



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE ESCÁNER  
AUTOMOTRIZ PARA PROTOCOLOS OBDII PARA LA  
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ DE LA  
ESPOCH”**

**TYRON MARCELO LEE ZHANG**

**TESIS DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

**INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**RIOBAMBA-ECUADOR**

**2012**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

Julio, 11 del 2012

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**TYRON MARCELO LEE ZHANG**

---

Titulada:

**“CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE ESCANER  
AUTOMOTRIZ PARA PROTOCOLOS OBDII PARA LA ESCUELA  
DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ DE LA ESPOCH”**

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. Carlos Roberto Cabezas R.  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Celín Abad Padilla Padilla  
ASESOR DE TESIS

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** TYRON MARCELO LEE ZHANG

**TÍTULO DE LA TESIS:** “CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE ESCANER AUTOMOTRIZ PARA PROTOCOLOS OBDII PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ DE LA ESPOCH”

**Fecha de Examinación:** 11 de Julio del 2012

### RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Roberto Cabezas (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Celín Padilla (ASESOR DE TESIS)			

\* 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 que presento, 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 teórico-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

Tyron Marcelo Lee Zhang

## **DEDICATORIA**

Este trabajo esta dedicado esencialmente para mi familia, que ha sido un apoyo fundamental a lo largo de mi vida estudiantil, que con su sacrificio y esmero han hecho un hombre de bien para esta sociedad.

Tyron Marcelo Lee Zhang

## **AGRADECIMIENTO**

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Automotriz, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

De la misma manera agradezco a las personas que me han apoyado con un granito de arena para la culminación de esta tesis.

Y en especial para todos los amigos, compañeros y personas que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de nuestras vidas.

Tyron Marcelo Lee Zhang

## CONTENIDO

	Pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 <i>Objetivos generales</i> .....	3
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	3
<b>2. MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Generalidades.....	4
2.1.1 <i>Culata</i> .....	5
2.1.2 <i>El Bloque</i> .....	5
2.1.3 <i>El Cártter</i> .....	6
2.2 Motores de cuatro tiempos.....	7
2.3 Motores de dos tiempos.....	8
2.4 Los Sistemas.....	9
2.4.1 <i>Sistema de alimentación</i> .....	9
2.4.1.1 <i>El Tanque</i> .....	10
2.4.1.2 <i>La Bomba de combustible</i> .....	10
2.4.1.3 <i>Los conductos</i> .....	11
2.4.1.4 <i>El filtro de combustible</i> .....	11
2.4.1.5 <i>La rampa de inyectores</i> .....	12
2.4.1.6 <i>El regulador de presión</i> .....	12
2.4.1.7 <i>Los Inyectores</i> .....	13
2.4.2 <i>Sistema de distribución</i> .....	14
2.4.2.1 <i>Poleas y bandas</i> .....	15
2.4.2.2 <i>Válvulas</i> .....	16
2.4.2.3 <i>Muelles</i> .....	16
2.4.2.4 <i>Guía de válvulas</i> .....	17
2.4.2.5 <i>Asientos de válvulas</i> .....	17
2.4.2.6 <i>Árbol de levas</i> .....	18
2.4.2.7 <i>Taqués</i> .....	19
2.4.2.8 <i>Balancines</i> .....	20
2.4.3 <i>Sistema de lubricación</i> .....	20
2.4.3.1 <i>Circuito de aceite en el motor</i> .....	21
2.4.4 <i>Sistema de refrigeración</i> .....	22
2.4.4.1 <i>Bomba de agua</i> .....	24
2.4.4.2 <i>Termostato</i> .....	24
2.4.4.3 <i>Radiador</i> .....	25
2.4.4.4 <i>Líquido refrigerante</i> .....	25

2.4.4.5	<i>Conductos</i> .....	26
2.4.4.6	<i>Ventilador</i> .....	26
2.4.4.7	<i>Medidor de temperatura</i> .....	27
2.4.5	<i>Sistema de encendido</i> .....	28
2.4.5.1	<i>Sistema de encendido convencional</i> .....	29
2.4.5.2	<i>Sistema de encendido transistorizado</i> .....	30
2.4.5.3	<i>Sistema de encendido electrónico</i> .....	31
2.4.5.4	<i>Sistema de encendido electrónico integral</i> .....	32
2.4.5.5	<i>Sistema de encendido electrónico programado</i> .....	34
2.4.5.6	<i>Sistema de encendido totalmente electrónico o estático</i> .....	38
2.5	<i>Los sensores</i> .....	41
2.5.1	<i>Sensor CKP</i> .....	42
2.5.1.1	<i>Ubicación</i> .....	43
2.5.1.2	<i>Características</i> .....	43
2.5.1.3	<i>Tipos</i> .....	44
2.5.2	<i>Sensor CMP</i> .....	45
2.5.2.1	<i>Ubicación</i> .....	45
2.5.2.2	<i>Características</i> .....	46
2.5.2.3	<i>Tipos</i> .....	46
2.5.3	<i>Sensor MAF</i> .....	48
2.5.3.1	<i>Ubicación</i> .....	48
2.5.3.2	<i>Características</i> .....	48
2.5.4	<i>Sensor VAF</i> .....	49
2.5.4.1	<i>Ubicación</i> .....	50
2.5.4.2	<i>Características</i> .....	51
2.5.5	<i>Sensor IAT</i> .....	56
2.5.5.1	<i>Ubicación</i> .....	52
2.5.5.2	<i>Características</i> .....	52
2.5.6	<i>Sensor ECT</i> .....	53
2.5.6.1	<i>Ubicación</i> .....	54
2.5.6.2	<i>Características</i> .....	54
2.5.7	<i>Sensor MAP</i> .....	56
2.5.7.1	<i>Ubicación</i> .....	56
2.5.7.2	<i>Características</i> .....	56
2.5.8	<i>Sensor TPS</i> .....	58
2.5.8.1	<i>Ubicación</i> .....	60
2.5.8.2	<i>Características</i> .....	60
2.5.8.3	<i>Tipos</i> .....	61
2.5.9	<i>Sensor KS</i> .....	62
2.5.9.1	<i>Ubicación</i> .....	63
2.5.9.2	<i>Características</i> .....	63
2.5.10	<i>Sensor HEGO</i> .....	65
2.5.10.1	<i>Ubicación</i> .....	66
2.5.10.2	<i>Características</i> .....	66
2.5.10.3	<i>Tipos</i> .....	66

2.5.10.4	<i>Distribución de cables</i> .....	68
2.6	Los Actuadores.....	69
2.6.1	<i>Válvula IAC</i> .....	69
2.6.2	<i>Inyectores</i> .....	71
2.6.3	<i>Solenoide de control de EGR</i> .....	73
2.6.4	<i>EVAP</i> .....	75
2.6.5	<i>Sistema TAC</i> .....	76
<b>3.</b>	<b>DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DEL ESCÁNER</b> .....	79
3.1	Metodología.....	79
3.2	Hardware.....	80
3.2.1	<i>Construcción virtual de la placa</i> .....	80
3.2.2	<i>Construcción física de la placa</i> .....	82
3.3	Software.....	89
3.3.1	<i>Comunicación entre la PC y la interfaz</i> .....	91
3.3.2	<i>Comunicación entre la interfaz y la ECM</i> .....	92
3.3.2.1	<i>SOF</i> .....	93
3.3.2.2	<i>Header Field</i> .....	93
3.3.2.3	<i>Data Field</i> .....	96
3.3.2.4	<i>Checksum data byte</i> .....	102
3.3.2.5	<i>EOF</i> .....	103
<b>4.</b>	<b>PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO</b> .....	104
4.1	Configuración de puerto.....	104
4.2	Funcionamiento del equipo.....	107
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	111
5.1	Conclusiones.....	111
5.2	Recomendaciones.....	112

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### BIBLIOGRAFÍA

### LINKOGRAFÍA

### ANEXOS

## LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Relación temperatura-resistencia.....	53
2	Distribución de pines en función al lenguaje de comunicación.....	87
3	Números hexadecimales con sus equivalencias.....	89
4	Distribución de los 8 bits.....	94
5	Bits significativos.....	94
6	Formas posibles de envío de datos.....	95
7	Remplazo del bit significativo por un código universal.....	101

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1 Partes principales del motor.....	4
2 Tipos de culata.....	5
3 Tipos de bloques.....	6
4 El cárter.....	7
5 Funcionamiento del motor de cuatro tiempos.....	8
6 Funcionamiento del motor de dos tiempos.....	9
7 Circuito de alimentación de combustible.....	10
8 Depósito de combustible.....	10
9 Bomba eléctrica de combustible.....	11
10 Conductos de combustible.....	11
11 Filtro de combustible.....	12
12 Rampa de inyectores.....	12
13 Regulador de presión.....	13
14 Partes del inyector.....	14
15 Sistema de distribución.....	15
16 Poleas y bandas.....	15
17 Estructura de una válvula.....	16
18 Muelles.....	17
19 Guía de válvulas.....	17
20 Asientos de válvulas.....	18
21 Árbol de levas.....	18
22 Taqué.....	19
23 Funcionamiento del taqué hidráulico.....	19
24 Balancines.....	20
25 Sistema de lubricación.....	21
26 Circuito de lubricación del motor.....	22
27 Sistema de refrigeración del motor.....	23
28 Conjunto bomba de refrigeración.....	24
29 Funcionamiento del termostato.....	24
30 Radiador.....	25
31 Anticongelante.....	26
32 Circuito de refrigeración.....	26
33 Ventilador.....	27
34 Esquema eléctrico del indicador de temperatura.....	28
35 Circuito de encendido convencional.....	29
36 Platino Abierto.....	30
37 Platino cerrado.....	30
38 Diagrama del encendido eléctrico.....	32
39 Componentes del encendido electrónico integral.....	33

40	Volante de inercia y captador del encendido integral.....	34
41	Cartografía compleja del encendido Motronic.....	36
42	Sistema de coordenadas (Carga-RPM-Avance).....	36
43	Sensor CKP y sensor de velocidad.....	37
44	Esquema eléctrico totalmente electrónico o estático.....	39
45	Bobinas de encendido individuales.....	40
46	Entradas y salidas de un sensor.....	41
47	Señales de entrada y salida de la ECM.....	42
48	Sensor CKP tomando señal de giro.....	43
49	Posición general del sensor CKP.....	43
50	Sensor CKP tipo inductivo y forma de su señal característica.....	44
51	Sensor CKP tipo efecto Hall y forma de su señal característica.....	45
52	Sensor CMP.....	45
53	Posición del sensor CMP.....	46
54	Sensor CMP óptico.....	47
55	Sensor MAF.....	48
56	Sensor MAF de hilo caliente.....	49
57	Forma de señal del sensor MAF.....	49
58	Ubicación del sensor VAF.....	50
59	Componentes internos del sensor VAF.....	51
60	Esquema eléctrico y señal del sensor VAF.....	51
61	Sensor IAT.....	52
62	Ubicación del sensor IAT.....	52
63	Esquema eléctrico del sensor IAT.....	53
64	Sensor ECT.....	54
65	Ubicación del sensor ECT.....	54
66	Partes del sensor ECT.....	54
67	Relación voltaje-temperatura del sensor ECT.....	55
68	Esquema eléctrico del sensor ECT.....	56
69	Componentes internos del sensor MAP.....	57
70	Circuito eléctrico del sensor MAP.....	57
71	Forma de onda del sensor MAP (variación de tensión).....	58
72	Forma de onda del sensor MAP (variación de frecuencia).....	59
73	Sensor TPS.....	60
74	Ubicación del sensor TPS.....	60
75	Variación del voltaje en función de la posición.....	61
76	Circuito eléctrico del sensor TPS de 3 cables.....	62
77	Circuito eléctrico del sensor TPS de 4 cables.....	62
78	Sensor KS.....	63
79	Ubicación del sensor KS.....	63
80	Onda característica del sensor KS.....	64
81	Circuito eléctrico del sensor KS.....	64
82	Sensor O2.....	65
83	Ubicación del sensor O2.....	66

84	Estructura del sensor O2 de zirconio.....	67
85	Sonda Lambda de dióxido de titanio.....	68
86	Variedad de cables de sondas lambdas.....	69
87	Apertura y cierre de la válvula IAC.....	70
88	Funcionamiento del motor paso a paso.....	71
89	Apertura y cierre de un inyector.....	72
90	Funcionamiento de la válvula EGR (mecánica).....	74
91	Funcionamiento de la válvula EGR (electrónico).....	74
92	Sistema de Emisiones Evaporativas EVAP.....	75
93	Electroválvula de control del sistema EVAP.....	76
94	Pedal de aceleración con APP incorporado.....	77
95	Cuerpo de aceleración motorizado.....	78
96	Circuito esquemático del interfaz.....	80
97	Vista digital del circuito (cara frontal).....	81
98	Vista digital del circuito (cara posterior).....	81
99	Circuito presto a imprimir en papel (cara frontal).....	82
100	Circuito presto a imprimir en papel (cara posterior).....	82
101	Transferencia del circuito impreso a la placa.....	83
102	Colocación de la placa en solución salina.....	83
103	Circuito en la placa (vista frontal).....	84
104	Circuito en la placa (vista posterior).....	84
105	Perforación de la placa.....	85
106	Soldadura de los componentes.....	85
107	Resultado final del circuito en la placa.....	86
108	Conector universal OBD II F (hembra).....	86
109	Disposición de los pines a su lenguaje de comunicación.....	91
110	Diagrama de flujo del proceso de conexión.....	91
111	Proceso de emisión de datos a la ECM.....	92
112	Estructura de una Trama.....	92
113	SOF de 8 bytes.....	93
114	SOF de 7 bytes.....	93
115	Características del encabezado.....	95
116	Características del encabezado en lenguaje CAN.....	96
117	Estructuración de como se recibe los datos solicitados.....	97
118	Proceso de presentación de los códigos de fallas.....	99
119	Proceso de borrar códigos de fallas guardados.....	102
120	Ventana de administrador de dispositivos.....	104
121	Propiedades del dispositivo.....	105
122	Configuración avanzada del COM3.....	105
123	Ventana del menú principal de ScanTool.....	106
124	Ventana de opciones del programa.....	106
125	Datos de sensores en tiempo real.....	107
126	Datos de sensores en tiempo real.....	108
127	Datos de sensores en tiempo real.....	108

128	Ventana de DTCs sin código de fallas.....	109
129	Ventana de DTCs con código de fallas.....	109
130	Ventana de advertencia de borrar códigos de fallas.....	110

## LISTA DE ABREVIACIONES

A/C	Aire Acondicionado
AC	Corriente Alterna
APP	Sensor de posición del pedal de aceleración (Accelerator Pedal Position)
bar	Medida de presión. “Bares”
CAN	Protocolo de comunicación (Controller Area Network)
CARB	Concejo de recursos del aire (California Air Resources Board)
CC	Corriente Continua
CKP	Sensor de posición del cigüeñal (Crank Shaft Position)
CMP	Sensor de posición del árbol de levas (Cam Shaft Position)
CRC	Comprobación de datos (Checksum data byte)
ECM	Módulo de control electrónico (Electronic Control Module)
ECT	Sensor de temperatura del refrigerante (Engine Coolan Temperature)
EGR	Sistema recirculación de gases de escape (Exhaust Gas Recirculation)
EOBD	OBD de Europa
EOF	Fin de trama (End Of Frame)
EVAP	Sistema de emisiones evaporativas (Evaporative Emission System)
F	En conectores Hembra
GND	Conexión a tierra (Ground)
HEGO	Sensor de oxígeno de los gases de escape (Heated Exhaust Gas Oxygen)
IAC	Válvula de control de la entrada de aire (Idle Air Control)
IAT	Sensor de temperatura del aire (Intake Air Temperature)
ID	Identificación
ISO	Organización Internacional de normalización (International Organization for Standardization)
KS	Sensor de golpeteo (Knock Sensor)
LED	Diodo emisor de luz (Light-Emitting Diode)
M	En conectores Macho
mA	Miliamperios
MAF	Sensor de masa de aire (Mass Air Flow)
MAP	Sensor de presión absoluta del colector (Manifold Absolute Pressure)
MHz	Megahercios
MIL	Lámpara indicadora de mal funcionamiento (Malfunction Indicator Lamp)
mm	Milímetros
NOx	Óxidos de nitrógeno
NPN	En transistores (Negativo-Positivo-Negativo)
O2	Oxígeno
OBD	Diagnóstico a bordo (On Board Diagnostic)
PC	Computador personal (Personal Computer)
pF	Pico faradios
PIC	Circuito Integrado Programable
PMI	Punto Muerto Inferior

PMS	Punto Muerto Superior
PNP	En transistores (Positivo-Negativo-Positivo)
PWM	Modulación de ancho de pulso (Pulse Width Modulation)
RPM	Revoluciones por minuto
SAE	Sociedad de Ingenieros Automotrices (Society of Automotive Engineers)
SOF	Inicio de trama (Star Of Frame)
TAC	Cuerpo de mariposa motorizado (Throttle Actuator Controller)
TPS	Sensor de posición de la mariposa de aceleración (Throttle Position Sensor)
USA	Estados Unidos de Norteamérica
VAF	Sensor de masa de aire por paleta (Vane Air Flow)
VPW	Ancho de pulso variable (Variable Pulse Width)
WOT	Acelerador abierto (Wide Open Throttle)

## **LISTA DE ANEXOS**

- A** Comandos AT
- B** Códigos PIDs OBD II
- C** Manual de funcionamiento
- D** Código fuente de programación para la obtención de datos en tiempo real
- E** Código fuente de programación para la obtención de códigos de fallas
- F** Guía de prácticas

## RESUMEN

El proyecto es la Construcción de un Prototipo de Escáner Automotriz para Protocolos OBD II para la Escuela de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH, con el fin que los futuros estudiantes puedan tener un equipo donde puedan aprender de forma práctica como diagnosticar eficazmente un vehículo.

Se investigó el funcionamiento de los distintos sistemas modernos que trabajan conjuntamente para formar parte del movimiento del motor. De la misma manera se indagó componentes electrónicos, tanto sensores como actuadores, que se encuentran censando y controlando los distintos sistemas de un motor para que funcione eficiente y eficazmente con el mínimo de emisiones contaminantes.

Se obtuvo como resultado un equipo electrónico que al conectarse con la computadora del vehículo (ECM) se logró una comunicación directa, en la transmisión de datos indispensables del funcionamiento de sensores y actuadores en tiempo real, como en la obtención de códigos de fallas almacenados por averías que se presentan, y la posibilidad de borrarlos manualmente cuando se desea. Todos los datos emitidos por la ECM son visualizados en un computador por medio de un software específicamente para el lenguaje de comunicación.

Este trabajo es una herramienta de apoyo que ayuda al futuro profesional a tener el conocimiento básico en la manipulación de equipos de diagnósticos computarizados, y conjuntamente con las distintas guías de prácticas, fortalecerán aun más los conocimientos adquiridos de forma teórica en las aulas para poder formar profesionales eficaces para la resolución de problemas que puedan existir en la sociedad.

## **ABSTRACT**

Design and assembly of an automotive scanning OBD II (On Board Diagnostics) protocol for the Automotive Engineering School at ESPOCH (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

This paper involves the design and assembly of an automotive scanning OBD II (On Board Diagnostics) protocol for the Automotive Engineering School at ESPOCH (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo) with the aim of providing students in this school with the appropriate equipment to learn and efficiently practice how to make a correct diagnosis of the vehicle function.

The operation of several modern systems that is responsible of the engine movement as well as different electronic component such as sensors that control the different engine systems so that they work efficiently reducing at the minimum polluting emissions were studied in detail.

As the result of the study, it was possible to design an electronic equipment that when connected to the car computer ECM (Electronic Control Module), a direct communication in the data transmission which is indispensable for the sensors and actuators with real time as in the trouble codes saved and the possibility to manually delete them when the user want. All the data sent by the ECM (Electronic Control Module) are visualized in the computer by means of software especially designed for this type of communication code.

This equipment is an important support that helps students an future professionals to obtain a basic knowledge and handle computerized diagnosis equipment. The paper also provides a practice handbook that enhances the theoretical understanding of this type of system.

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

Para reducir la contaminación del aire, el "California Air Resources Board (CARB)" en 1988 introdujo para todos los vehículos a gasolina el OBD (On Board Diagnose), que exigía límites máximos de emisiones y además un autocontrol (OBD) de componentes relevantes de las emisiones de gas contaminante a través de dispositivos de mando electrónicos. Para que el conductor o un técnico se percate de un mal funcionamiento del sistema de OBD se impuso la obligación de tener una lámpara que indique fallos MIL (Malfunction Indicator Lamp), que es el primero en indica al conductor que una falla está presente en algún componente o un sistema que tiene relación directa con las emisiones tóxicas al medio ambiente.

Para que los técnicos puedan realizar la revisión para determinar el motivo del mal funcionamiento en algún componente o sistema el vehículo fue necesario una herramienta electrónica de diagnóstico, que es el escáner automotriz, éste escáner se conecta a la computadora de los vehículos y puede leer la información alguna falla.

Para cada marca de vehículo que existía en el mercado era necesario un escáner, ya que los constructores de vehículos configuraban independientemente el hardware y el software a su conveniencia de construcción.

Un recrudecimiento en los límites de emisiones en el Estado de California en 1996, llevó a la creación del OBD II. Es un mejoramiento de los sistemas de emisiones y es un requisito legal para vehículos nuevos en USA. En base a esta regla americana se impuso en los noventas la inclusión de sistemas de diagnóstico también para los vehículos destinados al mercado europeo. En este tiempo Europa introdujo el EOBD ajustándose al OBD II americano.

OBD II es la segunda generación de los requerimientos del equipamiento de diagnóstico a bordo de los Estados Unidos. Las características de autodiagnóstico a bordo están

incorporadas en el hardware y el software de la computadora que está a bordo de un vehículo para monitorear prácticamente todos los componentes que pueden afectar las emisiones. Cada componente es monitoreado por una rutina de diagnóstico para verificar si está funcionando perfectamente. Si se detecta un problema o una falla, el sistema de OBD II ilumina una lámpara de advertencia en el tablero de instrumentos para avisarle al conductor.

El sistema también guarda información importante sobre la falla detectada para que un mecánico pueda encontrar y resolver el problema. En los Estados Unidos, todos los vehículos de pasajeros y los camiones de gasolina y combustibles alternativos desde 1996 deben contar con sistemas de OBD II, al igual que todos los vehículos de pasajeros y camiones de diésel a partir de 1997. Además, un pequeño número de vehículos de gas fueron equipados con sistemas de OBD II. Para verificar si un vehículo está equipado con OBD II, debe constar de componentes en el motor que ayudan a reducir los residuos contaminantes de la combustión y especialmente la incorporación de un conector de diagnóstico universal para todas las marcas de vehículos, conjuntamente con códigos de diagnóstico universales. De la misma manera al conectar un escáner con capacidad de leer protocolos OBD II de cualquier marca de vehículo, se logrará entrar a su memoria de almacenamiento y encontrar el código de la falla y la causa.

## **1.2 Justificación**

Un buen Ingeniero Automotriz debe ser capaz de determinar los síntomas de una falla, encontrar las causas de una falla y corregir dicha falla de forma eficiente y eficazmente, pero en muchos de los casos se encuentra en la necesidad de utilizar un Escáner Automotriz para encontrar los síntomas de una falla, así poder determinar las causas de la misma y corregirla a través de un escáner simplemente

Para determinar cualquier tipo de falla existente en un vehículo moderno equipado con protocolo OBD II es necesario un Escáner Automotriz que trabaje para dichas características, que nos indique el estado de funcionamiento de un vehículo, tanto en los componentes que hacen funcionar con el motor como de los componentes adyacentes

éste. De esta manera en el instante en que se encienda la lámpara indicadora de fallas (MIL) se puede localizar la posición exacta de la falla o las causas a dicha falla.

En la Escuela de Ingeniería Automotriz se ha adquirido un Escáner Automotriz para la realización prácticas, que en su tiempo fue útil para su propósito, pero era apto solo para vehículos de fabricación Coreana y Japonesa con protocolo OBD I. Lastimosamente dicho escáner se encuentra en desuso por diferentes motivos.

Para mejorar el conocimiento de las prácticas en la utilización de equipos de diagnóstico, específicamente un Escáner Automotriz. Se propone que este prototipo de Escáner Automotriz sea incorporado como parte del equipo de instrumentos de diagnóstico de la Escuela de Ingeniería Automotriz y así ayudará a cumplir con los requerimientos de enseñanza, a través de escaneos a vehículos que posean protocolo OBD II y conjuntamente ayudará a la enseñanza de los estudiantes de la forma teórica, las prácticas de utilización de equipos de diagnósticos especializados dentro de las asignaturas profesionalizantes fortalecen a los estudiantes en la Escuela de Ingeniería Automotriz.

### **1.3 Objetivos**

**1.3.1 Objetivo general.** Construir un prototipo de un Escáner Automotriz para protocolo OBD II para la Escuela de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

Realizar un estudio sobre los tipos de controles utilizados en el mercado actual.

Analizar el estado actual de los sistemas de funcionamiento del motor.

Desarrollar el prototipo y el manual de usuario para el manejo del prototipo.

Desarrollar las pruebas y realizar las correcciones del prototipo.

## CAPÍTULO II

### 2. MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

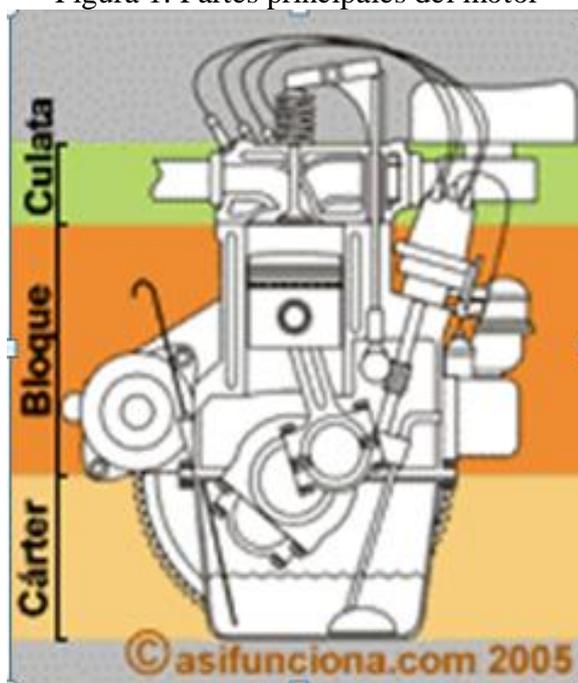
#### 2.1 Generalidades

Un motor de combustión interna es cualquier tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química producida por un combustible que arde dentro de una cámara de combustión (por eso su nombre). Se utilizan motores de combustión interna de cuatro tipos: motores de ciclo OTTO, motores de ciclo DIESEL RÁPIDO, motores ROTATIVOS y las TURBINAS DE COMBUSTIÓN.

En nuestro estudio hablaremos de los motores de ciclo OTTO, ya que son los motores más utilizados en la gran mayoría de vehículos existentes en la actualidad desde sus inicios de funcionamiento.

Desde el punto de vista estructural, el cuerpo de un motor de combustión interna se compone de tres secciones principales: La culata, el bloque y el cárter

Figura 1. Partes principales del motor



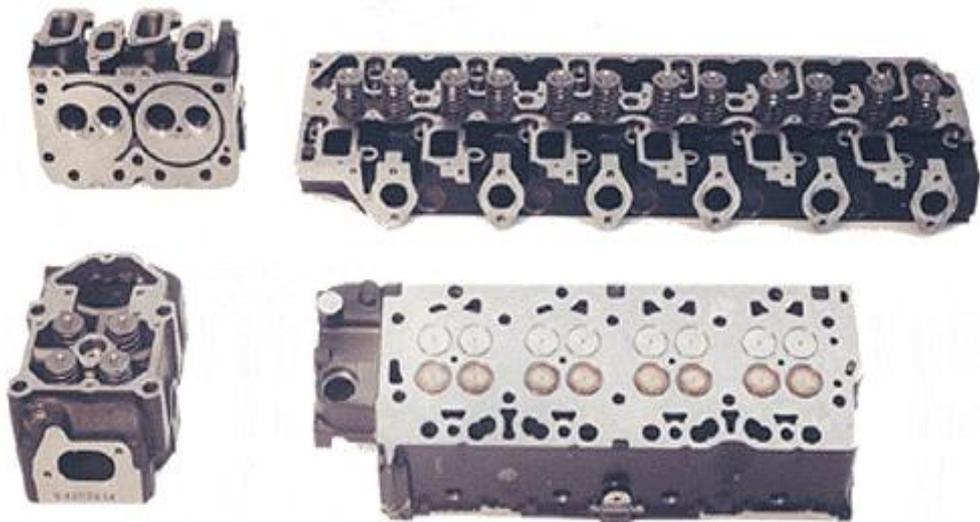
Fuente: [http://www.asifunciona.com/mecanica/af\\_motor\\_gasolina/af\\_motor\\_gasolina\\_2.htm](http://www.asifunciona.com/mecanica/af_motor_gasolina/af_motor_gasolina_2.htm)

**2.1.1 La culata.** La culata constituye una pieza de hierro fundido o de aluminio en los motores modernos, que va colocada en la parte superior del bloque del motor. Su función es sellar la parte superior de los cilindros para evitar pérdidas de compresión y/o salida inapropiada de los gases de escape.

En la culata se encuentran situadas un conjunto del sistema de distribución. Posee, además, dos conductos internos: uno conectado al múltiple de admisión (para permitir que la mezcla aire-combustible penetre en la cámara de combustión del cilindro) y otro conectado al múltiple de escape (para permitir que los gases producidos por la combustión sean expulsados al medio ambiente). Posee, además, otros conductos que permiten la circulación de líquido refrigerante para su refrigeración y aceite para la lubricación de las piezas móviles que se encuentran en la culata.

La culata está firmemente unida al bloque del motor por medio de pernos. Para garantizar un sello hermético con el bloque, se coloca entre ambas piezas metálicas una “junta de culata”, constituida por una lámina de material, de amianto o cualquier otro material flexible que sea capaz de soportar la alta presión sin deteriorarse, las altas temperaturas que se alcanzan durante el funcionamiento del motor.

Figura 2. Tipos de culata



Fuente: <http://www.vascomotor.com/images/culatas.gif>

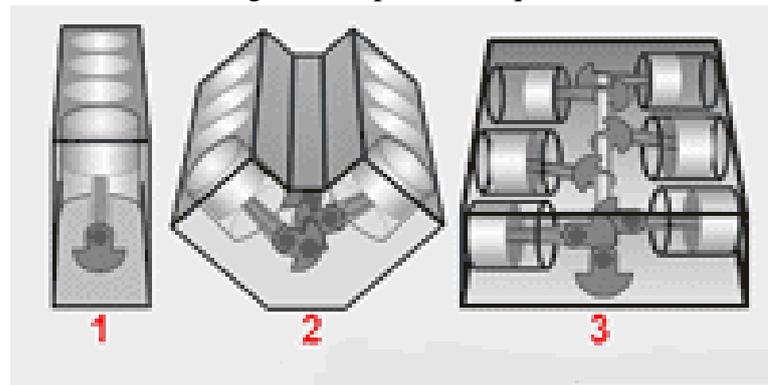
**2.1.2 El bloque.** En el bloque están ubicados los cilindros con sus respectivas camisas, que son barrenos o cavidades practicadas en el mismo, por cuyo interior se desplazan los pistones. Estos últimos se consideran el corazón del motor.

La cantidad de cilindros que puede contener un motor es variable, así como la forma de su disposición en el bloque. Existen motores de uno o de varios cilindros, aunque la mayoría de los motores utiliza bloques de cuatro, cinco, seis, ocho y doce cilindros, incluso algunos vehículos pequeños que usan sólo tres.

El bloque del motor debe poseer rigidez, poco peso y poca dimensión, de acuerdo con la potencia que desarrolle. Las disposiciones más frecuentes que se pueden encontrar los cilindros en los bloques de los motores son las siguientes:

- En línea
- En “V”
- Planos con los cilindros opuestos

Figura 3. Tipos de bloques



Fuente: autor

En todo su cuerpo posee varios conductos que sirven para el paso de lubricante desde el cárter hacia las partes móviles que se encuentran en la culata, adicionalmente posee conductos por donde circula el líquido refrigerante para mantener los límites de temperatura de trabajo adecuado en el motor y optimizar su trabajo.

**2.1.3 El cárter.** El cárter es el lugar donde se deposita el aceite lubricante para ser bombeado hacia las partes móviles del motor.

Durante el tiempo de funcionamiento del motor, la bomba de aceite que gira conjuntamente con el cigüeñal extrae el lubricante del cárter y lo envía a los mecanismos que requieren lubricación.

Figura 4. El cárter



Fuente: [http://www.arcelormittal.com/automotive/saturnus/sheets/K\\_ES.html](http://www.arcelormittal.com/automotive/saturnus/sheets/K_ES.html)

## 2.2 Motores de cuatro tiempos

El motor de cuatro tiempos es un motor de combustión interna que requiere cuatro carreras (desplazamiento entre el PMS y el PMI) del pistón o del émbolo para completar el ciclo termodinámico de combustión y que se encuentra comprendido entre: la Admisión, la Compresión, la Explosión y el Escape. A continuación detallamos cada uno de estos cuatro tiempos.

- **Tiempo de admisión:** Es el primer tiempo de funcionamiento del motor, es aquel que se produce cuando la válvula de escape se encuentra cerrada y la válvula de admisión se abre y permite el paso de la mezcla (aire más combustible) hacia dentro del cilindro a causa del vacío producido por el desplazamiento del pistón del PMS al PMI.

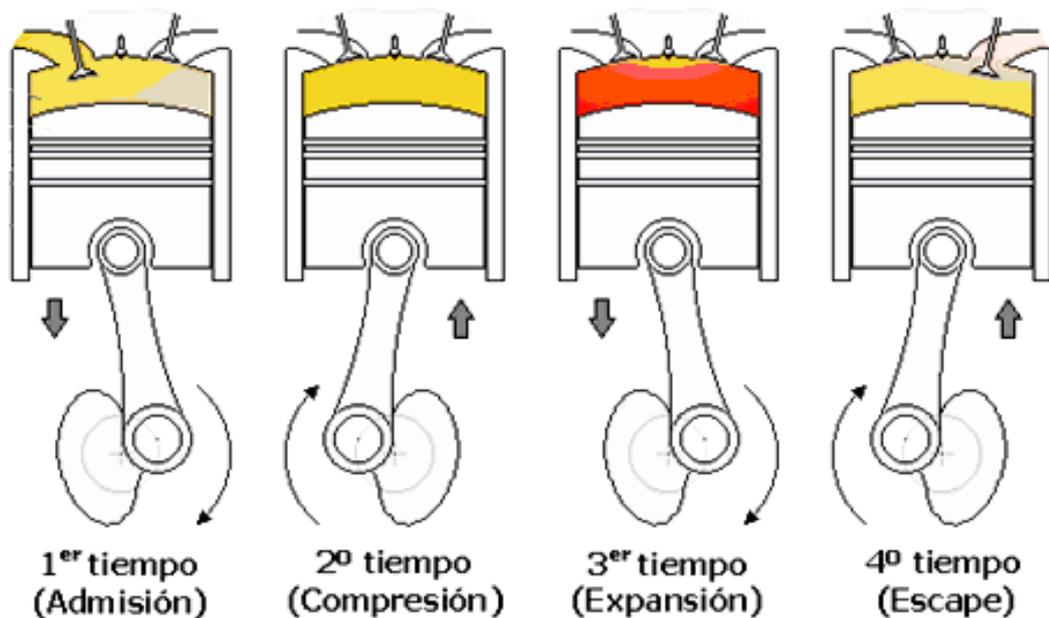
- **Tiempo de compresión:** Es el segundo tiempo de funcionamiento del motor, se produce cuando la válvula de escape y de admisión se encuentran cerradas, y el pistón que se encuentra en el PMI se desplaza al PMS comprimiendo la mezcla dentro de la cámara de compresión, elevando así la presión y temperatura.

- **Tiempo de explosión:** Es el tercer tiempo de funcionamiento del motor, se produce cuando la válvula de escape y de admisión se encuentran cerradas, una bujía genera una chispa eléctrica por el paso de corriente por su electrodo, proporcionando la inflamación de la mezcla comprimida. La expansión de los gases inflamándose, produce una fuerza

sobre la cabeza del pistón, transmitiendo la fuerza de empuje a la biela y luego al cigüeñal.

- Tiempo de escape: Es el cuarto y último tiempo del motor, se produce con la liberación de los gases combustionados que se han producido en la explosión, se la realiza mientras la válvula de admisión se encuentra cerrada y la válvula de escape se abre para paso estos gases. Al terminarse la salida de los gases de combustión se cierra la válvula de escape y se abre la válvula de admisión continuando un nuevo ciclo.

Figura 5. Funcionamiento del motor de cuatro tiempos



Fuente: <http://www.planetawaren.cl/f19/mecanica-general-de-automoviles-8/>

### 2.3 Motores de dos tiempos

Los motores de dos tiempos se los conocen también como motores de dos ciclos, es un motor de combustión interna que realiza las cuatro etapas del ciclo termodinámico (admisión, compresión, explosión y escape) en dos movimientos lineales del pistón (una vuelta del cigüeñal).

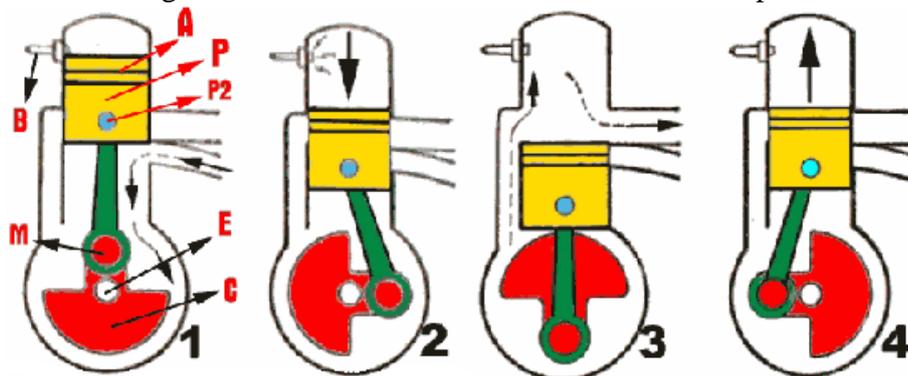
Se caracterizan por su trabajo de cada ciclo sin la necesidad de completar el desplazamiento completo del pistón entre el PMS y el PMI como lo realiza el motor de cuatro tiempos. De esta manera se logra una aplicación de la fuerza de explosión más rápidamente. No posee válvulas de admisión ni válvulas de escape, posee lumbreras por

donde entra la mezcla (aire, combustible y lubricante) y lumbreras de escape, que se abren en el instante en que se requiera al paso de la mezcla o de los gases combustionados. A continuación se detallará cada uno de estos cuatro tiempos.

- **Tiempo de admisión-compresión:** El pistón se desplaza hacia arriba (la culata) desde su PMI, en su recorrido deja abierta la lumbrera de admisión. Mientras la cara superior del pistón realiza la compresión, en el cárter, la cara inferior succiona la mezcla de aire y combustible a través de la lumbrera. Para que esta operación sea posible el cárter tiene que estar sellado. Es posible que el pistón se deteriore y la culata se mantenga estable en los procesos de combustión.

- **Tiempo de explosión-escape:** Al llegar el pistón a su punto muerto superior se finaliza la compresión y se provoca la combustión de la mezcla gracias a una chispa eléctrica producida por la bujía. La expansión de los gases de combustión impulsa con fuerza el pistón que transmite su movimiento al cigüeñal a través de la biela. En su recorrido descendente el pistón abre la lumbrera de escape para que puedan salir los gases de combustión y la lumbrera de transferencia por la que la mezcla de aire-combustible pasa del cárter al cilindro. Cuando el pistón alcanza el punto inferior empieza a ascender de nuevo, se cierra la lumbrera de transferencia y comienza un nuevo ciclo.

Figura 6. Funcionamiento del motor de dos tiempos



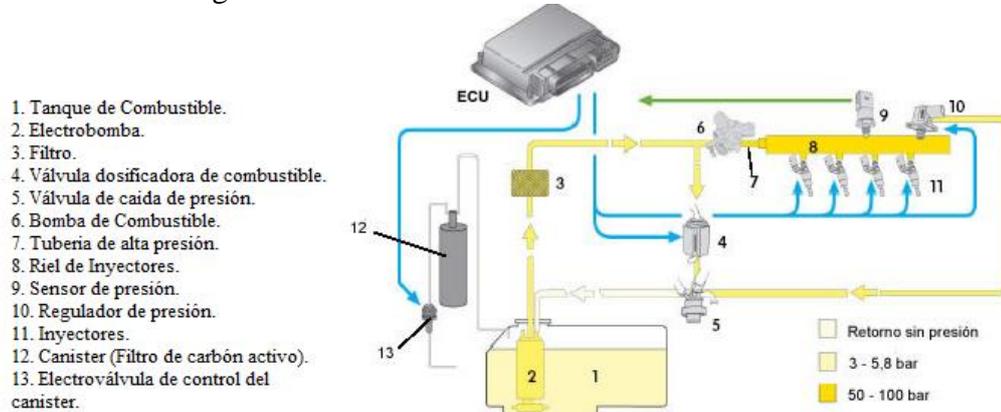
Fuente: [http://www.taringa.net/posts/autos-motos/9537787/Increible-post-Motor-2-Tiempos-\\_mucho-info\\_.html](http://www.taringa.net/posts/autos-motos/9537787/Increible-post-Motor-2-Tiempos-_mucho-info_.html)

## 2.4 Los Sistemas

**2.4.1 Sistema de alimentación.** Este sistema es el encargado de recibir, almacenar y proporcionar el combustible para el funcionamiento del motor. Proporcionar en forma

dosificada el combustible necesario para todos los regímenes de funcionamiento del motor, ya sea en ralentí, velocidad media o a plena carga. El sistema de alimentación de combustible se compone de las siguientes partes:

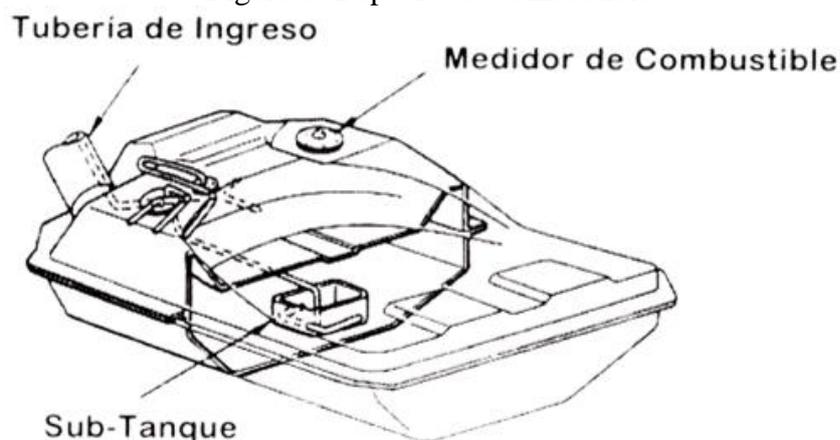
Figura 7. Circuito de alimentación de combustible.



Fuente: [http://www.aficionadosalamecanica.com/inyeccion\\_directa1.htm](http://www.aficionadosalamecanica.com/inyeccion_directa1.htm)

**2.4.1.1 El tanque.** Es un depósito donde se almacena el combustible y contiene unas tuberías de entrada y salida del combustible. Adicionalmente posee una tubería del sistema de evaporación de gases para que los vapores del tanque no se despidan hacia la atmósfera y son dirigidos al motor para ser combustionados.

Figura 8. Depósito de combustible

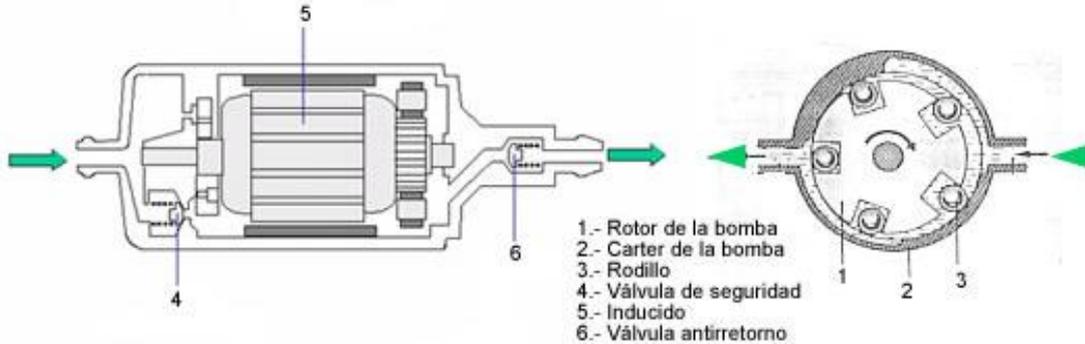


Fuente: <http://patentados.com/invento/deposito-de-combustible-de-multiples-capas-con-cubierta-y-camara-de-re.html>

**2.4.1.2 La bomba de combustible.** Es una carcasa en cuyo interior se encuentra un motor eléctrico de velocidad constante. El eje de giro de este motor se encuentra unido al rotor de la bomba, y éste mueve unos rodillos que se encuentran en la parte externa del

rodillo. Al girar absorben el combustible de un extremo de la carcasa y la impulsan por el extremo contrario.

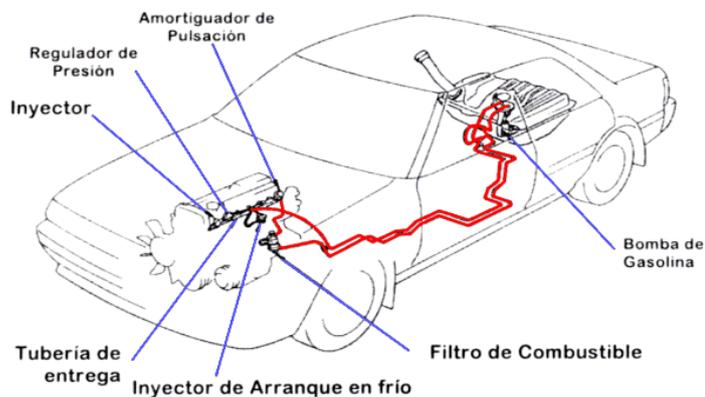
Figura 9. Bomba eléctrica de combustible



Fuente: <http://www.itacr.com/boletin23.html>

**2.4.1.3 Los conductos.** Los conductos son un conjunto de mangueras y cañerías por donde viaja el combustible desde el tanque hasta su destino final que son los inyectores, de la misma manera viaja de regreso al depósito de combustible por los conductos el combustible no utilizado.

Figura 10. Conductos de combustible

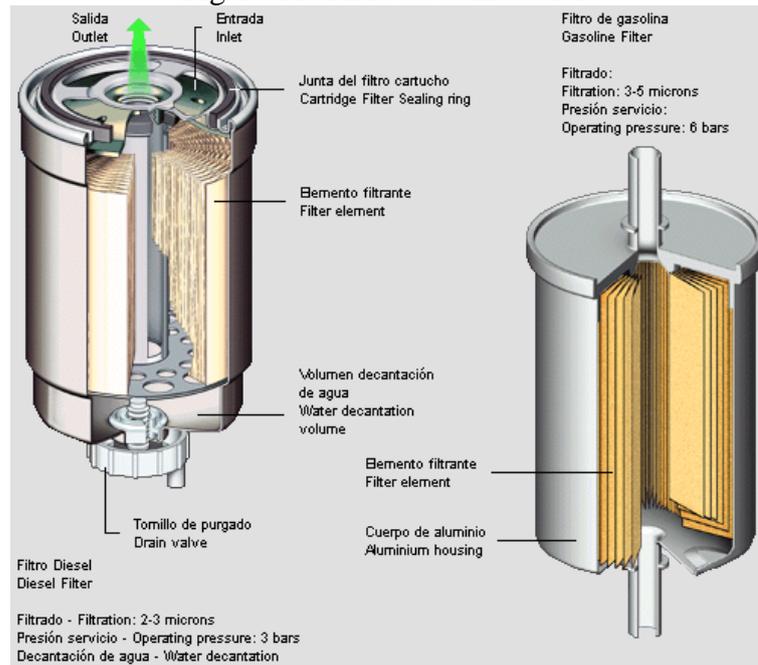


Fuente: <http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-21.html>

**2.4.1.4 El filtro de combustible.** El filtro de combustible es el encargado de separar partículas no deseadas en el combustible, esto lo realiza por medio de un papel filtrante que se encuentra dentro de una carcasa metálica o plástica con una entrada de combustible y una salida del mismo ya filtrado.

El filtro de combustible se encuentra en la trayectoria del conducto de combustible, entre la bomba de combustible y la rampa de inyectores.

Figura 11. Filtro de combustible



Fuente: <http://www.filtrosdelsur.com.ar/modulos/artsd.asp?id=6>

**2.4.1.5 La rampa de inyectoros.** En la rampa de inyectoros es donde se conectan los inyectoros que dosificaran el combustible según la necesidad del motor.

La rampa de inyectoros es un ducto con cavidades para el ingreso de los inyectoros, posee una conexión para la manguera de combustible que entra a la rampa, y adicionalmente se encuentra conectado a la rampa regulador de presión del combustible.

Figura 12. Rampa de inyectoros



Fuente: <http://www.stcolombia.com/porta/f25/consumo-gasolina-corsa-no-se-que-datos-scanner-pag-2-a-30721/>

**2.4.1.6 Regulador de presión.** La función del regulador de presión es mantener constante la presión del combustible en todo el sistema de alimentación del vehículo, permitiendo así un funcionamiento óptimo del motor cualquiera sea el régimen de éste.

Este un regulador posee flujo de retorno, al sobrepasarse el límite de presión actúa entonces liberando el circuito de retorno hacia el tanque de combustible

Su ubicación puede variar, situándose en el tubo distribuidor o también en el circuito con la bomba.

El regulador está construido por un contenedor metálico que posee una membrana, un muelle y una válvula, haciendo que la válvula se abra y el combustible retorne al depósito si la presión en el sistema de alimentación de combustible supere el límite establecido por el tarado del muelle.

Figura 13. Regulador de presión

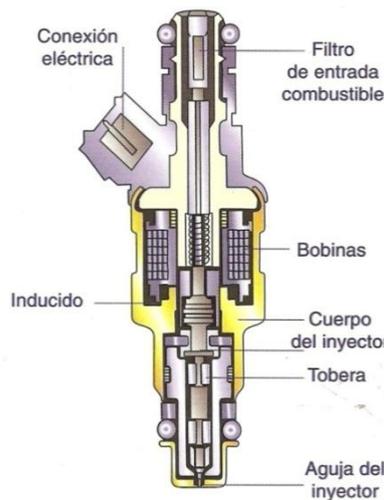


Fuente: Manual CEAC del automóvil

**2.4.1.7 Inyectores.** El inyector es una electroválvula controlada por la ECM por medio de pulsos con variación de amplitud para poder proporcionar una inyección exacta de combustible, en función a condiciones de trabajo que indica los sensores y así poder obtener una mezcla estequiométrica para la combustión en el motor.

El inyector trabaja por medio de la apertura o el cierre de la aguja del inyector, que es controlado por un campo magnético de atracción que se genera por el paso de corriente a través del bobinado y libera el orificio de salida de combustible por un instante determinado por la ECM.

Figura 14. Partes del inyector



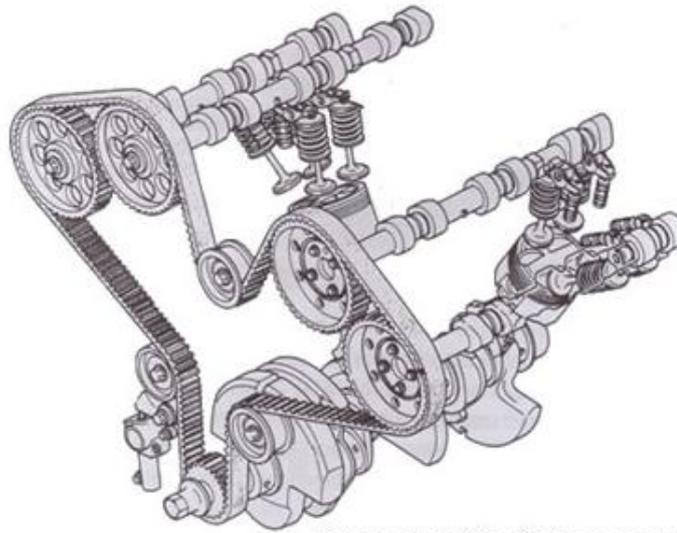
Fuente: Manual técnico de Fuel Injection

**2.4.2 Sistema de distribución.** El sistema de distribución es el encargado de mantener el interior del cilindro cerrado y de comunicarlo con los sistemas de alimentación y de escape en los momentos oportunos, mediante la apertura y cierre de unas válvulas.

Es muy importante, para obtener un buen rendimiento del motor, que el llenado del cilindro sea lo más completo posible; en definitiva, a igualdad de condiciones, la fuerza de la explosión es mayor cuanto mayor sea la cantidad de gases quemados. Para obtener un buen llenado, es necesario que la válvula de admisión se abra en cuanto se den las condiciones para que puedan entrar gases en el cilindro, esto es: que el émbolo este bajando en tiempo de admisión, que es cuando se produce la depresión en el interior del cilindro, o cuando, estando el émbolo comenzando a subir en el principio de la carrera de compresión o al final de la subida en el tiempo de escape, la presión de los gases en el colector de admisión sea superior a la existente en el cilindro.

Otra condición para conseguir un buen llenado de gases frescos es que en el cilindro no queden restos de gases quemados. En realidad los gases quemados salen por la válvula de escape debido a la presión existente, y solo cuando esta presión desaparece, es el émbolo quien se encarga de expulsarlos en su subida. Como lo deseable es que cuando el émbolo empieza a subir no haya presión en el cilindro, la válvula de escape se abre antes de finalizar la carrera descendente del embolo, y para aprovechar la inercia del chorro de gases a través del conducto de escape se cierra en los inicios de la carrera de admisión. [1]

Figura 15. Sistema de distribución



Sistema de distribución fijo para a un motor en "V" de 4 válvulas por cilindro

Fuente: <http://lucassotelo.es.tl/Distribuci%F3n-variable.htm>

Como todo sistema se encuentra formado por varias partes que trabajan conjuntamente en coordinación para tener una sincronía.

**2.4.2.1 Poleas y bandas.** Las poleas y las bandas conforman un mecanismo importante en el funcionamiento del motor. Cada eje posee una polea para la transmisión que proviene de las bandas y éste proviene de una polea principal que proporciona la fuerza para el movimiento de todo el conjunto.

Figura 16. Poleas y banda

La correa de distribución es la encargada de sincronizar el movimiento de pistones y válvulas



Fuente: <http://ddmpautomotriz.blogspot.com/2010/09/sistema-de-distribucion.html>

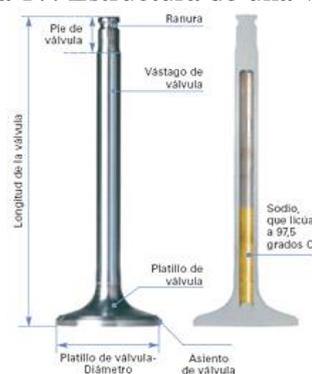
**2.4.2.2 Válvulas.** Son las encargadas de abrir o cerrar los orificios de entrada de mezcla o salida de gases quemados en los cilindros. En cada válvula, se distinguen dos partes: la cabeza y la cola.

- La cabeza: Es la que actúa como verdadera válvula, pues es la que cierra o abre los orificios de admisión o escape.
- La cola o vástago: (prolongación de la cabeza) es la que deslizándose dentro de una guía, recibirá en su extremo opuesto a la cabeza el impulso para abrir la válvula.

Las válvulas se refrigeran por la guías y por la cabeza, especialmente la válvula de escape que tiene que soportar altas temperaturas por los gases de escape que se encuentran alrededor de 1000° C y por esta razón algunas se fabrican con un interior de sodio para poder refrigerarse.

Debe tener una buena resistencia a la fatiga y al desgaste (choques), de la misma manera debe presentar igualmente una buena conductividad térmica y buenas propiedades de deslizamiento. La cabeza o tulipa de admisión es de mayor diámetro que la de escape, para facilitar el llenado.

Figura 17. Estructura de una válvula



Fuente: <http://maquinasdebarcos.blogspot.com/2009/04/motores-diesel-hablemos-de-las-valvulas.html>

**2.4.2.3 Muelles.** Las válvulas se mantienen cerradas sobre sus asientos por la acción de unos resortes (muelles) que deben tener la suficiente fuerza y elasticidad para evitar rebotes y mantener el contacto con los elementos de mando. Adicional a esto debe

asegurar la misión de la válvula y mantenerla plana sobre su asiento y para esto el número de muelles puede ser simple o doble.

Figura 18. Muelles



Fuente: <http://www.mercadoracing.org/6/431848/muelles-de-valvulas-reforzados-de-205-rally.html>

**2.4.2.4 Guías de válvulas.** Debido a las altas velocidades, el sistema de distribución es accionado muchas veces en cortos periodos de tiempo. Para evitar un desgaste prematuro de los orificios practicados en la culata por donde se mueven los vástagos de las válvulas y puesto que se emplean aleaciones ligeras en la fabricación de la culata, se dotan a dichos orificios de unos casquillos llamados guías de válvula, resistentes al desgaste y se montan, generalmente, a presión en la culata.

Las guías permiten que la válvula quede bien centrada y guiada ya que debe permitir un buen deslizamiento de la cola de la válvula, sin rozamiento.

Si existiera demasiada holgura entre la guía y el cuerpo de una válvula de admisión, entraría aceite en la cámara de compresión, debido a la succión del pistón, produciendo un exceso de carbonilla en dicha cámara, y si fuera en una válvula de escape, el aceite se expulsará por el tubo de escape.

Figura 19. Guías de válvulas



Fuente: [http://sur.fuscanet.com/motor-piezas-valvulas-resortes-c-36\\_60.html](http://sur.fuscanet.com/motor-piezas-valvulas-resortes-c-36_60.html)

**2.4.2.5 Asientos de válvulas.** Son unos arillos postizos colocados a presión sobre la culata para evitar el deterioro de ésta, por el contacto con un material duro del que están

hechos las válvulas, el golpeteo que se produce al desplazarse las válvulas y a la corrosión debido a los gases quemados.

El montaje de los asientos se hace a presión mediante un ajuste (frío-calor), y cuando estén deteriorados se pueden sustituir.

Figura 20. Asientos de válvulas

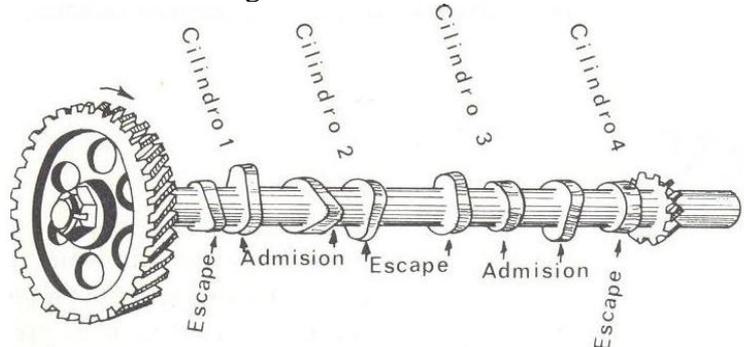


Fuente: <http://sur.fuscanet.com/asientos-valor-cromoly-40mm-p-616.html>

**2.4.2.6 Árbol de levas.** Es un eje que controla la apertura de las válvulas y permite su cierre de las válvulas. Tiene distribuidas a lo largo del mismo una serie de levas, en número igual al número de válvulas que tenga el motor.

El árbol de levas o árbol de la distribución, recibe el movimiento del cigüeñal a través de un conjunto de poleas y bandas. La velocidad de giro del árbol de levas ha de ser menor, concretamente la mitad que la del cigüeñal, de manera que por cada dos vueltas al cigüeñal el árbol de levas dé una sola vuelta. Así, la polea del árbol de levas, tiene un número de dientes doble que el del cigüeñal. Lleva otro engranaje, que sirve para hacer funcionar por la parte inferior a la bomba de engrase, y por la parte superior al eje del distribuidor. Además tiene una excéntrica para la bomba de combustible en muchos casos.

Figura 21. Árbol de levas



Fuente: [http://portaleso.com/portaleso/trabajos/tecnologia/mecanica/elementos\\_de\\_maquinas/arbol%20de%20levas.htm](http://portaleso.com/portaleso/trabajos/tecnologia/mecanica/elementos_de_maquinas/arbol%20de%20levas.htm)

**2.4.2.7 Taqués.** Son elementos que se interponen entre la leva y el elemento que estas accionan. Su misión es aumentar la superficie de contacto entre estos elementos y la leva. Los taqués, han de ser muy duros para soportar el empuje de las levas y vencer la resistencia de los muelles de las válvulas.

Para alargar la vida útil de los taqués, se les posiciona de tal manera, que durante su funcionamiento realicen un movimiento de rotación sobre su eje geométrico y siempre están engrasados por su proximidad al árbol de levas.

Figura 22. Taqué

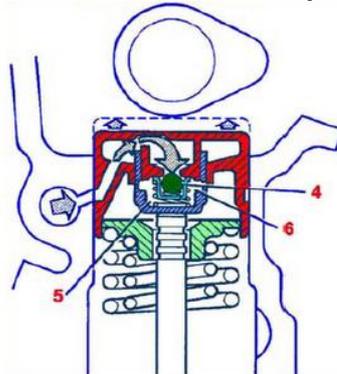


Fuente: <http://www.ajusa.es/productos/taques.htm>

Actualmente existen los taqués hidráulicos que funcionan en un baño de aceite y son abastecidos de lubricante del circuito del sistema de engrase del motor.

Los empujadores o taqués se ajustan automáticamente para adaptarse a las variaciones en la longitud del vástago de las válvulas a diferentes temperaturas. Carecen de reglaje. Las ventajas más importantes de este sistema son su silencioso funcionamiento y su gran fiabilidad.

Figura 23. Funcionamiento del taqué hidráulico



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/taques-hidraulicos.htm>

**2.4.2.8 Balancines.** Son unas palancas que oscilan alrededor de un eje (eje de balancines), que se encuentra colocado entre las válvulas y las varillas de los balancines (o bien entre las válvulas y las levas, en el caso de un árbol de levas en cabeza).

Los balancines son de acero. Oscilan alrededor de un eje hueco en cuyo interior circula aceite a presión. Este eje va taladrado para permitir la lubricación del balancín. Con la misión de los balancines es la de mandar la apertura y el cierre de la válvula.

Figura 24. Balancines



Fuente: <http://sur.fuscanet.com/balancines-alta-performance-125-completos-p-45.html>

**2.4.3 Sistema de lubricación.** Cuando dos superficies metálicas se mueven en contacto una contra otra están sometidas a rozamiento; el rozamiento es mayor cuanto menos pulidas estén las superficies y cuanto mayor sea la presión que se ejerce sobre ellas.

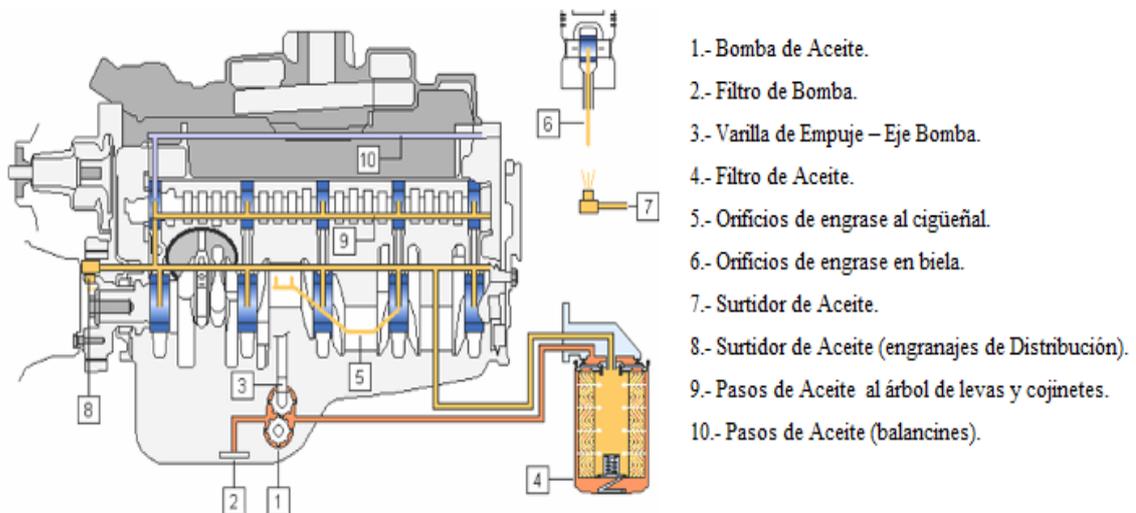
El rozamiento consiste en la deformación y el desgarramiento de las crestas que la mecanización, por muy esmerada que haya sido, ha dejado en las superficies. Estas acciones absorben una energía que se transforma en calor. El calor producido dilata las piezas y da lugar a un aumento de la presión entre ellas, lo que a su vez se traduce en más rozamiento y más calor, llegando al agarrotamiento o gripado, que es una tendencia a la soldadura. Este fenómeno se favorece cuando, además, ambas piezas reciben calor de una fuente exterior, como ocurre con algunos de los elementos que componen el motor, que están expuestos al calor de las explosiones.

La lubricación o engrase consiste en interponer, entre las dos superficies de rozamiento, una película de un líquido con unas cualidades especiales (aceite) que sustituye el

rozamiento entre los metales por un roce de deslizamiento interno del líquido, que es muy inferior y produce menos calor. Esta película de aceite impide el contacto directo entre las superficies metálicas.

La energía consumida por rozamiento es diferente según la naturaleza de los materiales, por eso en los cojinetes para ejes de acero se emplea el bronce y las antifricciones, que se deslizan mejor. [2]

Figura 25. Sistema de lubricación



Fuente: <http://luis-luisibarra.blogspot.com/2011/06/sistemas-de-lubricacion-del-motor-otto.html>

**2.4.3.1 Circuito de aceite en el motor.** El aceite del cárter es aspirado por la bomba y mandado a presión al circuito. La válvula antiretorno está destinada a evitar la descarga del aceite de los taques hidráulicos y de todo el circuito. La válvula de descarga, en derivación con el circuito, tiene la misión de abrir el paso directo al cárter cuando la presión sube en exceso, limitando así la presión máxima.

El aceite procedente de la bomba pasa por el filtro, en cuyo interior hay una válvula de seguridad para puentear el filtro si este se obstruyera impidiendo que el aceite llegue a los elementos a engrasar. Un manómetro, o una lámpara testigo situada en el tablero de mando, indican al conductor si la presión es correcta.

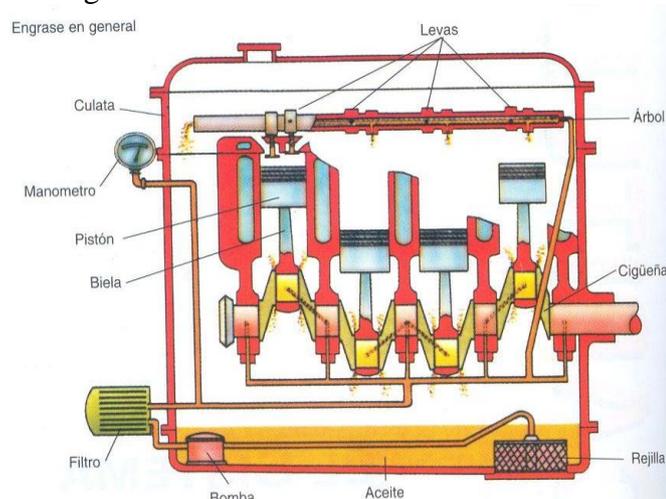
Los tubos representan las distintas canalizaciones de engrase; después de cumplido su cometido, el aceite de todas las canalizaciones escurre al cárter.

La bomba de aceite recibe el movimiento de un piñón que se encuentra unido al eje de giro del cigüeñal, en cuyo cuerpo va montada la válvula de descarga, manda el aceite a presión por el conducto al filtro. Desde el filtro pasa al conducto, que es el que le reparte a los cojinetes centrales del cigüeñal.

Los pasos de aceite están contenidos en el bloque del motor desde los cojinetes centrales, a través de los taladros del cigüeñal, llega el aceite a los muñones de las bielas, y también por pasos contenidas en el bloque, a los cojinetes del árbol de levas. Procedente del cojinete central del árbol de levas y utilizando, en parte, el hueco de un tornillo de la culata, sube el aceite hasta el eje de balancines.

Desde el eje de balancines el aceite fluye por los taladros de los balancines y engrasa las colas de las válvulas y las varillas empujadoras, escurriendo por éstas últimas baja a los taques, y por los taladros vuelve al cárter. Un taladro deja salir aceite desde el cojinete del árbol de levas para engrasar la distribución. [3]

Figura 26. Circuito de lubricación del motor



Fuente: <http://luis-luisibarra.blogspot.com/2011/06/sistemas-de-lubricacion-del-motor-otto.html>

**2.4.4 Sistema de refrigeración.** En el interior del motor se alcanzan temperaturas increíbles de hasta 2000 grados centígrados en el momento de la explosión. Esta temperatura es muy superior a la de fusión de los metales empleados en la construcción del motor. Claro está que esta temperatura dura solo unos instantes, pero aun así, si no se evacuara una buena parte del calor mediante el sistema de refrigeración, la temperatura media alcanzada daría lugar a dilataciones y reblandecimiento de los

materiales, que producirían el agarrotamiento de las piezas tras breves minutos de funcionamiento.

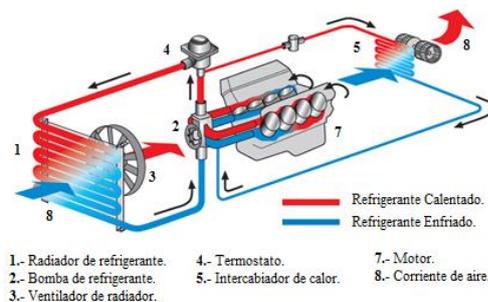
Por otra parte, para asegurar una buena lubricación, es necesario que las partes metálicas más calientes que están en contacto con el aceite, como son los segmentos de fuego y los vástagos de las válvulas de escape, no sobrepasen temperaturas del orden de los 200 a 220°C, para evitar la formación de lacas y residuos carbonosos.

De la energía suministrada por el combustible, en el mejor de los casos, se aprovecha un 35 %, disipándose en forma de calor un 28 % con la refrigeración y el otro 37 % se pierde, también en forma de calor, por los gases de escape. La refrigeración es, pues, uno de los motivos del bajo rendimiento de los motores térmicos.

La refrigeración debe permitir la máxima temperatura del motor, que asegure su buen funcionamiento, consiguiéndose así un menor consumo de combustible y gases de escape menos contaminantes.

El sistema de refrigeración puede funcionar evacuando el calor directamente al aire por medio de unas aletas situadas en la parte exterior de los cilindros y la culata, que aumentan la superficie de irradiación, o haciendo circular un líquido refrigerante por unas cámaras que rodean los sitios más calientes, enfriando posteriormente el líquido en un radiador. En el primer caso el sistema se llama de refrigeración directa o por aire, y en el segundo de refrigeración indirecta o por líquido. (A este último procedimiento se le conoce comúnmente como refrigeración por agua, aunque el agua sola ya no se utiliza si no es en una emergencia). [4]

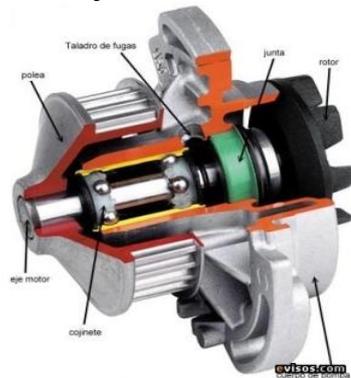
Figura 27. Sistema de refrigeración del motor



Fuente: [http://www.hella.com/produktion/HellaMEX/WebSite/Channels/Wholesalers/Thermo\\_Management/Products/Cooling/Cooling.jsp](http://www.hella.com/produktion/HellaMEX/WebSite/Channels/Wholesalers/Thermo_Management/Products/Cooling/Cooling.jsp)

**2.4.4.1 Bomba de agua.** La bomba de agua es un parte fundamental para la refrigeración por líquido, ya que es el que impulsa el líquido refrigerante por todos los conductos del bloque y de la culata del motor atrapando el calor y conduciéndolo al radiador para ser enfriado, y posteriormente retorna al motor para continuar con el ciclo. La bomba está impulsada por el cigüeñal por medio de una banda dentada que proporciona la fuerza de giro, su caudal está en función al régimen de giro del motor, se caracteriza por ser una bomba centrífuga y por eso proporcionan una velocidad de bombeo de 2 m/s con presiones inferiores de 2Bar.

Figura 28. Conjunto bomba del refrigerante

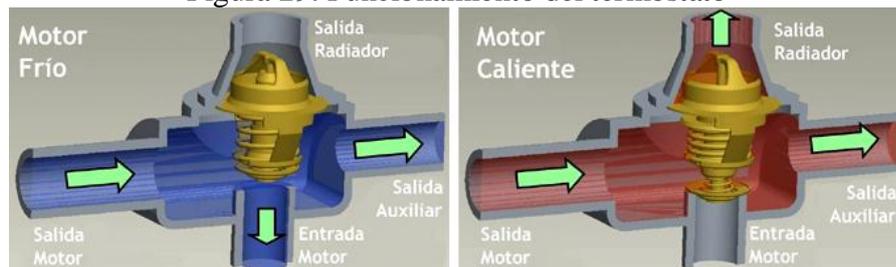


Fuente: <http://www.tuningarea.com/motor/bomba-de-agua-y-correa-de-distribucion/>

**2.4.4.2 Termostato.** El termostato es una termoválvula que abre o cierra el paso del líquido refrigerante del motor en función a la temperatura a la que se encuentre dicho líquido. Éste libera el paso del líquido refrigerante al exterior del motor cuando el motor se encuentra a una temperatura de trabajo y es conducido hacia el radiador, donde por una transferencia térmica es enfriado.

En el caso de que el motor se encuentre, frío el termostato impide el paso del líquido refrigerante para que el motor se caliente lo más rápido posible.

Figura 29. Funcionamiento del termostato



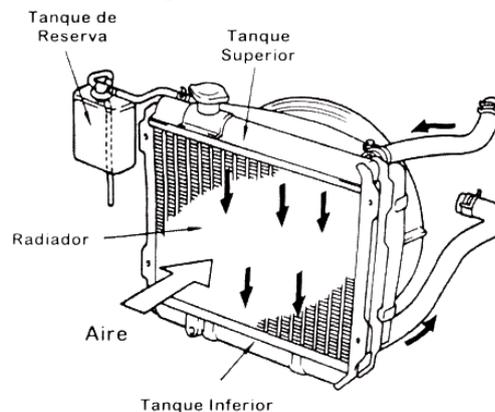
Fuente: <http://www.ms-motor-service.es/content2.asp?area=hauptmenue&site=mssprodukte&cls=05&pcat=44>

**2.4.4.3 El Radiador.** El radiador es un intercambiador de calor, por eso su ubicación, que es al frente del vehículo para poder aprovechar el viento que circula cuando un vehículo se encuentra en movimiento.

En el radiador está formado por pequeños tubos paralelos entre sí y ligeramente separados para el paso del aire que va enfriando.

El líquido refrigerante sale del motor y es dirigido hacia el radiador, donde pasa a través de estos tubos y es enfriado para luego regresar de nuevo al motor para continuar su función.

Figura 30. Radiador



Fuente: <http://automotrizestudiantil.blogspot.com/p/sistema-de-enfriamiento.html>

**2.4.4.4 Líquido refrigerante.** Los líquidos refrigerantes son compuestos de agua, monoetileno glicol, un inhibidor de la corrosión y un antiespumante, a los que se añade un colorante que varía con la marca del producto. Una proporción de un 30 % de monoetileno glicol protege el circuito hasta 18°C, si se aumenta a un 50 % la protección pasa a -36°C, en el comercio se venden en distintas proporciones. Al hacer la elección hay que tener en cuenta las temperaturas mínimas de los lugares por donde va a transitar el vehículo.

También se puede emplear agua descalcificada añadiéndole un aditivo anticongelante y anticorrosivo en las proporciones indicadas por el fabricante del producto, según la temperatura a que se desea proteger el motor.

Los radiadores de aluminio son mucho más sensibles a la corrosión que los de cobre a latón, por eso es conveniente utilizar el tipo de líquido a aditivo recomendado por el

fabricante del vehículo, y en todo caso, comprobar por la etiqueta del envase que es apropiado para esos radiadores. [5]

Figura 31. Anticongelante

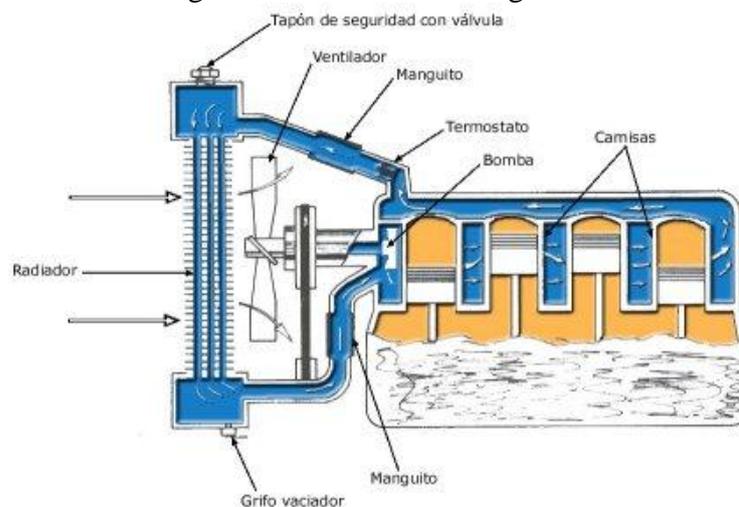


Fuente: [http://www.nautilus21.com/catalog/product\\_info.php?products\\_id=381](http://www.nautilus21.com/catalog/product_info.php?products_id=381)

**2.4.4.5 Conductos.** Los conductos son cavidades que atraviesan el motor para guiar al líquido refrigerante a los puntos más importantes a enfriarse. En especial en la parte exterior de los cilindros ya que dentro de ellos se produce la explosión y se genera la mayor cantidad de calor.

De la misma manera se necesita que llegue una cantidad de refrigerante a la culata para reducir la mayor cantidad de calor posible y mejorar la movilidad de las piezas móviles.

Figura 32. Circuito de refrigeración



Fuente: <http://www.almuro.net/sitios/Mecanica/refrigeracion.asp?sw07=1>

**2.4.4.6 Ventilador.** El ventilador hace un papel fundamental en el sistema de refrigeración ya que desde los inicios de existencia de los motores de combustión interna se han utilizado como el medio principal de enfriamiento de los motores.

En la actualidad el ventilador no es el principal método de enfriar un motor pero no deja de ser importante ya que sigue enfriando, pero solo al líquido refrigerante, y cuando éste se encuentra a una temperatura crítica por la extracción del calor del interior del motor.

El ventilador comienza a trabajar solo cuando la temperatura se eleva y se deja de funcionar cuando está en una temperatura mínima en función de un medidor de temperatura que emite una señal para su activación.

Figura 33. Ventilador



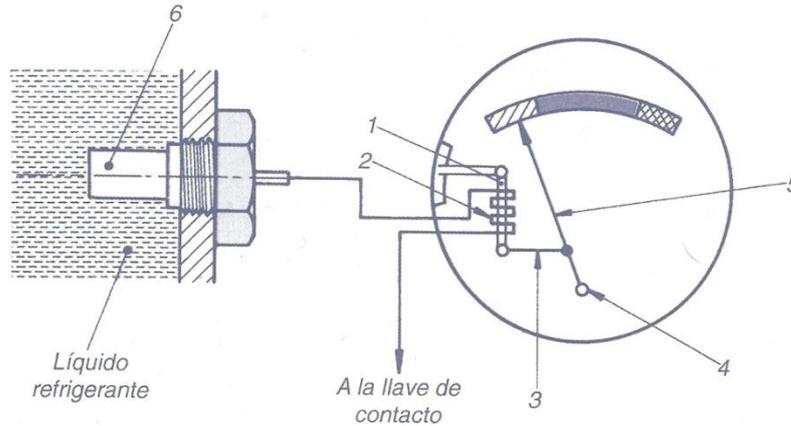
Fuente: <http://automotrizestudiantil.blogspot.com/p/sistema-de-enfriamiento.html>

**2.4.4.7 Medidor de temperatura.** El medidor de temperatura es un termocontacto que se encuentra ubicado en la culata del motor, en la zona cercana a la salida del líquido refrigerante hacia el radiador.

Éste se encarga de cerrar del circuito eléctrico del indicador que se encuentra en el tablero de instrumentos, determinando la temperatura del líquido refrigerante e indicando al conductor el peligro que puede existir en el caso de existir una elevada temperatura fuera de los márgenes normales de funcionamiento.

El medidor de temperatura es un termistor que varía su resistencia en función a la temperatura y esto regula una señal que determine la temperatura a la que se encuentre el motor internamente.

Figura 34. Esquema eléctrico del indicador de temperatura



Fuente: Manual CEAC del automóvil

**2.4.5 Sistema de encendido.** El sistema de encendido es el encargado de generar el alto voltaje necesario para que salte en el instante necesario a través de las bujías para poder encender la mezcla de aire-combustible que se encuentra comprimida en el cilindro.

El salto de la chispa, teóricamente, se produce en el instante en que el pistón llega al PMS. Mientras que en la práctica esto no sucede ya que con la velocidad con que se encuentra el pistón se pierde la chispa y la explosión de la mezcla aire-combustible no proporciona la fuerza estimada.

En los motores de combustión interna a gasolina se genera el salto de la chispa en función del giro del cigüeñal con los ángulos de adelanto que correspondan antes de que el primer pistón llegue al punto muerto superior. Este valor va en aumento conforme aumenta la velocidad de giro del motor y otros parámetros más que determina la ECM con los datos que recibe de los sensores.

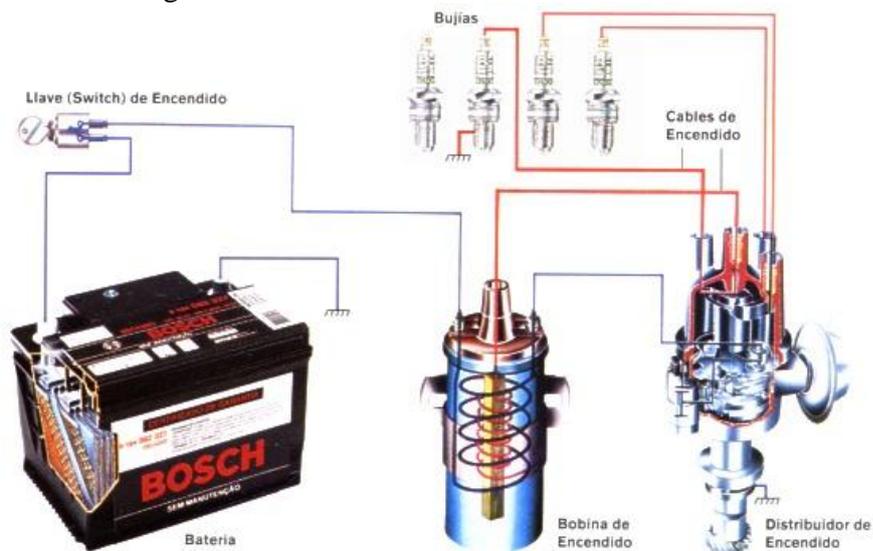
**2.4.5.1 Sistema de encendido convencional.** El sistema de encendido convencional ha equipado durante muchos años, desde la existencia de los motores de combustión interna a gasolina, con la generación de la chispa de ignición para el cilindro adecuado en el momento indicado.

El sistema corresponde a la generación de alto voltaje que se inicia en el switch con el contacto de llave, esto lleva a la bobina donde se genera el alto voltaje, convirtiendo los 12 voltios a 20000 voltios, que se dirige al delco donde proporciona al cilindro correspondiente el voltaje para generar la chispa en el electrodo de la bujía.

En el delco se aprecia que está constituido por tres partes principales: el distribuidor propiamente dicho, el variador automático de avance y el ruptor. El distribuidor consta de la tapa del delco a la que van conectados los cables de las bujías, y el rotor, la pipa o dedo, que es el que distribuye la corriente de alta tensión a los plots de la tapa. El mecanismo de avance tiene un plato solidario a una leva y unos contra pesos centrífugos. El ruptor se abre y se cierra por la acción de la leva, va fijado sobre un plato, que a su vez gira un cierto ángulo mandado por la capsula de vacío, para complementar el avance automático y un condensador.

Tanto la leva y los contra pesos como el rotor deben su giro al eje, que a través del manguito de arrastre recibe el movimiento de un engranaje del árbol de levas del motor. Todos estos elementos están soportados por la caja o cuerpo del delco. [6]

Figura 35. Circuito de encendido convencional



Fuente: <http://www.automotriz.net/tecnica/sistema-encendido-convencional.htm>

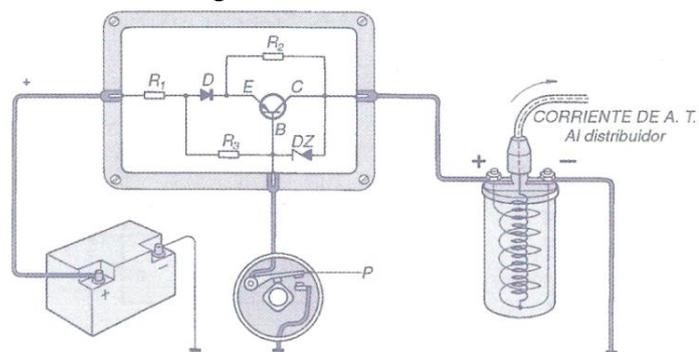
**2.4.5.2 Sistema de encendido transistorizado.** El problema del corte de una intensidad relativamente importante por los platinos y la velocidad del corte debido al condensador, se agrava al aumentar el número de revoluciones y al aumentar el número de cilindros.

Aparte de que muchos vehículos salían con él de fábrica, tuvo la ventaja de su fácil adaptación a los encendidos convencionales, ya que se conservaba el mismo distribuidor. La aparición de los encendidos electrónicos acaeció pronto, y los transistorizados cayeron en desuso.

En la figura se aprecia la conexión del módulo electrónico con el cable positivo (+) que viene de la llave de contacto, el ruptor y la bobina, y el esquema interior del mismo. La bobina es especial, con el primario de hilo más grueso y menor número de vueltas, que permite el paso por el de una corriente con mayor intensidad (9A.) que las convencionales, creando un potente campo magnético en el núcleo. Los terminales de emisor y colector del transistor están conectados con el positivo de la llave de contacto y con el positivo de la bobina respectivamente, y el de base con el ruptor. Las resistencias, así como el diodo y el diodo Zener, sirven como protección al transistor.

Como los platinos están abiertos, la base no recibe potencial y el transistor esta bloqueado. El bloqueo ha tenido lugar en el momento de apertura de los platinos, y también el corte de la corriente del primario que ha originado una alta tensión en el secundario.

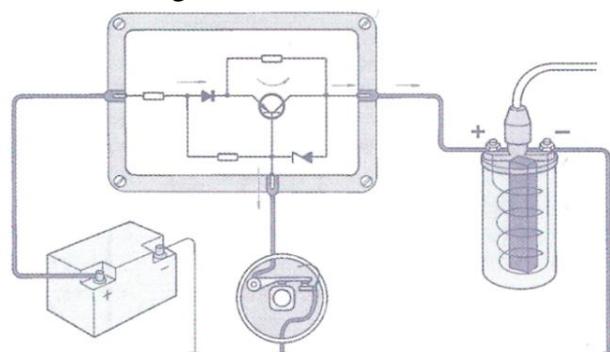
Figura 36. Platino abierto



Fuente: Manual CEAC del automóvil

En la siguiente figura los platinos se han cerrado, la corriente de base del transistor recibe potencial y desbloquea el transistor, dejando pasar la corriente al primario.

Figura 37. Platino cerrado



Fuente: Manual CEAC del automóvil

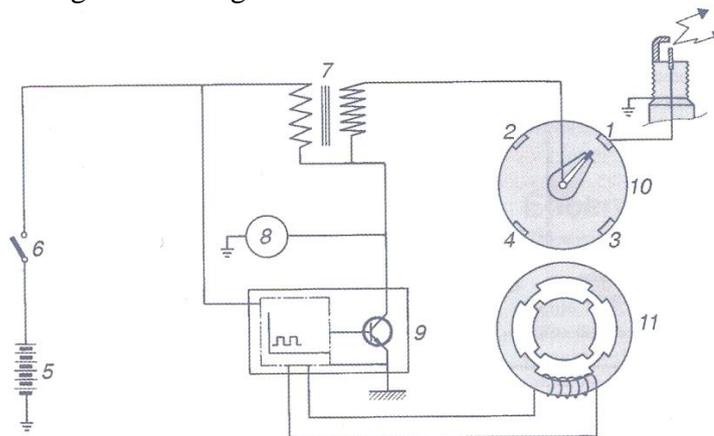
La corriente que pasa por los platinos, que es sólo la de la base del transistor, tiene la tensión de la batería (12V.) y es de unos 0,25 A. lo que asegura una vida casi ilimitada a los platinos. Al tener el primario de la bobina menos vueltas, la extracorrente de cierre es menor y se llega antes a la saturación; además, el corte de la corriente del primario provocada por el transistor, es mucho más rápido que el del condensador; por todo ello, la alta tensión alcanzada es más elevada y requiere menor tiempo, lo que permite suministrar potentes chispas, incluso a grandes velocidades de giro del motor. El condensador resulta innecesario.

**2.4.5.3 Sistema de encendido electrónico.** Aunque que con el encendido transistorizado se mejoro el funcionamiento de ruptor y se eliminaron las deficiencias del condensador, no se suprimieron los rebotes de los platinos a altas revoluciones ni el desgaste de la fibra del martillo. Los distribuidores de los encendidos electrónicos carecen de platinos, se han sustituido por un generador de impulsos que funciona sin rozamiento alguno, excepción hecha del rozamiento del eje con sus casquillos, que es menor, porque sobre él no actúa la presión de la ballestilla del brazo del ruptor. El aspecto exterior de estos distribuidores, es el mismo que el de uno convencional, y además conservan los mismos mecanismos de avance, tanto el centrífugo como el de vacío; equipan en la actualidad a la mayor parte de los vehículos. Prácticamente estos sistemas de encendido no necesitan mantenimiento alguno. Además de suprimir los defectos inherentes a los platinos, el encendido electrónico presenta las siguientes ventajas siguientes:

- ☞ Mínimo consumo de corriente a bajas revoluciones del motor.
- ☞ Mínima variación de la alta tensión de la bobina en función de la temperatura, de la tensión de alimentación y del régimen del motor.
- ☞ Alta tensión suficiente para hacer saltar la chispa con separación de los electrodos de las bujías próxima a 1 mm.
- ☞ Mayor duración de la chispa, que mejora el encendido de la mezcla.
- ☞ Posibilidad de empleo de mezclas más pobres, con el consiguiente ahorro de gasolina.
- ☞ Consumo de corriente muy pequeño a nulo (algunos encendidos cortan la corriente al cabo de 1 segundo, si el motor no gira) con el motor parado y el contacto dado; con ello se elimina el calentamiento o incluso el quemado de la bobina.

Los generadores de impulsos pueden ser de dos clases: los que funcionan por efecto alternador y los que lo hacen por efecto Hall. Ambos proporcionan, en el momento oportuno, una débil señal eléctrica, que por sí misma es insuficiente para alimentar directamente a la bobina, pero que enviada a un módulo electrónico es amplificada varias veces, y termina activando al transistor de potencia que alimenta al primario de la bobina de encendido.

Figura 38. Diagrama del encendido electrónico



Esquema del encendido electrónico. 1, 2, 3, 4) plots de la tapa del distribuidor.  
5) Batería. 6) Llave de contacto. 7) Bobina. 8) Cuenta revoluciones. 9) Módulo amplificador.  
10) Distribuidor. 11) Generador de impulsos.

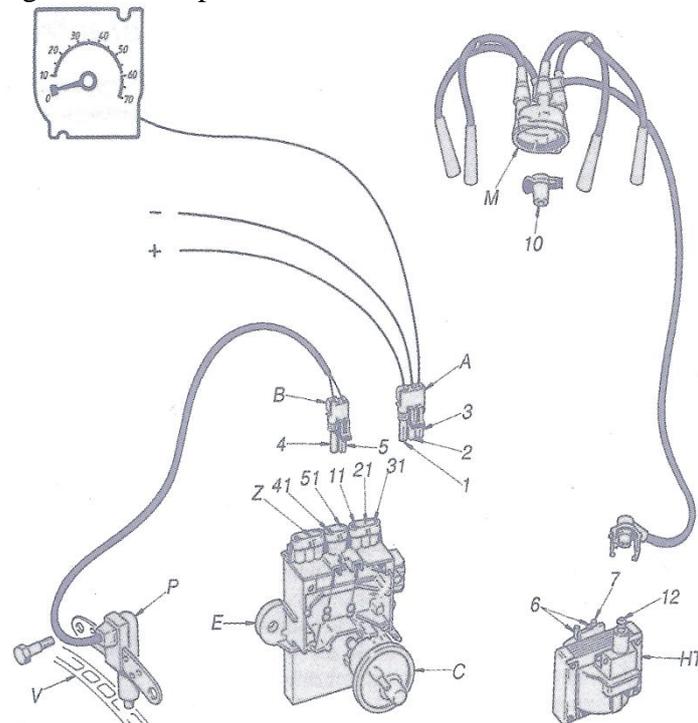
Fuente: Manual CEAC del automóvil

**2.4.5.4 Sistema de encendido electrónico integral.** Con el encendido electrónico integral se da un paso más en el perfeccionamiento del encendido. En él, se sustituye el generador de impulsos por uno o dos captadores que actúan sobre el volante, y que proporcionan al módulo electrónico información sobre el número de revoluciones del motor y de los momentos en que el cigüeñal pasa por los PMS; con ello, el módulo determina el número de chispas y el momento de su salto en las bujías. También desaparecen del distribuidor los mecanismos de avance centrífugo y de vacío, quedándose únicamente con la misión de distribuir las chispas a las bujías. El avance necesario en cada momento también lo determina el módulo electrónico, en función del número de revoluciones y del vacío en el colector de admisión. La capsula de vacío tiene el aspecto exterior idéntico a la de un encendido clásico, pero que tiene el mando eléctrico y va montada sobre el mismo calculador.

Aunque los principios de funcionamiento son similares, cada marca tiene sus particularidades, por lo que no es posible generalizar. En la figura se exponen los

componentes de un equipo Renault, entre los que interesa destacar el calculador electrónico con la cápsula de vacío, el captador magnético de posición, la base de conector en la que pueden conectarse los cables de los sensores de temperatura del agua y el aceite según el tipo de motor, la cabeza del distribuidor compuesta por el rotor y la tapa únicamente, y la bobina de alta tensión que aunque su funcionamiento es el mismo su aspecto exterior es diferente al de las clásicas bobinas cilíndricas. El captador va fijado en la carcasa de embrague y no es regulable.

Figura 39. Componentes del encendido electrónico integral

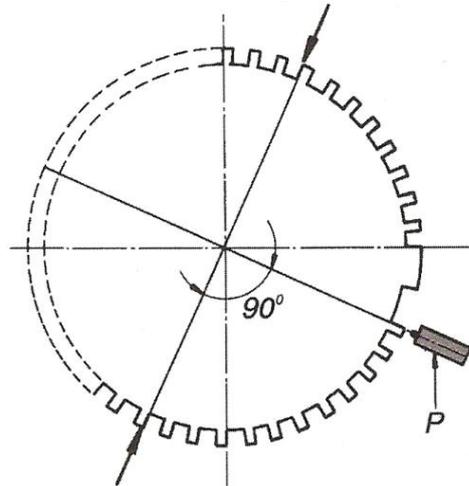


Fuente: Manual CEAC del automóvil

Adosado al volante del motor hay un disco dentado al que se han suprimido dos dientes y rellenado dos vanos en los extremos de un diámetro que esta situado a 90° del que corresponde a los PMS. El captador está constituido por un imán permanente, al cual pertenece la espiga que asoma por el captador, y un pequeño arrollamiento. Al girar el motor, el circuito magnético se va cerrando alternativamente a través de los dientes, que originan las variaciones necesarias para que se generen en la bobina unos impulsos eléctricos regulares, cuya cantidad por unidad de tiempo dependerá de la velocidad de giro del motor y que servirán al módulo para reconocer el numero de revoluciones en cada instante.

Al pasar los vanos y los dientes de doble dimensión, el tiempo de inducción de la bobina es diferente y también la tensión generada, lo que indicara al módulo que  $90^\circ$  después se va a producir el paso de los pistones por los PMS. Con estos datos y los suministrados por la capsula de vacío, el módulo electrónico elabora la ley de avance en función del número de revoluciones y de la depresión en el carburador.

Figura 40. Volante de inercia y captador del encendido integral



Fuente: Manual CEAC del automóvil

Los encendidos electrónicos integrales sustituyen ventajosamente a los que utilizan generadores de impulsos, ya que en ellos desaparecen los mecanismos de avance centrífugo y el mando mecánico de vacío, simplifican el distribuidor, en cuyo interior sólo gira el rotor sin desarrollar ningún esfuerzo, disminuyen su volumen y eliminan el mantenimiento.

Otra ventaja la constituye el hecho de que al estar las referencias para el captador sobre el volante y ser este de mucho mayor diámetro que los rotores de los generadores de impulsos, las marcas son más puntuales, y se alcanza una mayor precisión en el momento de salta de la chispa.

**2.4.5.5 Sistema de encendido electrónico programado.** Hay otros encendidos más evolucionados: los llamados mapeados, programado u optimizados. Su funcionamiento está controlado por la misma Unidad Eléctrica de Control (ECM) que gobierna el sistema de inyección de gasolina, como en los sistemas Bosch Motronic, Ford EEC IV, Nissan ECCS, etc. En estos encendidos no sólo se prescinde del generador de impulsos

y del mecanismo de avance centrífugo, sino también de la cápsula de vacío. Las necesidades de avance están programadas en la memoria de la ECM para cada situación, teniendo en cuenta la carga y el número de revoluciones del motor.

Ya sabemos que la ignición de la mezcla debe comenzar antes de que el pistón llegue al PMS en el tiempo de compresión. El valor del ángulo de avance a la ignición depende de la cantidad de mezcla que llene el cilindro de su composición, de su temperatura, etc. Porque estas variables influyen en la velocidad de la propagación de la llama en la cámara, todas ellas quedan englobadas en el concepto de carga.

Por otra parte, a medida que aumenta el número de revoluciones, el tiempo disponible para la combustión disminuye, y para que se realice completamente es necesario iniciarla con antelación.

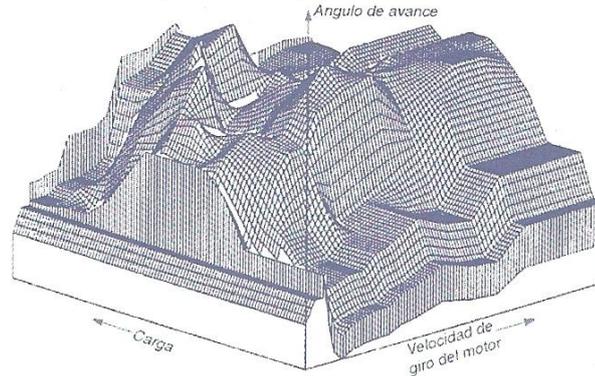
Al programar los avances al encendido se hacen en función de la carga y del número de revoluciones. Como además de la carga y del número de revoluciones también influye en la velocidad de la llama el diseño de la cámara de compresión, la programación hay que hacerla para cada tipo de motor.

Para confeccionar el programa de avance se parte de un motor montado en un banco de pruebas y se van determinando, con extraordinaria precisión, miles de ajustes de reglajes del encendido que responden a todas las combinaciones posibles con los avances idóneos en cada instante para las distintas condiciones de trabajo. Los valores obtenidos para cada carga y número de revoluciones son reflejados en un diagrama tridimensional, que por su aspecto recibe el nombre cartográfico o mapeado.

El sistema de coordenadas esta formado por tres ejes perpendiculares entre sí:

- a. El de cargas
- b. El de revoluciones
- c. El de avances

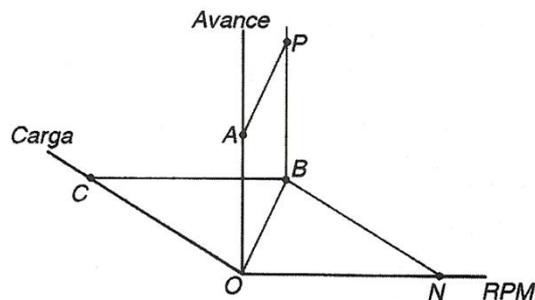
Figura 41. Cartografía compleja del encendido Motronic



Fuente: Manual CEAC del automóvil

En un instante determinado, el motor funciona con una carga  $C$ , cuyo valor se anota en forma gráfica en su eje; el número de revoluciones  $N$  se marca en el eje RPM; y el avance idóneo, obtenido para esas condiciones de funcionamiento, se anota en  $A$  sobre el eje correspondiente. Trazando por  $C$  una paralela al eje de las revoluciones y por  $N$  otra al eje de las cargas, se cortaran en el punto  $B$ ; uniendo este punto con el origen  $O$ , se obtiene la recta  $OB$ ; y final mente, si desde el punto  $A$  se traza una paralela a la recta  $OB$  hasta que corte a la perpendicular levantada en  $B$  se llega al punto  $P$ . Este punto  $P$ , representa en el espacio del diagrama el valor del avance  $A$  para una carga  $C$  y un numero de revoluciones  $N$ . Si se van obteniendo puntos como el  $P$  a intervalos regulares de carga y RPM dentro del campo de funcionamiento del motor, y se unen entre sí, el resultado será una superficie.

Figura 42. Sistema de coordenadas (Carga-RPM-Avance)

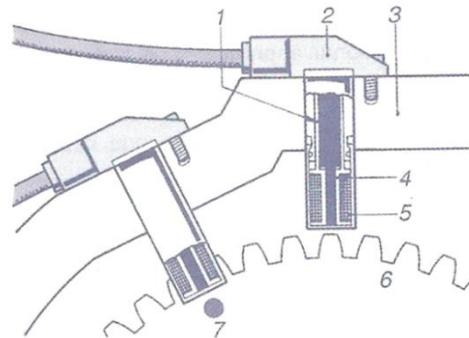


Fuente: Manual CEAC del automóvil

De lo accidentado de la cartografía del encendido Motronic, se deduce lo complejas que son las necesidades de avance en un motor, y no es de extrañar que la aplicación de este avance programado supla con muchas ventajas a los que se basan en las sencillas leyes de los avances por contrapesos y de vacío.

Los datos del programa de avance son introducidos en la memoria de un microprocesador incluido en la ECM.

Figura 43. Sensor CKP y sensor de velocidad



*Disposición de los captadores de rotación y de referencia angular. 1) Imán permanente. 2) Conector. 3) Bloque del motor. 4) Núcleo de hierro dulce. 5) Bobina. 6) Corona del motor. 7) Marca de referencia.*

Fuente: Manual CEAC del automóvil

A la ECM le llega información sobre el número de revoluciones del motor y la posición angular del cigüeñal, a través de un captador que actúa sobre un disco adosado al volante o bien por dos captadores independientes:

- a. Uno para el número de revoluciones
- b. Otro para determinar los PMS.
- c. El de velocidad de rotación va situado sobre los dientes de la corona de arranque, que son los que la activan
- d. El de referencia angular sobre unas marcas de referencia.
- e. El sensor de temperatura del motor
- f. El sensor de vacío del colector
- g. El sensor de temperatura del aire de admisión
- h. La sonda Lambda
- i. El sensor de posicionamiento de la mariposa
- j. La tensión de la batería
- k. El detector de picado

Y otros sensores completan la información a la ECM sobre la carga del motor. Estos parámetros son comparados con los del programa de encendido almacenado en la

memoria, por medio de lo cual la ECM determina el valor del avance entre dos fases de encendido sucesivas.

Otra ventaja que presenta este sistema es el control del ángulo de leva. (Aunque carece de leva y platinos, se sigue llamando ángulo de leva o Dwell al tiempo que dura el paso de a corriente por el primaria de la bobina, equivalente al tiempo que permanecerían los platinos cerrados si los hubiera). Como es de conocimiento, la energía almacenada en el núcleo de la bobina, va disminuyendo a medida que se exigen mayor cantidad de chispas por unidad de tiempo, lo que se traduce en chispas cada vez más débiles al aumentar la velocidad de giro del motor. Este problema se soluciona en el encendido optimizado incluyendo en el programa los datos de duración óptima del ángulo de leva, en función del tiempo y de la tensión de la batería. Téngase en cuenta que una tensión mayor en la batería da lugar a una intensidad mayor en el primario, ya que la resistencia de este es fija. Por otra parte, una vez alcanzada la máxima intensidad en el primario, el tiempo que permanece en esta situación no aumenta su magnetismo, y solo sirve para calentar la bobina inútilmente.

El ángulo de leva óptimo es aquel que corta la corriente nada más lograr la saturación del núcleo. Por eso, con la batería baja hay que aumentar ligeramente el tiempo, o el ángulo, que en este caso es lo mismo. Y paralelamente, a bajo régimen hay que disminuir el ángulo para que no se caliente la bobina, y a altas revoluciones hay que aumentar el ángulo para mantener conectada la bobina el tiempo necesario para la saturación del núcleo.

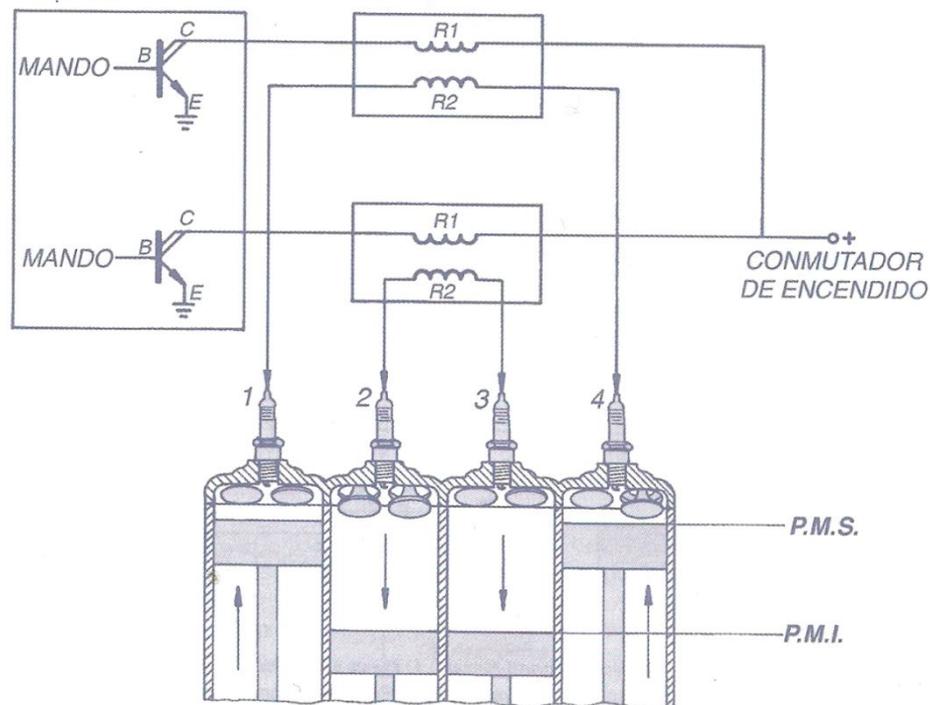
**2.4.5.6 Sistema de encendido totalmente electrónico o estático.** Éste encendido participa de las características del encendido electrónico integral, pero en él se ha sustituido el distribuidor de alta tensión giratoria por un sistema de distribución estático. Las ventajas que aporta son las siguientes:

- a. No existe ninguna pieza giratoria.
- b. Nivel de ruidos inferior.
- c. Supresión de las chispas entre la pipa y los plots de la tapa del distribuidor, que son la causa de perturbaciones electromagnéticas.
- d. Permite eliminar el cable de alta tensión que une la bobina con el distribuidor.

e. Al carecer de distribuidor desaparece el mecanismo de mando del mismo, lo que supone una ventaja constructiva para el fabricante del motor.

La distribución estática de la alta tensión se logra con el empleo de bobinas de dos chispas, gobernadas por un módulo electrónico a partir de las señales de un captador del PMS y del número de revoluciones y de una toma de vacío del colector de admisión. En la siguiente figura se muestra el esquema de este tipo de distribución para un motor de cuatro cilindros. Consiste en disponer dos bobinas de dos chispas, cada una de las cuales alimenta a dos bujías.

Figura 44. Esquema de encendido totalmente electrónico o estático



Esquema de la distribución estática de la alta tensión.

Fuente: Manual CEAC del automóvil

Como todas las bobinas de encendida éstas constan de un arrollamiento primario R1 y otro secundario R2. Cada uno de los extremos de cada secundario va conectado a una bujía, de manera que se forman dos circuitos de la alta tensión independientes, constituidos por un secundario y dos bujías en serie con el que cierran circuito entre sí por masa. Cuando se interrumpe la corriente en el primario de una bobina, se produce una alta tensión en el secundario que da lugar a dos chispas simultáneas en las bujías conectadas a sus extremos.

Una de las bobinas está conectada a las bujías de los cilindros 1 y 4, y la otra bobina está conectada a las bujías de los cilindros 2 y 3, cuyos pistones suben y bajan al mismo tiempo. En cada pareja de cilindros las chispas saltan cada vuelta cuando los pistones están próximos al PMS, al final de la compresión en uno de los dos pistones, produciendo el encendido de la mezcla, y al final del escape en el otro sin ninguna consecuencia.

Como la resistencia entre los electrodos de la bujía del cilindro que esta en tiempo de escape es pequeña, por ser poca la presión residual de los gases, la totalidad de la energía almacenada en la bobina queda disponible para la bujía que está en fase de ignición.

Las bobinas empleadas en los motores de cuatro cilindros pueden ser bobinas independientes en cada cilindro en las que la ECM emite un pulso de generación de la chispa para cada uno de los cilindros en función del orden de encendido del motor.

Figura 45. Bobinas de encendido individuales



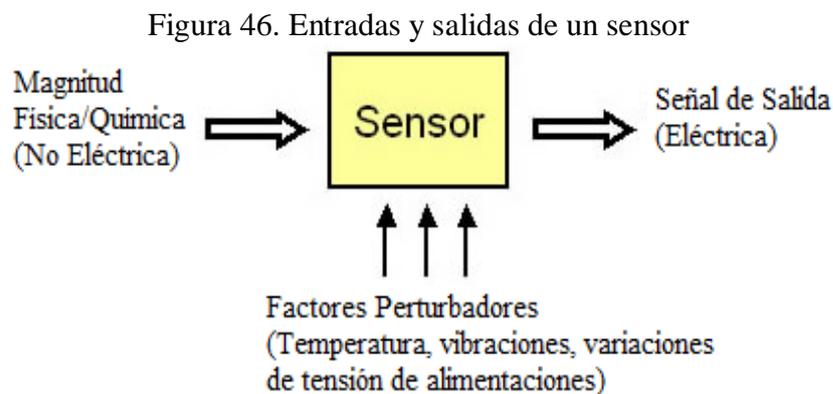
Fuente: <http://www.hibridosyelectricos.com/index.php/inicio/diccionario/item/alimentacion.html>

También existen bobinas de cuatro chispas, que constan de dos arrollamientos primarios y un secundario; en cada extremo de este último van acoplados dos diodos en paralelo pero montados en sentido contrario y de cada diodo sale un cable de alta tensión a una bujía. Los arrollamientos primarios son alimentados por corrientes de sentido contrario, por lo que cada vez que se interrumpe alternadamente la corriente en ellos, se genera una alta tensión en el secundario cuyo sentido varía en función del primario que la origina. Para un sentido determinado de la alta tensión, la corriente pasa por los diodos

(uno de cada extrema del arrollamiento) montados a favor, y no puede hacerlo por los otros que están montados en oposición, con ello salta las chispas en una pareja de cilindros. Cuando la alta tensión es del sentido contrario las chispas saltan en la otra pareja de cilindros. [7]

## 2.5 Los Sensores

Los sensores, llamados también variables de instrumentación, son dispositivos capaces de detectar magnitudes físicas o químicas y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc.



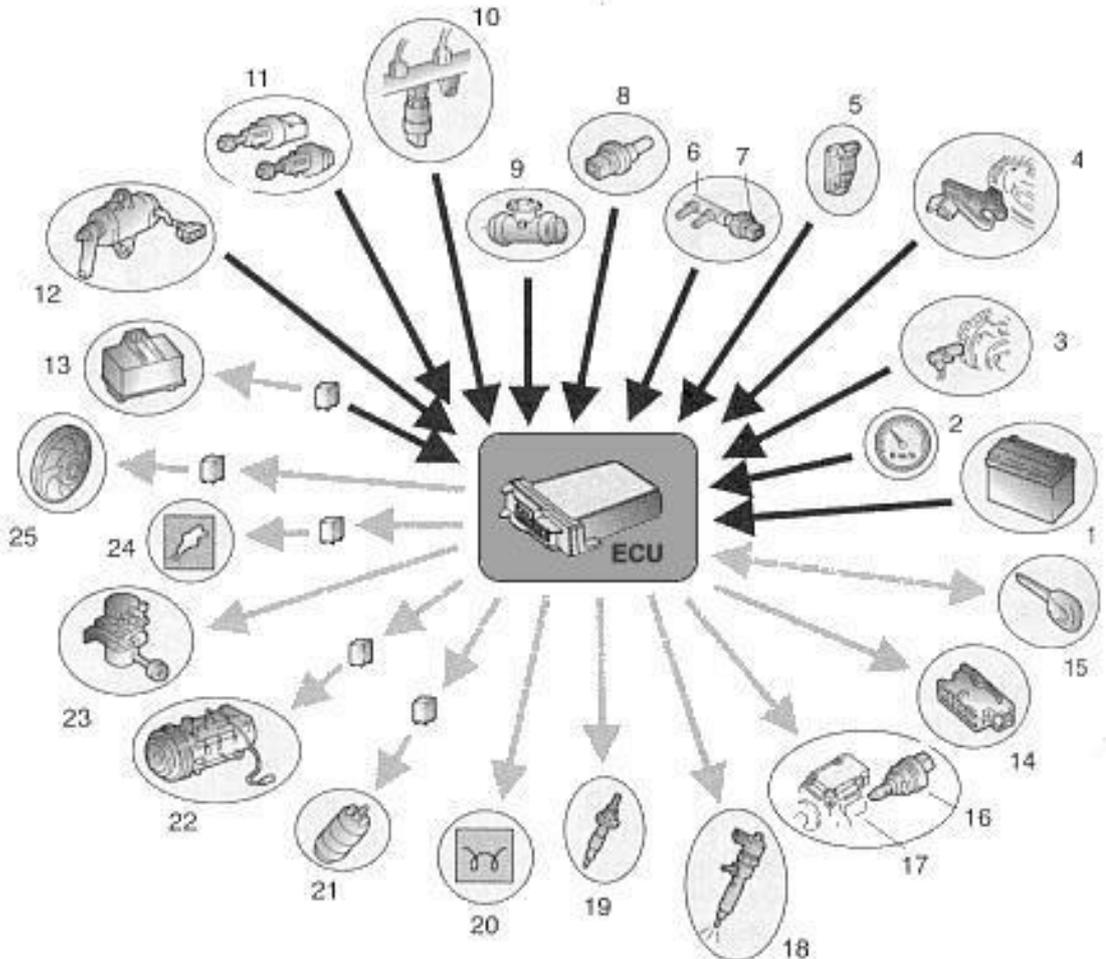
Fuente: <http://www.electriauto.com/electronica/diesel/unidad-de-control-ecu-edc/>

Un sensor se diferencia de un transductor en que el sensor está siempre en contacto con la variable de instrumentación con lo que puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo.

En los automóviles poseen una variedad de sensores que captan las señales de diversos componentes y de diversas partes de un automotor, en general se encuentran sensores que son comunes en la gran mayoría de los vehículos, y en ciertos modelos o en ciertas

marcas de vehículos se encuentran sensores que poseen una función específica más sofisticada por las cuales fueron creadas y se las utiliza por su mejor eficiencia.

Figura 47. Señales de entrada y salida de la ECM

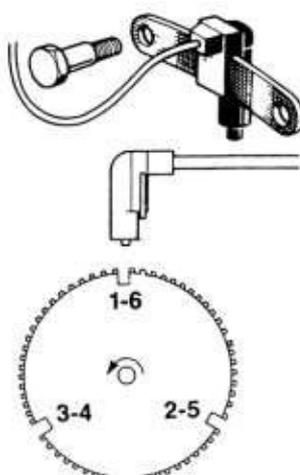


Fuente: <http://www.electriauto.com/electronica/diesel/unidad-de-control-ecu-edc/>

A continuación se mostrará los sensores más comunes que se pueden encontrar en todas las distintas marcas de fabricantes de vehículos y son los más básicos para garantizar su buen funcionamiento de un motor.

**2.5.1 Sensor CKP (Crank Shaft Position).** También conocido como sensor de posición del cigüeñal, este se encarga de determinar la posición en la que se encuentra el cigüeñal mientras gira, de la misma manera determina la velocidad de giro a la que se encuentra trabajando el motor.

Figura 48. Sensor CKP tomando la señal de giro



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)

**2.5.1.1 Ubicación.** El sensor CKP se encuentra por lo general en el block del motor, tomando la señal de referencia los dientes del volante de inercia, mientras éste gira conjuntamente con el cigüeñal. En otros casos toma la señal de un disco dentado unido al eje de giro del cigüeñal y también se lo encuentra junto a la polea de la distribución.

Figura 49. Posición general del sensor CKP



Fuente: <http://www.renntech.org/forums/topic/10119-crankshaft-position-sensor-failure/>

**2.5.1.2 Característica.** Dentro del conjunto de dientes del volante de inercia o del disco dentado que se encuentra girando solidario al eje de giro del cigüeñal, existe la pérdida o desfase de un o más diente (dependiendo de la configuración) que esto indica la posición en la que se encuentra el primer pistón.

La señal emitida por el sensor CKP se envía a la ECM y puede determinar posicionamiento del primer pistón para determinar pulso de inyección y poder sincronizar la chispa de ignición.

Cuando deja de emitir una señal del posicionamiento del primer pistón, no existe inyección ni chispa de encendido. En caso de vehículos que posean un sensor CMP, éste lo sustituye temporalmente para poder hacer el encendido.

**2.5.1.3 Tipos.** Los sensores CKP pueden ser de tipo magnético (Inductivo) y de efecto HALL.

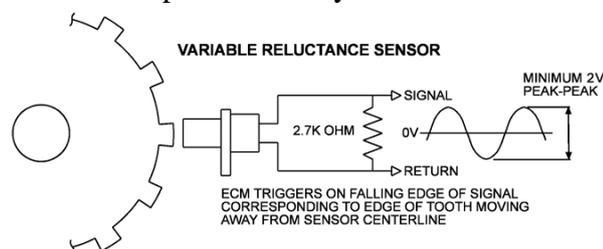
a. *Inductivo.* El sensor inductivo está formado por un magneto permanente y una bobina, funcionando en base a la interrupción del campo magnético por el paso de los dientes en la volante.

Generalmente este sensor posee 2 cables, aunque en algunos casos pueden presentar un cable adicional que consiste en un cable coaxial, éste tercer cable esta conectado a tierra y absorbe las interferencias en la señal que se dirigen desde el sensor hacia la ECM.

La comprobación se realiza conectando el conector y midiendo la onda del cable de señal cuando el motor es arrancado.

Este tipo de sensores emite una señal de forma senoidal, que es característico por la variación de inductancia.

Figura 50. Sensor CKP tipo inductivo y forma de su señal característica



Fuente: <http://libreopinion.net/topic2525.html>

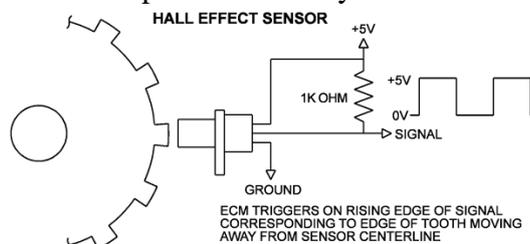
b. *Efecto Hall.* El sensor de tipo efecto hall tiene un funcionamiento basado en un elemento de tipo hall, por poseer un semiconductor haciendo que el elemento sea

activado cuando el flujo magnético cambia, conociéndose así la rotación del eje gracias el efecto de hall.

Sus terminales corresponden a uno con 12 voltios, otro de 5 voltios de señal y uno destinado a tierra. Los voltajes en cada terminal con la ignición en su posición de encendido debería estar en 12 voltios, 5 voltios y 0 voltios respectivamente.

Para su comprobación debemos conectar el sensor y cableado y medir la onda del cable de señal durante el arranque del motor o bien cuando el motor esté en funcionamiento. Este sensor emitir una señal en forma de ondas cuadradas.

Figura 51. Sensor CKP tipo Efecto Hall y forma de su señal característica



Fuente: <http://libreopinion.net/topic2525.html>

**2.5.2 Sensor CMP (Cam Shaft Position).** También conocido como sensor de posición del árbol de levas, generalmente se lo encuentra en motores con inyección multipunto y tiene como objetivo determinar la posición en la que se encuentre el árbol de levas mientras está girando. El sensor CMP enviando una señal a la ECM y por medio de la comparación de la señal del sensor CMP con la señal del sensor CKP se puede distinguir la posición en que se encuentra el cilindros número uno, de ésta manera realizando la inyección de combustible al cilindro correcto y gestiona correctamente el tiempo de ignición de cada uno de los cilindros

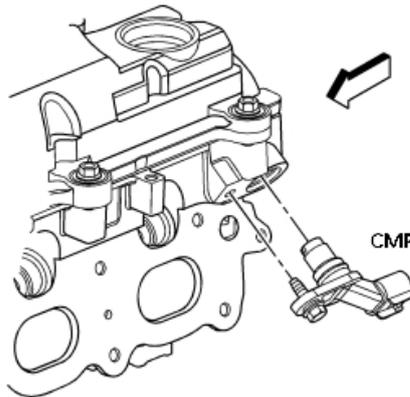
Figura 52. Sensor CMP



Fuente: <http://gustavoamadero.olx.com.mx/sensor-posicion-arbol-levas-chrysler-stratus-pt-crusier-2-0-2-4-5293196aa-cmp-original-iid-81480963>

**2.5.2.1 Ubicación.** El sensor CMP se encuentra en la culata del motor, generalmente en el extremo opuesto a la ubicación de la banda de distribución. En algunos casos el sensor CMP se encuentra dentro del distribuidor o en un compartimento similar a éste. Dependiendo del tipo de sensor CMP se encuentra de forma perpendicular al árbol de levas o paralelo al eje del árbol de levas.

Figura 53. Posición del sensor CMP



Fuente: <http://www.justanswer.com/dodge/13yr4-need-replace-camshaft-position-sensor-2005.html>

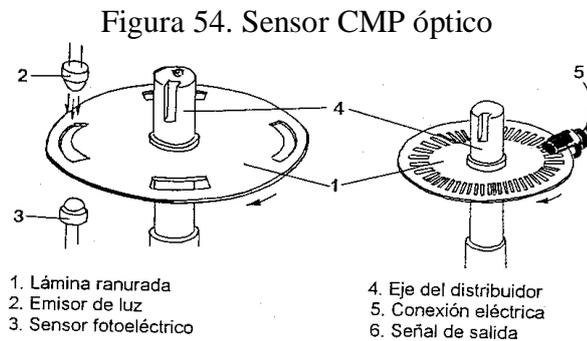
**2.5.2.2 Características.** El sensor CMP trabaja de forma conjunta con el sensor CKP, ya que si deja de emitir la señal de cualquiera de estos sensores, el sensor contrario lo sustituye temporalmente hasta que se solucione el problema, continuando con la emisión de señal que determina la posición de giro del motor.

**2.5.2.3 Tipos.** Los sensores CMP se los encuentra de tres tipos: el de tipo Óptico, el de tipo Inductivo, el Efecto Hall

*a. Óptico.* Está constituido por un led (emisor de luz), un diodo foto sensor (receptor de luz) y una placa que posee ranuras que va rotando conjuntamente con el eje del árbol de levas, conociéndose así la posición del árbol de levas y del cigüeñal según de la posición de estas ranuras.

El chequeo de este tipo de sensor se realiza con la llave del vehículo en la posición de encendido y comprobándose el voltaje entre el terminal de tierra y el terminal de potencia, teniendo que existir en el cable de señal del sensor CKP una tensión entre 0 y 5 voltios. Para la comprobación de sensor y cableado se debe conectar el conector y

medir la onda del cable de la señal cuando se arranca el motor o bien con éste funcionando.



Fuente: <http://www.blogrollcenter.com/news/mass-airflow-sensor-failure-symptoms/>

*b. Efecto Hall.* Opera como un efecto Hall switch, esto permite que la bobina de encendido genere la chispa de alta tensión. Este sensor reemplaza la función del distribuidor.

La forma de onda de la señal es de una onda cuadrada, las características de una buena forma de onda de efecto hall, son una conmutación limpia. El sensor tiene tres cables de conexión que son:

- Alimentación del sensor: (12 o 5) v.
- Masa del sensor.
- Señal del sensor: (0 - 5) v.

*c. Inductivo.* El sensor CMP inductivo es llamado también sensor de fase. Consta de una bobina arrollada sobre un núcleo de imán. Este sensor está al frente del árbol de levas y produce una señal cada dos vueltas del cigüeñal.

El voltaje producido por el sensor del árbol de levas será determinado por varios factores: la velocidad del motor, la proximidad del rotor de metal al sensor y la fuerza del campo magnético ofrecida por el sensor. La ECU necesita ver la señal cuando el motor se enciende para su referencia.

Las características de una buena forma de onda inductiva del sensor CMP son: una onda alterna que aumenta de magnitud como se aumenta la velocidad del motor y

proporciona generalmente una señal por 7200 de la rotación del cigüeñal (3600 de la rotación del árbol de levas). El voltaje pico será aproximadamente 0.5v, mientras que el motor está encendiéndose, en marcha lenta trabaja alrededor de 2.5v. [8]

**2.5.3 Sensor MAF (Mass Air Flow).** Es conocido como sensor de masa de aire, emite una señal para comparar los datos del sensor y los guardados en la ECM y determina la cantidad de aire que está entrando al motor y así determinar la cantidad de combustible que se debe inyectar para establecer una mezcla estequiométrica (14.7:1) ideal para el funcionamiento del motor.

En marcas específicas es toma este dato para determinar el instante de realizar los cambios en una transmisión automática.

Figura 55. Sensor MAF

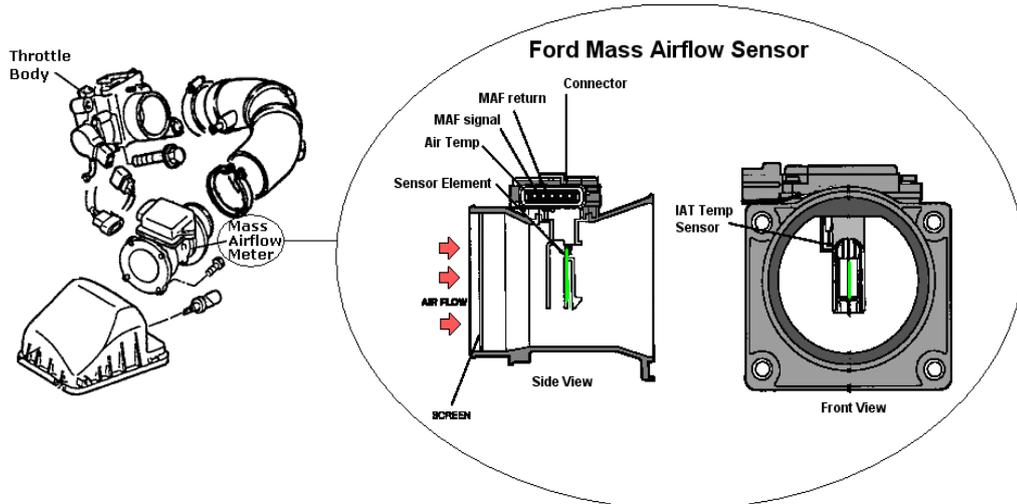


Fuente: <http://www.blogrollcenter.com/news/mass-airflow-sensor-failure-symptoms/>

**2.5.3.1 Ubicación.** El sensor MAF se encuentra conectado entre la salida del depurador de aire y el conducto que conduce el aire al múltiple de admisión. En los extremos de unión se encuentra anillos de sujeción para fijarlos a los conductos y evitar filtraciones de aire.

**2.5.3.2 Características.** Se caracteriza por tener un hilo de platino que se encuentra a elevada temperatura a causa del paso de una cantidad de corriente eléctrica (entre 75°C y 200°C), dentro de un conducto por donde fluye el aire. Cuando pasa el aire hacia el motor enfría al hilo y es necesario más corriente para poder mantener la temperatura constante del hilo, esta lectura de necesidad de corriente es transmitida hacia la ECM y por parámetros ya establecidos, que se encuentran en la memoria de la ECM, establece la dosificación de combustible y el avance del encendido.

Figura 56. Sensor MAF de hilo caliente

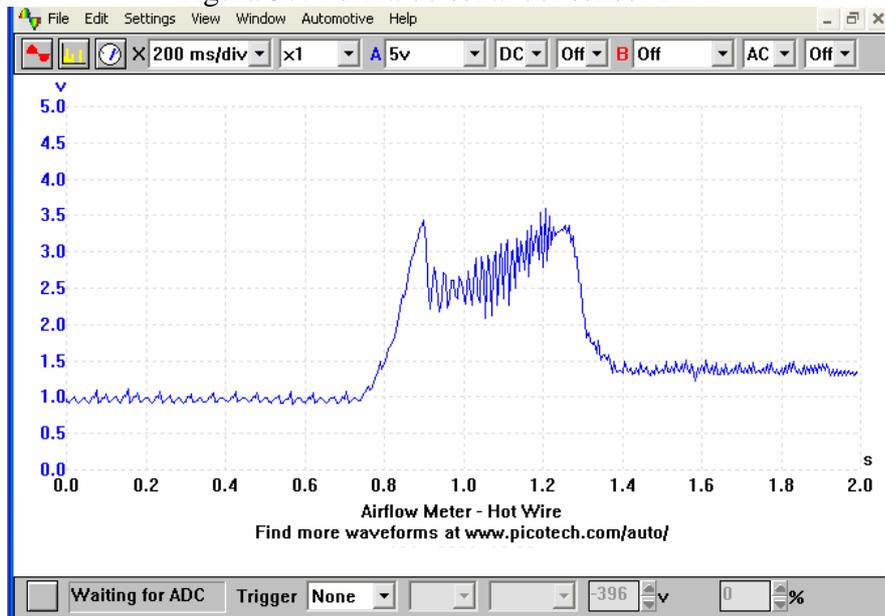


Fuente: Autor

Los sensores MAF suelen tener 4 cables correspondiendo a:

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

Figura 57. Forma de señal del sensor MAF



Fuente: <http://www.picoauto.com/waveforms/Sensors/AirFlowMeter/wave91.html>

**2.5.4 Sensor VAF (Vane Air Flow).** Llamado sensor de flujo de aire por paleta o compuerta-sonda, este sensor enviando datos a la ECM de forma similar a la de un

sensor MAF que los interpreta para poder determinar la cantidad de aire que es absorbido por el motor y así poder proporcionar la cantidad precisa de combustible que se debe inyectar.

**2.5.4.1 Ubicación.** De la misma manera que el sensor MAF se encuentra ubicado entre la salida del depurador de aire y el conducto que conduce el aire al múltiple de admisión.

Figura 58. Ubicación del sensor VAF

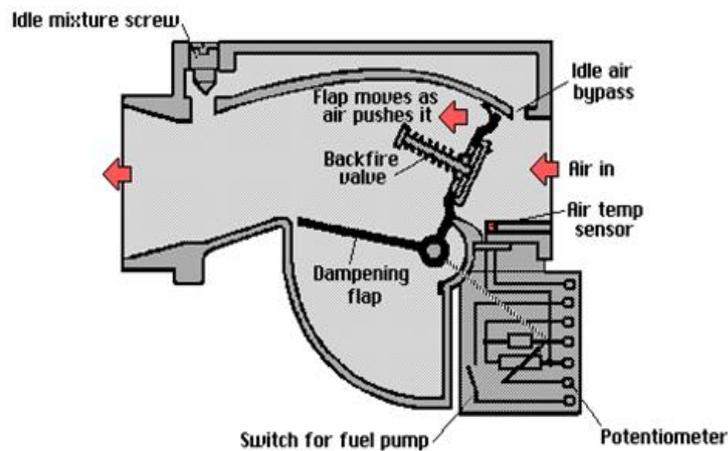


Fuente: <http://www.velocidadmaxima.com/forum/showthread.php?t=295382>

**2.5.4.2 Característica.** Este sensor tiene la particularidad de medir el flujo de aire a través de una paleta que se encuentra obstruyendo al máximo el conducto de entrada de aire al motor, mientras que se encuentra unido a un potenciómetro en uno de sus extremos.

En el instante en que el motor trabaja a revoluciones mínimas (ralentí) la paleta del sensor se encuentra estático y el aire necesario para que el motor se encuentre en ralentí entra a través de un bypass calibrado a la medida requerida. Pero al aumentar la aceleración del motor, la paleta se mueve por la presión ejercida por el aire sobre ella, y así girando el potenciómetro, donde emite una señal de voltaje a la ECM para poder determinar la cantidad de aire que se encuentra entrando al motor.

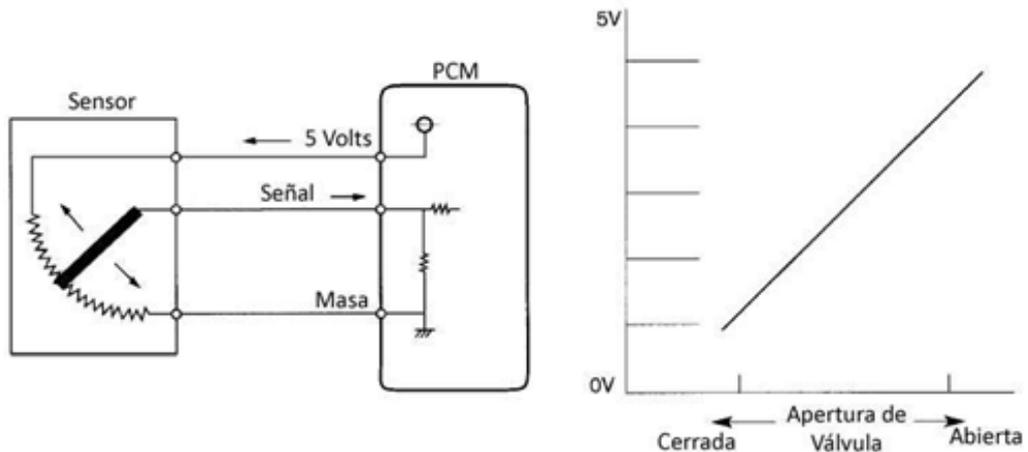
Figura 59. Componentes internos del sensor VAF



¿Fuente:

[http://www.aalcar.com/library/vaf\\_sensors.htm](http://www.aalcar.com/library/vaf_sensors.htm)

Figura 60. Esquema eléctrico y señal del sensor VAF



Fuente: <http://www.encendidoelectronico.com/vista.php?id=32>

Generalmente suelen tener 3 cables que se distribuyen de la siguiente manera:

- Alimentación 5V
- Masa
- Señal: 0,7V a 4V

**2.5.5 Sensor IAT (Intake Air Temperature).** Este sensor es conocido como sensor de temperatura ambiente del aire que entrada al motor. Está conectado a la PCM mediante un cable y una terminal. El sensor IAT se usa para detectar la temperatura promedio del aire del ambiente en un arranque en frío y continua midiendo los cambios en la temperatura del aire a medida que el motor comienza a calentar al aire que sigue ingresando.

Figura 61. Sensor IAT



Fuente: [http://www.bmotorsports.com/shop/product\\_info.php/products\\_id/400](http://www.bmotorsports.com/shop/product_info.php/products_id/400)

**2.5.5.1 Ubicación.** El sensor IAT se encuentra localizado en el conducto del aire de admisión del motor, sujeto por medio de un enroscado en el conducto. En otras ocasiones se lo encuentra en la parte baja del depurador, después del filtro de aire. También se encuentra trabajando conjuntamente con otros sensores como el sensor MAF, el sensor VAF y el sensor MAP.

Figura 62. Ubicación del sensor IAT



Fuente: [http://jaimemotordisel.blogspot.com/2010/08/sensor-iat\\_06.html](http://jaimemotordisel.blogspot.com/2010/08/sensor-iat_06.html)

**2.5.5.2 Característica.** El sensor IAT se caracteriza por tener un termistor expuesto para una medición más rápida y precisa de la temperatura del aire de la atmósfera que entra en el motor.

Por lo general son sensores NTC (Coeficiente Térmico Negativo) que es un sensor que disminuye su resistencia conforme aumenta la temperatura del aire que está midiendo.

Tabla 1: Relación temperatura-resistencia.

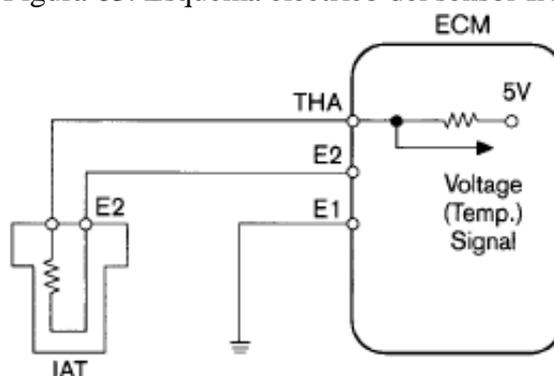
DEGREES (°C)	DEGREES (°F)	SENSOR RESISTANCE (OHMS)
-40	-40	77k - 109k
-29	-20	39k - 53k
-18	0	21k - 27k
-7	20	11k - 15k
4	40	6.6k - 8.4k
16	60	3.9k - 4.5k
27	80	2.4k - 2.7k
38	100	1.5k - 1.7k
49	120	.98k - 1.1k
60	140	650 - 730
72	160	430 - 480
83	180	302 - 334
94	200	215 - 235
105	220	159 - 172
120	248	104 - 113
140	284	63 - 68

Fuente: <http://www.justanswer.com/saturn/3183s-transmission-temperature-sensor-97-saturn.html>

Este sensor posee dos terminales eléctricos:

- Terminal 1: Masa electrónica del sensor (GND)
- Terminal 2: Alimentación, y señal variable

Figura 63. Esquema eléctrico del sensor IAT



Fuente: <http://automecanico.com/auto2027/bbooster04.pdf>

**2.5.6 Sensor ECT (Engine Coolan Temperature).** Éste es el sensor encargado de detectar temperatura del anticongelante del motor para proporcionar un correcto pulso de inyección de combustible para las condiciones de trabajo en las que se encuentre el motor (motor frío o motor caliente).

Figura 64. Sensor ECT



Fuente: <http://www.mpsracing.com/products/accel/sensors.asp>

**2.5.6.1 Ubicación.** El sensor ECT usualmente se localiza en la culata del motor, transversal al conducto de salida del líquido anticongelante hacia el radiador, después de la posición del termostato.

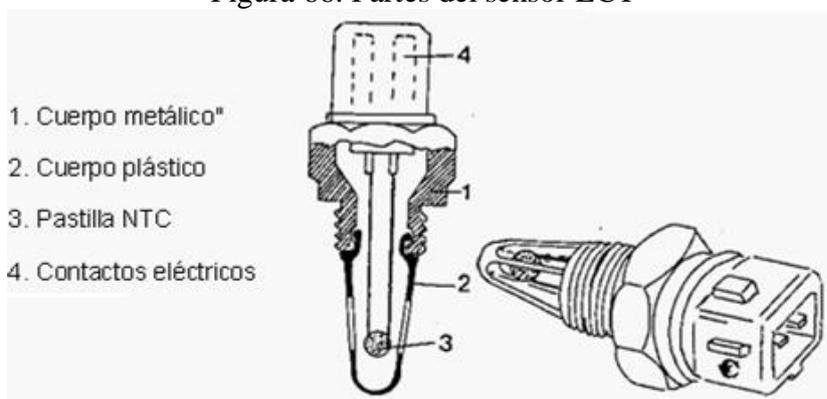
Figura 65. Ubicación del sensor ECT



Fuente: <http://forums.audiworld.com/showthread.php?t=1593179>

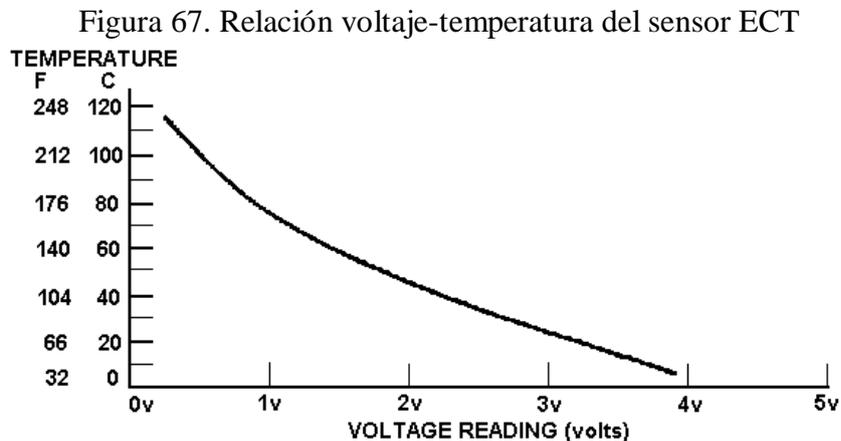
**2.5.6.2 Característica.** El sensor ECT es un sensor que posee un termistor protegido con un recubrimiento metálico que posee una gran eficiencia en la transferencia térmica de la parte externa hacia el termistor, por lo general bronce. Se encuentra constantemente sumergido en el líquido anticongelante.

Figura 66. Partes del sensor ECT



Fuente: <http://html.rincondelvago.com/sensores-electricos.html>

Éste sensor responde disminuyendo la resistencia a la tensión a medida que aumenta la temperatura del líquido anticongelante, es el caso de los sensores NTC (Coeficiente Térmico Negativo) que son los más utilizados, y aumentado proporcionalmente el voltaje de la señal hacia la ECM.



Fuente: <http://www.justanswer.com/ford/6s3ig-ford-aurus-lx-diagnose-engine-coolant-temperature.html>

#### Valores en las Mediciones:

a. Medición de resistencia del sensor (en el sensor sin el conector)

- Motor Frío: 2500 a 3500 Ohm
- Motor Caliente: 200 a 400 Ohm

b. Medición de la señal (en los terminales conectado)

- Motor Frío: 2 a 3,5 V
- Motor Caliente: 0.4 a 0.8 V

El sensor ECT es un componente crítico en muchas funciones de la PCM tales como inyección de combustible, tiempo de encendido, tiempo variable de válvulas, cambios de velocidad en la transmisión, etc.

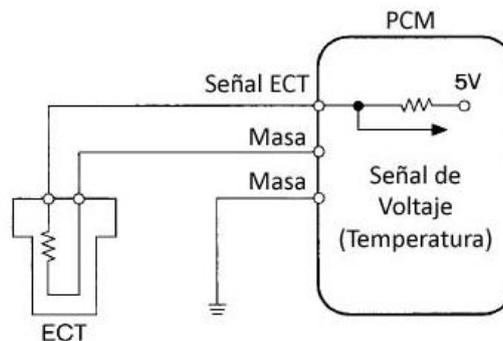
En el caso de que el motor se encuentre frío el sensor emite el estado del mismo y la ECM proporciona una mayor cantidad de combustible que se debe inyectar para que el motor eleve su temperatura lo más rápido posible.

Cuando el motor se encuentra en la temperatura de trabajo, la inyección que es controlada por la ECM toma como base la señal de otros sensores que presenta el estado en el que se encuentra el motor. De la misma manera la ECM proporciona el tiempo preciso de encendido gracias a la señal del sensor ECT y otros más.

Siempre se debe revisar si el motor está funcionando a la temperatura de operación y que el sensor ECT esté siempre reportando de forma exacta la temperatura del motor a la ECM. Este sensor posee dos terminales eléctricos:

- Terminal 1: Masa electrónica del sensor (GND)
- Terminal 2: Alimentación, y señal variable

Figura 68. Esquema eléctrico del sensor ECT



Fuente: <http://automecanico.com/auto2027/bbooster04.pdf>

**2.5.7 Sensor MAP (Manifold Absolute Pressure).** El sensor MAP es el encargado de determinar la presión absorbida o depresión dentro del múltiple de admisión, trabaja de forma similar a un potenciómetro, variando una resistencia en función de la carga de la presión existente en múltiple de admisión y variar una tensión eléctrica que es enviada desde la ECM

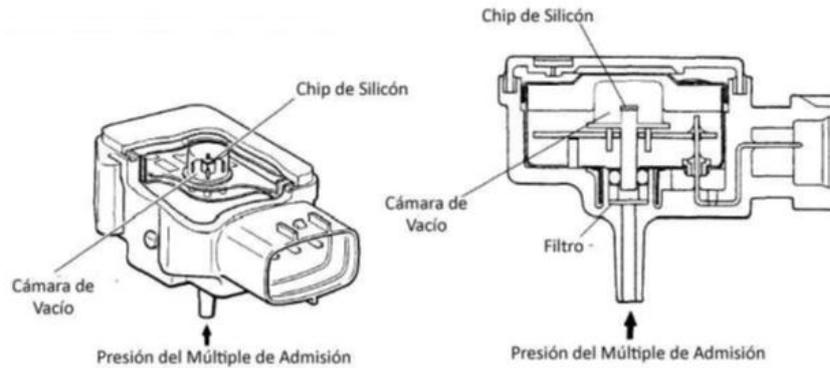
**2.5.7.1 Ubicación.** La ubicación del sensor varía dependiendo el vehículo y el fabricante. No obstante, se mide siempre la depresión existente en el colector de admisión antes de la ramificación a cada cilindro. A través de una manguera de goma se conecta el sensor y el conducto de la admisión.

**2.5.7.2 Característica.** El sensor MAP trabaja en forma de un potenciómetro y posteriormente retorna a la ECM con la variación y éste determina la carga atmosférica existente. De esta manera

puede dosificar correctamente la inyección de combustible automáticamente en cualquier altura en la que esté trabajando el motor.

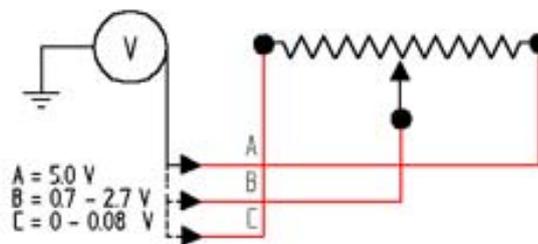
El vacío generado por la admisión de los cilindros hace actuar una resistencia variable que a su vez manda información a la unidad de mando del motor, de la carga que lleva el motor.

Figura 69. Componentes internos del sensor MAP



Fuente: <http://automecanico.com/auto2027/bbooster05.pdf>

Figura 70. Circuito eléctrico del sensor MAP



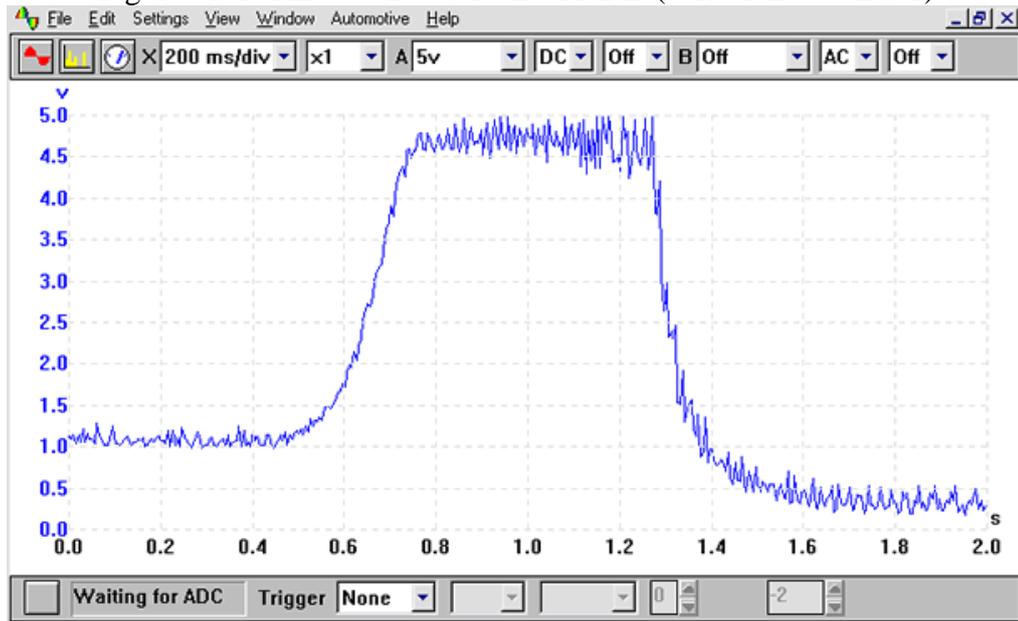
Fuente: <http://automecanico.com/auto2027/bbooster05.pdf>

a. Sensor MAP que varía según la tensión.

La señal que recibe la unidad de mando del sensor de presión absoluta junto con la que recibe del sensor de posición del cigüeñal (régimen del motor) le permite elaborar el pulso adecuado que mandará a los inyectores.

El sensor MAP consta de una resistencia variable y de tres conexiones, una de entrada de corriente que alimenta al sensor y cuya tensión suele ser de +5.0 V, una conexión de masa que generalmente comparte con otros sensores, cuya tensión suele oscilar ente 0 V y 0.08 V y una conexión de salida que es la que manda el valor a la unidad de mando y cuyo voltaje oscila entre 0.7 y 2.7 V.

Figura 71. Forma de onda del sensor MAP (variación de tensión)



Fuente: <http://www.clubjapo.com/foro/mec%E1nicas-potenciaci%C3n-y-gesti%C3n-electr%C3nica/156382-mecanica-y-potenciaci%C3n-con-elherrerillo.html>

b. Sensor MAP que varía según la frecuencia.

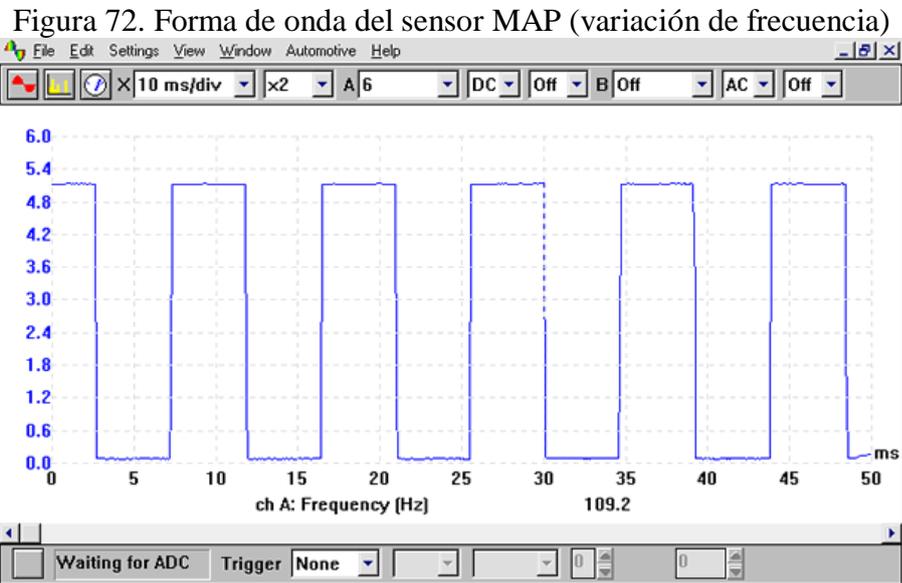
El sensor por frecuencia tiene dos misiones fundamentales, medir la presión absoluta del colector de admisión y la presión barométrica. Este tipo de sensores mandan información a la unidad de mando de la presión barométrica existente sin arrancar el vehículo y cuando está completamente abierta la válvula de mariposa, por lo que se va corrigiendo la señal de inyector mientras hay variaciones de altitud.

La relación para determinar la presión absoluta a partir de la barométrica es sencilla, es decir, la presión absoluta es igual a la presión barométrica menos la succión o vacío creada por los cilindros.

No podemos comprobar estos sensores de la misma forma que los sensores por variación de tensión, si lo hacemos obtendremos un valor que oscila sobre los 3.0 Voltios, pero no varía según la presión solamente es una tensión que nos indica que está funcionando dicho sensor.

La salida de la señal a la unidad de mando es de Hertzios, por lo que tendremos que medirlo mediante un osciloscopio con opción de medición de frecuencia.

La frecuencia de esta señal suele oscilar entre 90 y 160 Hertzios, la tensión de alimentación del sensor es de +5.0 V, la toma de masa debe presentar una tensión máxima de 0.08 V igual que el de variación de tensión. [9]



Fuente: <http://www.clubjapo.com/foro/mec%E1nicas-potenciaci%C3n-y-gesti%C3n-electr%C3nica/156382-mecanica-y-potenciaci%C3n-con-elherrerillo.html>

**2.5.8 Sensor TPS (Throttle Position Sensor).** El sensor es el sensor de posición de mariposa del acelerador. El sensor TPS convierte el ángulo de la mariposa del cuerpo de aceleración en una señal eléctrica. A medida que la mariposa se abre, el voltaje de la señal se incrementa. El sensor TPS al igual que otros sensores, es de vital importancia su buen estado para el buen funcionamiento del motor.

Detecta la posición (ángulo) y el movimiento de la placa de aceleración a través de cambios de voltaje para mandar esta información a la ECM para distintas funciones como:

- Modo del motor: ralentí, aceleración parcial, aceleración total.
- Corrige la dosificación de combustible.
- Corrige el avance de encendido.
- Corte de combustible a máximo régimen.
- Apagar A/C y control de emisiones en posición WOT (Wide Open Throttle-Aceleración Total)
- Corrección del incremento de potencia del motor.

Figura 73. Sensor TPS



Fuente: <http://danielpasshebomb.blogspot.com/2012/05/sensor-tps.html>

**2.5.8.1 Ubicación.** El sensor de posición del acelerador se encuentra ubicado en el cuerpo de aceleración, sujeto al eje de la mariposa.

Figura 74. Ubicación del sensor TPS

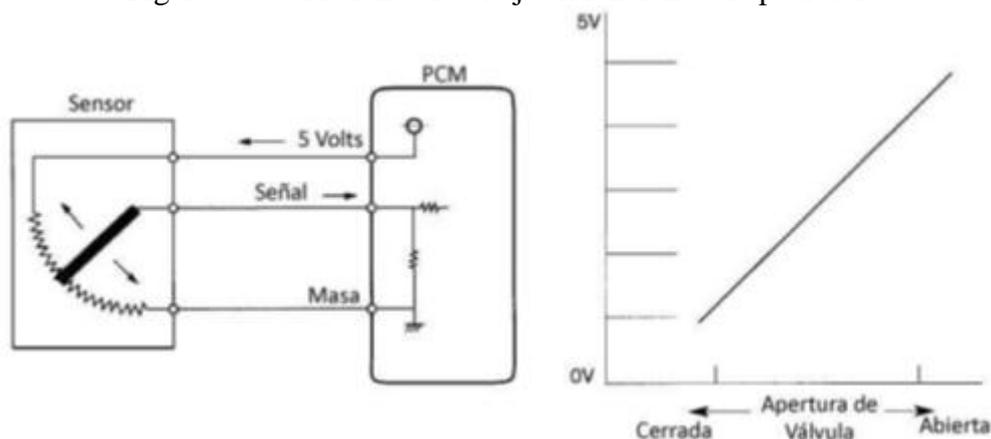


Fuente: <http://ehtmotors.com/tpssensor.php?go=6>

**2.5.8.2 Característica.** En muchas ocasiones es necesario saber la posición de componentes mecánicos. El sensor TPS o sensor de posición de garganta-mariposa indica la posición de la mariposa en el cuerpo de aceleración. En vehículos más recientes que ya no usan válvula IAC se utiliza el Sensor de Posición del Pedal Acelerador (APP) que indica la posición del pedal del acelerador. Eléctricamente, estos sensores operan de la misma manera: un brazo móvil dentro del sensor está mecánicamente conectado a un componente móvil, tal como una válvula o una compuerta. A medida que el componente se mueve, el brazo móvil dentro del sensor también se mueve. El brazo móvil está en contacto eléctrico con una resistencia. A medida que el brazo móvil se desplaza sobre la resistencia, la señal de voltaje cambia. En el punto de contacto el voltaje disponible es la señal de voltaje y esto es lo que indica la posición.

Entre más se acerque el brazo móvil al voltaje de suministro, la señal de salida será mayor. Debido a este voltaje, la ECM puede determinar la posición del componente.

Figura 75. Variación del voltaje en función de la posición



Fuente: <http://www.yoreparo.com/articulos/automotriz/curso-sensores-tps/>

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

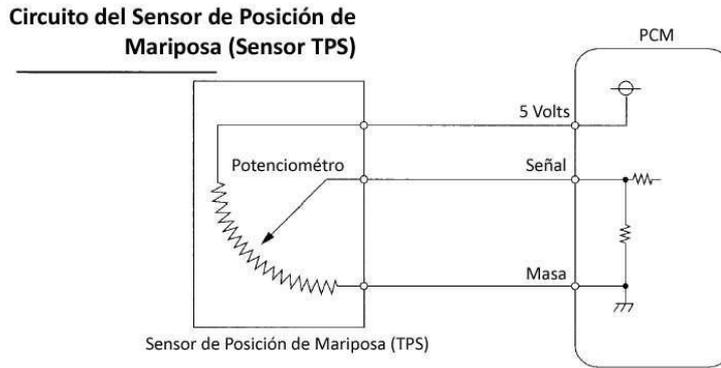
a. Potenciómetro de pista simple o 3 cables.

El sensor TPS opera con una referencia de 5 voltios, la señal de voltaje será baja si la posición de la garganta es cerrada, y el voltaje se incrementa tanto, como se incrementa la apertura de la garganta, gradualmente hasta llegar a 4.5 voltios con la garganta toda abierta, (WOT - wide open throttle).

En ralentí, el voltaje de la señal del sensor es entre 0.6 - 0.9 Volts. Desde este voltaje, la ECM sabe que el plato de la mariposa está cerrado. En aceleración total (WOT), la señal de voltaje es aproximadamente 3.5 - 4.7 Volts.

Dentro del sensor TPS hay una resistencia y un brazo móvil-deslizable. El brazo siempre está contactando a la resistencia. En el punto de contacto, el voltaje disponible es la señal de voltaje y esto indica la posición del plato en el cuerpo de aceleración. En ralentí, la resistencia entre la punta del brazo y la terminal de la señal es alta, por lo tanto el voltaje disponible de la señal será de 0.6 - 0.9 Volts. A medida que el brazo móvil se acerca a la terminal de salida de señal, la resistencia disminuye y la señal de voltaje se incrementa.

Figura 76. Circuito eléctrico del sensor TPS de 3 cables



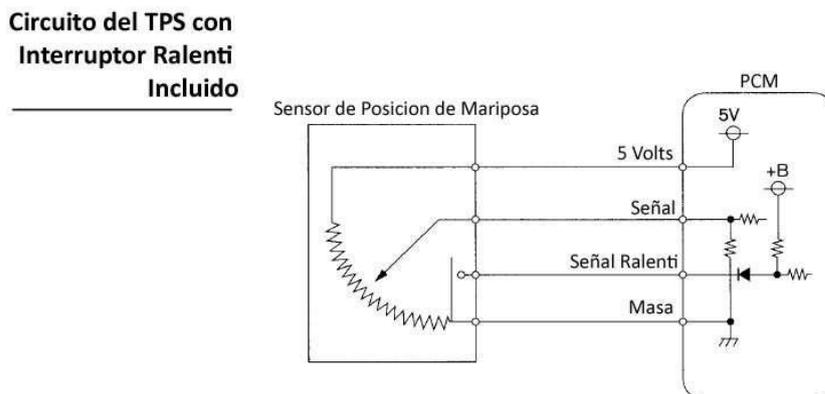
Fuente: <http://www.yoreparo.com/articulos/automotriz/curso-sensores-tps/>

b. Potenciómetro de dos pistas o 4 cables.

Otorga mayor sensibilidad y exactitud en aperturas parciales entre 0° y 24°. Después de esa apertura la primera pista mantiene su salida de señal constante. A partir de los 18° la segunda pista entrega una señal creciente pero con menor pendiente que la primera pista.

Algunos sensores TPS de cuatro cables incorporan un interruptor adicional conocido como contacto de ralentí. Este interruptor se cierra cuando la mariposa del cuerpo de aceleración está cerrada. En ese momento, la ECM mide 0 Volts en esa terminal. Cuando la mariposa se abre, el interruptor se abre y la PCM mide voltaje B+ en dicha terminal.

Figura 77. Circuito eléctrico sensor TPS de 4 cables



Fuente: <http://www.yoreparo.com/articulos/automotriz/curso-sensores-tps/>

**2.5.9 Sensor KS (Knock Sensor).** Este sensor se lo llama sensor de pistoneo, de golpeteo o simplemente de detonación.

Figura 78. Sensor KS



Fuente: <http://nipponpower.com.mx/foro/showthread.php?21278-sensores>

Los sistemas de inyección que no poseen un sensor de picado necesariamente debían incorporar un selector manual del número de octanos de la gasolina, con el objetivo de lograr un correcto ajuste inicial del encendido. Con la incorporación del sensor de picado, no es necesaria la instalación este selector.

Un sensor de detonación es un dispositivo piezo-eléctrico pequeño, que junto con el ECM, identifica estas detonaciones. El ECM ante esta circunstancia retrasara el encendido para evitar daños al motor.

La frecuencia de detonación (pistoneo) es aproximadamente 15 KHZ (kilo hertzios). Para medir esta señal se utilizara el osciloscopio con un barrido horizontal de 50 ms por división y una amplitud de tensión alterna pico a pico de 2V por división.

**2.5.9.1 Ubicación.** Este sensor siempre está ubicado en el centro del block del motor o en la cabeza de uno de los cilindros del motor.

Figura 79. Ubicación del sensor KS



Fuente: <http://www.mpatv.com/2009/06/knock-sensorsensor-de-golpeteo-o-llenado/>

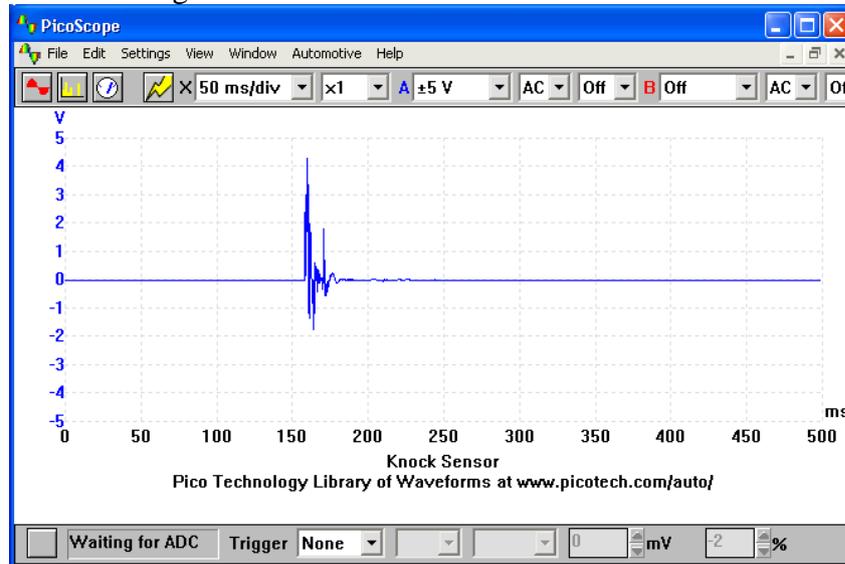
**2.5.9.2 Característica.** El Sensor de Detonación convierte el “ruido” (es el oído de la ECM) generado por la combustión del motor en una señal eléctrica alterna que varía la frecuencia y magnitud de acuerdo a la variación de revoluciones del motor. La computadora del auto toma esa señal y sabe en qué momento el motor esta en

determinada posición para luego, por software retrasar la detonación hasta unos 14°, de esa manera se hace una detonación que evitará daños por estrés a los componentes internos del motor además de ayudar en una menor vibración y eficiencia de combustible.

Está basado en la capacidad de un elemento piezoeléctrico de convertir las vibraciones en señal eléctrica (y viceversa), de esta manera el sensor colocado en un lugar específico producirá una señal de voltaje AC cuando ocurra una detonación en el motor. Cabe señalar que el sensor está diseñado para trabajar al rango de frecuencia específica del motor.

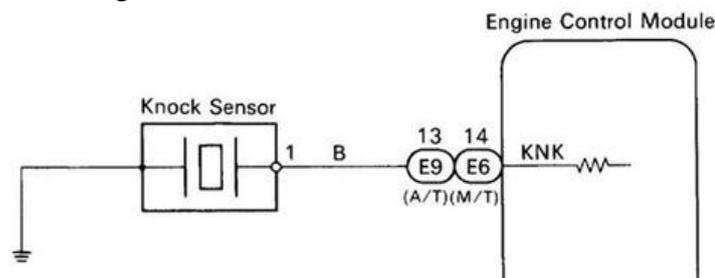
Este sensor posee un solo cable de conexión con la ECM. Envía la señal al ECM, la tierra se la realiza directamente con la carcasa del motor para evitar la existencia de alguna interferencia que varíe la señal.

Figura 80. Onda característica del sensor KS



Fuente: <http://autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/88-sensor-de-detonacion>

Figura 81. Circuito eléctrico del sensor KS



Fuente Autor

**2.5.10 Sensor HEGO (Heated Exhaust Gas Oxygen).** Este sensor es conocido como sensor de oxígeno en los gases de escape o sensor O<sub>2</sub>, en pocas palabras, porque censa o detecta el oxígeno existente en los gases de escape combustionados.

Figura 82. Sensor O<sub>2</sub>



Fuente: <http://www.ngk.de/es/productos-y-tecnologias/sondas-lambda/tecnologias-de-sondas-lambda/sonda-lambda-de-dioxido-de-circonio/>

Es un dispositivo capaz de medir la cantidad de oxígeno existente en los gases de escape, comparando el oxígeno del ambiente con el oxígeno existente en los gases combustionados. La medida del sensor es una señal de voltaje de entre 0 y 1 V. Este valor de voltaje determina si la mezcla de aire-combustible que se va a combustionar es estequiométricamente adecuada (14.7 a 1).

Adicionalmente existe la sonda Lambda, que a diferencia del sensor de O<sub>2</sub>, emitiendo una señal entre 300 a -300 miliamperios (mA). Esta sonda es más rápida y precisa en la emisión de una señal, ya que el amperaje es directamente proporcional al oxígeno existente en los gases de combustionados.

Esta señal del sensor es enviada a la ECM, en donde corrige el pulso de inyección de combustible más adecuado para el instante y así reducir niveles de contaminación por gases nocivos para el ambiente.

En el instante en que deje de funcionar parcial o totalmente produce un aumento consumo combustible y con ello el bajo rendimiento del motor. De la misma manera al aumentar el consumo de combustible aumentan emisiones de gases contaminantes y estos deterioran el funcionamiento del convertidor catalítico.

En vehículos modernos para reducir contaminantes en el ambiente por el mal funcionamiento de este sensor, provoca que el motor pueda limitar las revoluciones a un régimen de marcha mínima, evitando que el motor deje de funcionar.

**2.5.10.1 Ubicación.** Su localización es en el tubo de escape, puede también estar en el colector de escape, o cualquier lugar en donde pueda tener un contacto directo con los gases de la combustión. El sensor está constantemente expuesto a las peores condiciones de funcionamiento, y recibe golpes, variaciones de temperatura, hollín, gases perjudiciales, quema de aceite, gasolina con plomo y otras cosas más que podrán acortar su vida útil.

Figura 83. Ubicación del sensor O2



Fuente: Fuente: <http://www.ngk.de/es/productos-y-tecnologias/sondas-lambda/tecnologias-de-sondas-lambda/sonda-lambda-de-dioxido-de-circonio/>

**2.5.10.2 Características.** El sensor se encarga de la regulación correcta del suministro del combustible al motor en función de la cantidad de oxígeno, que se realiza en la medición de su cantidad en los gases de escape. Esto sirve para mantener una mezcla estequiométrica (14,7 a 1).

Es necesario que el sensor se encuentre a una temperatura mayor 300°C para comenzar su correcta emisión de una señal correcta hacia la ECM

No es necesario un voltaje de alimentación al sensor, ya que se lo considera una pila, debido a que es un generador de corriente continua (CC).

Para acelerar el proceso de calentamiento del sensor se necesita un voltaje de alimentación de 12V., si es una sonda lambda con resistencia calefactora.

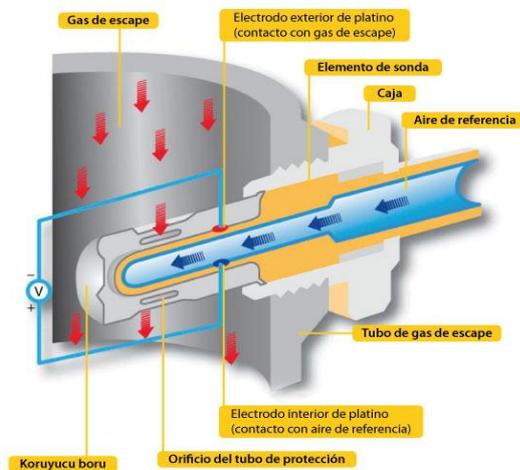
**2.5.10.3 Tipos.**

a. Sensor O2 de Zirconio.

Es el tipo más común actualmente. Esta hecho de un elemento de cerámica (Oxido de Zirconio); el elemento está recubierto interna y externamente por una camisa de Platino que cumple la función de electrodo.

La faz interna (electrodo de referencia) está en contacto con la atmósfera, y la externa con los gases de escape y el elemento de cerámica se transforma en una pila cuya tensión depende de la diferencia de concentración de oxígeno entre la faz interna y externa de la sonda.

Figura 84. Estructura del Sensor O<sub>2</sub> de Zirconio



Fuente: <http://www.ngk.de/es/productos-y-tecnologias/sondas-lambda/tecnologias-de-sondas-lambda/sonda-lambda-de-dioxido-de-circonio/>

Valores de referencia:

- Alimentación al calefactor = 12V
- Señal = 0,1 V a 0,9 V
- Masa = 0,03V

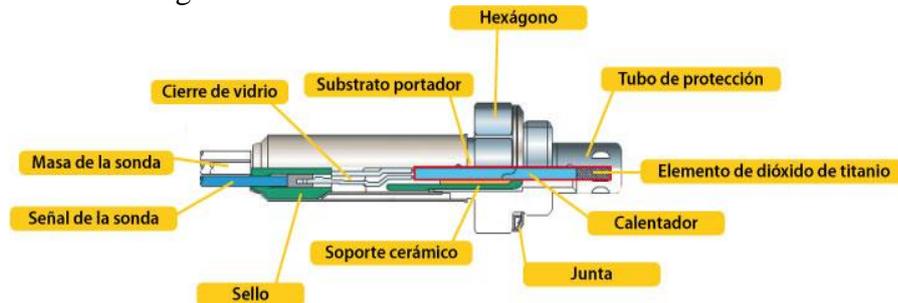
b. Sonda Lambda de Titanio.

Son más frágiles que los sensores de Zirconio. Están constituidas de materiales semiconductor (óxido de Titanio), lo que varía su resistencia interna en función de la concentración de oxígeno en el ambiente donde se encuentra, que en este caso es el interior del conducto de escape. Una aleación de óxido de Titanio es depositada sobre una plaqueta de cerámica calentada por un circuito impreso resistivo, el período de

calentamiento es de aproximadamente 15 segundos y en especial cuando existe un voltaje de calefacción.

Esta sonda es más eficiente y rápida en la detección de oxígeno, así mismo, envía la señal del estado del motor en menor tiempo que el Sensor de Oxígeno, por eso se lo encuentra en vehículos cuyo nivel de contaminación es el más reducido a comparación de vehículos con Sensores de Oxígeno.

Figura 85. Sonda Lambda de dióxido de Titanio



Fuente: Fuente: <http://www.ngk.de/es/productos-y-tecnologias/sondas-lambda/tecnologias-de-sondas-lambda/sonda-lambda-de-dioxido-de-circonio/>

Valores de referencia:

- Sonda fría 4 a 6  $\Omega$
- Sonda caliente 6 a 8  $\Omega$

En el caso de vehículos que posean dos Sensores de Oxígeno, el primero de ellos siempre va a ser una sonda lambda y está antes del convertidor catalítico, mientras que el segundo es un Sensor de Oxígeno.

**2.5.10.4 Distribución de cableado.** Desde la existencia de los sensores de oxígeno y sondas lambdas, han ido evolucionando constantemente y eso se lo reconoce en la cantidad de cables que posee.

- a. Un cable: este será de color negro y es el que da la señal de la sonda siendo la carcasa la masa de la misma.
- b. Dos cables: Negro señal, gris negativo.

- c. Tres cables: Negro señal, blanco alimentación 12V resistencia de caldeo, gris negativo de resistencia.
- d. Cuatro cables: Negro señal, gris masa, blanco positivo resistencia de caldeo, segundo blanco negativo resistencia de caldeo.

Figura 86. Variedad de cables de Sonda Lambda



Fuente: <http://www.iresaing.com/Inicio/sonda-lambda/>

## 2.6 Los actuadores

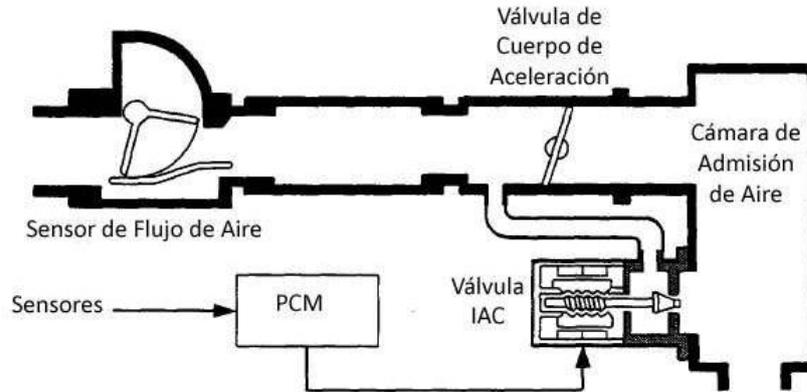
En un sistema de gestión electrónica los sensores son los elementos encargados de obtener la información del funcionamiento del motor y proporcionar las señales de entrada a la Unidad de Control Electrónico (ECM) para que ésta pueda determinar la orden de salida. Esta orden de salida es convertida en una señal eléctrica que se envía a un actuador que convertirá la energía eléctrica en otra forma de energía.

Los tipos de actuadores presentes en un automóvil son muy variados; van desde los muy sencillos y directos como un relé que recibe una corriente y acciona un contacto, a otros que incorporan su propia electrónica de conversión, como es el caso por ejemplo de las pantallas, las cuales disponen de sus propios circuitos electrónicos para transformar la señal de entrada en una cifra o cualquier otra indicación visual.

**2.6.1 Válvula IAC (Idle Air Control).** La válvula IAC es un actuador que está gobernado por la ECM y es la encargada de controlar la velocidad mínima e ideal del

motor o estado de ralentí, que se produce por medio de la apertura y el cierre de un paso de aire que une los extremos del cuerpo de aceleración y así llevar el aire hacia el motor.

Figura 87. Apertura y cierre de la válvula IAC



Fuente: curso-sistemas-control-marcha-minima.pdf

Ésta válvula emplea un motor paso a paso para controlar el régimen de ralentí mediante la modificación de un paso de aire adicional al de la mariposa de los gases. Está compuesto por un estator que posee dos bobinas y el rotor con los imanes permanentes, que tiene el eje roscado.

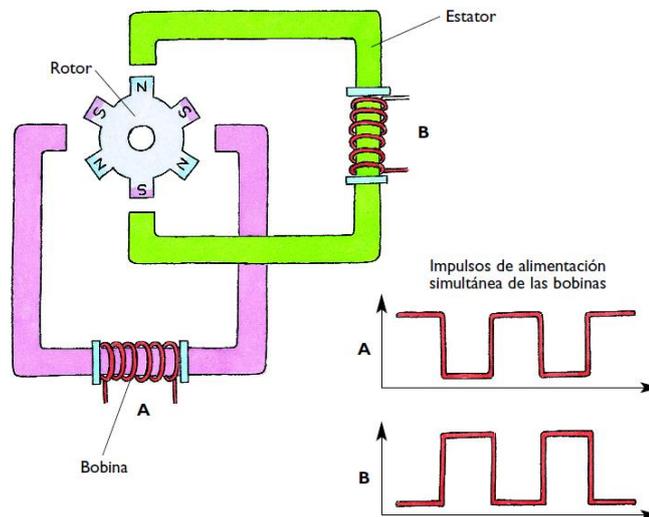
Un cono de ajuste se halla roscado al eje del rotor, de tal modo que cuando el eje gira el cono se desplaza. El cono se intercala en el paso de aire adicional de modo que según el sentido de giro del motor el cono cerrará o abrirá el paso de aire.

EL motor paso a paso está constituido por un rotor de imanes permanentes y varias bobinas que configuran el estator. El rotor se encuentra en el interior de una armadura o jaula y se encuentra magnetizada con el mismo número de polos que los que puede crear una de las bobinas.

La correspondencia entre el rotor (polos fijos) y el estator (polos variables) es la causa que provoca el giro escalonado del rotor, ya que las bobinas, arrolladas a unas masas polares, pueden ser alimentadas alternativamente, creando sobre las masas campos magnéticos con polaridad opuesta a la armadura del imán, de tal modo que se produce desplazamiento del rotor hasta la posición siguiente, es decir una fracción (por esta razón se le denomina motor paso a paso). La fracción de giro o paso depende del número de polos del imán y de las bobinas de alimentación (fases).

La Unidad de Control Electrónico se encarga de la excitación de las bobinas, cambiando alternativamente la polaridad de cada grupo de bobinas para producir el giro o para cambiar el sentido de giro.

Figura 88. Funcionamiento del motor paso a paso



Fuente: Sensores-y-actuadores.pdf

Al ser un elemento compuesto por bobinados en su interior posee una continuidad u una resistencia que no debe variar de 40 a 60 ohmios, caso contrario no estaría proporcionando una posición adecuada al cono de ajuste.

Éste actuador al encargarse del régimen del ralentí, su mal funcionamiento provoca que el motor no llegue a este régimen y se apague constantemente al dejar de acelerar. Es necesario el remplazo del mismo.

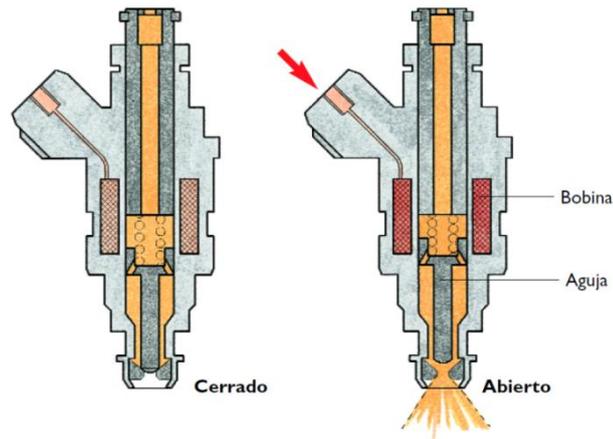
En caso de ser remplazado es necesario que la ECM se auto programe y calcule la posición adecuada de la válvula, caso contrario, el régimen del motor se desestabiliza constantemente aumentando las revoluciones de forma inestable.

**2.6.2 Inyectores.** Los inyectores, también llamadas válvulas de inyección o electroválvulas, son dispositivos electromagnéticos que funcionan abriendo y cerrando el circuito de presión de combustible en respuesta a los impulsos que le aplica la ECM en función de parámetros detectados por el fabricante acorde a datos proporcionados por los diversos sensores que se encuentran localizados en el motor.

Estas válvulas van montadas en un costado de la culata del motor, al mismo lado en que se encuentran las válvulas de admisión. En la parte superior están conectados y sujetos al riel de combustible, que le proporciona el combustible a inyectar.

Estos actuadores electromagnéticos se basan en el magnetismo, que puede ser de origen natural, mediante un imán, o creado por la electricidad (efecto electroimán).

Figura 89. Apertura y cierre de un inyector



Fuente: Sensores-y-actuadores.pdf

Constan de un cuerpo de válvula donde se encuentra la bobina y una aguja inyectora mantenida en posición de reposo (cerrando el paso de combustible) mediante la acción de un muelle. Cuando la bobina recibe corriente, la aguja es levantada debido al efecto electroimán de su asiento y el combustible puede salir a presión por la ranura calibrada.

La cantidad exacta de combustible que suministra la válvula depende del tiempo de inyección, es decir, del tiempo que permanece abierta; y este valor es determinado por la ECM según las condiciones de funcionamiento del motor.

El caudal establecido se convierte así en impulsos eléctricos que recibe la válvula y la modificación del caudal se consigue haciendo variar el tiempo de inyección (entre uno y varios milisegundos).

Aunque parezca simple el trabajo del inyector, en realidad puede considerarse una maravilla de la tecnología teniendo en cuenta que cuando un pequeño motor funciona en ralentí el volumen de gasolina inyectada equivale al de una cabeza de alfiler y lo hace con mucha precisión.

El tiempo que tiene para inyectar la gasolina cuando el motor gira a unas 4000 RPM es de solo 0.00375 segundos es decir algo más de 3 milésimas de segundo, en ese tiempo debe abrirse y cerrarse con gran exactitud.

Por esta razón se debe comprobar el buen funcionamiento del mismo de diferentes maneras, especialmente en la existencia de continuidad y una resistencia de su bobinado dependiendo el fabricante del inyector.

**2.6.3 Solenoide de control de EGR (Exhaust Gas Recirculation).** En la combustión de la mezcla aire-combustible, se produce una reacción química exotérmica que deja como resultado residuos de sustancias no combustionadas correctamente que son nocivas para el medio ambiente, entre ellas esta el óxido de nitrógeno (NOx).

El nitrógeno, que constituye el 78% del aire atmosférico, se mezcla con oxígeno, a temperaturas superiores a 1400°C. Durante este proceso de combustión, la temperatura en el cilindro subirá por encima de 1900°C, creando la condición ideal para la formación de NOx.

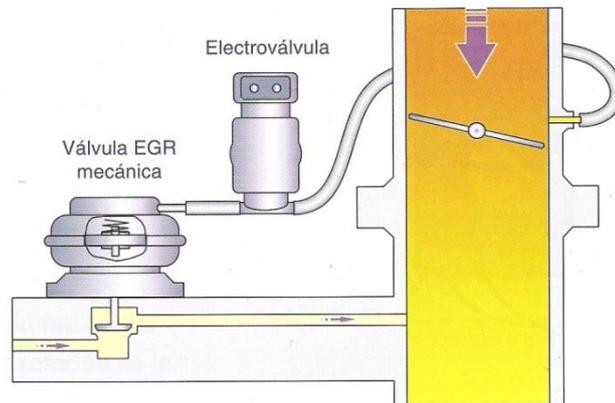
El sistema de EGR desvía parte de los gases del conducto de escape al múltiple de admisión, para que ingrese nuevamente a ser combustionado de la misma manera reducir la temperatura dentro del cilindro de combustión. De esta manera se reduce la cantidad de partículas contaminantes del medio ambiente.

Las válvulas EGR inicialmente fueron diseñadas para ser activadas por vacío portado, lo que quiere decir que el vacío que lo activa viene del orificio que esta ligeramente arriba de la mariposa del acelerador. Por esta razón cuando el motor se encuentra en marcha mínima, no llega vacío a la válvula EGR y ésta se mantiene inactiva.

En la siguiente figura se puede observar el funcionamiento de la válvula del sistema EGR mecánico, donde la electroválvula es controlada por la ECM al abrir o cerrar el paso del vacío que existe en conducto de entrada de aire hacia el motor.

La válvula EGR mecánica se desplaza cuando existe la apertura de vacío y permite el paso de una mínima cantidad de gases de escape para ser quemados nuevamente.

Figura 90. Funcionamiento de la válvula EGR (mecánica)

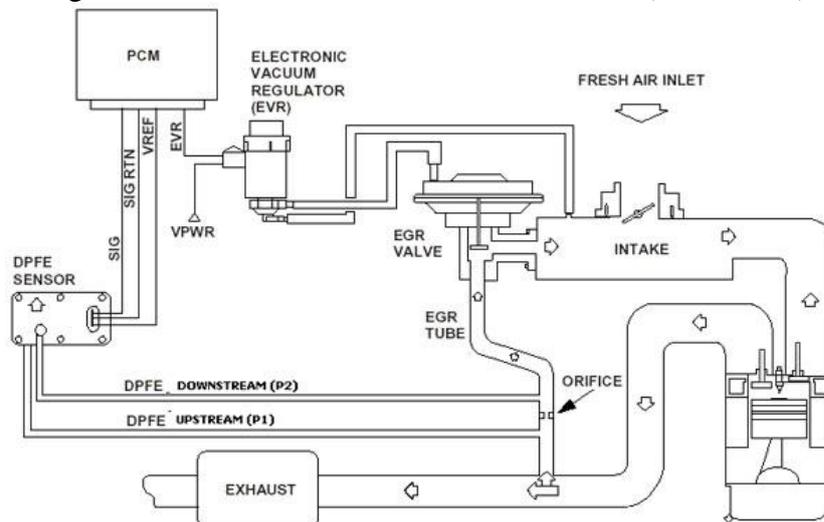


Fuente: Manual técnico de Fuel Injection

Es por eso que se incorporó una electroválvula EGR que es controlada totalmente por la ECM, emitiendo un pulso de activación en los momentos, tiempos y parámetros determinados.

Cuando la válvula se encuentra desactivada, no hay vacío y no hay circulación de gases. Mientras que si la válvula se encuentra activada, el vacío está presente y los gases circulan ingresando al múltiple de admisión.

Figura 91. Funcionamiento de la válvula EGR (electrónico)



Fuente: <http://rockledge.home.comcast.net/~rockledge/RangerPictureGallery/FordEGRSystem.htm>

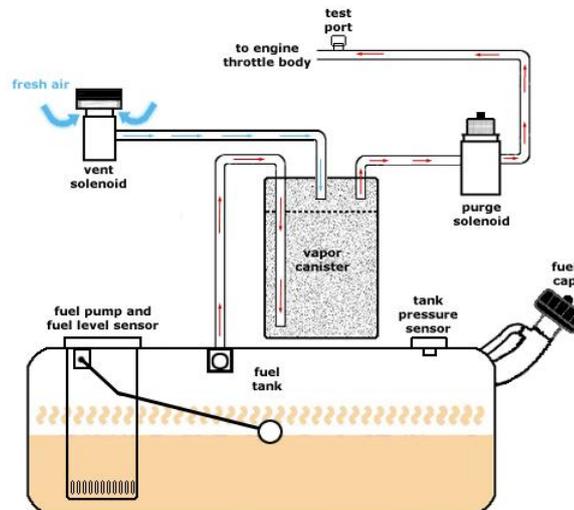
Los gases de escape causan una marcha irregular, y hasta apaga el motor cuando, este está frío, por esta razón, la válvula es activada solo cuando el motor se encuentra a una temperatura de trabajo adecuada y en el instante que el motor se encuentra en plena aceleración.

Este solenoide está conectado constantemente con 12 voltios y es controlado por la ECM a través de la señal a tierra.

**2.6.4 EVAP (EVAPorative Emission System).** El sistema de emisiones evaporativas es el encargado de direccionar los gases producto de la evaporación de la gasolina (gases de hidrocarburo o gases HC) dentro del tanque de combustible, evitando que estos gases de hidrocarburo se dirijan a la atmósfera a través de una válvula de sobre presión o cuando se quita la tapa del depósito de combustible.

Los hidrocarburos en forma de gases que se forman dentro del tanque de combustible (por el movimiento del vehículo o por el incremento de la temperatura ambiente y la variación de presión dentro del depósito) son conducidos al múltiple de admisión para ser combustionados correctamente. Antes de que los gases de hidrocarburo entren al múltiple de admisión pasan por un canister y una válvula de control.

Figura 92. Sistema de emisiones evaporativas EVAP



Fuente: [http://www.agcoauto.com/content/plugins/p2\\_news/printarticle.php?p2\\_articleid=151](http://www.agcoauto.com/content/plugins/p2_news/printarticle.php?p2_articleid=151)

El canister es un dispositivo de carbón activo que posee una entrada de gases de hidrocarburo proveniente del depósito de combustible para ser almacenados provisionalmente. De la misma manera posee un conducto de salida de los gases hacia el múltiple de admisión donde son atraídos hacia el cilindro del motor para ser combustionados.

Figura 93. Electroválvula de control del sistema EVAP



Fuente: <http://peugeotclub.clubme.net/t1116-valvula-de-purga-del-canister>

La válvula de control es una electroválvula que abre o cierra el paso de los gases de hidrocarburos desde el tanque de combustible, pasando por el canister. Es controlada por pulsos emitidos por la ECM en función a ciertos factores, como son:

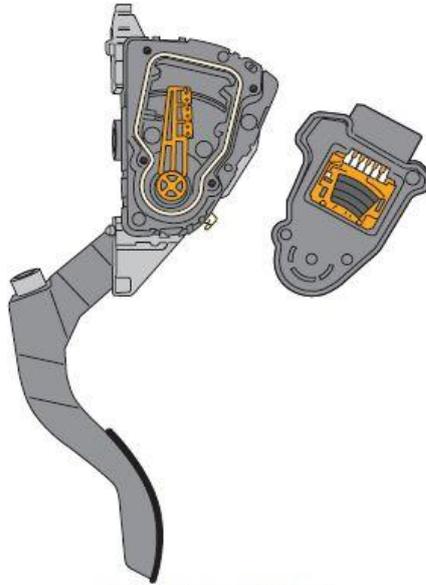
- Inactividad cuando la temperatura ambiente se encuentre entre 5 a 70°C (determinados por el sensor IAT).
- Permitir la apertura de la electroválvula solo cuando el nivel de combustible se encuentre entre el 25% hasta 85%.
- Dependiendo del fabricante, la apertura de la electroválvula se produce en cada dos ciclos de conducción, y en otros casos continuamente en lapsos de tiempo programado.

**2.6.5 Sistema TAC (Throttle Actuator Controller).** El sistema TAC es el cuerpo de aceleración motorizada o cuerpo de mariposa motorizado. Es un dispositivo que elimina la conexión mecánica que existe entre el pedal del acelerador y la mariposa ubicada en el colector de admisión de aire. Esta se sustituye por una conexión eléctrica a través de un módulo de control electrónico que en muchos casos es la misma ECM encargada de la gestión del motor.

El sistema está compuesto por un potenciómetro colocado en el pedal del acelerador conocido comúnmente como sensor de posición del acelerador, la Unidad de Control que en muchos casos es la misma ECM de gestión del motor y por un último un cuerpo de mariposa con accionamiento eléctrico compuesto por una válvula y un motor eléctrico que permite abrir o cerrar la válvula del acelerador.

El acelerador electrónico es capaz de generar infinidad de posiciones de la mariposa teniendo en cuenta las condiciones de funcionamiento del motor. La centralita electrónica conoce en todo momento la posición del pedal del acelerador a través de la variación de la resistencia del potenciómetro. Con este dato y las revoluciones del motor se establece el grado óptimo de apertura de la mariposa.

Figura 94. Pedal de aceleración con APP incorporado

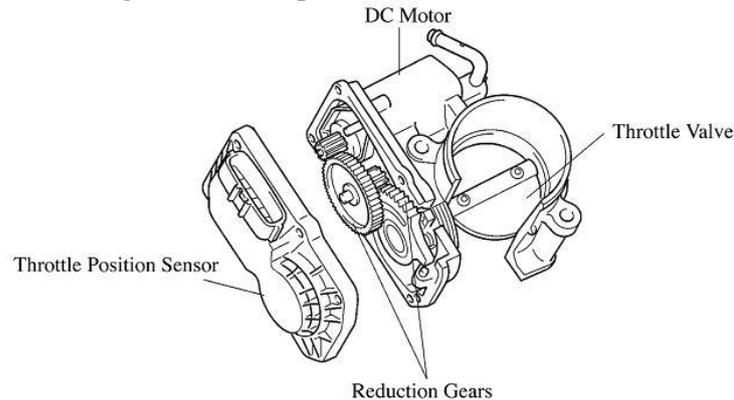


Fuente: <http://audittrs.wordpress.com/2010/12/07/haldex-service-training-self-study-program/>

Al compararlo con el acelerador convencional este únicamente cada posición del pedal le corresponde una posición de la mariposa. La relación entre el recorrido del pedal y el recorrido de la mariposa determinan el comportamiento del motor. A bajas revoluciones del motor, la mariposa se abrirá lentamente, mientras a altas revoluciones, la apertura se realizará más rápidamente. Se consigue una buena respuesta del motor a cualquier régimen, impidiendo que aparezcan ahogos por un accionamiento muy rápido del acelerador.

En la fase de calentamiento del motor se produce una mayor apertura de la mariposa en función de la posición del pedal acelerador. Durante esta fase se intenta empobrecer la mezcla todo lo posible y retrasar el encendido, reduciendo el tiempo de calentamiento del motor, y por tanto, del catalizador. Para que el conductor no perciba la reducción de par que esto supone, la mariposa se abre más rápidamente mejorando la respuesta del motor.

Figura 95. Cuerpo de aceleración motorizado



Fuente: <http://forums.vwvortex.com/showthread.php?3879937-How-your-drive-by-wire-ME7-MKIV-1.8T-VR6-Motronic-works>.

Al tener este sistema incorporado como parte de la aceleración del motor permite variar la relación entre la posición del acelerador y la apertura de la mariposa con multitud de posibilidades, de esta manera fácil acoplamiento del control de velocidad de crucero

De la misma manera ayuda a la reducción de los tirones o aceleraciones bruscas durante el funcionamiento del motor y así permite controlar de mejor manera las emisiones contaminantes. También posibilita una mayor suavidad de funcionamiento a los vehículos equipados con cambio de marchas automático a través de la integración del control electrónico en la centralita de gestión del motor. [11]

## CAPÍTULO III

### 3. DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DEL ESCANER (INTERFAZ)

#### 3.1 Metodología

Durante el desarrollo de este proyecto se ha seguido en parte la filosofía de la ingeniería inversa para alcanzar algunos de los objetivos, aunque también se han seguido las pautas de diseños anteriores de disponibilidad libre que realizan las mismas funciones, ya que los parámetros de los sistemas con protocolo OBD II son similares en la gran mayoría de sus funciones primordiales.

Este proyecto consta principalmente de un parte de software que es principalmente la programación de forma que pueda procesar datos emitidos por la ECM para emitir una señal que indicaran la interpretación de dichos datos recibidos, principalmente en el PIC18F2550.

Otra parte es de hardware, se ha utilizado un diseño de libre uso disponible en la red, a partir del cual se construye básicamente la interface. El cual también se disponen de los diseños electrónicos, los cuales también se han aprovechado para realizar el diseño final de la circuitería del modem interface.

El resultado de la unión de estos dos componentes podemos obtener un escáner que se puede realizar distintas funciones como son:

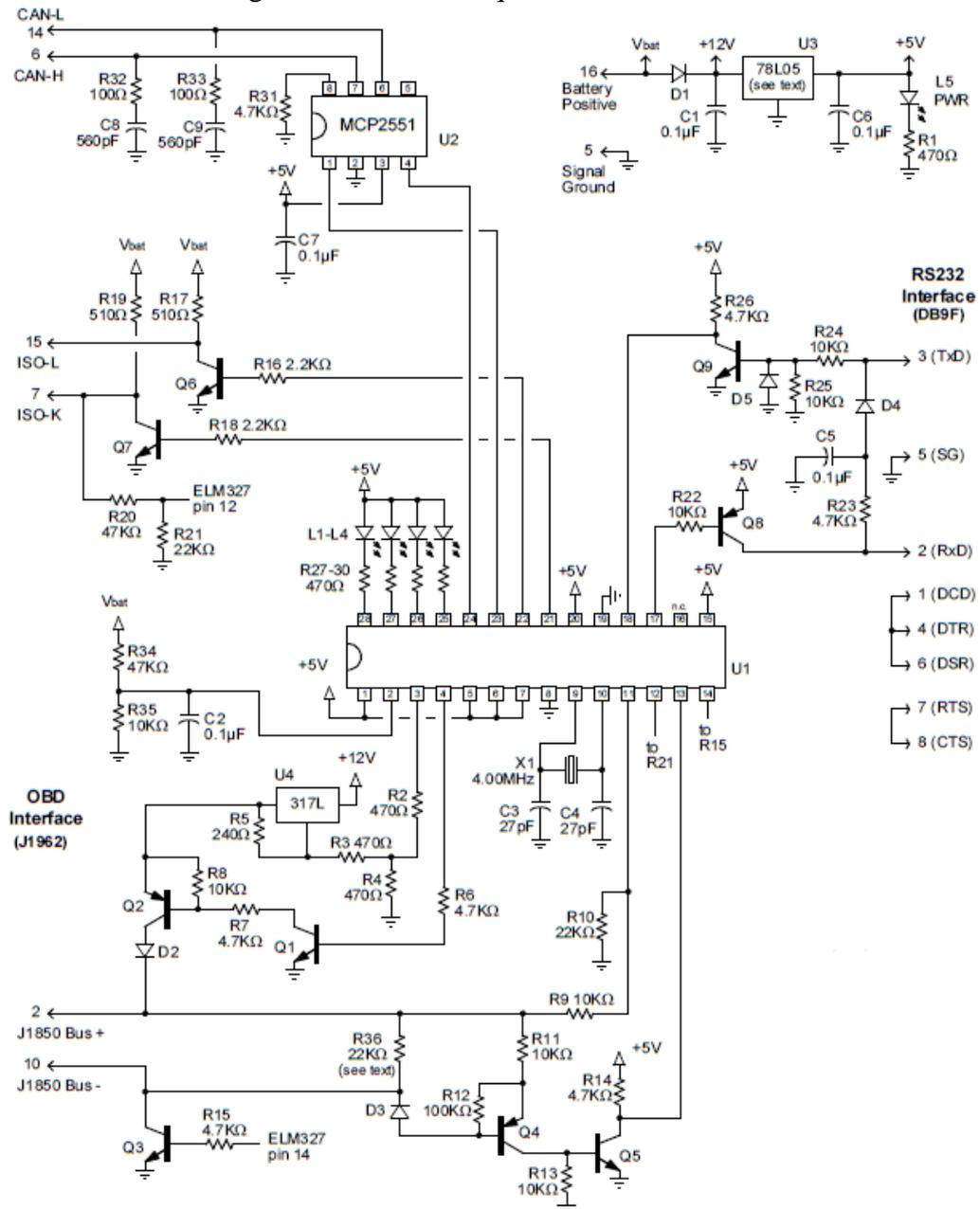
- ⇒ Una vez conectado al conector de protocolo OBD II de 16 pines puede determinar el tipo de protocolo con el que trabaja dicho fabricante o esta diseñado dicha ECM.
- ⇒ Leer e interpretar los datos obtenidos de la ECM del vehículo.
- ⇒ Proporcionar a la PC la información obtenida de la ECM del vehículo para ser presentado en forma datos en imagen de lo q sucede con el vehículo.

#### 3.2 Hardware.

Una vez obtenido el circuito electrónico, se procede a realizar varios pasos para obtener una placa de circuito con los componentes respectivos, y en esos pasos están:

**3.2.1 Construcción virtual de la placa.** Iniciamos graficando en el programa “EAGLE”. En este programa se inicia a graficar el circuito en forma esquemática y así poder obtener una imagen clara de todas las conexiones y su ubicación específica.

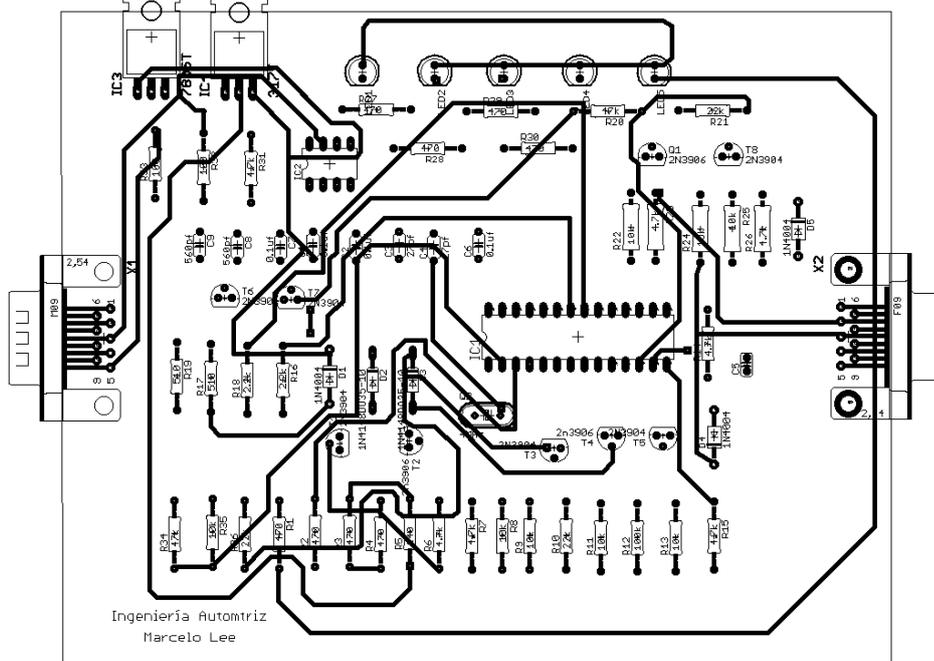
Figura 96. Circuito esquemático del interfaz



Fuente: <http://elmelectronics.com/DSheets/ELM327DS.pdf>

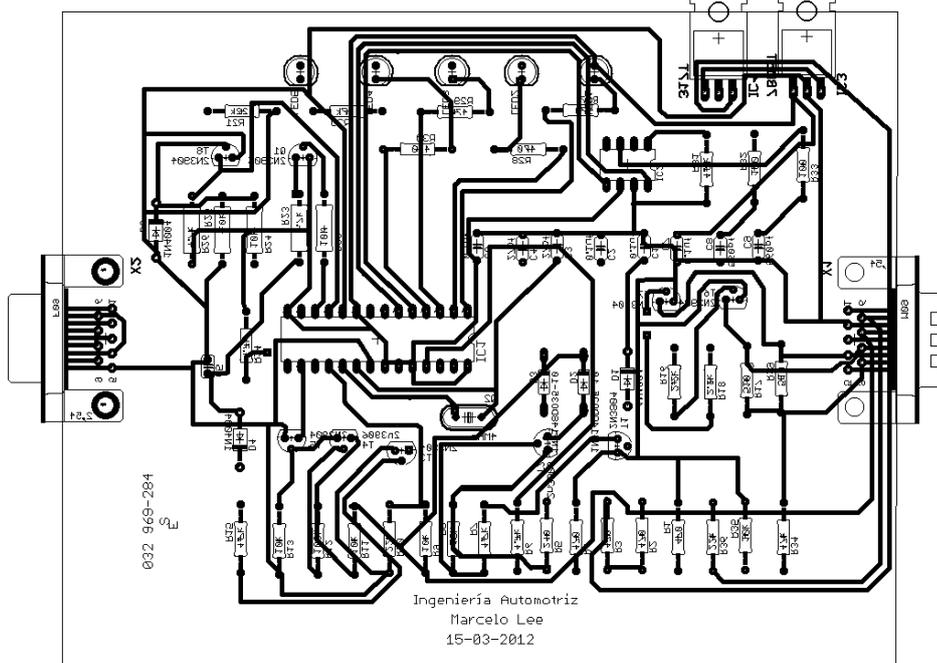
Graficar el circuito para la placa. Aquí se determina si el circuito va a ser en una sola cara o es necesario que las pistas del circuito vayan en las dos caras de la placa. De la misma manera se incorpora virtualmente los elementos necesarios en la posición más estéticamente apropiada.

Figura 97. Vista digital del circuito (cara frontal)



Fuente: Autor

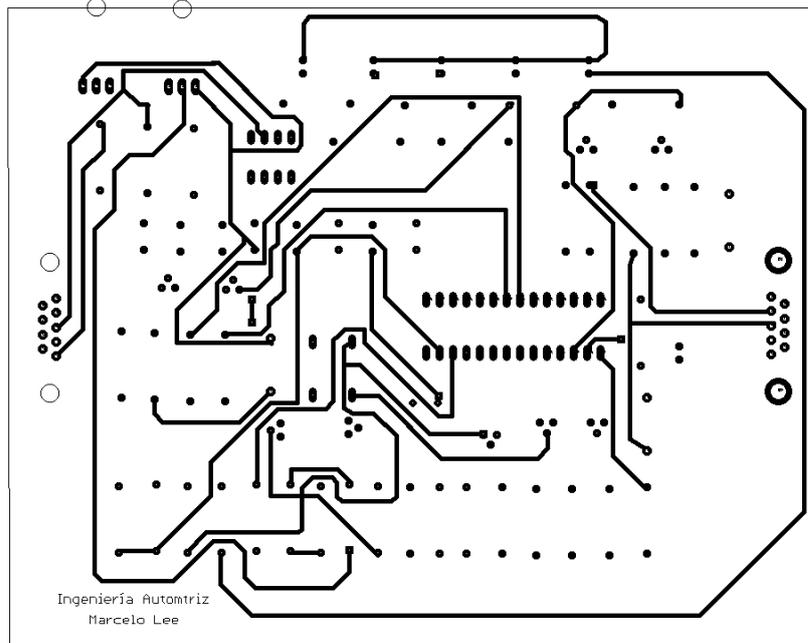
Figura 98. Vista digital del circuito (cara posterior)



Fuente: Autor

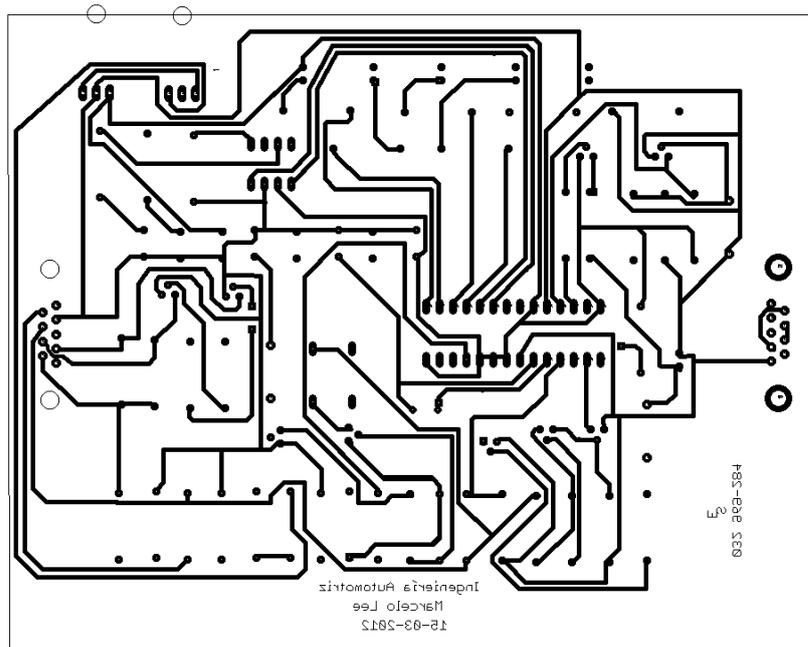
**3.2.2 Construcción física de la placa.** Una vez diagramado, se realiza una impresión de dicho circuito en el papel de transferencia térmica (únicamente las pistas sin los componentes), específicamente en una impresora láser. Para posteriormente por medio de una plancha se transfiere la tinta del diagrama a la placa, que es la pista donde se unirá a los componentes.

Figura 99. Circuito presto a imprimir en papel (cara frontal)



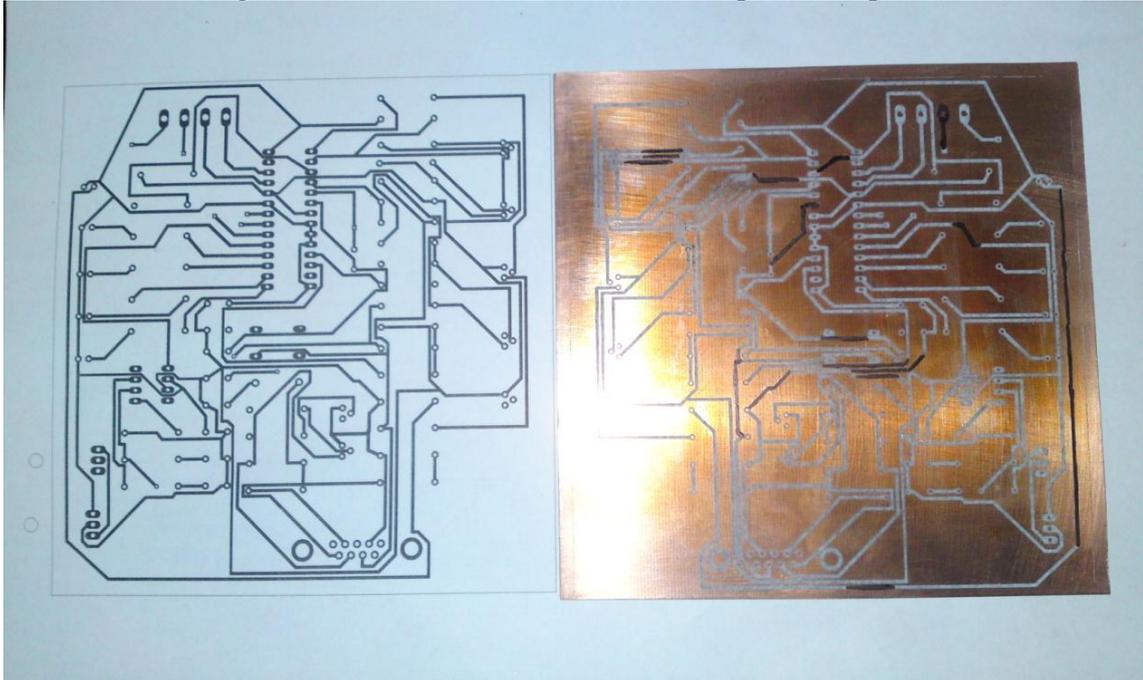
Fuente: Autor

Figura 100. Circuito presto a imprimir en papel (cara posterior)



Fuente: Autor

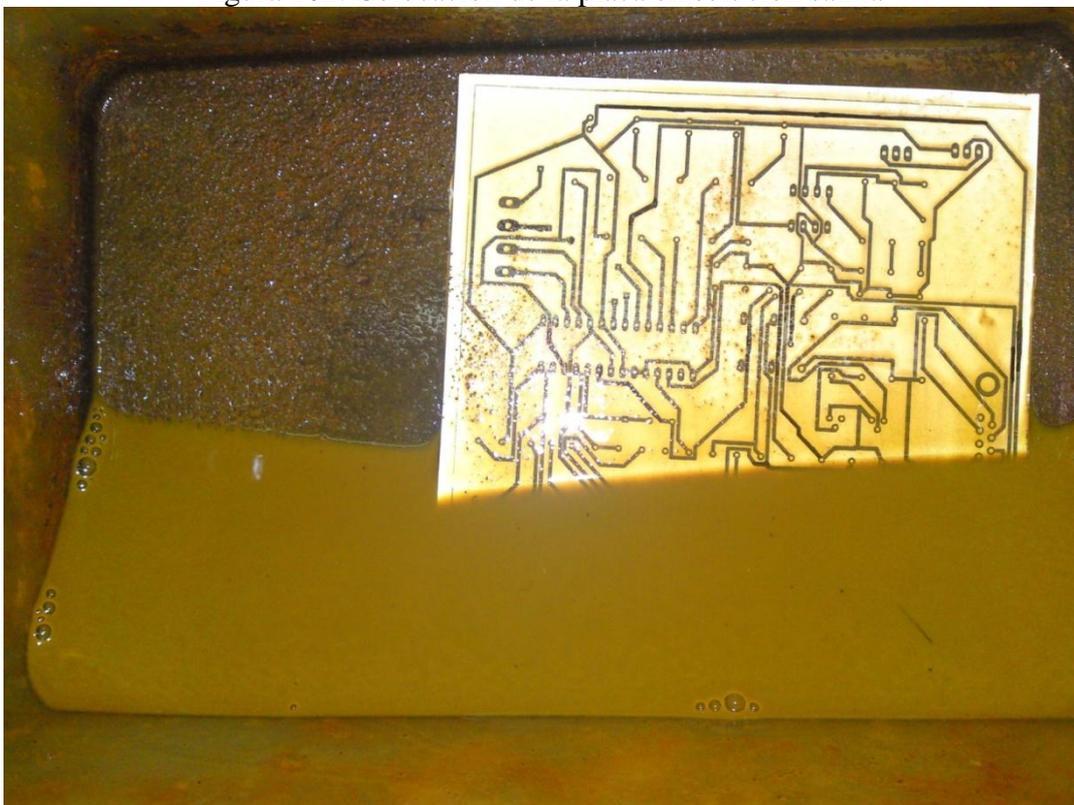
Figura 101. Transferencia del circuito impreso a la placa



Fuente: Autor

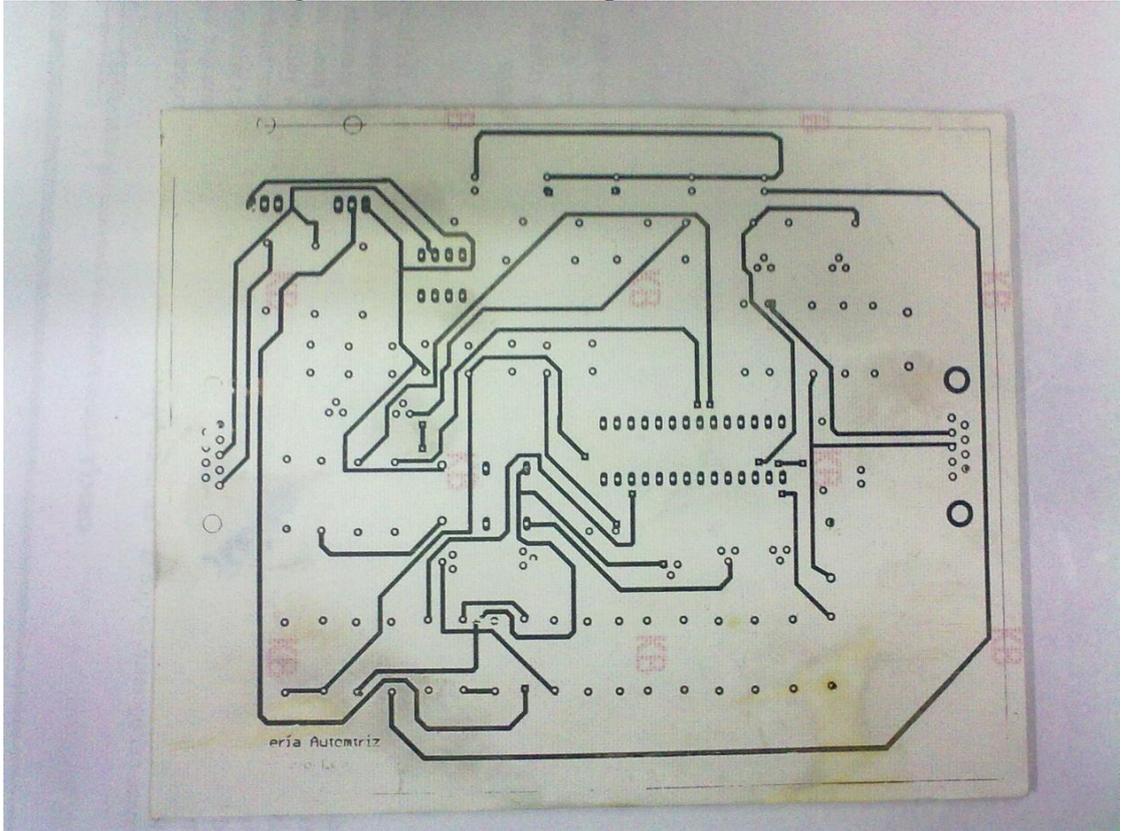
Se diluye el excedente de cobre de la placa con una solución salina (específicamente Cloruro Férrico) y se enjuaga. Obteniendo únicamente las pistas del circuito en la placa.

Figura 102. Colocación de la placa en solución salina



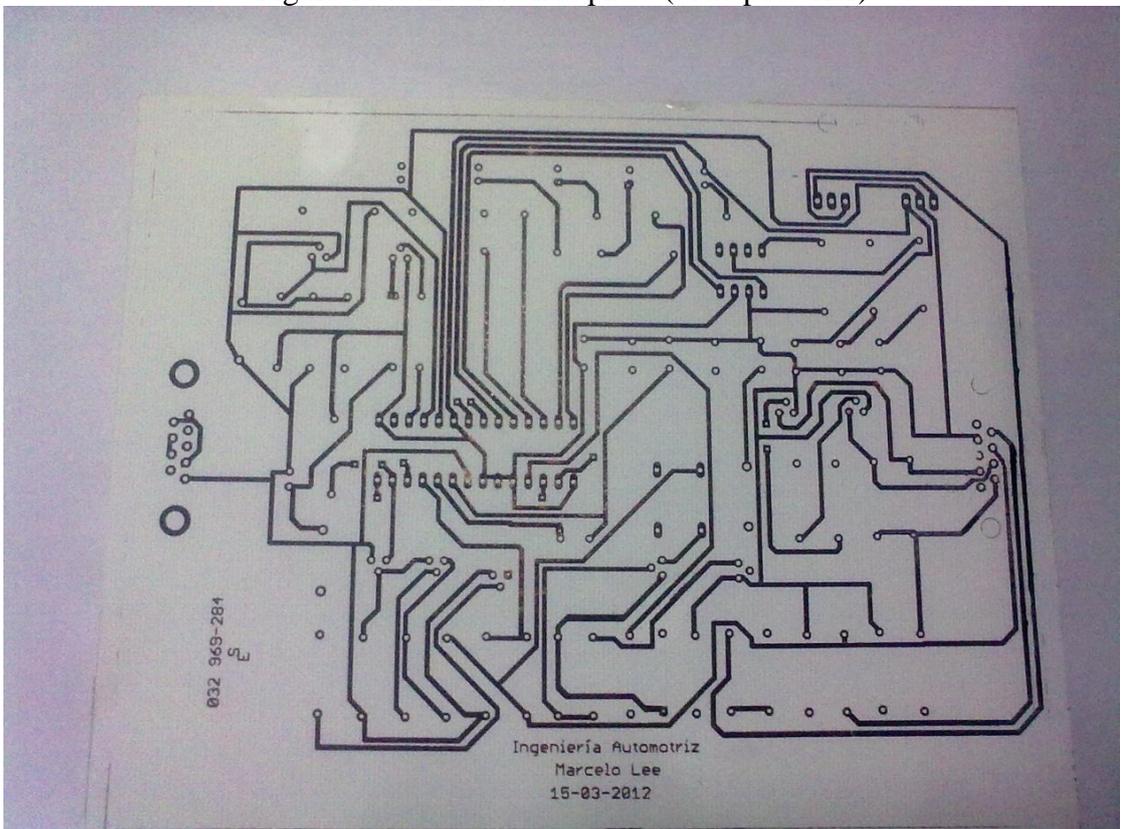
Fuente: Autor

Figura 103. Circuito en la placa (vista frontal)



Fuente: Autor

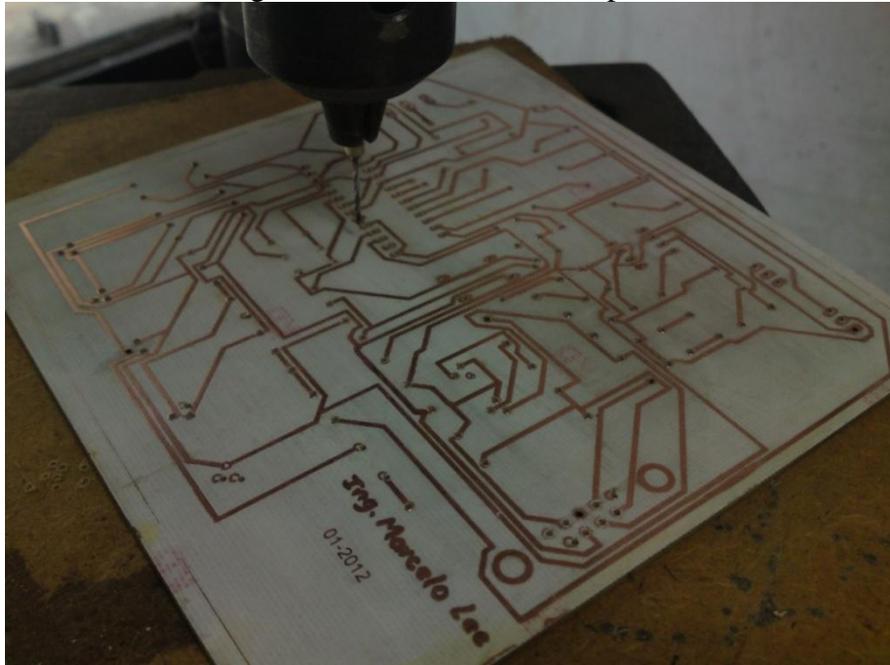
Figura 104. Circuito en la placa (vista posterior)



Fuente: Autor

Una vez obtenido las líneas de circuito se realiza perforaciones en los puntos donde van colocados los elementos electrónicos.

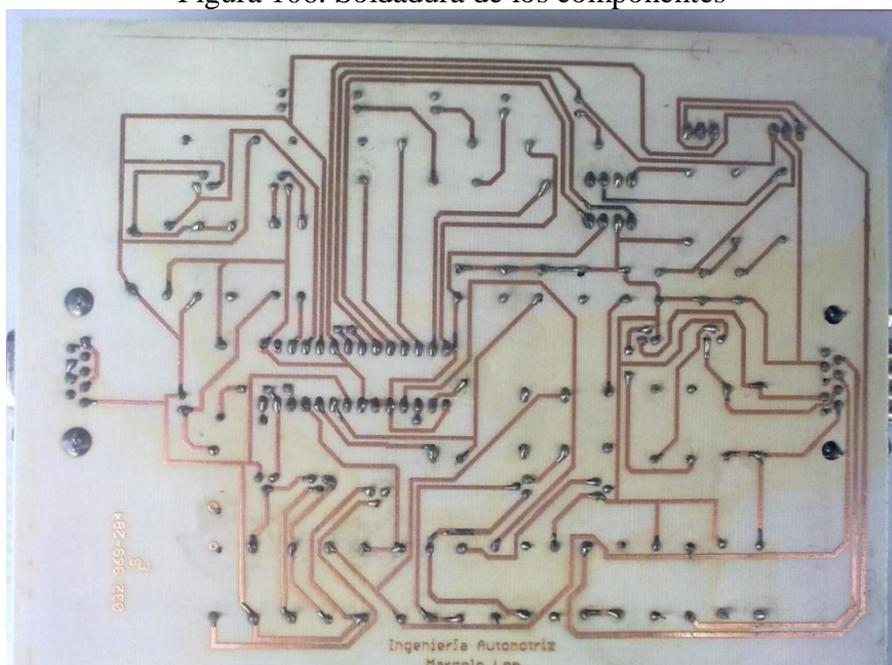
Figura 105. Perforación de la placa



Fuente: Autor

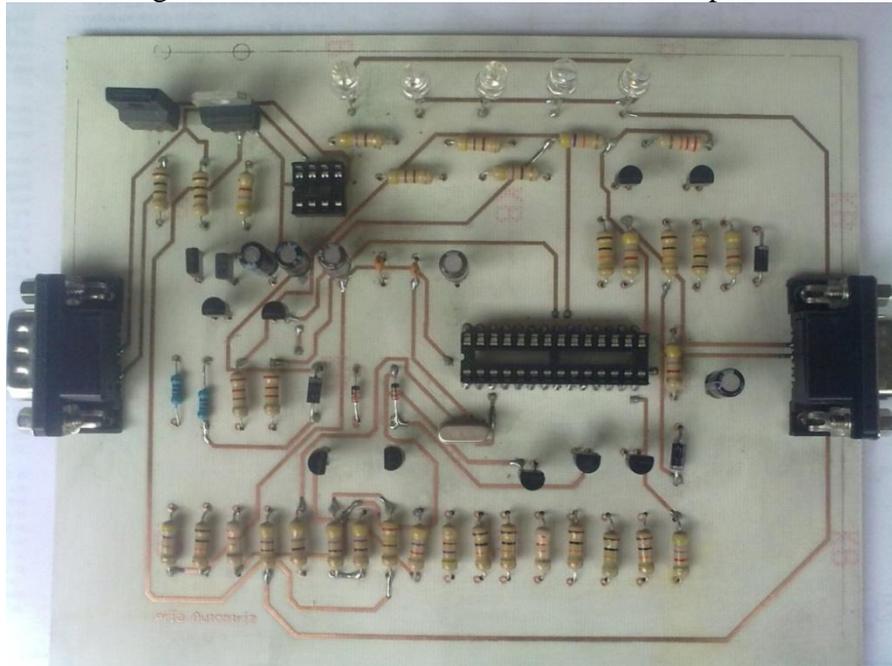
Finalmente se realiza la soldadura con estaño de los elementos con las líneas del circuito.

Figura 106. Soldadura de los componentes



Fuente: Autor

Figura 107. Resultado final del circuito en la placa

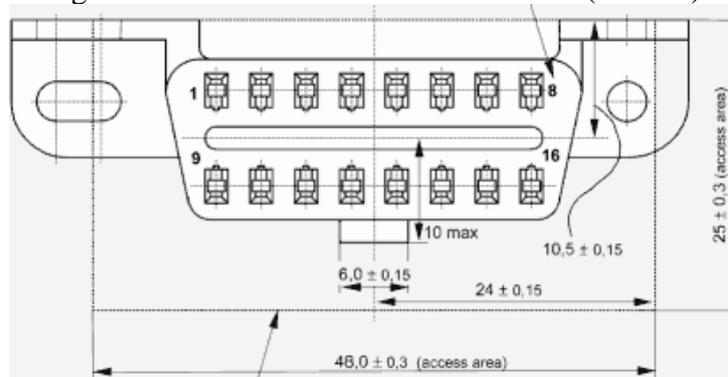


Fuente: Autor

Se consideró diferenciar a los conectores de los extremos, ya que tienen la misma denominación (conector DB9) se optó por colocar un de tipo macho (DB9M) para la señal desde del vehículo y un conector hembra para enviar la señal hacia la PC (conector DB9F).

Las normas SAE J1962 dictan que todos los vehículos OBD II deben proporcionar un conector estándar cerca de la ubicación del conductor, la forma y la vista de los pines de salida se muestran en la siguiente figura:

Figura 108. Conector universal OBD II F (hembra)



Fuente: Autor

Este conector hembra posee la característica de tener la ubicación universal de los puntos de conexión para todos los modelos de todos os fabricantes de vehículos.

Circuito de alimentación se obtiene a partir del mismo vehículo a través del mismo conector OBD II en el pin 16 (12V) y 5 (GND), después de la protección de un diodo y algunos capacitores como filtro, se presenta a un regulador de voltaje de 5v. El regulador de poder sirve a varios puntos del circuito al indicarse a través de un LED (para la confirmación visual de que el poder está presente). Hemos mostrado una 78L05 como regulador que limita la corriente disponible en aproximadamente 100mA que es un valor seguro para la experimentación. La interfaz CAN es un circuito de baja impedancia, sin embargo, y si haciendo transmisiones sostenidas de la CAN, este tipo de regulador puede causar LV RESETs (Low Voltage Reset o Reinicio por bajo voltaje) o posiblemente cierre por exceso de temperatura.

No es aconsejable hacer la interfaz con componentes discretos ya que CAN bus puede tener una gran cantidad de información crítica sobre él, y usted puede fácilmente hacer más daño que bien si falla. Se recomienda que utilice un chip transceptor comercial, como se muestra. El MCP2551 de Microchip se utiliza en el circuito, pero se puede utilizar algún otro chip alternativo de algunas marcas comerciales con la única característica de asegúrese de prestar los límites de tensión adecuados dependiendo de la aplicación, puede que tenga que soportar 24 V, no sólo 12V.

Tabla 2. Distribución de pines en función al lenguaje de comunicación

Protocolos	Pin 2	Pin 6	Pin 7	Pin 10	Pin 14	Pin 15
ISO 9141/14230	✓		✓			✓
J1850 PWM				✓		
J1850 VPW	✓					
ISO 15765 CAN		✓			✓	

Fuente: Autor

La interfaz se muestra a continuación es para la norma ISO 9141 y ISO 14230 conexiones. Ofrecemos dos líneas de salida, según lo requerido por las normas, pero dependiendo de su vehículo, puede que no necesite utilizar la salida de la norma ISO-L (Muchos vehículos no requieren de esta señal para el inicio, pero algunos lo hacen, por lo que se muestra aquí) Si su vehículo no requiere de la línea L, simplemente deja el pin 15 sin usar.

Los controles de ambas salidas ISO son controladas a través de los transistores NPN Q6 y Q7 como se muestran. Estos transistores tienen 510Ω resistencias de levantamiento conectadas a sus colectores, ya que la norma exige.

La interfaz de OBD II final que se muestra es sirve para las dos normas J1850. El J1850 VPW estándar necesita un suministro positivo de hasta 8V, mientras que el J1850 PWM necesita 5V, por lo que han demostrado que puede proporcionar un suministro a los dos niveles. Esta fuente de tensión doble utiliza un regulador ajustable 317L como se muestra, controlada por el pin 3 de salida. Con los valores de resistencia indicados, las tensiones seleccionadas serán de 7,5V y 5V, que funciona bien para la mayoría de los vehículos. Las dos salidas de J1850 son conducidas a Q1 - Q2 combinación para el BUS+, y Q3 para el BUS-.

La entrada J1850 VPW utiliza un divisor resistivo como el que se utilizó para la entrada de la ISO. Tensiones típicas de umbral con las resistencias mostradas será de unos 4,2 V (ascendente) y 2,2 V (descendente). En funcionamiento el Q4 es utilizado como un amplificador diferencial. El Q4-D3 en serie del circuito establece una tensión de umbral de aproximadamente 1 V para inmunizar al ruido, mientras que R11 limita el flujo de corriente, y R12 mantiene fuera al Q4 cuando la entrada deja un circuito abierto.

La resistencia R36 se ha añadido al circuito para ayudar a apagar el transistor Q4 más rápido en ciertas circunstancias. La resistencia no se requiere generalmente, pero puede ser útil si se está conectado a una capacitancia muy alta al sistema J1850 VPW forzando al PIC para operar en el modo de J1850 PWM.

Un interfaz muy básico como es el RS232 se conecta a los pines 17 y 18 del PIC. Este circuito toma la tensión desde la misma computadora a fin de proporcionar una oscilación completa de los voltajes al RS232 sin la necesidad de un suministro negativo.

Los cuatro LED que se muestra son el medio visual de confirmar la actividad del circuito. Aunque no son imprescindibles, pero es agradable ver la información visual al experimentar.

Finalmente, el cristal se muestra conectado entre los pines 9 y 10 es una norma utilizar el cristal de 4.000MHz para este tipo de microprocesador. Los condensadores del cristal de 27pF de carga se muestran son típicos solamente, y puede que tenga que seleccionar otros valores dependiendo de lo que se especifica para el cristal que obtenga. La frecuencia del cristal es crítico para el funcionamiento del circuito y no debe ser alterado.

Finalmente, en uno de los extremos donde se encuentra del conector DB9M macho, se conecta un cable que posee en el un extremo el conector DB9F hembra y el otro extremo el conector universal OBD II de 16 pines macho que se conectara al conector OBD II de 16 pines hembra que se encuentra en el vehículo.

En el otro extremo del escáner se encuentra un conector DB9F, en el cual va conectado un cable con el un extremo el conector DB9M macho y el otro extremo un conector USB2, el cual se conecta a la PC.

### 3.3 Software.

En primera instancia se debe conocer que toda la comunicación entre las distintas partes electrónicas, tanto de la ECM, el escáner y la PC, lo realizan por medio de números hexadecimales.

Tabla 3. Números hexadecimales con su equivalencia

Número Hexadecimal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Equivalencia decimal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Fuente: Autor

Se conocer cual es la forma de comunicación de cada uno de los fabricantes de vehículos. Ya que están normados con parámetros OBD II, cada fabricante tiene una forma de comunicación característica.

El protocolo OBD II se divide en 4 grupos de comunicación que son:

⇒ **J1850 PWM:** PWM (Pulse Width Modulation) pertenece al grupo Ford.

- ⇒ **J1850 VPW:** VPW (Variable Pulse Width) fue originalmente introducido por General Motors.
- ⇒ **ISO 9141/14230:** ISO 9141 y la posterior encarnación ISO 14230 (AKA Keyword 2000) es el que la mayoría de vehículos europeos y asiáticos utilizaban
- ⇒ **ISO 15765 (CAN):** Todos los nuevos modelos a partir 2007/2008 sólo pueden implementar el protocolo CAN Bus.

Se obtiene el código base del programa ScanTool, ya que está diseñado con un lenguaje de programación DEV-C++y con el mismo programador se puede llegar a sus líneas de programación. De esta manera se puede obtener características de obtención de datos al conectarse a un escáner con el chip ELM327.

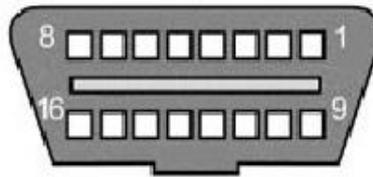
Se puede obtener información acerca de cuáles son los parámetros necesarios para comunicarse con el escáner y conocer qué códigos se envía hacia el escáner y que valores recibe del mismo.

De esta manera se puede conocer cuáles son los requerimientos de comunicación del escáner con la ECM de un vehículo para ser enviados al programa de la PC y ser mostrar la información de manera gráfica y en forma de valores numéricos de los campos que se necesita conocer de la ECM.

De la misma manera se obtiene información de la forma de comunicación a través de documentos publicados en el internet, que son necesarios en la determinación de la forma de envío de datos hacia la ECM y la recepción de los mismos de la ECM con la respuesta requerida, dependiendo del tipo de comunicación con la que esté configurada la ECM

Una vez que se conecta el escáner al conector universal OBD II de 16 pines del vehículo, el escáner reconoce directamente que tipo de comunicación posee dicho ECM, ya que para cada tipo de comunicación solo se encuentran los pines dispuestamente conectados a la ECM.

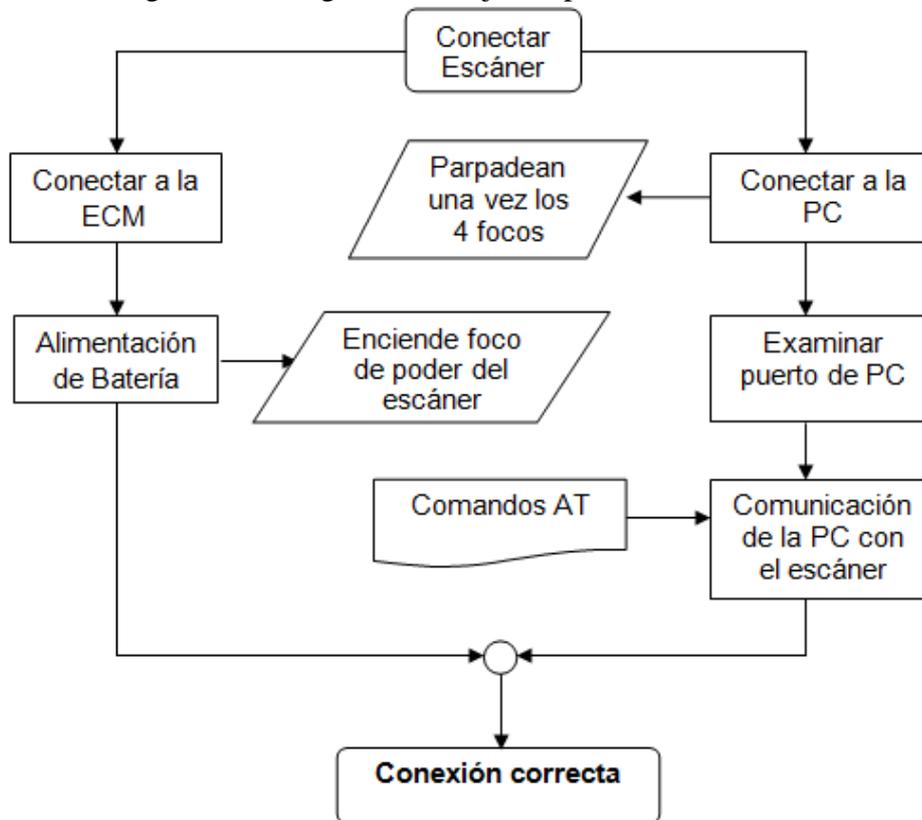
Figura 109. Disposición de pines a su lenguaje de comunicación



1 – Sin uso	9 – Sin uso
2 - J1850 Bus positivo	10 - J1850 Bus negativo
3 – Sin uso	11 – Sin uso
4 - Tierra del Vehículo	12 – Sin uso
5 – Tierra de la Señal	13 – Tierra de la señal
6 - CAN High	14 - CAN Low
7 - ISO 9141-2 - Línea K	15 - ISO 9141-2 - Línea L
8 – Sin uso	16 - Batería - positivo

Fuente: Autor

Figura 110. Diagrama de flujo del proceso de conexión



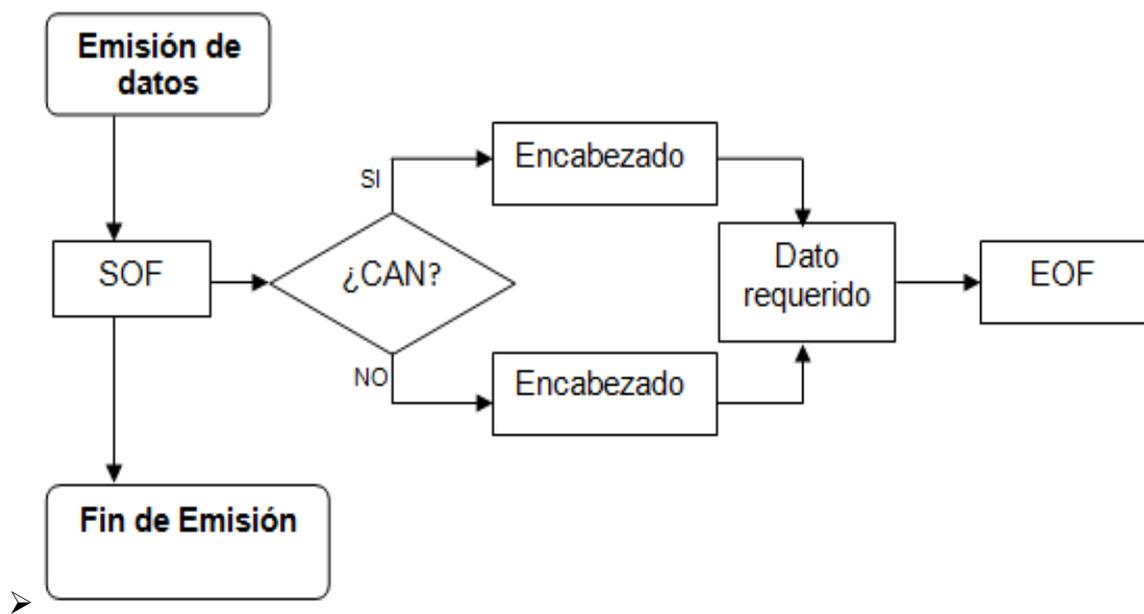
Fuente: Autor

**3.3.1 Comunicación entre la PC y la interfaz.** El PIC está programado bajo condiciones de funcionamiento que soporte todos los lenguajes de comunicación del protocolo OBD II, y cualquiera de ellos se activa en el instante en que se conecte el interface a la ECM y a la PC con su programa.

Mediante la PC se puede variar ciertos parámetros de medición y obtención de datos de la interfaz, por medios de la utiliza los comandos “AT”, que a su vez se especifican para el protocolo OBD II. (Véase Anexo A: Comandos AT)

**3.3.2 Comunicación entre la interfaz y la ECM.** Para que la interfaz (escáner) se comunique con la ECM del vehículo es necesario un empaquetamiento (conjunto de señales eléctricas, que son 1 o 0, en pocas palabras 5v o 0v) de datos que indique a la ECM los datos que se solicita y de la misma manera se obtiene una respuesta de la misma forma. Pero es necesario una estructura de bytes que se deben enviar y a esto de lo llama FRAME.

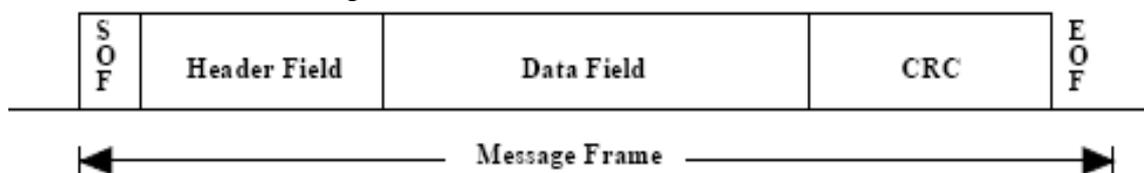
Figura 111. Proceso de emisión de datos a la ECM



Fuente: Autor

Un Frame o conjunto de bytes se divide en varias partes, y cada parte tiene una función como se muestra en el siguiente gráfico:

Figura 112. Estructuración de una trama

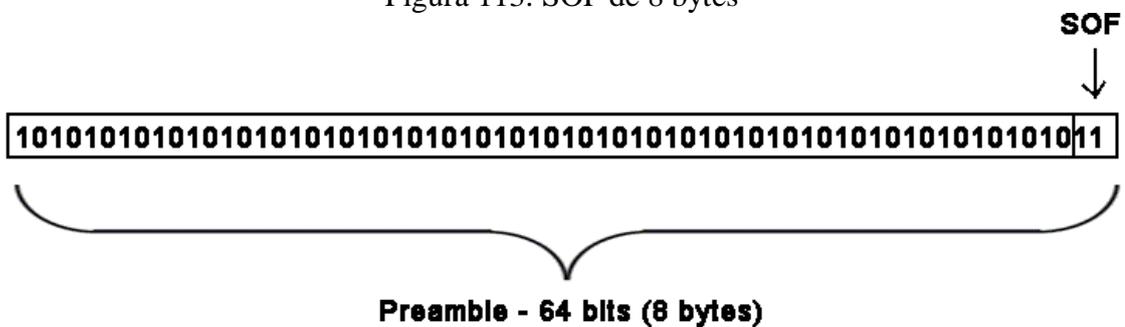


Fuente: Autor

**3.3.2.1 SOF.** Star of Frame (inicio de la trama). Antes de un SOF se presenta un preámbulo. El preámbulo es para dar tiempo antes de que comience la transmisión, es permitir un pequeño intervalo de tiempo para que la electrónica del receptor en cada uno de los nodos pueda resolver después de la terminación de la estructura anterior. El propósito de la SOF es notificar a la estación receptora que los bits de la trama están próximos a venir. Hay dos formas de definir el Preámbulo y SOF dependiendo de la fuente.

- a. El preámbulo son los ocho bytes, incluyendo el SOF. Los dos últimos bits se los considera el SOF.

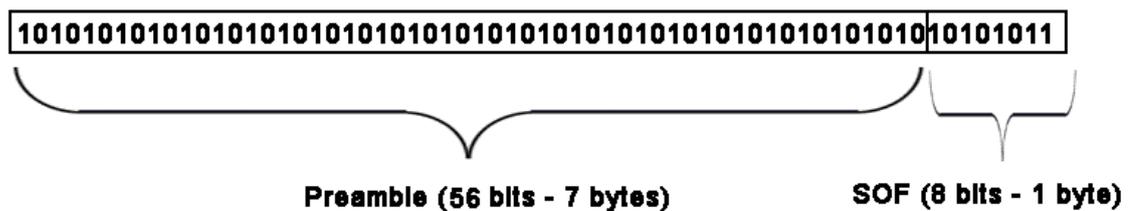
Figura 113. SOF de 8 bytes



Fuente: Autor

- b. El preámbulo son los siete bytes y el SOF es el byte ocho. (10101011)

Figura 114. SOF de 7 bytes



Fuente: Autor

**3.3.2.2 Header Field.** Son los encargados de especificar mediante 3 bytes los siguientes parámetros:

- a. El primer byte especifica el modo en que se van a comunicar la centralita con la interface, y según las normas SAE J2178 este byte de cabecera se denomina de tipo mapeado, eso significa que cada bit tiene un significado. Los 8 bit se identifican así:

Tabla 4. Distribución de los 8 bits

<b>Bit</b>	7	6	5	4	3	2	1	0
<b>ID</b>	P	P	P	H	K	Y	Z	Z

Fuente: Autor

- > Los tres más significativos (7, 6 y 5) indican la prioridad del mensaje y puede tomar los siguientes valores:

Tabla 5. Bits significativos

Bit 7	Bit 6	Bit 5	
0	0	0	0 Prioridad Máxima
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7 Prioridad mínima

Fuente: Autor

- > El bit 4 (H) indica si la cabecera es de 3 bytes o uno:

H=0 Tres bytes H=1 Un byte

- > El bit 3 (K) indica si se utiliza "In-Frame response" ? :

K=0 Requerido K=1 No requerido

- > El bit 2 (Y) indica si la dirección usada es física o funcional:

Y=0 Funcional Y=1 Física

- > Los bit 0 y 1 (Z, Z) se usan junto con K e Y para definir el tipo de mensaje. Como se muestra en la tabla 6, que se refiere a las formas posibles de envío de datos.

- El segundo byte representa a la dirección de memoria elegida que identifica a la centralita (ECU).
- El tercer byte representa a la dirección de memoria elegida que identifica a la interface o herramienta de chequeo (escáner).

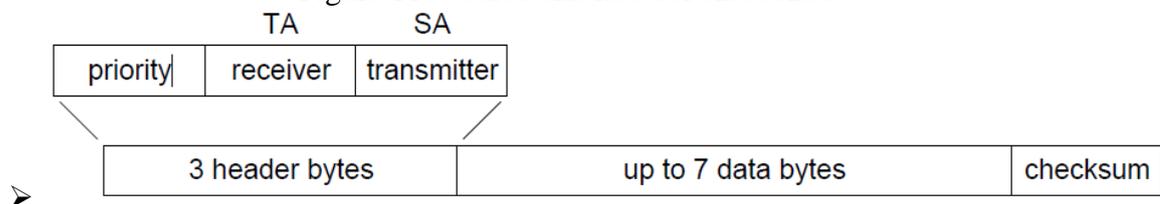
Tabla 6. Formas posibles de envío de datos

Mensaje	KKYZ	Respuesta (K)	Dirección (Y)	Tipo de mensaje
0	0000	Requerido	Funcional	Function
1	0001	Requerido	Funcional	Broadcast
2	0010	Requerido	Funcional	Function Query
3	0011	Requerido	Funcional	Function Read
4	0100	Requerido	Física	Nodo a Nodo
5	0101	Requerido	Física	Reservado – MFG
6	0110	Requerido	Física	Reservado – SAE
7	0111	No Requerido	Física	Reservado – MFG
8	1000	No Requerido	Funcional	Function Command/Status
9	1001	No Requerido	Funcional	Function Request/Query
10	1010	No Requerido	Funcional	Function Ext. Command/Status
11	1011	No Requerido	Funcional	Function Ext. Request/Query
12	1100	No Requerido	Física	Nodo a Nodo
13	1101	No Requerido	Física	Reservado – MFG
14	1110	No Requerido	Física	No Disponible
15	1111	No Requerido	Física	Reservado – MFG

*Fuente: Autor*

Como se muestra anteriormente los tres bytes de encabezado se los utiliza en los lenguajes de comunicación SAE J1850, ISO 9141-2 e ISO 14230-4. Con la misma estructuración y la misma cantidad de bytes de encabezado.

Figura 115. Características del encabezado.

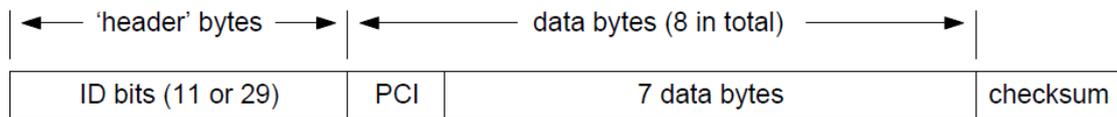


*Fuente: Autor*

Mientras en las comunicaciones ISO 15765-4 (CAN) el encabezado varía la estructuración del encabezado, ya que no se hace referencia a un byte de encabezado, se los llama “ID bits” o bits de identificación.

Las primeras normas del CAN define al ID bits con 11 números (11 bits), pero en los CAN más actuales utilizan de 11 a 29 ID bits

Figura 116. Características del encabezado en lenguaje CAN



Fuente: Autor

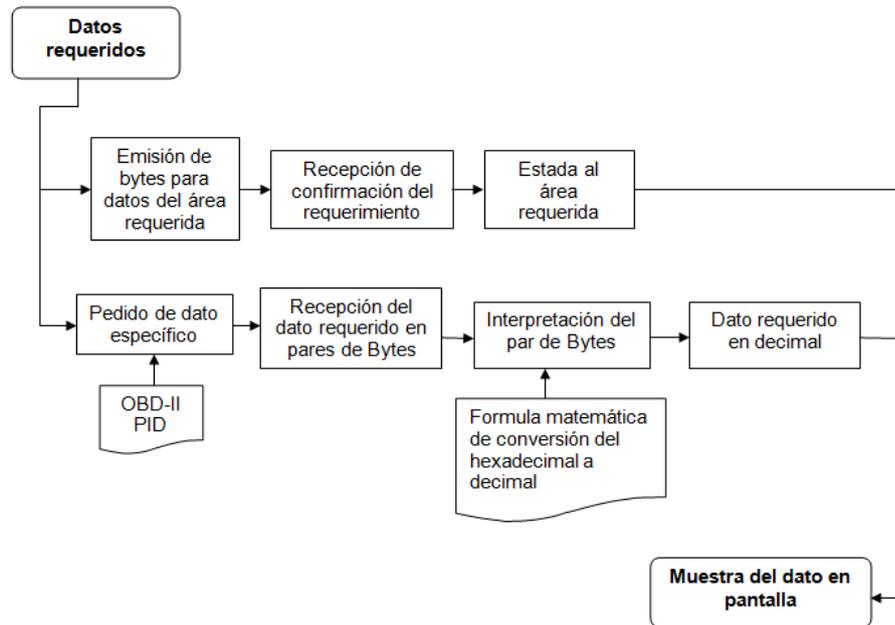
**3.3.2.3 Data Field.** Como preámbulo se debe conocer que el protocolo OBD II se encuentra normado por la SAE y establece un formato específico de los comandos que se utiliza para la comunicación entre el escáner y la ECM.

Es necesario que el primer byte enviado (conocido como el "modo") desde el escáner describe el tipo de datos que se solicitaron, mientras que el segundo byte (y posiblemente un tercio o más) enviado especifica la información real que se requiere. Los bytes que se envían después del byte modo se conoce como el "Parámetro de Identificación" o número de bytes PID (las siglas de su significado en inglés). Los bytes modo y PID se describen en detalle en los documentos tales como el SAE J1979, o las normas ISO 15031-5, y también pueden ser definidos por los fabricantes de vehículos.

Inicialmente, SAE estandariza el J1979, definiendo nueve posibles bytes de modo de pruebas de diagnóstico, estos son los bytes más básicos para la mayoría de vehículos, las cuales son:

- 01 - Mostrar los datos actuales.
- 02 - Mostrar los datos de congelados en cuadro (Freeze Frame)
- 03 - Mostrar los códigos de diagnóstico de problemas (DTC)
- 04 - Borrar los códigos de fallas (DTC) y los valores almacenados
- 05 - Resultados de la prueba, el o los sensores de oxígeno
- 06 - Resultados de la prueba, monitoreo no continuo
- 07 - Mostrar los códigos de problemas pendientes
- 08 - El modo de control especial
- 09 - Solicitud de información del vehículo

Figura 117. Estructuración de como se recibe los datos solicitados



Fuente: Autor

Estos dos números son los bits representativos dentro del byte, al ser enviados hacia la ECM, ésta responde con un valor 40 adicional al número enviado.

>01 00

La respuesta:

>41 00

Esto sucede en confirmación a lo recibido por la ECM. En el caso del modo 02 hay una respuesta 42, un modo 03 responde 43, etc. Y el “00” representa el número de PID requerido. (Véase Anexo B: OBD II PIDs) (Véase Anexo D: Código fuente de programación para la obtención de datos en tiempo real)

En otro ejemplo requerimos el la temperatura del líquido refrigerante. La temperatura del líquido refrigerante se representa con el PID 05 en modo 01.

>01 05

La respuesta:

>41 05 7B

El 41 05 muestra la respuesta del modo 1 del requerimiento 05, que es 7B y corresponde al valor de la temperatura del líquido refrigerante en un número hexadecimal. Y para convertirlo en número decimal se realiza así:

$$7 \times 16 + 11 = 123$$

El primer número de un par siempre se multiplica por 16 y luego se suma el segundo número. (*Revisar tabla de números hexadecimales*). En las formulas de los PIDs se encuentra que este número se lo resta 40 y es el valor de la temperatura del líquido refrigerante.

“A – 40” (*Véase Anexo B: OBD II PIDs*)

$$123 - 40 = 83^{\circ}\text{C}$$

En otro ejemplo en el que la respuesta es más extendido como es el número de revoluciones. Este es un PID 0C en modo 01:

>01 0C

La respuesta:

41 0C 1A F8

Como en el ejemplo anterior el número 4 confirma el requerimiento solicitado al PID 0C en modo 01. Con su respuesta 1A F8. Estos cuatro datos son la representación del número de revoluciones en números hexadecimal. Si se observa en el Anexo B, éste indica el número de bytes de respuesta con su respectiva fórmula para la conversión a número decimal:

“((A \* 256) + B) / 4” donde **A = 1A** y **B = F8**

$$“A” = 1A = (1 \times 16) + 10 = 26$$

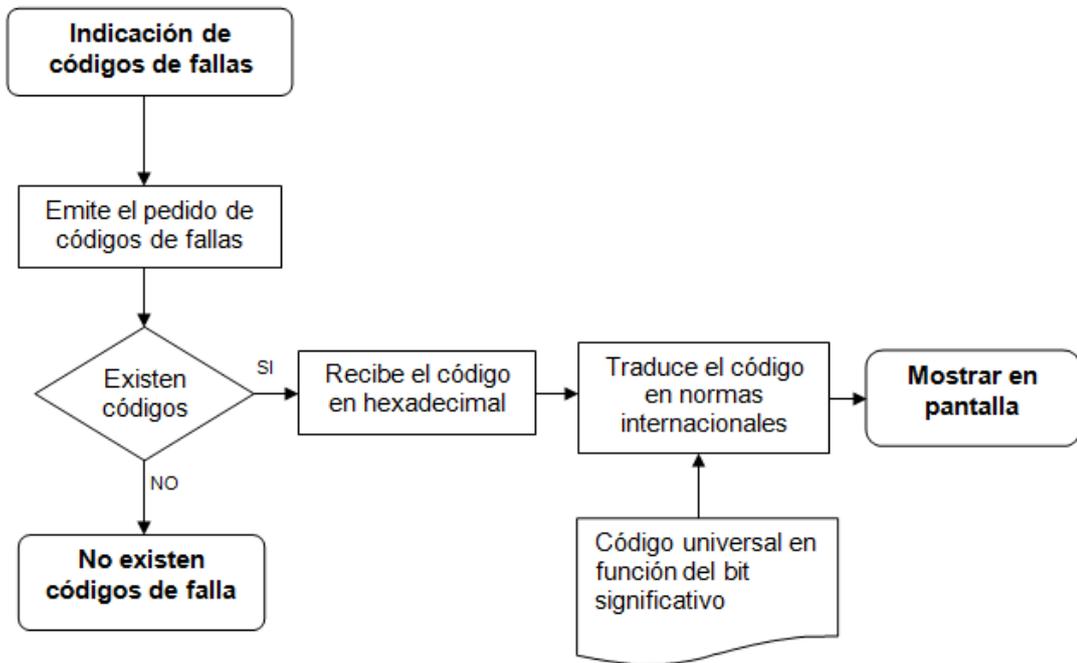
$$“B” = F8 = (15 \times 16) + 8 = 248$$

$$((A * 256) + B) / 4$$

$$((26 * 256) + 248) / 4$$

**1726 rpm**

Figura 118. Proceso de presentación de los códigos de falla



Fuente: Autor

En la mayoría de veces, cuando existe una falla de funcionamiento, se genera un Código de Falla o DTC. Que indica cual es la falla, la causa y la ubicación.

Se requiere que la petición en modo 03 sea hecho, pero es necesario conocer primero cuantos DTCs se han generado. Es por eso que primero se envía en modo 01 PID 01 como se observa.

>01 01

Para lo cual la típica respuesta es:

>41 01 81 07 65 04

Los números 41 01 significan una respuesta a lo requerido. Mientras que el 81 (número hexadecimal) o 129 (en número decimal) tiene una doble función que significa:

a. Indicador de la luz de mal funcionamiento (luz MIL)

➤ El primer bit que es el más significativo, el número 8, es el indicador de un módulo que indica la presencia de la luz de mal funcionamiento (luz MIL).

➤ El segundo bit (el número 1) indica si la luz MIL se encuentra en un estado de encendida (1) o apagada (0).

b. Los siete bits (incluido el bit anterior) proporcionar el número real de códigos de avería almacenados.

En este instante se obtiene una sola línea de respuesta de lo requerido, esto significa que solo un módulo tiene algún problema. En el caso que existiera más de una línea de respuesta, cada línea representa el número módulos con problemas. Y para saber cuál es el módulo con algún problema, se lo determina dependiendo el código que emita.

Una vez conociendo el número de códigos almacenados se debe interpretar el tipo código característico de cada módulo. El siguiente paso es requerir el código de los DTC almacenados, eso se lo hace con el modo 03 (en este modo no es necesario los OBD II PIDs)

>03

La respuesta de la ECM, en este caso, es:

43 01 33 00 00 00 00

Al responder “43” nos da una simple respuesta de aceptación al requerimiento del modo 03. Los otros 6 pares de números son los 6 bytes de respuesta a la petición realizada (solo los dos primeros son los significativos).

Se los lee en pares de bytes: 0133 0000 0000. Los pares de bytes 0000 son normas SAE de respuesta.

El primer bit de un byte es el más significativo y por tal proporciona gran cantidad de información acerca de los códigos de fallas como se lo indica en la siguiente tabla:

Tabla 7. Reemplazo del bit significativo por un código universal

Si el primer dígito hexadecimal es:  
 Remplazarlo con estos dos caracteres:

0	P0	Código referente a Motor - definido por SAE
1	P1	Código referente a Motor - definido por el fabricante
2	P2	Código referente a Motor - definido por SAE
3	P3	Código referente a Motor - definido conjuntamente
4	C0	Código referente a Chasis - definido por SAE
5	C1	Código referente a Chasis - definido por el fabricante
6	C2	Código referente a Chasis - definido por el fabricante
7	C3	Código referente a Chasis - reservado para el futuro
8	B0	Código referente a la Carrocería - definido por SAE
9	B1	Código referente a la Carrocería - definido por el fabricante
A	B2	Código referente a la Carrocería - definido por el fabricante
B	B3	Código referente a la Carrocería - reservado para el futuro
C	U0	Código referente a la ECM y Módulos - definido por SAE
D	U1	Código referente a la ECM y Módulos - definido por el fabricante
E	U2	Código referente a la ECM y Módulos - definido por el fabricante
F	U3	Código referente a la ECM y Módulos - reservado para el futuro

Fuente: Autor

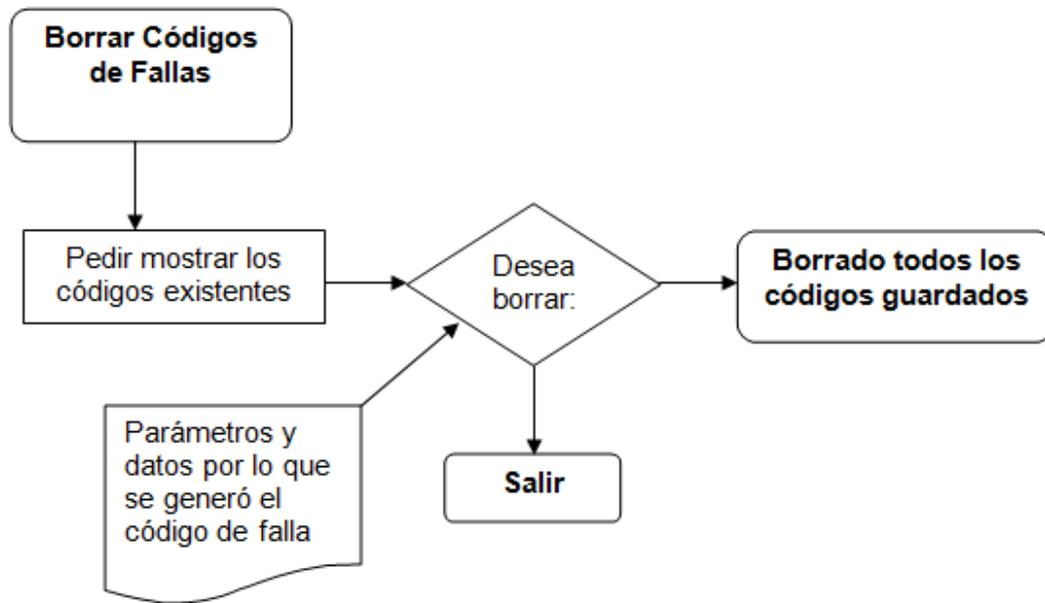
Tomando el ejemplo anterior, el código obtenido es 0133, el primer bit es el número 0. Este número se lo encuentra en la tabla anterior como un P0, entonces el código falla es P0133 (comúnmente conocido como falla del sensor de oxígeno).

Por ejemplo e el caso que se reciba una información con esta forma: D016, después de ver la tabla, esto significa U1016. Corresponde al código de falla existente.

En los lenguajes de comunicación CAN (ISO 15765-4) utiliza una forma similar al anterior mencionado de presentación de información, con la única variación, que se agrega una byte de dato adicional después de los dos primeros bytes, indicando cuántos elementos de datos han de seguir.

En el siguiente diagrama de flujo se indica los pasos que se guían para borrar un código de falla almacenado en la ECM del vehículo, en cualquiera de los motivos que se hayan producido dicha falla.

Figura 119. Proceso de borrar códigos de fallas guardados



Fuente: Autor

En el instante que se pida un requerimiento en modo 04, que significa borrar códigos de falla, se corre el riesgo de:

- Reiniciar el número de códigos de falla.
- Borrar cualquier código de falla.
- Borrar cualquier dato congelado.
- Borrar el código de falla que generó el dato congelado.
- Borrar todos los registros de datos del sensor de oxígeno.
- Borrar la información de modo 06 y 07.

El mayor problema de realizar esto es el desconocimiento de las causas de los DTCs antes de borrarlos de la memoria. Es por eso que cuando se quiera borrar los códigos de fallas existente, se genera una pregunta de “¿si está seguro de borrar los códigos guardados?” antes de ser borrados. (Véase Anexo E: Código fuente de programación para la obtención de códigos de fallas)

**3.3.2.4 Checksum data byte CRC.** Conocido como el byte de comprobación de datos. Este byte es enviado junto con la trama al final de todo el requerimiento solicitado, este es un valor numérico decimal de cada uno de los bytes enviados hacia la ECM. Y la

ECM al recibirlos realiza la misma tarea de obtener el número digital y así compararlo con el valor recibido.

Esta comprobación se la realiza por motivos de seguridad y evitar señales parásitas entres junto con la señal del requerimiento deseado.

La ECM, al no tener una comparación aceptable, se procede a enviar una advertencia de error de lectura y no emite el requerimiento solicitado.

**3.3.2.5 EOF.** End Of Frame (Final de la trama). Al igual que el SOF, se envía un mensaje de finalización de la trama para que el ECM procese y devuelva la información solicitada.

## CAPÍTULO IV

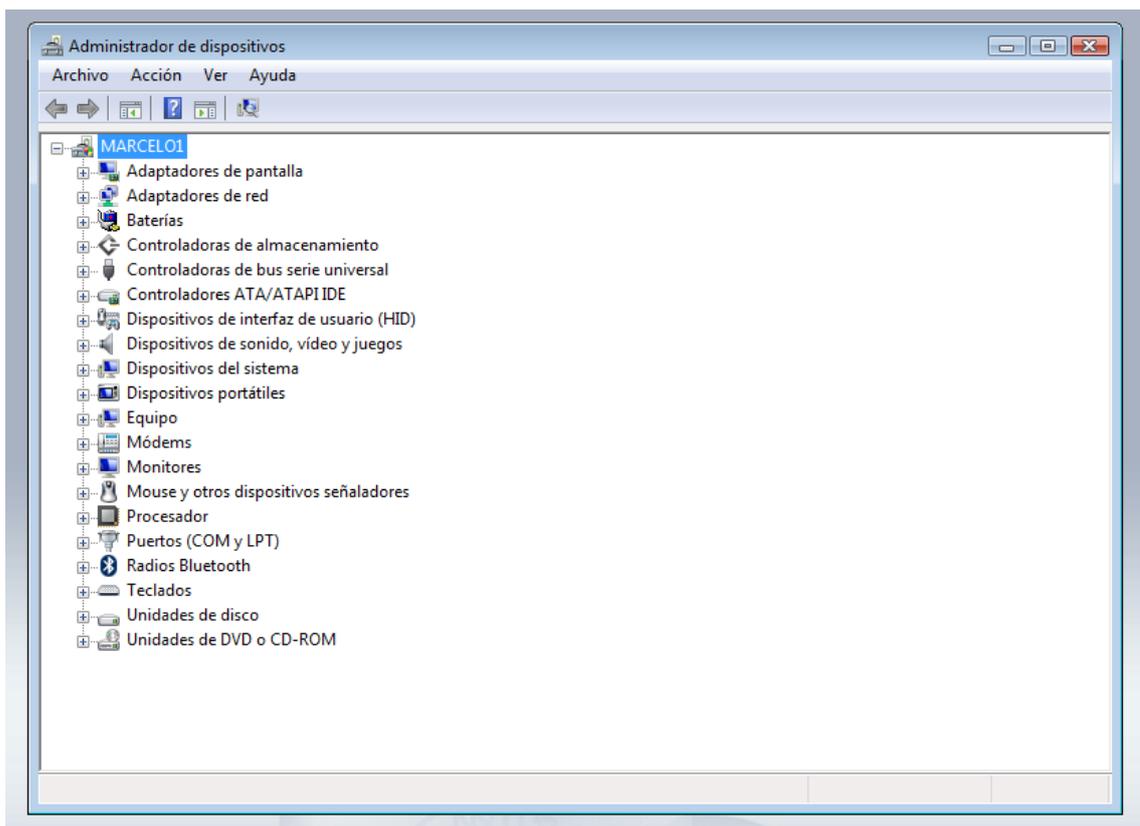
### 4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

#### 4.1 Configuración del puerto

Una vez conectado el interfaz se debe determinar el puerto con el que se va a trabajar, para que en otras ocasiones de conexión lo realice automáticamente sin la necesidad de configurar nuevamente.

Apenas conectado se debe entrar en el Administrador de dispositivos.

Figura 120. Ventana del administrador de dispositivos



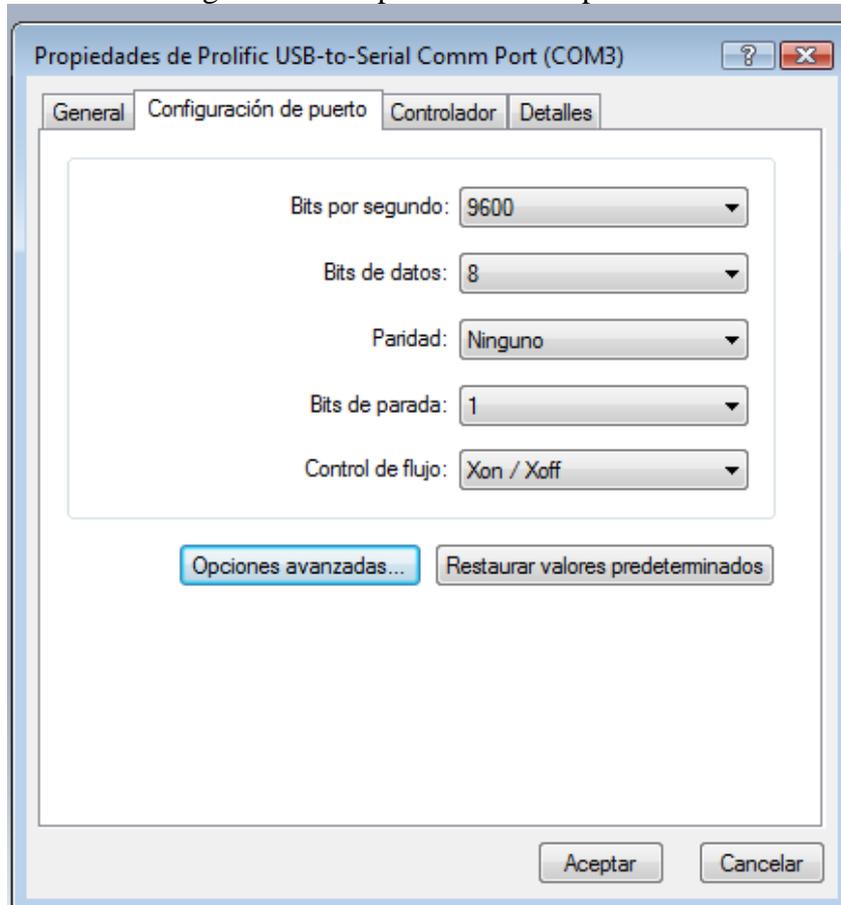
Fuente: Autor

En la figura anterior se despliega una lista de componentes que se encuentran conectados a la PC, y cuando conectamos el cable, aparecerá en controladores de bus

serial universal, mientras que cuando se encuentre ejecutando los controladores, aparecerá en Puertos.

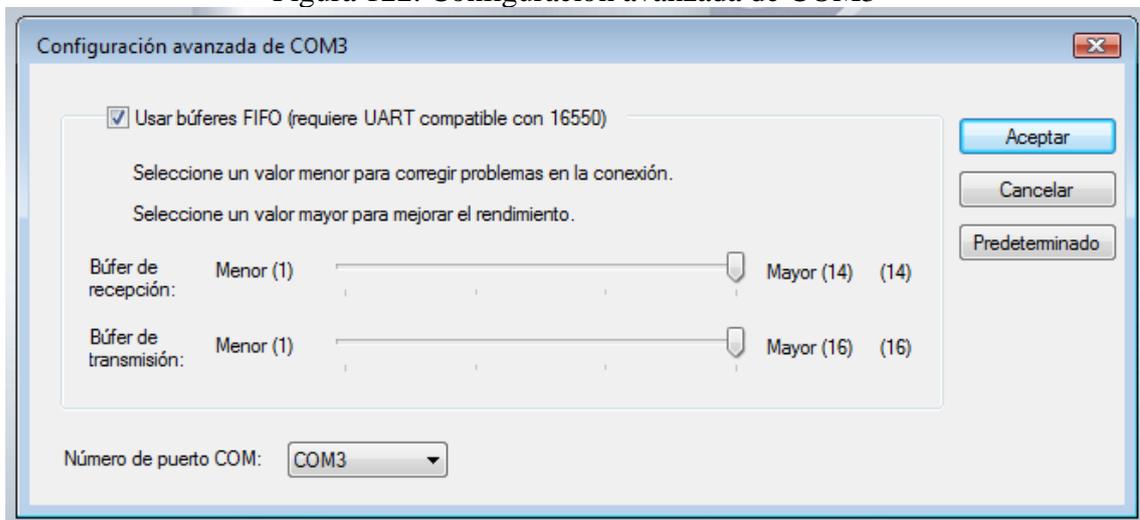
Se configura el dispositivo en el puerto COM3

Figura 121. Propiedades del dispositivo



Fuente: Autor

Figura 122. Configuración avanzada de COM3



Fuente: Autor

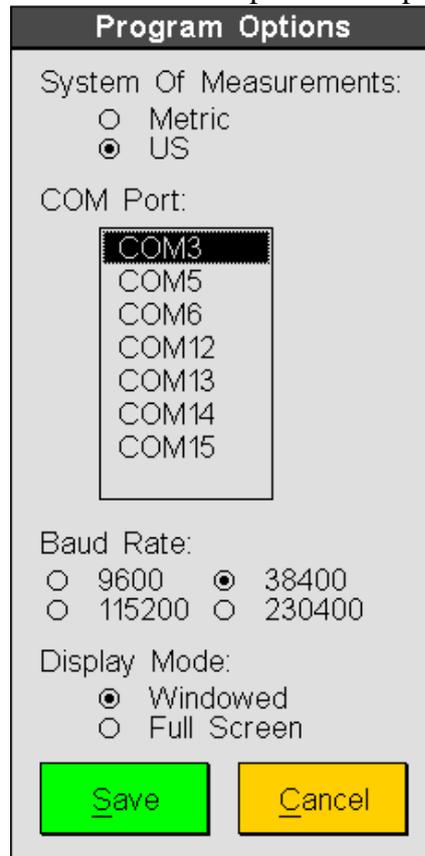
Una vez determinado el puerto, se inicia el programa, que en este caso es el ScanTool. Al iniciar el programa se configura también el puerto con el cual va a trabajar. Y también la velocidad de transmisión de datos.

Figura 123. Ventana del menú principal de ScanTool



Fuente: Autor

Figura 124. Ventana de opciones del programa



Fuente: Autor

## 4.2 Funcionamiento del equipo

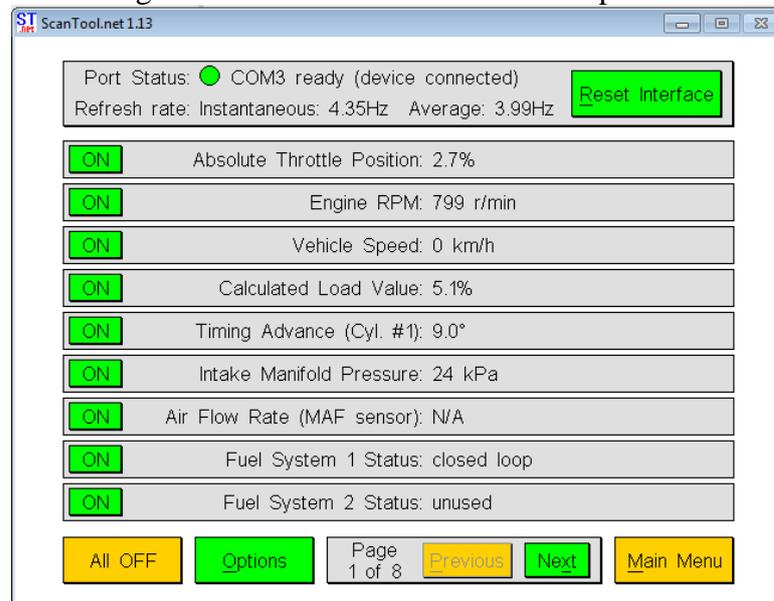
Al tener una buena conexión del equipo a la PC, directamente se empieza emitir y a leer los datos solicitados a la ECM del vehículo, tanto las fallas como los datos inmediatos de funcionamiento del motor, se los puede apreciar instantáneamente.

En el instante en el que se ha conectado correctamente se empezó con la revisión de los datos de funcionamiento en tiempo real del motor, conjuntamente con las variaciones de las señales bajo parámetros de funcionamiento.

Tal es el caso que en la pantalla se muestra las variaciones en el transcurso del tiempo y también variando las velocidades del motor.

Al acelerar el motor comienza con la variación de la posición de la mariposa de aceleración registrada por el TPS, adicional a esto (como se realizó las pruebas en un motor incorporado un sistema TAC) varía la posición del pedal de aceleración, antes de que comience a variar la revoluciones del motor.

Figura 125. Datos de sensores en tiempo real

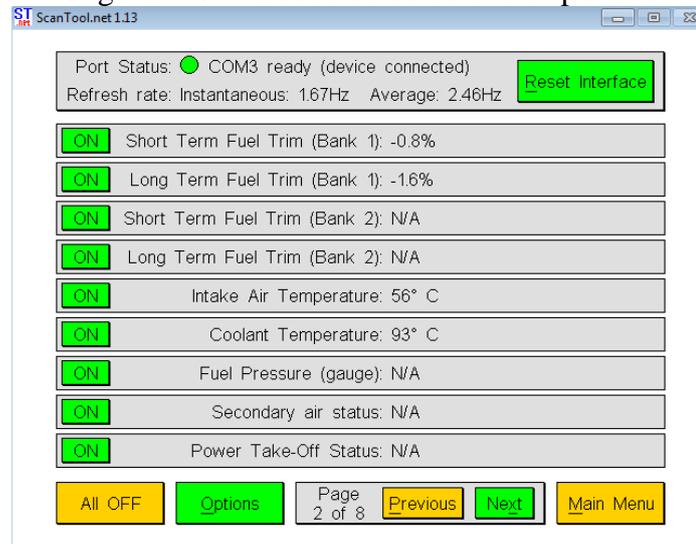


Fuente: Autor

Se puede observar claramente que la temperatura del líquido refrigerante va en aumento conforme se deja encendido el motor, de la misma manera empieza a variar la

temperatura del aire cercano al motor, por esto el sensor IAT iniciara a emitir señales de estas variaciones.

Figura 126. Datos de sensores en tiempo real

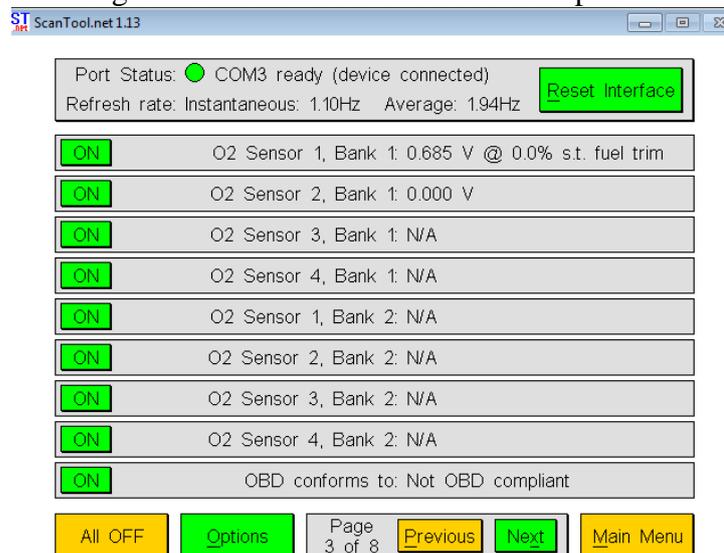


Fuente: Autor

Como la gran mayoría de medidores son electrónicos, conectados a la ECM, se puede conocer la velocidad en que se mueve el vehículo en el instante en se comienza a trasladarse.

De la misma manera presenta los datos en tiempo real de uno de los sensores más importantes, como es el O2 o sonda Lambda. Mostrando la variación de voltaje que se produce a lo largo de la combustión.

Figura 127. Datos de sensores en tiempo real

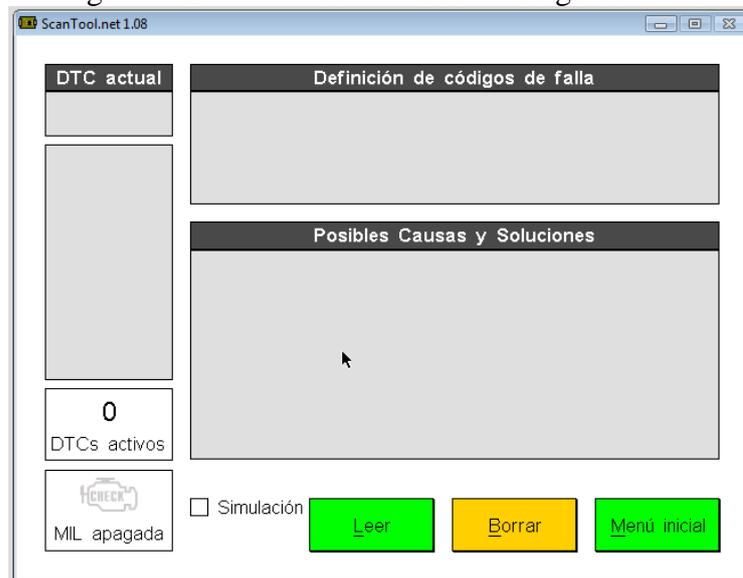


Fuente: Autor

Todos los sensores que presentan un “N/A” significan que dicho sensor no existe en ese motor ya que el fabricante lo determina así.

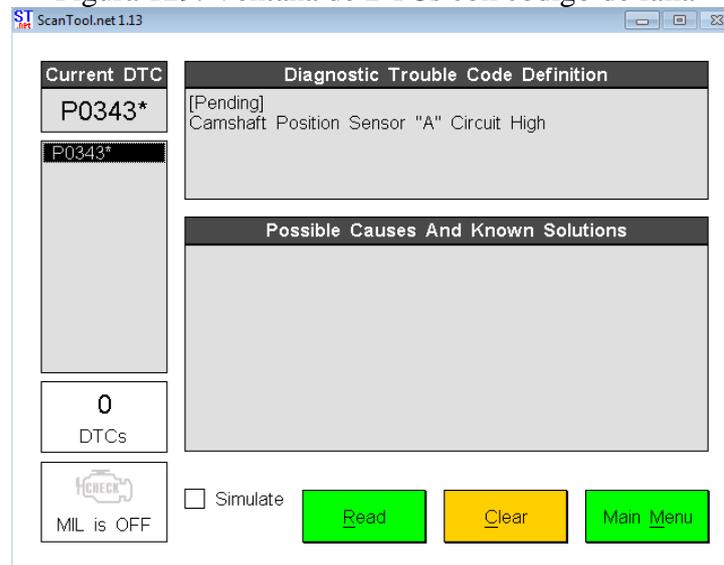
Posterior a esto se revisó la existencia del monitoreo de los componentes, al desconectar aleatoriamente un sensores o un actuadores. Inmediatamente se presenta un código de falla (alfanumérico) específico indicando cuál es el sensor o actuador que no se encuentra conectado como normalmente se lo halla, con el nombre del componente y las causas posibles de ese código de falla.

Figura 128. Ventana de DTCs sin código de fallas



Fuente: Autor

Figura 129. Ventana de DTCs con código de falla

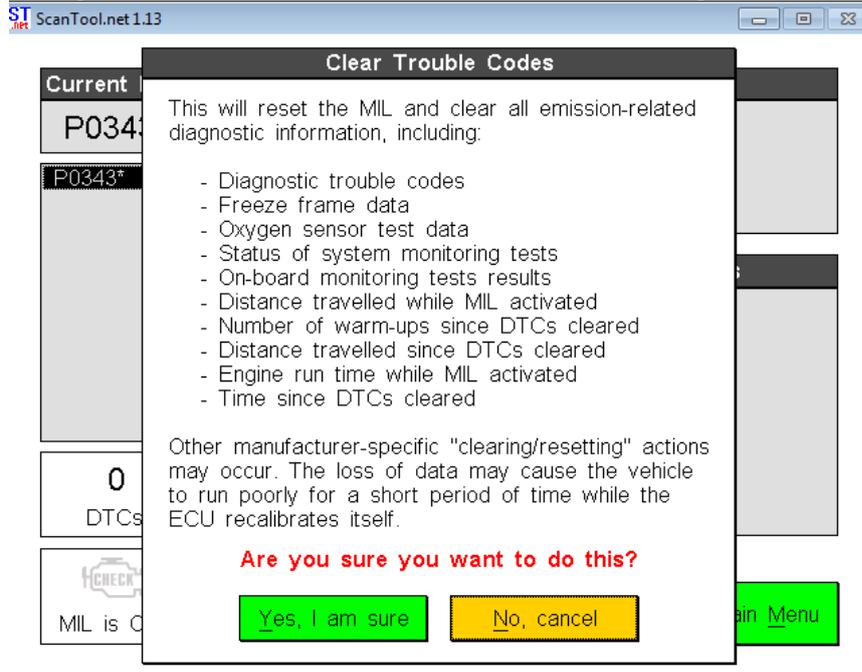


Fuente: Autor

Cuando existe un código de falla se debe conocer el significado de los datos mostrados y llegar a una solución mucho antes de tratar de borrar el código que muestre.

Una vez ya resuelto la avería que se muestra, se realiza la eliminación del código de falla del registro de la ECM. En el instante que se dispone a borrar se muestra una ventana de advertencia y confirmación de borrar.

Figura 130. Ventana de advertencia de borrar código de falla



Fuente: Autor

## **CAPÍTULO V**

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

#### **5.1 Conclusiones**

Se realizó un estudio sobre los tipos de controles utilizados en el mercado actual, determinando que la gran mayoría de éstos están acordes a estándares que los impone los organismos de control, referente a fabricación y al tipo de comunicación existentes en los vehículos.

Se determinó que en el mercado existe una gran variedad de sistemas que optimizan el funcionamiento del motor para reducir emisiones nocivas al medio ambiente y mejoran la seguridad en el manejo con el confort adecuado.

Se desarrolló el prototipo con las funciones más básicas y elementales para un diagnóstico del software de un vehículo, y a través de su construcción se estructuró un manual de usuario para el manejo adecuado del prototipo y poder obtener el mayor provecho del mismo.

Se determinó que es una herramienta muy útil para un Ingeniero Automotriz del mundo actual. La necesidad de un equipo como este lleva a una mayor eficiencia en el campo laboral para resolver fallas simples y complejas de los automóviles.

Se aplicó conocimientos adquiridos en las aulas y de la misma manera se fueron adquiriendo otras, que van a fortalecer aún más el desempeño de in Ingeniero Automotriz.

#### **5.2 Recomendaciones**

Mantener la impermeabilidad interna y de la misma manera su refrigeración de los componentes de equipo. Por esto se necesita que el lugar de trabajo donde se vaya a conectar el equipo sea en un lugar cubierto del sol y la lluvia.

No desconectar bajo ninguna circunstancia el equipo cuando se encuentre transfiriendo datos o información, ya que se puede producir cortocircuitos en el interior o desconfiguraciones graves.

Se debe seguir las instrucciones de la guía de prácticas, acorde a la practica que se vaya a realizar, ya que los al realizar conexiones indebidas causaría averías graves en los sensores, actuadores y lo más grave quemar la ECM.

Tener el conocimiento básico del idioma inglés para cualquier información adicional necesaria para la comprensión de anteriormente expuesto, ya que la mayor parte de información referente a los protocolos se las encuentra en el este lenguaje.

Borrar un código de falla almacenado en la ECM con el conocimiento previo del cuál es la avería que se presenta, las causas probables, encontrar la ubicación y llegar a una solución al problema mucho antes de eliminar el código de falla.

Examinar si la PC se encuentra en condiciones optimas de funcionamiento, de la misma manera realizar la descontaminación por virus u otros programas que lo convierte en una ineficiencia al equipo.

Tratar siempre de trabajar con sistemas operativos que posean la compatibilidad con el software, preferiblemente Windows 7, ya que su plataforma es más liviana y permite el desenvolvimiento del software.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Manual CEAC del automóvil. Barcelona. España. 2003. Pág. 93
- [2] Manual CEAC del automóvil. Barcelona. España. 2003. Pág. 123
- [3] Manual CEAC del automóvil. Barcelona. España. 2003. Pág. 131-132
- [4] Manual CEAC del automóvil. Barcelona. España. 2003. Pág. 142
- [5] Manual CEAC del automóvil. Barcelona. España. 2003. Pág. 148
- [6] Manual CEAC del automóvil. Barcelona. España. 2003. Pág. 274
- [7] Manual CEAC del automóvil. Barcelona. España. 2003. Pág. 289 - 300
- [8] ALFONSO, G. Complementos Electrónicos para su Automóvil. Madrid: Paraninfo. 1982. Pág. 129
- [9] ROLCAR, Sensores del Automóvil
- [http://www.rolcar.com.mx/TecnoTips/Sensores%20MAP/sensor\\_map.asp](http://www.rolcar.com.mx/TecnoTips/Sensores%20MAP/sensor_map.asp)  
31/05/2011
- [10] Manual Técnico de Fuel Injection. Guayaquil. Ecuador. 2006. Pág. 332
- [11] Pedal y Acelerador Electrónico – TAC.
- <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/195-pedal-y-acelerador-electr%C3%B3nico-tac.html>

## **BIBLIOGRAFÍA**

Manual CEAC del automóvil. Barcelona. España. 2003

Manual técnico de Fuel Injection, 3ra Edición. Guayaquil. Ecuador. 2006

## **LINKOGRAFÍA**

### **SENSORES DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL (CKP)**

[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)

10 de Diciembre 2011

### **SENSORES DE ÁRBOL DE LEVAS (CMP)**

[http://www.taaet.com/pdf\\_ivan/cmp.pdf](http://www.taaet.com/pdf_ivan/cmp.pdf)

10 de Diciembre 2011

### **EL SENSOR MAF**

<http://cise.com/portal/notas-tecnicas/item/142-el-sensor-maf.html>

10 de Diciembre 2011

### **CURSO DE SENSORES MAP**

<http://automecanico.com/auto2027/bbooster05.pdf>

### **CURSO DE SENSORES DE FLUJO DE AIRE**

<http://www.encendidoelectronico.com/vista.php?id=32>

### **CURSO DE SENSORES DE FLUJO DE AIRE**

<http://www.automecanico.com/auto2027/bbooster03.pdf>

### **CURSO DE SENSORES DE TEMPERATURA**

<http://automecanico.com/auto2027/bbooster04.pdf>

### **CURSO DE SENSORES DE TEMPERATURA**

<http://www.encendidoelectronico.com/vista.php?id=45>

10 de Diciembre 2011

## **RELACIÓN TEMPERATURA RESISTENCIA**

<http://www.justanswer.com/saturn/3183s-transmission-temperature-sensor-97-saturn.html>

10 de Diciembre 2011

## **PCM INPUTS**

<http://www.explorerforum.com/forums/showthread.php?t=148433&page=2>

20 de Enero 2012

## **CURSO DE SENSORES TPS**

<http://www.yoreparo.com/articulos/automotriz/curso-sensores-tps/>

20 de Enero 2012

## **CONFIGURACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE NUESTRO 307**

<http://www.clubpeugeot.es/bricos/electricidad/77-307-configuraci-diagnco-de-nuestro-307-elscam.html>

20 de Enero 2012

## **OBD II PIDS**

[http://en.wikipedia.org/wiki/OBD-II\\_PIDs](http://en.wikipedia.org/wiki/OBD-II_PIDs)

20 de Enero 2012

## **SOFTWARE SCANTOOL**

<http://sourceforge.net/projects/scantool/files/>

20 de Enero 2012

## **DIAGNÓSTICO DEL OBD II**

<http://www.obddiag.net/index.html>

8 de Febrero 2012

# **ANEXOS**