



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**“DESARROLLO DE UN BANCO EMULADOR
UNIVERSAL PARA SEÑALES DE SENSORES
AUTOMOTRICES RESISTIVOS, INDUCTIVOS Y
EFECTO HALL, E IMPLEMENTACIÓN PARA LOS
LABORATORIOS DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

JARA GALLEGOS EDISON FABRICIO

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:
INGENIERO AUTOMOTRIZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2011

Espoch

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

CONSEJO DIRECTIVO

Noviembre, 10 de 2011

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

EDISON FABRICIO JARA GALLEGOS

Titulada:

**“DESARROLLO DE UN BANCO EMULADOR UNIVERSAL PARA SEÑALES DE
SENSORES AUTOMOTRICES RESISTIVOS, INDUCTIVOS Y EFECTO HALL, E
IMPLEMENTACIÓN PARA LOS LABORATORIOS DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

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. Celín Padilla
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Diego Constante
ASESOR DE TESIS

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: EDISON FABRICIO JARA GALLEGOS

TÍTULO DE LA TESIS: “DESARROLLO DE UN BANCO EMULADOR UNIVERSAL PARA SEÑALES DE SENSORES AUTOMOTRICES RESISTIVOS, INDUCTIVOS Y EFECTO HALL, E IMPLEMENTACIÓN PARA LOS LABORATORIOS DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”

Fecha de Examinación: 01 de Noviembre de 2011

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

| COMITÉ DE EXAMINACIÓN | APRUEBA | NO APRUEBA | FIRMA |
|--|---------|---------------|-------|
| ING. EDUARDO VÁSQUEZ (Presidente Trib. Defensa) | | | |
| ING. CELIN PADILLA (Director de Tesis) | | | |
| ING. DIEGO CONSTANTE (Asesor) | | | |

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

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal quien certifica al Consejo Directivo que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

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

f) Edison Fabricio Jara Gallegos

AGRADECIMIENTO

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

De la misma manera a todas las personas que de una u otra forma han colaborado con el desarrollo de esta tesis.

Y en especial para todos los amigos, compañeros y personas que me apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de mi vida.

Fabricio Jara Gallegos

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado esencialmente a mis padres:

José A. Jara Chacha y Lira I. Gallegos Peñafiel,
quienes han sido los dos pilares fundamentales dentro de mi vida y carrera,
brindándome todo el apoyo necesario con la confianza incondicional de ellos hacia mi.

A mi hermano, Javier, quien me ha brindado todo el apoyo a lo largo
de toda mi vida estudiantil.

Fabricio Jara Gallegos

TABLA DE CONTENIDOS

| <u>CAPÍTULO</u> | <u>PÁGINA</u> |
|---|----------------------|
| 1. GENERALIDADES | |
| 1.1 Introducción | 1 |
| 1.2 Antecedentes | 2 |
| 1.3 Justificación | 3 |
| 1.4 Objetivos | 5 |
| 1.4.1 Objetivo general | 5 |
| 1.4.2 Objetivos específicos | 5 |
| 2. MARCO TEÓRICO. | |
| 2.1 Historia de la inyección electrónica | 6 |
| 2.1.1 Inicios de la inyección | 6 |
| 2.1.2 Necesidad de implantar la inyección electrónica | 12 |
| 2.1.3 Primeros vehículos con inyección electrónica | 13 |
| 2.2 Clasificación de los sistemas de inyección | 17 |
| 2.2.1 Según el lugar donde se inyectan | 17 |
| 2.2.1.1 Inyección directa | 17 |
| 2.2.1.2 Inyección indirecta | 21 |
| 2.2.2 Según el numero de inyectores | 22 |
| 2.2.2.1 Inyección monopunto | 22 |
| 2.2.2.2 Inyección multipunto | 24 |
| 2.2.3 Según el numero de inyecciones | 25 |
| 2.2.3.1 Inyección continua | 25 |
| 2.2.3.2 Inyección intermitente | 26 |
| 2.2.3.2.1 Inyección secuencial | 26 |
| 2.2.3.2.2 Inyección semisequencial | 27 |
| 2.2.3.2.3 Inyección simultánea | 28 |
| 2.2.4 Según características de funcionamiento | 28 |
| 2.2.4.1 Inyección mecánica | 28 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 2.2.4.2 | Inyección electromecánica | 34 |
| 2.2.4.3 | Inyección electrónica | 42 |
| 2.3 | Evolución de los sistemas de inyección | 46 |
| 2.3.1 | Jetronic | 46 |
| 2.3.2 | D-Jetronic | 47 |
| 2.3.3 | K-Jetronic | 47 |
| 2.3.4 | KE-Jetronic | 48 |
| 2.3.5 | L-Jetronic | 48 |
| 2.3.6 | LE1/LE2/LE3-Jetronic | 49 |
| 2.3.7 | LH-Jetronic | 50 |
| 2.4 | Sensores en el vehículo. | 51 |
| 2.4.1 | Sensores usados comúnmente en vehículos con inyección. | 51 |
| 2.4.1.1 | TPS (Throttle Position Sensor) | 51 |
| 2.4.1.2 | ECT (Engine Coolant Temperature) | 56 |
| 2.4.1.3 | IAT (Intake Air Temperature) | 59 |
| 2.4.1.4 | MAP (Manifold Absolute Pressure) | 62 |
| 2.4.1.5 | MAF (Mass Air Flow) | 68 |
| 2.4.1.6 | VAF/AFS (Air Flow Sensor) | 71 |
| 2.4.1.7 | HEGO (Heated Exhaust Gas Oxygen) | 75 |
| 2.4.1.8 | KS (Knock Sensor) | 79 |
| 2.4.1.9 | CKP (Crankshaft Position Sensor) | 82 |
| 2.4.1.10 | CMP (Camshaft Position Sensor) | 86 |
| 3. | PROYECCIÓN, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EQUIPO (SOPORTE BANCO DE PRUEBAS) | |
| 3.1 | Proyección de equipo | 91 |
| 3.1.1 | Requisitos para funcionamiento | 93 |
| 3.2 | Diseño de soporte para banco de pruebas | 94 |
| 3.3 | Materiales | 95 |
| 3.3.1 | Selección de materiales y elementos | 95 |
| 3.4 | Dimensionamiento | 103 |
| 3.4.1 | Distribución de lugares en banco de pruebas | 104 |
| 3.5 | Construcción de equipo propuesto | 105 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 3.5.1 | Construcción de soporte | 105 |
| 3.5.2 | Funcionamiento del equipo | 111 |
| 3.5.2.1 | Alimentación | 111 |
| 3.5.2.2 | Conexiones | 111 |
| 3.6 | Cuidados y mantenimiento | 112 |
| 3.6.1 | Cuidados | 112 |
| 3.6.2 | Mantenimiento – Limpieza | 112 |
| 4. | PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO | |
| 4.1 | Emulación individual de sensores | 113 |
| 4.1.1 | Simulador de sensor de posición de la mariposa | 113 |
| 4.1.2 | Simulador sensores de temperatura | 115 |
| 4.1.3 | Simulador de sensor de presión del múltiple de admisión | 117 |
| 4.1.4 | Simulador de sonda lambda | 118 |
| 4.1.5 | Simulador de sensor efecto hall | 120 |
| 4.1.6 | Simulador de sensor inductivo | 121 |
| 4.2 | Elaboración de guías de laboratorio | 122 |
| 5. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. | |
| 5.1 | Conclusiones | 123 |
| 5.2 | Recomendaciones | 125 |

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

| <u>TABLA</u> | | <u>PÁGINA</u> |
|---------------------|--|----------------------|
| 2.1 | Voltajes mínimos de TPS por fabricantes | 54 |
| 2.2 | Voltajes referenciales de TPS | 55 |
| 2.3 | Voltajes referenciales de ECT | 59 |
| 2.4 | Voltajes referenciales de IAT | 62 |
| 2.5 | Voltajes referenciales de MAP (variación de voltaje) | 65 |
| 2.6 | Voltajes referenciales de MAF | 70 |
| 2.7 | Voltajes referenciales de VAF | 74 |
| 3.1 | Capacidad de carga de una batería según el voltaje | 97 |
| 3.2 | Calibre AWG para cables de cobre | 98 |

LISTA DE FIGURAS

| <u>FIGURA</u> | | <u>PÁGINA</u> |
|----------------------|---|----------------------|
| 2.1 | Ubicación inyector (sistema inyección directa) | 18 |
| 2.2 | Esquema de funcionamiento (sistema inyección directa) | 21 |
| 2.3 | Ubicación inyector (sistema inyección indirecta) | 22 |
| 2.4 | Esquema funcionamiento (sistema inyección monopunto) | 23 |
| 2.5 | Esquema funcionamiento (sistema inyección multipunto) | 24 |
| 2.6 | Esquema funcionamiento (sistema inyección continua) | 26 |
| 2.7 | Esquema funcionamiento (sistema inyección secuencial) | 27 |
| 2.8 | Esquema funcionamiento (sistema inyección semisecuencial) | 28 |
| 2.9 | Esquema funcionamiento (sistema inyección simultánea) | 28 |
| 2.10 | Esquema instalación sistema K-Jetronic | 29 |
| 2.11 | Componentes de Sistema K-Jetronic | 29 |
| 2.12 | Partes bomba eléctrica de combustible | 30 |
| 2.13 | Partes internas acumulador de combustible | 31 |
| 2.14 | Partes internas regulador de presión de combustible | 32 |
| 2.15 | Inyector adicional para arranque en frío (partes internas) | 32 |
| 2.16 | Partes internas del inyector de combustible (sistema K-Jetronic) | 33 |
| 2.17 | Esquema instalación de sistema de inyección KE-Jetronic | 34 |
| 2.18 | Partes constitutivas de sistema de inyección KE-Jetronic | 35 |
| 2.19 | Regulador de presión de combustible (sistema KE-Jetronic) | 36 |
| 2.20 | Actuador rotativo de ralentí (sistema KE-Jetronic) | 37 |
| 2.21 | Esquema interno de sensor de posición de mariposa (sistema KE-Jetronic) | 38 |
| 2.22 | Esquema interno de sonda lambda (sistema KE-Jetronic) | 39 |
| 2.23 | Parámetros de entrada y salida de ECU (sistema KE-Jetronic) | 40 |
| 2.24 | Esquema instalación de componentes en motor (sistema L-Jetronic) | 42 |
| 2.25 | Componentes de sistema L-Jetronic | 43 |
| 2.26 | Sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS) | 51 |
| 2.27 | Ubicación sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS) | 52 |
| 2.28 | Conexión de TPS de 3 cables con el ECM | 53 |
| 2.29 | Conexión de TPS de 4 cables con el ECM | 53 |

| | | |
|------|---|----|
| 2.30 | Forma de onda típica de un TPS | 54 |
| 2.31 | Sensor de temperatura de refrigerante (ECT) | 56 |
| 2.32 | Ubicación típica sensor de temperatura de refrigerante de motor | 56 |
| 2.33 | Ubicación del termistor dentro del ECT | 57 |
| 2.34 | Forma de onda típica de un ECT | 57 |
| 2.35 | Diagrama de conexión del ECT con ECM | 58 |
| 2.36 | Sensor de temperatura del aire (IAT) | 60 |
| 2.37 | Ubicación del sensor IAT | 60 |
| 2.38 | Forma de onda típica del sensor IAT | 61 |
| 2.39 | Esquema de conexión de sensor IAT con ECM | 61 |
| 2.40 | Sensor de presión absoluta del múltiple (MAP) | 63 |
| 2.41 | Ubicación típica del MAP | 63 |
| 2.42 | Forma de onda del sensor MAP (por variación de voltaje) | 65 |
| 2.43 | Diagrama de conexión del sensor MAP (por variación de voltaje) | 65 |
| 2.44 | Forma de onda del sensor MAP (por variación de frecuencia) | 67 |
| 2.45 | Diagrama de conexión del sensor MAP (por variación de frecuencia) | 67 |
| 2.46 | Sensor de caudal másico de aire (MAF) | 68 |
| 2.47 | Ubicación típica del sensor MAF | 69 |
| 2.48 | Forma de onda del sensor MAF | 69 |
| 2.49 | Diagrama de conexión del sensor MAF | 70 |
| 2.50 | Sensor de volumen de flujo de aire (VAF) | 71 |
| 2.51 | Ubicación típica del sensor VAF | 72 |
| 2.52 | Diagrama de constitución del sensor VAF | 72 |
| 2.53 | Forma de onda del sensor VAF | 73 |
| 2.54 | Diagrama de conexión del sensor VAF con ECM | 74 |
| 2.55 | Sensor de oxígeno en los gases de escape (HEGO) | 75 |
| 2.56 | Ubicación típica del sensor HEGO | 76 |
| 2.57 | Esquema interno del sensor HEGO (zirconio) | 76 |
| 2.58 | Esquema interno del sensor HEGO (titanio) | 77 |
| 2.59 | Forma de la onda del sensor HEGO | 78 |
| 2.60 | Sensor de pistoneo (KS) | 79 |
| 2.61 | Ubicación típica de sensor KS | 80 |
| 2.62 | Esquema de conexión del sensor KS con ECM | 81 |

| | | |
|------|--|-----|
| 2.63 | Forma de onda del sensor KS | 81 |
| 2.64 | Sensor de posición del cigüeñal (CKP) | 82 |
| 2.65 | Ubicación típica del sensor CKP | 83 |
| 2.66 | Forma de onda del sensor CKP (hall) | 85 |
| 2.67 | Forma de onda del sensor CKP (inductivo) | 85 |
| 2.68 | Diagrama de conexión del sensor CKP (hall) | 85 |
| 2.69 | Diagrama de conexión del Sensor CKP (inductivo) | 86 |
| 2.70 | Sensor de posición del árbol de levas (CMP) | 87 |
| 2.71 | Ubicación típica del sensor CMP | 87 |
| 2.72 | Forma de onda del sensor CMP (inductivo) | 89 |
| 2.73 | Forma de onda del sensor CMP (hall) | 89 |
| 2.74 | Esquema conexión del sensor CMP con ECM. (hall) | 89 |
| 2.75 | Esquema conexión del Sensor CMP con ECM. (inductivo) | 90 |
| 3.1 | Emulador | 91 |
| 3.2 | Estructura interna del banco de pruebas (diseño CAD) | 94 |
| 3.3 | Diseño de modelo terminado (diseño CAD) | 95 |
| 3.4 | Diagrama de empalme de cables | 99 |
| 3.5 | Multímetro digital común | 99 |
| 3.6 | Dimensionamiento del banco de pruebas | 103 |
| 3.7 | Ubicación de componentes en el banco de pruebas | 104 |
| 3.8 | Proceso de construcción y ensamblaje | 106 |
| 3.9 | Diagrama eléctrico y placa principal emulador | 107 |
| 3.10 | Aditamentos para el emulador | 108 |
| 3.11 | Acondicionamiento a dispositivo didáctico | 109 |
| 3.12 | Distribución de cables banco emulador | 110 |
| 4.1 | Mandos para emulación de TPS | 113 |
| 4.2 | Mandos para emulación de sensor de temperatura | 115 |
| 4.3 | Mandos para emulación de MAP | 117 |
| 4.4 | Mandos para emulación de sonda lambda | 118 |
| 4.5 | Mandos para emulación de sensor efecto hall | 120 |
| 4.6 | Mandos para emulación de sensor inductivo | 121 |

LISTA DE ABREVIACIONES

| | |
|------|--|
| AC | Altertative current |
| AE | Asociated Engineering |
| Ah | Amperios |
| Al | Aluminio |
| CED | Corte en deceleración |
| CIS | Continuous injection system |
| CISE | Continuous electronic injection system |
| CKP | Crankshaft position sensor |
| CMP | Camshaft position sensor |
| CO2 | Óxidos de carbono |
| CPC | Corrección de plena carga |
| DC | Direct current |
| EA | Enriquecimiento para la aceleración |
| EC | Enriquecedor para el calentamiento |
| ECM | Engine control module |
| ECM | Engine control module |
| ECT | Engine coolant temperature |
| ECU | Engine control unit |
| EDA | Elevación después del arranque |
| EFI | Engine fuel injection |
| EGR | Exhaust gas recirculation |
| EIA | Escuela de Ingeniería Automotriz |
| EPA | Elevación para el arranque |
| GM | General Motors |
| GND | Ground/Masa electrónica |
| HEGO | Heated exhaust gas oxigen |
| HP | Horse power |
| Hz | Hertzios |
| IAT | Instake air temperature |
| KS | Knock sensor |
| MAF | Mass air flow |

| | |
|-----|---|
| MAP | Manifold absolute pressure |
| MPI | Multi point injection |
| mV | Mili voltios |
| NOx | Los óxidos de nitrógeno |
| NTC | Coeficiente térmico negativo |
| OBD | On board diagnostic |
| PSI | Pound per square inch – libra/fuerza por pulgada cuadrada |
| SAE | Society of Automotive Engineers |
| TPS | Trottle position sensor |
| VLD | Vista lateral derecha |
| VS | Vista superior |
| AFS | Air flow sensor |
| WOT | Wide open throttle |

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1: Tabla tubos de aluminio comercial
- ANEXO 2: Catalogo baterías Ecuador
- ANEXO 3: Valores normalizados cables AWG
- ANEXO 4: Etiquetas y escalas
- ANEXO 5: Listado sensores posición de mariposa – TPS
- ANEXO 6: Listado sensores temperatura – ECT
- ANEXO 7: Listado sensores presión absoluta múltiple – MAP
- ANEXO 8: Listado sensores HEGO
- ANEXO 9: Guías de laboratorio
 - Práctica N° 01: TPS
 - Práctica N° 02: ECT
 - Práctica N° 03: MAP
 - Práctica N° 04: HEGO
 - Práctica N° 05: Sensor Hall
 - Práctica N° 06: Sensor Inductivo

RESUMEN

Se ha desarrollado un Banco Emulador Universal para Señales de Sensores Automotrices Resistivos, Inductivos y Efecto Hall e implementado en los Laboratorios de la Escuela de Ingeniería Automotriz, mediante un estudio teórico - práctico de los sistemas de Inyección Electrónica que incorporan actualmente los vehículos.

El proyecto es fundamentalmente para mostrar a los estudiantes los diferentes estados que un vehículo puede permanecer, con la variación única de las señales de los sensores del conjunto motor, para acentuar los conocimientos que en el aula les es entregado; con ello se busca el incremento de habilidades y destrezas de manera fácil, práctica y didáctica.

El dispositivo emulador, correctamente instalado, es capaz de simular las señales que envían los sensores que se encuentran informando acerca de variaciones de Voltaje, Resistencia y Frecuencia directamente a la ECU (Engine Control Unit), para de esta manera poder observar las variaciones físicas que representan en el motor del vehículo.

El banco de pruebas tendrá características de simplicidad de funcionamiento, fácil transportación, debido a que el soporte ha sido realizado en aluminio por su versatilidad de características positivas: ligereza, resistencia, magnéticamente neutro, entre otras; además de contar con manuales completos de uso con secuencias detalladas de pasos a seguir y anexos para la correcta conexión de sensores en la mayoría de marcas comerciales del país.

Se recomienda seguir las instrucciones del manual para instalar el Emulador, debido que al variar conexiones, se corre el riesgo de exponer todos los elementos eléctricos a que sufran daños.

SUMMARY

This study shows to the students the different states that a vehicle can remain, with the sensors of the motor, to reinforce the knowledge taught in class, through this study we will get better our skills in an easy, practical, and didactic way.

The major problem is the lack of practical studies on the electronic injection of a vehicle.

The emulator device, properly installed, is capable of simulating the signals sent to the sensors that are reporting on Voltage, variations Resistance and Frequency directly to ECU (Engine Control Unit), for this way to observe the physical changes represented in the motor vehicle.

The test will have features of simplicity of operation, ease of transportation, because the support has been made of aluminum because of its versatility of positive features: lightness, strength, magnetically neutral, among others, in addition to full manual usage of consequences detailed steps and schedules for the correct connection of sensors in most commercial brands of the country.

I recommended following the directions due to the manual to install the emulator, because if you vary the connections, electronic devices could shut off.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

El presente proyecto tiene la finalidad de incentivar a los estudiantes el aprendizaje del funcionamiento de los diferentes componentes electrónicos del sistema de inyección de combustible que poseen actualmente los automóviles.

La inyección de combustible es un sistema de alimentación de motores de combustión interna, que es el que usan prácticamente todos los automóviles europeos desde 1990, debido a la obligación de reducir las emisiones contaminantes y a la versatilidad de relativa economía que brindan.

En los motores de gasolina actualmente está desterrado el carburador en favor de la inyección, ya que permite una mejor dosificación del combustible y sobre todo desde la aplicación del mando electrónico por medio de un calculador que utiliza la información de diversos sensores colocados sobre el motor para manejar las distintas fases de funcionamiento, siempre obedeciendo las solicitudes del conductor en primer lugar y las normas de anticontaminación en un segundo lugar.

Los sistemas de inyección electrónica tienen la característica de permitir que el motor reciba solamente el volumen de combustible que necesita, Con eso se garantiza:

- Menor contaminación,
- Mayor economía,
- Mayor rendimiento,
- Arranque más rápido,
- No utiliza el ahogador (chock); y,
- Mejor aprovechamiento del combustible.

En el Ecuador en los últimos 10 años se han introducido gran cantidad de vehículos, los mismos que cuentan con novedosos sistemas para la inyección de combustible, mismos que son bastante complicados comprender su funcionamiento.

El presente trabajo busca mostrar de una manera más sencilla y didáctica el funcionamiento de algunos de estos componentes (sensores), mediante la utilización de un banco emulador, que es capaz de simular las señales emitidas por la mayoría de los sensores dentro del vehículo, y de esta manera enseñarnos la base del funcionamiento de la inyección electrónica.

Con la ayuda de este banco emulador, el docente va a tener la capacidad de poder demostrar los conocimientos que son aprendidos todos los días en las aulas de clase.

1.2 Antecedentes

Las apariciones de sistemas de inyección electrónica cada vez más sofisticados e incorporando nuevas tecnologías, hace que sea imprescindible la utilización de herramientas cada vez más didácticas en el entendimiento del funcionamiento de sus diferentes componentes.

La enseñanza teórica, debe ir en complemento con una enseñanza práctica, mediante la utilización de gráficas, modelos y en este caso equipos que nos ayuden en la asimilación de información sobre funcionamiento de componentes de un vehículo con un sistema de inyección electrónica.

El modelo a construir será basado en un modelo particular que permita su uso de manera fácil, práctica y didáctica. El presente banco de pruebas fomentará el interés y el acercamiento a instrumentos de evaluación tales como el osciloscopio y el scanner.

El banco de pruebas estará ubicado en los talleres de la EIA y servirá para analizar el funcionamiento de varios de los elementos que componen el sistema de

inyección electrónica y que a su vez son los más utilizados en los vehículos de nuestro medio.

El análisis de la investigación se basa en el marco teórico que será descrito en los capítulos del marco teórico y llevado a la práctica con la construcción del banco de pruebas y su posterior demostración de funcionamiento.

El estudio empezará analizando los modelos ya hechos de otros tipos de bancos de prueba, tomando lo indispensable y dejando de lado cosas que no serán aplicadas en el nuevo modelo, pasando luego al diseño estructural construcción y posterior demostración del mismo.

1.3 Justificación.

La complejidad de los sistemas de inyección de los vehículos modernos obliga a la utilización de equipos modernos para la comprensión de los componentes de un sistema de inyección, por lo cual, un banco de pruebas que pueda mostrar por separado el funcionamiento de varios de componentes del sistema de inyección se hace muy necesario.

La importancia de una buena comprensión de funcionamiento de los diferentes componentes de un sistema de inyección es esencial para descubrir el mal funcionamiento de un elemento específico, y; sobre todo poder mostrar el trabajo que realizan los sensores informando de señales específicas a la ECU.

Así mismo, se logrará un mejoramiento en la enseñanza de materias como inyección electrónica, autotrónica, electricidad y electrónica del automóvil, ya que el banco de pruebas proveerá de resultados prácticos y totalmente didácticos los cuales se complementarán con la debida explicación del docente.

La implementación de un banco de pruebas para analizar varios elementos del sistema de inyección es de gran importancia, ya que los daños que se producen en los automóviles son complejos y requieren de gráficas osciloscópicas para ver el

funcionamiento de cada uno de los componentes del sistema. El banco de pruebas indicará entre otras cosas las variables que son requeridas por los sensores para su correcto funcionamiento, dando una semejanza (emulador) del funcionamiento dentro del vehículo de los mismos.

Ayudará además para aclarar experimentalmente los conceptos como resistencia interna, voltajes de alimentación, voltajes de referencia, etc., que son frecuentemente usados en las horas de clases.

El banco de pruebas proporcionará la ayuda necesaria para entender y comprender el desarrollo y la evolución de los sistemas de inyección electrónica en los últimos años. Nos da la oportunidad de tener una idea clara de los nuevos sistemas que ya no necesitan de módulos externos ya que todo lo realiza la unidad de control electrónica del motor. Así mismo se verificarán los datos obtenidos realizando comparaciones con parámetros establecidos.

Cuando se implemente el banco de pruebas en el laboratorio de la EIA se realizarán prácticas guiadas por el docente de la asignatura a sus alumnos y verificar el trabajo específico de cada elemento y así dar la solución a cada problema presentado.

La inversión hecha en este banco de pruebas, es totalmente necesaria para mejorar la enseñanza de los diferentes componentes de un sistema de inyección electrónica, mejorando la calidad de enseñanza y elevando un conocimiento práctico.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Desarrollar un banco de pruebas universal para señales de sensores automotrices resistivos, inductivos y efecto hall; e implementar en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Automotriz.

1.4.2 Objetivos específicos.

- Recopilar información necesaria sobre elementos de inyección para la conceptualización del proyecto.
- Seleccionar materiales necesarios para construir banco de emulación de sensores, dimensiones y ubicación de componentes.
- Emular las señales de sensores en inyección electrónica, y mostrar la secuencia de conexión de los mismos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.5 Historia de la Inyección Electrónica

2.5.1 Inicios de la inyección

La historia de la inyección de combustible se remonta al siglo XIX.

Nikolaus August Otto y Jean Joseph Étienne Lenoir presentaron motores de combustión interna en la Feria Mundial de París de 1867. En 1875, Wilhelm Maybach de Deutz fue el primero en convertir un motor de gas para funcionar con gasolina. Este motor usaba un carburador con una mecha suspendida a través del flujo del aire entrante. Los extremos de la mecha estaban sumergidos en la gasolina recipiente debajo de la mecha. Al arrancar el motor, el aire entrante pasaba a través de la mecha, evaporaba la gasolina y llevaba los vapores del combustible dentro del motor para ser quemado.

Hacia finales del siglo, Maybach, Carl Benz y otros, habían desarrollado un alto nivel de desarrollo en la tecnología del carburador. Se había desarrollado el carburador de chorro de rocío controlado por un flotador.

En fecha tan lejana como 1883, junto con los que trabajaban en los carburadores, otros estaban experimentando con la inyección de combustible rudimentaria. Edward Butler, Deutz y otros desarrollaron sistemas precursores de inyección de combustible.

La inyección de combustible gasolina realmente tomo vuelo por medio de la aviación. La inyección de combustible jugó un papel importante desde el principio en el desarrollo de la aviación práctica.

En 1.903, el avión de Wright utilizó un motor de 28 HP (caballos de fuerza) con inyección de combustible. En la Europa anterior a la primera guerra mundial, la industria de la aviación comprobó las ventajas obvias de la inyección de combustible. Los carburadores de los aviones son propensos a congelarse durante los cambios de altitud, limitando la potencia disponible, cosa que no sucede con la inyección de combustible. Las tazas del flotador del carburador son propensas a derramarse y a incendiarse durante todo lo que no sea vuelo normal controlado y nivelado; eso no sucede con la inyección de combustible. La primera guerra mundial trajo consigo, sin embargo, un énfasis en el incremento en los costos por rapidez y desarrollo. El desarrollo de los carburadores se impuso y la inyección de combustible quedó relegada.

La prosperidad de la posguerra en los veinte trajo consigo la renovación de cierto interés acerca del desarrollo de la inyección de combustible. A mediados de los veinte, Stromberg presentó un carburador sin flotador para aplicaciones en aeronaves, que es el predecesor de los sistemas actuales.

El AUGS militar que comenzó en Alemania prenazí, proyecto a Bosch hacia la evolución de la inyección de combustible en la rama de la aviación. En esos primeros sistemas Bosch usaba inyección directa, que rociaban el combustible a gran presión dentro de la cámara de combustión, tal como lo hace el sistema de inyección diesel. De hecho la bomba de inyección que usó Bosch para esos sistemas, fue una bomba que se modificó en la inyección de diesel.

Durante la segunda guerra mundial la inyección de combustible dominó los cielos. Ya avanzada la guerra, Continental empleó un sistema de inyección de combustible que diseñó la compañía de carburadores SU de Inglaterra. Tal sistema lo construyó en los EEUU la Simmonds Aerocessories en el motor enfriado por aire Simmonds, desarrollado para usarse en el tanque Patton. Ottavio Fuscaldó fue el primero en incorporar en 1940 un solenoide eléctrico para controlar el flujo del combustible hacia el motor.

Esto llevo a la industria automotriz hacia la moderna inyección electrónica de combustible, después de la segunda guerra mundial la inyección de combustible tocó tierra. Con la investigación y el desarrollo de la industria aérea cambiados de la inyección de combustible a los motores de chorro, los adelantos que se originaron en la guerra parecían destinados al olvido. Entonces, en 1949, un auto equipado con inyección de combustible, Offenhauser participó en la carrera de Indianápolis 500. El sistema de inyección lo diseño Stuart Hilborn y utilizaba inyección directa, en la cual el combustible inyectaba en el múltiple de admisión justamente delante de la válvula de admisión. [1]

Inyección de combustible Rochester

El uso extendido de la inyección de combustible de Hilbor-Travers en los autos de carreras tipo Indianápolis, influyo sin duda a General Motors y particularmente a Chevrolet en su decisión de desarrollar y producir un sistema de inyección para autos.

En 1952, cuando los autos Indy, casi sin excepción, estaban equipados con inyección de combustible, GM ya era veterano en este campo. El trabajo de investigación en sistemas de inyección en de combustible se inició en 1948, por el personal de ingeniería de GM juntamente con la división Allison de Indianápolis, quienes se interesaron en eliminar los carburadores en los motores de avión.

Como sucedió con Bosch y Mercedes-Benz, GM optó por la inyección directa a la cámara de combustible. Empeñó la conversión de una bomba de inyección de un motor Diesel, agregándole controles de dosificación.

Dentro de la estrecha escala de operación de velocidad de crucero, a toda la potencia de motores de avión, este sistema realizo un trabajo satisfactorio de distribución de combustible; sin embargo el costo de un sistema de inyección directa era demasiado elevado como para utilizarlo en automóviles comunes. Los ingenieros de GM estimaron el costo en ocho veces el costo del sistema con carburador.

Después de un análisis detallado, los ingenieros de GM concluyeron que inyectando en los puertos de admisión en vez de la cámara de combustión, el diseño de la boquilla podría simplificarse bastante. Esto disminuiría el costo del sistema y lo haría más atractivo para emplearlo en automóviles.

Durante las pruebas iniciales que hicieron los ingenieros de la GM, se determinó que al entrar la inyección directa en el puerto no sufría pérdida esencial de potencia, en cambio tendría ciertas ventajas: Mientras que el uso de émbolos individuales para cada cilindro proporcionaba una dosificación suficiente y exacta para los motores de avión, tendía a dar resultados muy pobres en motores para automóvil que funcionaban en vacío y eran conducidos en la ciudad, debido al modelo errático de distribución, que era inherente a este sistema de porcentajes bajos de flujo de combustible.

Inyector electrónico Bendix

El primer sistema de inyección electrónica de combustible para un motor de automóvil impulsado por gasolina, se describió primero a un grupo de ingenieros automotrices, en la reunión anual de la Society of Automotive Engineers (SAE) en Detroit el 5 de enero de 1957. Robert W Sutton reveló que a fines de 1952, había estado trabajando en este problema en su laboratorio de Eclipse Machine División de la Bendix Corporation en Lockport, Nueva York.

Sutton había solicitado la patente el día 4 de febrero de 1957, presentando 39 reivindicaciones, que efectivamente constituían una cobertura amplia para todas las formas de inyección de combustible aplicado a la electrónica. La patente (No. 2,980,000) le fue otorgada el día 18 de abril de 1961. Bendix aseguró la cobertura de la patente de este sistema en todo el mundo.

Las metas eran: Producir un sistema que se adaptase fácilmente a los motores existentes, con una silueta que permitiera bajar las líneas del cofre y con costos tan bajos que fuese posible producirlo en masa.

La invención básica no era para una pieza en particular de equipo, sino un sistema completo que utilizaba boquillas de inyección de combustible que trabajaban por medio de válvulas controladas por solenoide, en vez de utilizar la presión de combustible contra la carga del resorte.

La introducción de los controles electrónicos surgió por la insatisfacción que originaban los medios mecánicos de dosificación de combustible. “Nuestros ingenieros estaban experimentando con varios sistemas de manejo de combustible, pero teníamos problemas para obtener un dispositivo mecánico que actuase del mismo modo a todas las velocidades del motor”, explicó Sutton. “Así que le pregunte a uno de nuestros ingenieros que era radioaficionado, si habría algún modo de aplicar la electrónica para ayudar a controlar el sistema, y me dijo que si lo había.” Sutton informó que el ingeniero fue directamente a una tienda de aparatos electrónicos y regreso con algunas válvulas electrónicas y varios componentes eléctricos.

La revolución electrónica

Aunque el Electrojector Bendix no satisfizo los objetivos de costo del fabricante ni fue aceptado en Detroit, aumentó la fuerza de la revolución electrónica que estaba por llegar. Inevitablemente, la electrónica llegaría a dominar el panorama de la inyección de combustible y revolucionaría los sistemas de encendido e instrumentación.

El principio de la inyección electrónica de combustibles es muy sencillo. Los inyectores se abren no solo por la presión del combustible que está en las líneas de distribución, sino también por los solenoides accionados por una unidad electrónica de control. Puesto que el combustible no tiene que vencer una resistencia, que no sea las insignificantes pérdidas debidas a la fricción, la presión de la bomba puede fijarse en valores muy bajos, compatibles con los límites para obtener atomización completa con el tipo de inyectores utilizados.

La cantidad de combustible por inyectar, la calcula la unidad de control con base en la información que se le alimenta en relación con las condiciones de funcionamiento del motor. Esta información incluye la presión múltiple, enriquecimiento del acelerador, enriquecimientos para el arranque en frío, condiciones de funcionamiento en vacío, temperatura ambiente y presión barométrica. Los sistemas trabajan con presión constante e inyección variable sincronizada o flujo continuo.

Comparada con los sistemas de inyección mecánica, la inyección electrónica tiene un impresionante número de ventajas. Tiene menos partes móviles, no necesita estándares ultra precisos de maquinado, funcionamiento más tranquilo, menos pérdida de potencia, baja demanda de electricidad, no necesita impulsores especiales para la bomba, no tiene requerimientos críticos de filtración de combustible, no tiene sobre voltajes o pulsaciones en la línea de combustible, y finalmente, el argumento decisivo para los fabricantes de autos: Su costo es más bajo.

Aun cuando Bendix no pudo tener éxito en Detroit, el grupo británico Associated Engineering (AE) sintió que la estructura industrial de Europa y su mercado crearon condiciones diferentes a las que había en América. En 1966 la compañía decidió ofrecer su inyección electrónica de combustible Brico a ciertos fabricantes seleccionados, de autos de gran prestigio y alto rendimiento.

Después de muchas pruebas, Aston Martin hizo opcional el sistema Brico en el modelo DB6 Mark II de 1969. La potencia y el convertidor de par se mantuvieron sin cambios a partir de los motores Vantage con la misma relación de compresión 9.4:1 y carburadores Weber triples, de dos gargantas: 330 hp a 5750 rpm, 397.3 Nm de convertidor de par a 4500 rpm. Aunque fueron pocos clientes los que compraron la versión de inyección de combustible, la siguieron ofreciendo durante la producción del motor de seis cilindros y cuatro litros (hasta 1975).

El sistema Brico de AE presenta como novedad la distribución sincronizada de combustible a los puertos, con válvulas accionadas por solenoides cuya duración

de apertura-regida por pulsos eléctricos desde la unidad de control - determinaba la cantidad de combustible a inyectar. La unidad de control electrónico se hacía en dos secciones, por un lado un generador de pulso y por el otro una computadora y un discriminador combinados utilizando transistores y circuitos impresos.

Los cálculos para dosificar el combustible estaban basados en mediciones de presión absoluta del múltiple y temperatura del aire de combustión. Las boquillas se conectaban en paralelo a través de una línea en forma de anillo, e inyectaban en una forma de rocío de forma cónica a los puertos de entrada. Una bomba impulsada por el motor suministraba combustible a la taza del flotador. Esta taza aseguraba un suministro constante a la bomba de alta presión activada eléctricamente, que mantenía el combustible circulando en línea en forma de anillo, a una presión inferior a 25 psi. [2]

2.5.2 Necesidad de implantar la inyección electrónica

Los autos con inyección de combustible experimentan mejores arranques y manejabilidad, especialmente cuando el motor está frío. Los dueños de los primeros BMWs a inyección mostraban orgullosamente sus autos: aún en un día frío, ellos abrían la ventana del lado del conductor y desde afuera, extendían el brazo y giraban la llave, para después hacer alarde del suave funcionamiento del motor en ralentí.

Los dueños de autos con inyección de combustible experimentan mejores arranques y manejabilidad, especialmente cuando el motor está frío.

Para los fabricantes, la inyección de combustible significa mejor control de emisiones y mejor economía de combustible, ambos importantes para lograr las cada vez más estrictas regulaciones del gobierno. La inyección de combustible ofrece las siguientes ventajas:

- Reduce la variabilidad de la relación de aire-combustible.

- Equipara la entrega de combustible a requerimientos de operación específicos.
- Previene la pérdida de velocidad causada por el lavado de combustible de la cubeta del carburador en las curvas
- Elimina el golpeteo (autoencendido) cuando la llave se mueve a la posición de apagado. [3]

2.5.3 **Primeros vehículos con inyección electrónica**

Era como tener un sistema de inyección regulado para cada cilindro. Podría también compararse con el sistema K-Jetronic de Bosch - usado en los VW; Rabbit, Audi 5000, Volvo y otros - en que el combustible no era expulsado en la lumbrera de admisión sino rociado continuamente, a lo que se nombró inyección de flujo constante.

Chevrolet presento en 1957 el primer motor con inyección de combustible de producción en masa en el Corvette. Basándose básicamente en el diseño de Hilborn, el sistema de inyección de combustible Rochester Ramjet la Chevrolet lo usó en 1957 y 58, y Pontiac en el Bonneville en 1957. El sistema Ramjet utilizaba una bomba de alta presión para llevar el combustible desde el tanque hasta los inyectores, que lo rociaban continuamente adelante de la válvula de admisión. Un diafragma de control monitoreaba la presión del múltiple de admisión y la carga del motor. El diagrama, a su vez, se conectaba a una palanca que controlaba la posición de un émbolo para operar una válvula. Un cambio en la posición de la válvula operada por el émbolo cambiaba la cantidad de combustible desviado de regreso hacia el depósito de la bomba y alejado de los inyectores. Esto alteraba la relación aire / combustible para satisfacer la necesidades del motor.

Este sistema tenía el problema de la falta de compresión por parte de los responsables de su mantenimiento diario. Como resultado, Chevrolet y Pontiac lo suprimieron en su lista de opciones en 1959.

Al mismo tiempo que el sistema Ramjet se desarrollaba, evoluciono el sistema de inyección electrónico de combustible (EFI) el cual tenía como fin la producción en masa. El trabajo de diseño para esos sistemas comenzó en 1952 en la Eclipse Machine División de la corporación Bendix, y en 1961 se patento como el sistema Bendix Electrojector. Casi simultáneamente, al EFI se le declaro como un proyecto muerto por la gerencia de la Bendix y se archivo. Aunque el sistema Electrojector en sí nunca llegó a la producción en masa, fue el antecesor de prácticamente todos los sistemas modernos de inyección de combustible. Cuando la Bendix descarto al EFI en 1961, el interés renació hasta 1966 en que la compañía comenzó a otorgar permisos de patentes a Bosch. La VW presento en 1968 el sistema D-Jetronic de Bosch en el mercado de los Estados Unidos en sus modelos tipo 3.

Al principio de los setentas el sistema D-Jetronic se uso en varias aplicaciones europeas, incluyendo SAAB, Volvo y Mercedes aunque los encarados de dar servicio al sistema no comprendían totalmente cómo funcionaba, el D-Jetronic persistió y los procedimientos de servicio y diagnóstico del EFI se expusieron a los mecánicos de los Estados Unidos. A despecho de sus uso extendido en las importaciones Europeas, este sistema fue considerado por la industria de reparación de autos como un fiasco.

Cadillac introdujo el primer sistema EFI de producción en masa en Septiembre de 1975. Era equipo estándar en el modelo Cadillac Seville de 1976. El sistema se desarrolló por medio de un esfuerzo conjunto de Brico, Bosch y la General Motors (GM). Tenía un gran parecido con el sistema D-Jetronic de Bosch. Por este tiempo se habían desarrollado métodos sistematizados de localización de fallas como ayuda en el servicio y reparación de la inyección de combustible.

El sistema Cadillac-Bendix se usó hasta la introducción de la siguiente mejora tecnológica de la inyección de combustible, la computadora digital. Cadillac presento un sistema de inyección digital de combustible en 1980. Por simplicidad, era un sistema de dos inyectores.

Para la Bendix, la idea del control digital de la inyección de combustible se remota a sus patentes de 1970, 71 y 73. Los beneficios de la computadora digital incluyen un control más preciso de los inyectores más la habilidad de la computadora de controlar una gran variedad de sistemas de apoyo del motor. Con el uso de una computadora digital, el tiempo de ignición, las operaciones de la bomba de aire, las funciones del embrague convertidor de par de torsión, y una gran variedad de aspectos relacionados con la emisión, podían controlarse con un solo módulo de control compacto.

En 1965 la inyección de combustible Hilborn se le adaptó al motor V-8 Ford de cuatro levas, desarrollado para autos Indy. Un motor Lotus de cuatro cilindros y 16 válvulas, equipado con inyección de combustible Lucas, se usó en pocos Scorts Ford europeos modelos 1970. Fue hasta 1983 que una división Ford decidió usar la inyección de combustible de manera formal. Ese año la Ford Europea comenzó a usar el sistema K-Jetronic de Bosch que usaron ampliamente los fabricantes del norte de Europa desde los primeros años de los setentas.

Mientras tanto, comenzó en 1978, la Ford de Estados Unidos paso por tres generaciones de carburadores controlados electrónicamente. Los sistemas EECI, II y III se proyectaron para cumplir con las normas cada vez más estrictas de emisión de fines de los setenta y los inicios de los ochenta. Desde una perspectiva extranjera, la Ford y sus competidores de los Estados Unidos tenían el temor de comercializar autos con inyección de combustible o se estaban reservando para perfeccionar sus sistemas.

La Ford introdujo su inyección de combustible centralizada a gran presión (CFI) en el Versailles de 5 litros equipado con EEC III. El uso se extendió en 1981 hasta el LTD y el Gran Marqués. El modelo 1983 vio la introducción de la inyección multipuntos (MPI) en las aplicaciones de 1.6 litros. Con la introducción del sistema EEC IV en los modelos 1984, la carburación resulto la excepción en lugar de la regla para la Ford. Al entrar a los noventa, los únicos Ford todavía con equipo de carburadores, fueron paquetes de equipos especiales, como autos policíacos y remolques.

La inyección de combustible ha recorrido un largo camino durante los últimos 20 años, pero su historia se remonta a los primeros días del carburador. Así como las razones más convincentes para utilizar la inyección de combustible tienen que encontrarse en las desventajas del carburador moderno, la falta de refinamiento y la versatilidad de los antiguos carburadores prepararon el camino para hacer los primeros experimentos con la inyección de combustible. Los orígenes de la inyección de combustible no pueden desligarse de la historia del carburador y la evolución de los combustibles para motor.

La ciencia de la carburación comenzó en 1.795 cuando Robert Street logro la evaporación de la trementina y el aceite de alquitrán de hulla en un motor tipo atmosférico (un motor que trabajan sin compresión). Pero no fue sino hasta 1.824 cuando el inventor norteamericano Samuel Morey y el abogado de patentes ingles, Erskine Hazard crearon el primer carburador para este tipo de motor. Su método de funcionamiento incluía un precalentado para favorecer la evaporación.

En 1.841 avanza más el principio de la evaporación, debido al científico italiano Luigi de Cristoforis, quien construyo el motor tipo atmosférico sin pistones, equipado con un carburador en la superficie, en el cual una corriente de aire se dirigía sobre el tanque de combustible para recoger los vapores del mismo. [4]

El primer empleo práctico de la inyección de combustible no se llevó a cabo en un automóvil, sino en un motor estacionario. El estadounidense Franz Burger, un ingeniero que trabajaba para la Charter Gas Engine Company, de Sterling, Illinois, desarrolló un sistema de inyección de combustible que empezó a producirse en 1.887. en este sistema, se alimentaba el combustible por gravedad, desde el tanque y entraba al cuerpo inyector a través de una válvula de estrangulación. La boquilla del inyector sobresalía en forma horizontal, entrando al tubo vertical de admisión.

2.6 Clasificación de los Sistemas de Inyección

2.6.1 Según el lugar donde se inyectan

2.6.1.1 Inyección Directa

Los sistemas de inyección directa de gasolina fueron empleados hace muchos años al acoplarse los sistemas mecánicos de inyección de los motores Diesel a los motores Otto o de gasolina. Consistían en una bomba mecánica que empujaba a la gasolina por un conducto hasta un inyector colocado en la cámara de combustión. Pero este sistema fue desechado rápidamente por su elevado coste. Los demás sistemas de inyección que se han ido aplicando a los automóviles han sido de inyección indirecta. En este caso, el inyector no se coloca en la cámara de combustión sino en el colector de admisión. [5]

El sistema no se preocupaba del consumo o las emisiones contaminantes sólo le interesaba un aumento de potencia.

En los últimos años, dos fabricantes japoneses (Toyota y Mitsubishi) han conseguido poner a la venta motores de gasolina con inyección directa. En el caso de Toyota, no se comercializa en Europa por el alto contenido de azufre que tienen las gasolinas. Los fabricantes europeos también se han apuntado a los motores de gasolina con inyección directa y en las próximas fechas Renault, Peugeot-Citroën y Volkswagen van a ir presentando sus motorizaciones con este tipo de sistema de alimentación.

Características

La principal diferencia con los sistemas de inyección indirecta está en la colocación del inyector. Pero no es la única. Al colocarse el inyector en la cámara de combustión, es necesario aportar el combustible cuando se realizan las fases de admisión o de compresión. Mientras que en un sistema de inyección indirecta, el aporte de combustible se podía hacer en cualquier momento (con la válvula de admisión abierta o cerrada). Al tener que realizarse la inyección de forma muy

precisa (por tiempo y cantidad) no se han podido aplicar este tipo de sistema de alimentación hasta que la tecnología lo ha permitido.



FIGURA 2.1 Ubicación inyector (Sistema Inyección Directa)

En un motor de inyección directa, el cilindro se llena solamente con aire a través del conducto de admisión y luego se aporta el combustible. La mezcla se forma dentro del cilindro en un corto espacio de tiempo. Por este motivo, la gasolina tiene que inyectarse a alta presión (unos 30 ó 40 bares) y con un chorro determinado para que favorezca la pulverización. Pero también es necesario crear turbulencias dentro del cilindro para acelerar el reparto de la gasolina. La cabeza del pistón tiene una cavidad para forzar las turbulencias, y el conducto de admisión también se diseña con esa intención.

Funcionamiento

Cuando se abre la válvula de admisión, el aire entra al interior del cilindro por la parte superior y llega hasta la cabeza del pistón. El aire golpea contra el pistón y retorna hacia la parte superior del cilindro formando una turbulencia. Mientras el aire está entrando, se abre el inyector y se introduce el combustible a presión para formar la mezcla. La cantidad de combustible inyectado y el momento de producirse la inyección dependen de las solicitudes sobre el motor y de las posibilidades de funcionamiento que tiene.

La inyección se produce siempre cuando la válvula de escape ya está cerrada, de esta forma se impide que parte de la gasolina pueda salir sin quemarse por el escape. La inyección también puede realizarse en los primeros momentos de la carrera de compresión. En algunos motores, la inyección se realiza en diferentes fases.

Mezcla estequiométrica

Se denomina mezcla estequiométrica cuando se produce una dosificación de gasolina adecuada para que pueda reaccionar con todo el oxígeno de la cámara de combustión. Este tipo de mezcla se utiliza en los motores de inyección indirecta o de carburación. Su relación es de 14,7 partes en peso de aire por cada parte en peso de gasolina. Este tipo de mezcla permite obtener el rendimiento máximo del motor con las menores emisiones contaminantes.

Carga estratificada

Este tipo de mezcla se utiliza en algunos motores de inyección directa para reducir el consumo de combustible cuando no se requieren las máximas prestaciones del motor. Consiste en inyectar el combustible en dos fases, una pequeña parte durante la fase de admisión y la otra en la fase de compresión cuando el aire se encuentra formando turbulencias cerca de la bujía. Esta última inyección crea la mezcla adecuada solamente en la parte de aire que está cerca de la bujía, el resto del aire se mantiene con mezcla muy pobre. Cuando salta la chispa solamente se quema la parte de aire y gasolina que está cerca de bujía (con mezcla adecuada) y el resto simplemente se dilata por efecto de la temperatura. Este tipo de mezcla genera menos potencia, pero es suficiente para mover el coche en ciudad o a velocidades mantenidas por debajo de 120 km/h.

Esquema general de funcionamiento

En la **FIGURA 2.2** tenemos el esquema general de los diferentes elementos que forman el sistema de inyección directa de gasolina. En él se ve el circuito de admisión de aire y el circuito de suministro de combustible.

El circuito de admisión de aire empieza con el sensor (1) encargado de medir la cantidad de aire que, en función de la carga, entra en el motor. También dispone de unas electroválvulas colocadas en by-pass en dicho circuito y que actúan; la (2) en compensación de la necesidad de aire adicional debido al accionamiento de elementos auxiliares del motor y la (3) en caso de un control de todo o nada. La válvula reguladora de ralentí (4) es la encargada de mantener el régimen de giro del motor constante y actúa controlando el paso del flujo de aire después de la mariposa. Finalmente, la válvula EGR (5) realiza la función de recircular los gases de escape cuando las altas temperaturas y presiones de combustión provocan la aparición de los peligrosos óxidos de nitrógeno en los gases de escape. Podemos ver también la posición vertical de los colectores de admisión que permiten, gracias a la longitud y su cuidado pulimentado, aumentar el rendimiento volumétrico. [6]

En el circuito de suministro de combustible al motor la gasolina parte del depósito (6) gracias a una bomba previa (7) de baja presión que pasa por un filtro y un regulador de presión (8) y se conduce a un conjunto hidráulico (9) que incorpora una bomba de alta presión. Un conjunto regulador de alta presión (10) mantiene la presión de inyección en su último tramo hacia el inyector (11). La bomba inyecta carburante a una presión de 50 bar y utiliza un sensor de presión de combustible para el control preciso de la alimentación. En el escape del motor se incorpora un convertidor catalítico (12) para eliminar los restos de NOx cuando el motor trabaje con mezcla pobre o estratificada.

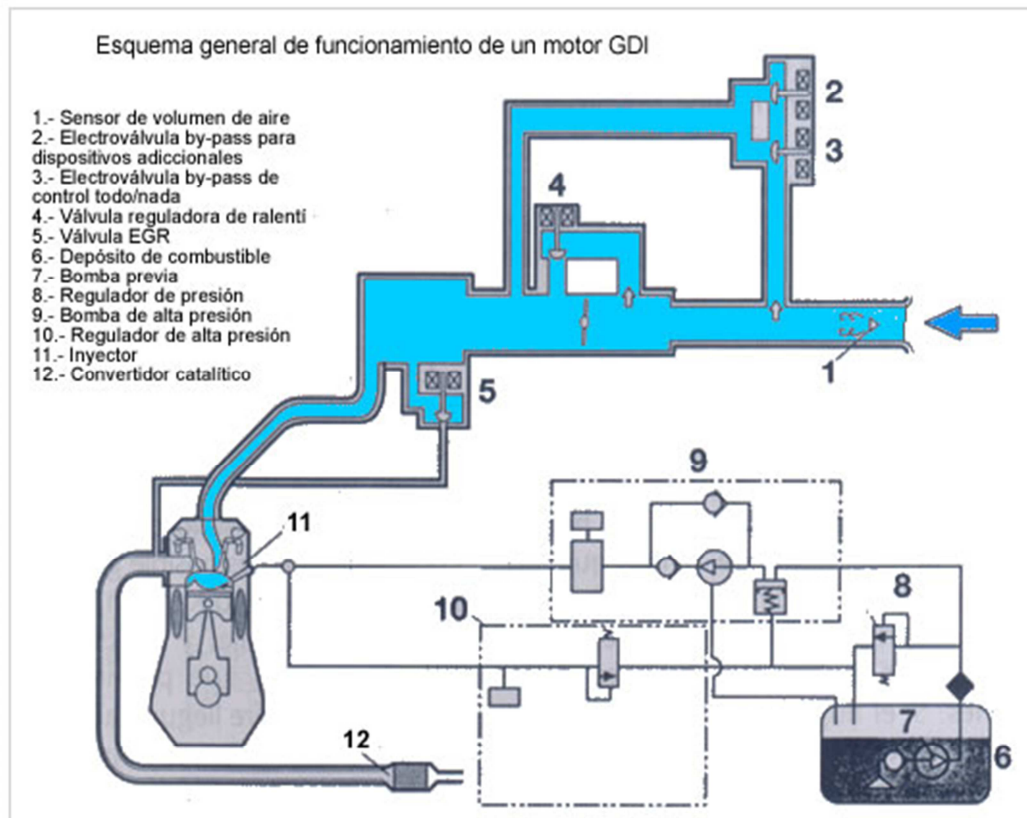


FIGURA 2.2 Esquema de Funcionamiento (Sistema Inyección Directa)

2.6.1.2 Inyección Indirecta

Tipo de sistema de inyección gasolina que inyecta una cantidad de combustible, mediante un inyector en la tubería de aspiración de cada cilindro anterior a la válvula de admisión. La inyección indirecta en los Diesel se realiza mediante la inyección de combustible en una cámara de precombustión.

En los motores de gasolina de inyección indirecta la gasolina se introduce antes de la cámara de combustión, en el denominado colector de admisión. En los Diesel de inyección indirecta, el gasóleo se inyecta en una precámara ubicada en la culata, y conectada con la cámara principal de combustión dentro del cilindro mediante un orificio de pequeña sección. Parte del combustible se quema en la precámara, aumentando la presión y enviando el resto del combustible no quemado a la cámara principal, donde se encuentra con el aire necesario para completar la combustión. [7]

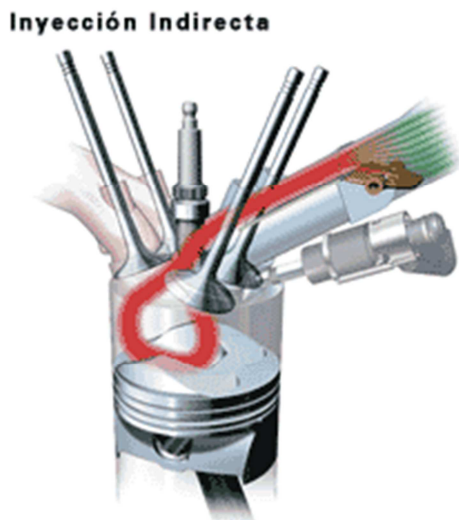


FIGURA 2.3 Ubicación inyector (Sistema Inyección Indirecta)

2.6.2 Según el número de inyectores

2.6.2.1 Inyección Monopunto

Este sistema apareció por la necesidad de abaratar los costes que suponía los sistemas de inyección multipunto en ese momento (principios de la década de los 90) y por la necesidad de eliminar el carburador en los automóviles utilitarios de bajo precio para poder cumplir con las normas anticontaminación cada vez más restrictivas. El sistema monopunto consiste en único inyector colocado antes de la mariposa de gases, donde la gasolina se impulsa y a una presión de 0,5 bar.

Los tres elementos fundamentales que forman el esquema de un sistema de inyección monopunto son el inyector que sustituye a los inyectores en el caso de una inyección multipunto. Como en el caso del carburador este inyector se encuentra colocado antes de la mariposa de gases, esta es otra diferencia importante con los sistemas de inyección multipunto donde los inyectores están después de la mariposa.

La dosificación de combustible que proporciona el inyector viene determinada por la ECU la cual, como en los sistemas de inyección multipunto recibe información de diferentes sensores. En primer lugar necesita información de la cantidad de aire

que penetra en el colector de admisión para ello hace uso de un caudalímetro, también necesita otras medidas como la temperatura del motor, el régimen de giro del mismo, la posición que ocupa la mariposa de gases, y la composición de la mezcla por medio de la sonda Lambda. Con estos datos la ECU elabora un tiempo de abertura del inyector para que proporcione la cantidad justa de combustible.

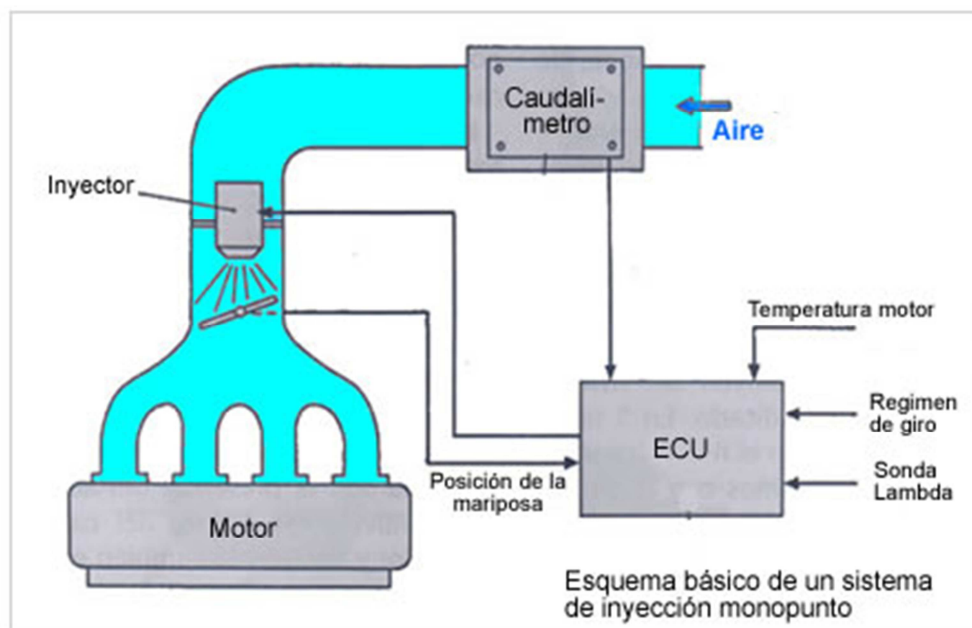


FIGURA 2.4 Esquema Funcionamiento (Sistema Inyección Monopunto)

El elemento distintivo de este sistema de inyección es la "unidad central de inyección" o también llamado "cuerpo de mariposa" que se parece exteriormente a un carburador. En este elemento se concentran numerosos dispositivos como por supuesto "el inyector", también tenemos la mariposa de gases, el regulador de presión de combustible, regulador de ralenti, el sensor de temperatura de aire, sensor de posición de la mariposa, incluso el caudalímetro de aire en algunos casos.

2.6.2.2 Inyección Multipunto

Una inyección multipunto dispone de un inyector por cilindro, como ya sabe, y técnicamente no hay más diferencia,

Composición

En los sistemas de inyección multipunto, cada cilindro utiliza una válvula de inyección que pulveriza el combustible antes de la válvula de admisión del motor, para que el combustible pulverizado se mezcle con el aire produciendo la mezcla que resultará en la combustión.

Las válvulas de inyección son comandadas electromagnéticamente, abriendo y cerrando, por medio de impulsos eléctricos provenientes de la unidad de comando. Para obtener una perfecta distribución del combustible, sin pérdidas por condensación, se debe evitar que el chorro de combustible toque en las paredes internas de la admisión. Por lo tanto, el ángulo de inyección de combustible difiere de motor a motor. Para cada tipo de motor existe un tipo de válvula de inyección. Como las válvulas son componentes de elevada precisión, se recomienda limpiarlas y revisarlas regularmente. [8]

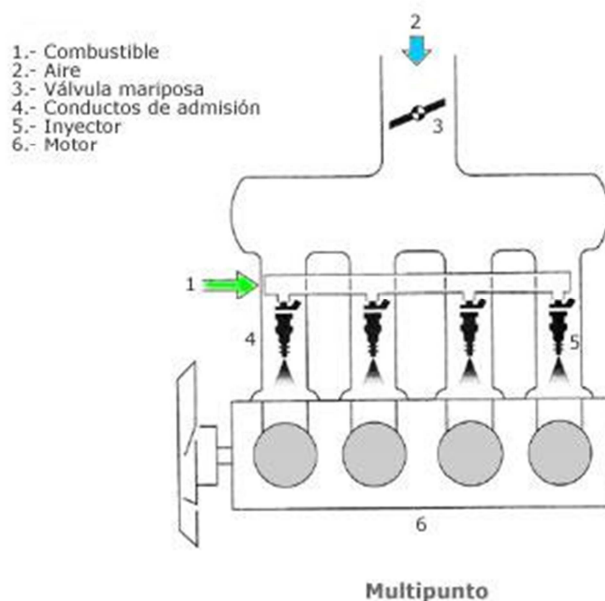


FIGURA 2.5 Esquema Funcionamiento (Sistema Inyección Multipunto)

Un inyector por cilindro es responsable de dosificar el combustible, generalmente el proceso de preparación de la mezcla tiene lugar inmediatamente antes del inyector, en el colector de admisión.

La inyección de combustible controlada electrónicamente asegura una preparación óptima de la mezcla en cada cilindro.

De este modo se cumplen los requisitos para una potencia del motor elevada. Así como bajos consumos de combustibles y más aún las emisiones de CO₂, la inyección multipunto se consigue con la preparación individual de la mezcla en cada cilindro.

Lo cual proporciona una gran suavidad de marcha y unos bajos niveles de emisión.

2.6.3 Según el número de inyecciones

2.6.3.1 Inyección Continua

En la inyección continua, los inyectores introducen el combustible de forma continua en el colector de admisión, ya dosificada y a presión.

Es el dispositivo que suministra los inyectores con combustible presurizado en proporción al volumen de aire, medido por la placa del sensor del flujo de aire. El distribuidor de combustible contiene el pistón de control y las válvulas de presión diferenciales. Toda medida de combustible sucede dentro del distribuidor de combustible.

En este sistema de inyección, la gasolina se inyecta de manera constante. Su presión de combustible es de 35 a 45 PSI, y utiliza un inyector por cada cilindro.

Los componentes de este sistema son los inyectores, la computadora y el cuerpo de aceleración; y por supuesto, la bomba, relevador, filtros y regulador de combustible.

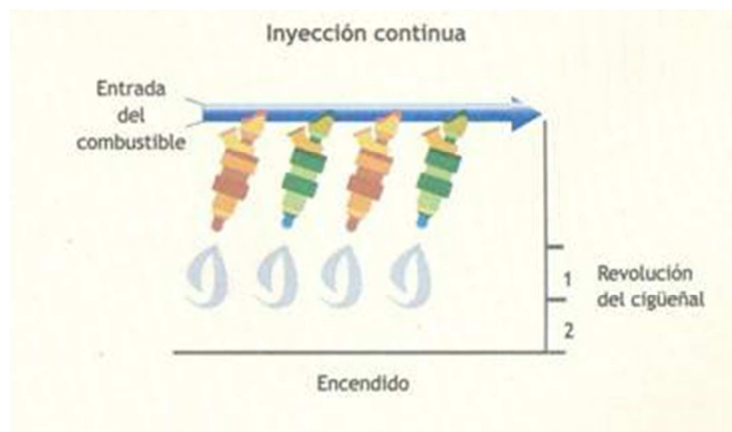


FIGURA 2.6 Esquema Funcionamiento (Sistema Inyección Continua)

2.6.3.2 Inyección Intermitente

2.6.3.2.1 Inyección Secuencial

Tal como su nombre lo indica, este tipo de inyección se realiza en secuencia. Para esto, se toma de base el tiempo de encendido del motor.

Este sistema utiliza un inyector por cada cilindro, y una presión de combustible de 35 a 45 PSI.

Sus principales componentes son los inyectores, la computadora y el cuerpo de aceleración; y por supuesto, la bomba, relevador, filtros y regulador de combustible.

La ventaja de este sistema, es que utiliza un control de combustible más eficiente y que no tiene una considerable pérdida de potencia.

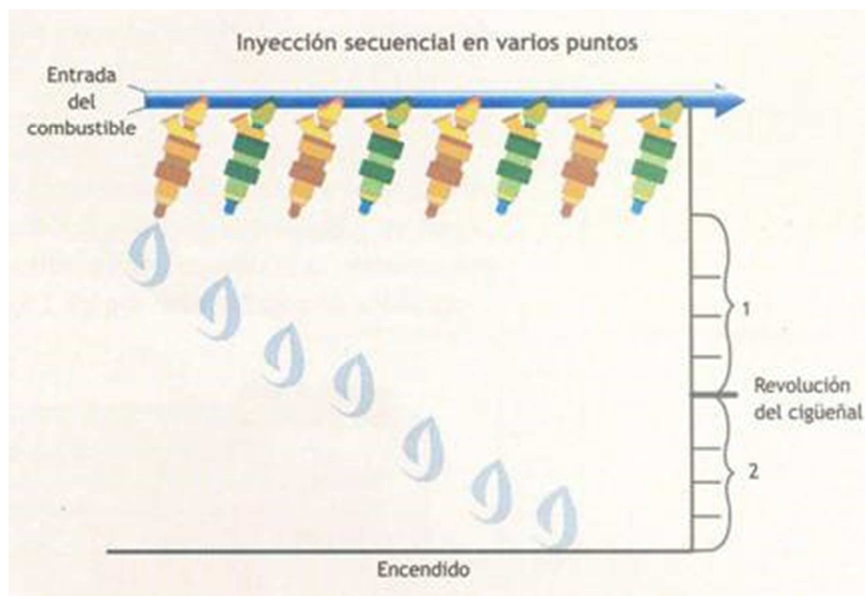


FIGURA 2.7 Esquema Funcionamiento (Sistema Inyección Secuencial)

2.6.3.2.2 Inyección Semisecuencial

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

En este tipo de inyección, que emplea un inyector por cada cilindro, el combustible se inyecta a dos cilindros por turno. La presión de combustible es de 35 a 60 PSI.

En comparación con el sistema continuo, el sistema de inyección por pares permite ahorrar un poco más de combustible.

Los principales componentes de este sistema son los inyectores, la computadora y el cuerpo de aceleración; y por supuesto, la bomba, relevador, filtros y regulador de combustible. [9]

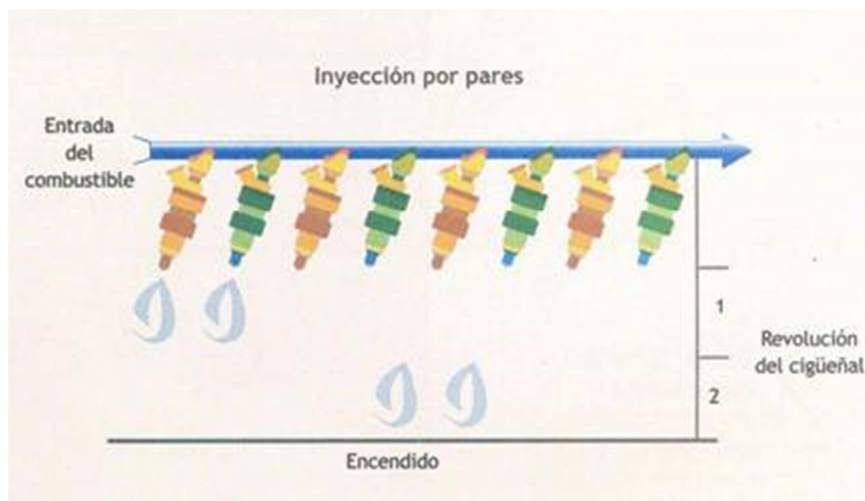


FIGURA 2.8 Esquema Funcionamiento (Sistema Inyección Semiseccional)

2.6.3.2.3 Inyección Simultánea

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



FIGURA 2.9 Esquema Funcionamiento (Sistema Inyección Simultánea)

2.6.4 Según características de funcionamiento

2.6.4.1 Inyección Mecánica

El sistema K-Jetronic proporciona un caudal variable de carburante pilotado mecánicamente y en modo continuo. Este sistema realiza tres funciones fundamentales:

- Medir el volumen de aire aspirado por el motor, mediante un caudalímetro especial.

- Alimentación de gasolina mediante una bomba eléctrica que envía la gasolina hacia un dosificador-distribuidor que proporciona combustible a los inyectores.
- Preparación de la mezcla: el volumen de aire aspirado por el motor en función de la posición de la válvula de mariposa constituye el principio de dosificación de carburante. El volumen de aire está determinado por el caudalímetro que actúa sobre el dosificador-distribuidor.

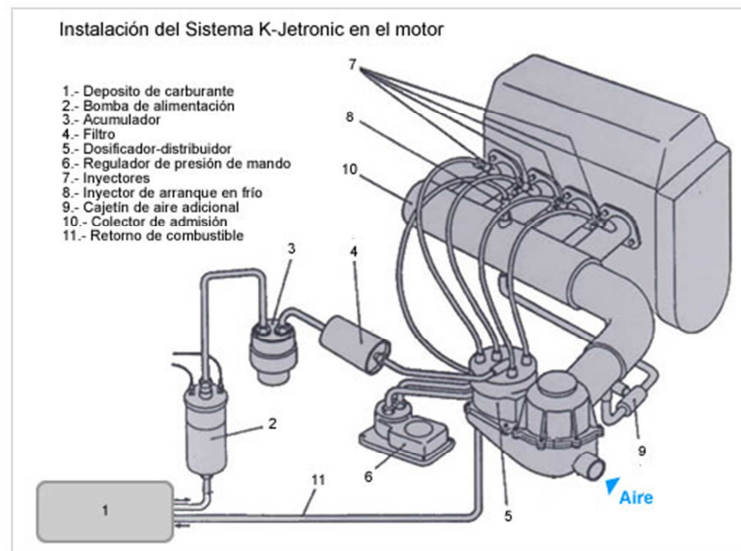


FIGURA 2.10 Esquema Instalación Sistema K-Jetronic

Componentes del modelo K-jetronic

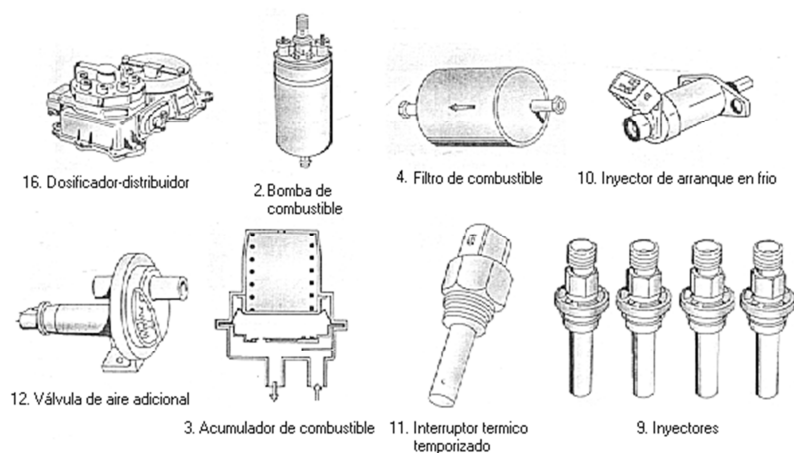


FIGURA 2.11 Componentes de Sistema K-Jetronic

Bomba eléctrica de combustible:

Es una bomba de tipo centrífugo situado a la salida del depósito; en un interior hay una cámara excéntrica con un disco que contiene cinco cavidades donde están los rodillos. Debido a la fuerza centrífuga los rodillos resultan proyectados contra las paredes, aumentando el volumen de las cavidades y aspirando la gasolina, que se impulsa hasta el tubo distribuidor. La bomba tiene una válvula de descarga que limita la presión del circuito. De esta manera se evita que una posible obstrucción provoque la avería de la propia bomba. Cuando la bomba esta parada, una válvula a la salida mantiene una presión residual en el circuito. El motor de la bomba esta bañado en la propia gasolina que le sirve al mismo tiempo de lubricante y refrigerante.

Aunque pueda parecer que existe riesgo de inflamación el estar en contacto con la gasolina con el motor eléctrico, esto no es posible debido a la ausencia de aire para la combustión.

Al poner el contacto del vehículo la bomba se pone en marcha permaneciendo en funcionamiento todo el tiempo en que el motor está en marcha.

Un sistema de seguridad detiene la bomba cuando no hay mando de encendido.

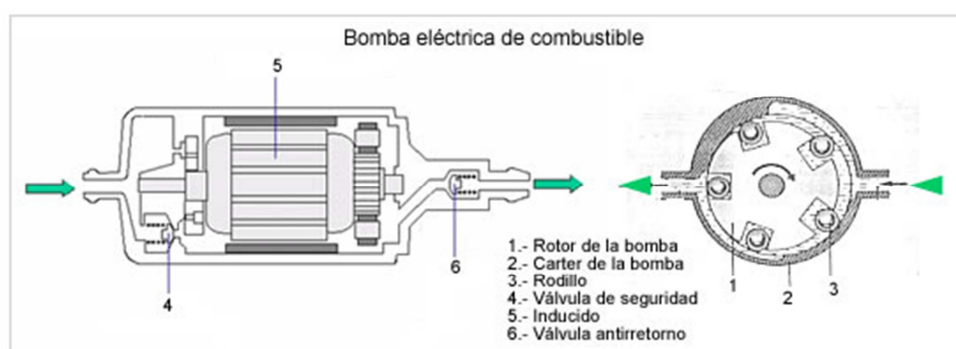


FIGURA 2.12 Partes bomba eléctrica de combustible

Acumulador de combustible:

Mantiene bajo presión el circuito de carburante después del paro del motor, para facilitar una nueva puesta en marcha, sobre todo si el motor está caliente. Gracias

a la forma particular de su cuerpo, el acumulador ejerce una acción de amortiguación de los impulsos presentes en el circuito y debidos a la acción de la bomba. El interior del acumulador está dividido por dos cámaras separadas por una membrana. Una cámara tiene la misión de acumular carburante y la otra contiene un muelle.

Durante el funcionamiento, la cámara de acumulación se llena de carburante oponiéndose a la presión ejercida por el muelle. La membrana queda en esta posición, que corresponde al volumen máximo hasta que el motor deja de funcionar. A medida que el circuito de carburante va perdiendo presión la membrana va desplazándose para compensar esta falta de carburante.

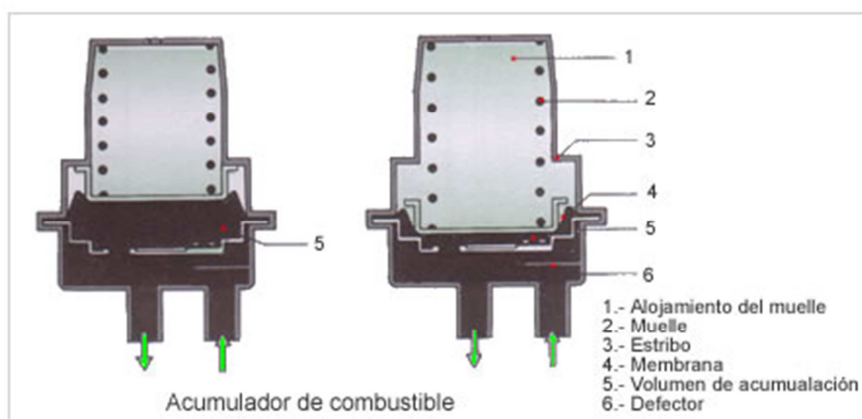


FIGURA 2.13 Partes internas acumulador de combustible

Regulador de presión

El regulador de presión de combustible mostrado en la **FIGURA 2.14** mantiene una presión constante de 5 bares en la parte inferior de las válvulas de presión diferencial cualquiera que sea la fase de utilización del motor, o las variaciones de caudal de la bomba de alimentación. El regulador de presión devuelve el combustible sobrante al depósito con la presión atmosférica. También el regulador de presión devuelve al depósito el combustible que le llega del "regulador de fase de calentamiento" a través de la salida (8) y pasando por la válvula de aislamiento (5).

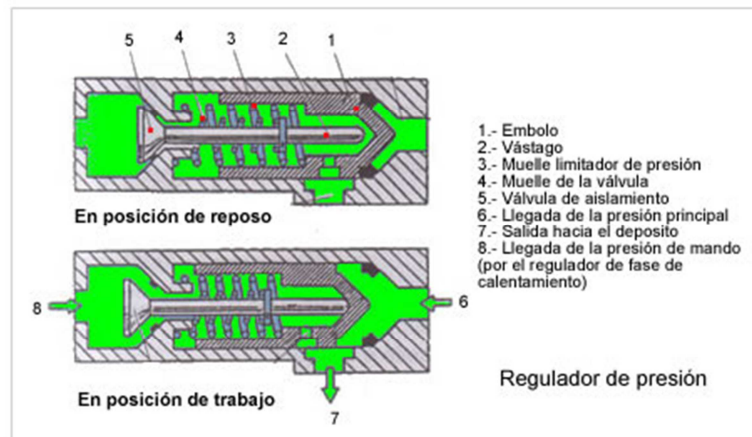


FIGURA 2.14 Partes internas regulador de presión de combustible

Arranque en frío

Al arrancar en frío el motor necesita más combustible para compensar las pérdidas debidas a las condensaciones en las paredes frías del cilindro y de los tubos de admisión. Para compensar esta pérdida y para facilitar el arranque en frío, en el colector de admisión se ha instalado un inyector de arranque en frío (10), el cual inyecta gasolina adicional durante la fase de arranque. El inyector de arranque en frío se abre al activarse el devanado de un electroimán que se aloja en su interior. El interruptor térmico temporizado limita el tiempo de inyección de la válvula de arranque en frío de acuerdo con la temperatura del motor. A fin de limitar la duración máxima de inyección de el inyector de arranque en frío, el interruptor térmico temporizado va provisto de un pequeño elemento caldeable que se activa cuando se pone en marcha el motor de arranque. El elemento caldeable calienta una tira de bimetel que se dobla debido al calor y abre un par de contactos; así corta la corriente que va al inyector de arranque en frío.

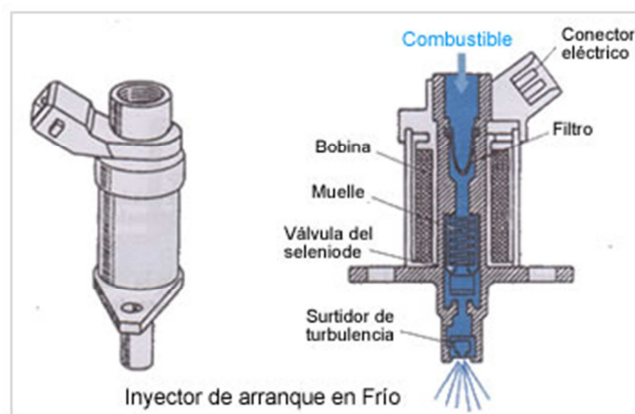


FIGURA 2.15 Inyector adicional para arranque en frío (Partes Internas)

Inyectores

El combustible dosificado por el dosificador-distribuidor, es enviado a los inyectores y de estos se inyecta en los diversos conductos de admisión antes de las válvulas de admisión de los cilindros del motor. Los inyectores están aislados del calor que genera el motor evitando la formación de pequeñas burbujas de vapor en los tubos de inyección después de parar el motor. La válvula (1) responde incluso a las cantidades pequeñas, lo cual asegura una pulverización adecuada incluso en régimen de ralentí.

Los inyectores no contribuyen en la dosificación. Las válvulas de inyección se abren automáticamente cuando la presión sobrepasa un valor fijado (3,3 bar) y permanecen abiertas; inyectando gasolina mientras se mantiene la presión. La aguja de la válvula oscila a una frecuencia elevada obteniéndose una excelente vaporización. Después del paro del motor los inyectores se cierran cuando la presión de alimentación es inferior a los 3,3 bar. Cuando se para el motor y la presión en el sistema de combustible desciende por debajo de la presión de apertura de la válvula de inyección un muelle realiza un cierre estanco que impide que pueda llegar ni una gota más a los tubos de admisión. [10]

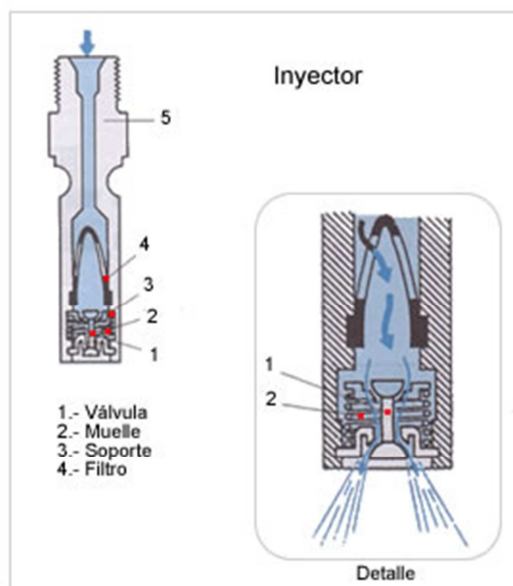


FIGURA 2.16 Partes internas del inyector de Combustible (Sistema K-Jetronic)

2.6.4.2 Inyección Electromecánica

El KE-Jetronic es un sistema perfeccionado que combina el sistema K-Jetronic con una unidad de control electrónica (ECU). Excepto algunos detalles modificados, en el sistema KE-Jetronic encontramos los principios de base hidráulicos y mecánicos del sistema K-Jetronic. La diferencia principal entre los dos sistemas es que en el sistema KE se controlan eléctricamente todas las correcciones de mezcla, por lo tanto no necesita el circuito de control de presión con el regulador de la fase de calentamiento que se usa en el sistema K-Jetronic. La presión del combustible sobre el émbolo de control permanece constante y es igual a la presión del sistema. Los circuitos eléctricos de esta unidad reciben y procesan las señales eléctricas que transmiten los sensores, como el sensor de la temperatura del refrigerante y el sensor de posición de mariposa. El dosificador-distribuidor de combustible instalado en el sistema KE tiene un regulador de presión de carburante de membrana separado, el cual reemplaza al regulador integrado del sistema K-jetronic. [11]

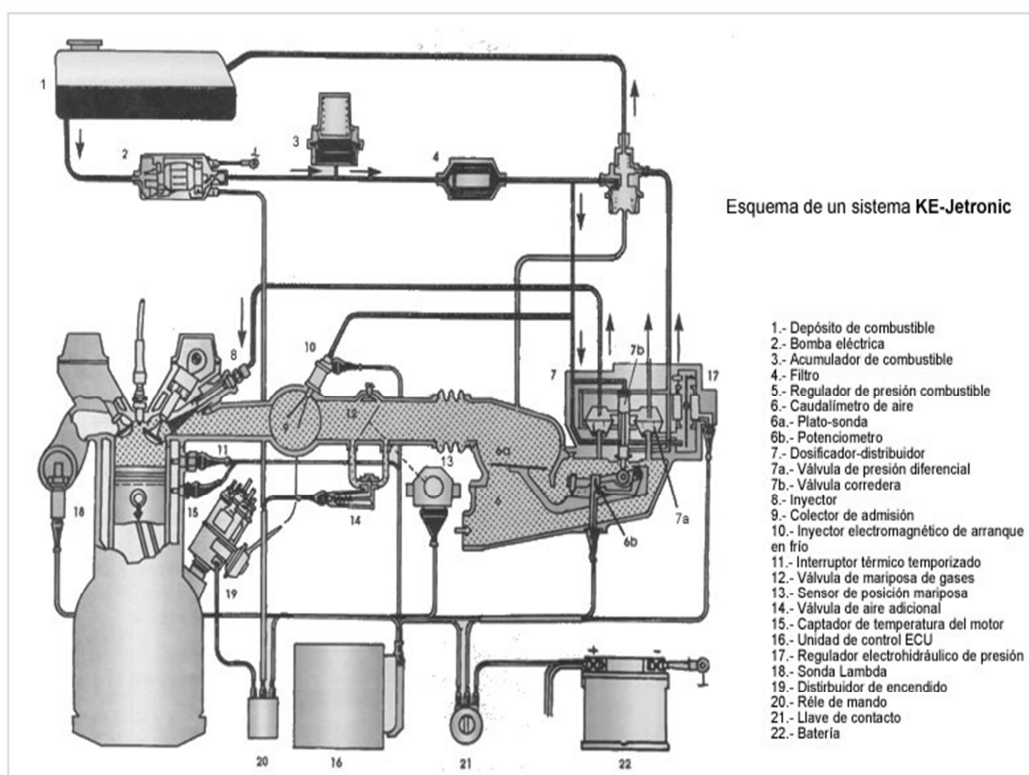


FIGURA 2.17 Esquema instalación de Sistema de Inyección KE-Jetronic

Elementos del sistema

1. Bomba eléctrica de combustible
2. Filtro
3. Acumulador de presión
4. Dosificador – distribuidor
5. ECU
6. Regulador de presión
7. Inyectores
8. Regulador de ralentí
9. Sensor posición de mariposa
10. Inyector de arranque en frío
11. Sensor de temperatura
12. Termo contactó temporizado
13. Sonda lambda.

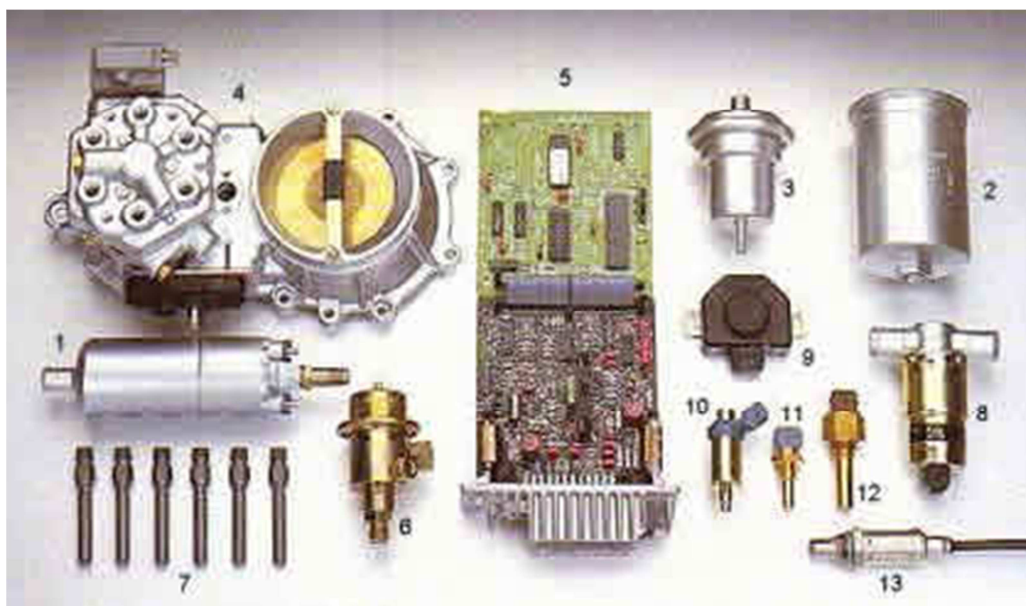


FIGURA 2.18 Partes Constitutivas de Sistema de Inyección KE-Jetronic

Regulador de presión del circuito de alimentación de combustible

Otro elemento diferencial con respecto al sistema K-Jetronic es el uso de este elemento. Su misión es mantener un valor de presión estable en el circuito aun

cuando el consumo sea elevado o se observen valores irregulares en la presión proporcionada por la electrobomba.

En cuanto la electrobomba se pone en marcha, el combustible pasa a llenar la cámara de presión gracias a su entrada. El valor de esta presión está calculado para que venza la presión que ejerce el muelle que empuja una membrana, con un plato central que a su vez actúa sobre la válvula principal.

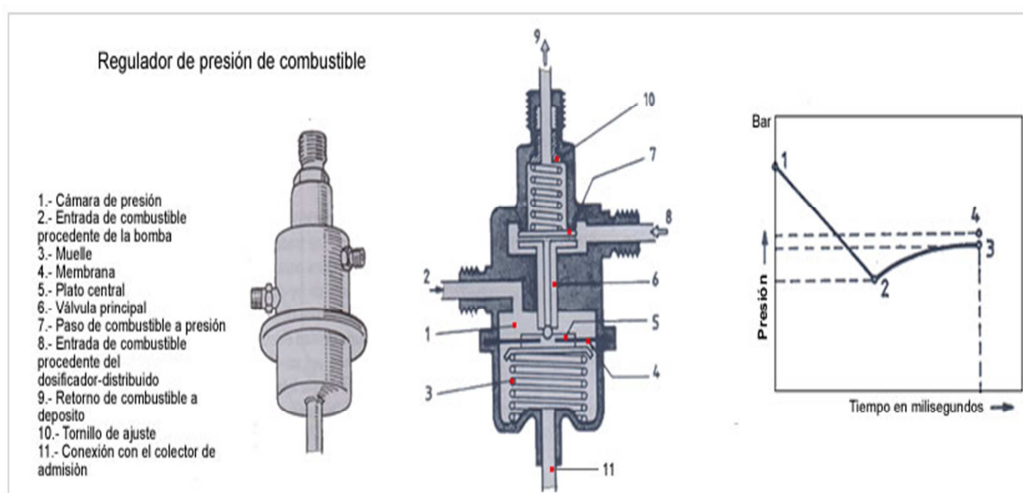


FIGURA 2.19 Regulador de Presión de Combustible (Sistema KE-Jetronic)

Actuador rotativo de ralentí

Este dispositivo sustituye a la válvula de aire adicional utilizada en el sistema K-Jetronic. Está constituido por un conducto por donde pasa la corriente de aire adicional que pone en bypass a la mariposa de aceleración. Este conducto está controlado por una válvula corredera giratoria que puede abrir más o menos el paso de este conducto según la posición que le imprima el inducido giratorio cuya posición inicial viene controlada por el muelle espiral que le sujeta por su extremo superior. El dispositivo está provisto de un bobinado que recibe corriente a través de una conexión eléctrica.

Según el estado de saturación eléctrica a que se encuentre el bobinado se determina una variación angular (giro) del inducido. Esta variación angular del inducido arrastra a la válvula giratoria lo que se traduce en diferentes posiciones de abertura para el paso del aire a través del bypass.

El actuador rotativo es controlado por la centralita ECU. Esta tiene en cuenta los datos que le proporcionan los sensores de: temperatura motor, régimen de giro y posición de abertura de la mariposa de gases. Estos tres valores son tratados por la ECU y son comparados con los valores tipo que tiene memorizados, y de aquí se elabora una señal eléctrica que es enviada al bobinado del actuador rotativo el cual determina el ángulo de giro del inducido y con ello la abertura de la válvula corredera giratoria. De esta manera el régimen de ralentí se ajusta automáticamente no solo a la diferente temperatura del motor sino a otros estados del mismo e incluso a su desgaste ocasionado por el envejecimiento del motor.

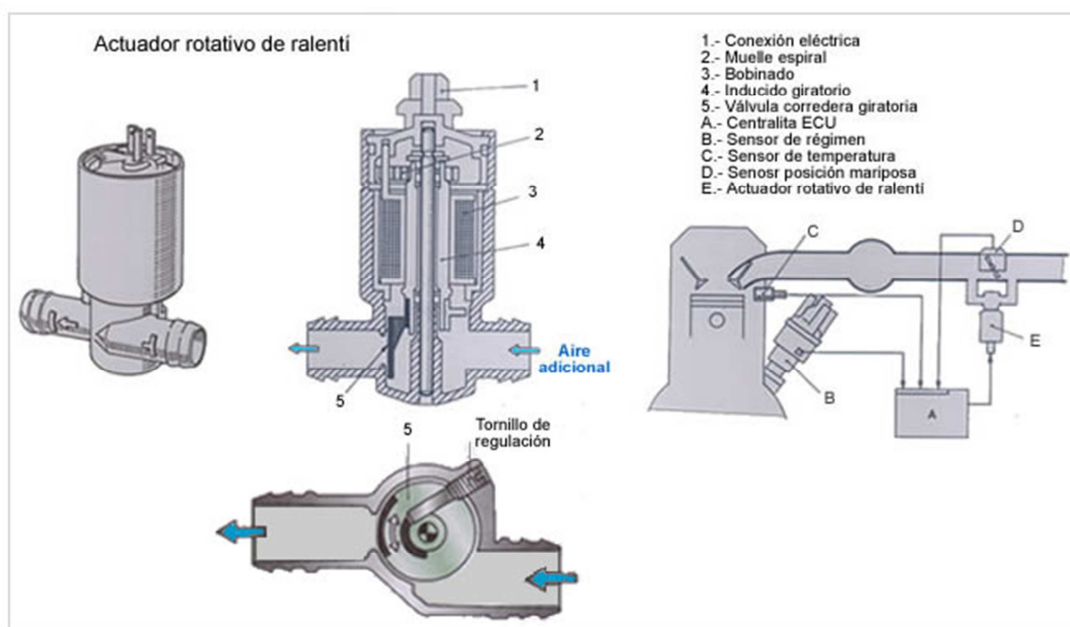


FIGURA 2.20 Actuador rotativo de ralentí (Sistema KE-Jetronic)

El ángulo de giro del inducido está limitado a 60°C y en caso de desconexión o de mal funcionamiento de la unidad se queda en una posición neutra, con una determinada sección de abertura, que permite el funcionamiento provisional del motor hasta el momento de la reparación del dispositivo.

Sensor de posición de mariposa

Este sensor llamado interruptor de mariposa tiene como misión informar a la unidad de control ECU de la posición en que se encuentra la mariposa de gases.

En su interior incorpora dos contactos eléctricos correspondientes a la posición de ralentí y de plena carga cuando se encuentra el pedal del acelerador en reposo o pisado a fondo. La posición del interruptor de mariposa permite su graduación por medio de dos ranuras (pletinas de anclaje) donde unos tornillos la sujetan en la posición correcta.

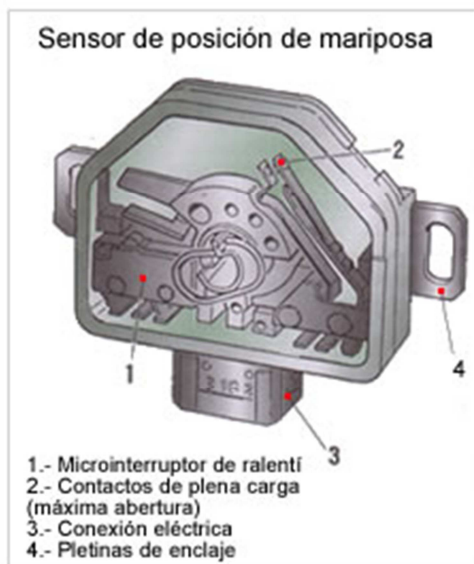


FIGURA 2.21 Esquema Interno de Sensor de Posición de Mariposa (Sistema KE-Jetronic)

Fase de deceleración

Otra particularidad del sistema KE-Jetronic es la de interrumpir la inyección de combustible durante la fase de deceleración. Si el conductor levanta el pie del acelerador, la mariposa va a la posición cero. El sensor informa a la centralita de la posición de la mariposa, al mismo tiempo que el sistema de comando recibe información relativa al régimen de giro del motor. Si el régimen real se sitúa dentro de la zona de interrupción de inyección en fase de deceleración, el sistema invierte el sentido de corriente del mando de presión electrohidráulico en la bobina del regulador. De esta manera la presión en la cámara inferior de la válvula de presión diferencial se eleva prácticamente al valor de presión principal y el muelle de la cámara inferior cierra la salida de combustible hacia los inyectores.

Regulación Lambda

La sonda lambda transmite a la unidad de control ECU una señal característica de la composición instantánea de la mezcla (aire/gasolina). Esta sonda está montada

en un punto del colector de escape donde la temperatura necesaria para su funcionamiento exista en todos los regímenes motor. Esta señal sirve a la ECU para mantener una dosificación de la mezcla correcta en todos modos de funcionamiento del motor y para permitir el funcionamiento correcto del catalizador que es muy sensible e ineficaz para mezclas inadecuadas al régimen de funcionamiento del motor.

La sonda lambda está en contacto en su cara exterior a los gases de escape mientras que en cara interna comunica con la atmósfera. Está constituida por dos electrodos de platino micro poroso separados por material cerámico (dióxido de circonio) que actúa como electrolito en el proceso de funcionamiento. El electrodo exterior es el negativo y está en contacto con los gases de escape recubierto por una capa protectora de cerámica porosa. Ambos electrodos son permeables a los gases. [12]

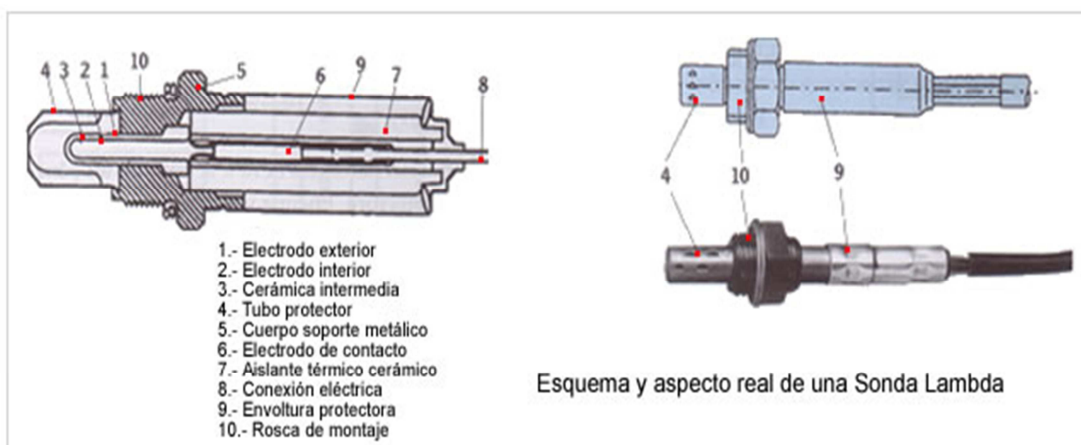


FIGURA 2.22 Esquema interno de Sonda Lambda (Sistema KE-Jetronic)

Cuando la sonda funciona se produce una tensión entre ambos electrodos. La tensión que suministra la sonda varía entre 200 y 800 mV. Se toma como referencia lambda que es el coeficiente de aire, con valor 1, que es cuando la relación estequiometría es la ideal con un valor de mezcla 14,7/1, si el valor es mayor de 1, se entiende que la mezcla es rica y si es menor que 1 se entiende que la mezcla es pobre.

El tiempo de respuesta de la sonda Lambda es muy pequeño, de milisegundos a unos 600°C o 800°C que es su temperatura ideal de trabajo, el problema es que por debajo de 300°C de temperatura su funcionamiento es lento y defectuoso. Para remediarlo se le incorpora un pequeño calefactor (resistencia térmica) que permite alcanzar la temperatura de funcionamiento en unos 20 o 30 segundos, pero hasta que se alcance la temperatura la señal debe ser ignorada, lo mismo que en máxima aceleración puesto que en esta última situación prima la entrega de potencia sobre la calidad de los gases de escape.

Unidad de control

También llamada centralita o ECU (Electronic Control Unit) está concebida bajo los mismos criterios y diseño que las utilizadas en los sistemas de inyección L-Jetronic, pero como las funciones en el sistema que nos ocupa son mucho más sencillas y limitadas, se construyen en técnica analógica, preferente, aunque también pueden encontrarse en ellas circuitos que trabajan por la técnica digital.

El funcionamiento se resume diciendo que recibe las señales eléctricas que le mandan los sensores; estas señales que las comparan con valores de tensión que tienen establecidos en sus circuitos-patrón, y según el resultado de esta comparación emite una señal eléctrica de control. Esta señal se manda a los electroimanes del actuador electrohidráulico de presión.

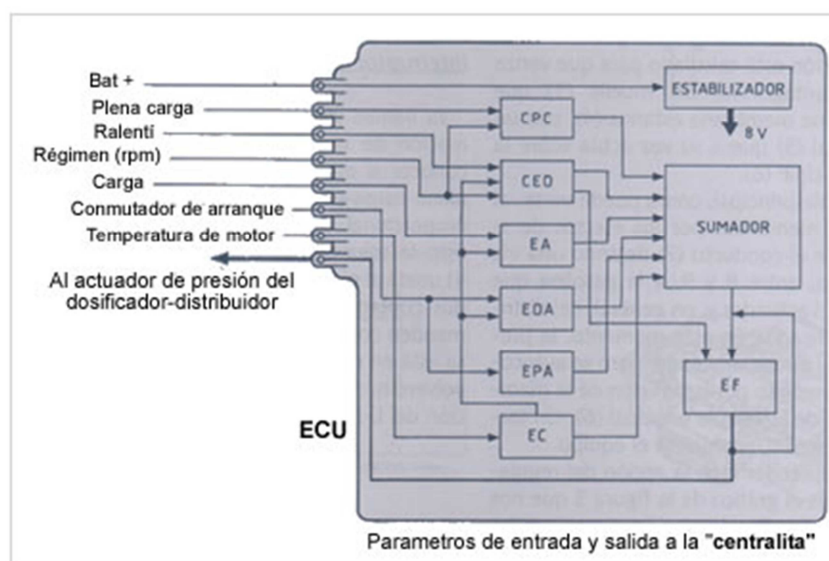


FIGURA 2.23 Parámetros de Entrada y Salida de ECU (Sistema KE-Jetronic)

Para conocer el funcionamiento típico de la centralita es necesario saber cuáles son los sensores que le proporcionan información:

- Sensor de mariposa de gases: manda dos señales eléctricas diferentes según la mariposa de gases se halle en posición de plena carga o de ralentí.
- Distribuidor de encendido: desde aquí se informa del número de r.p.m. del motor.
- Arranque: esta señal indica cuando el conmutador de encendido y arranque está conectado.
- Temperatura motor: informa de la temperatura del motor tomando como medida la temperatura del líquido refrigerante.

La centralita internamente cuenta con un estabilizador de tensión que mantiene un valor muy estricto de 8 Voltios, de forma que no le afecten las variaciones de tensión del circuito eléctrico general del vehículo. Luego existen los bloques de amplificación de las señales recibidas procedentes de los sensores. Estos bloques son:

Corrección de plena carga (CPC), corte en deceleración (CED); enriquecimiento para la aceleración (EA); elevación después del arranque (EDA); elevación para el arranque (EPA) y enriquecedor para el calentamiento (EC).

A pesar de la introducción de la electrónica en sus principales circuitos de mando, el KE-Jetronic puede seguir funcionando en caso de avería o incluso aunque quede inutilizada la centralita (ECU) si el motor está caliente, ventaja importante que no comparten otros sistemas electrónicos.

Se puede ver la denominación KE-Motronic que es una evolución del sistema estudiado hasta ahora y que integra en la misma unidad de control (ECU) el sistema de inyección y el sistema de encendido.

Hay marcas como Volkswagen que a este sistema de inyección sobre todo en Estados Unidos lo denominan en vez de K o KE-Jetronic, los llaman "CIS" (Continuous Injection System) y si le añaden una "E" sería CIS-E (E: de Electronic). Así que es bastante frecuente encontrar la denominación de CIS-E Motronic para denominar un sistema de inyección continua de gasolina con control electrónico.

2.6.4.3 Inyección Electrónica

El L-Jetronic es un sistema de inyección intermitente de gasolina que inyecta gasolina en el colector de admisión a intervalos regulares, en cantidades calculadas y determinadas por la unidad de control (ECU). El sistema de dosificación no necesita ningún tipo de accionamiento mecánico o eléctrico.

Esquema de un sistema L-jetronic. [13]

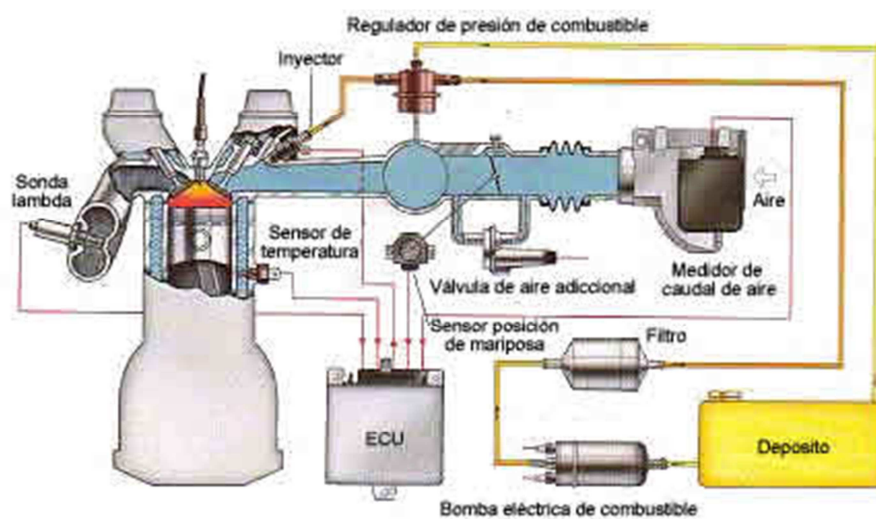


FIGURA 2.24 Esquema instalación de componentes en motor (Sistema L-Jetronic)

Componentes del sistema L-jetronic:

1. Medidor de caudal de aire;
2. ECU
3. Bomba eléctrica de gasolina
4. Filtro
5. Válvula de aire adicional

6. Sonda lambda
7. Sensor de temperatura
8. Inyectores electromagnéticos
9. Sensor de posición de la mariposa
10. Regulador de presión de combustible.

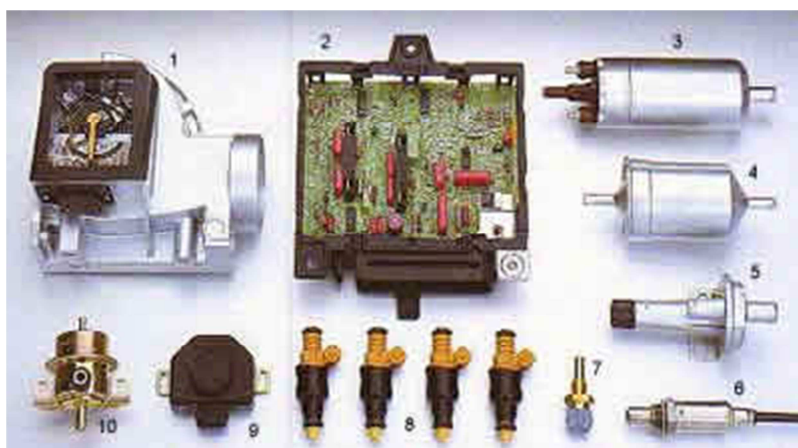


FIGURA 2.25 Componentes de Sistema L-Jetronic

Sistema de admisión

El sistema de admisión consta de filtro de aire, colector de admisión, mariposa y tubos de admisión conectados a cada cilindro. El sistema de admisión tiene por función hacer llegar a cada cilindro del motor el caudal de aire necesario a cada carrera del pistón.

Medidor del caudal de aire

El medidor del caudal de aire registra la cantidad de aire que el motor aspira a través del sistema de admisión. Como todo el aire que aspira el motor ha de pasar por el medidor del caudal de aire, una compensación automática corrige las modificaciones del motor debidas al desgaste, depósitos de carbono en las cámaras de combustible y variaciones en el ajuste de las válvulas. El medidor del caudal de aire envía una señal eléctrica a la unidad de control; esta señal, combinada con una señal del régimen, determina el caudal de combustible necesario. La unidad de control puede variar esta cantidad en función de los estados de servicio del motor.

Otros sensores

Un cierto número de sensores registran las magnitudes variables del motor supervisan su estado de funcionamiento. El interruptor de mariposa registra la posición de la mariposa y envía una señal a la unidad de control electrónica para indicar los estados de ralentí, carga parcial o plena carga. Hay otros sensores encargados de indicar el régimen del motor, la posición angular del cigüeñal (sistemas Motronic), la temperatura del motor y la temperatura del aire aspirado. Algunos vehículos tienen otro sensor, llamado "sonda Lambda", que mide el contenido de oxígeno en los gases de escape. La sonda transmite una señal suplementaria a la UCE, la cual a su vez disminuye la emisión de los gases de escape controlando la proporción aire/combustible.

Unidad de control electrónica (UCE)

Las señales que transmiten los sensores las recibe la unidad de control electrónica y son procesadas por sus circuitos electrónicos. La señal de salida de la UCE consiste en impulsos de mando a los inyectores. Estos impulsos determinan la cantidad de combustible que hay que inyectar al influir en la duración de la apertura de los inyectores a cada vuelta del cigüeñal. Los impulsos de mando son enviados simultáneamente de forma que todas los inyectores se abren y se cierran al mismo tiempo. El ciclo de inyección de los sistemas L-Jetronic y Motronic se ha concebido de forma que a cada vuelta del cigüeñal los inyectores se abren y se cierran una sola vez.

Sistema de alimentación

El sistema de alimentación suministra bajo presión el caudal de combustible necesario para el motor en cada estado de funcionamiento. El sistema consta de depósito de combustible, electro-bomba, filtro, tubería de distribución y regulador de la presión del combustible, inyectores y en algunos modelos inyector de arranque en frío en los sistemas de inyección más antiguos. Una bomba celular de rodillos accionada eléctricamente conduce bajo presión el combustible desde el depósito, a través de un filtro, hasta la tubería de distribución. La bomba impulsa más combustible del que el motor puede necesitar como máximo y el regulador de presión del combustible lo mantiene a una presión constante. El combustible

sobranante en el sistema es desviado a través del regulador de presión y devuelto al depósito. De la rampa de inyección parten las tuberías de combustible hacia los inyectores y por lo tanto la presión del combustible en cada inyector es la misma que en la rampa de inyección. Los inyectores van alojadas en cada tubo de admisión, delante de las válvulas de admisión del motor. Se inyecta la gasolina en la corriente de aire delante de las válvulas de admisión y al abrirse el inyector el combustible es aspirado con el aire dentro del cilindro y se forma una mezcla inflamable debido a la turbulencia que se origina en la cámara de combustión durante el tiempo de admisión. Cada inyector está conectado eléctricamente en paralelo con la unidad de control que determina el tiempo de apertura de los inyectores y por consiguiente la cantidad de combustible inyectada en los cilindros.

Arranque en frío

Al arrancar en frío se necesita un suplemento de combustible para compensar el combustible que se condensa en las paredes y no participa en la combustión. Existen dos métodos para suministrar gasolina adicional durante la fase de arranque en frío:

1. En el momento de arrancar el inyector de arranque en frío inyecta gasolina en el colector de admisión, detrás de la mariposa. Un interruptor térmico temporizado limita el tiempo de funcionamiento del inyector de arranque en frío, para evitar que los cilindros reciban demasiado combustible y se ahogue el motor.
2. En algunos vehículos el enriquecimiento para el arranque en frío lo realiza la unidad de control junto con la sonda térmica del motor y los inyectores. La unidad de control prolonga el tiempo de apertura de los inyectores y así suministra más combustible al motor durante la fase de arranque. Este mismo procedimiento también se usa durante la fase de calentamiento cuando se necesita una mezcla aire/combustible enriquecida.

Válvula de aire adicional

En un motor frío las resistencias por rozamiento son mayores que a temperatura de servicio. Para vencer esta resistencia y para conseguir un ralentí estable durante

la fase de calentamiento, una válvula de aire adicional permite que el motor aspire más aire eludiendo la mariposa, pero como este aire adicional es medido por el medidor del caudal de aire, el sistema lo tiene en cuenta al dosificar el caudal de combustible. La válvula de aire adicional funciona durante la fase de calentamiento y se desconecta cuando el motor alcanza la temperatura de servicio exacta.

Actuador rotativo de ralentí

En algunos modelos, un actuador rotativo de ralentí reemplaza a la válvula de aire adicional y asume su función para la regulación del ralentí. La unidad de control envía al actuador una señal en función del régimen y la temperatura del motor. Entonces el actuador rotativo de ralentí modifica la apertura del conducto en bypass, suministrando más o menos aire en función de la variación del régimen de ralentí inicial.

2.7 Evolución de los Sistemas de Inyección

2.7.1 JETRONIC

Jetronic es un nombre comercial para un tipo de inyección de combustible que apareció en 1960.

Frecuentemente se los encuentra en los motores monopunto que tiene la compleja misión de proveer al sistema la cantidad adecuada de combustible de acuerdo al régimen en que trabaja el motor.

Esta cantidad de combustible es enviada hacia el múltiple de admisión, por lo que podríamos decir que el sistema *Jetronic* solamente se encarga de controlar el flujo combustible.

Este sistema se compone básicamente de una bomba y filtro de combustible, un regulador de presión, una válvula de inyección, un sensor de posición, caudalímetro para el flujo de aire, sensor de temperatura y el acondicionador de aire, entre otros.

La utilidad de este sistema está dada fundamentalmente por una unidad de control, la cual determina automáticamente el volumen de combustible necesario para cada régimen, obtenida de los sensores anteriormente mencionados.

2.7.2 D-JETRONIC

Este sistema es una nueva versión del sistema Jetronic que perduró desde 1967 hasta 1976.

La "D" es una abreviatura de Alemania: "Druck", que significa presión. La depresión vacío se mide mediante un sensor de presión situado en el colector de admisión, a fin de calcular la duración de los pulsos de inyección de combustible.

Originalmente, este sistema se acaba de llamar Jetronic, pero el nombre D-Jetronic fue creado más tarde como un avance para distinguirla de las nuevas versiones.

2.7.3 K-JETRONIC

Sistema de inyección de combustible mecánica que aparece en los años de 1974 – 1988.

La "K" es una abreviatura Alemania: "kontinuierlich", es decir, continúa. Esto es diferente de los sistemas de inyección de impulsos, en que el combustible que fluye continuamente desde todos los inyectores, mientras que la bomba de combustible presuriza el combustible a aproximadamente un 5 bar (72,5 psi). El aire que se toma también es pesado para determinar la cantidad de combustible a inyectar.

Comúnmente denominado "Sistema de inyección continua '(CEI) en los EE.UU. Este sistema no tiene ningún lazo lambda o el control de lambda. K-Jetronic se

instaló en una serie de Mercedes-Benz, Volkswagen Group, Ferrari, BMW, Volvo, Saab y los automóviles Ford.

2.7.4 KE-JETRONIC

Sistema de inyección de combustible electro – mecánica que aparece en los años de 1985 – 1993.

La unidad de control del motor (ECU) puede ser analógica o digital, y el sistema puede o no usar información lambda.

El KE-Jetronic es un sistema perfeccionado que combina el sistema K-Jetronic con una unidad de control electrónica (ECU). Excepto algunos detalles modificados, en el sistema KE-Jetronic encontramos los principios de base hidráulicos y mecánicos del sistema K-Jetronic. La diferencia principal entre los dos sistemas es que en el sistema KE se controlan eléctricamente todas las correcciones de mezcla, por lo tanto no necesita el circuito de control de presión con el regulador de la fase de calentamiento que se usa en el sistema K-Jetronic.

2.7.5 L-JETRONIC

Sistema de inyección de combustible electrónica que aparece en los años de 1974 – 1989.

La 'L' en su nombre se deriva del alemán: "Luft", que significa aire.

Este sistema utiliza una veleta-de masas de tipo de sensor de flujo de aire (MAF), su unidad de control del motor (ECU) era mucho más simple y más fiable que la utilizada por D-Jetronic. Se usó mucho en 1980 los coches de la era europea.

El L-Jetronic es un sistema de inyección intermitente de gasolina que inyecta gasolina en el colector de admisión a intervalos regulares, en cantidades

calculadas y determinadas por la unidad de control (ECU). El sistema de dosificación no necesita ningún tipo de accionamiento mecánico o eléctrico.

Las características generales que definen el funcionamiento del equipo original L-Jetronic son las siguientes:

- El sistema de inyección de gasolina no integra ni incorpora el sistema de encendido, de modo que éste no es controlado por la ECU.
- Se trata de un sistema de mando completamente electrónico, en donde, la ECU recibe constantemente información de cada uno de los sensores de que dispone el motor. Ello le proporciona unos parámetros que memoriza y, de acuerdo con un programa previamente incorporado, toma decisiones instantáneas que la llevan a cursar órdenes muy precisas para los inyectores y otros dispositivos del sistema, según las exigencias.
- Va provisto de un inyector para cada cilindro.
- Mide y controla la cantidad de aire que penetra en el colector de admisión por medio de un caudalímetro que consiste en una mariposa sonda que el aire desplaza, con mayor o menor ángulo, según la cantidad de aire que penetra hacia el colector de admisión, es decir, de aire consumido.

2.7.6 LE1/LE2/LE3-JETRONIC

A continuación aparecieron sistemas que se basan principalmente en el L-Jetronic que datan de 1981 hasta 1991.

Esta es una variante simplificada y más moderna de L-Jetronic.

El ECU fue mucho más barato producir debido a los componentes más modernos, y fue más uniforme que la L-Jetronic de ECUS.

Las tres variantes de LE-Jetronic existentes son:

- LE1, la versión inicial.

- LE2 (1984), presentó la funcionalidad de arranque en frío, integrado en el ECU, que no requiere el inyector de arranque en frío y el tiempo utilizado por interruptor termo sistemas más antiguos.
- LE3 (1989), con ECUS en miniatura con tecnología híbrida, integrada en la caja de conexiones de la AFM.

2.7.7 LH-JETRONIC

El sistema LH-Jetronic es un avance de los sistemas L-Jetronic que apareció entre los años de 1982 – 1998. De inyección de combustible digital, presentó en California de la envolvente 1982 Volvo 240 modelos.

El principal cambio entre las LE y las LH, se refiere al medidor de caudal de aire pasándose de un medidor mecánico, a uno de hilo caliente, este elimina los problemas mecánicos que pueden surgir en el medidor de caudal de aire de un LE, así como una más rápida respuesta, además de no oponer resistencia alguna al paso de aire.

El LH-Jetronic es muy similar al L-Jetronic. La diferencia radica en el registro del caudal de aire aspirado por el motor, el cual tiene lugar en este caso por medio del medidor de masa de aire de hilo caliente. Este mide la masa de aire aspirada por el motor.

Como consecuencia, el resultado de medición es independiente de la temperatura y la presión.

Se fundamenta en un hilo de platino que se encuentra alimentado por una corriente y un circuito de resistencias de compensación térmica, el caudal de aire que entra enfría el hilo cambiando su resistencia, la temperatura de este hilo se mantiene de forma constante sobre 100°C, y es la cantidad de corriente que se precisa para ello, la que genera la información de caudal, por el pequeño tamaño del hilo la respuesta es muy rápida. [14]

2.8 Sensores en el vehículo.

2.8.1 Sensores usados comúnmente en Vehículos con Inyección.

2.8.1.1 TPS (Trottle Position Sensor)

SENSOR DE POSICIÓN DE MARIPOSA DEL ACELERADOR

Actualmente todos los autos con sistema OBDI u OBDII integran componentes electrónicos los cuales han venido evolucionando día con día y el Sensor de Posición del Acelerador no es la excepción.

Este sensor, al igual que otros componentes, es de vital importancia para el buen funcionamiento del motor, ya que monitorea la posición de la mariposa del acelerador. [15]



FIGURA 2.26 Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración

Función

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

- Funcionamiento en ralentí.
- Corrige la dosificación de combustible.
- Corrige el avance de encendido.
- Corte de combustible a máximo régimen.

Ubicación

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



FIGURA 2.27 Ubicación Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS)

Tipo Potenciómetro

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

1. 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 incremente la apertura de la garganta, gradualmente hasta llegar a 4.5 voltios con la garganta toda abierta, (WOT - wide open throttle).

2. 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.

Conexiones del TPS con el ECM:

El cursor recorre la pista y de acuerdo a la posición de este sobre la pista del potenciómetro, se puede leer en tensión dicha posición angular.

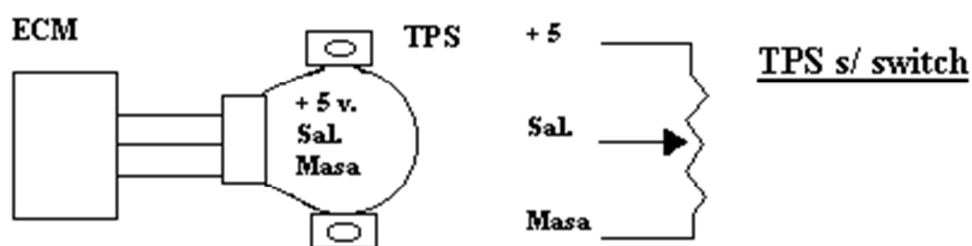


FIGURA 2.28 Conexión de TPS de 3 cables con el ECM

Con switch (TPS Mixto), un cuarto cable se conecta a masa cuando es censada la condición de mariposa cerrada.

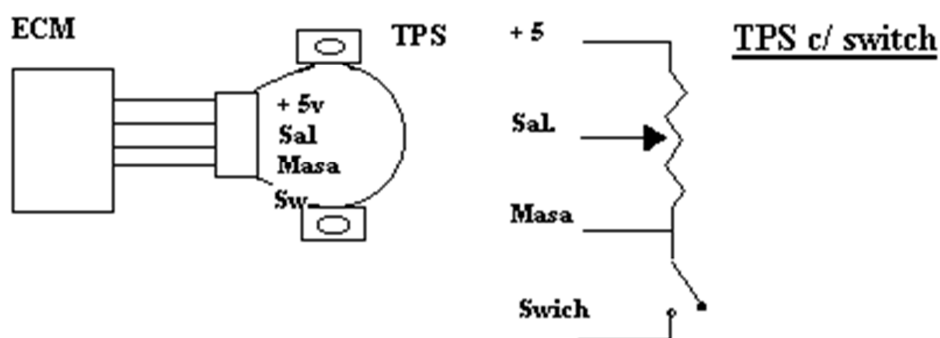


FIGURA 2.29 Conexión de TPS de 4 cables con el ECM

Reglaje y Controles de un TPS:

Para reglar un TPS, primero se debe alinear bien la mariposa del acelerador, el cuerpo de mariposas debe estar limpio y la mariposa debe quedar en reposo, "levemente abierta". Apenas debe haber luz en sus bordes.¹⁶

Luego se debe colocar el TPS, y conectado, y en contacto verificar la masa (no debe arrojar una lectura de más de 30 mili voltios), el positivo de alimentación en 5 voltios; y luego la salida de señal que debe acomodarse al valor especificado para el voltaje mínimo. Luego se comprobara el barrido y posteriormente el TPS a fondo.

TABLA 2.1 Voltajes Mínicos de TPS por Fabricantes

| EJEMPLOS DE VOLTAJES MÍNIMOS TPS | |
|----------------------------------|--------------------|
| FABRICANTE | VOLTAJE (V) |
| Bosch, V.W | (0.45 - 0.55) v. |
| Ford EECIV | (0.65 - 0.9) v. |
| Nissan | (0.45 +/- 0.05) v. |
| General Motors - en general | (0.6 +/- 0.05) v. |

FUNTE: SATANDER R. Jesús. Manual técnico de Fuel Injection, Pág. 304 -307

Forma de onda del Sensor:

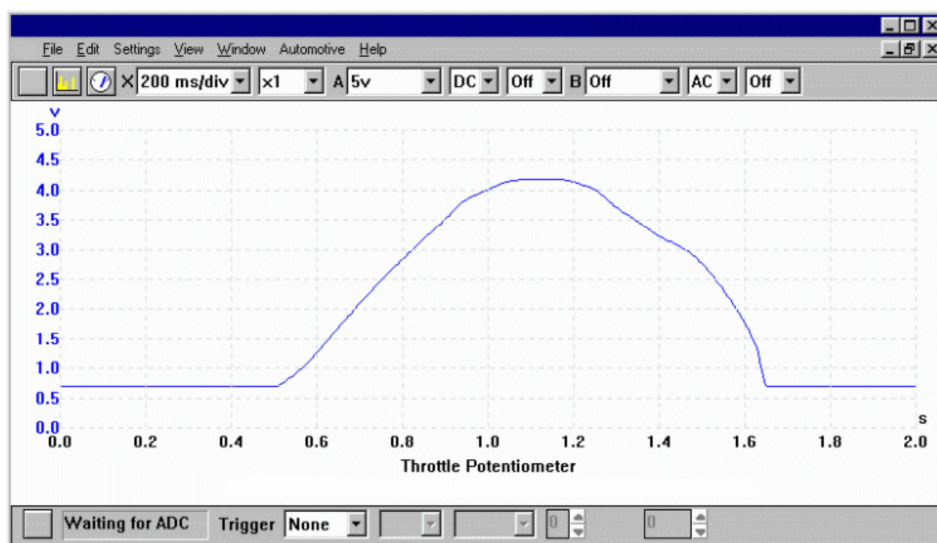


FIGURA 2.30 Forma de onda típica de un TPS

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

Distribución de cables:

Los cables del sensor corresponden a:

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

TABLA 2.2 Voltajes Referenciales de TPS

| VOLTAJES REFERENCIALES TPS | |
|-----------------------------------|---------------------|
| CONDICIÓN (Apertura %) | VOLTAJE (mV) |
| 0 | 500 |
| 25 | 1500 |
| 50 | 2500 |
| 75 | 3500 |
| 100 | 4500 |

FUNTE: Manual Pitarch, pág. 10

Síntomas de Falla:

Una falla de este sensor puede manifestar los siguientes síntomas:

- Marcha mínima inestable
- Luz “Check Engine” encendida
- Altas RPM
- El motor se tironea en alta velocidad
- Problemas de arranque
- Alto consumo de gasolina.

Causas de Falla:

- Condiciones de uso extremas, debido al envejecimiento y a la suciedad (aceite, polvo y humedad).
- Desgaste mecánico.
- Pistas sucias.
- Líneas abiertas o en corto circuito.
- Falso contacto en el arnés.

Diagnóstico:

- Verifique que el arnés realice el contacto correctamente.
- Compruebe que el sensor TPS no presente daños o suciedad.
- Verifique el suministro de voltaje de la computadora.
- Compruebe el voltaje de salida del sensor.
- Verifique continuidad entre las líneas del sensor TPS y la computadora.
- Realice la lectura de códigos de falla mediante un escáner.

- Compruebe que el mecanismo de movimiento funcione correctamente.
- Verifique de la resistencia del sensor.

2.8.1.2 ECT (Engine Coolant Temperature)

SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR

El sensor de temperatura del anticongelante es un componente electrónico que juega un papel muy importante en el control de emisiones contaminantes. Este sensor es utilizado por el sistema de preparación de la mezcla aire-combustible, para monitorear la temperatura en el motor del automóvil. La computadora ajusta el tiempo de inyección y el ángulo de encendido, según las condiciones de temperatura a las que se encuentra el motor del auto, en base a la información que recibe del sensor ECT, también conocido como CTS.



FIGURA 2.31 Sensor de Temperatura de Refrigerante (ECT)

Ubicación:

Está localizado generalmente cercano a la carcasa del termostato del motor; o roscado en la culata en contacto directo con el líquido refrigerante del motor.

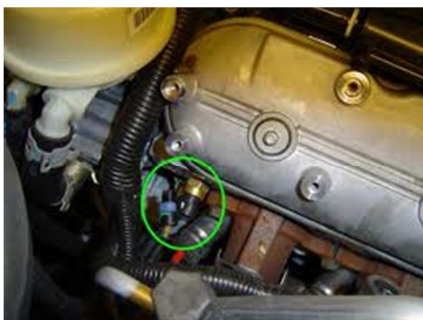


FIGURA 2.32 Ubicación típica Sensor de Temperatura de refrigerante de motor

Función:

Informa al Módulo de Control Electrónico del Motor (ECU), la temperatura del refrigerante del motor, para:

- Corregir la dosificación de combustible
- Corregir el tiempo de encendido.
- Control de la marcha ralentí
- Control de la EGR
- Control del electroventilador

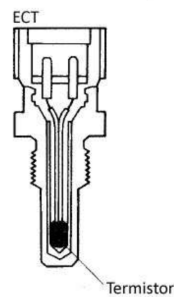
Tipo:

FIGURA 2.33 Ubicación del termistor dentro del ECT

El termistor utilizado es del tipo NTC (Coeficiente Térmico Negativo) en la mayoría de los casos, lo que significa que el valor de la resistencia disminuye a medida que aumenta la temperatura del líquido refrigerante.

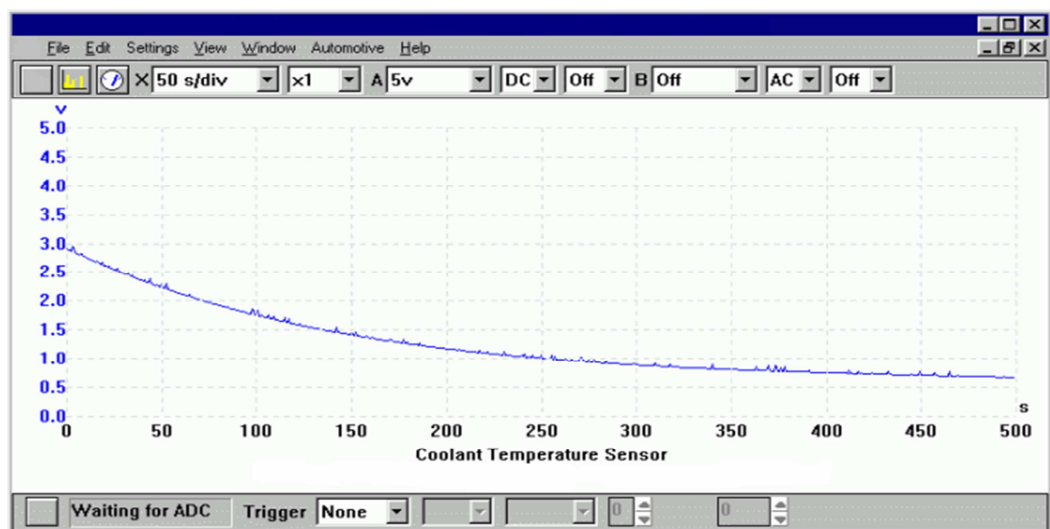
Forma de onda del Sensor:

FIGURA 2.34 Forma de onda típica de un ECT

Numero de cables:

Cuenta con dos Terminales eléctricas

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

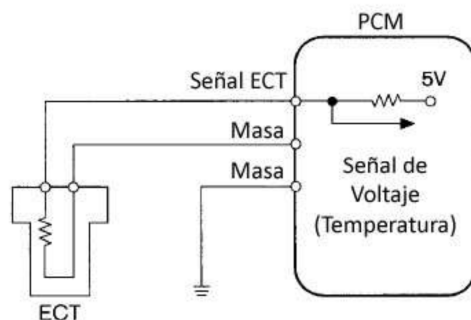


FIGURA 2.35 Diagrama de conexión del ECT con ECM

Funcionamiento:

1. La alimentación es suministrada por el Módulo de Control Electrónico del Motor (Voltaje de Referencia VRef)
2. La masa es suministrada por el Módulo de Control Electrónico del Motor (Masa Electrónica)
3. El valor de la resistencia del termistor es afectada por la temperatura del líquido refrigerante.
4. Con el motor frío, la temperatura del refrigerante será baja y la resistencia del termistor será alta.
5. A medida que el refrigerante del motor aumenta su temperatura, el valor de la resistencia y el voltaje disminuyen.

Mediciones:

1. Medición de resistencia del sensor (a ficha desconectada):
 Motor Frío: 2500 a 3500 Ohm
 Motor Caliente: 200 a 400 Ohm.
2. Medición de la señal (a ficha conectada):
 Motor Frío: 2 a 3,5 V
 Motor Caliente: 0.4 a 0.8 V.

TABLA 2.3 Voltajes Referenciales de ECT

| VOLTAJES REFERENCIALES ECT | | |
|-----------------------------------|--|---------------------|
| TEMPERATURA (°C) | RESISTENCIA (Ω) | VOLTAJE (mV) |
| 0 | 6000 | 4,5 |
| 20 | 2500 | 3,2 |
| 30 | 1400 | 3,0 |
| 60 | 800 | 2,4 |
| 80 | 280 | 1,2 |

FUENTE: BONNICK, Allan. Automotive Computer Controlled Systems

Fallas frecuentes:

Las fallas más comunes en este sensor son:

- Alto consumo de combustible
- Dificultades para arrancar en caliente
- Olor a combustible
- Se enciende la luz Check Engine
- Ventiladores controlados por la ECU entran a modo de fallo o de protección del motor y el ventilador gira permanentemente. [17]

2.8.1.3 IAT (Instake Air Temperature)

SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE

El sensor IAT detecta la temperatura del aire en el conducto de admisión. En vehículos equipados con sensor MAF, el sensor IAT se localiza en el conducto de aire de admisión. En vehículos equipados con sensor MAF, el sensor IAT forma parte integral del sensor MAF. El sensor IAT 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 2.36 Sensor de Temperatura del Aire (IAT)

Ubicación:

El termistor se monta de manera que entre en contacto con el aire de admisión del motor, generalmente está localizado en el depurador o filtro de aire, en el colector de admisión, en la entrada de la mariposa de aceleración o forma un solo conjunto con los caudalímetros (MAP, VAF y MAF).



FIGURA 2.37 Ubicación del sensor IAT

Función:

Mide la temperatura del aire aspirado este es un parámetro de información muy importante, que generalmente se toma de forma conjunta con el caudal de aire aspirado. Las dos informaciones le dan a la ECU la idea exacta de la MASA o DENSIDAD del aire que está ingresando a los cilindros del motor.

Es por ello que el valor de temperatura brinda a la ECU la idea exacta de la necesidad de combustible, para que la mezcla sea siempre perfecta.

Tipo:

Es un sensor de tipo Termistor. El termistor utilizado es del tipo NTC (Coeficiente Térmico Negativo) en la mayoría de los casos, lo que significa que el valor de la resistencia disminuye a medida que aumenta la temperatura del aire admitido por el motor.

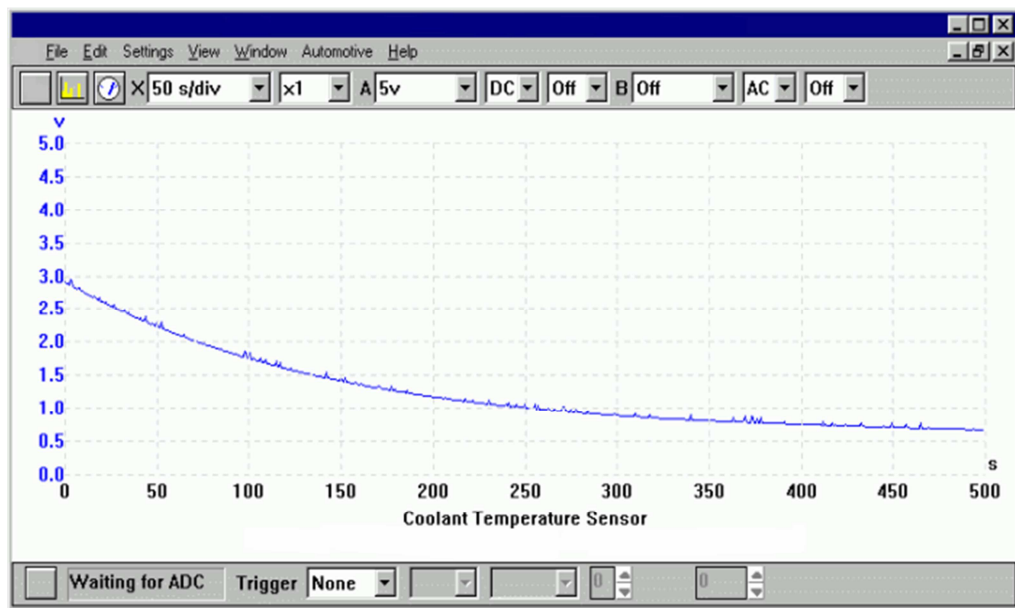
Forma de onda:

FIGURA 2.38 Forma de onda típica del sensor IAT

Numero de cables:

Cuenta con dos Terminales eléctricas

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

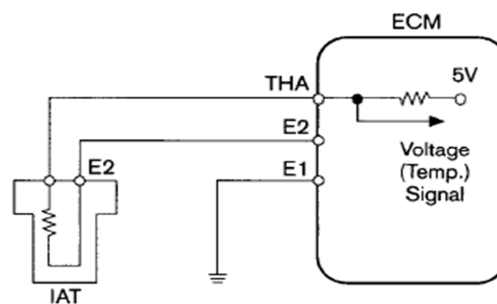


FIGURA 2.39 Esquema de conexión de sensor IAT con ECM

TABLA 2.4 Voltajes Referenciales de IAT

| VOLTAJES REFERENCIALES IAT | |
|-----------------------------------|---------------------|
| TEMPERATURA (°C) | VOLTAJE (mV) |
| 20 | 4500 |
| 24 | 4000 |
| 33 | 3200 |
| 36 | 2800 |

FUNTE: Manual Pitarch, pág. 19

Fallas frecuentes:

Las fallas más comunes en este sensor son:

- Alto consumo de combustible
- Dificultad para arrancar el coche cuando está frío
- Se enciende la luz Check Engine
- Emisiones de monóxido de carbono demasiado elevadas
- También se manifiesta una aceleración elevada. [18]

2.8.1.4 MAP (Manifold Absolute Pressure)

SENSOR DE PRESIÓN ABSOLUTA DEL MÚLTIPLE DE ADMISIÓN

El sensor MAP envía una señal de acuerdo a la presión absoluta del múltiple de admisión e informa de esta forma la carga del motor al Módulo de Control Electrónico para:

- Establecer la dosificación de combustible
- Establecer el avance del encendido. [19]



FIGURA 2.40 Sensor de Presión Absoluta del Múltiple (MAP)

Funcionamiento:

Un elemento piezoresistivo está ubicado dentro del sensor y es doblado por las variaciones de presión. Esto causa una variación en la resistencia del elemento piezoresistivo

- En marcha ralentí la señal será baja
- En aceleración súbita la señal será alta
- En desaceleración la señal será más baja que en marcha ralentí
- En marcha crucero la señal será similar a la de marcha ralentí

Ubicación:

Podemos encontrar el sensor ubicado en las siguientes partes:

En la carrocería, en el cuerpo de aceleración o en otra parte del compartimiento del motor. Una manguera de vacío conecta el sensor al múltiple de admisión (aunque existen ya unos modelos de sensor que van montados directamente al múltiple eliminando la conexión de la manguera de vacío.)



FIGURA 2.41 Ubicación típica del MAP

NOTA: Algunos fabricantes ubican el sensor MAP dentro de una caja de control que contiene varias mangueras y solenoides de vacío o inclusive dentro del Módulo de Control Electrónico.

Existen dos clases de sensores MAP, se diferencian por el tipo de señal:

1. Señal analógica (DC), en la gran mayoría de aplicaciones.
2. Señal digital, efecto Hall.

1. Sensor MAP por variación de tensión

El sensor MAP es un sensor que mide la presión absoluta en el colector de admisión. MAP es abreviatura de Manifold Absolute Presion. Este sensor tiene su principio de funcionamiento como la válvula EGR, a la cual describimos en esta misma sección en el apartado de alimentación.

El vacío generado por la admisión de los cilindros hace actuar una resistencia variable (**FIGURA 2.43**) que a su vez manda información a la unidad de mando del motor, de la carga que lleva el motor.

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 la señal 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.

TABLA 2.5 Voltajes Referenciales de MAP (Variación de Voltaje)

| VOLTAJES REFERENCIALES MAP (Variación de Tensión) | |
|--|-----------------------------|
| CONDICIÓN (Vacío mmHg) | VOLTAJE (mV) +/- 10% |
| 0 | 4300 |
| 5 | 3200 |
| 10 | 2200 |
| 15 | 1200 |

FUNTE: Manual Pitarch, pág. 24

El sensor cuyo funcionamiento describimos pertenece al grupo de sensores MAP por variación de tensión, es decir, existen dos tipos de sensores MAP, sensores por variación de tensión y sensores por variación de frecuencia.

Forma de onda:

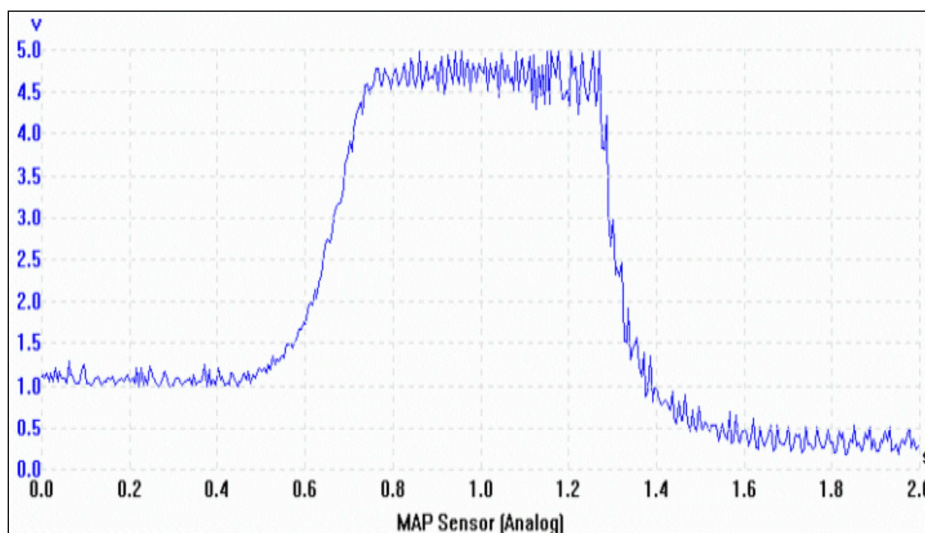


FIGURA 2.42 Forma de onda del sensor MAP (Por Variación de Voltaje)

Número de Cables:

Los cables del sensor corresponden a:

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

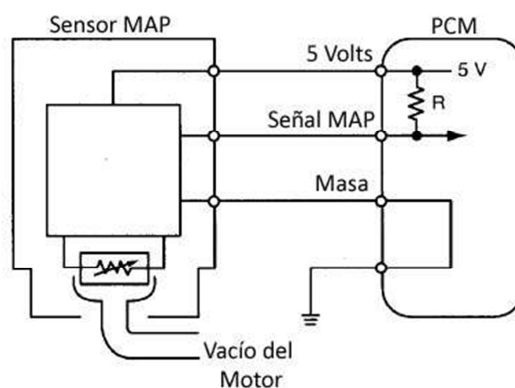


FIGURA 2.43 Diagrama de Conexión del sensor MAP (Por Variación de Voltaje)

2. Sensor MAP por variación de 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.²⁰

Forma de onda:

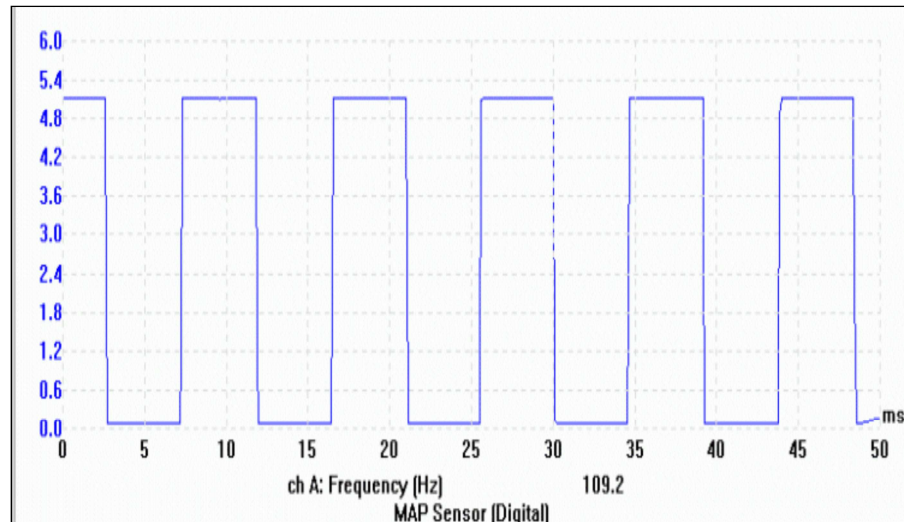


FIGURA 2.44 Forma de onda del sensor MAP (Por Variación de Frecuencia)

Número de Cables:

Los cables del sensor corresponden a:

- Alimentación 5 Volt
- Masa
- Señal: 90 – 160 Hz

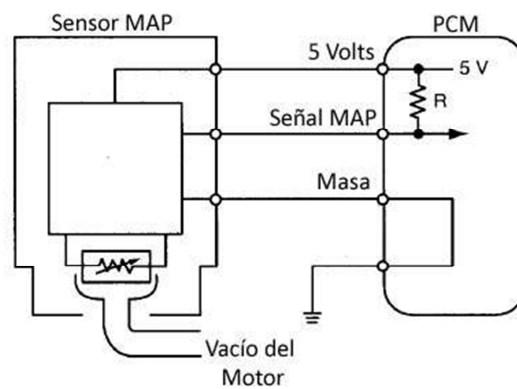


FIGURA 2.45 Diagrama de Conexión del sensor MAP (Por Variación de Frecuencia)

Fallas frecuentes:

Las fallas más comunes en este sensor son:

- Falta de potencia notoria
- Oscilación y/o variación en revoluciones en baja
- Alto consumo de combustible y por ende humo negro por el escape
- Cuando solo esta encendido el motor falla generalmente (cabecea).

2.8.1.5 MAF (Mass Air Flow)**SENSOR DE CAUDAL MASICO DE AIRE**

Este sensor es un módulo electrónico que envía una señal a la computadora indicando la cantidad de aire entrante al motor. Dependiendo del tipo de sensor, la señal puede ser de voltaje de corriente continua o una frecuencia. El nivel de la señal aumenta (voltaje o frecuencia mayores) a medida que aumenta el flujo de aire. Dentro del sensor hay un cable calentado colocado en el recorrido del aire entrante. El módulo determina el flujo de aire midiendo la caída de temperatura del cable calentado a medida que el aire pasa a su alrededor



FIGURA 2.46 Sensor de Caudal Másico de Aire (MAF)

Función:

Mide e informa al Módulo de Control del Motor la masa de aire que entran al motor, para:

- Establecer la dosificación de combustible.
- Establecer el avance de encendido

Ubicación:

EL sensor está montado en los conductos de aire entrante justo detrás del conjunto del filtro de aire o el armazón del acelerador.



FIGURA 2.47 Ubicación típica del sensor MAF

Alambre caliente:

El sensor cuenta con un hilo (de platino) o película (de níquel). El hilo o película se mantiene a una temperatura constante entre 75°C y 200°C por encima de la temperatura ambiente, controlado por el módulo electrónico del mismo sensor.

Al colocar en marcha el motor, el aire ingresa al motor y enfría el elemento caliente. El módulo electrónico del sensor detecta el cambio de temperatura e incrementa el flujo de corriente para mantener la temperatura del elemento caliente constante.

Forma de onda del Sensor:

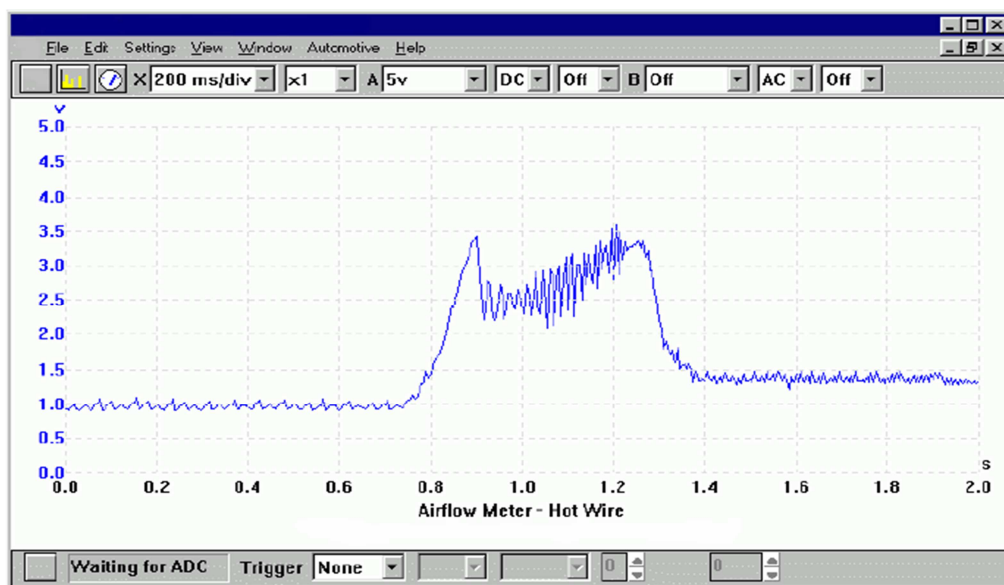


FIGURA 2.48 Forma de onda del sensor MAF

Numero de Cables:

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 *

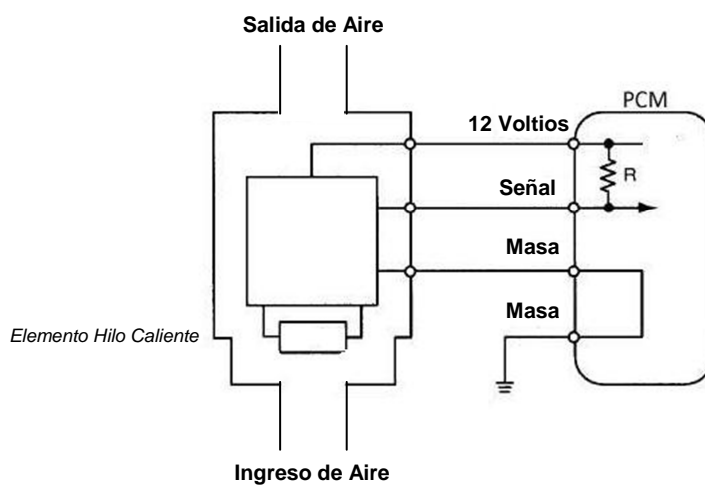


FIGURA 2.49 Diagrama de Conexión del sensor MAF

TABLA 2.6 Voltajes Referenciales de MAF

| VOLTAJES REFERENCIALES MAF | |
|-----------------------------------|--------------|
| CONDICIÓN MOTOR | VOLTAJE (mV) |
| Ralentí | 40 – 80 |
| WOT – Mariposa Totalmente Abierta | 4500 |

FUNTE: "SENSORES DEL AUTOMÓVIL" Iespana, www.mecanicavirtual.com

Síntoma de fallo:

Antes de juzgar un sensor MAF debe estar descartado la posibilidad de defectos de origen mecánicos como:

- Correa dentada fuera de punto
- Entradas falsas de aire
- Falta de compresión en los cilindros
- Reacción lenta en el encendido

- Bajo rendimiento de combustible
- Altas emisiones de hidrocarburos
- Se enciende la luz de Check Engine. ²¹

2.8.1.6 VAF/AFS (Air Flow Sensor)

SENSOR DE VOLUMEN DEL FLUJO DE AIRE

El sensor está constituido por una compuerta-sonda, que gira sobre un eje central que se desplaza proporcionalmente al volumen de aire que entra al motor.

La compuerta-sonda es solidaria a un cursor que se desplaza sobre una serie de resistencias. El sensor tiene integrado un sensor IAT y un interruptor de control del relevador de la bomba de combustible.



FIGURA 2.50 Sensor de Volumen de Flujo de Aire (VAF)

Ubicación:

La cantidad de aire admitido es medida directamente por el sensor de flujo de aire, instalado entre el filtro de aire y el cuerpo de la válvula mariposa. Trabaja basado en el principio de que el aire que fluye ejerce una fuerza sobre la aleta del sensor.

La aleta del sensor está conectada a la corredera de un potenciómetro, el potenciómetro traduce el ángulo de la aleta a una tensión enviada a la ECU.

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

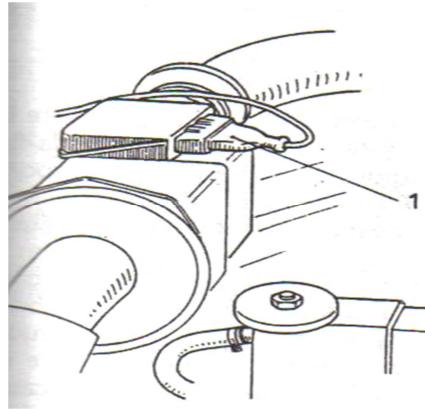


FIGURA 2.51 Ubicación típica del sensor VAF

Función:

Consta de una mariposa sonda que pivota sobre un eje central y dispone de una paleta de compensación que se mueve sobre una cámara de compensación para amortiguar las pulsaciones. La entrada de aire entra por la boca y según la cantidad del mismo desplaza más o menos la paleta sonda de una manera proporcional al aire aspirado. La señal de la masa de aire puede ser corregida midiendo la temperatura del mismo con un termistor NTC. Para regular la proporción de la mezcla al ralentí se tiene un bypass regulable.

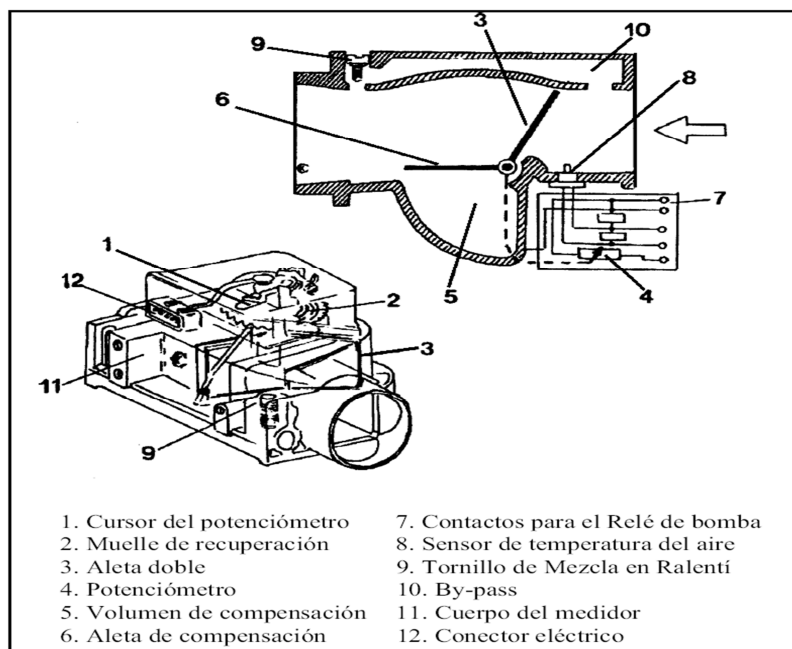


FIGURA 2.52 Diagrama de constitución del sensor VAF

En la pared lateral del cuerpo del medidor existe un conducto, el cual permite pasar al aire de ingreso al motor sin atravesar por la aleta, es decir sin medirse. En el conducto se ha colocado un tornillo obturador, que cierra o abre este paso de aire, de tal manera que permite una mayor o menor cantidad de aire sin medirse, ya que la aleta no se moverá mayormente si es que tiene otro lugar para ingresar al motor.

De esta manera se logrará modificar la mezcla en Ralentí, ya que si cerramos este tornillo, el aire total ingresado al motor pasará por la aleta necesariamente, la misma que girará un ángulo un poco mayor y al enviar una señal mayor a la Computadora, esta inyectará mayor cantidad de combustible, enriqueciendo la mezcla.

En caso contrario, si abrimos el tornillo de paso, la mezcla se empobrecerá en ralentí, ya que una porción de aire pasará directamente sin medirse y el potenciómetro enviará una señal menor a la computadora. [22]

Forma de onda del Sensor:

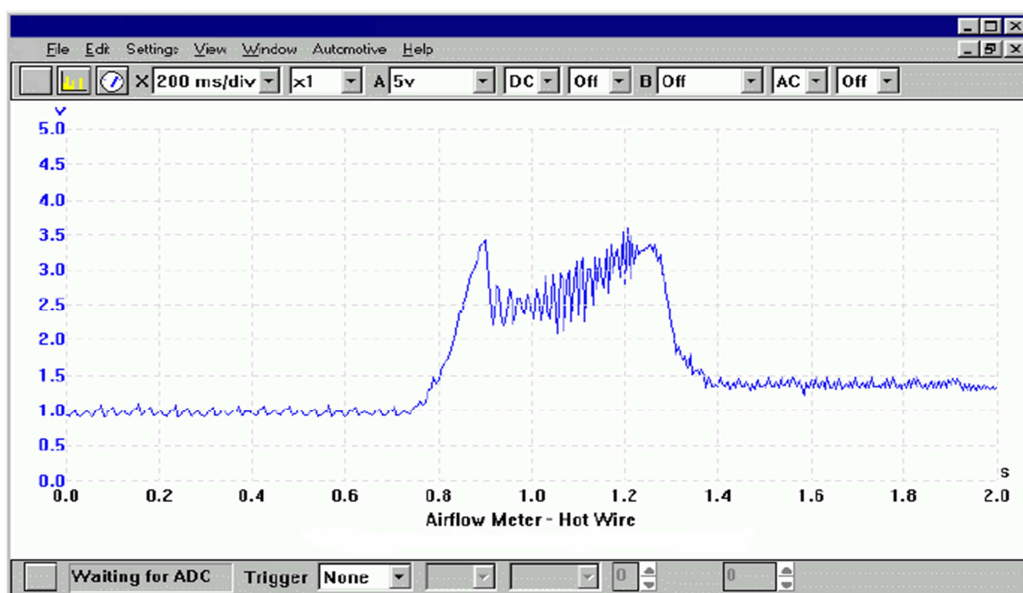


FIGURA 2.53 Forma de onda del sensor VAF

* Pero también puede tener un número mayor de cables puesto que puede tener incorporado el interruptor de la bomba de gasolina o el sensor IAT. Se recomienda revisar el circuito para mayor seguridad.

Numero de Cables:

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

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

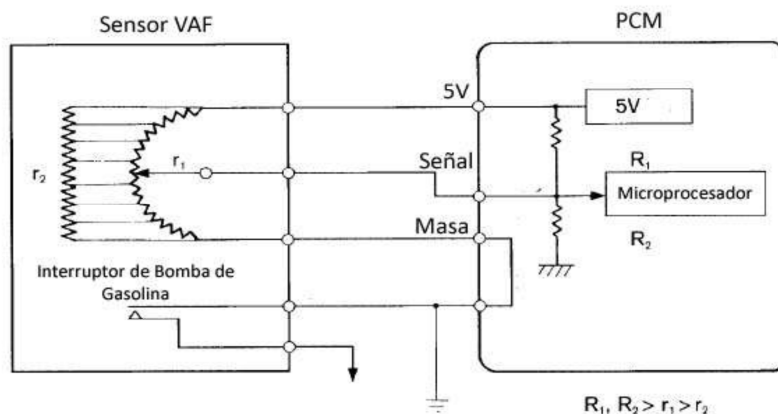


FIGURA 2.54 Diagrama de conexión del sensor VAF con ECM

TABLA 2.7 Voltajes Referenciales de VAF

| VOLTAJES REFERENCIALES VAF | |
|-----------------------------------|--------------|
| CONDICIÓN MOTOR | VOLTAJE (mV) |
| Ralentí | 50 – 70 |
| WOT – Mariposa Totalmente Abierta | 4000 |

FUNTE: "SENSORES DEL AUTOMÓVIL" Iespana, www.mecanicavirtual.com

Síntomas de falla:

1. El motor se siente con una gran falta de fuerza. Es como hubiera un retraso o lapso de tiempo entre el momento en que se pisa el acelerador y cuando por fin responde el motor.
2. La luz Check Engine está encendida en el tablero y con:
 - Códigos de Falla del Sensor VAF.
 - Códigos de Falla de Regulación de Combustible (Fuel Trim).
 - Códigos de Fallas de Mezcla Rica o Mezcla Pobre (Rich/Lean).
3. El vehículo consume gasolina.

2.8.1.7 HEGO (Heated Exhaust Gas Oxygen)

SENSOR DE ORÍGENO EN LOS GASES DE ESCAPE

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

La sonda Lambda está formada interiormente por dos electrodos de platino separados por un electrolito de cerámica porosa. Uno de los electrodos está en contacto con la atmósfera y el otro con los gases de escape. Además la sonda está dispuesta de una sonda interna de caldeo para llegar fácilmente a los 300 grados centígrados, su temperatura óptima de funcionamiento.



FIGURA 2.55 Sensor de Oxígeno en los Gases de Escape (HEGO)

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. La sonda está constantemente expuesta 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.

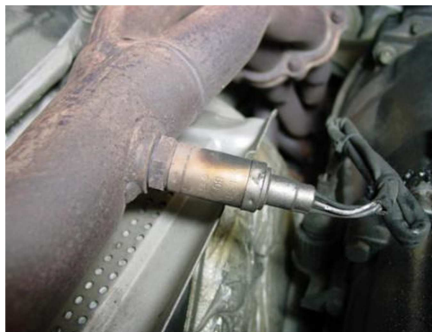


FIGURA 2.56 Ubicación típica del Sensor HEGO

Función:

- La sonda Lambda se encarga de la regulación correcta del suministro de aire y combustible al motor.
- Mide cantidad de oxígeno en gases de escape.
- Sirve para mantener en lo posible en estequiometría al motor (14,7 : 1)
- Empieza a generar voltaje a partir de 250°C a 300°C.
- No necesita voltaje de referencia, debido a que es un generador de CC.
- Necesita voltaje de alimentación (12V), si es una sonda lambda con resistencia calefactora.

Tipos:

- Puede ser de 2 tipos, según el elemento activo:
 - 1.- Zirconio.
 - 2.- Titanio

1.-Sonda Lambda 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.



FIGURA 2.57 Esquema interno del Sensor HEGO (Zirconio)

- La faz interna (electrodo de referencia) está en contacto con la atmósfera, y la externa con los gases de escape.
- Encima de 250°C, 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

2.-Sonda Lambda de Titanio

- Son más frágiles que las sondas de Zirconio. Está constituida de material semiconductor (Oxido de Titanio), lo que varía su resistencia interna en función de la concentración de Oxígeno en el ambiente donde se encuentra.

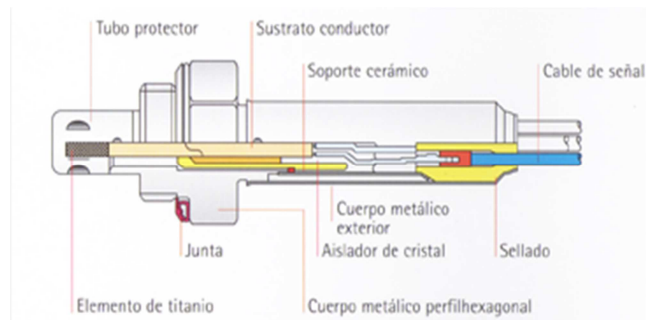


FIGURA 2.58 Esquema interno del Sensor HEGO (Titanio)

- Una aleación de Oxido de Titanio es depositada sobre una plaqueta de cerámica calentada por un circuito impreso resistivo, el período de calentamiento es de aproximadamente 15 segundos. [23]

Numero de Cables/Esquema Eléctrico:

Alimentación Resistencia = 12V

Señal = 0,1 V – 1 V

Masa = 0,03V

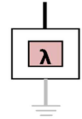
Sonda fría 4 a 6 Ω

Sonda caliente 6 a 8 Ω

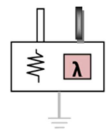
- **Un cable:** este será de color negro y es el que da la señal de la sonda siendo la carcasa la masa de la misma.



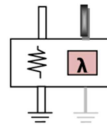
- **Dos cables:** Negro señal, gris negativo.



- **Tres cables:** Negro señal, blanco alimentación 12V resistencia de caldeo, gris negativo de resistencia.



- **Cuatro cables:** Negro señal, gris masa, blanco positivo resistencia de caldeo, segundo blanco negativo resistencia de caldeo.



Forma de onda del Sensor Lambda:

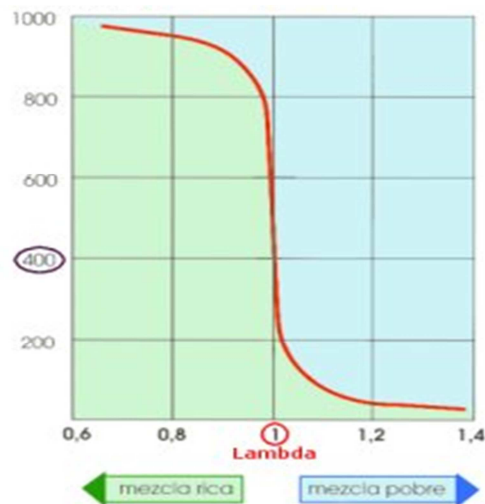


FIGURA 2.59 Forma de la onda del Sensor HEGO

Síntomas de fallas:

- Aumento consumo combustible
- Bajo rendimiento del motor
- Aumentan emisiones de gases contaminantes.
- Anticipa el desgaste del convertidor catalítico.
- Pueden variar revoluciones en marcha lenta.

2.8.1.8 KS (Knock Sensor)**SENSOR DE PISTONEO, DETONACIÓN O GOLPETEO*****FIGURA 2.60*** Sensor de Pistoneo (KS)

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 pistoneo o detonación es un dispositivo piezo-eléctrico pequeño, que junto con el ECU, identifica estas detonaciones. El ECU 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.

Función

El Sensor de Detonación o Knock Sensor convierte el "ruido" (es el oído de la ECU) 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 está 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. ²⁴

Ubicación:

Este sensor siempre está ubicado en una de las siguientes partes:

- Block del Motor.
- Cabeza de los cilindros.

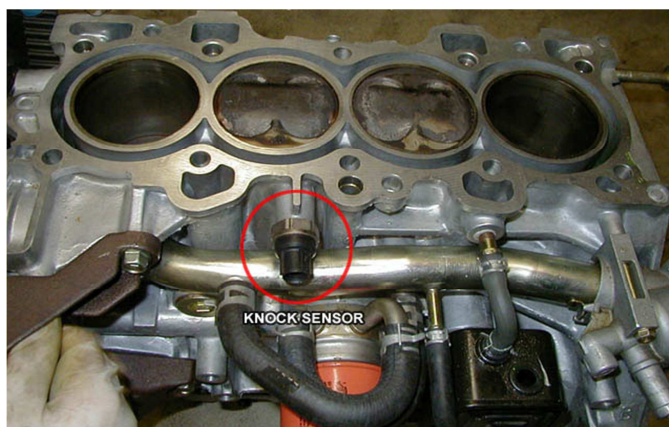


FIGURA 2.61 Ubicación típica de Sensor KS.

Funcionamiento

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

* En algunos motores de doble fila de cilindros, como son por ejemplo los casos de motores en "V" o motores de pistones antagónicos u opuestos se instalan dos sensores, los cuales informan individualmente de cada lado del motor.

detonación en el motor. Cabe señalar que el sensor está diseñado para trabajar al rango de frecuencia específica del motor.

Número de Cables

- **Un cable**

Envía la señal al ECM, la tierra se la realiza directamente con la carcasa del motor.

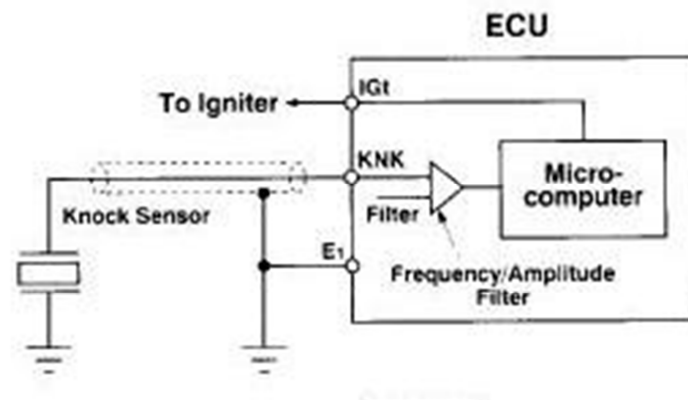


FIGURA 2.62 Esquema de Conexión del Sensor KS con ECM.

Forma de onda

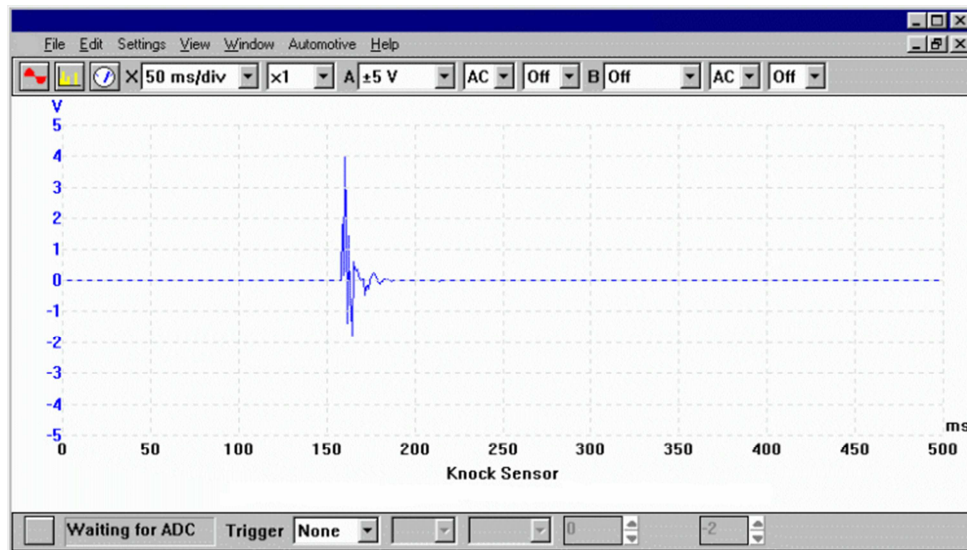


FIGURA 2.63 Forma de onda del Sensor KS.

Síntomas de Fallas:

- Afecta el tiempo de ignición
- Afecta la potencia del motor

- Temperaturas de combustión muy altas
- Secuencia de encendido sobre avanzada
- Relación de aire/combustible pobre (provocando una temperatura alta)
- Depósitos de carbonilla en el pre encendido de la mezcla aire/combustible

2.8.1.9 CKP (Crankshaft Position Sensor)

SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL

El sensor CKP es un dispositivo de efecto Hall que registra la velocidad del motor y la posición del cigüeñal. La computadora utiliza esta información para determinar el pulso de inyección y la sincronización de la chispa.



FIGURA 2.64 Sensor de Posición del Cigüeñal (CKP)

Función

Es un detector magnético o de efecto Hall, el cual envía a la computadora (ECM) información sobre la posición del cigüeñal y las RPM del motor.

El sensor CKP es un dispositivo de efecto Hall que registra la velocidad del motor y la posición del cigüeñal. La computadora utiliza esta información para determinar el pulso de inyección y la sincronización de la chispa.

Ubicación:

Frecuentemente se encuentra ubicado en la parte baja del motor, al lado derecho cerca de la polea del cigüeñal (incrustado en el bloque de cilindros, o a un lado de la polea principal), en la tapa de la distribución o en el monoblock o forma parte del distribuidor.



A: Indica la posición angular del cigüeñal al calculador.

FIGURA 2.65 Ubicación Típica del Sensor CKP

Tipos:

Existen 3 diferentes tipos de éstos sensores, el tipo óptico, el inductivo y el tipo de efecto hall.

- **Óptico.** El de tipo óptico generalmente se encuentra en el distribuidor y está constituido por un led, un diodo foto sensor y una placa que posee ranuras que va rotando, conociéndose así la posición 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.

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 algunos pueden presentar 3, tratándose en este último caso de un protector coaxial para impedir interferencias que afecten la señal.

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

- **Efecto Hall.** El sensor de tipo efecto hall basa su funcionamiento en un elemento de hall con 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.

Forma de Onda:

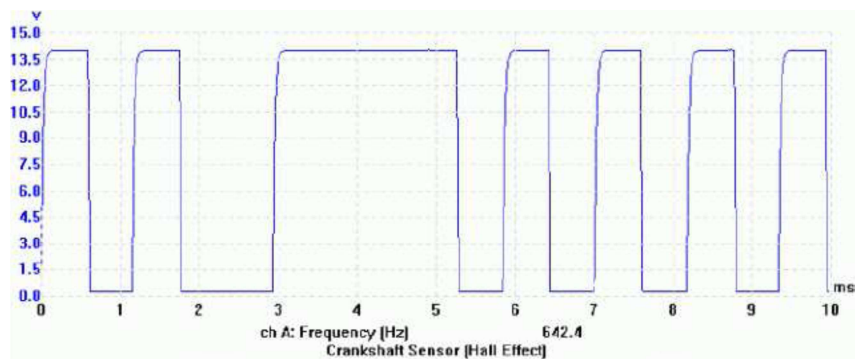


FIGURA 2.66 Forma de onda del Sensor CKP (Hall)

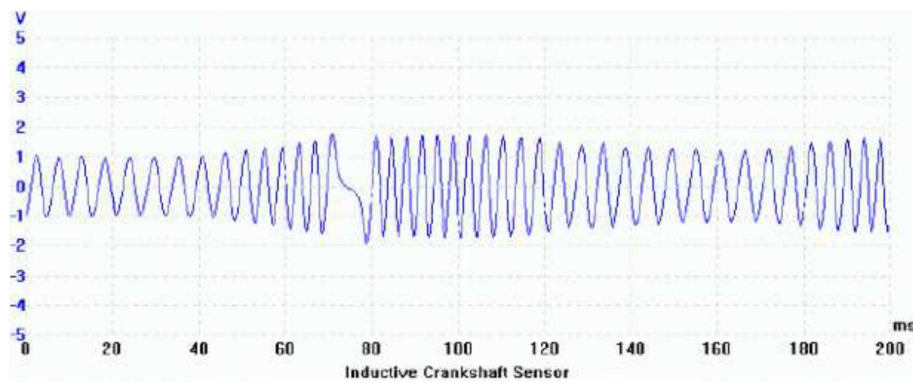
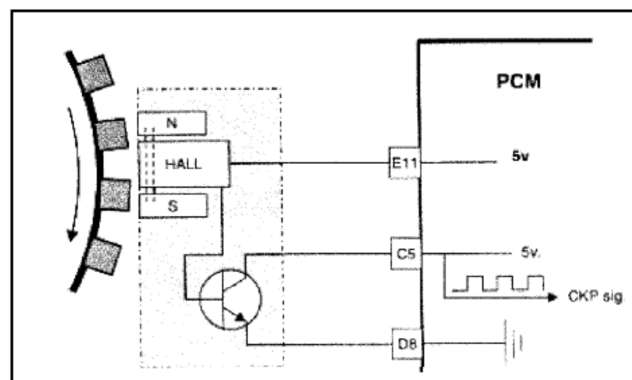


FIGURA 2.67 Forma de onda del Sensor CKP (Inductivo)

Esquema eléctrico:



Sensor Hall conectado al PCM.

FIGURA 2.68 Diagrama de Conexión del Sensor CKP (Hall)

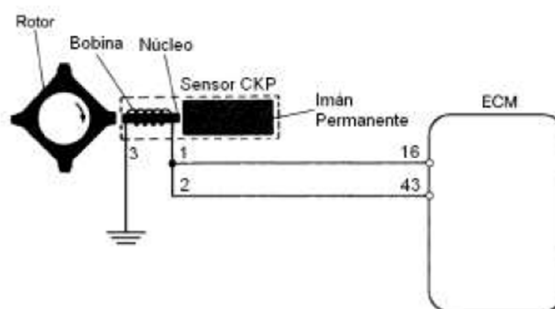


FIGURA 2.69 Diagrama de Conexión del Sensor CKP (Inductivo)

Síntomas de falla

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

Diagnóstico

- Compruebe que las conexiones eléctricas de las líneas del sensor y del conector estén bien conectadas y que no presenten roturas o corrosión.
- Verifique el estado físico del sensor.
- Compruebe que el sensor no presenta daños.
- Verifique alimentaciones de voltaje. [25]

2.8.1.10 CMP (Camshaft Position Sensor)

SENSOR DE POSICIÓN DEL ÁRBOL DE LEVAS

Es un dispositivo de efecto Hall que registra la posición del árbol de levas y que auxilia al CKP en la sincronización y la identificación de cilindros. La computadora utiliza esta información para ajustar el pulso de inyección y la sincronización de la chispa.



FIGURA 2.70 Sensor de Posición del Árbol de Levas (CMP)

Ubicación:

Usualmente se encuentra del lado de la distribución frente a la polea del árbol de levas, frente al otro extremo del árbol de levas, fijado en el tapa válvulas, o en otros casos se encuentra dentro del distribuidor.

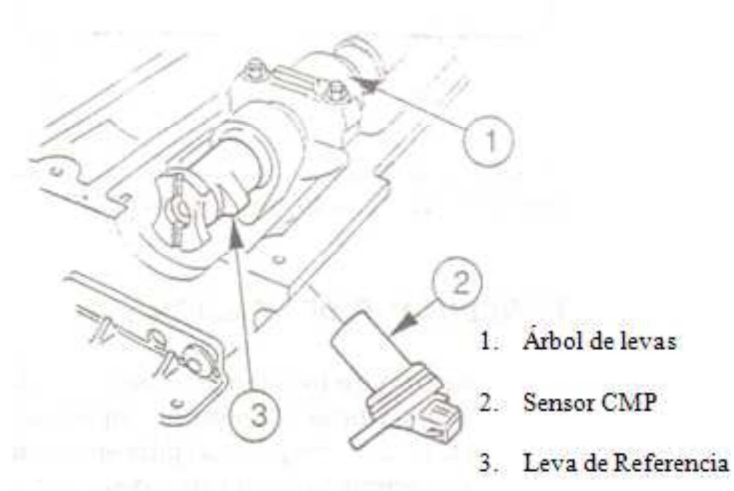


FIGURA 2.71 Ubicación Típica del Sensor CMP.

El sensor CMP es necesario en motores con inyección secuencial multipunto para identificar el cilindro número 1, su información permite que el calculador defina un cilindro de referencia que servirá para respetar el orden de encendido e inyección.

Sensor de Posición del Árbol de Levas CMP (Hall): El sensor del árbol de levas es el sensor de la identificación del cilindro (CID) y se utiliza a veces como referencia para medir el tiempo de la inyección secuencial del combustible. Además este sensor informa a la computadora, la posición exacta de las válvulas.

Opera como un Hall-effect 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 puede ser o una onda magnética senoidal (alterna) o una onda tipo 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.

Sensor de Posición del Árbol de Levas CMP (Inductivo): El sensor de árbol de levas inductivo provee al PCM la información que le permite identificar el cilindro número 1. Es utilizado en los sistemas de inyección secuencial. 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 del árbol de levas son: una onda alterna que aumenta de magnitud como se aumenta la velocidad del motor y proporciona generalmente una señal por 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. [26]

Forma de onda del Sensor:

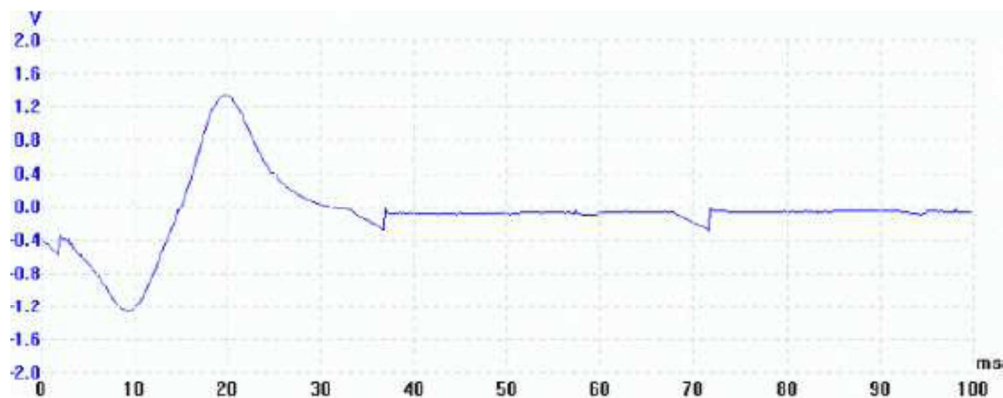


FIGURA 2.72 Forma de onda del Sensor CMP (Inductivo)

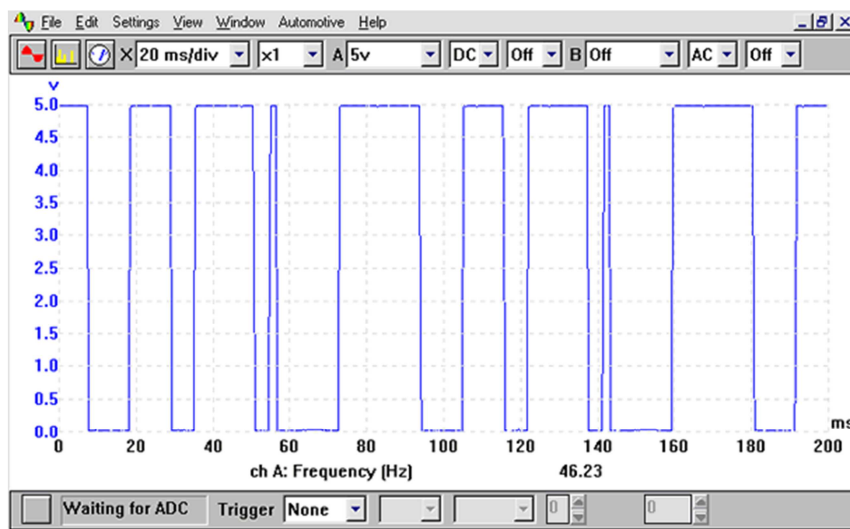
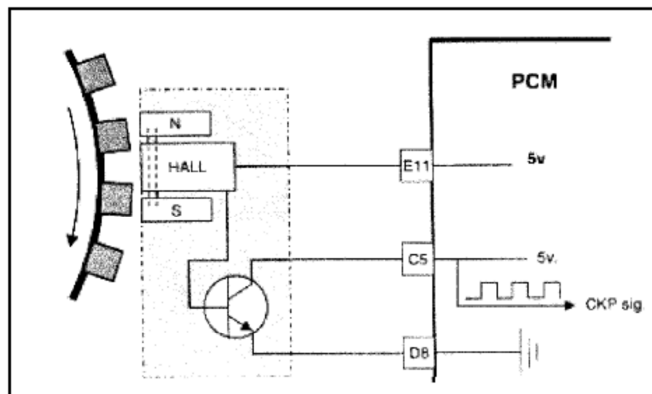


FIGURA 2.73 Forma de onda del Sensor CMP (Hall)

Esquema eléctrico:



Sensor Hall conectado al PCM.

FIGURA 2.74 Esquema Conexión del Sensor CMP con ECM. (Hall)

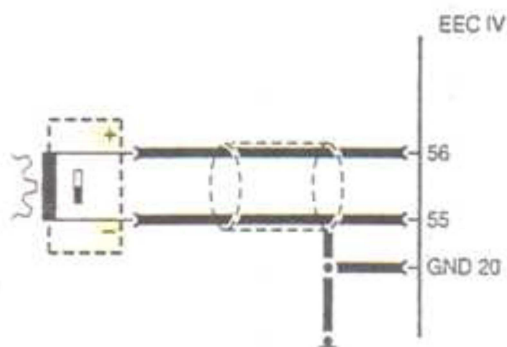


FIGURA 2.75 Esquema Conexión del Sensor CMP con ECM. (Inductivo)

Comprobaciones: (Sensor Inductivo)

- Verificar la resistencia de 200 ohmios aproximadamente.
- Comprobar la distancia del entrehierro: 0.6mm mínima a 1.2mm máxima.
- Para determinar si el sensor está proporcionando una señal de velocidad a la ECU medir el voltaje.
- El voltaje estimado esperado durante el arranque está en (1-3) v. La señal puede también ser detectada con un osciloscopio. En el caso de que un diente falte, una onda sinusoidal estará incompleta.

Comprobaciones: (Sensor Efecto Hall)

- Tres terminales (alimentación al sensor, señal, masa).
- Comprobar que exista una alimentación de (5 o 12) v. al sensor.
- Comprobar que el sensor esté conectado a tierra.
- Observar la forma de onda generada con osciloscopio.

Síntomas de falla:

- Explosiones en el arranque.
- El motor no enciende.
- Se enciende la luz check engine. [27]

CAPÍTULO III

3. PROYECCIÓN, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE EQUIPO (SOPORTE BANCO DE PRUEBAS)

3.7 Proyección de Equipo

El principal componente del proyecto es el simulador universal, usado únicamente en ensambladoras para verificar el buen funcionamiento de sensores en el automotor, previo a la salida de los vehículos a la venta, originalmente se trata de un equipo OBDII, es decir con conexión a toma de diagnóstico del motor, pero para hacerlo didáctico es necesario realizar adaptaciones y crearlo para la simulación individual de sensores.

La versatilidad, practicidad y bajo costo comparativo de este notable instrumento, le permitirán contar con un útil “SIMULADOR VIRTUAL” de funciones y señales, que podrá enviar información para testear la computadora (ECU) del vehículo. [28]



FIGURA 3.1 Placa Emulador

En este proyecto se encontrará secuencias detalladas de pruebas, esquemas de conexión, aplicación a vehículos, tablas con valores de medición y otras informaciones útiles.

Consta básicamente de las siguientes funciones:

- 1) EMULADOR DE TPS: Se provee de una salida triple para reemplazar al TPS del vehículo. Masa: negro. Amarillo: señal. Rojo: +5 volts. Con la perilla se podrá variar entre 0 y 5 volts. La alimentación será dada desde la ficha del cableado del vehículo que alimenta normalmente al TPS original.
- 2) EMULADOR DE SENSORES DE TEMPERATURA: Consta de tres perillas que permiten tener una salida de resistencia variable entre 100 ohms y 110 kohms para reemplazar el sensor de temperatura del vehículo, pudiendo fijar con gran precisión los valores que representan las distintas temperaturas.
- 3) EMULADOR DE SENSOR MAP: Una fuente de tensión continua, variable entre 0 y 5V permite reemplazar los MAP con salida en tensión, verificando la reacción de la ECU a distintos valores.
- 4) EMULADOR DE Sonda LAMBDA: Una fuente de tensión continua variable entre 0 y 1V permite reemplazar la Sonda LAMBDA del vehículo. Con la perilla de regulación se podrán simular valores que representen situaciones de mezcla rica o pobre, así como todos sus valores intermedios.
- 5) EMULADOR DE SENSORES HALL: Provee una salida de señal digital (cuadrada de 5V) con posibilidad de variar su frecuencia entre 10 Hertz y 200 Hertz. Puede ser usada para simular la salida en frecuencia de los MAPS (que tienen salida digital).
- 6) EMULADOR DE SENSOR INDUCTIVO: proporciona una salida de señal tipo Sensor Inductivo, variable en frecuencia entre 10 y 200 Hertz, que puede ser usada para simular sensores de velocidad, Salida Inductiva de distribuidores de encendido, o cualquier otro sensor de similares características.

Tiene funcionamiento simple y confiable, este banco emulador le permitirá ahorrar tiempo en el diagnóstico de fallas complicadas, pudiendo enviar información hacia la ECU, un osciloscopio o un multímetro; que con ayuda de los conocimientos previos de características y funcionamiento de cada uno de los componentes de los sistemas de inyección electrónica de combustible, se estará en capacidad de emitir un criterio de diagnóstico.

3.7.1 Requisitos para funcionamiento

En el caso del emulador de señales, y al tratarse de un elemento electrónico, es necesario tener todos los cuidados necesarios a la hora de alimentación del mismo, su conexión que posteriormente será detallada, es a base de una batería de 12V, además de conexiones para cada una de las señales de sensores.

Es necesario tener en cuenta polaridad del suministro de alimentación es sumamente importante ya que, en la mayoría de los casos, los pequeños dispositivos de corriente continua no suelen incorporar protecciones frente a un eventual cambio de polaridad en su alimentación, lo que puede acarrear daños irreversibles en el aparato.

Para evitar esto, y dado que generalmente la causa del problema es la colocación inadecuada de las baterías, es común que estos aparatos incorporen un diagrama que muestre cómo deben colocarse.

Se debe tener el conocimiento necesario sobre el funcionamiento del emulador, para su manipulación y escogimiento de funciones adecuadas, en los próximos capítulos se podrá conocer en secuencia de pasos, la forma correcta de conexión y alimentación.

3.8 Diseño de Soporte para Banco de Pruebas

El diseño del soporte inicia con el dimensionamiento necesario para la adecuada inserción posterior del grupo de elementos que serán indispensables en cada una de las emulaciones.

Se inicia con la estructura base, la cual será de una forma cúbica, que a continuación se muestra:

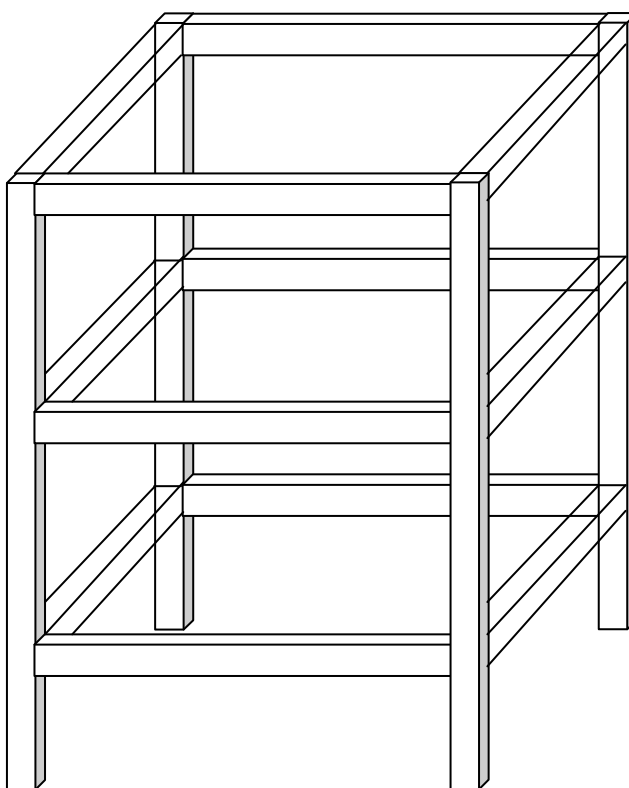


FIGURA 3.2 Estructura interna del banco de pruebas (Diseño CAD)

Se busca hacerlo lo más sencillo posible debido a que va a funcionar como un material didáctico, y es necesario que sea lo más práctico posible, así como de fácil movilización.

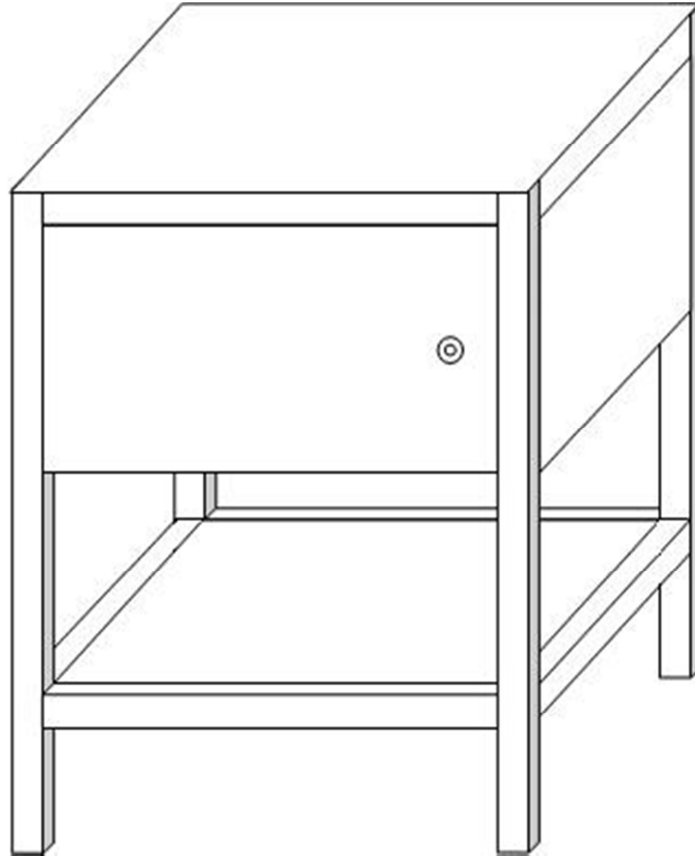


FIGURA 3.3 Diseño de Modelo terminado (Diseño CAD)

3.9 Materiales

3.9.1 Selección de Materiales y Elementos

ESTRUCTURAL

Se ha optado por el Aluminio gracias a su larga vida útil y a su capacidad de reutilización, estos dispositivos constituyen una valiosa contribución a la protección del medio ambiente.



El elemento para consolidar la estructura es el aluminio por su versatilidad de características:

El aluminio es un material ligero y altamente estable:

La densidad del aluminio es tan solo de 2.6 a 2.8 g/cm². Esto corresponde a 1/3 aproximado de la densidad del acero. A pesar de su peso reducido el aluminio posee una alta resistencia.

El aluminio es resistente a los impactos y altamente estable:

A pesar de que la superficie resulta abollada por el efecto de los golpes, la energía del impacto se absorbe mediante deformación.

El aluminio es resistente a la corrosión y autoprotector:

En contacto con oxígeno, la superficie de este material se recubre con una capa de óxido que se renueva de inmediato en caso de resultar dañada.

El aluminio es higiénico:

Su superficie lisa puede limpiarse fácilmente y está exenta de olores. Los contenedores de aluminio son óptimos para su utilización en ámbitos con altas exigencias higiénicas.

El aluminio es impermeable al vapor:

Incluso en caso de períodos de almacenamiento extremadamente prolongados, la humedad no puede penetrar a través del material. Mediante un proceso de soldadura es posible impermeabilizar contra el agua un contenedor de aluminio.

El aluminio es magnéticamente neutro:

El aluminio no presenta ferromagnetismo. En determinados ámbitos de aplicación, esta propiedad puede ser de gran importancia.

El aluminio es íntegramente reciclable:

El aluminio usado puede fundirse y reutilizarse: una significativa contribución a reducir la eliminación de residuos y a proteger el medio ambiente.

El aluminio es resistente a la radiación ultravioleta:

Los largos períodos de almacenamiento y su exposición a la radiación ultravioleta no afectan de forma alguna a este material.

Aplicaciones y usos:

La utilización industrial del aluminio ha hecho de este metal uno de los más importantes, tanto en cantidad como en variedad de usos, siendo hoy un material polivalente que se aplica en ámbitos económicos muy diversos y que resulta estratégico en situaciones de conflicto. Hoy en día, tan sólo superado por el hierro/acero. El aluminio se usa en forma pura, aleado con otros metales o en compuestos no metálicos.²⁹

Para nuestro caso hemos decidido usar un tubo de aluminio cuadrado 30x30x2, el cual será detallado en el (ANEXO I)

Batería:

Es un acumulador y proporciona la energía eléctrica para el motor de arranque de un motor de combustión, como por ejemplo de un automóvil, de un alternador del motor o de la turbina de gas de un avión. Las baterías que se usan como fuente de energía para la tracción de un vehículo eléctrico se les denominan baterías de tracción. Los vehículos híbridos pueden utilizar cualquiera de los dos tipos de baterías.

| Estimación de la capacidad según el voltaje | |
|--|-----------------------------|
| Voltaje de los conectores | Capacidad aproximada |
| 12,65 V | 100 % |
| 12,45 V | 75 % |
| 12,24 V | 50 % |
| 12,06 V | 25 % |
| 11,89 V | 0 % |

TABLA 3.1 Capacidad de carga de una batería según el voltaje

Para el proyecto es recomendable usar una batería de 12V y 65 Ah, Marca: A escoger, Modelo: 12V y 65 Ah. Adicionado en (ANEXO 2)

Conexiones:

Las conexiones será necesarias en cada una de las secuencias de prueba, para ello será necesario de diferentes tipos de cables eléctricos, a continuación se muestra una tabla en la que se podría utilizar el calibre AWG para seleccionar el adecuado. Se agregará en el (ANEXO 3)

| Calibre AWG No | Resistencia $\Omega/100$ m | Amperaje Máximo (A)* | | | Dimensiones | |
|----------------------|-------------------------------|----------------------|----------------------|----|-------------|-----------------|
| | | TIPO DE CABLE | | | Diám. | Area |
| | | UF | USE, THW TW, THWN | NM | mm | cm ² |
| 4/0 | 0,01669 | 211 | 248 | | 13,412 | 1,4129 |
| 3/0 | 0,02106 | 178 | 216 | | 11,921 | 1,1161 |
| 2/0 | 0,02660 | 157 | 189 | | 10,608 | 0,8839 |
| 1/0 | 0,03346 | 135 | 162 | | 9,462 | 0,7032 |
| 2 | 0,05314 | 103 | 124 | | 7,419 | 0,4322 |
| 4 | 0,08497 | 76 | 92 | | 5,874 | 0,2710 |
| 6 | 0,1345 | 59 | 70 | | 4,710 | 0,1742 |
| 8 | 0,2101 | 43 | 54 | | 3,268 | 0,0839 |
| 10 | 0,3339 | 32 | 32 | 30 | 2,580 | 0,0523 |
| 12 | 0,5314 | 22 | 22 | 20 | 2,047 | 0,0329 |
| 14 | 0,8432 | 16 | 16 | 15 | 1,621 | 0,0206 |

TABLA 3.2 Calibre AWG para cables de cobre

NOTAS:

* Estos valores contemplan hasta 3 conductores por envoltura.

Obsérvese que para valores de resistencia de menos de 0,1W /100 m, el valor está dado con cinco (5) cifras decimales, para mayor precisión.

La máxima temperatura de trabajo para los tipos USE y TH es 75°C.

La máxima temperatura de trabajo para el tipo UF es 60°C.

Regleta

Las regletas son pequenos cubos con 2 o más conductos de conexión totalmente aislados que permiten hacer empalmes de cables sin peligro de tener contacto entre sí. Dependiendo del grosor del alambre/cable y de la cantidad de amperaje hay distintos grosores y tipos de regletas, pueden ser de plástico, caucho o incluso porcelana. Son de gran facilidad de empalmes para conexiones temporales.

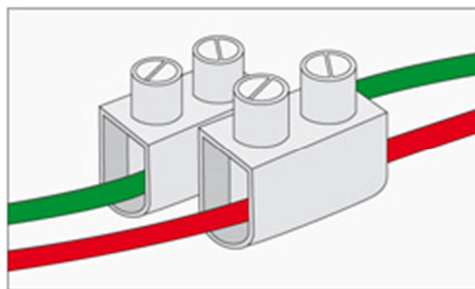


FIGURA 3.4 Diagrama de empalme de cables

Multímetro

Un instrumento eléctrico portátil para medir directamente magnitudes eléctricas activas como corrientes y potenciales (tensiones) o pasivas como resistencias, capacidades y otras. Las medidas pueden realizarse para corriente continua o alterna y en varios márgenes de medida cada una. Los hay analógicos y posteriormente se han introducido los digitales cuya función es la misma (con alguna variante añadida).

Va a ser de gran ayuda a la hora de verificar señales de voltaje, así como de resistencia interna que va a arrojar el emulador, para con ellos poder interpretar algunos de los resultados arrojados.

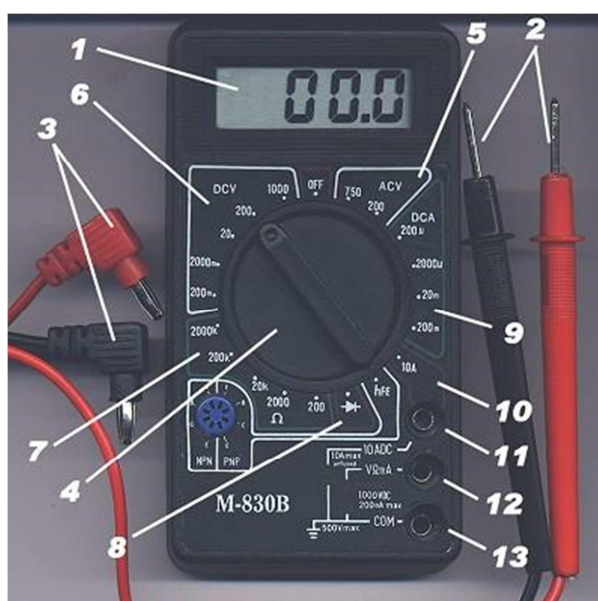


FIGURA 3.5 *Multímetro digital común*

1. Display: Aquí se observa la medición realizada.
2. Electrodo: Son los contactos que se deberán colocar sobre los puntos a medir, deben estar libres de suciedad y ser colocados de manera firme sobre superficies a medir limpias y secas. Generalmente el de color rojo se utiliza como positivo y el negro como negativo o masa, pero los colores se pueden invertir sin inconvenientes.

3. Plug de los electrodos: Son la conexión de los electrodos al aparato. Deben ser seleccionados correctamente según la medición a realizar.
4. Llave selectora: Es la encargada de seleccionar la magnitud a medir y la escala a utilizar. Es fundamental comprender su funcionamiento antes de realizar cualquier medición.
5. Escala de Tensión para Corriente Alterna (ACV): Esta escala hace funcionar al multímetro como un voltímetro de corriente alterna. En este caso tiene solo dos escalas (200Volts y 750Volts), es utilizada habitualmente en la posición 750V para las mediciones de tensión hogareñas. Nosotros la utilizaremos en la escala 200V para medir la tensión de rizado del alternador.
6. Escala de Tensión para Corriente Continua (DCV): Esta escala hace funcionar al multímetro como un voltímetro de corriente continua. Comúnmente se la utiliza para conocer el estado de carga de pilas y baterías. En nuestro ejemplo incluye escalas de 1000, 200, 20 Volts y además 200, 2000 miliVolts. Nosotros la utilizaremos para realizar varias mediciones, generalmente en la escala 20V.
7. Escala de resistencia: En esta posición el multímetro se comporta como un ohmetro. Se utiliza para medir resistencias, en nuestro caso desde 200 Ohms hasta 2000 kOhms. Para nosotros no será de mayor utilidad ya que las resistencias a medir serán generalmente menores a 200 Ohms y podemos averiguarlas mediante la ley de Ohm ($V=I \times R$ por lo tanto $R=V/I$) habiendo medido V (caída de tensión) e I (corriente) con anterioridad. Sin embargo puede ser de utilidad para medir resistencias en la bobina de encendido.
8. Continuidad: Esta escala nos muestra la capacidad de un circuito, bobina o componente para conducir la corriente. Nos es útil para averiguar si algún cable está cortado, si existe algún contacto en mal estado o si alguna pista de la luneta térmica no conduce como es debido. Si no hay conducción el display no mostrará cifra alguna o aparecerá solo un número 1 en el medio. Algunos aparatos poseen un buzzer (alarma) que avisa sobre la conducción con un sonido característico.
9. Escala Corriente Continua (DCA): Aquí el multímetro pasará a comportarse como amperímetro. Esta escala mide corrientes continuas desde 200 miliAmpere hasta 200 microampere (muy pequeñas). Hay que tener en cuenta

ser cuidadoso al seleccionar esta escala para no dañar el aparato tratando de medir corrientes que en el automóvil son generalmente mayores. Esta escala se utiliza para medir las corrientes de fuga en el alternador y las corrientes y consumos pequeños de algunos sistemas del automóvil.

10. Escala de Corriente hasta 10 Ampere: En esta escala el multímetro se transforma en una amperímetro capaz de medir corrientes de hasta 10 Ampere en nuestro caso. Puede ser útil para averiguar los consumos a través de sus respectivas corrientes ($P=V \times I$ con P en Watts), de los distintos componentes del automóvil. Aquí también hay que tener cuidado ya que la suma de los consumos de varios componentes puede superar ampliamente los 10 Ampere (el motor de arranque puede superar incluso los 200 Ampere). Es recomendable utilizar esta escala antes de pasar a la DCA para evitar cualquier inconveniente.
11. Conector para mediciones de Corriente Continua hasta 10 Ampere: Aquí se enchufa el plug rojo cuando debemos medir corrientes de hasta 10 Ampere. Hay que tener precaución de no utilizar este borne para medir ninguna otra magnitud.
12. Conector positivo Tensiones ACV y DCV – Corriente DCA – Resistencia y Continuidad: Aquí conectaremos el plug del electrodo rojo cuando queramos medir dichas magnitudes.
13. Conector negativo o masa: Aquí se conecta el electrodo negro para todas las mediciones. [30]

Emulador:

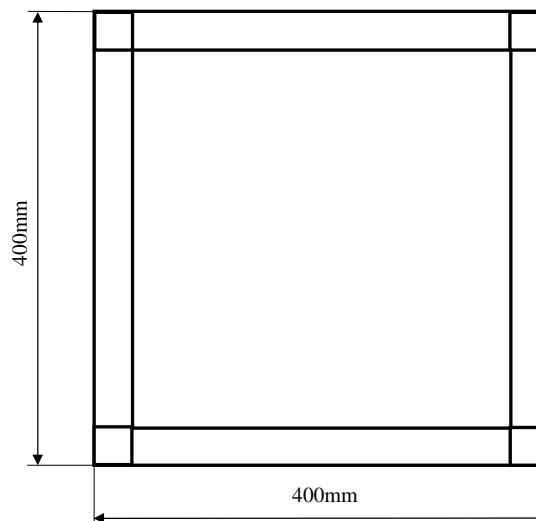
Es el componente más importante del proyecto, es el encargado de generar las emulaciones dentro del banco de pruebas.

Nota: Sus funciones y características ya han sido mostradas en “Proyección de Equipo”

3.10 Dimensionamiento

Las dimensiones requeridas para el modelo, son expuestas a continuación, mediante una secuencia de Vistas:

V. S.



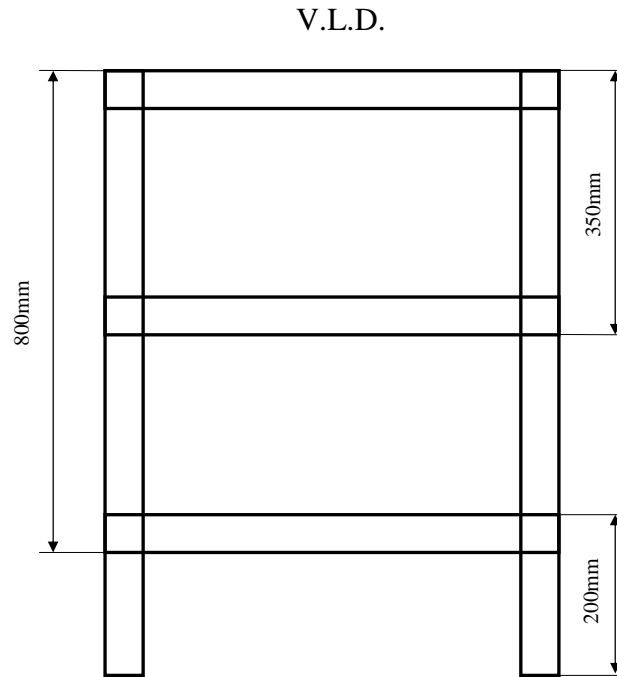


FIGURA 3.6 Dimensionamiento del Banco de Pruebas (CAD)

3.10.1 Distribución de lugares en Banco de Pruebas

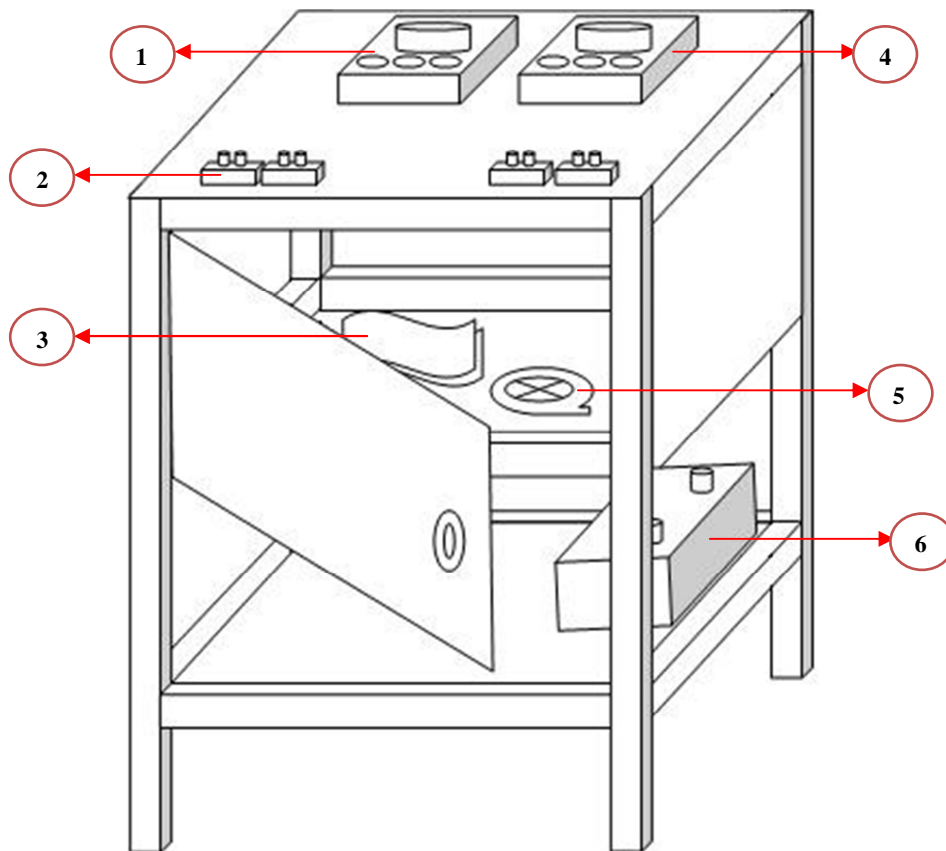


FIGURA 3.7 Ubicación de Componentes en el Banco de Pruebas

Referencias:

- ① Multímetro Digital
- ② Regleta de conexión eléctrica
- ③ Manuales, hojas guías, esquemas de conexión, valores de referencia, etc.
- ④ Emulador
- ⑤ Cables para conexión
- ⑥ Batería

Nota: La batería se usa la misma que cada vehículo porta.

3.11 Construcción de Equipo Propuesto**3.11.1 Construcción:****Soporte**

En un taller de aluminio-mecánica se confeccionó la mesa base para el equipo de diagnóstico en donde se colocarán los diferentes componentes así como también el espacio para los diferentes conectores auxiliares, manuales y área de trabajo.

Como se mostró anteriormente, se puso en práctica los planos y dimensiones necesarias para la final construcción del soporte, así como la inserción de los diferentes componentes necesarios.

SELECCIÓN MATERIALES**CORTE DE SECCIONES****DIMENSIONAMIENTO / ARMADO****PRESENTACIÓN FINAL**

FIGURA 3.8 *Proceso de Construcción y Ensamblaje*

Fueron necesarios para la construcción: Tubo cuadrado de aluminio 30x30x2 mm, paneles de ALUCOBOND (Reynobond®), bisagras, canales de aluminio sin aleta 1 ½'', caucho fijador, chapa sin seguro, remaches, ángulos de plástico, tiraderas de plástico, tornillos, entre otros.

Instrumento emulador:

Son una serie de resistencia variables tipo potenciómetro que asociadas entré sí, nos dan una apariencia de emulador de los diferentes sensores que componen el vehículo, de la misma manera; de la misma manera y en otras funciones tenemos rectificadores de tensión y generadores de pulsos cuadrados según sea el caso.

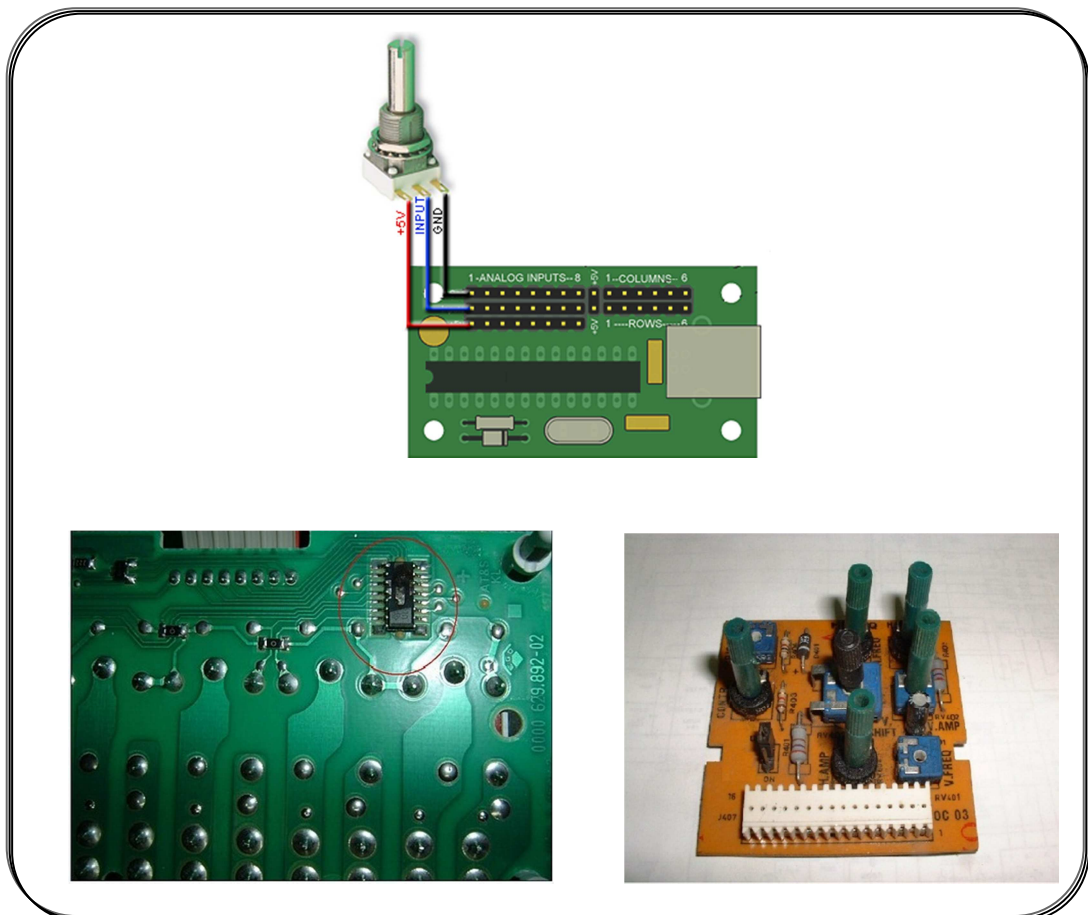


FIGURA 3.9 Diagrama eléctrico y placa principal Emulador

Pues se ha visto que al tratarse, de variaciones tanto de voltaje, como de resistencias, se trata de un conjunto de Potenciómetros que varían desde 1 k Ω – 100 k Ω , además de Micro chips para señales inductivas y efecto hall.

Acondicionamiento de Placa Principal

Fue necesario para poder laborar como un banco Didáctico, realizar la adaptaciones tales como:

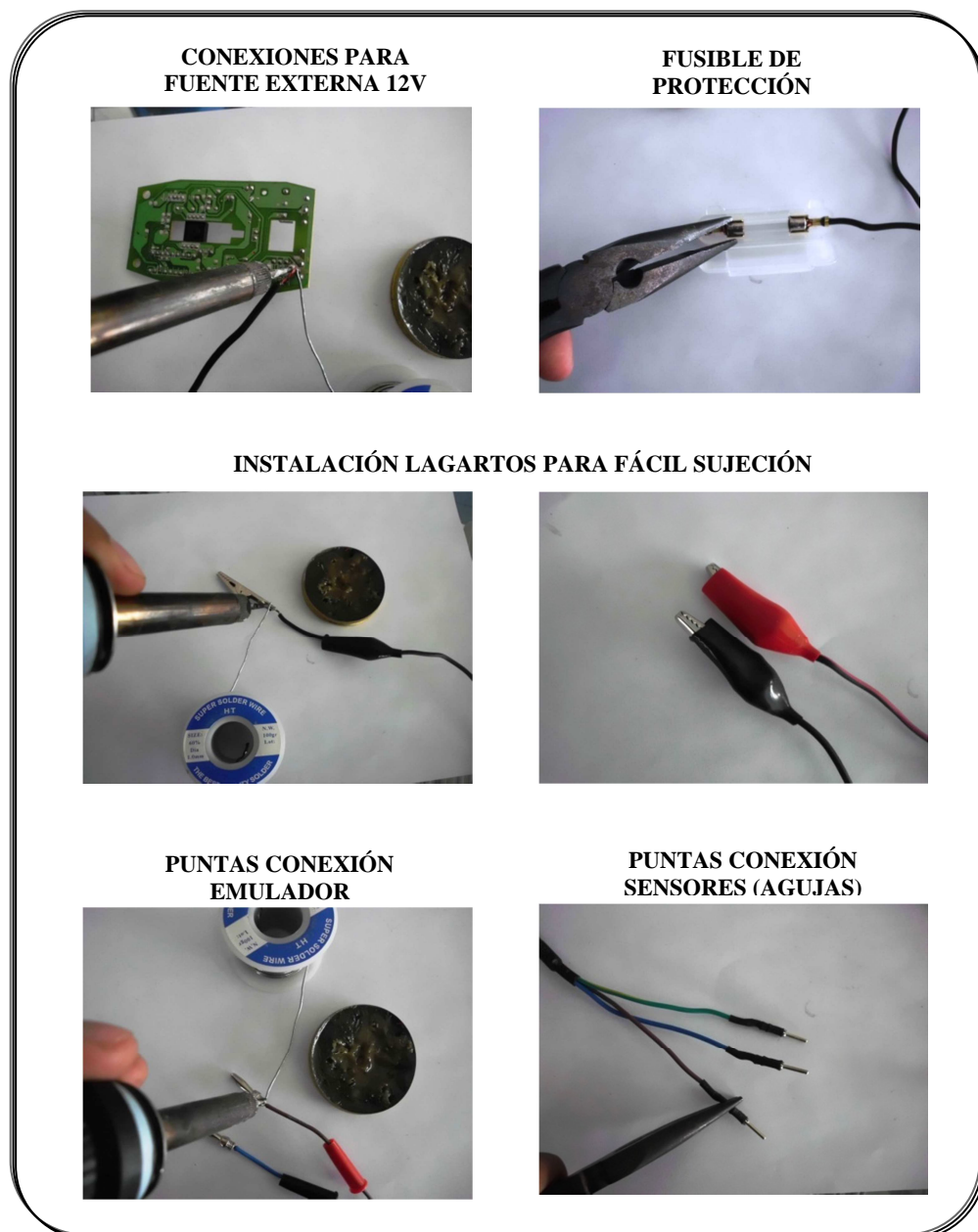


FIGURA 3.10 Aditamentos para el Emulador

Acondicionamiento a dispositivo didáctico:

Como se mencionó anteriormente, el dispositivo es instrumento de conexión OBDII originalmente, así que fue necesario realizar algunas adaptaciones para convertirlo en un proyecto didáctico y de emulación individual de sensores automotrices. A continuación se muestran algunas:

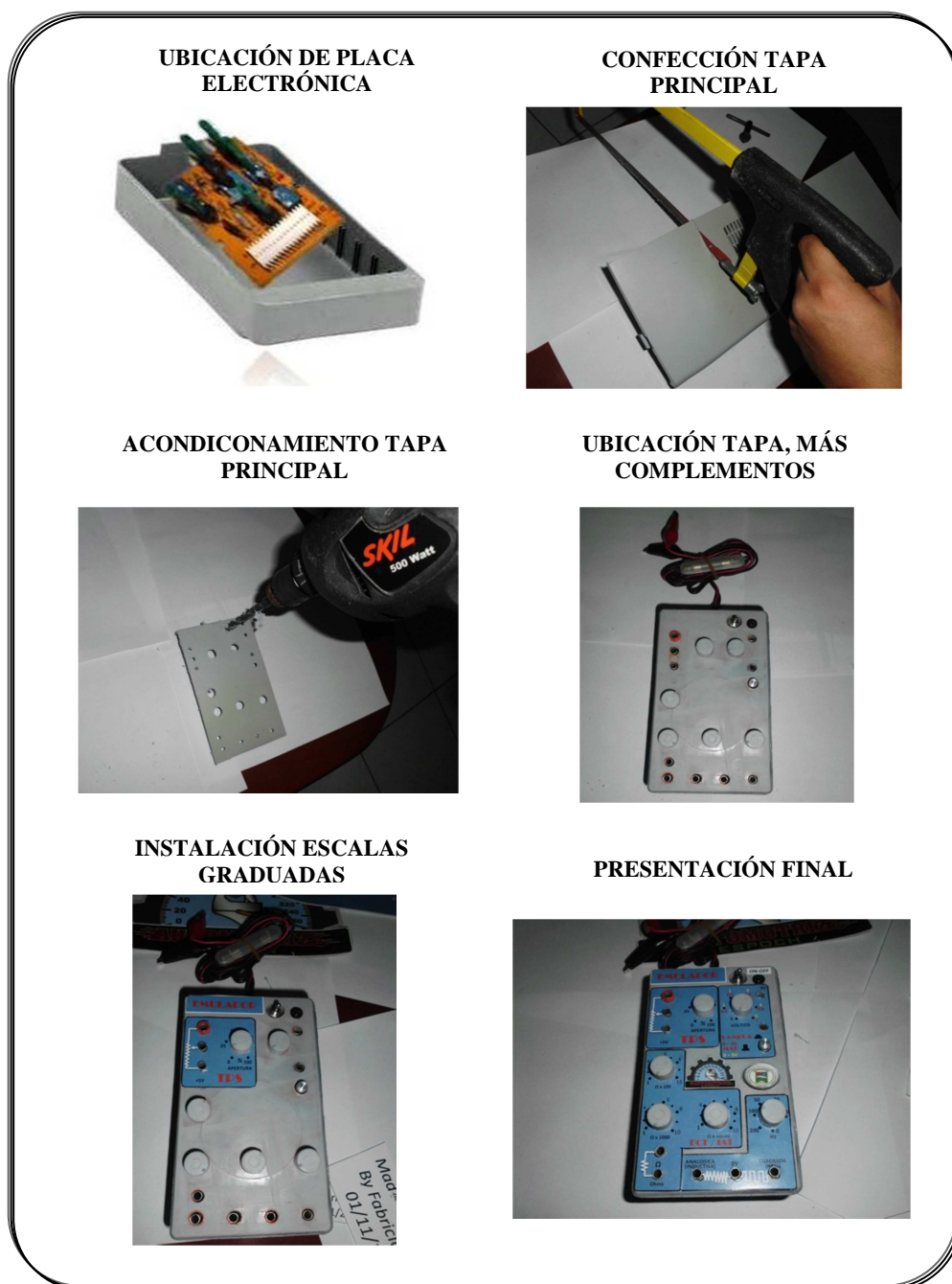


FIGURA 3.11 Acondicionamiento a dispositivo didáctico

Distribución de cables de Banco Emulador:



REFERENCIAS:

- | | |
|-------------------------|-------------------------------|
| 1. Fusible | 5. Conexión multímetro |
| 2. ON/OFF Emulador | 6. Emulador |
| 3. Conexión con Batería | 7. Conexión Emulador |
| 4. Multímetro | 8. Conexión Sensores Vehículo |

FIGURA 3.11 Distribución de Cables Banco Emulador

3.11.2 Funcionamiento del Equipo

3.11.2.1 Alimentación

El equipo será alimentado por una batería de 12 voltios y 65 Ah la cual será suficiente para realizar las comprobaciones de los elementos, la misma que puede sin dificultad ser usada la del vehículo a ser testeado.

Cabe recalcar que cuando sea necesario, se deberá conectar la batería a una fuente externa de carga para su correcto funcionamiento.

3.11.2.2 Conexiones

Las conexiones serán realizadas internamente en el equipo para que los diferentes componentes trabajen de forma individual y sin alterar las conexiones originales de cada componente.

Adicionalmente se colocó un fusible extra para evitar daños en los equipos cuando se realicen las pruebas en los vehículos al igual que tomas de corriente positiva y negativa.

Tipo electrónico

Se conectará el dispositivo directamente en el equipo, así como también los terminales del sensor hacia los cables del emulador siguiendo los diagramas y los colores especificados en el manual, posteriormente se verificará las resistencias y voltajes.

Tipo hall

La conexión para cada módulo hall estará detallada en el instructivo adjunto al equipo ya que cada módulo tiene su conexión específica y no es tan generalizada como los módulos inductivos, por tanto se deberá tener mayor cuidado con éste tipo de módulos.

3.12 Cuidados y mantenimiento

3.12.1 Cuidados

Los cuidados necesarios del equipo son pocos, basta con mantenerlo en un lugar seco y cubierto para poder mantenerlo operativo.

Se debe tener primordial cuidado en las polaridades de las conexiones realizadas, ya que al tratarse de un dispositivo electrónico, una conexión con errada polaridad podrían ocasionar el daño del dispositivo.

3.12.2 Mantenimiento – Limpieza

El equipo deberá ser utilizado en primera instancia por el profesor de la materia para que el estudiante observe el procedimiento de comprobación y no cometa errores que perjudiquen el desempeño del equipo, ya que las tarjetas electrónicas internas pueden verse afectadas permanentemente.

Se deberán comprobar las conexiones internas periódicamente al igual que los cables de alimentación principal para descartar problemas de fugas de corriente y evitar la corrosión de los cables utilizados.

Verificar el estado de la batería con un multímetro cada vez que se la vaya a utilizar el equipo para corroborar el voltaje de trabajo y evitar errores en las medidas tomadas. En caso de que el voltaje de trabajo no sea el adecuado se procederá a desmontar la batería para colocarla en el respectivo cargador a bajo amperaje/hora y sobre una superficie de madera, al mismo tiempo que se verifica el estado del electrolito con un densímetro para no acortar la vida útil de la misma.

CAPÍTULO IV

4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

4.1 Emulación individual de sensores

4.1.1 Simulador de TPS

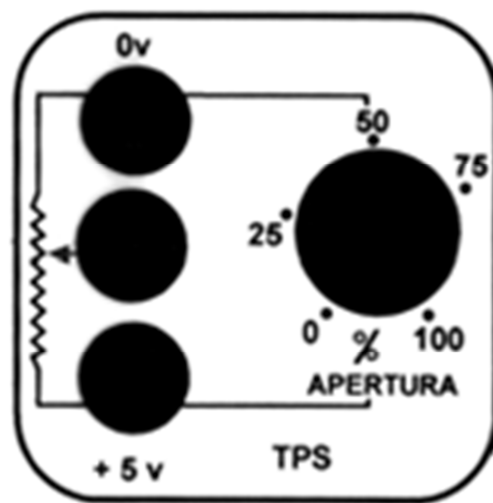


FIGURA 4.1 Mandos para emulación de TPS

- 1) Para reemplazar el TPS del vehículo por la función TPS, se deben tener en cuenta las polaridades de ambos.

A fin de hacerlo en forma correcta, se suministran gráficos con varios modelos de TPS. (VER ANEXO 5)

Tener en cuenta que las fichas que aparecen en las figuras, corresponde al TPS, por lo tanto sirve para inferir el positivo, la masa y la señal, en la ficha del lado del cableado de la computadora del auto.

- 2) Una vez identificado el tipo de TPS a reemplazar, es conveniente verificar con un multímetro digital en la escala de 20 volts, las polaridades de la ficha del

cableado, poniendo en contacto el vehículo y midiendo los pines de la ficha. Quitar el contacto del vehículo.

- 3) Seguidamente se procederá a conectar la ficha del cableado del vehículo, a los terminales del Emulador, respetando la polaridad marcada en los terminales del mismo. Se provee un cableado con fichas roja, negra y amarilla.

Borne Negro: Masa - Negativo

Borne Amarillo: Señal

Borne Rojo: Positivo + 5 volts.

- 4) Con las conexiones realizadas se debe ahora hacer la prueba con el vehículo en funcionamiento, girando la perilla TPS en el sentido de apertura, acompañando con la apertura simultánea de la mariposa de aceleración (apretando el acelerador o moviéndola manualmente) para que la variación sea lo más realista posible.

Verificar que no hay saltos o interrupciones en todo el recorrido. En el caso de tener algún tipo de scanner de autodiagnóstico se puede controlar la variación específica de la tensión del TPS seleccionando la pantalla correspondiente.

- 5) Aclaración: NO es necesario conectar el cable de alimentación del Emulador a la Batería del vehículo.

4.1.2 Simulador sensores de Temperatura

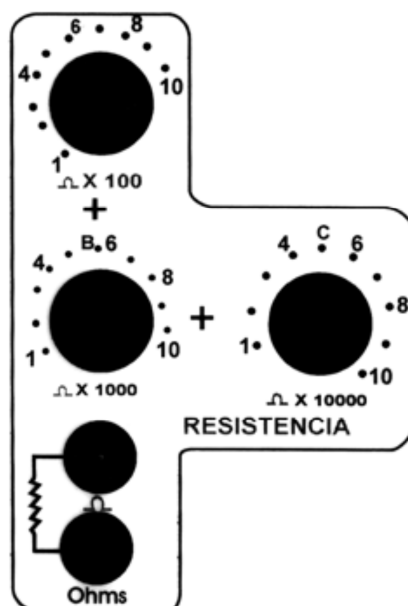


FIGURA 4.2 Mandos para emulación de Sensor de Temperatura

El reemplazo del sensor de temperatura del vehículo por la función variable del simulador Emulador es muy sencillo, ya que se requieren conectar solamente dos bornes.

Aclaración: NO es necesario conectar el cable de alimentación del Emulador a la batería del vehículo. No es necesario prender la llave on-off. No encenderá la luz roja.

- 1) Desconectar la ficha del Sensor de Temperatura del vehículo.
- 2) Se procederá a conectar la ficha del cableado del vehículo a los terminales del Emulador (Bornes OHMS) mediante el cableado provisto. Por ser una resistencia la conexión no posee polaridad.
- 3) Buscar en la tablas de valores adjuntas el que corresponde al vehículo en prueba, y colocar el valor de resistencia que sea necesario según la temperatura que queremos simular, ya sea una prueba de arranque en frío o bien un funcionamiento en cualquier punto de temperatura. **(VER ANEXO 6)**

- 4) Las escalas de perillas grabadas en el Emulador son aproximadas (como referencia).
- 5) Para lograr un valor exacto de resistencia, deberá chequearlo con la ayuda de un multímetro digital en la función óhmetro, conectándolo a los bornes OHMS del Emulador.

Por ejemplo, si desea exactamente 7550 ohms, conecte el multímetro al Emulador, mueva las perillas hasta encontrar el valor, y seguidamente con el valor encontrado, conecte el Emulador al cableado del vehículo para enviarle esa información a la computadora (ECU) del auto.

Se podrán simular valores de resistencia entre 100 y 110.000 ohms con el siguiente procedimiento:

- a) Conecte un multímetro digital al Emulador.
- b) Colocar las 3 perillas en posición cero.
- c) Las tres perillas están en serie. La primera mide entre 100 y 1000 ohms, la segunda entre 1000 y 10.000 ohms, y la tercera entre 10.000 y 100.000 ohms.

Por ejemplo, si Ud. quiere el valor de resistencia 83.500 ohm haga lo siguiente:

Mueva la tercer perilla (ohm x 10.000) buscando 80.000 ohm. Luego mueva la segunda perilla (ohm x 1000) buscando 83.000 ohm. Y por último mueva la primer perilla (ohm x 100) buscando 83500 ohm.

Resumiendo:

La primer perilla le proporcionó 80.000, la segunda perilla sumó 3.000 y la tercer perilla le sumó 500, en total 83.500 ohms.

4.1.3 Simulador de MAP

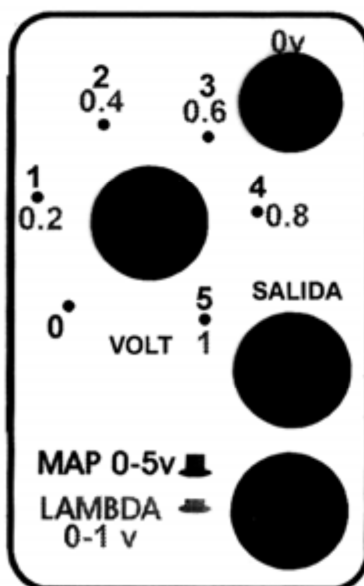


FIGURA 4.3 Mandos para emulación de MAP

- 1) El Emulador en esta función proporciona una tensión continua variable de cero a cinco volts, que es útil para simular la salida de tensión de los sensores de vacío. El botón Niquelado del Emulador que selecciona el rango de tensión 0-5Volts debe estar arriba.

- 2) Desconectar la ficha de conexión del MAP con la computadora (ECU) del vehículo. El primer paso consiste en identificar el MAP del vehículo en los gráficos adjuntos. (**VER ANEXOS 7**)

Tener en cuenta que las fichas que aparecen corresponden a los MAP, por lo tanto sirve para inferir la polaridad en la ficha del cableado de la computadora (ECU) del auto.

Para estar seguros antes de conectar el Emulador, deberíamos chequear con un multímetro en la ficha del lado cableado la posición de 5V, masa y señal.

La conexión será:

- Masa de cableado – Borne 0V.
- Señal del cableado – Borne salida.

- 3) Alimentar el Emulador con la batería del vehículo a testear, conectando el cable de alimentación. Encender la llave on-off. Encenderá la luz roja.
- 4) Para llevar a cabo la prueba poner el vehículo en marcha y variar la perilla del Emulador de acuerdo a la tabla de vacíos del MAP reemplazado, valores que irán de cerca de 5 Volts a 1 Volt a medida que aumenta el valor de vacío.
- 5) Como en las anteriores pruebas, de contar con un scanner de auto diagnóstico, buscando la pantalla correspondiente al MAP se podrá verificar que variando en el Emulador los valores de tensión se modifiquen las lecturas en la pantalla del mismo.

4.1.4 Simulador de HEGO

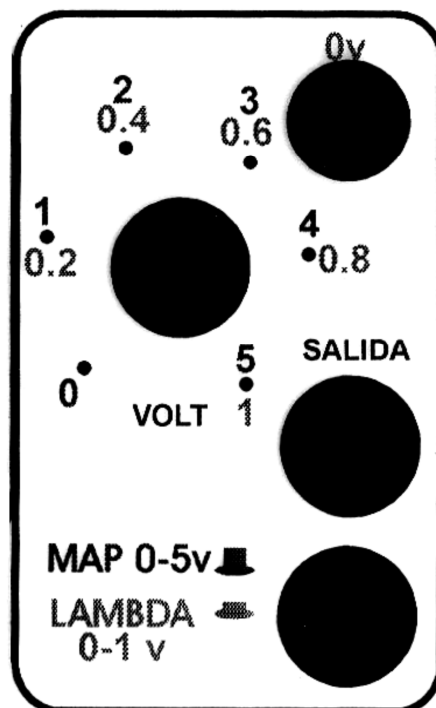


FIGURA 4.4 Mandos para emulación de Sonda Lambda

- 1) El Emulador en esta función proporciona una tensión continua variable, de 0-1V, que es útil para simular la salida de tensión de la sonda lambda.

El botón niquelado del Emulador que selecciona el rango de tensión 0-1V debe estar abajo.

- 2) Desconectar la ficha de conexión de la sonda lambda con la computadora (ECU) del vehículo. El primer paso consiste en identificar la SONDA LAMBDA del vehículo en los gráficos adjuntos. **(VER ANEXO 8)**

Tener en cuenta que las fichas que aparecen corresponden a las sondas lambda, por lo tanto sirve para inferir la polaridad en la ficha del cableado de la computadora (ECU) del auto.

Para estar seguros, antes de conectar el Emulador, deberíamos chequear con un multímetro en la ficha del lado cableado, la posición de positivo y masa.

La conexión será:

- Masa del cableado – Borne 0V.
- Positivo del cableado – Borne salida.

- 3) Alimentar el Emulador con la batería del vehículo a testear, conectando el cable de alimentación. Encender la llave on-off. Encenderá la luz roja.
- 4) Para llevar a cabo la prueba poner el vehículo en marcha y variar la perilla del Emulador entre 0 volt. (mezcla pobre) y 1 volt. (mezcla rica), y todos los valores intermedios posibles.
- 5) Como en las anteriores pruebas, de contar con un scanner de auto diagnóstico dado que la velocidad de respuesta de la pantalla del mismo es lenta (actuando como osciloscopio), se puede seleccionar el cuadro que nos grafica los valores de la sonda pero en volts (formato display de multímetro) ya que de esa manera podremos variar más rápidamente la perilla del Emulador y de esa manera ver la fluctuación de los valores de tensión al mismo tiempo que ella se produce.

Si se desea ver como osciloscopio entonces realizar la variación en forma lenta dándole tiempo a la imagen de ir variando en el sentido que queremos de menor a mayor o de mayor a menor tensión.

4.1.5 Simulador de sensor Efecto Hall

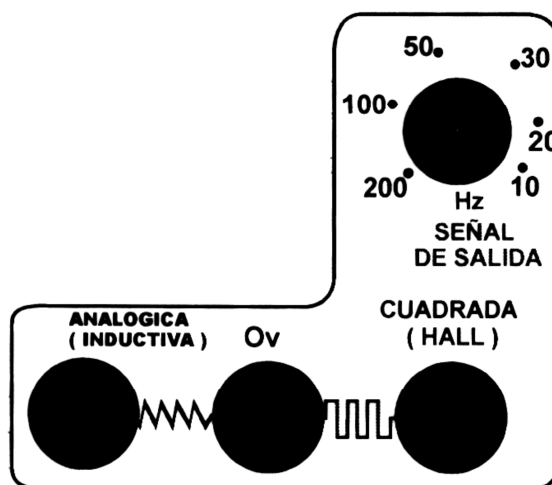


FIGURA 4.5 Mandos para emulación de Sensor Efecto Hall

El Emulador provee una salida de Señal Digital (cuadrada de 5 volts) con posibilidad de variar su frecuencia entre 10 y 200 Hertz. Puede ser usada para simular la salida en frecuencia de los MAPs.

Asimismo servirá para disparar bobinas secas múltiples que incorporan módulos con ellas, y requieren una señal cuadrada de estas características para reemplazar la señal de control de la computadora (ECU) del vehículo.

- 1) Alimentar el Emulador con la Batería del vehículo a testear, conectando el cable de alimentación. Encender la llave on-off. Encenderá la luz roja.

- 2) Desconectar la ficha de conexión del Sensor Hall. Se deberá estar seguro de la polaridad de los cables del Sensor. (positivo, masa y señal)
- 3) El Emulador simulará una señal digital conectando solamente 2 bornes:
 - Masa de cableado – Borne 0V (masa)
 - Señal de cableado – Borne cuadrada hall (señal)
- 4) Se podrá cambiar la frecuencia variando la perilla entre 10 y 200 Hertz.

4.1.6 Simulador de sensor Inductivo

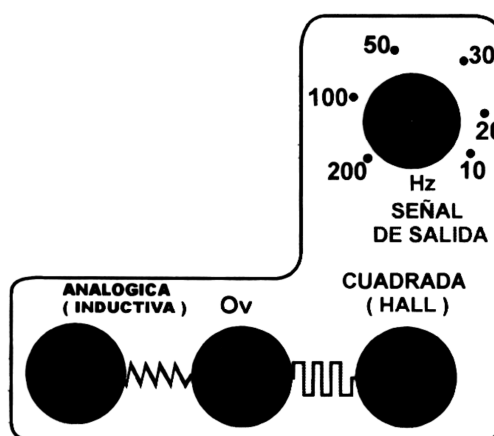


FIGURA 4.6 Mandos para emulación de Sensor Inductivo

El Emulador proporciona en esta función una salida de señal tipo sensor inductivo, variable en frecuencia entre 10 y 200 Hertz, que puede ser usada para simular sensores de velocidad, salida inductiva de distribuidores de encendido, o cualquier otro sensor de similares características.

- 1) Alimentar el Emulador con la batería del vehículo a testear, conectando el cable de alimentación. Encender la llave on-off. Encenderá la luz roja.
- 2) Desconectar la ficha de conexión del sensor inductivo. Se deberá constatar la polaridad de los cables. (masa y señal)

- 3) El Emulador simulará una señal analógica conectando solamente 2 bornes:
 - Masa del cableado – Borne 0V (masa)
 - Señal del cableado – Borne Analógica Inductiva (señal)

- 4) Se podrá cambiar la frecuencia variando la perilla entre 10 y 200 Hertz.

4.2 Elaboración de guías de laboratorio

Ver artículo completo en (ANEXOS 9)

CAPÍTULO V

5. **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 **CONCLUSIONES**

- Se pudo adquirir nuevos conocimientos y sofisticándolos con la práctica y la experiencia este proyecto será útil para los estudiantes y docentes de la carrera de Ingeniería Automotriz, ya que trabajo permitirá (mediante el uso adecuado del banco emulador universal, de los fundamentos teóricos de este trabajo y de las guías de prácticas adjuntas a éste) que el estudiante mire desde otro punto de vista el funcionamiento de los sistemas de control electrónico de los actuales vehículos.
- Por otra parte, los objetivos propuestos inicialmente se han cumplido a plenitud, desde el inicio de la investigación, adquisición de componentes necesarios para la construcción del banco emulador y todos los demás elementos necesarios para este sistema de entrenamiento; con un trabajo adecuado y con la aplicación de los se pudo llegar a la implantación del banco emulador en los laboratorios de la escuela.
- Se cumplió con el objetivo inicial que fue el de recopilar información necesaria sobre los actuales sistemas de inyección electrónica que implementan los vehículos, para de esa manera poder llegar a un conocimiento aún más profundo sobre la correcta emulación de los diferentes componentes del sistema de inyección del vehículo.
- Se pudo conocer la información que cada uno de los componentes de un sistema de inyección electrónica aporta al módulo de control de motor y su papel dentro de los subsistemas del motor.
- Con la ayuda necesaria, se logró llegar a la construcción física, dimensionamiento y distribución de equipos del banco emulador universal de señales de sensores.

- Se adquirió un profundo conocimiento sobre la secuencia de pasos necesarios para la correcta emulación de cada uno de los sistemas estudiados y se los ha profundizado y plasmado con los capítulos correspondientes al uso del banco emulador.
- Además de, la implantación de guías de prácticas para el docente; para que pueda llevar de una manera ordenada cada una de las secuencias de práctica que puede brindar el banco emulador.

5.2 **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda seguir todas las instrucciones del manual de usuario al momento de instalar el emulador, por cuanto al alterar conexiones, se corre el riesgo de exponer todos los elementos eléctricos a que sufran corto circuitos.
- Es necesario cerciorarse del tipo de componente del sistema de inyección que se va a reemplazar (emular), ya que para cada dispositivo tiene su tipo específico de distribución de cables y un error podría ser de grandes consecuencias.
- Verificar el estado de la batería con un multímetro cada vez que se la vaya a utilizar el equipo para corroborar el voltaje de trabajo y evitar errores en las medidas tomadas. En caso de que el voltaje de trabajo no sea el adecuado se procederá a desmontar la batería para colocarla en el respectivo cargador a bajo amperaje/hora y sobre una superficie de madera, al mismo tiempo que se verifica el estado del electrolito con un densímetro para no acortar la vida útil de la misma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [¹] GALVAN, Edgar. Historia Inyección Electrónica a Gasolina.
<http://edgargg.blogspot.com/2010/07/blog-post.html>
23/05/2011
- [²] RAZINE, Podcast. Historia de la Inyección Electrónica de Combustible.
<http://www.razine.com/community/toyoter/59683-historia-de-la-inyecci3n-de-combustible-largo-post377909.html?pagenumber=&langid=1>
23/05/2011
- [³] GUALTIERI, Pablo Jorge. Gestión Electrónica de Motores. México. CECSA. 1992
Pp 43-47
- [⁴] RAZINE, Historia de la Inyección de Combustible.
<http://www.razine.com/community/toyoter/59683-historia-de-la-inyecci3n-de-combustible-largo-post377909.html?pagenumber=&langid=1>
23/05/2011
- [⁵] Inyección Directa de Gasolina, Documentos Técnicos AUTOCITY,
<http://www.autocity.com/documentos-tecnicos/index.html?codigoDoc=92>
24/05/2011
- [⁶] MEGANE, Dany, Inyección Directa a Gasolina
<http://www.mecanicavirtual.org/inyec-gasoli-direc.htm>
25/05/2011
- [⁷] Inyección Electrónica, S/N.
<http://www.galeon.com/bartaavila/i.htm>
26/05/2011
- [⁸] NIESS, F. Electrónica Automotriz. México: Trillas. 1992. Pp 134-145

[⁹] M. Oscar, Sistemas de Alimentación

<http://carburador-oscar.blogspot.com/>

27/05/2011

[¹⁰] CROUSE, W. El Libro del Automóvil. Barcelona: Marcombo. 1980. Pp 247

[¹¹] CASTRO, M. Inyección de Gasolina. Barcelona: Editorial CEAC. 1995. Pp 168

[¹²] CASTRO, M. Inyección de Gasolina. Barcelona: Editorial CEAC. 1995.

Pp 172-178

[¹³] CASTRO, M. Inyección de Gasolina. Barcelona: Editorial CEAC. 1995. Pp. 179

[¹⁴] DALES, D, Manual de electrónica automotriz y rendimiento del motor. 2da.ed.

México: Prentice-Hall. 1996. Pp. 245–259

[¹⁵] GILLIERI, S. Dispositivos electrónicos en el Automóvil. Barcelona: Ceac. 1993.

Pp 246.

[¹⁶] ROLCAR, Teoría del TPS,

http://www.rolcar.com.mx/mecanica%20de%20los%20sabados/teoria%20del%20tps/teoria_del_tps.asp

30/05/2011

[¹⁷] SATANDER R. J. Manual Técnico de Fuel Injection. Pp. 299 – 301

[¹⁸] SATANDER R. J. Manual Técnico de Fuel Injection, Pp. 333 – 334

[¹⁹] GILLIERI, S. Dispositivos electrónicos en el Automóvil. Barcelona: Ceac. 1993.

Pp. 246

[²⁰] ROLCAR, Sensores del Automóvil

http://www.rolcar.com.mx/TecnoTips/Sensores%20MAP/sensor_map.asp

31/05/2011

- [2¹] RIBENS, W. B. Understanding Automotive Electronics. 5ta.ed.
Butterworth – Heinemann. Estados Unidos. 2004. Pp. 177
- [2²] Sensores el Automóvil
<http://www.mecanicavirtual.org/sensores.htm>
02/06/2011
- [2³] J.M., Alonso, Tecnología de automoción (Electricidad del Automóvil). Madrid:
Paraninfo, 1980. Pp. 145-146
- [2⁴] Inyección Electrónica
<http://www.cise.com>
02/06/2011
- [2⁵] BONNICK, Allan W. M. Automotive Computer Controlled Systems. Butterworth
Heinemann. Gran Bretaña: 2001. Pp. 113
- [2⁶] ALFONSO, G. Complementos Electrónicos para su Automóvil. Madrid: Paraninfo.
1982. Pp. 129
- [2⁷] BUSTILLO M. José. Cise Electrónica, <http://www.cise.com>
- [2⁸] Emulador Universal de Señales
<http://www.electronicapitarch.com.ar/>
09/06/2011
- [2⁹] Varios autores. Enciclopedia de Ciencia y Técnica. 2da. ed. Salvat. 1983. Pp. 121
- [2⁰] Multímetro Digital
<http://www.bitoma4x4.com/foro3/viewtopic.php?f=15&t=3575>
11/06/2011

BIBLIOGRAFÍA

ALONSO J. M. Técnicas del Automóvil. 10ma.ed. España: Paraninfo, 2000

EDICIONES CEAC. Manual CEAC del Automóvil. 2da.ed. España: Grupo Editorial CEAC, Barcelona, 2003

ZABLER, E. Los Sensores en el Automóvil, México: Reverte, 2002.

PIRON, N. Equipo Eléctrico. Barcelona: Marcombo. 1983

BREJCHA, M. Electricidad Automotriz. 10ma.ed. Madrid: Paraninfo. 1999

CROUSE, W. El libro del Automóvil. 2da.ed. Barcelona: Marcombo. 1980

AUTODATA V3,18. 2006

MITCHELL ONDEMAND V5. 2008

LINKOGRAFÍA

Historia de la Inyección Electrónica

<http://edgargg.blogspot.com/2010/07/blog-post.html>.

23/05/2011

<http://www.razine.com/community/toyoteros/59683-historia-de-la-inyecci%D3n-de-combustible-largo.html?langid=1>,

23/05/2011

Principio de funcionamiento Inyección Electrónica

www.mecanicavirtual.org/inyecci-gasoli-intro

24/05/2011

Componentes de un Sistema de Inyección Electrónica.

<http://www.abcdatos.com/tutoriales/tutorial/z3794.html>

05/06/2011

Inyección Electrónica

<http://www.todomecanica.com/inyeccion-electronica-boch.html>

06/06/2011

Inyección Electrónica de Gasolina

http://www.electronica-automotriz.net/documentos/internacional/curso_inyeccion_internacional.pdf

10/06/2011

Emulador de control electrónico

www.electronicapitarch.com.ar

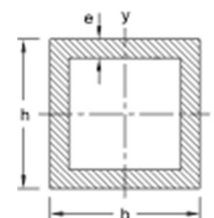
15/07/2011

ANEXOS

ANEXO 1

TABLA TUBOS DE ALUMINIO COMERCIAL

| b x h mm | e mm | Peso kg/m | Mlx cm ⁴ | Wx cm ³ | SIMAGALOK 60/63 6060/6063 | SIMAGALOK 82 6082 |
|-------------|---------|--------------|------------------------|-----------------------|------------------------------|----------------------|
| 15 x 15 | 1,50 | 0,230 | 0,249 | 0,332 | □ | — |
| 15 x 15 | 2,00 | 0,295 | 0,300 | 0,400 | □ | — |
| 16 x 16 | 1,50 | 0,247 | 0,308 | 0,385 | □ | — |
| 20 x 20 | 1,50 | 0,315 | 0,637 | 0,637 | □ | — |
| 20 x 20 | 2,00 | 0,408 | 0,787 | 0,787 | □ | — |
| 20 x 20 | 3,00 | 0,578 | 1,013 | 1,013 | □ | — |
| 25 x 25 | 1,50 | 0,400 | 1,303 | 1,042 | □ | — |
| 25 x 25 | 2,00 | 0,522 | 1,635 | 1,308 | □ | — |
| 25 x 25 | 3,00 | 0,748 | 2,169 | 1,735 | □ | — |
| 30 x 30 | 1,50 | 0,485 | 2,321 | 1,548 | □ | — |
| 30 x 30 | 2,00 | 0,635 | 2,942 | 1,961 | □ | — |
| 30 x 30 | 3,00 | 0,919 | 3,985 | 2,657 | □ | — |
| 35 x 35 | 1,50 | 0,570 | 3,767 | 2,153 | □ | — |
| 35 x 35 | 2,00 | 0,748 | 4,809 | 2,748 | □ | — |
| 40 x 40 | 1,50 | 0,655 | 5,715 | 2,858 | □ | — |
| 40 x 40 | 2,00 | 0,862 | 7,337 | 3,668 | □ | — |
| 40 x 40 | 2,50 | 1,062 | 8,828 | 4,414 | ▣ | ▣ |
| 40 x 40 | 3,00 | 1,259 | 10,197 | 5,099 | □ | — |
| 40 x 40 | 4,00 | 1,633 | 12,595 | 6,298 | □ | ▣ |
| 45 x 45 | 1,50 | 0,739 | 8,241 | 3,663 | ▣ | — |
| 45 x 45 | 2,00 | 0,975 | 10,624 | 4,722 | □ | — |
| 50 x 50 | 1,50 | 0,824 | 11,419 | 4,568 | □ | — |
| 50 x 50 | 2,00 | 1,089 | 14,771 | 5,908 | □ | — |
| 50 x 50 | 3,00 | 1,599 | 20,849 | 8,340 | □ | ▣ |
| 50 x 50 | 4,00 | 2,087 | 26,153 | 10,461 | □ | ▣ |
| 50 x 50 | 5,00 | 2,549 | 30,750 | 12,300 | □ | — |
| 60 x 60 | 1,50 | 0,995 | 20,033 | 6,678 | ▣ | — |
| 60 x 60 | 2,00 | 1,315 | 26,046 | 8,682 | □ | — |
| 60 x 60 | 3,00 | 1,939 | 37,141 | 12,380 | □ | — |
| 60 x 60 | 4,00 | 2,540 | 47,070 | 15,690 | □ | — |
| 70 x 70 | 1,50 | 1,164 | 32,157 | 9,188 | □ | — |
| 70 x 70 | 1,80 | 1,392 | 38,092 | 10,884 | ▣ | — |
| 70 x 70 | 2,00 | 1,542 | 41,961 | 11,989 | ▣ | — |
| 70 x 70 | 3,00 | 2,277 | 60,273 | 17,221 | □ | — |
| 70 x 70 | 4,00 | 2,994 | 76,947 | 21,985 | □ | — |
| 80 x 80 | 1,50 | 1,334 | 48,391 | 12,098 | ▣ | — |
| 80 x 80 | 2,00 | 1,769 | 63,315 | 15,829 | □ | — |
| 80 x 80 | 3,00 | 2,617 | 91,445 | 22,861 | ▣ | — |
| 80 x 80 | 4,00 | 3,447 | 117,385 | 29,346 | □ | — |
| 80 x 80 | 5,00 | 4,269 | 141,250 | 35,313 | □ | — |
| 80 x 80 | 8,00 | 6,532 | 201,523 | 50,381 | □ | — |
| 100 x 100 | 2,00 | 2,223 | 125,545 | 25,109 | □ | — |
| 100 x 100 | 2,50 | 2,764 | 154,578 | 30,916 | ▣ | — |
| 100 x 100 | 3,00 | 3,297 | 182,709 | 36,592 | □ | — |
| 100 x 100 | 4,00 | 4,355 | 236,339 | 47,268 | □ | — |
| 100 x 100 | 5,00 | 5,387 | 286,583 | 57,317 | □ | □ |
| 100 x 100 | 10,00 | 10,197 | 492,000 | 98,400 | □ | □ |
| 120 x 120 | 2,00 | 2,676 | 219,134 | 36,522 | □ | — |
| 120 x 120 | 2,50 | 3,331 | 270,495 | 45,082 | □ | — |
| 120 x 120 | 4,00 | 5,262 | 416,734 | 69,456 | □ | — |
| 120 x 120 | 5,00 | 6,521 | 507,917 | 84,653 | □ | — |
| 135 x 135 | 3,00 | 4,487 | 460,231 | 68,182 | □ | — |
| 150 x 150 | 3,00 | 4,997 | 635,526 | 84,743 | □ | — |
| 150 x 150 | 4,00 | 6,623 | 830,526 | 110,737 | □ | — |
| 150 x 150 | 5,00 | 8,222 | 1017,417 | 135,656 | □ | — |
| 150 x 150 | 8,00 | 12,871 | 1531,934 | 204,258 | □ | — |
| 160 x 160 | 3,00 | 5,336 | 774,261 | 96,783 | □ | — |



- Material normalmente en stock
- ▣ Material en existencia esporádica o plazo corto de entrega
- ▣ Material bajo pedido y cantidad mínima

Mlx: Momento de inercia respecto al eje x.

Mly: Momento de inercia respecto al eje y.

Wx: Módulo de flexión respecto al eje x.

Wy: Módulo de flexión respecto al eje y.

Longitud estándar:
6050 mm.

Acabado estándar:
bruto de fabricación (sin lacar ni anodizar)

Estados habituales:
- Simagaltok 63/6063:
T5

- Simagaltok 82/6082:
T6

Otros estados disponibles bajo pedido y cantidad mínima *

* <http://www.alu-stock.es/catalogo/perfiles/tuboscuadrados.html>

ANEXO 2

BATERÍAS ECUADOR *



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS / BATERÍAS PARA VEHÍCULOS LIVIANOS

| BATERIA | MÓDELO | POL | No. de Pícs | Capacidad C20 (Ah) | Descarga Rápida 0 °C | Descarga Rápida 20 ° C | Capacidad de Reserva | Caja Tipo | Largo (mm) | Ancho (mm) | Alto (mm) |
|------------------|---------|-----|-------------|--------------------|----------------------|------------------------|----------------------|-----------|------------|------------|-----------|
| N540 STANDARD | N5402L | D/F | 9 | 40 | 420 | 500 | 65 | N540 | 193 | 124 | 224 |
| | N540Z | MF | | | | | | | | | |
| | N5402S | I | | | | | | | | | |
| N540 FULL EQUIPO | N54022L | D/F | 10 | 45 | 450 | 540 | 72 | N540 | 193 | 124 | 224 |
| | N5402Z | MF | | | | | | | | | |
| N40 FULL EQUIPO | N560L | D | 11 | 55 | 500 | 600 | 90 | 22 NF | 238 | 135 | 223 |
| | N560 | I | | | | | | | | | |
| | N560BF | MF | | | | | | | | | |
| 36 STANDARD | 54434 | D | 10 | 46 | 450 | 520 | 75 | 36 | 205 | 173 | 175 |
| 42 STANDARD | 54533 | D | 10 | 48 | 450 | 520 | 75 | | | | |
| 42 FULL EQUIPO | 55530 | D | 11 | 55 | 520 | 620 | 90 | 42 | 233 | 174 | 172 |
| | 55530R | I | | | | | | | | | |
| 42 HIGH POWER | 55560 | D | 13 | 60 | 640 | 770 | 100 | 42 | 233 | 174 | 172 |
| | 55560R | I | | | | | | | | | |
| 45 FULL EQUIPO | N65L | D | 12 | 65 | 650 | 780 | 100 | 55D23 | 230 | 175 | 215 |
| | N65 | I | | | | | | | | | |
| 48 FULL EQUIPO | 5661E | D | 15 | 70 | 750 | 900 | 120 | 41 | 278 | 175 | 175 |
| | 5661BR | I | | | | | | | | | |
| 24 STANDARD | N50 | I | 9 | 55 | 530 | 640 | 90 | 24 | 255 | 170 | 224 |
| 24 FULL EQUIPO | N502L | D | 11 | 65 | 620 | 740 | 110 | | | | |
| | N50Z | I | | | | | | | | | |
| 24 HIGH POWER | N570L | D | 13 | 60 | 740 | 890 | 140 | 24 | 255 | 170 | 224 |
| | N570 | I | | | | | | | | | |
| | N578L | D | 15 | 65 | 760 | 900 | 150 | | | | |
| | N57E | I | | | | | | | | | |
| 34 FULL EQUIPO | N5708L | D/B | 13 | 80 | 740 | 890 | 140 | 34 | 255 | 170 | 200 |
| | N570B | L/B | | | | | | | | | |
| 34 HIGH POWER | N5788L | D/B | 15 | 85 | 760 | 900 | 150 | 34 | 255 | 170 | 200 |
| | N578B | L/B | | | | | | | | | |
| 27 FULL EQUIPO | N70 | I | 13 | 80 | 740 | 890 | 140 | 27 | 300 | 168 | 224 |
| 27 HIGH POWER | N702L | D | 15 | 85 | 785 | 905 | 160 | | | | |
| | N70Z | I | | | | | | | | | |
| 48 HIGH POWER | 58817 | D | 17 | 90 | 840 | 975 | 165 | 48 | 351 | 175 | 190 |
| 30H STANDARD | 30H178 | I | 13 | 80 | 770 | 910 | 150 | | | | |
| 30H FULL EQUIPO | 30H190 | I | 15 | 90 | 780 | 940 | 160 | 30H | 338 | 162 | 214 |
| 30H HEAVY DUTY | 30H102L | D | 17 | 105 | 850 | 1020 | 190 | | | | |
| | 30H10Z | I | | | | | | | | | |

I = TIPO AMERICANO F = BORNE FINO E = BORNE PERNO B = CAJA BAJA

* <http://www.bateriasecuador.com/productos.html>

ANEXO 3

Valores normalizados cables A.W.G

(American Wire Gauge Standard)

Conductores en buen estado deben presentar una resistencia muy baja. Los valores dependen del largo y del grosor de los hilos. Para hilos comunes hasta 20 m. de largo la resistencia debe ser siempre inferior a 1 Ω . Para hilos esmaltados la resistencia varia bastante en función del espesor. En la siguiente tabla de hilos se da información de resistencia por unidad de longitud para los diversos tipos. *

| Número AWG | Diámetro (mm) | Sección (mm ²) | Número espiras por cm. | Kg. por Km. | Resistencia (Ω /Km.) | Capacidad (A) |
|------------|---------------|----------------------------|------------------------|-------------|------------------------------|---------------|
| 0000 | 11,86 | 107,2 | | | 0,158 | 319 |
| 000 | 10,40 | 85,3 | | | 0,197 | 240 |
| 00 | 9,226 | 67,43 | | | 0,252 | 190 |
| 0 | 8,252 | 53,48 | | | 0,317 | 150 |
| 1 | 7,348 | 42,41 | | 375 | 1,40 | 120 |
| 2 | 6,544 | 33,63 | | 295 | 1,50 | 96 |
| 3 | 5,827 | 26,67 | | 237 | 1,63 | 78 |
| 4 | 5,189 | 21,15 | | 188 | 0,80 | 60 |
| 5 | 4,621 | 16,77 | | 149 | 1,01 | 48 |
| 6 | 4,115 | 13,30 | | 118 | 1,27 | 38 |
| 7 | 3,665 | 10,55 | | 94 | 1,70 | 30 |
| 8 | 3,264 | 8,36 | | 74 | 2,03 | 24 |
| 9 | 2,906 | 6,63 | | 58,9 | 2,56 | 19 |
| 10 | 2,588 | 5,26 | | 46,8 | 3,23 | 15 |
| 11 | 2,305 | 4,17 | | 32,1 | 4,07 | 12 |
| 12 | 2,053 | 3,31 | | 29,4 | 5,13 | 9,5 |
| 13 | 1,828 | 2,63 | | 23,3 | 6,49 | 7,5 |
| 14 | 1,628 | 2,08 | 5,6 | 18,5 | 8,17 | 6,0 |
| 15 | 1,450 | 1,65 | 6,4 | 14,7 | 10,3 | 4,8 |
| 16 | 1,291 | 1,31 | 7,2 | 11,6 | 12,9 | 3,7 |
| 17 | 1,150 | 1,04 | 8,4 | 9,26 | 16,34 | 3,2 |
| 18 | 1,024 | 0,82 | 9,2 | 7,3 | 20,73 | 2,5 |

* <http://www.electronicafacil.net/tutoriales/Valores-normalizados-cables-AWG.php>

| | | | | | | |
|----|--------|--------|-------|-------|--------|-------|
| 19 | 0,9116 | 0,65 | 10,2 | 5,79 | 26,15 | 2,0 |
| 20 | 0,8118 | 0,52 | 11,6 | 4,61 | 32,69 | 1,6 |
| 21 | 0,7230 | 0,41 | 12,8 | 3,64 | 41,46 | 1,2 |
| 22 | 0,6438 | 0,33 | 14,4 | 2,89 | 51,5 | 0,92 |
| 23 | 0,5733 | 0,26 | 16,0 | 2,29 | 56,4 | 0,73 |
| 24 | 0,5106 | 0,20 | 18,0 | 1,82 | 85,0 | 0,58 |
| 25 | 0,4547 | 0,16 | 20,0 | 1,44 | 106,2 | 0,46 |
| 26 | 0,4049 | 0,13 | 22,8 | 1,14 | 130,7 | 0,37 |
| 27 | 0,3606 | 0,10 | 25,6 | 0,91 | 170,0 | 0,29 |
| 28 | 0,3211 | 0,08 | 28,4 | 0,72 | 212,5 | 0,23 |
| 29 | 0,2859 | 0,064 | 32,4 | 0,57 | 265,6 | 0,18 |
| 30 | 0,2546 | 0,051 | 35,6 | 0,45 | 333,3 | 0,15 |
| 31 | 0,2268 | 0,040 | 39,8 | 0,36 | 425,0 | 0,11 |
| 32 | 0,2019 | 0,032 | 44,5 | 0,28 | 531,2 | 0,09 |
| 33 | 0,1798 | 0,0254 | 56,0 | 0,23 | 669,3 | 0,072 |
| 34 | 0,1601 | 0,0201 | 56,0 | 0,18 | 845,8 | 0,057 |
| 35 | 0,1426 | 0,0159 | 62,3 | 0,14 | 1069,0 | 0,045 |
| 36 | 0,1270 | 0,0127 | 69,0 | 0,10 | 1338,0 | 0,036 |
| 37 | 0,1131 | 0,0100 | 78,0 | 0,089 | 1700,0 | 0,028 |
| 38 | 0,1007 | 0,0079 | 82,3 | 0,070 | 2152,0 | 0,022 |
| 39 | 0,0897 | 0,0063 | 97,5 | 0,056 | 2696,0 | 0,017 |
| 40 | 0,0799 | 0,0050 | 111,0 | 0,044 | 3400,0 | 0,014 |
| 41 | 0,0711 | 0,0040 | 126,8 | 0,035 | 4250,0 | 0,011 |
| 42 | 0,0633 | 0,0032 | 138,9 | 0,028 | 5312,0 | 0,009 |
| 43 | 0,0564 | 0,0025 | 156,4 | 0,022 | 6800,0 | 0,007 |
| 44 | 0,0503 | 0,0020 | 169,7 | 0,018 | 8500,0 | 0,005 |

ANEXO 5

LISTADO DE SENSORES DE POSICION DE MARIPOSA (TPS)

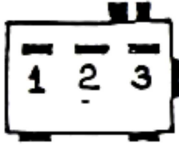
MAGNETTI MARELLI Código: PF90/018....1050^a// 2300 1608 0057

Vehículo: Peugeot 106

1.-5V....Ficha hembra

2.-Señal....cocodrilo rojo

3.-Masa....cocodrilo negro



MAGNETTI MARELLI. Código: pf5C/00....PF1C/00....//40415902

Vehículo : Polo/Gol 1.6/1.8/2.0i



A.-Masa

B.-+5V

C.-Señal

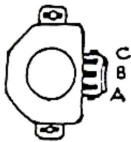
MAGNETTI MARELLI (WEBER) Código : PF904// 219 244 350 500 //1147

Vehículo : Fiat Tipo Tempra

A.-Masa

B.-Señal

C.-+5V



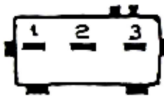
MAGNETTI MARELLI (CTS) Código: PF90/ 018

Vehículo : Peugeot// Citroen

1.-+5V

2.-Señal

3.-Masa



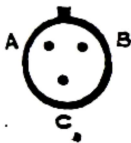
MARCA CTS. Código :6681

Vehículo : Corsa 16V MPI

A.-+5V

B.-Masa

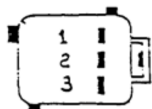
C.-Señal



MARCA CTS. Código: 24936

Vehículo: Vectra

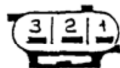
FICHA 1



FICHA 2

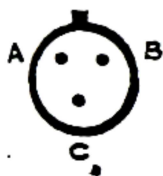


FICHA 3



1. -+5V
2. -Señal
3. -Masa

MARCA CTS



Código: 78872 Vehículo: Corsa/ Monza 8V MPI

Código: 6681 Vehículo: Corsa 16V MPI

Código: 6682 Vehículo: Corsa SPI

Código: 87653 Vehículo: Chevrolet Blazer

A.-+5V

B.-Masa

C.-Señal

MARCA CTS

Código: PBT GF30....95BF/ 9B989.....F57F/9B989.....E7DF/9B989

Vehículo: Ford



A.-Masa

B.-Señal

C.-+5V

MARCA KEFICO (KOREA)

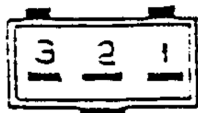
Código: 35170..22010

Vehículo: Hyundai

1.-+5V

2.-Masa

3.-Señal



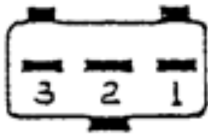
BOSCH.

Código: 0 280 122 001 (negro)

Vehículo: Fiat Elba CSL 1.6 MPI... Tempra Turbo.....Tipo...Uno 1.6 MPI

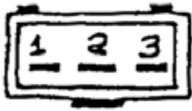
Omega....Kadett.....Vectra

Código: 0 280 122 003 (negro y blanco)
Vehículo: Peugeot 306



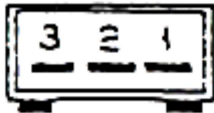
- 1.-Masa
- 2.-Señal
- 3.-+5V

Código: 1ZX3491 (Inglés)
Vehículo: Rover 414



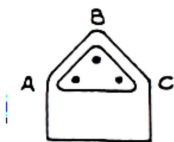
- 1.-Masa
- 2.-Señal
- 3.-+5V

Código: 044 907 385 A



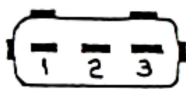
- Vehículo: Golf/ SEAT/ Ibiza
- 1.-Masa
 - 2.-Señal
 - 3.-+5V

WEBER. Código: PF07/03
Vehículo: Ford



- 1.-+5V
- 2.-Señal
- 3.-Masa

Código: 0379 07385 Q
Vehículo: Volkswagen / Audi



- 1.-+5V
 - 2.-Señal
 - 3.-Masa
-

Código: 016

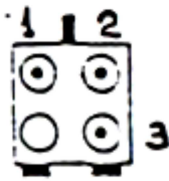


Vehículos: Japoneses

- 1.-Masa
- 2.-Señal
- 3.-5V

MARCA PIERBURG

Código 06953....5.32677



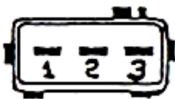
Vehículo: Renault

- 1.-Señal
- 2.-Masa
- 3.-+5V

MARCA SOLEX

CÓDIGO: CP90/010

Vehículo: Peugeot

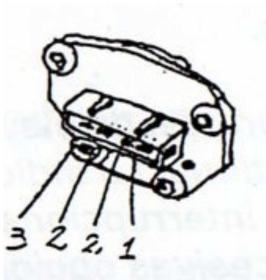


- 1.-+5V
- 2.-Señal
- 3.-Masa

BOSCH

Código: PP5-GF-MK// 36409

Vehículos: todos los monopunto (cuerpo marrón claro)



- 1.-Masa
 - 2.-Señal
 - 3.-+5V
-

ANEXO 6

LISTADO DE SENSORES DE TEMPERATURA

- Tabla 1) Alfa 155 1.8/2.0/3.0 V6.
- Tabla 2) Alfa 164
- Tabla 3) Audi 80 2.0/ A4 1.6/ A4 1.8
- Tabla 4) BMW 518i / 520 / 525 / 325 24V
- Tabla 5) Citroen AX10 / AX 14/AX16/AX21/XM 2.0 turbo/XM 2.0 16V
- Tabla 6) Citroen AX11 (aire)
- Tabla 7) Citroen Xantia 2.0 16V
- Tabla 8) Fiat Tipo 1.4/1.6
- Tabla 9) Fiat Tipo/Tempra 1.8
- Tabla 10) Fiat Tipo/Tempra 1.8 8V/2.0 8V
- Tabla 11) Fiat Tipo 1.8/2.0 16V
- Tabla 12) Ford Fiesta 1.1/1.3/1.4/Escort/Orion 1.3
- Tabla 13) Ford Escort/Orion.1.6 XR31/1.8 16V/Sierra 1.6/1.8
- Tabla 14) Ford Mondeo 1.6/1.8/2.0/2.5 V6 24V
- Tabla 15) Honda Civic 1.5/ 1.5 VTEC/1.6 VTEC/ Accord 2.3
- Tabla 16) Honda Accord 2.2
- Tabla 17) Mazda 121 1.3/626
- Tabla 18) Mazda 2.5 V6 / 626 2.5
- Tabla 19) Mercedes Benz 190E
- Tabla 20) Mercedes Benz C180 / C200
- Tabla 21) Mitsubishi Colt-Lancer 1.8 /Galant 1.8 / 2.0
- Tabla 22) Nissan Terrano
- Tabla 23) Opel Corsa 1.2-1.4/Astra 1.4-1.6-1.8/Vectra 1.6-1.8-2.0/Tigra 1.4-1.6/Calibra 2.9-2.5 V6/Omega 2.0/2.5 V6
- Tabla 24) Peugeot 106 1.3-1.4-1.6/205 1.6/306 1.8-2.0 / 405 1.8-2.0-1.6-Mi16/ 505 SRI 2.2
- Tabla 25) Peugeot 106 1.1-1.4
- Tabla 26) Renault 19 1.8-1.7 /Clio 1.8/Laguna 1.8/R25 V6/ Espace V6
- Tabla 27) Renault Clio 1.4/R19 1.4/ Express 1.4
- Tabla 28) Rover 220 GTI 16V/220 GTI Turbo/ 420/ 620/ 623/820 16V
- Tabla 29) Saab 9000 Turbo
- Tabla 30) Subaru Legacy 1.8 16V/2.0 16V
- Tabla 31) Suzuki Vitara 1.6 8V/ 1.6 16V
- Tabla 32) SEAT Ibiza/ Córdoba/ 1.0-1.3-1.4-1.8-1.6-2.0/ Toledo 1.6-1.8-1.8 16V-2.0
- Tabla 33) Toyota Carina 2.0/Camry/Corolla 1.3-1.6-1.8
- Tabla 34) VW Polo/Golf 1.4-1.6-1.8-2.0 8V/ Golf 2.0 16V/Passat 1.8-2.0-
- Tabla 35) Volvo 440 1.8/460 1.8/ 850 2.0-2.5- 20V/240/740/940/960 8V 960 16V

MERCOSUR

- Tabla 36) Ford EEC-IV Aire (CFI)
- Tabla 37) Ford EEC-IV Aire (EFI) // Agua (EFI y CFI)
- Fiesta 1.3/1.4 16V/ 1.3 después del 97'/1.9-1.4 16V
- Escort XR 2.0/1.6-1.8-2.0-1.8 16V Zetec
- Mondeo GLX 2.0/CLX 1.8 después del 97'

Ranger 94-95-96-97 2.3 – 2.5/Explorer 94-95-96-97/F250/F1000/KA 1.0-1.3/Courier 1.3/1.4 16V
VW Gol/Pointer/Santana/Quantum
Tabla 38) Fiat Elba Top 1.6 MPI/Uno 1.6
Tabla 39) Fiat Tipo 1.6 IE/Tempra turbo 2.0/ Marea 2.0
Tabla 40) Fiat Uno Turbo
Tabla 41) Fiat Uno/ Premio/ Elba/ Fiorino 1.6/ Palio/ Siena/ Strada/ Fiorino 1.0 MPI-1.5 MPI-1.6 ie-1.6 MPI
Tabla 42) Fiat Tipo 2.0 16V/Fiat Coupé 2.0/ Tipo 2.0/ Tempra SW / Tempra 16V
Tabla 43) Chevrolet Monza EF 500/ Kadett GSI/ Monza 2.0 MPFI
Tabla 44) Chevrolet Corsa Pick up 1.6 EFI/Corsa Sedan 1.6 MPFI/Corsa 1.0-1.6 MPFI 97' / Corsa Wind 1.0 EFI/ Corsa GL 1.4 EFI Corsa GSI 1.6 16V/ Corsa Wagon 1.6 16V/ S10 2.2 EFI/ S10 4.3 V6/ Blazer 4.3 V6/ Blazer 2.2 EFI/ Omega 2.2 MPFI/ Omega 3.8 V6Tigra 1.6 16V
Tabla 45) Chevrolet Omega 4.1 MPFI/ C20 4.1 MPFI / Silverado 4.1 MPFI
Tabla 46) Chevrolet Monza 1.8 EFI/ 2.0 EFI/ Kadett 1.8 EFI/ 2.0 EFI/ Ipanema 1.8 EFI/ 2.0 EFI
Tabla 47) VW Gol GTI 2.0 antes del 94' / Santana GLS/ Quantum GLS
Tabla 48) VW Golf GL 1.8 / Passat VR6/ Variant VR6 (AAA) / Passat 2.0/ Golf GTI antes del 94' (ABA)/ Passat 1.8 20V (ACK)/ Passat 2.8 V6/ Golf-Passat 1.8 Turbo (AEB)/ Golf 1.6 (AEH)/ Golf GL 1.8 MI (ADD)/ Golf 2.0 después del 99'/ Golf GLX-Gol GTI después del 95' (ADC)
Tabla 49) VW Gol 1.0 MPI-MP 9.0/Gol 1.0 16V Gol 1.6 MI/ 1.8 MI/ Polo 1.8 MI-2.0 MI/ Quantum 1.8 MI-2.0 MI/ santana 1.8 MI-2.0 MI
Tabla 50) VW Gol GTI 2.0/ 16V 95-96

SENSOR DE AGUA

SENSOR DE AIRE

TABLA 1

| C° | RESIST | | C° | RESIST. |
|-----|--------|--|-----|---------|
| 0 | 7000 | | 0 | 7000 |
| 20 | 2500 | | 20 | 2500 |
| 100 | 175 | | 100 | 175 |

TABLA 2

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|----|---------|--|----|---------|
| 20 | 4000 | | 25 | 9500 |
| 40 | 1100 | | 50 | 3500 |
| 50 | 650 | | 75 | 1500 |
| 80 | 450 | | | |
| 90 | 400 | | | |

TABLA 3

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|-----|---------|--|-----|---------|
| 0 | 5500 | | 0 | 5500 |
| 20 | 2500 | | 20 | 2500 |
| 40 | 1250 | | 40 | 1250 |
| 60 | 600 | | 60 | 600 |
| 80 | 325 | | 80 | 325 |
| 100 | 200 | | 100 | 200 |

TABLA 4

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|-----|---------|--|-----|---------|
| -10 | 9410 | | -10 | 9410 |
| 20 | 2450 | | 20 | 2450 |
| 50 | 835 | | 50 | 835 |
| 80 | 327 | | 80 | 327 |

TABLA 5

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|-----|---------|--|-----|---------|
| 10 | 3815 | | 10 | 3815 |
| 20 | 2510 | | 20 | 2510 |
| 40 | 1157 | | 40 | 1157 |
| 50 | 835 | | 50 | 835 |
| 60 | 578 | | 60 | 578 |
| 80 | 330 | | 80 | 330 |
| 90 | 230 | | 90 | 230 |
| 100 | 178 | | 100 | 178 |

SENSOR DE AGUA

SENSOR DE AIRE

TABLA 6

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|-----|---------|--|-----|---------|
| 10 | 3815 | | 10 | 5790 |
| 20 | 2510 | | 20 | 3750 |
| 40 | 1157 | | 40 | 1598 |
| 50 | 835 | | 50 | 1080 |
| 60 | 578 | | 60 | 750 |
| 80 | 330 | | 80 | 377 |
| 90 | 230 | | 90 | |
| 100 | 178 | | 100 | |

TABLA 7

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|----|---------|--|----|---------|
| 10 | 3815 | | 10 | 3815 |
| 20 | 2450 | | 20 | 2450 |
| 30 | 1650 | | 30 | 1650 |
| 40 | 1158 | | 40 | 1158 |
| 50 | 835 | | 50 | 835 |
| 80 | 330 | | 80 | 330 |

TABLA 8

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|----|---------|--|------|---------|
| 15 | 3300 | | 3300 | 3300 |
| 30 | 1450 | | 1450 | 1450 |
| 50 | 825 | | 825 | 825 |
| 80 | 320 | | 320 | 320 |

TABLA 9

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|----|---------|--|----|---------|
| 20 | 3745 | | 20 | 3745 |
| 50 | 750 | | 50 | 750 |
| 80 | 375 | | 80 | 375 |

TABLA 10

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|----|---------|--|----|---------|
| 20 | 3250 | | 20 | 3250 |
| 50 | 750 | | 50 | 750 |
| 90 | 200 | | 90 | 200 |

TABLA 11

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|-----|---------|--|----|---------|
| -10 | 16550 | | 20 | 3700 |
| 20 | 3700 | | 50 | 1750 |
| 80 | 350 | | 80 | 700 |

SENSOR DE AGUA

TABLA 12

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|-----|---------|--|----|---------|
| 20 | 37000 | | | |
| 40 | 16500 | | | |
| 50 | 11000 | | | |
| 60 | 7800 | | | |
| 80 | 4000 | | | |
| 100 | 2000 | | | |

TABLA 13

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|-----|---------|--|-----|---------|
| 0 | 95000 | | 0 | 95000 |
| 10 | 66000 | | 10 | 66000 |
| 20 | 37000 | | 20 | 37000 |
| 40 | 16000 | | 40 | 16000 |
| 60 | 7550 | | 60 | 7550 |
| 80 | 3750 | | 80 | 3750 |
| 100 | 2200 | | 100 | 2200 |

TABLA 14

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|----|---------|--|----|---------|
| 10 | 66000 | | 10 | 66000 |
| 20 | 37000 | | 20 | 37000 |
| 40 | 16000 | | 40 | 16000 |
| 60 | 7550 | | 60 | 7550 |
| 80 | 3750 | | 80 | 3750 |

TABLA 15

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|----|---------|--|----|---------|
| 20 | 3000 | | 20 | 3000 |
| 80 | 300 | | 80 | 300 |

TABLA 16

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|----|---------|--|----|---------|
| 20 | 3000 | | 20 | 3000 |
| 80 | 300 | | 80 | 300 |

TABLA 17

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|----|---------|--|----|---------|
| 0 | 5850 | | 25 | 33000 |
| 20 | 2450 | | 85 | 3500 |
| 40 | 1200 | | | |
| 60 | 575 | | | |
| 80 | 320 | | | |

SENSOR DE AIRE

SENSOR DE AGUA

TABLA 18

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|----|---------|--|----|---------|
| 0 | 5850 | | 10 | 5500 |
| 20 | 2450 | | 20 | 2500 |
| 40 | 1200 | | 40 | 1100 |
| 60 | 575 | | 60 | 550 |
| 80 | 320 | | | |

TABLA 19

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|----|---------|--|----|---------|
| 20 | 2500 | | | |
| 40 | 1180 | | | |
| 60 | 600 | | | |
| 80 | 325 | | | |

TABLA 20

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|--------|---------|--|--------|---------|
| 20 | 4240 | | 20 | 4240 |
| 80-100 | 250 | | 80-100 | 250 |

TABLA 21

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|----|---------|--|----|---------|
| 0 | 6000 | | 0 | 6000 |
| 20 | 2700 | | 20 | 2700 |
| 40 | 1100 | | 40 | 1100 |
| 80 | 350 | | 80 | 350 |

TABLA 22

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|----|---------|--|----|---------|
| 20 | 2500 | | 20 | 2500 |
| 80 | 315 | | 80 | 315 |

TABLA 23

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|-----|---------|--|----|---------|
| 15 | 3600 | | 15 | 3300 |
| 20 | 2950 | | 30 | 1450 |
| 30 | 1300 | | | |
| 70 | 500 | | | |
| 100 | 315 | | | |

TABLA 24

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|-----|---------|--|-----|---------|
| 10 | 3815 | | 10 | 3815 |
| 20 | 2510 | | 20 | 2510 |
| 40 | 1157 | | 40 | 1157 |
| 60 | 578 | | 60 | 578 |
| 80 | 309 | | 80 | 309 |
| 100 | 178 | | 100 | 178 |

SENSOR DE AIRE

SENSOR DE AGUA

TABLA 25

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|-----|---------|--|-----|---------|
| 10 | 5970 | | 10 | 5970 |
| 20 | 3750 | | 20 | 3750 |
| 40 | 1600 | | 40 | 1600 |
| 60 | 750 | | 60 | 750 |
| 80 | 375 | | 80 | 375 |
| 100 | 200 | | 100 | 200 |

SENSOR DE AIRE

TABLA 26

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|----|---------|--|----|---------|
| 20 | 3552 | | 10 | 5890 |
| 40 | 1457 | | 20 | 2500 |
| 80 | 335 | | 40 | 1170 |
| 90 | 240 | | | |

TABLA 27

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|----|---------|--|----|---------|
| 20 | 3552 | | 0 | 9720 |
| 40 | 1457 | | 20 | 3553 |
| 80 | 335 | | 40 | 1458 |
| 90 | 240 | | | |

TABLA 28

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|----|---------|--|----|---------|
| 0 | 5700 | | | |
| 20 | 2500 | | | |
| 40 | 1180 | | | |
| 60 | 600 | | | |
| 80 | 330 | | | |

TABLA 29

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|----|---------|--|----|---------|
| 20 | 2500 | | 20 | 2500 |
| 40 | 1150 | | 40 | 1150 |
| 60 | 615 | | 60 | 615 |
| 80 | 330 | | 80 | 330 |

TABLA 30

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|----|---------|--|----|---------|
| 20 | 2500 | | | |
| 80 | 350 | | | |

SENSOR DE AGUA

SENSOR DE AIRE

TABLA 31

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|----|---------|--|----|---------|
| 0 | 6000 | | 0 | 6000 |
| 20 | 2575 | | 20 | 2575 |
| 40 | 1210 | | 40 | 1210 |
| 60 | 615 | | 60 | 615 |
| 80 | 340 | | 80 | 340 |

TABLA 32

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|----|---------|--|----|---------|
| 20 | 2625 | | 20 | 2525 |
| 30 | 1750 | | 30 | 1750 |
| 40 | 1250 | | 40 | 1250 |
| 60 | 612 | | 60 | 612 |
| 80 | 325 | | 80 | 325 |

TABLA 33

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|-----|---------|--|----|---------|
| -20 | 15000 | | | |
| 0 | 5500 | | | |
| 20 | 2500 | | | |
| 40 | 1050 | | | |
| 60 | 500 | | | |
| 80 | 300 | | | |

TABLA 34

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|-----|---------|--|-----|---------|
| 10 | 4000 | | 10 | 4000 |
| 20 | 2375 | | 20 | 2375 |
| 40 | 1250 | | 40 | 1250 |
| 60 | 588 | | 60 | 588 |
| 80 | 325 | | 80 | 325 |
| 100 | 200 | | 100 | 200 |

TABLA 35

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|-----|---------|--|-----|---------|
| 0 | 5800 | | 0 | 5800 |
| 20 | 2500 | | 20 | 2500 |
| 40 | 1200 | | 40 | 1200 |
| 60 | 560 | | 60 | 560 |
| 80 | 330 | | 80 | 330 |
| 100 | 150 | | 100 | 150 |

SENSOR DE AGUA

TABLA 36

| AIRE (CFI) | RESIST. |
|------------|---------|
| 10 | 5870 |
| 20 | 3730 |
| 30 | 2430 |
| 40 | 1620 |
| 50 | 1100 |
| 60 | 770 |
| 70 | 540 |
| 80 | 380 |
| 90 | 280 |
| 100 | 210 |

SENSOR DE AIRE

TABLA 37

| | C° | RESIST. |
|----------|-----|---------|
| AIRE-EFI | 0 | 90000 |
| AGUA EFI | 10 | 58750 |
| AGUA CFI | 20 | 37300 |
| | 30 | 24270 |
| | 40 | 16150 |
| | 50 | 10970 |
| | 60 | 7600 |
| | 70 | 5370 |
| | 80 | 3840 |
| | 90 | 2800 |
| | 100 | 2070 |

TABLA 38

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|----|---------|--|----|---------|
| 30 | 330 | | | |
| 90 | 245 | | | |

TABLA 39

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|-----|---------|--|-----|---------|
| 20 | 2400 | | 20 | 2400 |
| 30 | 1500 | | 30 | 1600 |
| 40 | 1200 | | 40 | 1200 |
| 60 | 600 | | 60 | 600 |
| 80 | 320 | | 80 | 320 |
| 100 | 180 | | 100 | 180 |

TABLA 40

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|-----|---------|--|----|---------|
| 20 | 2400 | | | |
| 40 | 1200 | | | |
| 60 | 600 | | | |
| 80 | 330 | | | |
| 100 | 200 | | | |

SENSOR DE AGUA

SENSOR DE AIRE

TABLA 41

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|-----|---------|--|----|---------|
| 0 | 10000 | | 20 | 4000 |
| 30 | 2500 | | 30 | 2500 |
| 60 | 600 | | 50 | 1250 |
| 80 | 300 | | 60 | 700 |
| 90 | 250 | | 80 | 400 |
| 100 | 200 | | | |

TABLA 42

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|----|---------|--|----|---------|
| 20 | 3250 | | 20 | 3250 |
| 50 | 750 | | 50 | 750 |
| 90 | 200 | | 90 | 200 |

TABLA 43

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|----|---------|--|----|---------|
| 15 | 1450 | | | |
| 90 | 245 | | | |

TABLA 44

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|-----|---------|--|-----|---------|
| 0 | 5600 | | 0 | 5600 |
| 20 | 2500 | | 20 | 2500 |
| 40 | 1200 | | 40 | 1200 |
| 50 | 973 | | 50 | 973 |
| 60 | 660 | | 60 | 660 |
| 70 | 465 | | 70 | 465 |
| 80 | 325 | | 80 | 325 |
| 90 | 235 | | 90 | 235 |
| 100 | 175 | | 100 | 175 |

TABLA 45

| C° | RESIST. |
|-----|---------|
| 20 | 2400 |
| 40 | 1200 |
| 60 | 600 |
| 80 | 330 |
| 100 | 200 |

TABLA 46

| C° | RESIST. |
|-----|---------|
| 70 | 467 |
| 80 | 332 |
| 90 | 241 |
| 100 | 177 |

SENSOR DE AGUA

TABLA 47

| C° | RESIST. |
|----|---------|
| 15 | 1450 |
| 30 | 330 |
| 90 | 245 |

SENSOR DE AIRE

TABLA 48

| C° | RESIST. |
|-----|---------|
| 0 | 5500 |
| 20 | 2500 |
| 40 | 1250 |
| 60 | 600 |
| 80 | 330 |
| 100 | 200 |

TABLA 49

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|-----|---------|--|----|---------|
| 25 | 3000 | | 10 | 3815 |
| 40 | 1590 | | 25 | 2045 |
| 80 | 365 | | 40 | 405 |
| 100 | 200 | | 85 | 255 |

TABLA 50

| C° | RESIST. | | C° | RESIST. |
|----|---------|--|----|---------|
| 0 | 6000 | | 0 | 9700 |
| 20 | 2000 | | 20 | 3700 |
| 40 | 1000 | | 40 | 1600 |
| 60 | 450 | | 60 | 740 |
| 90 | 150 | | 90 | 270 |

ANEXO 7

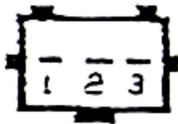
LISTADO DE SENSORES DE PRESION ABSOLUTA (MAP)

BOSCH Código: 261 230 012

Vehículo: citroen Xantia 1.8i 16V Dic.97/2.0i 16V Dic.97/ 3.0 16V

Oct.98/ Xsara 1.8 16V Jul.97/ 2.0i 16V Abr.98.

Peugeot 106 1.4i-1.6i 16S May.96/ 206 1.6i/ 306 2.0i 16V/406 1.8i - 2.0i 16V-1.8i 16V/
605 2.0i 16V-3.0i/ 806 2.0i 16V / 605 3.0i/ Partner 1.4i



- 1.-+5V
- 2.-Masa
- 3.-Señal

| TABLA +/-10% | |
|--------------|-------|
| 0 HG | 4,3 V |
| 5 | 3,2 |
| 10 | 2,2 |
| 15 | 1,2 |

Código: 261 230 004

Vehículos: Citroen Saxo 1.6i Feb 96/Xantia 1.8i Mar.93/Xsara 1.6i

Jul.97/ZX 1.6i Feb.96/ZX 1.8i Jul.93/ Fiat Uno 1.6 Ago.94/ Tipo 1.6ie

Elba 1.6 ie Dic.95/Kia Sportage 2.0i DOCH Ene.95/



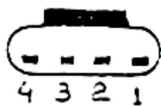
- 1.-+5V
- 2.-Masa
- 3.-Señal

| TABLA +/-10% | |
|--------------|---------|
| Vacio | Tensión |
| 0 | 4,6 |
| 5 | 3,6 |
| 10 | 2,8 |
| 15 | 1,8 |
| 20 | 0,9 |

BOSCH Código: 261 230 013 // 261 230 027

Vehículos: GM Ipanema 2.0 Dic.96/Kadett 2.0 Dic.96/ Vectra 2.0 CD

16V Abr.96/ Vectra 2.0 GLS Abr.96/Chrysler Neón 2.07



- 1.-Masa
- 2.-+5V
- 3.-Señal

Tabla +/- 10%

| Vacio | Tensión |
|-------|---------|
| 0 | 4,9 |
| 5,9 | 3,8 |
| 11,8 | 2,7 |
| 14,8 | 2,2 |
| 20,7 | 1,1 |
| 26,7 | 0,3 |

BOSCH Código: 261 230 034

- 1.-Señal
- 2.-Masa
- 3.-+5V



Tabla +/- 10 %

| 0 Hg | 4,8 V |
|------|-------|
| 5 | 3,7 |
| 10 | 2,8 |
| 15 | 1,9 |
| 20 | 0,9 |

MAGNETTI MARELLI – Vehículo: Fiat Ducato/ Palio/ Siena/ Renault 19

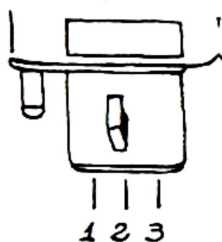


- A.-+5V
- B.-Masa
- C.-Señal

Tabla +/- 10%

| Vacio | Tension |
|-------|---------|
| 0" | 4,8 |
| 5" | 3,6 |
| 10" | 2,8 |
| 15" | 1,9 |
| 20" | 1,1 |
| 25" | 0,5 |

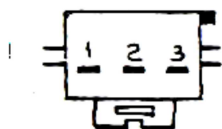
LINEA FORD (salida en frecuencia)



- 1.-+5V
- 2.-Señal
- 3.-Masa

| TABLA +/-10% | |
|--------------|-------|
| Vacio | Hertz |
| 0" | 160 |
| 5" | 145 |
| 10" | 130 |
| 15" | 118 |
| 20" | 105 |
| 25" | 92 |

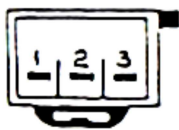
FORD FOCUS



- 1.-Masa
- 2.-Señal
- 3.-+5V

| TABLA +/-10% | |
|--------------|---------|
| Vacio | Tension |
| 0" | 1,9 |
| 5" | 1,6 |
| 10" | 1,2 |
| 15" | 0,9 |
| 20" | 0,5 |

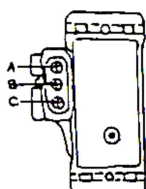
CHRYSLER- Grand Cherokee
MARELLI. Códigos:56029405/64469D/2407CJ



- 1.-Masa
- 2.-Señal
- 3.-5V

| TABLA +/-10% | |
|--------------|------|
| OHg | 4.7V |
| 5 | 3.9 |
| 10 | 2.9 |
| 15 | 2.0 |
| 20 | 1.1 |

LINEA GM MULTEC Código: 8769341
Vehículos: Opel /Chevrolet/Renault



- A.-Masa
- B.-Señal
- C.-+5V

| TABLA +/-10% | |
|--------------|---------|
| Vacio | Tensión |
| 0" | 4.8 |
| 5" | 3.6 |
| 10" | 2.8 |
| 15" | 1.9 |
| 20" | 1.1 |
| 25" | 0.5 |

NIPONDENSO Códigos: 07 9800-2500 // 5 Y PS -30
Vehículos: Japoneses



- V.-+5V
- G.-Masa
- O.-Señal

ANEXO 8

LISTADO DE SENSORES DE OXIGENO. (SONDA LAMBDA)

VEHICULOS: ALFA 155 1.8/ 2.0 TWIN SPARK / 2.5 V 6

Conector A (cable negro, anaranjado y negro): calefactor 3 OHMS

Conector B (cable negro y amarillo) Sonda:

Terminal B1.....POSITIVO

Terminal B2.....NEGATIVO

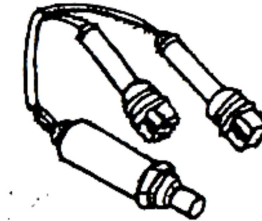
VEHÍCULOS: ALFA 164 2.0L TWIN SPARK

Calefactor.....conector cable negro.....negro y anaranjado

Resistencia 3 OHMS

Sonda.....conector cable negro.....POSITIVO

Masa.....NEGATIVO

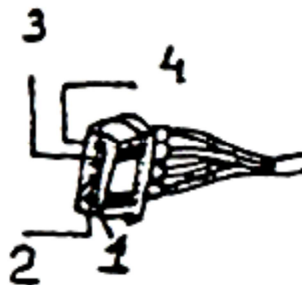


VEHÍCULOS: AUDI A4.....1.6L.....1.8L

Calefactor...Contactos 1 y 2....1 a 5 OHMS

Sensor.....Contacto 3.....POSITIVO

Contacto. 4.....NEGATIVO



VEHICULOS: BMW 325i 24V

Calefactor Contacto 4 (cable amarillo): +12 V.

Contacto 3 (cable marrón): masa

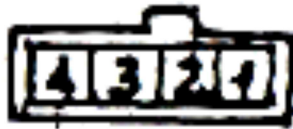
Sonda.....Contacto 1POSITIVO

Contacto 2.....NEGATIVO

VEHICULOS: CITROEN AX 1.0/AX11/AX14 GTI/ZX 1.4/ZX 1.8 Y 2.0/

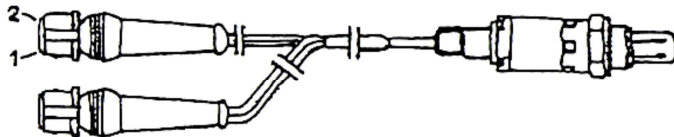
XANTIA 1.8 Y 2.0
Conector Rojo...Calefactor....3,5 a 5 OHMS
Conector Blanco...Sonda
Terminal 2....POSITIVO
Masa...NEGATIVO

VEHÍCULOS: CITROEN XM 2.0 16V
Calefactor...Contactos 3 y 4...3,5 Ohms
Sensor....Contacto 1.....POSITIVO
Contacto 2NEGATIVO



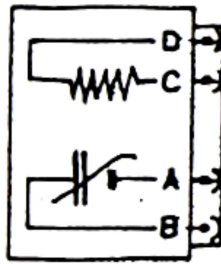
VEHICULO: CHRYSLER NEON
Doble sonda antes y después del catalizador.
Calefactor.....fichas con cables blancos...resistencia 4 a 7 OHMS

VEHICULOS: FIAT DUCATO
Calefactor...Conector rojo...2,5 a 4,5 Ohms.
Sonda.....Conector Blanco...Pin 1... POSITIVO
Pin 2.....NEGATIVO



VEHICULOS: FIAT TIPO/ TEMPRA 1.8/ 2.0 8V/ 16V
Calefactor: 8+/- 4 OHMS
Sonda: cable verde....POSITIVO
Masa.....NEGATIVO

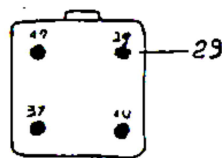
VEHICULOS: FIAT PALIO/ SIENA
Calefactor....Terminales C y D.....4,3 a 4,7 OHMS
Sonda.....Terminal A.....POSITIVO
Terminal B.....NEGATIVO



VEHICULO: FORD FIESTA 1.3 (HCS)

Sonda Pin 29.....(cable azul y blanco).....POSITIVO

Masa.....NEGATIVO

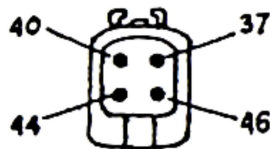


VEHICULO: FORD FIESTA 1.4

Borne 37 y Masa.....Tensión de Batería

Borne 40.....POSITIVO

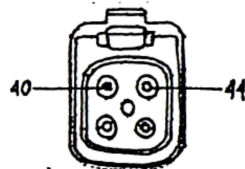
Borne 44.....NEGATIVO



VEHICULOS: FORD ESCORT / ORION 1.8 16V/ 1.6

Sonda....Pin 40 (cable marron).....POSITIVO

Pin 44 (cable azul y blanco).....NEGATIVO



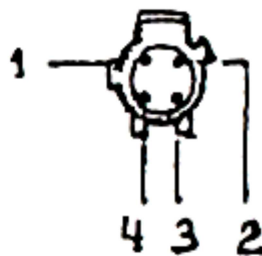
VEHICULOS: FORD GALAXY/ SANTANA/ QUANTUM

Calefactor....Contacto 1.....Masa

Contacto 2.....+ 12 volts

Sensor.....Contacto 4.....POSITIVO

Contacto 3.....NEGATIVO



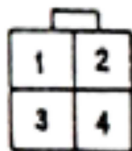
VEHICULOS: HONDA CIVIC 1.5 V-TEC/ 1.5 16v/ 1.6 V- TEC/ ACCORD 2.0 L

Calefactor.....Borne 3 (cable anaranjado y negro)

Borne 4 (cable amarillo y negro) 10 a 40 Ohms

Sonda.....Borne 1 ...(cable verde y blanco)...POSITIVO

Borne 2.....(cable blanco).....NEGATIVO



VEHICULOS: HONDA CIVIC 1.5 VEI 91/94

Sin Calefactor.....Unico contacto....POSITIVO

Masa.....NEGATIVO

VEHICULOS: HONDA 2.2 CON CATALIZADOR

Calefactor....Bornes 1(-) y 2 (+)....10 a 20 OHMS

Borne 3.....POSITIVO

Borne 4.....NEGATIVO

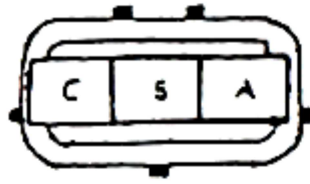


VEHICULOS: MAZDA 121/ 1.3 LT

Calefactor....Bornes C y B: 6 Ohms

Sonda.....Borne A.....POSITIVO

Masa.....NEGATIVO



VEHICULOS: MAZDA 323 1.6L 16V/ 1.8 16V DOHC

No tiene calefactor

Unico contacto.....POSITIVO

Masa.....NEGATIVO

VEHICULOS: MAZDA 626 1.8L/ 2.0I

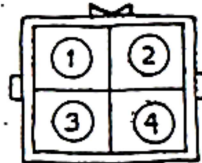
Contacto Sonda.....POSITIVO

Masa.....NEGATIVO

VEHICULOS: MITSUBISHI COLT 1.8L/ LANCER 1.8L

Sonda Contacto 1.....POSITIVO

Contacto 3.....NEGATIVO



VEHICULOS: OPEL CORSA/ ASTRA/ ASTRA F/ 1.4L

Sonda....Contacto Unico....POSITIVO

Masa.....NEGATIVO

VEHICULOS: OPEL CORSA NACIONAL/ MOTORES C 13NE Y C16NE
(NAFTA SIN PLOMO)

Calefactor.....Contacto A.....+ 12 v

Contacto B.....Masa

Sensor.....Contacto C.....POSITIVO

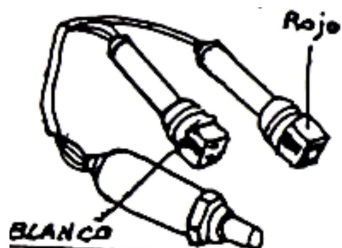
Masa.....NEGATIVO

VEHICULOS: PEUGEOT 306 1.6L/ 1.8L/ 405 1.8L/ 106 1.4

Calefactor...(Conector rojo).... 4 a 5 OHMS

Sensor...(Conector blanco)....B1...POSITIVO

B2...NEGATIVO

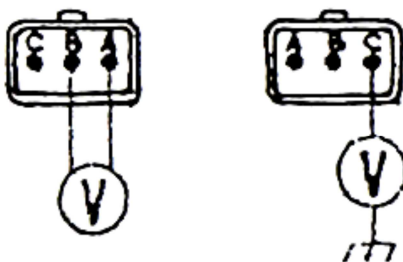


VEHICULOS: RENAULT EXPRESS 1.4L/CLIO 1.2L/1.4L/TWINGO

Conector Unico....Contacto 1....POSITIVO
 Contacto 2....NEGATIVO
 Si no hay señal en el T 300, invertir conexión

VEHICULOS: RENAULT LAGUNA 1.8L

Calefactor entre contactos A y B (del lado cableado medir tensión de batería dando contacto al vehículo)
 Sonda: en el conector de la misma medir entre:
 Contacto C....POSITIVO
 Masa.....NEGATIVO



VEHICULOS: ROVER 620/623

Calefactor....Bornes 1 y 2.....10 a 40 OHMS
 Sensor.....Borne 4.....POSITIVO
 Borne 3.....NEGATIVO



VEHICULO: SUZUKI VITARA 1.6L 8V

Calefactor....Bornes 1 y 2 de conector....11 a 15 OHMS

Sensor.....Borne A 19 de ECU....POSITIVO
Masa....NEGATIVO

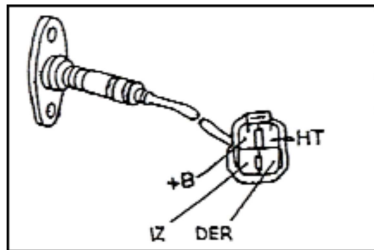


VEHICULO: TOYOTA COROLLA 1.6 GLI

Calefactor entre contactos + B y HT de sonda: 5,5 OHMS

Sonda.....Contacto izquierdo....POSITIVO

Contacto derecho.....NEGATIVO

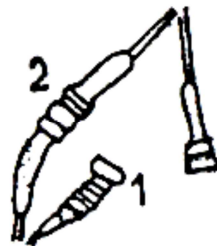


VEHICULOS: VOLVO 240/ 740/ 940

Calefactor....Conector doble: verificar resistor

Sonda...Conector simple....único contacto....POSITIVO

Masa.....NEGATIVO



ANEXO 9

GUÍAS DE LABORATORIO

PRACTICA No. 01

TEMA: Comprobación de funcionamiento y fallas de Sensor de Posición de Mariposa (TPS)

1. OBJETIVO GENERAL

Mediante la práctica en el equipo de prueba se comprobará el funcionamiento de un TPS.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- De manera práctica, comprobar lo dicho en las aulas de clase.
- Emular la señal del TPS y que el estudiante pueda ver de manera práctica su funcionamiento.
- Aumentar la destreza de los estudiantes en el uso del equipo de comprobación.
- Realizar las conexiones indicadas en el equipo de prueba para verificar el estado de trabajo del sensor TPS.

3. MATERIALES

- Vehículo con TPS.
- Banco Emulador Universal
- Diagramas de Conexión de TPS.

4. MARCO TEÓRICO

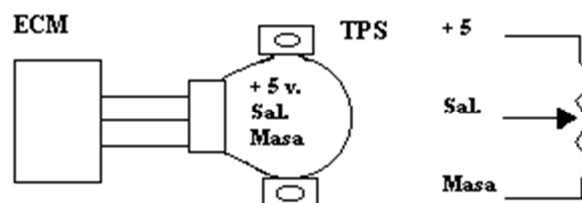
TPS

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

- Funcionamiento en ralentí.
- Corrige la dosificación de combustible.
- Corrige el avance de encendido.

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

5. GRÁFICOS



6. PROCEDIMIENTO

- 1) Para reemplazar el TPS del vehículo por la función TPS del Emulador, se deben tener en cuenta las polaridades de ambos.

A fin de hacerlo en forma correcta, se suministran gráficos con varios modelos de TPS. **VER ANEXO 4**

Tener en cuenta que las fichas que aparecen en las figuras, corresponde al TPS, por lo tanto sirve para inferir el positivo, la masa y la señal, en la ficha del lado del cableado de la computadora del auto.

- 2) Una vez identificado el tipo de TPS a reemplazar, es conveniente verificar con un Multímetro Digital en la escala de 20 volts, las polaridades de la ficha del cableado, poniendo en contacto el vehículo y midiendo los pines de la ficha. Quitar el contacto del vehículo.
- 3) Seguidamente se procederá a conectar la ficha del cableado del vehículo, a los terminales del Emulador, respetando la polaridad marcada en los terminales del mismo. Se provee un cableado con fichas roja, negra y amarilla.

Borne Negro: Masa - Negativo
Borne Amarillo: Señal
Borne Rojo: Positivo - + 5 volts.

- 4) Con las conexiones realizadas se debe ahora hacer la prueba con el vehículo en funcionamiento, girando la Perilla TPS del Emulador en el sentido de apertura, acompañando con la apertura simultánea de la mariposa de aceleración (apretando el acelerador o moviéndola manualmente) para que la variación sea lo más realista posible.

Verificar que no hay saltos o interrupciones en todo el recorrido. En el caso de tener algún tipo de scanner de autodiagnóstico se puede controlar la variación específica de la tensión del TPS seleccionando la pantalla correspondiente.

Aclaración: NO es necesario conectar el cable de alimentación a la Batería del vehículo

7. TOMA DE DATOS

| VOLTAJES REFERENCIALES TPS | | |
|----------------------------|--------------------------|--------------|
| CONDICIÓN (Apertura %) | RESISTENCIA (Ω) | VOLTAJE (mV) |
| 0 | | |
| 25 | | |
| 50 | | |
| 75 | | |
| 100 | | |

8. CUESTIONARIO

- Qué función cumple el TPS dentro del vehículo?
- Cuál es uno de los síntomas de falla del TPS?
- Como informa el TPS al ECU?

9. CONCLUSIONES

10. RECOMENDACIONES

PRACTICA No. 02

TEMA: Comprobación de funcionamiento y fallas de Sensor de Temperatura de Refrigerante (ECT)

1. OBJETIVO GENERAL

Mediante la práctica en el equipo de prueba se comprobará el funcionamiento de un ECT.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- De manera práctica, comprobar lo dicho en las aulas de clase.
- Emular la señal del ECT y que el estudiante pueda ver de manera práctica su funcionamiento.
- Aumentar la destreza de los estudiantes en el uso del equipo de comprobación.
- Realizar las conexiones indicadas en el equipo de prueba para verificar el estado de trabajo del sensor ECT.

3. MATERIALES

- Vehículo con ECT.
- Banco Emulador Universal
- Diagramas de Conexión de ECT y valores referenciales.

4. MARCO TEÓRICO

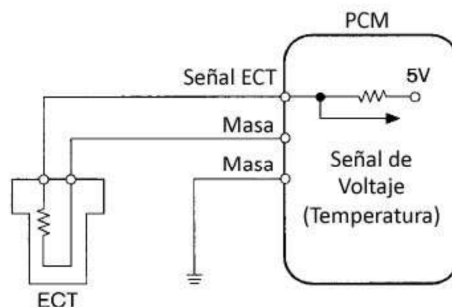
ECT

El sensor de temperatura del anticongelante es un componente electrónico que juega un papel muy importante en el control de emisiones contaminantes.

Este sensor es utilizado por el sistema de preparación de la mezcla aire-combustible, para monitorear la temperatura en el motor del automóvil. La computadora ajusta el tiempo de inyección y el ángulo de encendido, según las condiciones de temperatura a las que se encuentra el motor del auto

Está localizado generalmente cercano a la carcasa del termostato del motor; o roscado en la culata en contacto directo con el líquido refrigerante del motor.

5. GRÁFICOS



6. PROCEIDMIENTO

El reemplazo del Sensor de Temperatura del vehículo por la función variable del simulador EMULADOR es muy sencillo, ya que se requieren conectar solamente dos bornes.

Aclaración: NO es necesario conectar el cable de alimentación del EMULADOR a la Batería del vehículo. No es necesario prender la llave on-off. No encenderá la luz roja.

- 1) Desconectar la ficha del Sensor de Temperatura del vehículo.
- 2) Se procederá a conectar la ficha del cableado del vehículo a los terminales del EMULADOR (Bornes OHMS) mediante el cableado provisto. Por ser una Resistencia la conexión no posee polaridad.
- 3) Buscar en la tablas de valores adjuntas el que corresponde al vehículo en prueba, y colocar el valor de resistencia que sea necesario según la temperatura que queremos simular, ya sea una prueba de arranque en frío o bien un funcionamiento en cualquier punto de temperatura. Ver anexo 5
- 4) Las escalas de perillas grabadas en el EMULADOR son aproximadas (como referencia).
- 5) Para lograr un valor exacto de resistencia, deberá chequearlo con la ayuda de un multímetro digital en la función óhmetro, conectándolo a los bornes OHMS del EMULADOR.

Por ejemplo, si desea exactamente 7550 ohms, conecte el multímetro al EMULADOR, mueva las perillas hasta encontrar el valor, y seguidamente con el valor encontrado, conecte el EMULADOR al cableado del vehículo para enviarle esa información a la computadora (ECU) del auto.

Se podrán simular valores de resistencia entre 100 y 110.000 Ohms con el siguiente procedimiento:

- a) Conecte un multímetro digital al EMULADOR.
- b) Colocar las 3 perillas en posición cero.
- c) Las tres perillas están en serie. La primera mide entre 100 y 1000 ohms, la segunda entre 1000 y 10.000 ohms, y la tercera entre 10.000 y 100.000 ohms.

Por ejemplo, si Ud. quiere el valor de resistencia 83.500 ohm haga lo siguiente:

Mueva la tercer perilla (ohm x 10.000) buscando 80.000 ohm. Luego mueva la segunda perilla (ohm x 1000) buscando 83.000 ohm. Y por último mueva la primer perilla (ohm x 100) buscando 83500 ohm.

Resumiendo:

La primera perilla le proporcionó 80.000, la segunda perilla sumó 3.000 y la tercer perilla le sumó 500, en total 83.500 ohms.

7. TOMA DE DATOS

| VOLTAJES REFERENCIALES ECT | | | |
|----------------------------|--------------------------|--------------|------------|
| CONDICIÓN | RESISTENCIA (Ω) | VOLTAJE (mV) | Ventilador |
| Motor frío (20°C) | | | |
| Motor caliente (80°C) | | | |

8. CUESTIONARIO

- Qué función cumple el ECT dentro del vehículo?
- Cuál es uno de los síntomas de falla del ECT?
- Como informa el ECT al ECU?

9. CONCLUSIONES

10. RECOMENDACIONES

PRACTICA No. 03

TEMA: Comprobación de funcionamiento y fallas de Sensor de Presión Absoluta del Múltiple (MAP)

1. OBJETIVO GENERAL

Mediante la práctica en el equipo de prueba se comprobará el funcionamiento de un MAP.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- De manera práctica, comprobar lo dicho en las aulas de clase.
- Emular la señal del MAP y que el estudiante pueda ver de manera práctica su funcionamiento.
- Aumentar la destreza de los estudiantes en el uso del equipo de comprobación.
- Realizar las conexiones indicadas en el equipo de prueba para verificar el estado de trabajo del sensor MAP.

3. MATERIALES

- Vehículo con MAP.
- Banco Emulador Universal
- Diagramas de Conexión de MAP y valores referenciales.

4. MARCO TEÓRICO

MAP

El sensor MAP envía una señal de acuerdo a la presión absoluta del múltiple de admisión e informa de esta forma la carga del motor al Módulo de Control Electrónico para:

- Establecer la dosificación de combustible
- Establecer el avance del encendido

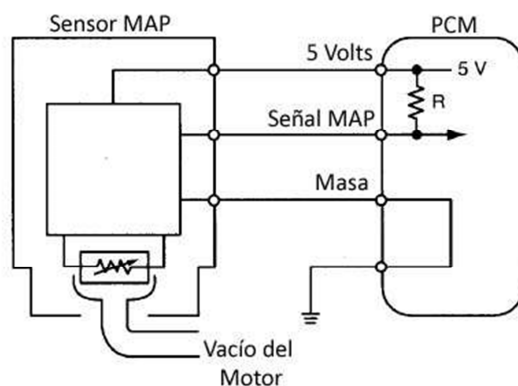
Un elemento piezoresistivo está ubicado dentro del sensor y es doblado por las variaciones de presión. Esto causa una variación en la resistencia del elemento piezoresistivo

- En marcha ralentí la señal será baja
- En aceleración súbita la señal será alta

Podemos encontrar el sensor ubicado en las siguientes partes:

En la carrocería, en el cuerpo de aceleración o en otra parte del compartimiento del motor. Una manguera de vacío conecta el sensor al múltiple de admisión (aunque existen ya unos modelos de sensor que van montados directamente al múltiple eliminando la conexión de la manguera de vacío.)

5. GRÁFICOS



6. PROCEIDMIENTO

- 1) El EMULADOR en esta función proporciona una tensión continua variable de cero a cinco volts, que es útil para simular la salida de tensión de los sensores de vacío. El botón negro del EMULADOR que selecciona el rango de tensión 0-5Volts debe estar arriba.
- 2) Desconectar la ficha de conexión del MAP con la computadora (ECU) del vehículo. El primer paso consiste en identificar el MAP del vehículo en los gráficos adjuntos. **VER ANEXOS 6**

Tener en cuenta que las fichas que aparecen corresponden a los MAP, por lo tanto sirve para inferir la polaridad en la ficha del cableado de la computadora (ECU) del auto.

Para estar seguros antes de conectar el emulador EMULADOR, deberíamos chequear con un multímetro en la ficha del lado cableado la posición de 5V, masa y señal.

La conexión será:

- Masa de cableado – Borne 0V
- Señal del cableado – Borne salida

- 3) Alimentar el EMULADOR con la batería del vehículo a testear, conectando el cable de alimentación. Encender la llave on-off. Encenderá la luz roja.
- 4) Para llevar a cabo la prueba poner el vehículo en marcha y variar la Perilla del EMULADOR de acuerdo a la tabla de vacíos del MAP reemplazado, valores que irán de cerca de 5 Volts a 1 Volt a medida que aumenta el valor de vacío.
- 5) Como en las anteriores pruebas, de contar con un scanner de auto diagnóstico, buscando la pantalla correspondiente al MAP se podrá verificar que variando en el EMULADOR los valores de tensión se modifiquen las lecturas en la pantalla del mismo.

7. TOMA DE DATOS

| VOLTAJES REFERENCIALES ECT | | |
|----------------------------|--------------------------|--------------|
| CONDICIÓN | RESISTENCIA (Ω) | VOLTAJE (mV) |
| Apagado (0rpm) | | |
| Ralentí (800rpm) | | |
| Aceleración (3000rpm) | | |

8. CUESTIONARIO

- Qué función cumple el MAP dentro del vehículo?
- Cuál es uno de los síntomas de falla del MAP?
- Como informa el MAP al ECU?

9. CONCLUSIONES

10. RECOMENDACIONES

PRACTICA No. 04

TEMA: Comprobación de funcionamiento y fallas de Sensor de Oxígeno (HEGO)

1. OBJETIVO GENERAL

Mediante la práctica en el equipo de prueba se comprobará el funcionamiento de un sensor HEGO.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- De manera práctica, comprobar lo dicho en las aulas de clase.
- Emular la señal del Sensor HEGO y que el estudiante pueda ver de manera práctica su funcionamiento.
- Aumentar la destreza de los estudiantes en el uso del equipo de comprobación.
- Realizar las conexiones indicadas en el equipo de prueba para verificar el estado de trabajo del sensor HEGO.

3. MATERIALES

- Vehículo con sensor HEGO.
- Banco Emulador Universal
- Diagramas de Conexión de sensor HEGO y valores referenciales.

4. MARCO TEÓRICO

HEGO

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

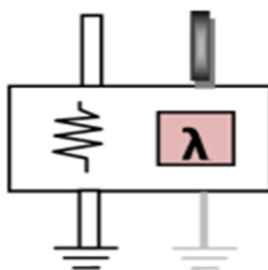
La sonda Lambda está formada interiormente por dos electrodos de platino separados por un electrolito de cerámica porosa. Uno de los electrodos está en contacto con la atmósfera y el otro con los gases de escape. Además la sonda está dispuesta de una sonda interna de caldeo para llegar fácilmente a los 300 grados centígrados, su temperatura óptima de funcionamiento.

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. La sonda está constantemente expuesta 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.

Función:

- La sonda Lambda se encarga de la regulación correcta del suministro de aire y combustible al motor.
- Mide cantidad de oxígeno en gases de escape.
- Sirve para mantener en lo posible en estequiometría al motor (14,7 : 1)
- Empieza a generar voltaje a partir de 250°C a 300°C.
- No necesita voltaje de referencia, debido a que es un generador de CC.
- Necesita voltaje de alimentación (12V), si es una sonda lambda con resistencia calefactora.

5. GRÁFICOS



Negro señal, gris masa, blanco positivo resistencia de caldeo, segundo blanco negativo resistencia de caldeo.

6. PROCEDIMIENTO

- 1) El Emulador en esta función proporciona una tensión continua variable, de cero a 1 volt, que es útil para simular la salida de tensión de la Sonda Lambda.

El botón negro del Emulador que selecciona el rango de tensión 0-1volt debe estar abajo.

- 2) Desconectar la ficha de conexión de la Sonda Lambda con la Computadora (ECU) del vehículo. El primer paso consiste en identificar la SONDA LAMBDA del vehículo en los gráficos adjuntos. **VER ANEXO 7**

Tener en cuenta que las fichas que aparecen corresponden a las SONDAS LAMBDA, por lo tanto sirve para inferir la polaridad en la ficha del cableado de la computadora (ECU) del auto.

Para estar seguros, antes de conectar el Emulador Emulador, deberíamos chequear con un multímetro en la ficha del lado cableado, la posición de positivo y masa.

La conexión será:

- Masa del cableado – Borne 0V
- Positivo del cableado – Borne Salida

- 3) Alimentar el Emulador con la Batería del vehículo a testear, conectando el cable de alimentación. Encender la llave on-off. Encenderá la luz roja.
- 4) Para llevar a cabo la prueba poner el vehículo en marcha y variar la perilla del emulador entre 0 volt. (mezcla pobre) y 1 volt. (mezcla rica), y todos los valores intermedios posibles.
- 5) Como en las anteriores pruebas, de contar con un Scanner de Auto diagnóstico dado que la velocidad de respuesta de la pantalla del mismo es lenta (actuando como osciloscopio), se puede seleccionar el cuadro que nos grafica los valores de la sonda pero en volts (formato display de multímetro) ya que de esa manera

podremos variar más rápidamente la Perilla del emulador y de esa manera ver la fluctuación de los valores de tensión al mismo tiempo que ella se produce.

Si se desea ver como osciloscopio entonces realizar la variación en forma lenta dándole tiempo a la imagen de ir variando en el sentido que queremos de menor a mayor o de mayor a menor tensión

7. TOMA DE DATOS

| VOLTAJES REFERENCIALES SENSOR HEGO | | |
|------------------------------------|--------------------------|--------------|
| CONDICIÓN | RESISTENCIA (Ω) | VOLTAJE (mV) |
| Apagado (0rpm) | | |
| Ralentí (800rpm) | | |
| Aceleración (3000rpm) | | |

8. CUESTIONARIO

- Qué función cumple el sensor HEGO dentro del vehículo?
- Cuál es uno de los síntomas de falla del sensor HEGO?
- Como informa el sensor HEGO al ECU?

9. CONCLUSIONES

10. RECOMENDACIONES

PRACTICA No. 05

TEMA: Comprobación de funcionamiento y fallas de Sensor Inductivo.

1. OBJETIVO GENERAL

Mediante la práctica en el equipo de prueba se comprobará el funcionamiento de un Sensor Inductivo.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- De manera práctica, comprobar lo dicho en las aulas de clase.
- Emular la señal de un Sensor Inductivo y que el estudiante pueda ver de manera práctica su funcionamiento.
- Aumentar la destreza de los estudiantes en el uso del equipo de comprobación.
- Realizar las conexiones indicadas en el equipo de prueba para verificar el estado de trabajo del sensor Inductivo.

3. MATERIALES

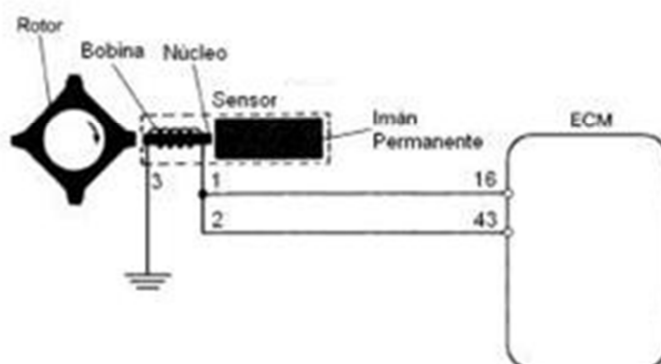
- Vehículo con sensor inductivo.
- Banco Emulador Universal
- Diagramas de Conexión de sensor inductivo y valores referenciales.

4. MARCO TEÓRICO

VSS – Vehicle Speed Sensor

El sensor de velocidad del vehículo es un instrumento usado para controlar por lo general la “Velocidad de Crucero” que algunos vehículos de alta gama poseen. Se trata de un imán permanente enrollado por un embobinado, el mismo que al pasar por frente de un rotor estático las aspas hacen que se genere una tensión en forma aleatoria, convirtiéndolo en un sensor inductivo.

5. GRÁFICOS



6. PROCEDIMIENTO

El Emulador proporciona en esta función una salida de señal tipo Sensor Inductivo, variable en frecuencia entre 10 y 200 Hertz, que puede ser usada para simular **SENSORES DE VELOCIDAD**, Salida Inductiva de Distribuidores de Encendido, o cualquier otro sensor de similares características.

- 1) Alimentar el Emulador con la Batería del vehículo a testear, conectando el cable de alimentación. Encender la llave on-off. Encenderá la luz roja.
- 2) Desconectar la ficha de conexión del Sensor Inductivo. Se deberá constatar la polaridad de los cables. (masa y señal)
- 3) El Emulador simulará una Señal Analógica conectando solamente 2 bornes:
 - Masa del cableado – Borne 0V (masa)
 - Señal del cableado – Borne Analógica Inductiva (Señal)

Se podrá cambiar la frecuencia variando la perilla entre 10 y 200 Hertz

7. TOMA DE DATOS

| VOLTAJES REFERENCIALES SENSOR VSS | |
|-----------------------------------|-------------|
| CONDICIÓN | VOLTAJE (V) |
| Apagado (0rpm) | |
| Velocidad 40 Km/h | |
| Velocidad 90 Km/h | |

8. CUESTIONARIO

- Qué función cumple el sensor VSS dentro del vehículo?
- Cuál es uno de los síntomas de falla del sensor VSS?
- Como informa el sensor VSS al ECU?

9. CONCLUSIONES

10. RECOMENDACIONES

PRACTICA No. 06

TEMA: Comprobación de funcionamiento y fallas de Sensor de Efecto HALL.

1. OBJETIVO GENERAL

Mediante la práctica en el equipo de prueba se comprobará el funcionamiento de un sensor de efecto Hall.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- De manera práctica, comprobar lo dicho en las aulas de clase.
- Emular la señal de un Sensor Efecto Hall y que el estudiante pueda ver de manera práctica su funcionamiento.
- Aumentar la destreza de los estudiantes en el uso del equipo de comprobación.
- Realizar las conexiones indicadas en el equipo de prueba para verificar el estado de trabajo del sensor efecto Hall.

3. MATERIALES

- Vehículo con sensor de efecto Hall.
- Banco Emulador Universal
- Diagramas de Conexión de sensor de efecto Hall y valores referenciales.

4. MARCO TEÓRICO

MAP – Manifold Absolute Pressure

El sensor MAP es un dispositivo (en ciertos casos) de efecto Hall que registra la altitud a la que se encuentra un vehículo, asumiendo si es baja presión o alta presión. La computadora utiliza esta información para determinar el pulso de inyección y la sincronización de la chispa.

Función

Determinar la cantidad de aire que está ingresando al motor, la cantidad de partículas de oxígeno que se encuentran presentes en el aire.

Ubicación:

Frecuentemente se encuentra ubicado en la parte alta del motor, montado sobre el cuerpo de admisión de vehículo, luego de la mariposa de gases.

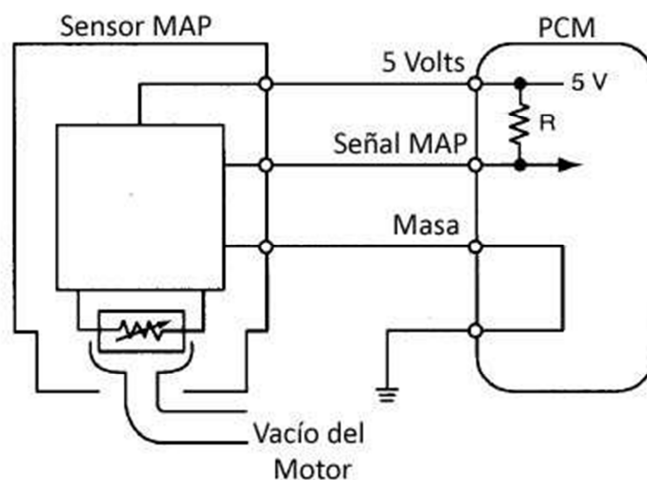
Síntomas de falla

- Régimen inestable de ralentí.
- Emisiones de CO₂ elevadas, no combustiona completamente.
- El motor no arranca, no hay pulso de inyección.
- Se enciende la luz check engine.

Diagnóstico

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

5. GRÁFICOS



6. PROCEDIMIENTO

El emulador provee una salida de Señal Digital (cuadrada de 5 volts) con posibilidad de variar su frecuencia entre 10 y 200 Hertz. Puede ser usada para simular la salida en frecuencia de los MAPs (que tienen salida digital), como así también para simular salidas de Sensores Hall.

Asimismo servirá para disparar Bobinas Secas Múltiples que incorporan módulos con ellas, y requieren una señal cuadrada de estas características para reemplazar la señal de control de la computadora (ECU) del vehículo.

- 1) Alimentar el emulador con la Batería del vehículo a testear, conectando el cable de alimentación. Encender la llave on-off. Encenderá la luz roja.
- 2) Desconectar la ficha de conexión del Sensor Hall. Se deberá estar seguro de la polaridad de los cables del Sensor. (positivo, masa y señal)
- 3) El emulador simulará una Señal Digital conectando solamente 2 bornes:
 - Masa de cableado – Borne 0V (masa)
 - Señal de cableado – Borne Cuadrada Hall (Señal)

Se podrá cambiar la frecuencia variando la perilla entre 10 y 200 Hertz

7. TOMA DE DATOS

| VOLTAJES REFERENCIALES MAP | |
|----------------------------|-----------------|
| CONDICIÓN | FRECUENCIA (Hz) |
| Apagado (0rpm) | |
| Ralentí (800rpm) | |
| Aceleración (3000rpm) | |

8. CUESTIONARIO

- Qué función cumple el sensor MAP dentro del vehículo?
- Cuál es uno de los síntomas de falla del sensor MAP?
- Como informa el sensor MAP al ECU?

9. CONCLUSIONES

10. RECOMENDACIONES