura 27. Válvula de marcha mínima (IAC)



Fuente:

[http://www.conevyt.org.mx/educhamba/guias\\_emprendizaje/valvula\\_control.pdf](http://www.conevyt.org.mx/educhamba/guias_emprendizaje/valvula_control.pdf)



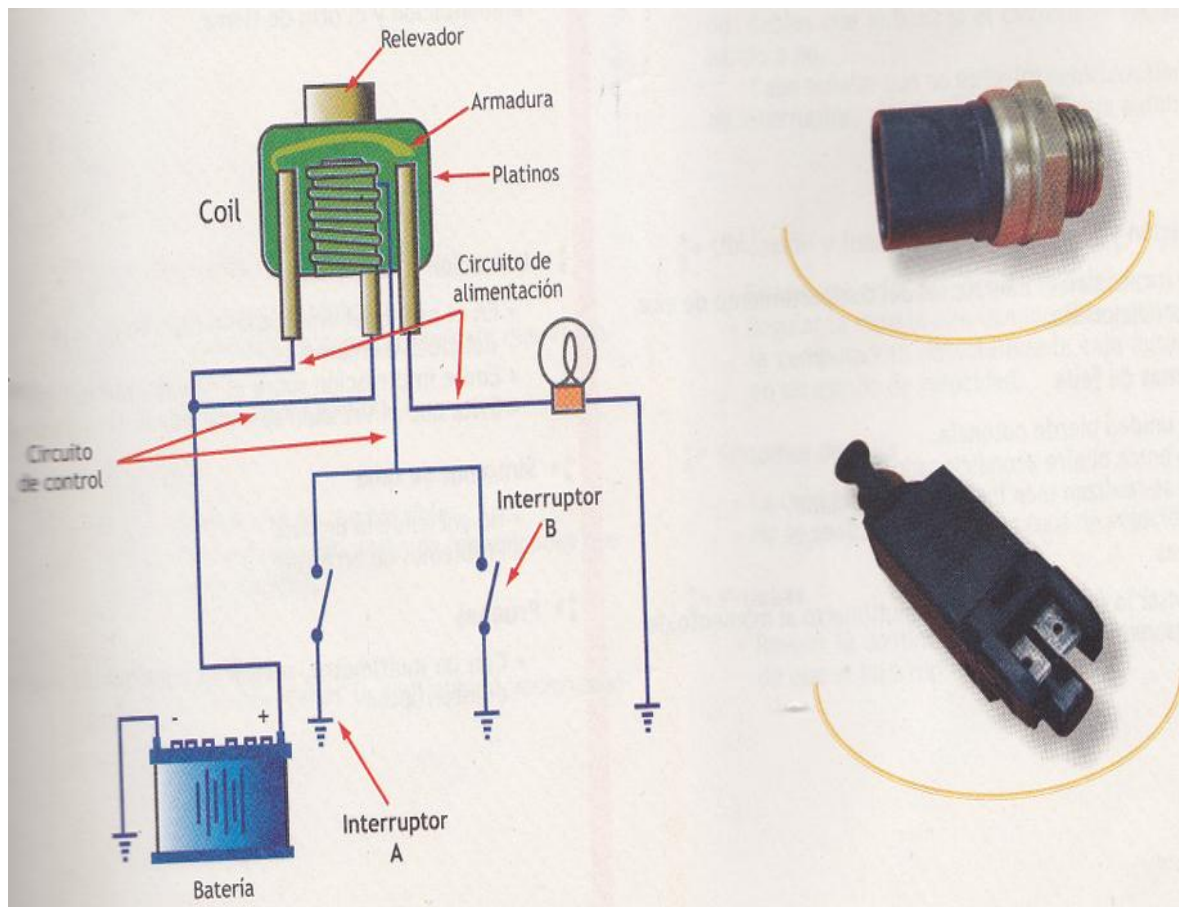
**2.2.4 Interruptores del sistema de inyección.** Recordemos que la operación de la computadora empieza con una señal que es enviada, ya sea por un sensor o por un interruptor. Esta señal de voltaje o señal de entrada generalmente tiene un valor de 5 o 12 voltios y también es conocida como señal de referencia.

Los circuitos internos de la computadora monitorean la señal y después es utilizada para realizar varios cálculos. Dependiendo del método de operación, las entradas se clasifican en: interruptores, señales de digitales y sensores variables.

Los interruptores proporcionan información ON u OFF, mientras que los sensores variables proporcionan un amplio rango de señales digitales y variables.

Ahora bien, podemos definir un interruptor como el dispositivo que monitorean el cierre o apertura de un circuito que está operando en ese momento y que pone a funcionar a un sistema o conjunto de dispositivo.

Figura 28. Interruptores del sistema de inyección



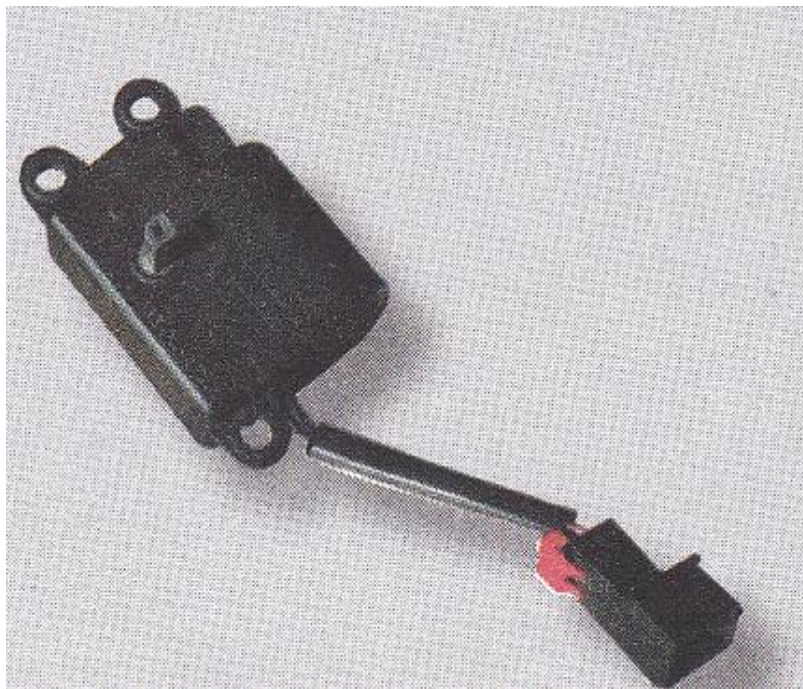
Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

De tal manera que la señal más simple que recibe la computadora es conocida como una entrada del interruptor. Esta información la computadora la interpreta como una operación lógica binaria (0=apagado o abierto, 1= encendido o cerrado), informan a la computadora sobre el cierre o apertura de circuitos de operación del motor; y con esta información, la ECU, por medio de sus actuadores, ajusta las condiciones de operación.

**Interruptor del aire acondicionado.** Este interruptor tampoco se encuentra en todos los automóviles; existe solo en las unidades que poseen aire acondicionado (en México).

Con la información que envía a la ECU, esta aumenta las RPM del motor porque la carga en el sistema se incrementa debido al aire acondicionado. Cuenta con dos cables que cierran el circuito anterior. Se localiza en el interruptor del compartimiento del aire acondicionado.

Figura 29. Interruptor del aire acondicionado.



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

**Interruptor del embrague.** Normalmente, este tipo de interruptor se utiliza en el embrague para que el vehículo no se encienda de forma accidental; y para que la caja, por accidente, no transmita movimiento alguno cuando se ponga en marcha el motor.

Con esta señal, la computadora “sabe” si el vehículo debe arrancar o no. Este interruptor se localiza a la altura del embrague del automotor. Cuenta con dos cables, uno de los cuales es de alimentación y el otro de tierra

Figura 30. Interruptor del embrague.



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

**Interruptor de freno.** Cuando se aplica el freno, el automóvil requiere de menos combustible porque tiene que disminuir sus revoluciones y su velocidad. La computadora utiliza esta señal con dos propósitos: primero, disminuir la cantidad de combustible, para que el motor no se ahogue; y, segundo, modificar el tiempo de encendido, a fin de que el motor no sea afectado. Está ubicado en el pedal del freno del motor.

Figura 31. Interruptor de freno.



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

**Interruptor parking/neutral.** Este interruptor funciona cuando al unidad cuenta con una caja automática. Cuando no se encuentra en posición de parking o neutral, puede ocasionar que el automóvil no arranque; y cuando la computadora detecta el cambio de posición de la palanca de velocidades, aumenta la cantidad de combustible y de aire, para que se compense la carga del motor y este no se apague por tener la carga de la caja automática al entrar en operación.

Se localiza en la palanca de velocidades, y cuenta con dos cables que indica si el circuito se encuentra funcionando o no.

Cabe señalar que no todos los vehículos tienen este tipo de interruptor; solo los que poseen caja automática.

Figura 32. Interruptor parking/neutral.



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

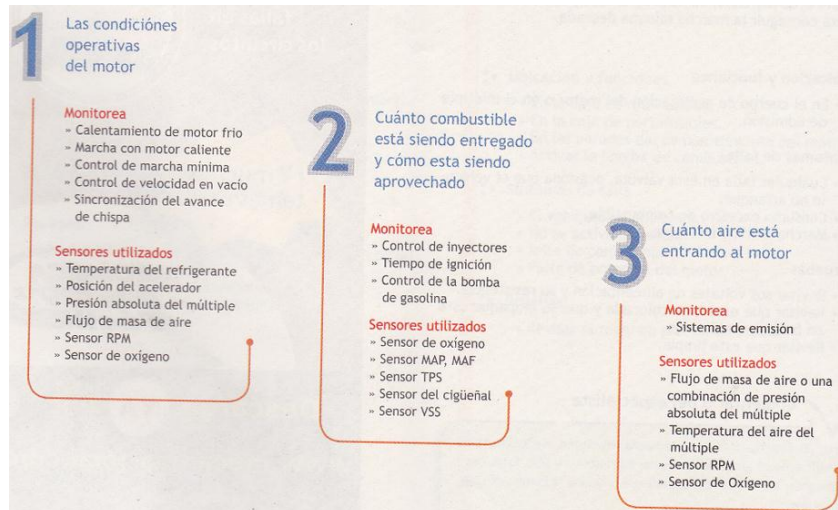
### **2.3 Monitoreo de las señales.**

Tal como la ECU recibe diferentes señales que condicionan las órdenes que envía a determinados dispositivos. Por ahora, solo analizaremos las acciones más importantes que la ECU ejecuta como respuestas a dichas señales.

Para ejecutar las órdenes de manera correcta, es necesario que la computadora se “informe” previamente sobre ciertas condiciones de funcionamiento del motor; solo así, podrá efectuar tareas de control y ajuste de operaciones; esto significa que para hacer sus funciones, la computadora necesita de todos los “órganos de sus sentidos”: sensores e interruptores.

Este monitoreo se realiza siempre que la unidad está operando. Las funciones que monitorea, se agrupan básicamente en tres grupos.

Figura 33. Monitoreo de las señales



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

Recordemos que existen otras funciones especializadas, que si bien cuentan con sus propias unidades de control independientes, también establecen comunicación con la unidad central, ya que en algunos casos comparten la información proporcionada por algunos sensores y actuadores.

Figura 34. Sistemas de seguridad activa y pasiva



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

**2.3.1 Condiciones operativas del motor.** Las condiciones que se deben tomar en cuenta son.

*Condición de calentamiento del motor frío.* El sensor de temperatura de refrigerante, le dice a la computadora cuan caliente está el moto. Esta información ha sido programada permanentemente dentro de la computadora.

Y una vez que la computadora es “informada” sobre la temperatura del motor, determina la cantidad del aire entrante; entonces busca en su programación la cantidad de combustible que debe entregar y, de acuerdo con este dato, pone en funcionamiento a los inyectores de combustible.

*Condición de marcha con motor caliente.* La computadora “observa” a los sensores de la temperatura del refrigerante y de la posición del acelerador, para “saber” en que momento el motor se ha calentado totalmente y en qué momento se encuentra en marcha.

Al igual que en el caso anterior, la ECU determina la cantidad de aire que está entrando en el motor, y con esta información, entrega la cantidad de combustible que debe proveer la mezcla optima de aire combustible. La gran diferencia radica en que, esta vez, la computadora utiliza el sensor de oxígeno para verificar el proceso; y con base en tal resultado, realiza los ajustes necesarios para asegurar que la entrega de combustible sea correcta.

Recordemos que el sensor de oxigeno funciona solo cuando está muy caliente; y que puede controlar el valor de la mezcla aire-combustible solo con “motor caliente”, y enviar la señal nuevamente a la computadora.

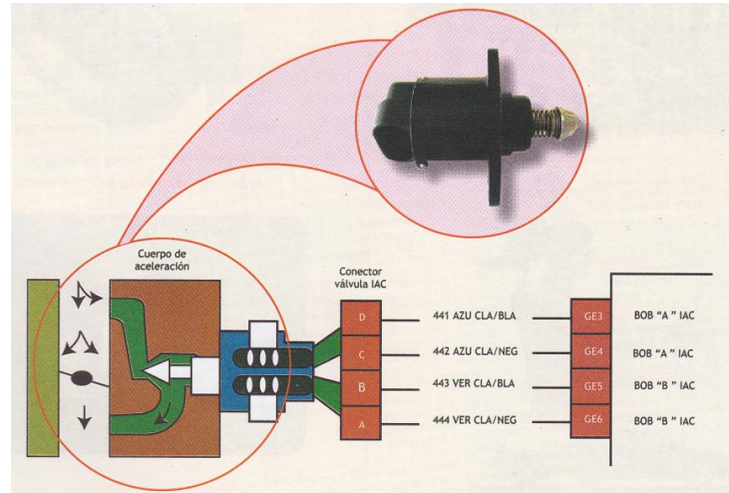
*Control de la marcha mínima del motor.* Son las revoluciones por un minuto de un motor, cuando se encuentra detenido o encendido.

Todos los motores tienen su régimen de ralentí o de marcha mínima; y por medio de este régimen, cada uno de ellos funciona en unas revoluciones mínimas de operación; la computadora vigila y controla esto, dependiendo de las circunstancias.

La computadora realiza el control de la marcha mínima del motor, por medio de la válvula IAC; y controla el tiempo de encendido y los inyectores, una vez que los

sensores e interruptores le mandan información sobre las condiciones operativas del motor. Con estos datos, la ECU puede regular las RPM del mismo.

Figura 35. Control de la marcha mínima del motor.



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

El control de la marcha mínima del motor se hace de manera similar en todos los modelos y marcas del vehículo.

*Control de la velocidad de vacío.* Los sensores de la posición del acelerador y RPM le indican a la computadora el momento en que el vehículo se encuentra en marcha lenta. Algunas veces, en el acelerador se utiliza un interruptor de posición en vacío.

Tras conocer las RPM, la computadora ajusta un dispositivo de control de velocidad de vacío en el vehículo, para mantener la condición en vacío deseada.

*Sincronización del avance de chispa.* Durante el funcionamiento del vehículo, la sincronización cambia, ya sea por el vacío del motor (función de avance de vacío) o por las RPM del mismo (función del avance centrífugo).

La computadora verifica los sensores, para determinar la velocidad del vehículo, carga y temperatura del motor (sensores de RPM, posición del acelerador, temperatura del refrigerante y presión del múltiple o sensores de flujo de masa de aire).

Por último, de acuerdo con las instrucciones programadas desde fábrica, la computadora ajusta la sincronización.

**2.3.2 Cantidad de combustible entregado y como es aprovechado.** Se toma en cuenta los siguientes parámetros.

**Control de inyectores.** El control de inyectores es realizado por la computadora; pero para hacerlo, necesita recibir información (señales) sobre el comportamiento del motor.

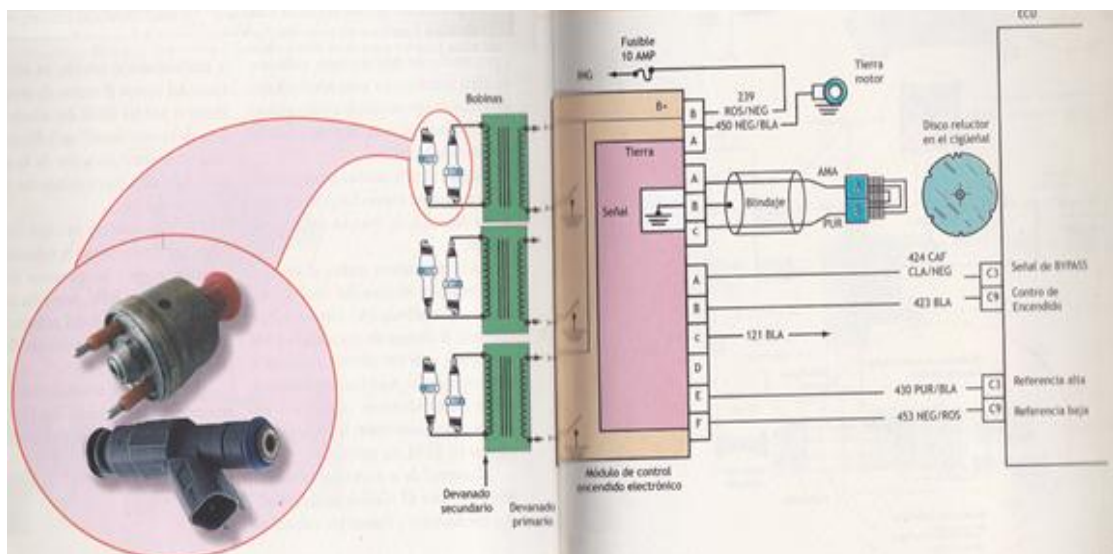
La ECU debe “saber” si el motor esta acelerado, quieto, en marcha mínima, con cierta temperatura, en velocidad de crucero o apagado; y una vez que “lo sabe” (mediante las señales que le proporcionan los sensores TPS, ECT, MAP, de oxígeno, así como VSS), hace funcionar los inyectores de modo que habrán y cierran su circuito para que dejen salir la gasolina; esto depende en los requerimientos de la mezcla aire-combustible.

El control de inyectores sirve para regular la cantidad de gasolina que hay en el motor; y con esto, mejora la potencia y el rendimiento del mismo.

Este control es realizado por la computadora, una vez que los sensores de oxígeno, de temperatura, MAP o MAF, y sensores del cigüeñal o de efecto Hall (según sea el caso) le suministran información sobre el estado del motor.

El control de inyectores se lleva a cabo de distintas maneras, dependiendo del tipo del motor, de la programación de la computadora, de las necesidades de más potencia, etc.

Figura 36. Control de inyectores



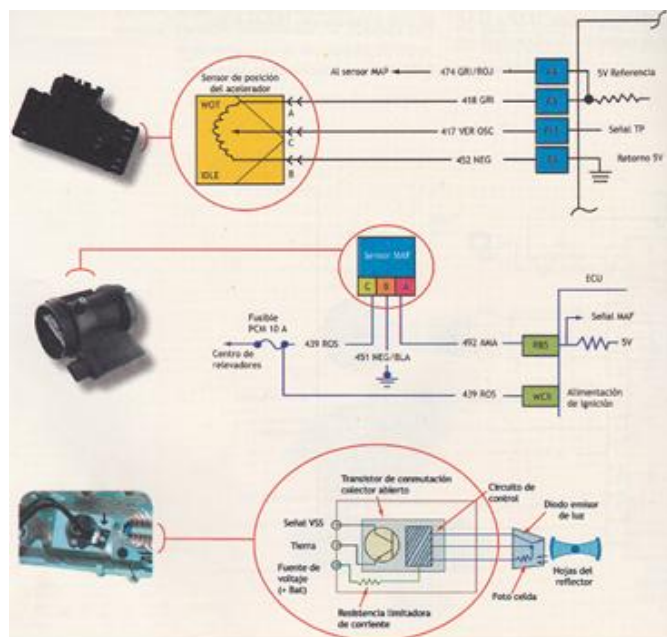
Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006



**Control del tiempo de ignición.** Es una función que realiza la computadora, para controlar y hacer más eficiente el encendido; de esta manera, la mezcla se quema con mayor eficiencia en los cilindros.

Este control es responsabilidad de los sensores de oxígeno, MAP, de temperatura, TPS, del cigüeñal o de efecto Hall. Sirve para controlar el encendido en las bobinas del motor y, con esto, generar una chispa de mayor calidad y eficiencia.

Figura 37. Control del tiempo de ignición.



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

El control del tiempo de ignición es realizada cada vez que el motor detecta que el motor se encuentra girando o en ralenti.

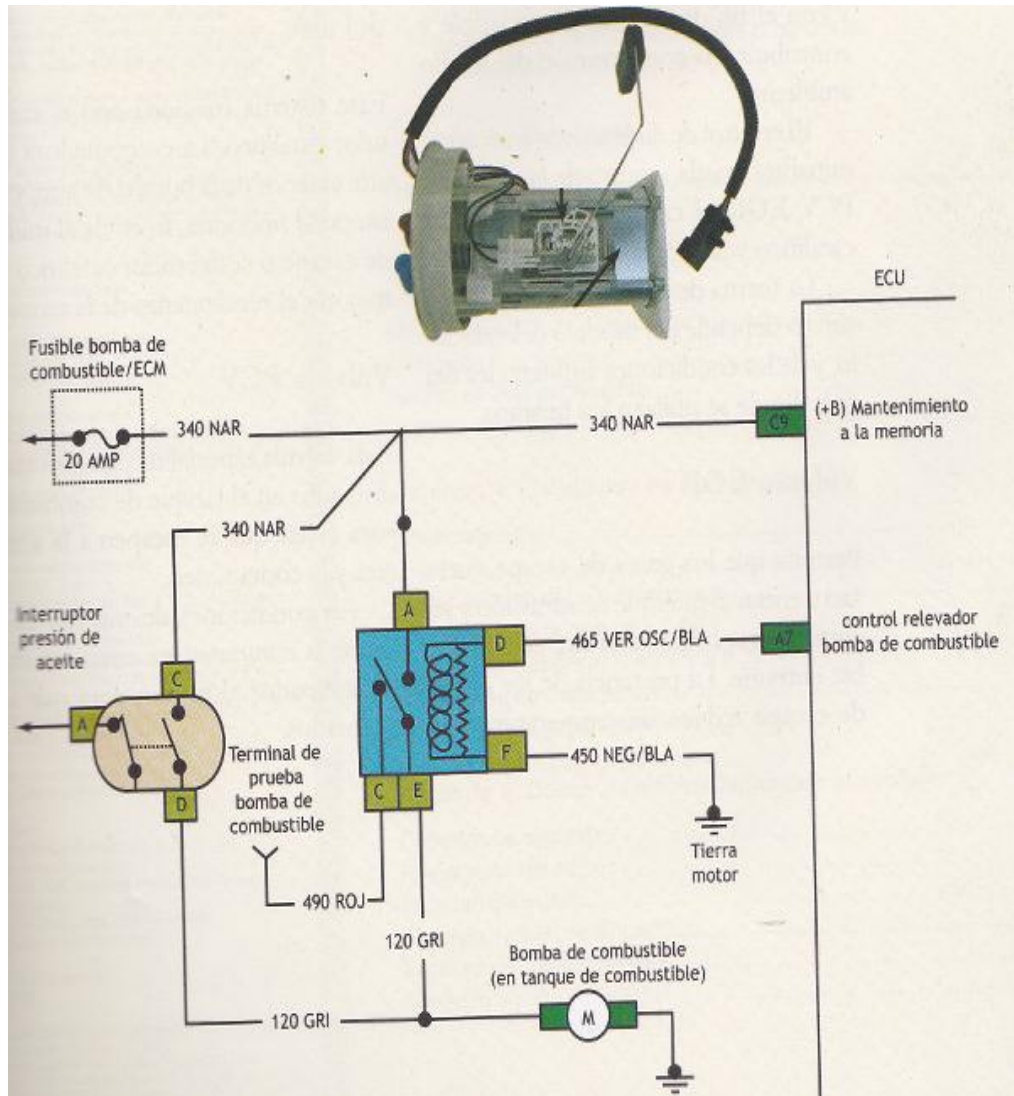
Este control se hace de distintas maneras, dependiendo del tipo de sistema del motor y de la programación del software de la computadora del mismo.

**Control de la bomba de gasolina.** Es una función que realiza la computadora. Por medio del relevador de la bomba de gasolina, la ECU la pone a funcionar para que suministre combustible en el momento adecuado.

Cuando en conmutador se abre, normalmente la bomba funciona unos segundos; y con esto, presuriza el sistema.

La forma de controlar esta bomba, varía entre los distintos modelos de automóviles y entre los diferentes tipos de inyección de combustible.

Figura 38. Control de la bomba de gasolina



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

**2.3.3 Aire entregado al motor.** Esta función permite disminuir las emisiones contaminantes del automóvil. La computadora la realiza, con el fin de reducir la emisión de gases contaminantes; y por medio de sensores (principalmente el de oxígeno y de temperatura), verifica como está saliendo la mezcla aire-combustible; es decir, debe realizarse cuando aumenta las emisiones, y con el fin de ahorrar el combustible y contribuir a la conservación del medio ambiente. El control de dispositivos anticontaminantes queda a cargo de las válvulas PCV, EGR, el canister, el convertidor catalítico y la propia computadora.

La forma de controlar estos dispositivos depende del modelo del vehículo, y de las condiciones ambientales del país donde se utilizan los mismos.

**Válvula EGR.** Permite que los gases de escape vuelvan a entrar al múltiple de admisión y se combinen con la mezcla aire-combustible entrante. La presencia de los gases de escape reduce las temperaturas de combustión; y esto, a su vez, reduce las emisiones contaminantes. La computadora controla el flujo de gases a través de la válvula.

El sistema EGR se utiliza solo durante las condiciones de marcha en caliente del motor [17].

**Sistema de temperatura de aire.** Este sistema funciona con el convertidor catalítico. La computadora toma aire exterior de la bomba de aire; y en la cantidad necesaria, lo envía al múltiple de escape o convertidor catalítico para mejorar el rendimiento de la emisión.

**Válvula PCV.** Esta válvula especial recoge los vapores disipados en el tanque de combustible, para evitar que se escapen a la atmosfera y la contaminen.

En condiciones de marcha en caliente, la computadora envía los vapores atrapados al motor, para que sean quemados.

## **2.4 Diagnóstico a bordo [18].**

OBD (On Board Diagnostic - Diagnostico a Bordo) es una normativa que intenta disminuir los niveles de contaminación producida por los vehículos a motor.

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

La primera norma implantada fue la OBD I en 1988, donde se monitorizaban los parámetros de algunas partes del sistema como: La sonda lambda, el sistema EGR y ECM (Modulo de control). Una lámpara indicadora de mal funcionamiento (MIL), denominada Check Engine o Service Engine Soon, era requerida para que se

iluminara y alertara al conductor del mal funcionamiento y de la necesidad de un servicio de los sistemas de control de emisiones.

Un código de falla (Diagnostic Trouble Code - DTC) era requerido para facilitar la identificación del sistema o componente asociado con la falla. Para modelos a partir de comienzos de 1994, ambos, CARB y la Agencia de Protección del Medio Ambiente (Environmental Protection Agency - EPA) aumentaron los requerimientos del sistema OBD, convirtiéndolo en el hoy conocido OBD II (2ª generación). A partir de 1996 los vehículos fabricados e importados por los USA tendrían que cumplir con esta norma.

Según esto OBD II es un conjunto de normalizaciones que procuran facilitar el diagnóstico de averías y disminuir el índice de emisiones de contaminantes de los vehículos. La norma OBD II es muy extensa y está asociada a otras normas como SAE e ISO.

Estos requerimientos del sistema OBDII rigen para vehículos alimentados con gasolina, gasoil (diesel) y están comenzando a incursionar en vehículos que utilicen combustibles alternativos.

El sistema OBD II controla virtualmente todos los sistemas de control de emisiones y componentes que puedan afectar los gases de escape o emisiones valorativas. Si un sistema o componente ocasiona que se supere el umbral máximo de emisiones o no opera dentro de las especificaciones del fabricante, un DTC (Diagnostic Trouble Code) debe ser almacenado y la lámpara MIL deberá encenderse para avisar al conductor de la falla. .

Un DTC es almacenado en la Memoria de Almacenamiento Activa (PCM Keep Alive Memory - KAM) cuando un mal funcionamiento es inicialmente detectado. En muchos casos la MIL es iluminada después de dos ciclos de uso consecutivos en los que estuvo presente la falla. Una vez que la MIL se ha iluminado, deben transcurrir tres ciclos de uso consecutivos sin que se detecte la falla para que la MIL se apague.

El DTC será borrado de la memoria después de 40 ciclos de arranque y calentamiento del motor después que la MIL se halla apagado.

En adición a las especificaciones y estandarizaciones, muchos de los diagnósticos y operaciones de la MIL requieren en OBD II el uso de Conector de Diagnóstico

standard (Diagnostic Link Connector - DLC), enlaces de comunicaciones y mensajes standard, DTCs y terminologías estandarizados.

Ejemplos de información de diagnóstico standard son los Datos Congelados en Pantalla (Freeze Frame Data) y los Indicadores de Inspección y Mantenimiento (Inspection Maintenance Readiness Indicators - IM).

Los datos congelados describen los datos almacenados en la memoria KAM en el momento que la falla es inicialmente detectada. Los datos congelados contienen parámetros tales como RPM y carga del motor, estado del control de combustible, encendido y estado de la temperatura de motor.

Los datos congelados son almacenados en el momento que la primera falla es detectada, de cualquier manera, las condiciones previamente almacenadas serán reemplazadas si una falla de combustible o pérdida de encendido (misfire) es detectada. Se tiene acceso a estos datos con un scanner para recibir asistencia en la reparación del vehículo.

*OBDI.* Es el sistema OBD 1 de diagnóstico del automóvil que avisa las posibles disfunciones del motor. Actualmente este sistema es renovado por otro sistema más complejo (OBD2).

Generalmente el OBD1 que está incorporado en la ECU, se encuentra en el lado del pasajero.

Figura 39. Ubicación del conector OBD I



Fuente: <http://mektronikar.blogspot.com/2010/09/diagnostico-bordo-obd-obdi-obdii.html>

Contando la cantidad de parpadeos o flashazos que te muestre el Check Engine Light (señal lumínica intermitente) puedes descifrar que problema te está indicando el carro.

Los flashazos cortos significan unidades y los flashazos largos son decenas.

Figura 40. Cuadro Comparativo del estándar OBD I y el OBD II

MONITOREO	
OBD 1	OBD 2
▶ SENSOR DE OXIGENO	▶ CATALIZADOR
▶ SISTEMA EGR	▶ FALLA DE ENCENDIDO
▶ SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE	▶ SISTEMA DE COMBUSTIBLE
▶ PCM	▶ SENSOR DE OXIGENO
	▶ CALEFACTOR DEL SENSOR DE OXIGENO
	▶ SISTEMA EVAP
	▶ SISTEMA EGR

Fuente: <http://mektronikar.blogspot.com/2010/09/diagnostico-bordo-obd-obdi-obdii.html>

*OBD II (On Board Diagnostics Second Generation)*: Diagnostico a Bordo segunda generación.

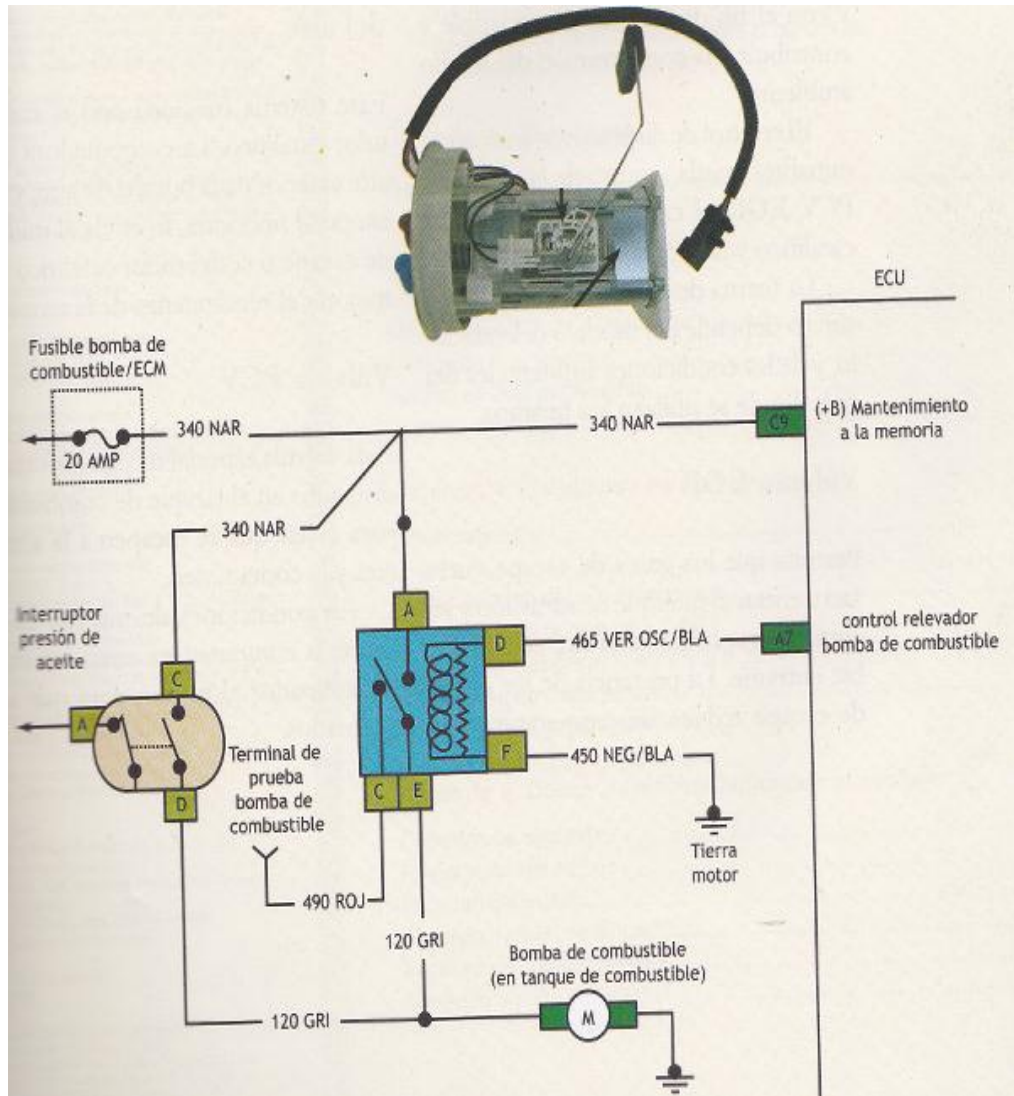
Sabemos que los vehículos vienen equipados con computadoras, también sabemos que las computadoras han evolucionado estos últimos años, de tal manera que la capacidad de procesamiento de los últimos adelantos en computación, no tenían porque, ser ajenos a los vehículos.

La diferencia entre OBD II, y los sistemas computarizados anteriores a 1996; consiste elementalmente, en que el sistema OBD II, es un sistema que generaliza la forma de leer los códigos de la computadora de a bordo, lo que quiere decir que no necesita adaptadores para hacer la conexión, sin importar si los vehículos, sean de fabricación nacional o extranjera; ni tampoco andar rastreando por todo el vehículo, tratando de ubicar el bendito conector, que sirve para apagar la luz de: "chequear el motor", "servicio rápido". "check engine", etc.

A partir de enero de 1996, se requiere que los vehículos vendidos en los estados unidos; sean compatibles con OBD II. La mayoría de fabricantes de los Estados Unidos, ya venían equipando sus vehículos con OBD II desde 1994.

La forma de controlar esta bomba, varía entre los distintos modelos de automóviles y entre los diferentes tipos de inyección de combustible.

Figura 38. Control de la bomba de gasolina



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

**2.3.3 Aire entregado al motor.** Esta función permite disminuir las emisiones contaminantes del automóvil. La computadora la realiza, con el fin de reducir la emisión de gases contaminantes; y por medio de sensores (principalmente el de oxígeno y de temperatura), verifica como está saliendo la mezcla aire-combustible; es decir, debe realizarse cuando aumenta las emisiones, y con el fin de ahorrar el combustible y contribuir a la conservación del medio ambiente. El control de dispositivos anticontaminantes queda a cargo de las válvulas PCV, EGR, el canister, el convertidor catalítico y la propia computadora.

La forma de controlar estos dispositivos depende del modelo del vehículo, y de las condiciones ambientales del país donde se utilizan los mismos.

**Válvula EGR.** Permite que los gases de escape vuelvan a entrar al múltiple de admisión y se combinen con la mezcla aire-combustible entrante. La presencia de los gases de escape reduce las temperaturas de combustión; y esto, a su vez, reduce las emisiones contaminantes. La computadora controla el flujo de gases a través de la válvula.

El sistema EGR se utiliza solo durante las condiciones de marcha en caliente del motor [17].

**Sistema de temperatura de aire.** Este sistema funciona con el convertidor catalítico. La computadora toma aire exterior de la bomba de aire; y en la cantidad necesaria, lo envía al múltiple de escape o convertidor catalítico para mejorar el rendimiento de la emisión.

**Válvula PCV.** Esta válvula especial recoge los vapores disipados en el tanque de combustible, para evitar que se escapen a la atmosfera y la contaminen.

En condiciones de marcha en caliente, la computadora envía los vapores atrapados al motor, para que sean quemados.

## **2.4 Diagnóstico a bordo [18].**

OBD (On Board Diagnostic - Diagnostico a Bordo) es una normativa que intenta disminuir los niveles de contaminación producida por los vehículos a motor.

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

La primera norma implantada fue la OBD I en 1988, donde se monitorizaban los parámetros de algunas partes del sistema como: La sonda lambda, el sistema EGR y ECM (Modulo de control). Una lámpara indicadora de mal funcionamiento (MIL), denominada Check Engine o Service Engine Soon, era requerida para que se



iluminara y alertara al conductor del mal funcionamiento y de la necesidad de un servicio de los sistemas de control de emisiones.

Un código de falla (Diagnostic Trouble Code - DTC) era requerido para facilitar la identificación del sistema o componente asociado con la falla. Para modelos a partir de comienzos de 1994, ambos, CARB y la Agencia de Protección del Medio Ambiente (Environmental Protection Agency - EPA) aumentaron los requerimientos del sistema OBD, convirtiéndolo en el hoy conocido OBD II (2ª generación). A partir de 1996 los vehículos fabricados e importados por los USA tendrían que cumplir con esta norma.

Según esto OBD II es un conjunto de normalizaciones que procuran facilitar el diagnóstico de averías y disminuir el índice de emisiones de contaminantes de los vehículos. La norma OBD II es muy extensa y está asociada a otras normas como SAE e ISO.

Estos requerimientos del sistema OBDII rigen para vehículos alimentados con gasolina, gasoil (diesel) y están comenzando a incursionar en vehículos que utilicen combustibles alternativos.

El sistema OBD II controla virtualmente todos los sistemas de control de emisiones y componentes que puedan afectar los gases de escape o emisiones valorativas. Si un sistema o componente ocasiona que se supere el umbral máximo de emisiones o no opera dentro de las especificaciones del fabricante, un DTC (Diagnostic Trouble Code) debe ser almacenado y la lámpara MIL deberá encenderse para avisar al conductor de la falla. .

Un DTC es almacenado en la Memoria de Almacenamiento Activa (PCM Keep Alive Memory - KAM) cuando un mal funcionamiento es inicialmente detectado. En muchos casos la MIL es iluminada después de dos ciclos de uso consecutivos en los que estuvo presente la falla. Una vez que la MIL se ha iluminado, deben transcurrir tres ciclos de uso consecutivos sin que se detecte la falla para que la MIL se apague.

El DTC será borrado de la memoria después de 40 ciclos de arranque y calentamiento del motor después que la MIL se halla apagado.

En adición a las especificaciones y estandarizaciones, muchos de los diagnósticos y operaciones de la MIL requieren en OBD II el uso de Conector de Diagnóstico

standard (Diagnostic Link Connector - DLC), enlaces de comunicaciones y mensajes standard, DTCs y terminologías estandarizados.

Ejemplos de información de diagnóstico standard son los Datos Congelados en Pantalla (Freeze Frame Data) y los Indicadores de Inspección y Mantenimiento (Inspection Maintenance Readiness Indicators - IM).

Los datos congelados describen los datos almacenados en la memoria KAM en el momento que la falla es inicialmente detectada. Los datos congelados contienen parámetros tales como RPM y carga del motor, estado del control de combustible, encendido y estado de la temperatura de motor.

Los datos congelados son almacenados en el momento que la primera falla es detectada, de cualquier manera, las condiciones previamente almacenadas serán reemplazadas si una falla de combustible o pérdida de encendido (misfire) es detectada. Se tiene acceso a estos datos con un scanner para recibir asistencia en la reparación del vehículo.

*OBDI.* Es el sistema OBD 1 de diagnóstico del automóvil que avisa las posibles disfunciones del motor. Actualmente este sistema es renovado por otro sistema más complejo (OBD2).

Generalmente el OBD1 que está incorporado en la ECU, se encuentra en el lado del pasajero

Figura 39. Ubicación del conector OBD I



Fuente: <http://mektronikar.blogspot.com/2010/09/diagnostico-bordo-obd-obdi-obdii.html>

Contando la cantidad de parpadeos o flashazos que te muestre el Check Engine Light (señal lumínica intermitente) puedes descifrar que problema te está indicando el carro.

Los flashazos cortos significan unidades y los flashazos largos son decenas.

Figura 40. Cuadro Comparativo del estándar OBD I y el OBD II

MONITOREO	
OBD 1	OBD 2
▶ SENSOR DE OXIGENO	▶ CATALIZADOR
▶ SISTEMA EGR	▶ FALLA DE ENCENDIDO
▶ SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE	▶ SISTEMA DE COMBUSTIBLE
▶ PCM	▶ SENSOR DE OXIGENO
	▶ CALEFACTOR DEL SENSOR DE OXIGENO
	▶ SISTEMA EVAP
	▶ SISTEMA EGR

Fuente: <http://mektronikar.blogspot.com/2010/09/diagnostico-bordo-obd-obdi-obdii.html>

*OBD II (On Board Diagnostics Second Generation)*: Diagnostico a Bordo segunda generación.

Sabemos que los vehículos vienen equipados con computadoras, también sabemos que las computadoras han evolucionado estos últimos años, de tal manera que la capacidad de procesamiento de los últimos adelantos en computación, no tenían porque, ser ajenos a los vehículos.

La diferencia entre OBD II, y los sistemas computarizados anteriores a 1996; consiste elementalmente, en que el sistema OBD II, es un sistema que generaliza la forma de leer los códigos de la computadora de a bordo, lo que quiere decir que no necesita adaptadores para hacer la conexión, sin importar si los vehículos, sean de fabricación nacional o extranjera; ni tampoco andar rastreando por todo el vehículo, tratando de ubicar el bendito conector, que sirve para apagar la luz de: "chequear el motor", "servicio rápido". "check engine", etc.

A partir de enero de 1996, se requiere que los vehículos vendidos en los estados unidos; sean compatibles con OBD II. La mayoría de fabricantes de los Estados Unidos, ya venían equipando sus vehículos con OBD II desde 1994.

**Circuito en corto.** Ocurre cuando un circuito se activa y no trabaja debido a que se queda en cierto nivel de voltaje por pérdida de señal por efecto de un corto circuito, es decir la unión de dos líneas una que tiene energía y la otra es tierra o negativo, lo que ocasiona un código de falla en el circuito del sensor o interruptor donde se genera la falla.

Figura 47. Circuito en corto.



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

**Circuito abierto.** Se genera cuando la ECU no recibe la señal alguna, ya sea de bajo o alto voltaje en un circuito del sensor o interruptor determinado; por lo regular este tipo de fallas se suceden cuando se baja el motor para realizar una reparación y no se tiene cuidado con las líneas de alimentación de circuitos de sensores e interruptores al abrirlas accidentalmente.

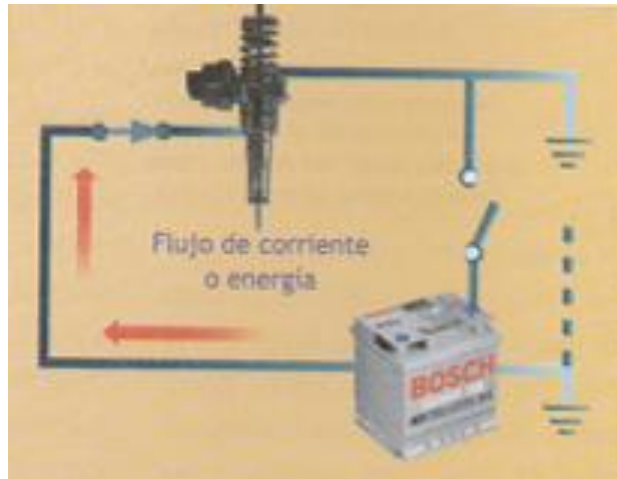
Figura 48. Circuito abierto.



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

**Circuito a masa.** Sucede cuando la señal de un circuito de algún sensor o interruptor se va a tierra, lo que ocasiona que la ECU no registre la señal adecuadamente y se genera el código de falla correspondiente. Al igual que en el circuito abierto el error pudo ser un descuido al manejar los mazos de alambres del motor o bien un problema interno de la propia computadora.

Figura 49. Circuito a masa



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

**Circuito open loop.** Este se genera cuando el motor se pone en marcha y las revoluciones por minuto están por encima de las 400 y hasta 600, por lo que el motor se encuentra en open loop.

La computadora entonces no utiliza la señal del sensor del oxígeno para calcular la mezcla de aire combustible, utiliza sensores como el TPS, el ECT, IAT, la señal del sensor MAP o MAF para calcular la carga del motor, entonces el sistema del auto permanecerá en open loop mientras se tenga las siguientes condiciones: el voltaje del sensor del oxígeno varía, el sensor de temperatura de temperatura del refrigerante está por encima de su nivel específico de trabajo un tiempo específico después de haber puesto en marcha el motor, el cual varía según el fabricante y programación en memoria de la unidad.

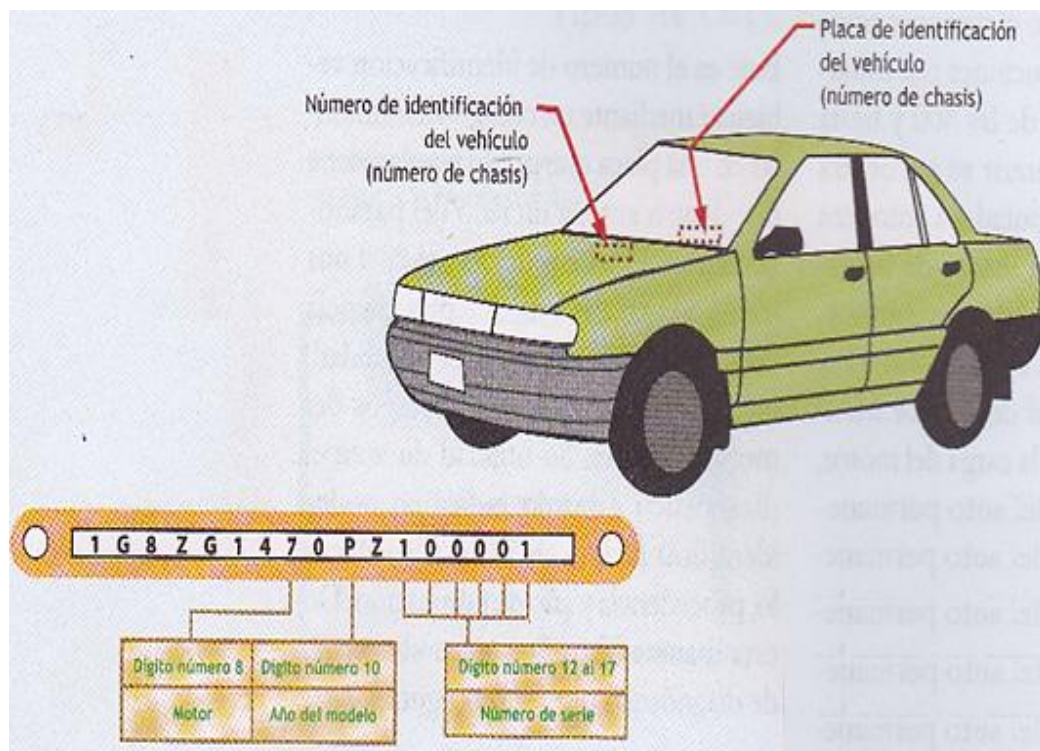
**Circuito closed loop.** Se detecta cuando en la unidad se reúnen las condiciones de tiempo, señal del sensor de oxígeno y del sensor de temperatura, por lo que el sistema del auto trabaja bajo este modo; por eso la ECM comienza a corregir la relación de

mezcla aire-combustible y para eso se basa en la señal del sensor del oxígeno, que como ya sabemos varía constantemente al tener las condiciones de trabajo adecuadas, tal como una temperatura idónea para dicho sensor.

**Número de identificación del vehículo (VIN).** Este es el número de identificación vehicular mediante un código alfanumérico en una placa que por lo regular viene por dentro del auto, a un lado de parabrisas enfrente del conductor, el cual nos indica a detalle el origen y procedencia del auto, motor tipo, año de la unidad, lugar de fabricación y los códigos del motor, etc.

Su utilidad durante el diagnóstico a bordo radica en poder identificar fácilmente el tipo de vehículo, procedencia y año de fabricación. De esta manera identificaremos el sistema de diagnóstico que utiliza.

Figura 50. Número de identificación del vehículo (VIN).



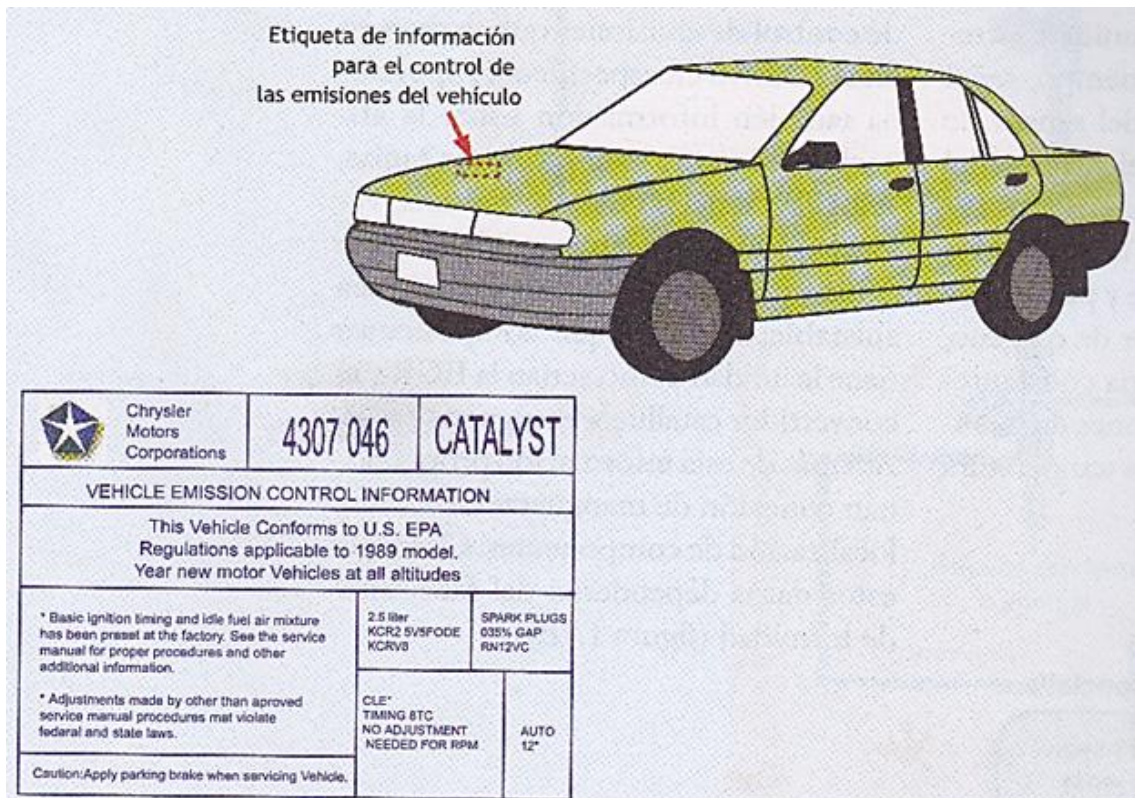
Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

**Etiqueta de información para el control de las emisiones del vehículo (VECI).** Es una etiqueta que se encuentra en la parte inferior del cofre. Identifica al motor, el sistema de combustible y los de control de emisiones que se usan en un automóvil en específico.

Proporciona también información sobre la afinación, tal como calibración de bujías, velocidad lenta en marcha mínima, velocidad rápida en marcha mínima, ajuste del tiempo inicial siempre y cuando sea ajustable; también que componentes tiene la unidad como serian la EGR y el convertidor catalítico, en algunos casos.

Además de esta información proporcionan conexión de mangueras de vacío y localización de componentes. Claro que estos datos dependerán del fabricante de la unidad.

Figura 51. Etiqueta de información para el control de emisiones



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2 México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

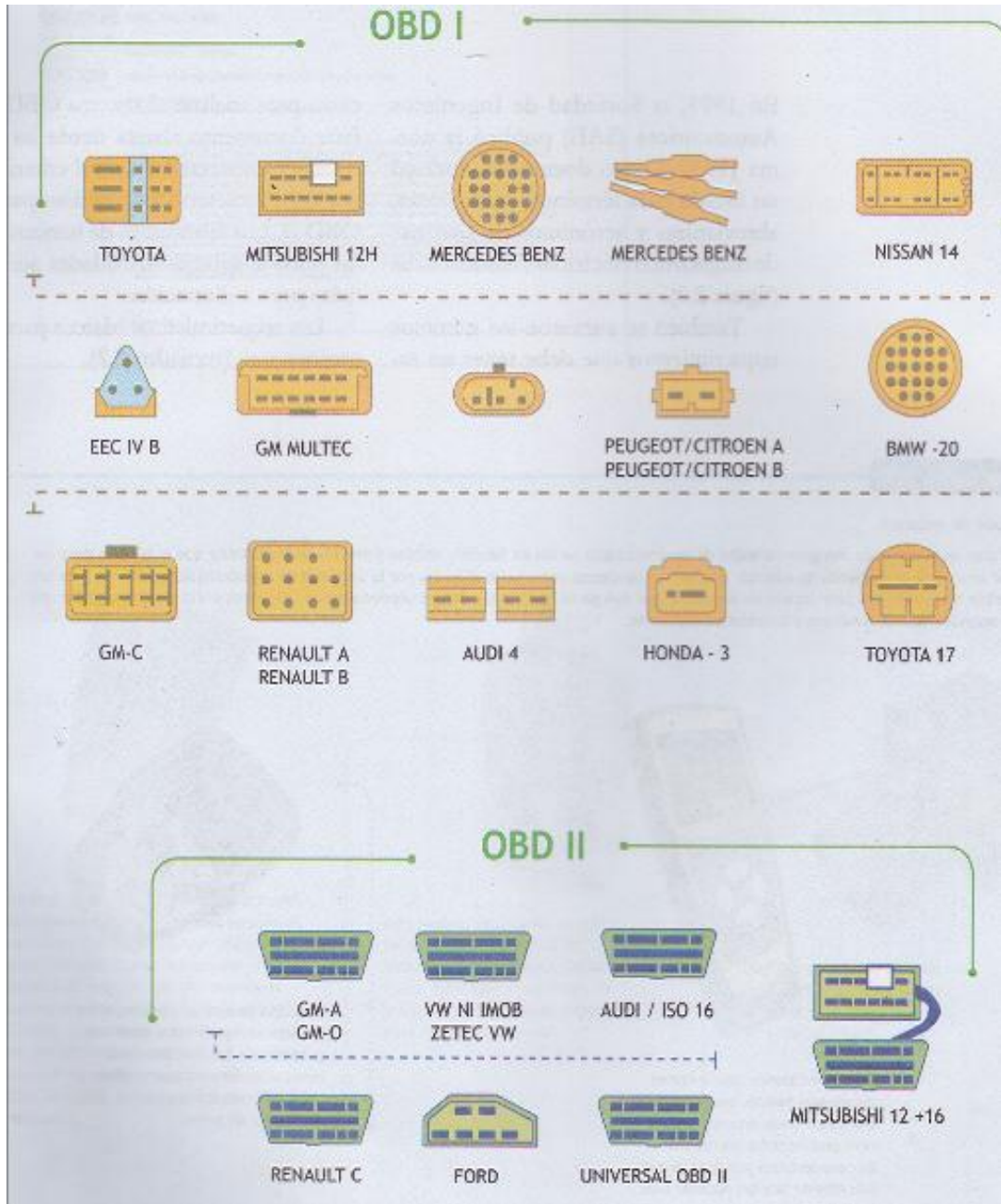
## 2.5 El escáner

La nueva generación de automóviles ha abierto las puertas a la integración de las computadoras y hace mucho más sencillo detectar averías y conocer con precisión el tipo de solución que se requiere.

Este avance tecnológico permite que los mecánicos comiencen a actualizarse en conceptos de electrónica y computación cuando se trata de reparar automóviles. Debido a que ahora las computadoras funcionan como un comando central las que

señalan con exactitud el problema en el vehículo, es necesario profesionalizar y modernizar el taller con herramientas especiales.

Figura 52. Tipos de conectores OBD I y OBD II



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

**2.5.1 Funciones universales del escáner.** En 1991, la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE) publicó la norma J1930. Dicho documento incluyó un listado para términos, definiciones, abreviaturas y acrónimos de sistemas de diagnósticos eléctrico / electrónicos.



También se anexaron los mínimos requerimientos que debe tener un escáner para analizar el sistema OBD II.

Este documento abarca desde las capacidades necesarias hasta el criterio que debe someterse todo escáner para el OBD II. Las fabricantes de herramientas pueden agregar habilidades adicionales pero a discreción.

*Los requerimientos básicos para un escáner son:*

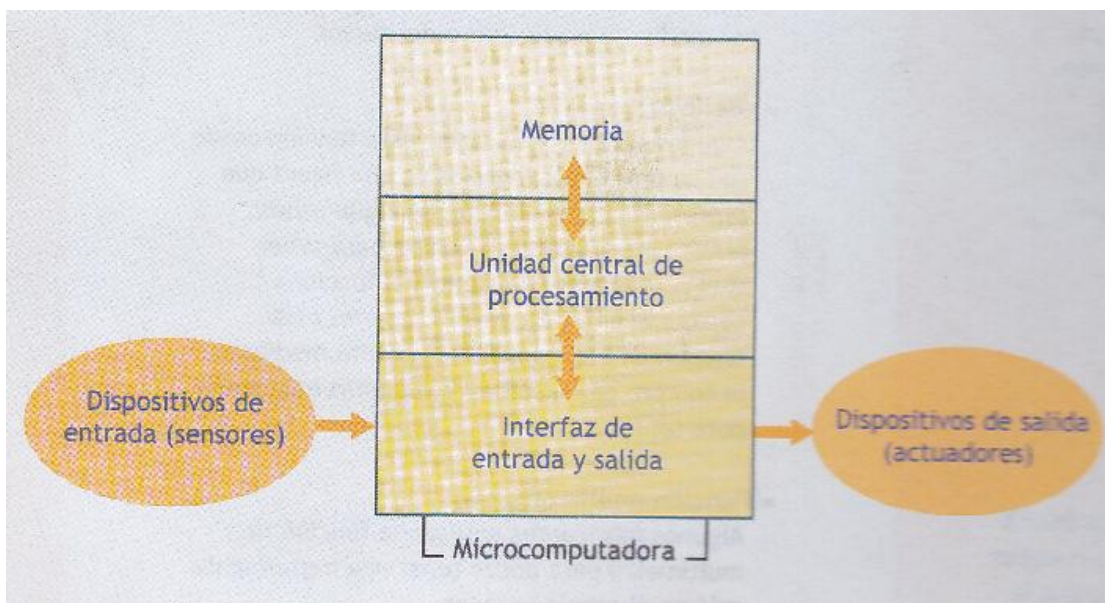
- ✓ . Determinación automática de la interface de comunicación usada.
- ✓ Exhibición de códigos de diagnóstico relacionados con la emisión, datos en curso, congelado de datos e información del sensor de oxígeno.
- ✓ *Autoconfigurable*: Permite al usuario desplegar en pantalla los datos seleccionados que pertenecen al área de diagnóstico en la cual se está interesado.
- ✓ *Línea de datos*. Permite al usuario monitorear datos entrantes y salientes de sensores, solenoides y transmisión de la computadora de a bordo. Los datos son actualizados en cuanto el motor se enciende para poder ver en acción los circuitos monitoreados por el sistema.
- ✓ *Códigos de falla*. Se presentan cuando un error en un circuito ha sido detectado por la computadora del vehículo. Los códigos duros se refieren a fallas presentes al momento del diagnóstico. Los suaves son los que aparecieron en el pasado, pero no están presentes al momento del diagnóstico.
- ✓ *Conversión sistema métrico/ingles*. Permite al usuario monitorear la línea de datos en sistema de medición estándar o métrica. Los manuales de reparaciones pueden proveer valores para realizar el diagnostico en unidades del sistema métrico decimal; todos los escáneres evaluados en este estudio tienen esta capacidad.
- ✓ *Borrado y congelado de los datos*. El escáner automáticamente borrara el código de falla de la computadora de a bordo sin necesidad de desconectar el fusible PCM (módulo de control del tren motriz) o desconectar la batería del automóvil.
- ✓ *Captura digital*. El escáner tiene la capacidad de grabar y reproducir los datos; esta característica es útil para diagnosticar fallas intermitentes.
- ✓ *Compatibilidad con una PC*. Los datos de las computadoras de a bordo pueden ser transferidos de un escáner a una computadora portátil o a una de escritorio

**2.5.2 Códigos de fallas.** Los códigos de diagnóstico de fallas (DTC) fueron diseñados con el fin de apoyar a los técnicos automotrices hacia un procedimiento correcto de servicio.

Recordemos que durante el monitoreo y control, la computadora recibe los datos de los sensores e interruptores, los analiza y compara con los parámetros establecidos para efectuar los ajustes necesarios y normalizar el funcionamiento de los actuadores involucrados. Si dicho ajuste no es suficiente y el desajuste de los parámetros continúa, almacenara en su memoria un código de diagnóstico.

Como podemos percatarnos, una parte de la computadora es justamente la memoria; recordemos como funciona, ya que eso nos ayudara a comprender mejor el porqué de los códigos de error.

Figura 53. Estructura básica de una computadora automotriz.



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

**2.5.3 Identificación de los códigos de falla.** Los DTC no necesariamente implican fallas en componentes específicos. La iluminación del mil es una especificación de fábrica y está basado en el monitoreo de como un mal funcionamiento de componentes y/o sistemas afectan las emisiones de contaminantes.

La SAE (Sociedad Americana de Ingenieros) publico la norma J2012 para indicar un estándar en cuanto al formato de los códigos de diagnóstico, el cual permite que los

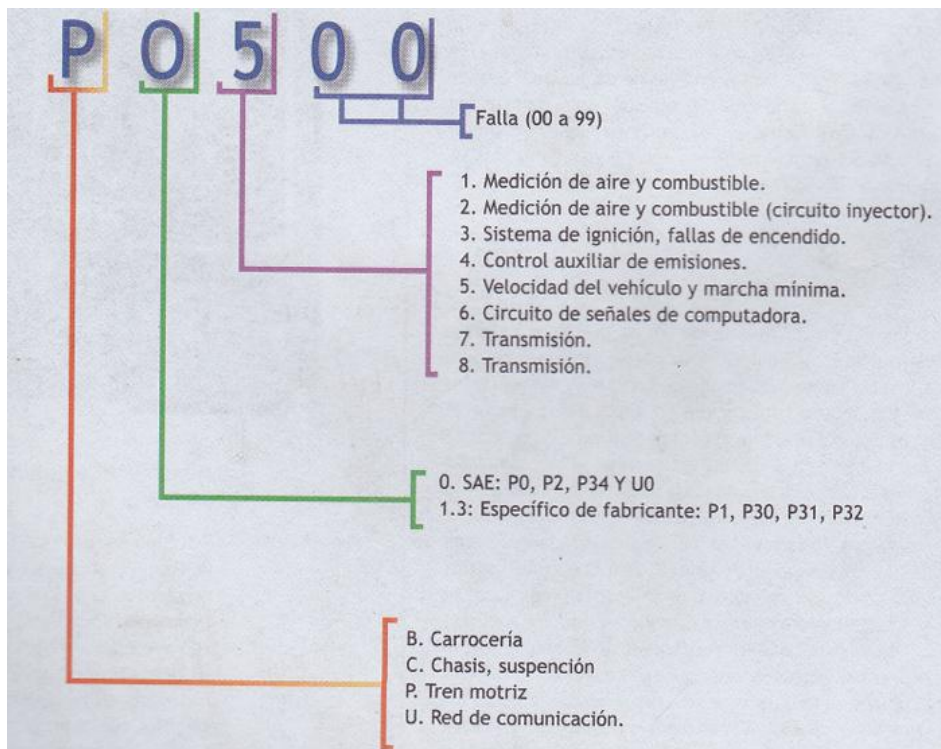
escáneres genéricos accedan a cualquier sistema. Formato asigna códigos alfanuméricos a las fallas y provee una guía de mensajes uniformes asociados con ellos. Es posible que las fallas, sin un código asignado, tengan uno otorgado por el fabricante.

Los DTC consisten en un código numérico de cinco dígitos: los dos primeros son una combinación para determinar el sistema del vehículo involucrado y a quien corresponda los datos registrados (SAE o fabricante). El tercero representa al sistema en el cual la falla ocurre, como el encendido, control de velocidad de marcha lenta, transmisión, etcétera.

El cuarto y quinto dígito representan al DTC específico para dicho sistema.

Por ejemplo, el código de diagnóstico P0131 indica que el sensor de oxígeno anterior al catalizador tiene su señal puesta a masa.

Figura 54. Identificación de los códigos de falla



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

*Código de falla temporal.* Este tipo de códigos puede aparecer en un momento y desaparecer después de un tiempo. Se almacena en la memoria y la luz MIL no

prende a menos que le mismo código de falla se registre en un segundo ciclo de manejo.

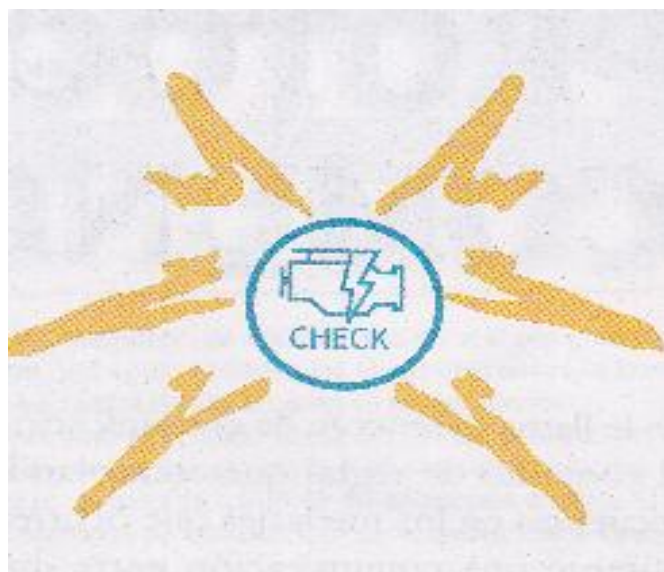
Figura 55. Código de falla temporal.



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

**Código de falla permanente.** Si al iniciar un segundo ciclo de manejo la computadora tenía códigos de falla temporal almacenados, la luz MIL parpadea de manera continua aproximadamente una vez por segundo. Si al término del segundo ciclo el código temporal sigue presente, la luz MIL quedara encendida, lo que indicara un código de falla permanente.

Figura 56. Código de falla permanente



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

**Borrado de códigos.** Este proceso consiste en borrar los códigos de la memoria de la computadora después de haberlos consultado y reparado; se borra mediante una secuencia de menús del mismo escáner.

Si el código no desaparece quiere decir que la falla no ha sido reparada. Esto nos lo indica la unidad al prender el foco de aviso de falla.

**2.5.4 Protocolos de comunicación.** Se llama protocolo de comunicación al conjunto de reglas que controlan la secuencia en los mensajes que ocurren durante una comunicación entre distintos elementos que forman una red, que pueden ser desde programas de una computadora hasta dispositivos electrónicos capaces de interactuar en la red.

*Estos protocolos regulan aspectos tales como:*

- ✓ Las secuencias posibles de mensajes que pueden arribar durante el proceso de la comunicación.
- ✓ La sintaxis de los mensajes intercambiados.
- ✓ Estrategias para corregir los errores.
- ✓ Estrategias para garantizar la seguridad.

**2.5.5 Estandarización.** Los protocolos que son aplicados en sistemas de comunicación que tienen un amplio impacto suelen convertirse en estándares, debido a que la comunicación es un factor fundamental en numerosos sistemas.

Para asegurar tal comunicación se vuelve necesario copiar el diseño y funcionamiento a partir del ejemplo preexistente. Esto ocurre tanto de manera informal como deliberada.

Existen consorcios empresariales que tienen como propósito precisamente proponer recomendaciones de estándares que se deben respetar para asegurar la operatividad de los diferentes sistemas.

En el caso de la industria automotriz dicha estandarización u homogeneidad de protocolos de comunicación son los que se conocen como sistemas OBDI, OBDII, CAN y EOBD.

Tabla 3. Estandarización de protocolos de comunicación

	OBD I	OBD II	CAN	OBD II
<b>Año de inicio</b>	1982	1994: CARB 1996: EPA 2000: EOBD	2003: CARB-USA	Hasta el año 2010
<b>Características principales</b>	*Los monitores han sido diseñados para detectar fallas eléctricas en el sistema y en los componentes  *La luz del mil se apagará si el problema de emisiones se corrige por sí solo	*Monitorea el desempeño de los sistemas de emisión y de los componentes, así como también las fallas eléctricas, además de almacenar información (DATA) para su uso posterior  *El MIL se mantiene encendido hasta que hayan pasado tres ciclos de conducción consecutivos, sin que el problema reincida.  *La memoria es despejada luego de 40 arranques en frío. Si se trata de monitoreo de combustible se necesitan de 80 arranques en frío		
<b>Monitores requeridos</b>	*Sensor de oxígeno  *Sistema EGR  *PCM	*Eficiencia del catalizador.  *Fuego perdido (missfire).  *Control de combustible.  *Respuesta del sensor de oxígeno.  *Calefactor del sensor de oxígeno.  *Detallado de componentes.  *Emisiones evaporativas.  *Sistema de aire secundario (si está apagado)		
<b>Tipo de conector</b>	Varias formas	Trapezoidal con 16 PINS	Trapezoidal con 16 PINS	Sin cables (Blue Tooth)
<b>Códigos</b>	Dos, tres y cuatro dígitos	Cinco dígitos, genéricos y específicos	Cinco dígitos, genéricos y específicos	..... .....
<b>Diagnóstico</b>	Manual y con escáner	Escáner	Escáner	..... .....
<b>Protocolos</b>	Varios	ISO 9141 ISO 14230 SAE VPW ISO 15765 CAN	ISO 15765 CAN	..... .....
<b>Emisiones</b>	Un sensor de oxígeno	Uno, dos o más sensores de oxígeno	Uno, dos o más sensores de oxígeno	..... .....
<b>Velocidad de comunicación.</b>	Menor a 10 KBPS	Mediana velocidad 10 a 125 KBPS	Alta velocidad de 125 a 1000 KBPS	..... .....

Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2

México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

**2.5.6 Niveles.** Ahora bien, para un mejor control y una fácil estandarización los protocolos se pueden dividir en varias categorías, una de las clasificaciones más estudiados, es la ISO (Organización Internacional para la Estandarización).

Según esta clasificación los protocolos de comunicación entre varios dispositivos pueden estudiarse al dividirla siete niveles.

Tabla 4. Niveles de los protocolos

Nivel	Nombre	Función
Capa 7	Nivel de aplicación	Ofrece a los diferentes programas la posibilidad de acceder a los servicios de las demás capas y define los protocolos que utilizan la aplicación para intercambiar datos
Capa 6	Nivel de presentación	El objetivo de la capa de presentación es encargarse de representar la información de manera que aunque distintos equipos puedan tener diferentes formas internas de caracteres, números, sonido o imágenes, los datos lleguen de manera reconocible
Capa 5	Nivel de sesión	Se encarga de asegurar que una vez iniciada la comunicación entre las computadoras de dos o más sistemas, se pueden efectuar para las operaciones definidas de principio a fin de reanudarlas en caso de interrupción
Capa 4	Nivel de transporte	Su función básica es aceptar los datos los datos enviados por las capas superiores, dividirlos en pequeñas unidades, si es necesario, y pasarlos a la capa de red
Capa 3	Nivel de red	Garantizar que los datos lleguen desde el origen al destino, aun cuando ambos no estén conectados directamente. Es decir, se encarga de encontrar un camino atravesando los dispositivos que sean necesarios para hacer llegar los datos al destino.
Capa 2	Nivel de enlace de datos	Proporciona una transmisión sin errores y resuelve los problemas derivados del deterioro, pérdidas o duplicidad de la información. También incluye mecanismos de regulación de tráfico que evite la saturación en la comunicación.
Capa 1	Nivel físico	Se encarga de las conexiones físicas de la computadora hacia los dispositivos (cable conductor, fibra óptica o inalámbrica, etc.). También se ocupa de las propiedades físicas y características eléctricas de los diversos componentes y de la velocidad de la transmisión.

Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2

México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006

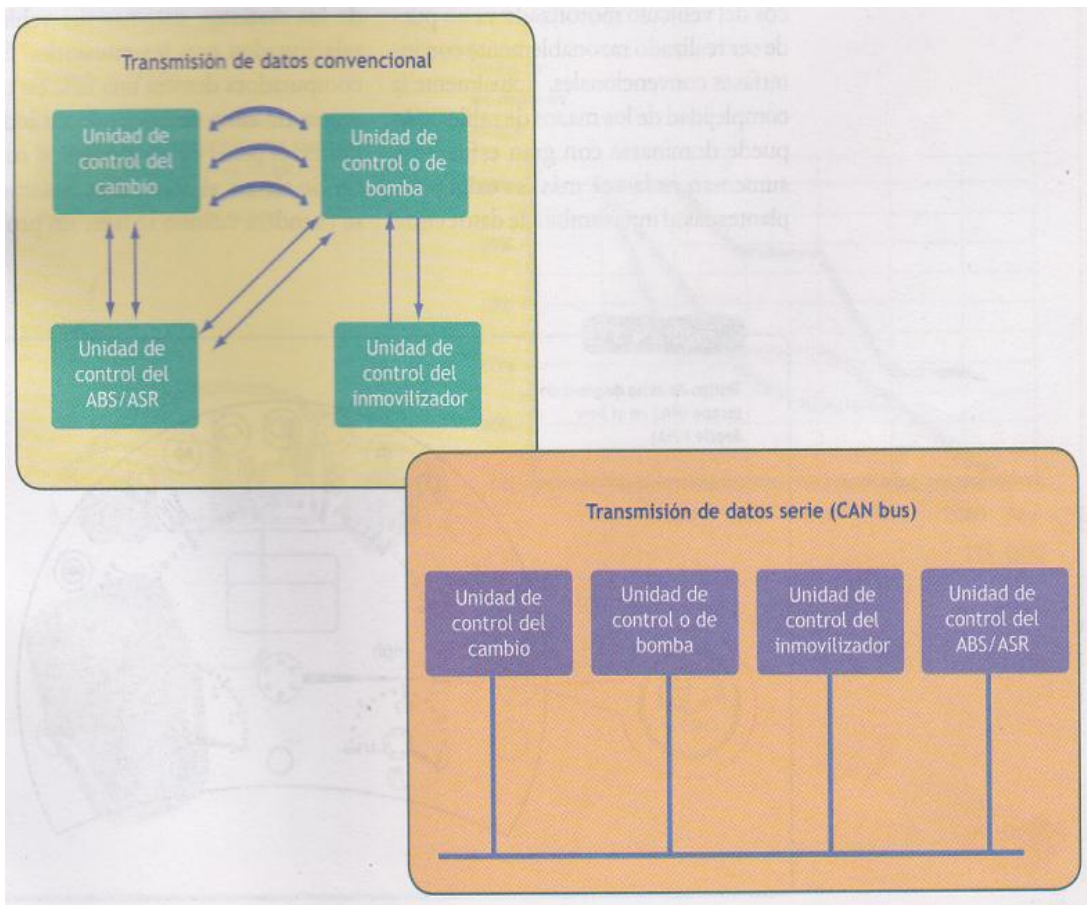
Los protocolos de cada capa tienen una interfaz bien definida. Una capa generalmente se comunica con la inmediata inferior, la superior y la capa de mismo nivel de otras computadoras. Esta división de protocolos ofrece mayor eficiencia en la comunicación.

## 2.6 Transmisión de datos entre los sistemas de un vehículo.

La aplicación masiva de sistemas electrónicos de control y regulación en el vehículo motorizado requieren una interconexión en red de las diversas unidades de control. El intercambio de información entre los sistemas reduce la cantidad de sensores y mejora el aprovechamiento de los sistemas individuales. Las interfaces de los sistemas de comunicación desarrollados especialmente para vehículos motorizados pueden subdividirse en dos categorías:

- ✓ Transmisiones convencionales.
- ✓ Transmisiones en serie.

Figura 57. Transmisión de datos entre los sistemas de un vehículo.



Fuente: Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2  
México Digital Comunicación, S.A de C.V, 2006



**2.6.1 Transmisión de datos convencionales.** Se caracteriza por el hecho de que cada señal tiene asignada una conducción individual. Las señales binarias solamente pueden transmitirse mediante dos estados “0” y “1” (código binario; por ejemplo, compresor de aire acondicionado “conectado” o “desconectado”).

Mediante relaciones de impulsos pueden transmitirse magnitudes variables continuamente (ejemplo: estado del sensor del pedal del acelerador).

El incremento en el intercambio de datos entre los componentes electrónicos del vehículo motorizado ya no puede ser realizado razonablemente con interfaces convencionales.

Actualmente la complejidad de los mazos de cables solo puede dominarse con gran esfuerzo y aumentan cada vez más las exigencias planteadas al intercambio de datos entre las unidades de control. Los sistemas de diagnóstico a bordo de la primera y segunda generación son un ejemplo claro de este tipo de protocolos.

## CAPÍTULO III

### 3. DISEÑO DEL HARDWARE Y EL SOFTWARE DEL SISTEMA INFORMÁTICO

#### 3.1 Descripción del diseño de hardware (Modem Interface).

La construcción del hardware (Modem interface) se procedió a realizar debido a que se tenía que hacer un diagnóstico por código, y se utiliza como un dispositivo para conectar el PC con la centralita electrónica del vehículo, enviando un mensaje a la ECU para que esta responda por medio del dicho hardware, obteniendo de esta manera los DTC.

La construcción del modem interface se encontró en la red, este diseño se basa en un micro controlador denominado ELM327, ya que es capaz de tratar y gestionar los protocolos de comunicación más utilizados en el estándar OBD-II:

Figura 58. Circuito de la interface basado en el micro controlador ELM327

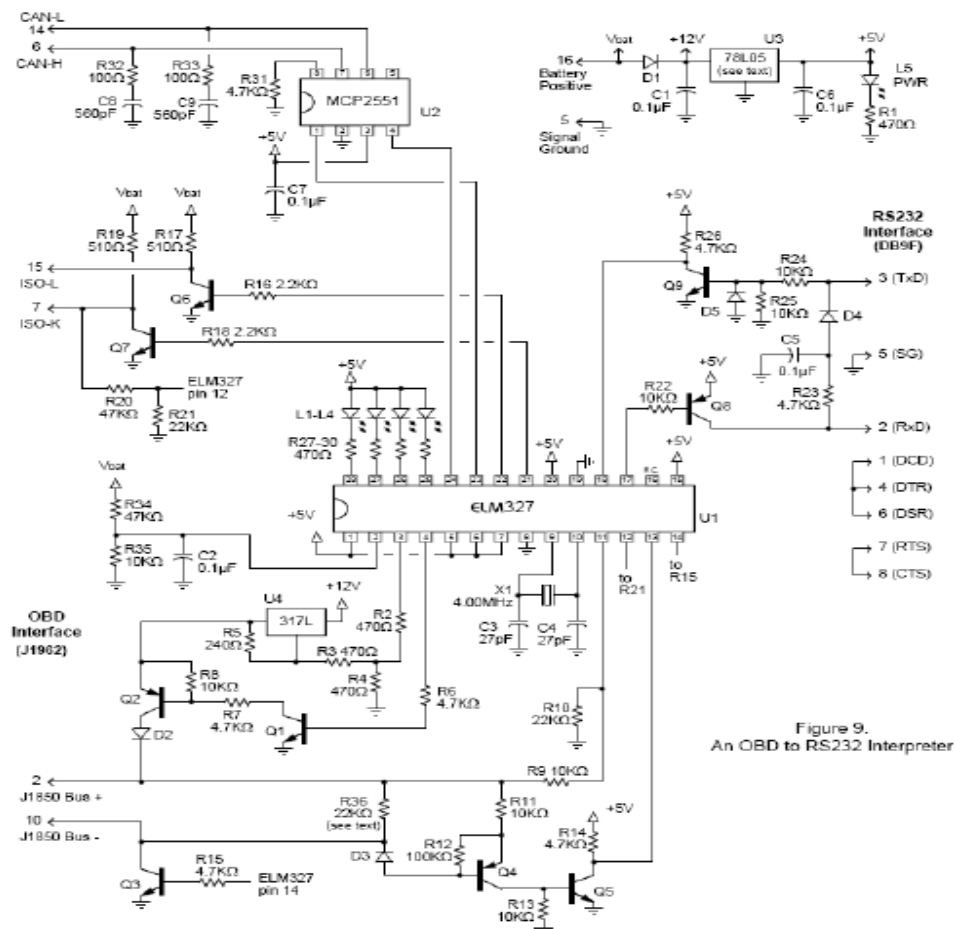


Figure 9.  
An OBD to RS232 Interpreter

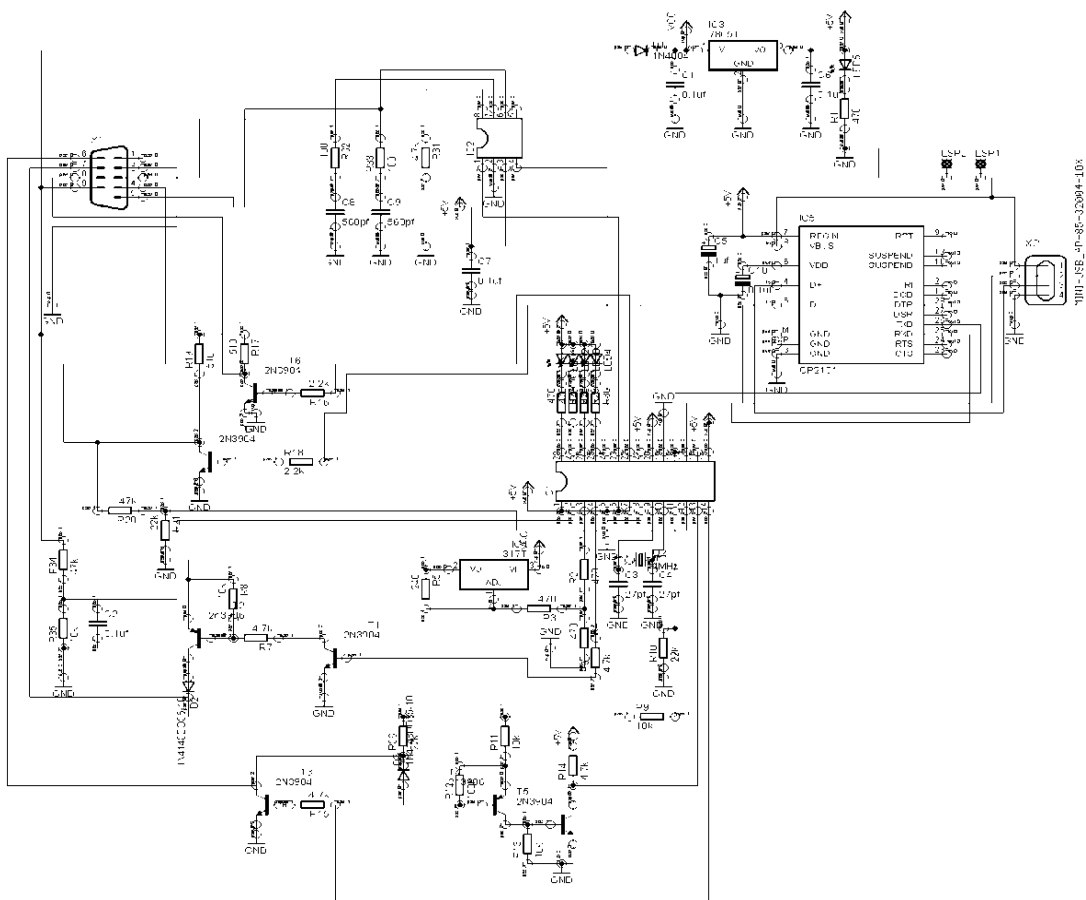
Fuente: <http://bauma.upc.es/pfc/oscar/ProyectoOscar-memoria.pdf>

**3.1.1 Diseño de circuito del modem interface.** Debido a la dificultad de adquisición en el mercado Ecuatoriano del micro controlador ELM327, se optó por el PIC18F2425, que es perfectamente compatible con el circuito, además de contar con más de memoria.

Este PIC es el encargado de gestionar todo los componentes periféricos del circuito y de mantener la comunicación entre ellos, es decir, recibe la información procedente del puerto USB al que está conectado, y la transfiere a los elementos del circuito que procede y viceversa, ya que la comunicación es bidireccional.

La parte del circuito que se ocupa de manejar el protocolo CAN BUS, son los integrados MCP2515 y MCP2551, el integrado MC33290 maneja el protocolo ISO9141/14230 junto con Q3, J1850 VPW está controlado por MC33390 y el par de Mosfets (Q2 P-channel y Q1 N-channel) controlan el bus J1850PWM junto un comparador interno del PIC18F2425 y las resistencias R4 y R5 que crean la señal diferencial de la entrada del PWM.

Figura 59. Circuito basado en el PIC18F2425.



Fuente: Autores

**3.1.2 Elementos utilizados en el modem interface.** Este dispositivo está constituido de tres partes a diferenciar, el cable USB que comunica el PC con el modem, el cable OBD-II que comunica la centralita electrónica del vehículo con el modem y el modem propiamente dicho.

*Cable OBD-II.* Este cable se adquirió de los repuestos de un escáner multímarcas ya que se hizo difícil encontrar en el mercado nacional, este cable es el encargado de comunicar la ECM del vehículo con el modem interface y consta de dos extremos, en un extremo consta del conector OBD II y el otro con el conector DB9

Figura 60. Cable OBD-II



Fuente: Autores

En este cable se tuvo que obtener la correspondencia entre los pines del conector OBD-II:

Tabla 5. Correspondencia pines del conector OBD II y DB9

<b>Protocolos de comunicación</b>	<b>CONECTOR OBD-II PIN (MACHO)</b>	<b>DB9 PIN (HEMBRA)</b>
J1850 +SAE VPM/PWM	2	7
TIERRA DE CHASIS	4	1+2
TIERRA ECU	5	1+2
J2284-H CAN	6	3
ISO 9141 – 2 K	7	4
J2850-SAE PWM	10	6
J2284-L CAN	14	5
ISO 9141-2 L	15	8
VOLTAJE DE LA BATERIA	16	9

Fuente: Autores

Cable USB tipo A-B.

Figura 61. Cable USB tipo A-B



Fuente: Autores

**3.1.3. Elementos internos del circuito.** Para el diseño y el armado de la placa de este modem interface se tuvo que conseguir los elementos electrónicos que se pueden observar en la siguiente tabla

Tabla 6. Designación y denominación de los elementos utilizados

Designación	Denominación y medidas
J1	Conector USB tipo B
J2	Conector DB-9 Macho
Q1,Q3	Transistor 2N7000
Q2	Transistor BS250/VP2106
IC1	PIC18F2455
IC2	MC33290
IC3	MC33390/MC33990
IC4	MCP2551/PCA82C250
IC5	MCP2515
X1	Cristal, 16.000Mhz
X2	Cristal, 20.000Mhz
D1	LED verde 5 mm
D2	Led Amarillo 5mm
D3	LED rojo 5mm
D4,D5	Diodo 1N4148
R1,R4,R5,R8	10K Ohm
R2,R3	330 Ohm
R6,R7	22K Ohm
R9,R10	510 Ohm
R11,R12	100 Ohm
C1,C2,C4,C5	15pF
C3,C8,C9	0.1uF
C6	0.47uF
C10,C11	560pF
C7	10uF 16V
IC	Socket Socket para PIC18F2550 28 pin

Fuente: Autores

**3.1.4 Elaboración de la placa.** Para realizar la placa del circuito en primera instancia se tuvo que graficar el circuito en software proteus para poder simular al hardware.

Por tanto el trabajo importante aquí estaba en la fabricación del modem. Para poder construirlo se acudió a una tienda especializada donde disponían de todos los componentes electrónicos necesarios, los cuales se procedieron a instalar en el PCB creado a partir del siguiente “layout” de doble cara: **Anexo A**

Este dispositivo contempla la posibilidad de utilizar 4 protocolos de comunicación distintos a nivel de capa física, ya que a lo largo de los años las diferentes centralitas electrónicas que montan los fabricantes de vehículos así lo han dispuesto, aunque a partir del año 2004, en Europa, la mayoría de fabricantes empezaron a implementar solo el protocolo CAN Bus.

Cualquiera de los vehículos fabricados en EE.UU. a partir del 1996, fueron obligados a disponer de un puerto OBD2, y en Europa a partir del año 2001, también se obligó a implantar este tipo de conexión. La norma OBD2 comprende cuatro protocolos de comunicación distintos:

- ✓ ISO 9141/14230
- ✓ J1850 PWM
- ✓ J1850 VPW
- ✓ ISO 15765 (CAN)

VPW (Variable Pulse Width) fue originalmente introducido por General Motors, mientras que PWM (Pulse Width Modulation) pertenece al grupo Ford. ISO 9141 y la posterior encarnación ISO 14230 (AKA Keyword 2000) es el que la mayoría de vehículos europeos y asiáticos utilizaban. Todos los nuevos modelos a partir 2007/2008 solo pueden implementar el protocolo CAN Bus.

Figura 62. Conector de OBD II de 16 pines



Fuente: Autores

Según el protocolo de comunicación que utilice el vehículo los pines habilitados en el conector serán diferentes.

El protocolo ISO 9141/14230 utiliza los pines 6 y 15, el protocolo J1850 PWM utiliza el 2 y el 10, el protocolo J1850 VPW utiliza solo el pin 2, y el protocolo ISO 15765 (CAN), el pin 6 y 14.

Todos los protocolos utilizan como fuente de alimentación los pines 4 y 5 (masa chasis y masa señal respectivamente), y el pin 16 (+12V).

### **3.2. Descripción básica del software (interface visual).**

El objetivo es que el programa pueda permitirnos, a través de una interface visual, realizar las siguientes tareas:

- ✓ Opciones para poder seleccionar el tipo de vehículos de la línea Chevrolet y realizar las soluciones de fallas por síntomas según el manual de cada tipo de vehículos con protocolo OBD II
- ✓ Realizar lectura de códigos de error que pueda tener almacenados la centralita electrónica del automóvil.
- ✓ Realizar lecturas a tiempo real de los datos que aportan los diferentes sensores del motor del vehículo, rpm, velocidad, carga del motor, etc.

**3.2.1** *Diseño del software de diagnóstico y corrección de fallas (Entorno visual).* Para el desarrollo del software se utilizó en lenguaje de programación denominado LabVIEW versión 2012.

National Instruments introdujo NI LabVIEW 2012, la última versión de su software líder de diseño del sistema para ingenieros y científicos. Para los ingenieros y científicos que necesitan para conectarse a señales del mundo real, LabVIEW 2012 es el último diseño de entorno del sistema de software que se diferencia de las herramientas tradicionales de programación basado en texto.

LabVIEW 2012 acelera el desarrollo de su sistema a través de la programación gráfica intuitiva y la integración de hardware sin precedentes, mientras que el apoyo a su creciente complejidad de las aplicaciones con los recursos de aprendizaje disponibles en la demanda, dándole la confianza necesaria para innovar.

Esta versión incluye nuevas funciones para LabVIEW y todos los módulos de LabVIEW, así como actualizaciones y correcciones de errores con el resto de la plataforma de LabVIEW.

#### *Características de LabVIEW 2012 [19].*

- ✓ Plantillas y ejemplos de proyectos
- ✓ Su propio ritmo de formación en línea
- ✓ Mejora de la estabilidad
- ✓ Nuevas herramientas para análisis de alto rendimiento y procesamiento avanzado de imágenes.
- ✓ Mejoras en la productividad impulsado por la comunidad de usuarios
- ✓ Las aplicaciones móviles para su visualización y control en un iPad

Miles de ingenieros y científicos confían en LabVIEW para una gran variedad de aplicaciones: Pruebas y medición, control de procesos y automatización, monitoreo y simulación. LabVIEW es la herramienta preferido a su incomparable conectividad con instrumentos, poderosas capacidades de adquisición de datos, flujo de datos natural basado en una interface gráfica de programación, escalabilidad, y sobre todo lo completo de sus funciones.

Una necesidad persistente sin importar el área de especialización es el hecho que los usuarios deben de manipular los datos y mediciones, y tomar decisiones basadas en esta información.

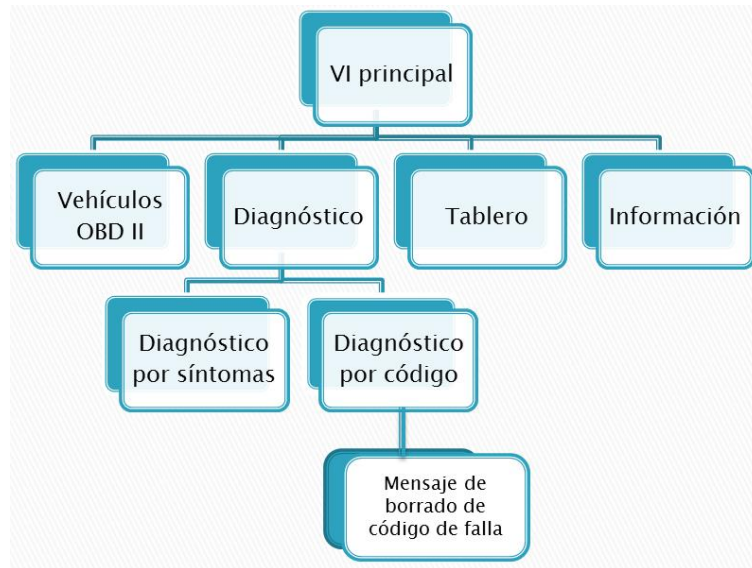
Este documento se centra en las capacidades que hacen a LabVIEW la herramienta correcta para el análisis de los datos y mediciones.

*Instrumentos virtuales (VIs).* Los Programas en LabVIEW son llamados instrumentos virtuales (VIs). Haga énfasis en que controles es igual a entradas, e indicadores es igual a salidas, cada VI contiene tres partes principales:

- ✓ Panel frontal Cómo el usuario interacciona con el VI.
- ✓ Diagrama de bloque El código que controla el programa.
- ✓ Icono/Conector Medios para conectar un VI con otros VIs.



Figura 63. Organigrama de los instrumentos virtuales



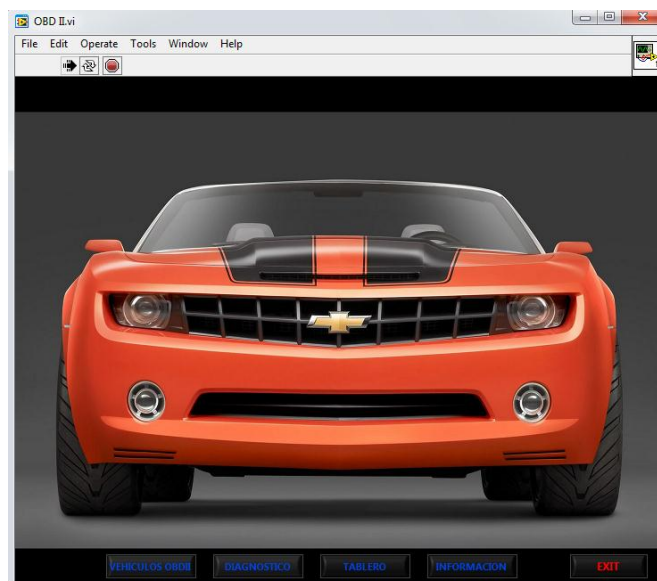
Fuente: Autores

### 3.2.2. Ventana principal del sistema informático

3.2.2.1 *Panel frontal principal.* En esta ventana se encuentra el botón para visualizar los tipos de vehículos con protocolo OBD II, el botón diagnosticar, el botón tablero para observar los datos en tiempo real de funcionamiento de los principales sensores y el botón en donde tenemos la información básica de nuestro sistema informático

La lista de vehículos con el estándar OBD II se encuentra en el **ANEXO B**

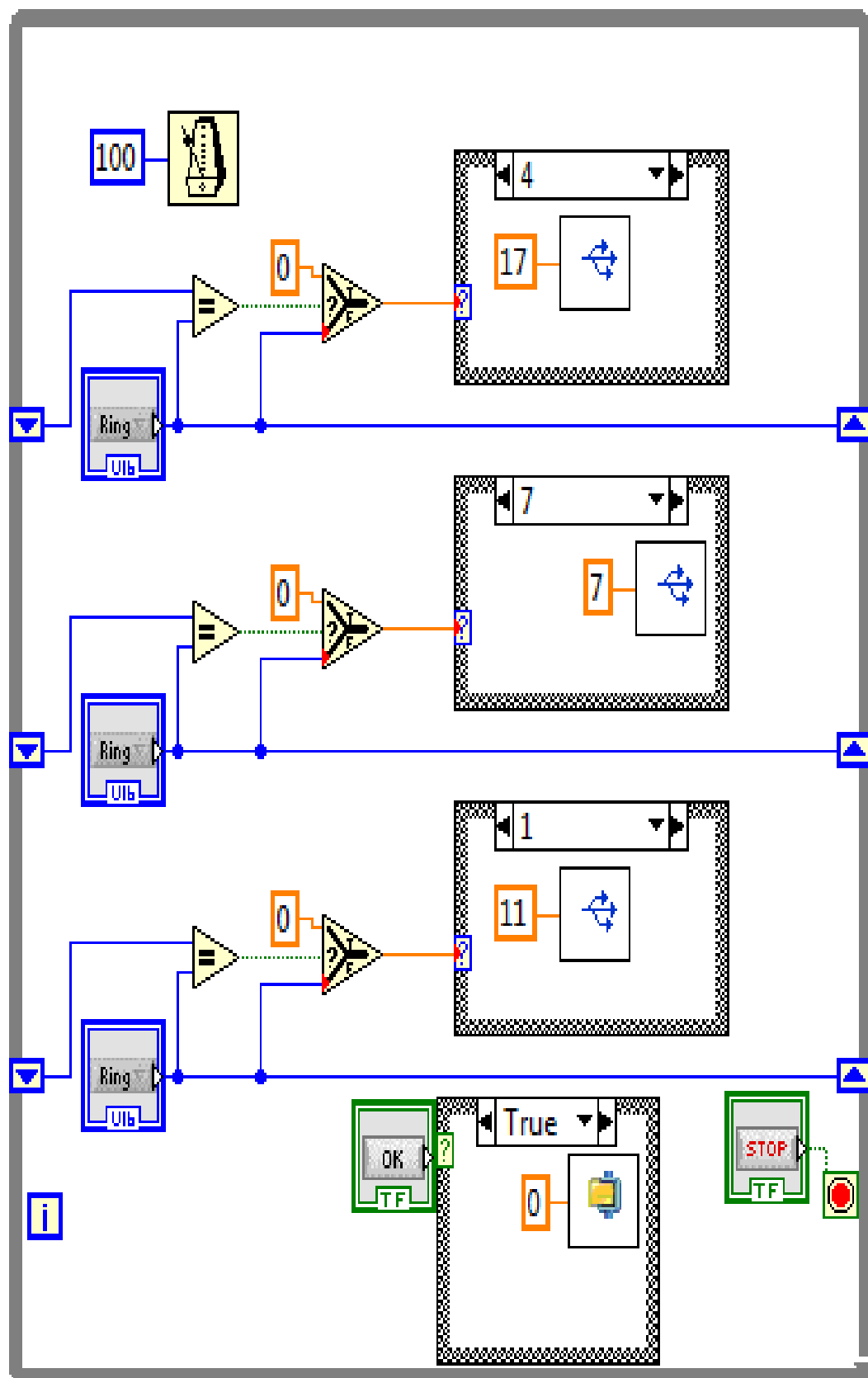
Figura 64. Ventana principal del sistema informático.



Fuente. Autores

Diagrama de bloque. En el diagrama del bloque se encuentra la codificación de la programación.

Figura 65. Diagrama de bloque de la ventana principal.

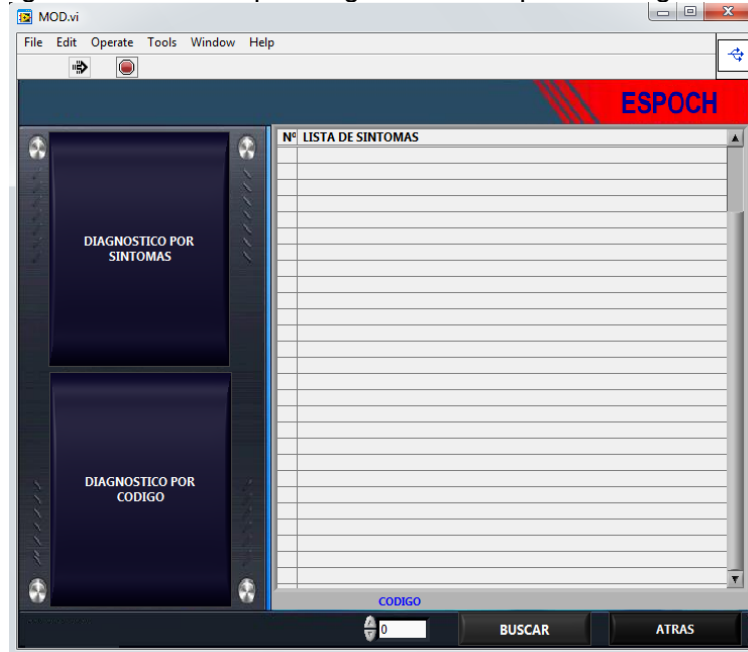


Fuente: Autores

**3.2.3 Ventana de los tipos de diagnóstico.** En el panel frontal de esta ventana se pueden seleccionar el tipo de diagnóstico que se va a realizar al vehículo que son de dos tipos.

- ✓ Diagnostico por síntomas.
- ✓ Diagnostico por código

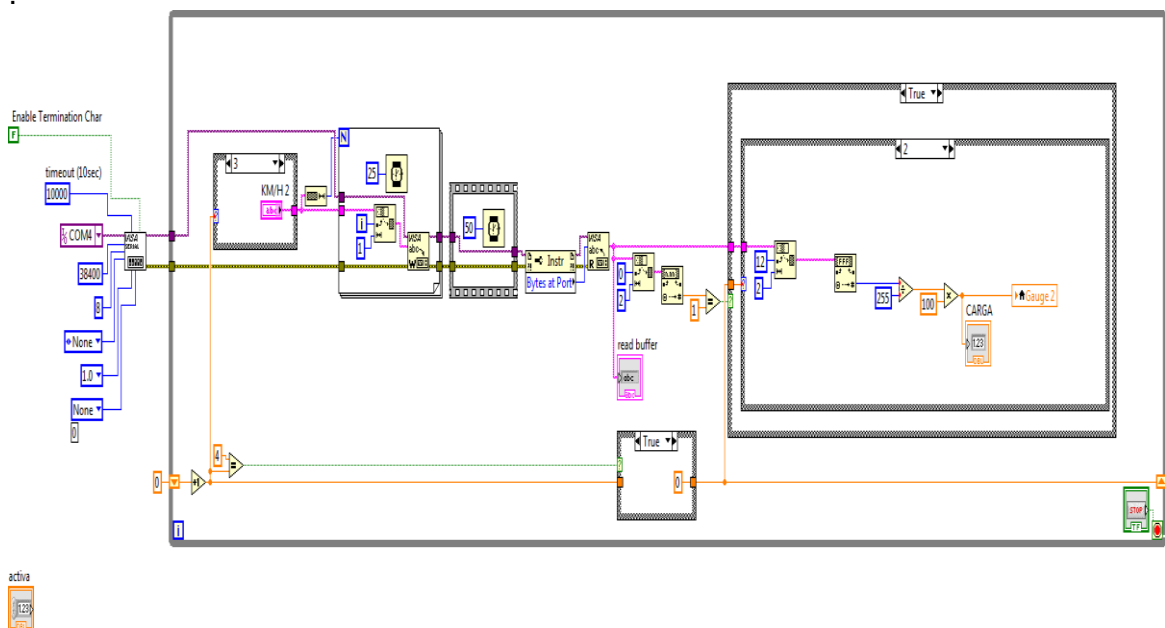
Figura 66. Ventana para ingresar a los tipos de diagnóstico.



Fuente: Autores

El diagrama de bloques de esta ventana es el siguiente

Figura 67. Diagrama de bloques de los tipos de diagnóstico



Fuente: Autores

**3.2.3.1 Diagnóstico por síntoma.** En esta opción podemos encontrar fallas que no generan un código, por lo tanto no se enciende el check engine pero se puede dar solución siguiendo una serie de pasos que se encuentran en esta opción, las posibles fallas por síntomas son las siguientes.

1. El motor de arranque no gira
2. El motor de arranque gira pero el motor no inicia la prueba de chispa
3. Problema en el sistema de combustible
4. Falta de compresión en el motor
5. Ralentí de motor irregular o parada del motor
6. Funcionamiento irregular del motor
7. Vacilación
8. Falta potencia en el motor
9. Motor ruidoso
10. Combustión anormal
11. Consumo excesivo de aceite del motor
12. Consumo excesivo de combustible
13. Problemas de lubricación.

*Comprobación de la presión de aceite del motor.*

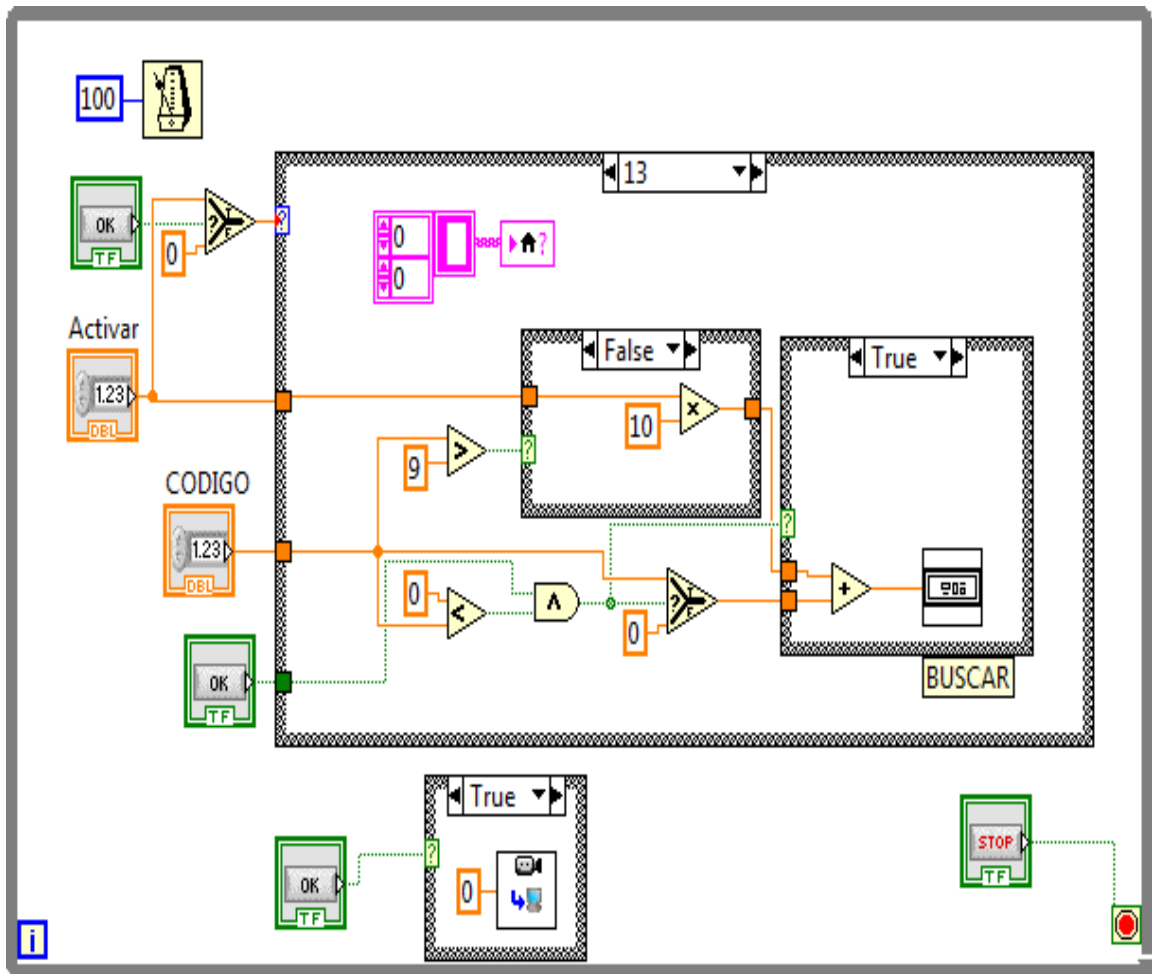
- a. Compruebe si hay impurezas, combustible o agua en el aceite del motor.
- b. Compruebe la viscosidad del aceite.
- c. Cambie el aceite si la viscosidad rebasa los límites del estándar especificado.
- d. Consulte la sección "Mantenimiento y lubricación" de este manual.

Compruebe el nivel de aceite del motor.

- El nivel debe estar entre las marcas "ADD"(Añadir) y "FULL" (Lleno) de la varilla del nivel de aceite.
- Si el nivel de aceite no llega a la marca "ADD" de la varilla del nivel de aceite, se debe añadir aceite de motor.

14. *Lámpara indicadora de mal funcionamiento.* La "CHECKENGINE" se enciende cuando se detecta fallos en el sistema de inyección electrónica.

Figura 68. Diagrama de bloque de la ventana diagnóstico por síntoma



Fuente: Autores

**3.2.4 Ventana de diagnóstico por código.** En esta ventana se podrá observar los DTC que se generan por una falla de algún sensor o actuador.

Para este objetivo se esgrimió los parámetros IDs que son códigos utilizados para solicitar datos de un vehículo, que se utiliza como una herramienta de diagnóstico.

SAE estándar J/1979 define muchos PIDs, pero los fabricantes también definen muchos PIDs más específicos para sus vehículos.

Todos los vehículos ligeros (por ejemplo, menos de 8.500 libras) que se venden en América del Norte desde 1996, así como los vehículos para carga mediana (por ejemplo 8,500-14,000 libras) a partir de 2005, y los vehículos pesados (por ejemplo, mayor de 14.000 libras).

A partir de 2010, son necesarias para apoyar el diagnóstico de OBD-II, utilizando un estándar conector de enlace de datos, y un subconjunto de las SAE J/1979 PIDs

definidos (o SAE J/1939 como aplicable a los vehículos de gama media / pesada). Principalmente para estatales obligatorios de emisiones de las inspecciones .

Normalmente, un técnico automotriz usará PIDs con una herramienta de análisis conectado a conector OBD-II del vehículo.

- El técnico introduce el PID
- La herramienta de análisis que envía al bus del vehículo ( CAN , VPW, PWM, ISO, KWP . Después de 2008, sólo CAN)
- Un dispositivo en el bus reconoce el PID y reporta el valor para ese PID para el autobús
- El sistema informático lee la respuesta, y lo muestra al técnico

Hay diez modos de funcionamiento descritos en el último OBD-II J1979 estándar de SAE. Son los siguientes (el prefijo \$ indica un hexadecimal radix):

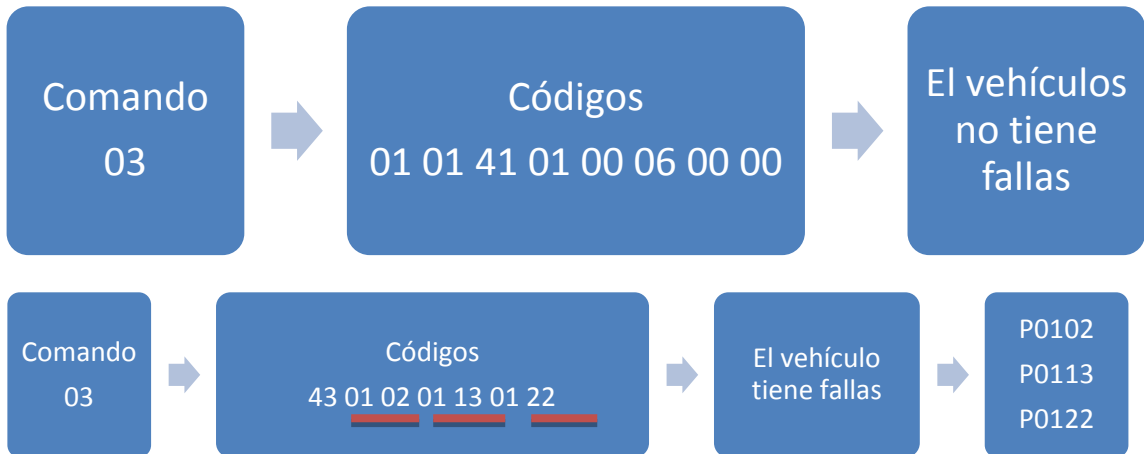
01. Mostrar los datos actuales
02. Mostrar datos congelados
03. Mostrar los códigos almacenados de diagnóstico de problemas
04. Borrar los códigos de diagnóstico de problemas y los valores almacenados
05. Resultados de las pruebas, la vigilancia del sensor de oxígeno (no sólo CAN)
06. Resultados de las pruebas, monitoreo otro componente / sistema (resultados de las pruebas, la vigilancia del sensor de oxígeno por sólo CAN)
07. Mostrar espera de los códigos de diagnóstico de problemas (detectados durante el ciclo de conducción actual o pasado)
08. Control de funcionamiento de los componentes de a bordo / sistema
09. Solicitud de información del vehículo
- 0A. Permanente DTC (borra DTC).

Los fabricantes de vehículos no están obligados a soportar todos los modos.

Cada fabricante puede definir modos adicionales por encima ° 9 por ejemplo.

El modo 22 como se define en SAE J2190 para Ford / GM, el modo de 21 para Toyota) otro tipo de información (por ejemplo, el voltaje de la batería de tracción en un HEV ).

Figura 69. Proceso de obtención de códigos de fallas

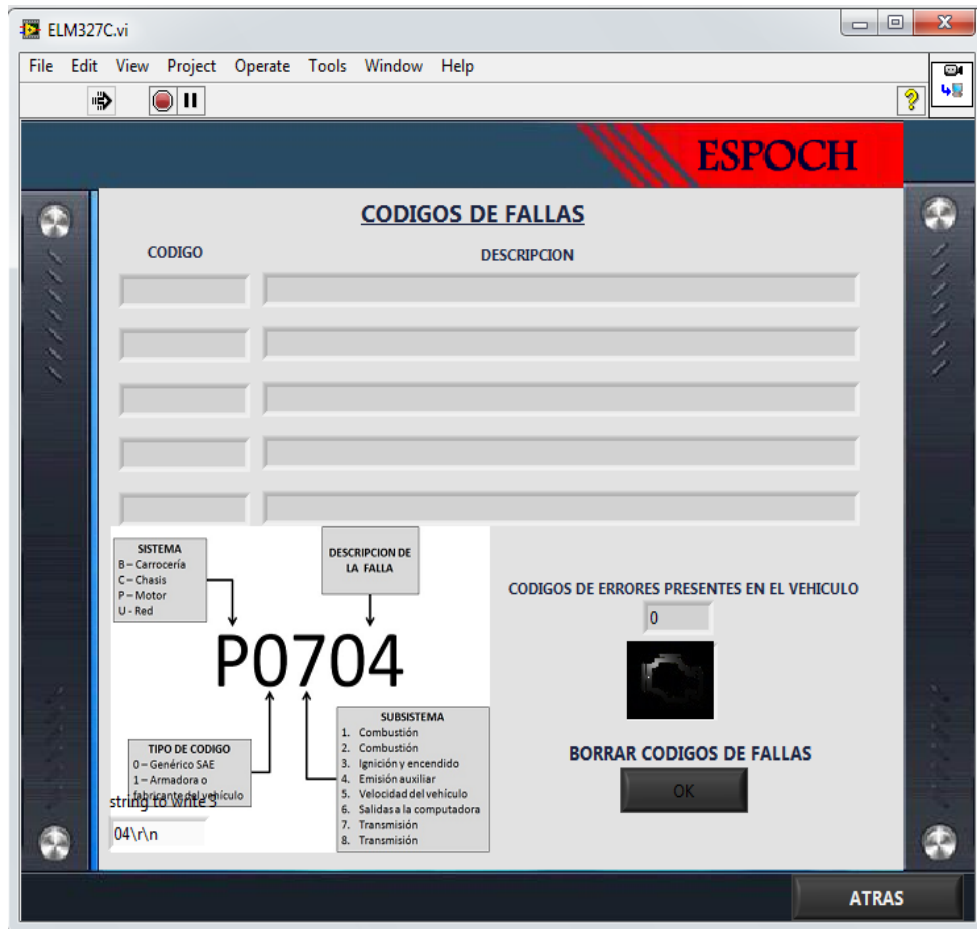


Fuente: Autores

La lista de códigos de fallas exclusivos para la línea Chevrolet se puede encontrar en el **ANEXO C**

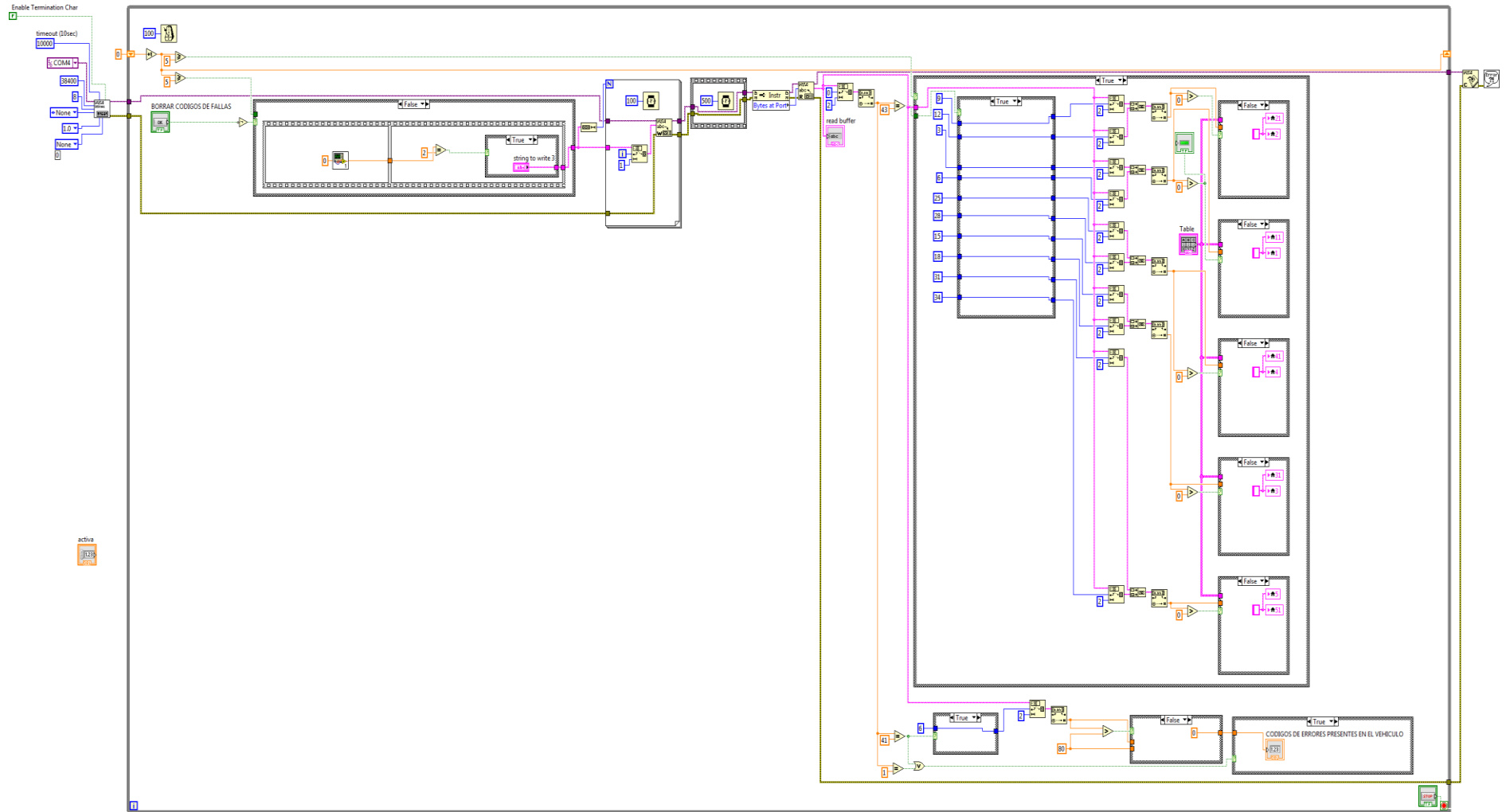
El panel frontal principal donde se observa los códigos obtenidos es la siguiente:

Figura 70. Panel frontal de diagnóstico por código.



Fuente: Autores

Figura 71. Diagrama de bloque de diagnóstico por código.

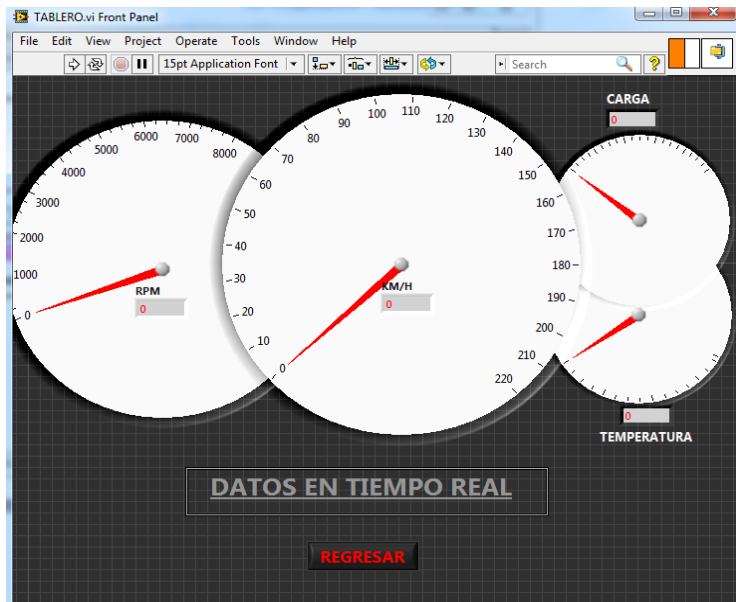


Fuente: Autores



**3.2.5 Ventana de los datos en tiempo real.** En esta ventana se podrá observar los valores en tiempo real de funcionamiento de los principales sensores del sistema de inyección electrónica (VSS, CKP, ECT).

Figura 72. Panel frontal de datos en tiempo real.



Fuente: Autores

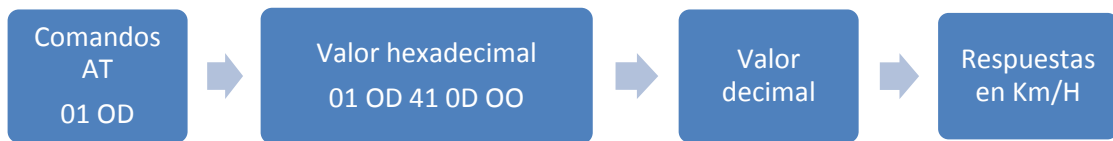
Tabla 7. Parámetros IDs

Modo (Hex)	PID (Hex)	Descripción	Valor mínimo	Valor máximo	Unidades	Fórmula
01	04	Motor calcula el valor de carga	0	100	%	$A * 100/255$
01	0C	RPM del motor	0	16,383.75	rpm	$((A * 256) + B) / 4$
01	0D	La velocidad del vehículo	0	255	kmh	La
01	0F	Temperatura del aire de admisión	-40	215	° C	A-40
01	10	Caudal de aire MAF	0	655,35	gramos / sec	$((A * 256) + B) / 100$
01	31	Distancia recorrida desde los códigos de borrado	0	65.535	kilometros	$(A * 256) + B$
03	N / A	Solicitar los códigos de problemas				3 códigos por telegrama, BCD codificado.
04	N / A	Borrar los códigos de problemas / lámpara indicadora de mal funcionamiento (MIL) / Check Engine Light				Borra todos los códigos de avería almacenados y apaga la MIL.

Fuente: Autores.

**Velocidad del vehículo.** El proceso para la obtención de la velocidad del vehículo en el estándar OBD II.

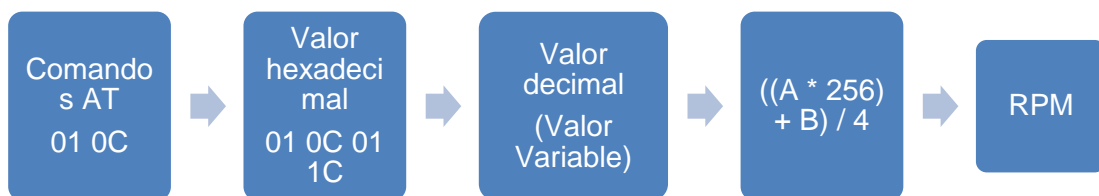
Figura 73. Proceso de obtención de la velocidad del vehículo



Fuente: Autores

**RPM del motor.** Los rpm de motor se puede obtener siguiendo los siguientes procedimientos.

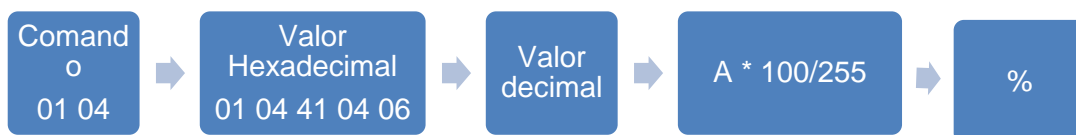
Figura 74. Proceso de obtención de RPM



Fuente: Autores

**Carga del motor.** La carga del motor se puede obtener de igual manera siguiendo el siguiente procedimiento

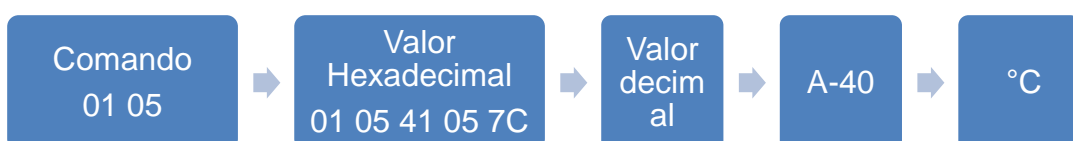
Figura 75. Proceso de la obtención de la carga del motor



Fuente: Autores

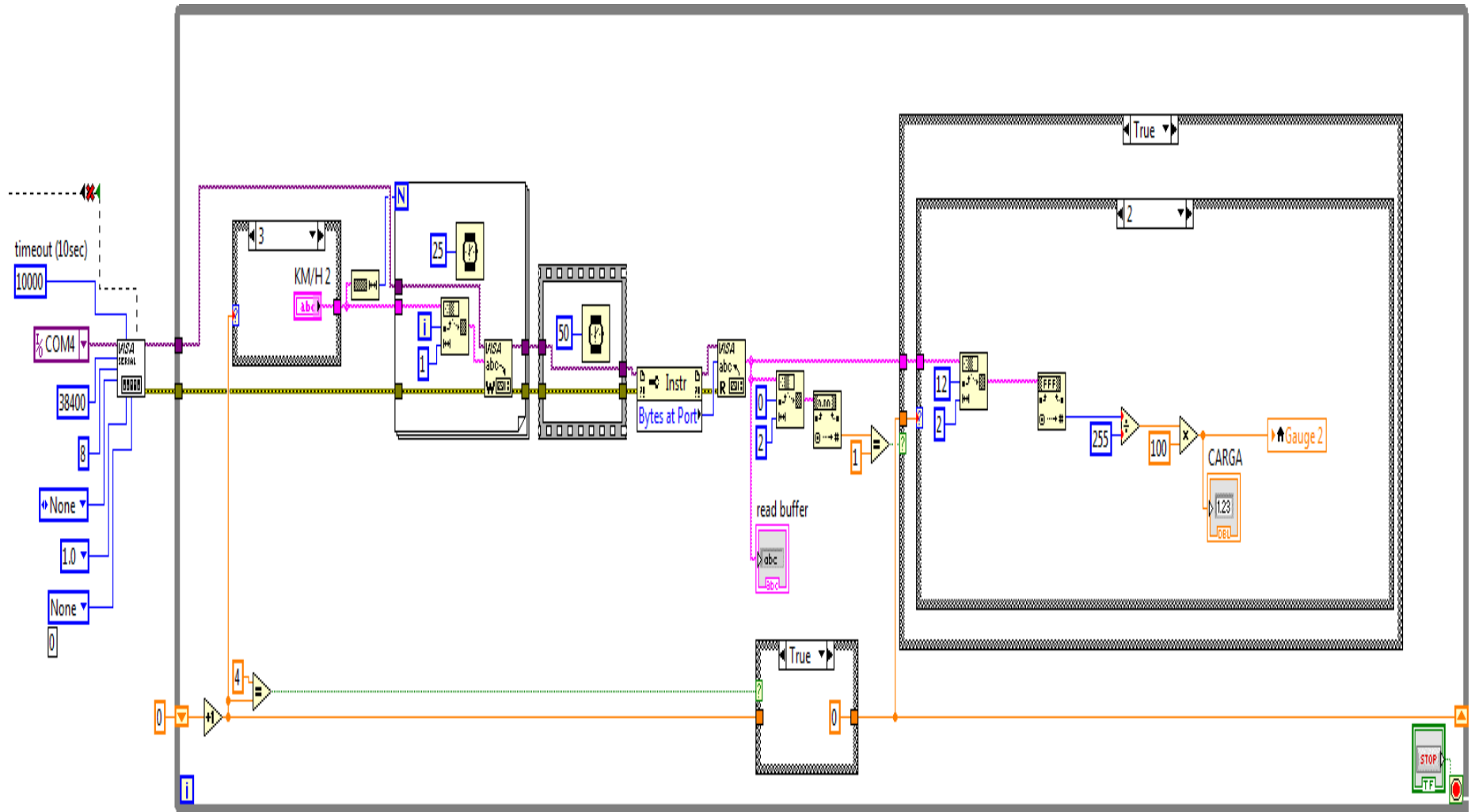
**Temperatura refrigerante del motor.** La temperatura refrigerante del motor se obtiene mediante el sensor ECT siguiendo el siguiente procedimiento.

Figura 76. Proceso de obtención de la temperatura del refrigerante.



Fuente: Autores

Figura 77. Diagrama de bloques de datos en tiempo real.



Fuente: Autores

## CAPÍTULO IV

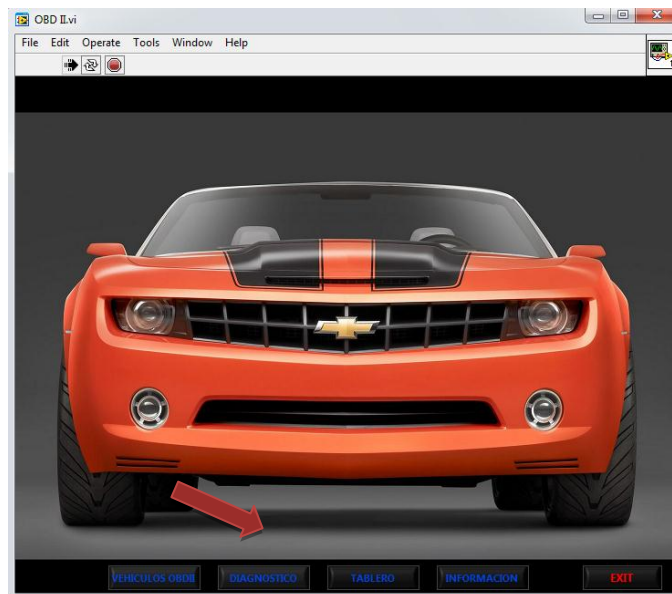
### 4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA INFORMÁTICO

#### 4.1 Descripción de funcionamiento del sistema informático

Para poner en funcionamiento el sistema informático se debe proceder a los siguientes pasos.

Arrancando el sistema informático desde el lugar en que se haya instalado, una vez que se haya seleccionado el botón diagnóstico, se tiene que determinar el tipo de diagnóstico que se debe realizar en el vehículo

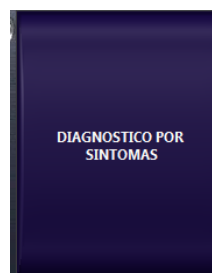
Figura 78: Arrancando el programa



Fuente: Autores

En caso de que el vehículo presente una falla que no genere un DTC, se tiene seleccionar el botón de diagnóstico por síntomas.

Figura 79. Botón diagnóstico por síntoma



Fuente: Autores

En caso de que el vehículo tenga encendido el CHECK ENGINE se tiene que localizar en el vehículo el conector OBD II que generalmente en los vehículos de la línea Chevrolet, viene justo debajo del tablero de lado del compartimento del conductor

Figura 80. Ubicación del conector OBD II del vehículo de prueba.



Fuente: Autores

Conectar el cable OBD II que proviene de nuestra interface, con una computadora portátil o una de mesa, conectamos la interfaces al puerto USB

Figura 81. Conexión del interfaz en una computadora portátil



Fuente: Autores

Con un click seleccionamos el botón diagnóstico por código

Figura 82. Botón diagnóstico por código



Fuente: Autores

Si desea observar los datos en tiempo real se tiene que volvemos al menú principal y seleccionamos el botón tablero y podemos observar algunos parámetros muy importantes dentro del funcionamiento del motor.

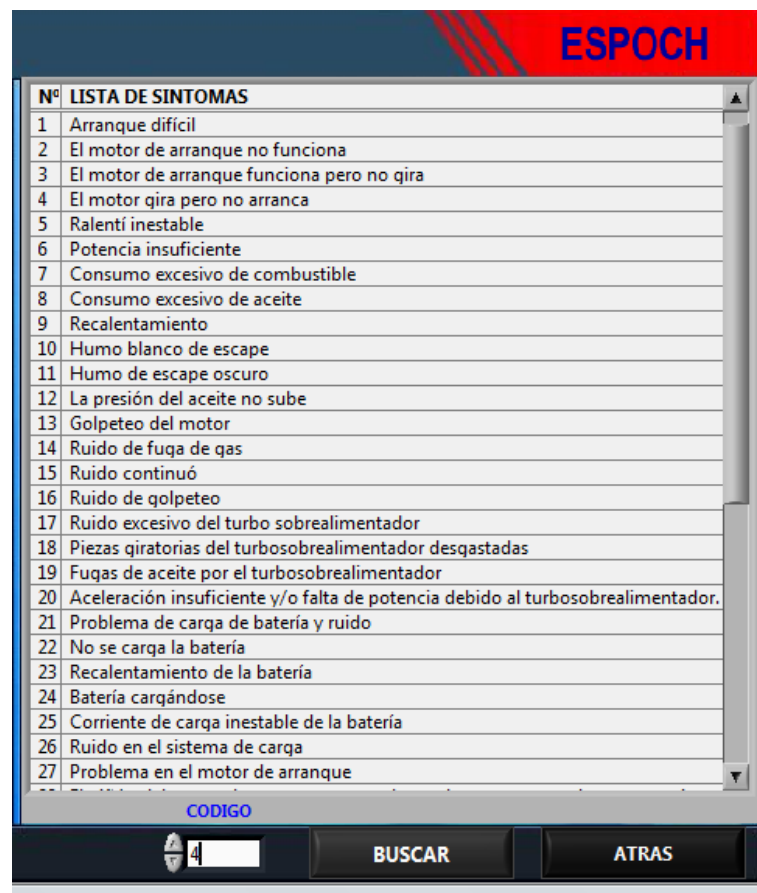
#### 4.2 Identificación de fallas por síntomas.

En el sistema informático se ha incorporado las fallas más comunes que se pueden generar en los vehículos de la línea Chevrolet.

Para esto como ya mencionamos anteriormente una vez hecho una inspección y determinando que la falla no está generando un DTC se tiene que seleccionar el botón diagnóstico por síntomas obviamente luego de haber escogido en tipo de vehículo para que poder ubicar sus componentes fácilmente.

En esta ventana aparecerá un listado de los síntomas más frecuentes que se pueden encontrarse en esta marca de vehículos.

Figura 83. Lista de posibles síntomas la línea Chevrolet



Fuente: Autores

Luego de haber determinado el síntoma en el programa se tiene que buscar con el código que se encuentra en la base de datos que va desde el número 1 al 35 en el menú buscar. Se tiene que abrir una ventana con la solución del síntoma siguiendo una serie de pasos muy didácticos.

#### **4.3 Identificación de fallas por código.**

En el sistema informático de diagnóstico y corrección de fallas se han ingresado en su base de datos los códigos que se pueden generar en los vehículos de la línea Chevrolet, ya que la norma OBDII es estandarizado para todas las marcas por la CARB en el año de 1994, por la EPA en 1996 y por la EOBD en el año 2000.

Pero no todos han optado por esta opción ya que los vehículos que han ingresado al país no son OBD II puros, por lo tanto cada marca no tiene el mismo número de códigos.

Para la obtención de códigos de falla se procedió a desconectar los principales sensores del sistema de inyección electrónica de la línea Chevrolet tales como.

**Sensor IAT.** En este tipo de vehículos donde hicimos la prueba el sensor IAT viene incorporado con el sensor de presión absoluta MAP y está ubicado cerca del depurador de aire.

Figura 84. Sensor IAT y MAP



Fuente: Autores

**Sensor TPS.** Este sensor está ubicado en la mariposa del acelerador

Figura 85. Desconectando el sensor TPS



Fuente: Autores

Al desconectar estos sensores se enciende el check engine que está ubicado en el tablero de instrumentos.

Figura 86. Check engine encendido en el vehículo de prueba



Fuente: Autores

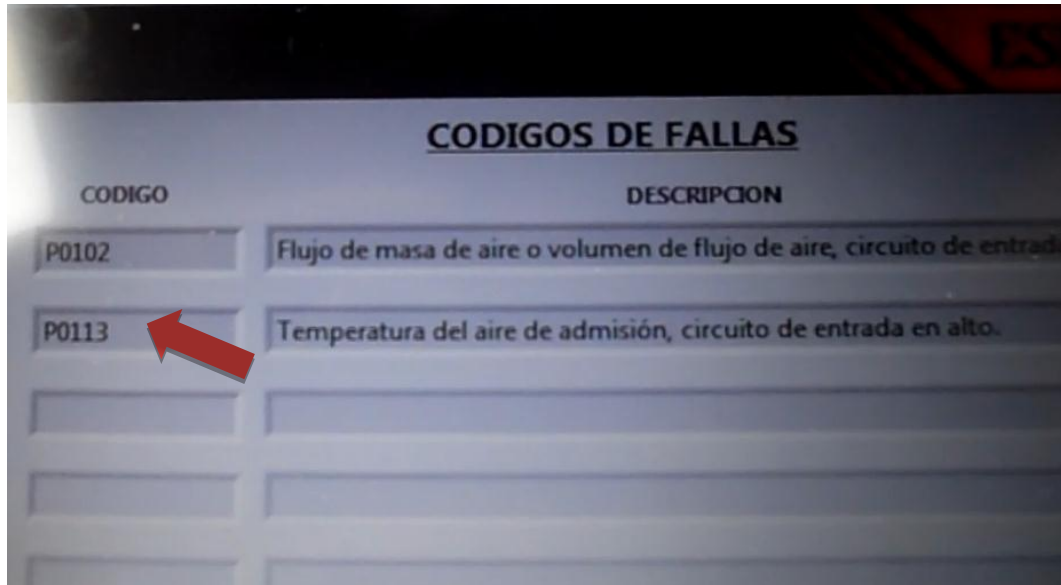
Para identificar los códigos generados en la ECM, una vez inspeccionado que el CHECK ENGINE esta encendido se tiene que seleccionar el botón diagnostico por código en nuestro sistema informático y proceder a dar solución al problema.



Al presionar dicho botón se abrirá el panel frontal del programa en donde se podrá observar los códigos generados por una falla.

**4.3.1 Solución de la falla con la ayuda del sistema informático.** Obteniendo los códigos generados se tiene que dar solución a dicha falla, siguiendo un procedimiento en este caso es el código P0102 y el P0113.

Figura 87. Códigos de fallas generados en el software



CODIGO	DESCRIPCION
P0102	Flujo de masa de aire o volumen de flujo de aire, circuito de entrada
P0113	Temperatura del aire de admisión, circuito de entrada en alto.

Fuente: Autores

Con un click en el boto que está ubicado al lado derecho de la ventana se procede a observar las posibles causas para la solución del código de falla generado.

Figura 88. Botón de solución de fallas por código



CODIGO	DESCRIPCION	
		C1
		C2
		C3
		C4
		C5

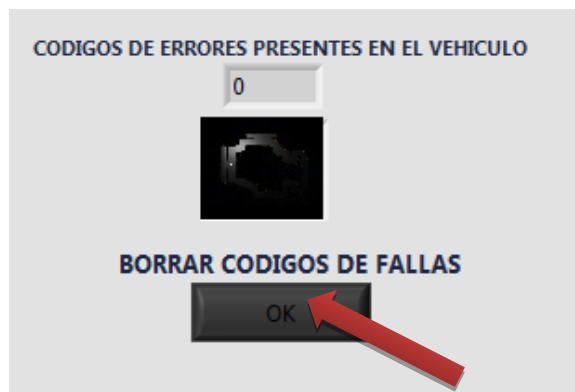
Fuente: Autores

En nuestro caso como ya se sabía la falla generada que era por la desconexión de los sensores se procedió a conectar los dichos sensores y así dar solución al problema.

**4.3.2. Borrado de los códigos de error almacenados en la ECU con la ayuda del sistema informático.** Para esta operación se tiene los siguientes procedimientos.

Luego de haber dado solución al a la falla se puede borrar el código de la memoria de la computadora con un clic en el botón borrar códigos, este código también se puede borrar después de 3 ciclos de conducción y se apaga el check engine.

Figura 89. Borrado de código de fallas



Fuente: Autores

#### 4.4 Manual de usuario.

Para poner en funcionamiento el sistema informático se debe proceder a seguir los siguientes pasos.

1. Iniciamos nuestro sistema informático haciendo un click en el ícono de nuestro software.



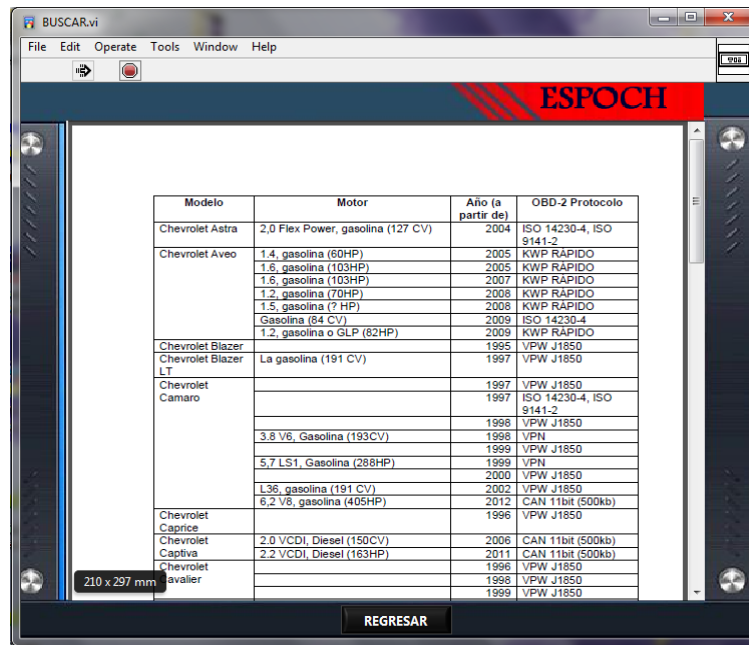
2. Se abre la ventana principal de nuestro sistema informático.
3. En la parte inferior de la ventana principal se observar cinco botones que se describirá a continuación.



## VEHICULOS OBDII

Presionando este botón se podrá observar los vehículos de la marca Chevrolet que tienen el estándar OBD II.

Figura 90. Ventana de vehículos OBD II



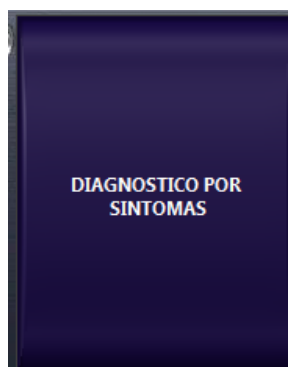
Modelo	Motor	Año (a partir de)	OBD-2 Protocolo
Chevrolet Astra	2,0 Flex Power, gasolina (127 CV)	2004	ISO 14230-4, ISO 9141-2
Chevrolet Aveo	1,4, gasolina (60HP)	2005	KWP RAPIDO
	1,6, gasolina (103HP)	2005	KWP RAPIDO
	1,6, gasolina (103HP)	2007	KWP RAPIDO
	1,2, gasolina (70HP)	2008	KWP RAPIDO
	1,5, gasolina (? HP)	2008	KWP RAPIDO
	Gasolina (84 CV)	2009	ISO 14230-4
Chevrolet Blazer	1,2, gasolina o GLP (82HP)	2009	KWP RAPIDO
		1995	VPW J1850
Chevrolet Blazer LT	La gasolina (191 CV)	1997	VPW J1850
Chevrolet Camaro		1997	VPW J1850
		1997	ISO 14230-4, ISO 9141-2
		1998	VPW J1850
	3,8 V6, Gasolina (193CV)	1998	VPW
		1999	VPW J1850
	5,7 LS1, Gasolina (288HP)	1999	VPW
		2000	VPW J1850
	L36, gasolina (191 CV)	2002	VPW J1850
	6,2 V8, gasolina (405HP)	2012	CAN 11bit (500kb)
		1996	VPW J1850
Chevrolet Captiva	2,0 VCDI, Diesel (150CV)	2006	CAN 11bit (500kb)
Chevrolet Captiva	2,2 VCDI, Diesel (163HP)	2011	CAN 11bit (500kb)
Chevrolet Cavalier		1996	VPW J1850
		1998	VPW J1850
		1999	VPW J1850

Fuente: Autores

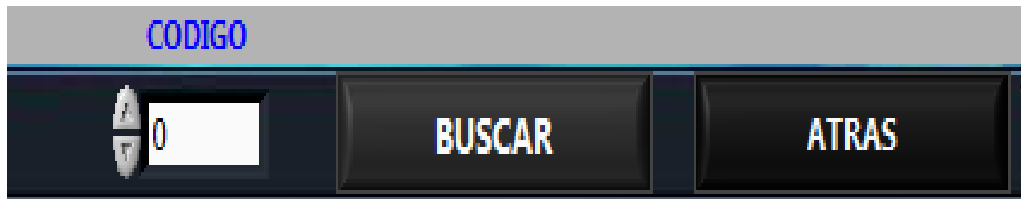
## DIAGNOSTICO

Presionando este botón se podrá seleccionar el tipo de diagnóstico que se debe realizar en nuestro vehículo.

4. En caso de que se deba realizar el diagnóstico por síntoma, se presiona con un click el botón correspondiente y se aparecerá todos los posibles síntomas.



5. Luego de haber determinado el síntoma en el programa se tiene que buscar con el código que se encuentra, en el menú buscar. Se tiene que abrir una ventana con la solución del síntoma siguiendo una serie de pasos muy didácticos.



6. Una vez realizado la búsqueda con los códigos correspondientes se aparecerá la siguiente ventana.

Figura 91. Ventana de solución de fallas

Paso	Acción	Valor[m]	SI	NO
1	¿Se ha realizado "Comprobación del sistema de diagnóstico a bordo (OBD)"?	---	Vaya al paso 2	Vaya a "Comprobación del sistema de diagnóstico a bordo (OBD)"
2	1. Conecte el sistema informático. 2. Seleccione el tipo de vehículo. 3. Seleccione el modo diagnóstico por código. (¿Está el DTC P0102 guardado como "Present Failure" (falla actual)?)	---	Vaya al paso 3	Consulte Ayudas para el diagnóstico y vaya al paso 3
3	1. Utilizando el interface del sistema informático, ponga el interruptor de encendido en "On" (Activado) y el motor en "Off" (Desactivado). 2. Ponga en marcha el vehículo y observe el "Failed This Ignition" (falla este encendido) y observe "DTC Information" (información DTC). (¿Estaba el DTC P0102 guardado en este ciclo de encendido?)	---	Vaya al paso 4	Consulte Ayudas para el diagnóstico y vaya al paso 4

Fuente: Autores


7. En caso de que el vehículo tenga encendido el CHECK ENGINE  se tiene que localizar en el vehículo el conector OBD II (hembra) que generalmente en los vehículos de la línea Chevrolet, viene justo debajo del tablero de lado del compartimento del conductor

Figura 92. Conector OBD II del vehículo Chevrolet Luv-DMAX



Fuente: Autores.

- Conectar el cable OBD II que proviene de nuestra interface, con una computadora portátil o una de mesa, conectamos la interface al puerto USB

Figura 93. Conexión de la interface al iniciar el diagnóstico.



Fuente: Autores

- Con un click seleccionamos el botón diagnóstico por código

Figura 94. Ingreso con el botón diagnóstico por código



Fuente: Autores

- Para observar los datos en tiempo real seleccionamos el botón tablero y podemos observar algunos parámetros muy importantes dentro del funcionamiento del motor.

Figura 95. Ingreso con el botón tablero



Fuente: Autores

11. Presionando el botón información se observara la información básica de nuestro sistema informático.

Figura 96. Presionando el boton informacion



Fuente: Autores.

## 4.5 COSTOS Y FINANCIAMIENTO

El costo de producción correspondiente al proyecto de tesis se ha estimado en el equivalente de USD **2147,01**, tomando como base de cálculo los precios unitarios vigentes en el país al mes de septiembre de marzo del 2013.

**4.5.1 Costos directos.** En nuestro proyecto están basados en los materiales utilizados en la interface, costos de transporte, costos de equipos y herramientas y los costos de mano de obra.

### a. Materiales

Tabla 8. Análisis de costos de materiales

Denominación y medidas	Unidad	Cantidad	Pecio unitario	Subtotal
Conector USB tipo B	U	1	8	8
Conector DB-9 Macho	U	1	4	4
Transistor 2N7000	U	1	0,15	0,15
Transistor BS250/VP2106	U	1	0,15	0,15
PIC18F2455	U	1	30	30
MC33290	U	1	10	10
MC33390/MC33990	U	1	5	5
MCP2551/PCA82C250	U	1	5	5
MCP2515	U	1	5	5
Cristal, 16.000Mhz	U	1	1,2	1,2
Cristal, 20.000Mhz	U	1	1,2	1,2
LED verde 5 mm	U	1	0,5	0,5
Led Amarillo 5mm	U	1	0,5	0,5
LED rojo 5mm	U	1	0,5	0,5
Diodo 1N4148	U	2	0,26	0,52
10K Ohm	U	4	0,04	0,16
330 Ohm	U	2	0,04	0,08
22K Ohm	U	2	0,05	0,1
510 Ohm	U	2	0,05	0,1
100 Ohm	U	2	0,05	0,1
15pF	U	4	0,3	1,2
0.1uF	U	3	0,3	0,9
0.47uF	U	1	0,3	0,3
560pF	U	2	0,4	0,8
10uF 16V	U	1	0,35	0,35
Socket para el PIC18F2455	U	1	2,2	2,2
<b>Total</b>				<b>78,01</b>

Fuente: Autores

### b. Transporte

Tabla 9. Análisis de costo de transporte

Descripción	Horas	Costo/Hora	Subtotal
Transporte	400	1,25	500
<b>Total</b>			<b>500</b>

Fuente: Autores

### c. Equipos y herramientas

Tabla 10. Análisis de costo equipos y herramientas

Descripción	Horas – Equipo	Costo/Hora	Subtotal
Multímetro	5	1,5	7,5
Herramientas de taller	16	1,5	24
<b>Total</b>			<b>31,5</b>

Fuente: Autores

### d. Mano de obra.

Tabla 11. Análisis de costo de mano de obra

Descripción	Horas hombre	Salario Real/Hora	Subtotal
Ing. Electrónico	5	7,5	37,5
Ing. Automotriz	40	7,5	300
Ing. Automotriz	80	7,5	600
<b>Total</b>			<b>937,5</b>

Fuente: Autores

### e. Costos indirectos

Tabla 12. Análisis de costos indirecto

Descripción	Horas – Equipo	Costo/Hora	Subtotal
Alquiler vehículo	40	5	200
Obtención manuales Chevrolet			400
<b>Total</b>			<b>600</b>

Fuente: Autores

**4.5.2 Costo de producción.** Para el diseño y construcción de nuestro sistema informático, se incluye todos los costos que intervienen en el desarrollo de este proyecto.

Tabla 13. Costos de producción

Descripción	Valor (USD)
Costo de materiales	78,01
Costo de equipos herramientas	31,5
Costo de mano de obra	937,5
Costo de transporte	500
Costos indirectos	600
<b>Total costo de producción</b>	<b>2147,01</b>

Fuente: Autores.



## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 Conclusiones**

Se investigó los diferentes procedimientos de interpretación de fallas de los sistemas de inyección electrónica, de los vehículos de marca Chevrolet que son las fallas por síntomas y las fallas por código.

Se diseñó el software utilizando el lenguaje de programación denominado LabVIEW que tiene un entorno visual lo suficientemente potente que permite gobernar la interface y la ECM de forma más estable y amigable con el usuario, para una fácil interpretación de fallas así como procedimiento de la solución a realizar.

Se realizó el diagnóstico en vehículos de la línea Chevrolet, se obtuvo los códigos de fallas, se procedió a dar solución a las mismas.

Se obtuvo datos en tiempo real de funcionamiento de los principales sensores de Chevrolet (VSS, CKP y ECT) utilizando los comandos AT.

Para un mejor manejo del sistema informático, se elaboró un manual de usuario con todas las aplicaciones y con los parámetros que se deben tener en cuenta para su manejo y cuidado.

#### **5.2 Recomendaciones**

Utilizar el sistema informático en la escuela de Ingeniería Automotriz debido a su gran capacidad de obtención de datos, borrado y generación de la solución de los códigos de falla, además de la visualización de datos en tiempo real, para incrementar el nivel de conocimientos de los estudiantes de la E.I.A

Leer detalladamente el manual de usuario, para poder utilizar de una manera satisfactoria y eficiente el sistema informático y tener un mejor cuidado del equipo.

Interpretar de una manera coherente las soluciones de los diagnósticos por código y los diagnósticos por síntomas del sistema informático para dar solución al problema y además un servicio de calidad y excelencia.

Entender el funcionamiento de los sensores y actuadores además de conocer los terminales para poder diagnosticar perfectamente las fallas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 1. México: Digital Comunicación, 2006. Pág. 54
- [2] SANTANDER, J., Manual técnico de fuel inyección. 3ra. ed. Guayaquil: Diseli, 2006. Pág. 71-73
- [3] Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2. México: Digital Comunicación, 2006. Pág. 5-12
- [4] <http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorMasaAire>
- [5] <http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorTemperaturaAire>
- [6] <http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorTemperaturaMotor>
- [7] <http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorDetonacion>
- [8] <http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorHall>
- [9] <http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sondaLambda>
- [10] <http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorTps>
- [11] <http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorMap>
- [12] <http://es.scribd.com/doc/53113979/sensores>
- [13] [http://www.hella.com/produktion/HellaMEX/WebSite/Channels/Garages/Technical\\_information/Electronics/Hella\\_Sensor\\_CKP\\_Vortec.pdf](http://www.hella.com/produktion/HellaMEX/WebSite/Channels/Garages/Technical_information/Electronics/Hella_Sensor_CKP_Vortec.pdf)
- [14] <http://es.scribd.com/doc/53113979/sensores>
- [15] <http://es.scribd.com/doc/51391244/9/RELE-DE-BOMBA-DE-COMBUSTIBLE>
- [16] [http://www.conevyt.org.mx/educhamba/guias\\_emprendizaje/valvula\\_control.pdf](http://www.conevyt.org.mx/educhamba/guias_emprendizaje/valvula_control.pdf)
- [17] SANTANDER, J., Técnico en mecánica & electrónica automotriz. Tomo 2. Colombia: Diseli, 2005. Pág. 286-287
- [18] <http://mektronikar.blogspot.com/2010/09/diagnostico-bordo-obd-obdi-obdii.html>
- [19] <http://www.tdt-latinoamerica.tv/foro/labview-2012-para-ingenieros-cientificos-y-t-electronicos-t9019.html>

## **BIBLIOGRAFÍA**

- GERSCHLER, E., Tecnología del Automovil, Tomo 2, 20va.ed. Barcelona: Reverté, 1985
- Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 1. México: Digital Comunicación, 2006.
- Mecánica Automotriz Fácil, Electrónica y Electricidad Automotriz, Tomo 2. México: Digital Comunicación, 2006.
- SANTANDER, J., Técnico en mecánica & electrónica automotriz. Tomo2. Colombia: Diseli, 2005.
- SANTANDER, J., Manual técnico de fuel inyección.3ra.ed. Guayaquil: Diseli, 2006.

## **LINKOGRAFÍA**

### **SENSOR DE MASA DE AIRE.**

<http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorMasaAire>

2012-11-01

### **SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE.**

<http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorTemperaturaAire>

2012-11-01

### **SENSOR DE TEMPERATURA DEL MOTOR.**

<http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorTemperaturaMotor>

2012-11-10

### **SENSOR DE DETONACIÓN.**

<http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorDetonacion>

2012-11-10

### **SENSOR HALL**

<http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorHall>

2012-11-23

### **SENSOR SONDA LAMBDA**

<http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sondaLambda>

2012-12-5

### **SENSOR TPS**

<http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorTps>

2012-12-5

### **SENSOR MAP**

<http://www.mecanicafacil.info/mecanica.php?id=sensorMap>

2012-12-5

### **SENSORES.**

<http://es.scribd.com/doc/53113979/sensores>

2012-12-15

## **SENSOR CKP**

[http://www.hella.com/produktion/HellaMEX/WebSite/Channels/Garages/Technical\\_informtion/Electronics/Hella\\_Sensor\\_CKP\\_Vortec.pdf](http://www.hella.com/produktion/HellaMEX/WebSite/Channels/Garages/Technical_informtion/Electronics/Hella_Sensor_CKP_Vortec.pdf)

2013-01-12

## **RELÉ DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE**

<http://es.scribd.com/doc/51391244/9/RELE-DE-BOMBA-DE-COMBUSTIBLE>

2013-01-12

## **VÁLVULA IAC**

[http://www.conevyt.org.mx/educhamba/guias\\_emprendizaje/valvula\\_control.pdf](http://www.conevyt.org.mx/educhamba/guias_emprendizaje/valvula_control.pdf)

2013-01-12

## **OBD II**

<http://mektronikar.blogspot.com/2010/09/diagnostico-bordo-obd-obdi-obdii.html>

2013-01-15

## **LABVIEW**

<http://www.tdt-latinoamerica.tv/foro/labview-2012-para-ingenieros-cientificos-y-t-electronicos-t9019.html>

2013-01-20

## **VEHÍCULOS CHEVROLET CON ESTÁNDAR OBD II**

[http://pinoutsguide.com/CarElectronics/gm\\_car\\_obd\\_ii\\_pinout.shtml](http://pinoutsguide.com/CarElectronics/gm_car_obd_ii_pinout.shtml)

2013-02-05

## **CÓDIGOS EXCLUSIVOS PARA CHEVROLET**

[http://e-auto.com.mx/obdii\\_principal.php](http://e-auto.com.mx/obdii_principal.php)

2013-02-05