

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
ESPE – LATACUNGA**



CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

PROYECTO DE GRADO

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE
ENTRENAMIENTO DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA
FORD EEC”**

REALIZADO POR:

DIEGO MAURICIO JAMI BANDA

LATACUNGA – ECUADOR

NOVIEMBRE 2006

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE ENTRENAMIENTO DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA FORD EEC”** fue realizado en su totalidad por el señor **Diego Mauricio Jami Banda**, bajo nuestra dirección.

Ing. Germán Erazo L.
Director de Tesis

Ing. Augusto Bourgeat
Codirector de Tesis

AGRADECIMIENTO

Al finalizar una etapa más de mi vida, me permito expresar desde lo más profundo de mí ser:

El agradecimiento a DIOS por haberme dado la vida, la salud, la fortaleza y sabiduría para seguir por el camino del bien,

A mis queridos padres Fausto y Marina, por darme la existencia, por su apoyo emocional y económico que me brindaron todos los años de mi carrera profesional.

A mis queridos hermanos Fernanda y Geovanny, que siempre estaban conmigo en momentos de alegría y en aquellos de debilidad.

A mis queridos abuelitos Rosita y Segundo que Dios le tenga en su gloria, a quienes agradezco por la mejor herencia que me dieron mi madre mi Doña Digna, como también por sus consejos diarios para afrontar la vida..

A mis queridos tíos por sus consejos, en especial a mi tío Jorge Banda quien a la distancia supo darme ánimos para seguir en mi carrera.

A mis queridos primos por su amistad, su cariño, en especial afecto a Mariana Y Germánico, quienes me supieron alentar con sus palabras.

A mis queridos abuelitos paternos Zoila y Alfredo, que Dios le tenga en su gloria, por su cariño, afectó, consejos que me supieron dar en momento de desmayos.

A mis queridos amigos de promoción, por brindarme su amistad y su aprecio en las aulas, en especial a mi amigo sincero Noni Quiroz por su valiosa colaboración de este proyecto.

A la ESPE por concederme la oportunidad de superarme, dejo constancia de mi profundo agradecimiento a cada uno de ellos que contribuyeron a la consecución de este proyecto.

Finalmente hago extensible mi gratitud al Sr. Ing. Germán Erazo L. Director, al Sr. Ing. Augusto Bourgeat Codirector de este proyecto, por sus valiosos aportes en la elaboración de este trabajo.

Diego Mauricio

DEDICATORIA

Con profundo afecto y cariño dedico este trabajo a mis queridos padres Fausto Rodrigo y Digna Marina que gracias a su apoyo, amor y sacrificio veo hoy realizado mi anhelo de superación.

Constituyéndose, en la energía dinámica que me impulso ha alcanzar esta meta para obtener el anhelado título, que es fruto del esfuerzo y superación constante.

A mis hermanos Jenny Fernanda y Fausto Geovanny, quienes desde niños me dieron su apoyo incondicional, comprensión y fuerzas para ser alguien en la vida.

A mi sobrinita Samanta Mickaela, a ese pequeño ser, quien ha sido estímulo para cada día dar lo mejor de mí en la realización de este trabajo.

A mis abuelitas Rosa María y Zoila María, por su ejemplo de vida, su sabiduría, su por su bondad y amor.

A mis Abuelitos Segundo Banda y Alfredo Jami que diosito les tenga en su gloria, por su ejemplo de lucha, para sacar en adelante a sus hijos, nietos y bisnietos.

Por ello este trabajo va dedicado a ellos que me alentaron en los momentos difíciles y de triunfo, con su apoyo incondicional, su amor, su comprensión y que jamás me desampararon, ya que son las personas más importantes de mi vida, y por ellos he luchado para que mi meta de ser profesional sea ya una realidad.....

Diego Mauricio

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	- i -
CERTIFICACIÓN	- ii -
AGRADECIMIENTO	- iii -
DEDICATORIA	- iv -
ÍNDICE DE CONTENIDOS	- v -
INTRODUCCIÓN	- 1 -
<u>CAPÍTULO I</u>: INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE DIAGNÓSTICO A BORDE II.	- 4 -
1.1. PERSPECTIVA	- 4 -
1.2. MONITORES DEL SISTEMA DE DIAGNÓSTICO OBD II.....	- 5 -
1.3. MONITOR DEL SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE GASES DE ESCAPE.....	- 6 -
1.3.1. DESCRIPCIÓN.....	- 6 -
1.3.2. HARDWARE.....	- 6 -
1.3.3. OPERACIÓN.....	- 6 -
1.3.4. OPERACIÓN DTC Y MIL.....	- 7 -
1.4. MONITOR DEL SENSOR DE OXÍGENO CON CALENTADOR.....	- 8 -
1.4.1. DESCRIPCIÓN.....	- 8 -
1.4.2. HARDWARE.....	- 8 -
1.4.3. OPERACIÓN DTC Y MIL.....	- 10 -
1.5. MONITOR DE EFICIENCIA DEL CALENTADOR.....	- 10 -
1.5.1. DESCRIPCIÓN.....	- 10 -
1.5.2. HARDWARE.....	- 11 -
1.5.3. OPERACIÓN.....	- 11 -
1.5.4. OPERACIÓN DTC Y MIL.....	- 11 -
1.6. MONITOR DE DETECCIÓN DE FALLA DE ENCENDIDO.	- 12 -
1.6.1. DESCRIPCIÓN.....	- 12 -
1.6.2. HARDWARE.....	- 12 -
1.6.3. OPERACIÓN.....	- 13 -
1.6.4. OPERACIÓN DTC Y MIL.....	- 13 -
1.7. MONITOR DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE.	- 14 -
1.7.1. DESCRIPCIÓN.....	- 14 -
1.7.2. HARDWARE.....	- 14 -

1.7.3.	OPERACIÓN.....	- 14 -
1.7.4.	OPERACIÓN DTC Y MIL.....	- 15 -
1.8.	MONITOR DE COMPONENTE COMPENSIVOS.....	- 16 -
1.8.1.	DESCRIPCIÓN.....	- 16 -
1.8.2.	HARDWARE.....	- 16 -
1.8.3.	OPERACIÓN.....	- 16 -
1.8.4.	OPERACIÓN DTC Y MIL.....	- 17 -
1.9.	MONITOR DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE AIRE SECUNDARIO. -	17 -
1.9.1.	DESCRIPCIÓN.....	- 17 -
1.9.2.	HARDWARE.....	- 18 -
1.9.3.	OPERACIÓN.....	-19 -
1.9.4.	OPERACIÓN DTC Y MIL.....	- 19 -
1.10.	VIAJES.....	- 20 -
1.0.1.	VIAJES.....	- 20 -
1.0.2.	EXHIBICIÓN DE VIAJES EN LA HERRAMIENTA DE EXPLORACIÓN.....	- 20 -
1.0.3.	VIAJES Y FUNCIÓN DE LA LUZ INDICADORA DE FALLA	- 20 -
1.0.4.	VIAJES Y CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO DE AVERÍA.	- 21 -
1.11.	CICLOS DE CONDUCCIÓN.	- 22 -
1.11.1.	CICLO DE CONDUCCIÓN.....	- 22 -
1.11.2.	CICLO DE CONDUCCIÓN DE OBD II.....	- 22 -
1.12.	REQUISITOS DE LOS MONITORES DE VIAJES Y DEL MONITO DE EFICIENCIA DEL CATALIZADOR (EL CICLO DE CONDUCCIÓN OBD II).....	- 23 -
1.12.1.	MONITORES DE FALLA DE ENCENDIDO, COMPONENTES COMPENSIVOS Y COMBUSTIBLE ADAPTABLE	- 23 -
1.12.2.	LA PRUEBA DEL MONITOR DE ERG.....	- 23 -
1.12.3.	EL MONITOR DE HO2S.....	- 23 -
1.12.4.	MONITOR DE INYECCIÓN DE AIRE SECUNDARIO	- 23 -
1.12.5.	MONITOR DE EFICIENCIA DEL CATALIZADOR.....	- 24 -
1.13.	INSTRUCCIONES DE CONDUCCIÓN DURANTE UN PERÍODO DE TIEMPO.....	- 24 -
1.14.	LUZ INDICADORA DE FALLA (MIL)	- 25 -
1.15.	SENSORES.	- 26 -
1.5.1.	SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR ECT.....	- 26 -

1.5.2.	SENSOR DE POSICIÓN DEL ESTRANGULADOR TP	- 27 -
1.5.3.	SENSOR DE POSICIÓN DE LA VÁLVULA EGR.....	- 28 -
1.5.4.	SENSOR DE OXÍGENO DEL ESCAPE.....	- 29 -
1.16.	PRUEBA RAPIDA DEL EEC III.	- 32 -
1.17.	CÓDIGOS DE DOS DÍGITOS DEL EEC III.....	- 34 -
a.	Código 21.	- 34 -
b.	Código 22.	- 35 -
c.	Código 23	- 36 -
d.	Código 31.	- 37 -
e.	Código 32.	- 37 -
f.	Código 41.	- 37 -
g.	Código 42.	- 38 -
h.	Código 43.	- 39 -
i.	Código 44.	- 39 -
<u>CAPÍTULO II: COMPONENTES Y OPERACIÓN DEL EEC</u>		
	IV Y EEC V	- 40 -
2.1.	SENSOR DE OXÍGENO.....	- 41 -
2.2.	SENSOR DE PRESIÓN ABSOLUTA DEL MULTIPLE	- 43 -
2.3.	SENSOR DE PRESIÓN BAROMÉTRICA ABSOLUTA BARO-BAP O BP	- 46 -
2.4.	SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR...-	47 -
2.5.	SENSOR DE LA TEMPERATURA DE LA CARGA DE AIRE	- 48 -
2.6.	SENSOR DE POSICIÓN DEL ESTRANGULADOR.....	- 49 -
2.7.	SENSOR DE CAPTACIÓN DEL PERFIL IGNICIÓN.....	- 50 -
2.8.	SENSOR DE FLUJO DE AIRE DE LA PLACA, ALETA O PALETA ...	- 53 -
2.9.	SENSOR DE LA MASA DE FLUJO DE AIRE	- 54 -
2.10.	SENSOR DE GOLPES	- 55 -
2.11.	SENSOR DE VELOCIDAD DEL VEHÍCULO.....	- 56 -
2.12.	SENSOR DE POSICIÓN DE LA VÁLVULA ERG	- 57 -
2.13.	SENSOR DE RETROALIMENTACIÓN DE PRESIÓN A LA EGR	- 59 -
2.14.	INTERRUPTOR DE SEGUIMIENTO DE LA MARCHA LENTA	- 60 -
2.15.	INYECTORES	- 61 -
2.16.	HARDWARE Y SOFTWARE DEL EEC-V	- 63 -
2.16.4.	PERSPECTIVA.....	- 63 -
2.16.2.	MULTIPLEXIÓN	- 66 -

2.16.3.	PROTOCOLO CORPORATIVO ESTÁNDAR	- 67 -
2.16.4.	MEMORIA RÁPIDA SOLO DE LECTURA BORRABLE Y PROGRAMABLE ELÉCTRICAMENTE	- 67 -
2.16.5.	ESTRATEGIA ADAPTABLE DE CONTROL DE AIRE EN RALENTÍ.	- 68 -
2.17.	MÓDULO DE CONTROL DEL TREN DE FUERZA.....	- 70 -
2.17.1.	MEMORIA SOLO DE MANTENIMIENTO (KAM).....	- 70 -
2.17.2.	ESTRATEGÍA DE OPERACIÓN LIMITADA DEL HARDWARE	- 70 -
2.17.3.	FUNCIONES ADMISIBLES DE SEÑALES DE SALIDA	- 71 -
2.18.	APLICACIONES DE RELÉ DE BOMBA DE COMBUSTIBLE Y CCRM	- 71 -
<u>CAPÍTULO III: SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE FORD EEC</u>		- 73 -
3.1.	PERSPECTIVA.....	- 73 -
3.2.	CIRCUITO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE.....	- 74 -
3.3.	DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE.....	- 77 -
3.4.	BOMBA DE COMBUSTIBLE.....	- 77 -
3.5.	FILTRO DE COMBUSTIBLE.....	- 80 -
3.5.1.	LA CUBIERTA DE ADMISIÓN DE COMBUSTIBLE.....	- 80 -
3.5.2.	EL FILTRO / MALLA.....	- 81 -
3.5.3.	EL FILTRO / MALLA.....	- 81 -
3.5.4.	EL CONJUNTO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE.....	- 81 -
3.6.	REEMPLAZO DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE.....	- 81 -
3.7.	PUNTO DE PRUEBA DE PRESIÓN.....	- 83 -
3.7.1.	MANÓMETRO	- 84 -
3.8.	INYECTOR DE COMBUSTIBLE.....	- 84 -
3.8.1.	PRECAUCIÓN.....	- 88 -
3.9.	DISTRIBUIDOR DE COMBUSTIBLE.....	- 89 -
3.10.	REGULADOR DE PRESIÓN DE COMBUSTIBLE.....	- 89 -
3.10.1.	DOSIFICACIÓN DE COMBUSTIBLE.....	- 93 -
3.11.	SWITCH DE CORTE DE COMBUSTIBLE	- 94 -
3.12.	EVAPORACIÓN DE COMBUSTIBLE.....	- 95 -
3.13.	RELEVADOR DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE.....	- 95 -
3.14.	SISTEMA DE CUERPO DE MARIPOSA.....	- 97 -
<u>CAPÍTULO IV: PRUEBAS DEL SISTEMA DE INYECCIÓN FORD EEC</u>		- 101 -

4.1.	DISTRIBUCIÓN DE PINES DE LA COMPUTADORA DEL FORD EEC IV.....	- 101 -
4.2.	DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL PCM.....	- 101 -
4.3.	CIRCUITO DEL SENSOR DE POSICIÓN DE LA MARIPOSA DE ACCELERACIÓN TPS	- 102 -
4.3.1.	FALLAS DE UN TPS.....	- 103 -
4.4.	CIRCUITO DEL SENSOR DE PRESIÓN ABSOLUTA EN EL COLECTOR DE ADMISIÓN MAP.	- 103 -
4.4.1.	CONTROL DEL SENSOR MAP	- 104 -
4.4.2.	SÍNTOMA DE FALLO DEL SENSOR MAP.....	- 104 -
4.4.3.	COMPROBACIÓN.....	- 104 -
4.5.	CIRCUITO DEL SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE ADMISIÓN IAT.....	- 105 -
4.5.1.	FALLAS DEL SENSOR IAT	- 106 -
4.6.	CIRCUITO DEL SENSOR DE TEMPERATURA DEL LÍQUIDO DE EMFRIAMIENTO CTS.....	- 106 -
4.6.1.	FALLAS DEL SENSOR CTS.....	- 107 -
4.7.	CIRCUITO DEL SENSOR DE OXÍGENO O2	- 107 -
4.7.1.	FALLAS DEL SENSOR DE OXÍGENO.	- 108 -
4.8.	CIRCUITO DE LOS INYECTORES.....	- 108 -
4.8.1.	CONTROL DEL INYECTOR.....	- 109 -
4.9.	CIRCUITO DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE.....	- 110 -
4.10.	COMPROBACIÓN DEL RELÉ DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE.	- 110 -
4.10.1.	FALLAS	- 111 -
4.11.	CIRCUITO DE LA LUZ CHECK ENGINE.....	- 111 -
4.12.	CÓDIGOS DE FALLA.....	- 113 -
4.13.	PRUEBAS AL REGULADOR DE PRESIÓN DE COMBUSTIBLE.....	- 114 -
4.14.	SENSORES DE OXÍGENO CON CALENTADOR DE CORRIENTE ARRIBA Y ABAJO.....	- 115 -
4.15.	TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO INTERMITENTES	- 116 -
4.16.	RECREANDO LA FALLA.....	- 116 -
4.17.	ACUMULANDO LOS DATOS DEL PCM	- 117 -
4.18.	REPRODUCCIÓN DE LOS PID ALMACENANDOS.....	- 119 -
4.19.	SEÑALES DE ENTRADA PERIFÉRICAS	- 120 -
4.20.	COMPARANDO LOS DATOS DEL PCM.....	- 121 -

4.21.	ANALIZANDO LOS DATOS DEL PCM.....	- 122 -
4.22.	CAMBIAR LA CONDICIÓN PARA CAUSAR UNA RESPUESTA POR SERIAL DE ENTRADA	- 123 -
4.23.	CAMBIAR LA SEÑAL DE ENTRADA Y VERIFICAR LA RESPUESTA DE LA SERIAL DE SALIDA.....	- 123 -
4.24.	PRUEBA DE CLIC (SOLENOIDES/RELÉS).....	- 124 -
4.25.	RESISTENCIA DE BOBINA (SOLENOIDES/RELÉS).....	- 125 -
4.26.	INTERRUPCIONES DEL MAZO DE CABLES	- 125 -
4.27.	CORTOS DEL MAZO DE CABLES.....	- 125 -
4.28.	HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN DEL CLIENTE.....	- 126 -
4.29.	ÍNDICE DE SÍNTOMAS	- 126 -
4.30.	DIAGRAMAS DE SÍNTOMAS	- 126 -
4.31.	SUBROUTINAS DE DIAGNÓSTICO.....	- 127 -
4.32.	TABLAS DE CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO DE AVERÍA (DTC) DEL TREN DE FUERZA	- 127 -
4.33.	PRUEBAS PRECISAS.....	- 127 -
4.34.	PERSPECTIVA DEL PROCESO DE DIAGNÓSTICO.....	- 128 -
4.35.	COMO USAR LOS PROCEDIMIENTOS DE DIAGNÓSTICO..	- 128 -
4.36.	TABLAS DE PRESIÓN DE COMBUSTIBLE PARA DIAGNÓSTICO	- 131 -
<u>CAPÍTULO V: CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DE ENTRENAMIENTO FORD</u>		
5.1.	INTRODUCCIÓN.	- 133 -
5.2.	ANTECEDENTES.....	- 134 -
5.3.	OBJETIVO GENERAL.....	- 134 -
5.4.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	- 134 -
5.5.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	- 135 -
5.6.	JUSTIFICACIÓN.....	- 136 -
5.7.	INFORMACIÓN GENERAL.	- 136 -
5.8.	COMPONENTES UTILIZADOS.....	- 137 -
5.9.	CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DE PRUEBAS.....	- 138 -
5.10.	GUÍAS DE LABORATORIO.	- 149 -
5.10.1.	PRÁCTICA No.1:SENSOR DE LA TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE.....	- 149 -
5.10.2.	PRÁCTICA No.2: SENSOR DE LA MARIPOSA DE ACELERACIÓN.....	- 152 -

5.10.3.	PRÁCTICA No. 3: SENSOR DE PRESIÓN EN EL COLECTOR.....	- 155 -
5.10.4.	PRÁCTICA No. 4: SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE LA ADMISIÓN.	- 158 -
5.10.5.	PRÁCTICA No. 5: SENSOR DE OXÍGENO.	- 161 -
5.10.6.	PRÁCTICA No. 6: SENSOR DE ROTACIÓN CAS.....	- 164 -
5.10.7.	PRÁCTICA No. 7: VÁLVULA IAC.....	- 167 -
5.10.8.	PRÁCTICA No. 8: COMPROBACIÓN DE LOS INYECTORES DEL SISTEMA.....	- 169 -
5.10.9.	PRÁCTICA No.9: COMPROBACIÓN DE LA BOMBA Y SU CIRCUITO.....	- 173 -
5.10.10.	PRÁCTICA No. 10: INSPECCIÓN DEL CIRCUITO DEL SISTEMA.....	- 177 -
	CONCLUSIONES.	- 183 -
	RECOMENDACIONES.....	- 185 -
	BIBLIOGRAFÍA	- 186 -
	ANEXOS.....	- 187 -
	ANEXO A: PIN DATA Y DIAGRAMAS FORD, SIERRA – RANGER - EXPLORER, 2000	- 188 -
	ANEXO B: PIN DATA Y DIAGRAMAS FORD, MONDEO, 2000	- 189 -
	ANEXO C: PIN DATA Y DIAGRAMAS FORD, GALAXI, 2003.....	- 190 -
	ANEXO D: PIN DATA Y DIAGRAMAS FORD, FOCUS 1.6, 2004.....	- 191 -

INTRODUCCIÓN

Ford ha tenido presencia en Ecuador desde temprano en el siglo pasado. Desde cuando los camiones y productos Ford transitaban por la naciente estructura vial del Ecuador, los productos Ford han gozado de una amplia aceptación. El Ecuatoriano ha visto cómo la marca del óvalo ha ofrecido, década tras década, los modelos de última generación que estaban disponibles mundialmente, los cuales han llegado a ser parte de su cotidianidad

Desde que se firmó el pacto Andino entre Ecuador, Colombia y Venezuela, y aprovechando la ubicación de la planta de manufactura de Ford en Valencia Venezuela, Ford Andina comenzó a aprovechar las condiciones de impuestos más beneficiosas para mejorar la competitividad y oferta de productos para el mercado de Ecuador.

Como ejemplos del éxito de la nueva época iniciada con el acuerdo Andino, está la introducción de la Explorer y la F150, vehículos que se consolidaron como líderes en su segmento desde su lanzamiento.

Desde el año 2000 y coincidiendo con un importante desarrollo de la Economía y la industria Ecuatoriana, Ford complementó su portafolio de producto con vehículos de último momento como la nueva Ranger Courier, la Explorer 2 puertas, la F150 Súper Cab y la Sport Trac.

Ford en Ecuador ha estado representada a través de dos concesionarios-distribuidores; Quito Motors en la sierra y Orgu en Guayaquil. A través des estos concesionarios-distribuidores, en los últimos años se han conducido una serie de acciones orientadas a mejorar la representación de la marca en lo referente a mejoras en vitrinas, establecimiento de talleres, stock de repuestos e imagen Corporativa.

A partir del año 2003 y coincidiendo con el nombramiento de un nuevo concesionario en Guayaquil – Carboquil, Ford continuó con el fortalecimiento en la oferta de sus productos y servicios en Ecuador. En éste se inició la venta

del EcoSport, se introdujo el Focus, se redondeó una importante dinámica comercial con la introducción del nuevo Fiesta.

Las exigencias que la sociedad demanda del automóvil, deben satisfacerse en forma óptima inclusive bajo límites extremos. Para lo cual es necesario la intervención de la electrónica automotriz, con sistemas asistidos a bordo como: la Inyección electrónica de combustible, control de tren de potencia, control de la carrocería, control de accesorios, sistema de frenado, airbag, entre otros que ofrecen grandes prestaciones.

La inyección electrónica de combustible FORD EEC IV - V será el punto que contenga el presente manual, para ello son necesarios los sensores que captan eficazmente condiciones de operación del motor y del vehículo en general

Las condiciones que captan dichos sensores son: Temperatura del agua del refrigerante del motor, temperatura de ingreso de aire, la depresión en el sistema de admisión, entre otras condiciones para el éxito de la inyección electrónica de combustible FORD EEC IV - V.

Es necesario que los profesionales del campo automotriz aceptemos el desafío que nos impone la electrónica a fin de estar paralelo con los adelantos e descubrimientos que se generan en el vehículo, prepararnos en forma eficiente a los perfeccionamientos tecnológicos Automotrices.

El primer capítulo presenta la Introducción a los Sistemas de Diagnostico a Bordo II como: información básica y práctica a la vez, así como la Descripción, Hardware y Operación de los Monitores del Sistema de diagnostico y códigos de falla que pueden presentar esté sistema.

El segundo capítulo se describe el sistema de inyección electrónica FORD EEC IV Y V, en lo relacionado a los componentes y operación de los

sensores, actuadores y modulo del tren de potencia y la multiplexión del sistema con su protocolo corporativo estándar.

El tercer capítulo explica el diseño y la diagramación del circuito de inyección electrónica FORD EEC IV y V así como las presiones de trabajo establecidas por FORD para camiones y vehículos livianos por modelos de fabricación.

El cuarto capítulo explica las pruebas del sistema de inyección electrónica FORD ECC IV y V, así como el diseño y la diagramación de los circuitos eléctricos de los diversos subsistemas de inyección electrónica y la perspectiva en el proceso de diagnóstico.

El quinto capítulo se realiza la ilustración del diseño e instalación del sistema de control para el entrenador de inyección electrónica a gasolina FORD EEC IV y V, sus características, selección de elementos, y la instalación del sistema y guías de prueba para cada uno de los subsistemas.

Finalmente se presenta las conclusiones y recomendación a fin de que sean acogidas por quienes usen el presente como fuente de consulta.

I. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE DIAGNÓSTICO A BORDO II.

1.1. PERSPECTIVA.

“La regulación de diagnóstico a bordo (OBD) para los vehículos a partir del modelo de 1988. en la primera fase, OBD I, se requirió el monitoreo del sistema de medición de combustible y el sistema de recirculación de gases de escape (EGR), y los componentes relacionados con las emisiones. Fue requerido la luz indicadora de falla MIL se encendiera para alertar sobre una falla o necesidad de servicio del control de emisiones. Esta luz fue etiquetada como “CHECK ENGINE”, aparecería un código de falla o avería para identificar el área específica de la falla.

El sistema OBD fue propuesto para mejorar la calidad del aire mediante la identificación de vehículos que excedan los estándares de las emisiones. Las agencias de protección del medio ambiente fueron las encargadas de desarrollar los requisitos para los diagnósticos a bordo.

El sistema OBD II cumple con estas regulaciones mediante el monitoreo del sistema de control de emisiones. Cuando el sistema o componentes se excede de las tolerancias se almacenara un código de avería (DTC) y se encenderá la luz MIL.

La estrategia de detección de falla y la operación de MIL están asociadas con ciclos de viaje y de conducción.

Al ejecutar del diagnóstico es el programa del computador en el EEC-V del PCM que coordina el sistema de auto monitoreo del OBD II. Este programa controla todos los monitores y las interacciones, la

operación de DTC MIL, los datos del “Freeze Frame” (“Encuadre Inmóvil”) y la interconexión de la herramienta de exploración.

Los datos describen las condiciones almacenadas del motor tales como, estado del motor, control de combustible, chispa, rpm, carga y el estado del calentamiento en el punto que detecta la primera falla. Las condiciones previamente almacenadas serán reemplazadas solo de detectarse una falla de encendido o combustible. Estos datos son accesibles con una herramienta de exploración.

El código P1000 de disponibilidad de mantenimiento de inspección (IM) del OBD II indica que no todos los monitores de OBD II han sido completados desde que la memoria fue borrada por última vez.”¹

El sistema OBD II se encuentra en estos vehículos:

Tabla I.1 Detalle de códigos DTC

VEHICULOS	CAMIONES
3.8 L Mustang	2.3 Ranger
4.6 L Thunderbird / cougar	3.0 L Ranger
4.6 L Crown Victoria	3.0 L Windstar
4.6 L Continental	3.8 L Windstar
4.6 L Town Car	4.0 L ranger

1.2. MONITORES DEL SISTEMA DE DIAGNÓSTICO OBD II.

Los monitores de OBD II son:

- Monitor del sistema de recirculación de gases de escape (EGR).
- Monitor del sensor de oxígeno con calentador (HO2S).

¹.Manual de Servicio 1995, Diagnóstico a Bordo II para automóviles/camiones. FORD WORLDWIDE EXPORT OPERATIONS.

- Monitor de eficiencia del catalizador.
- Monitor de detección de falla de encendido.
- Monitor del sistema de combustible.
- Monitor de componentes compresivos.
- Monitor del sistema de inyección de aire secundario (AIR)

1.3. MONITOR DEL SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE GASES DE ESCAPE.

1.3.1. DESCRIPCIÓN

Es una estrategia de autopruueba dentro del módulo de control del tren de fuerza (PCM) que comprueba la integridad de los circuitos, componentes y de las mangueras que forman el sistema EGR y determina los errores del caudal de flujo del EGR.

1.3.2. HARDWARE

Utiliza la señal de entrada del sensor de EGR electrónico de retroalimentación de presión diferencial (DPFE). El monitor es capaz el sensor DPFE, el solenoide del regulador electrónico de vacío (EVR), los circuitos eléctricos, las mangueras de señal de presión y la válvula EGR. Los demás componentes de EEC – V proporcionan condiciones para el sistema de control EGR, pero no tienen señales de entrada directa al monitor EGR.

1.3.3. OPERACIÓN

Verifica continuamente la integridad del sensor DPFE y del circuito al PCM. Si la entrada de voltaje al sensor DPFE esta dentro del

rango de operación, el sensor se transformará en la herramienta para el resto de las revisiones del sistema EGR.

A fin de determinar si la válvula se abre, se efectúa una verificación para obtener el flujo de EGR en ralentí.

Al acelerar el vehículo y aumentar la contrapresión de escape, se efectúa una verificación de las mangueras de presión de señal de DPFE para determinar desconexiones, fugas, taponamientos o mangueras invertidas.

El caudal de flujo EGR se verifica durante una velocidad y carga constantes

1.3.4. OPERACIÓN DTC Y MIL

Cuando se haya presentado un malfuncionamiento durante tres ciclos de conducción consecutivos, el DTC se almacena en el PCM y se enciende la luz MIL. La luz Mil se apaga luego de tres viajes consecutivos sin que se detecte el mismo malfuncionamiento, siempre que no hayan otros DTC almacenados que encendieran independientemente la luz MIL. El DTC se borrará luego de cuarenta ciclos de calentamiento, sin que haya detectado el malfuncionamiento luego que se haya apagado la MIL.

Otro método de borrar el DTC es el de reiniciar el reposicionamiento del (PCM).

1.4. MONITOR DEL SENSOR DE OXÍGENO CON CALENTADOR.

1.4.1. DESCRIPCIÓN

El monitoreo de los sensores de oxígeno con calentador (HO2S) de corriente arriba para detectar el momento en que el deterioro del sensor haya excedido los umbrales de las emisiones. Dos sensores (HO2S) adicionales ubicados corriente abajo para determinar la eficiencia del calentador.

Los sensores (HO2S) son los mismos que para el control de combustible pero funcionan de forma diferente, generan un voltaje que se compara con un rango calibrado aceptable.

1.4.2. HARDWARE

“Consiste de los sensores (HO2S), sensor de flujo de masa de aire (MAF), sensor de temperatura de aire de admisión (IAT), sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT), captador de perfil de encendido (PIP), rpm, y los inyectores.

El PCM utiliza la señal de entrada que recibe de los sensores (HO2S) de corriente para afinar la relación aire/combustible (a/c). El sensor (HO2S) van montados en el flujo del escape, operan entre 0 y 1 voltio dependiendo de la cantidad de oxígeno en la mezcla del escape, cada sensor actúa como una fuente de voltaje y una resistencia en serie.”²

² Manual de Fuel Inyection FORD DE BEN WATSON, México DF, publicado por PRENTICE-HALL, HISPANOAMERICANA S.A. 1994, Primera Edición.

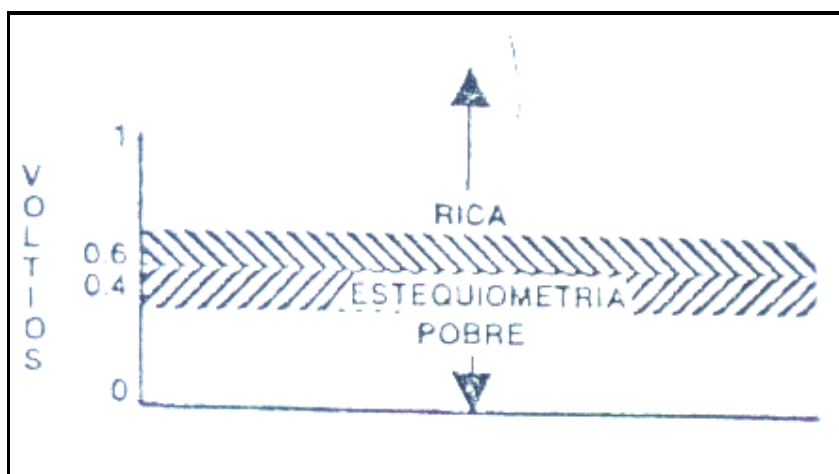


Figura. 1.1. Relación estequiométrica contra voltaje de HO2S.

Los sensores de corriente arriba se activan una vez que se hayan cumplido las condiciones de entrada. En ese momento comienza la modulación de combustible.

Los sensores H2OS son muestreados y los resultados calculados para determinar si los sensores reaccionan correctamente.

La envolvente de los sensores de corriente abajo es monitoreada para las conmutaciones normales. De no ocurrir conmutaciones normales, el combustible es comandado rico y/o pobre y se toma una decisión acerca de los sensores de corriente arriba basado en la envolvente del voltaje de los sensores H2OS de corriente abajo.

Siempre que ocurra un sobrevoltaje en cualquier sensor H2OS se identifica una falla hacia la ejecución del diagnóstico y no se efectuaran pruebas adicionales del sensor que esta funcionando mal.

Los calentadores del sensores se comprobaran activándolos y desactivándolos y verificando el monitor de señal de salida (OSM), las fallas serán identificadas hacia la ejecución del diagnóstico

1.4.3. OPERACIÓN DTC Y MIL

Cuando se haya presentado un malfuncionamiento durante dos ciclos de conducción, el DTC se almacena en el PCM y se enciende la luz MIL. La luz se apaga luego de tres viajes consecutivos sin que se detecte la falla, siempre que no haya otros DTC. El DTC se borrara luego de cuarenta ciclos de calentamiento, sin que haya detectado el malfuncionamiento luego que se haya apagado la MIL.

Otro método de borrar el DTC es el de reiniciar el reposicionamiento del (PCM).

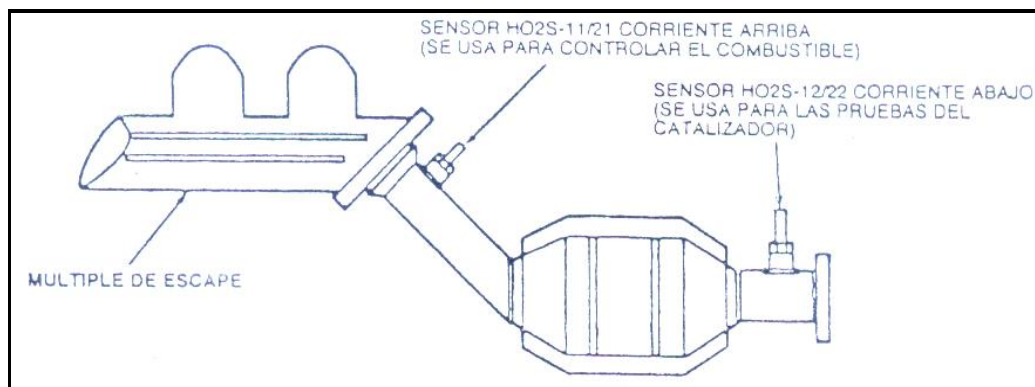


Figura. 1.2. Ubicación de los sensores de HO2S.

1.5. MONITOR DE EFICIENCIA DEL CATALIZADOR.

1.5.1. DESCRIPCIÓN

Es una estrategia de auto prueba dentro del módulo de control del tren de fuerza (PCM) que determina cuando un catalizador ha caído por debajo del nivel mínimo de eficiencia en su habilidad de controlar las emisiones de gases de escape.

1.5.2. HARDWARE

Los componentes que forman este monitor son los sensores HO2S y el o los catalizadores.

1.5.3. OPERACIÓN

El control de combustible de bucle cerrado es transferido desde los sensores HO2S de corriente arriba hacia los sensores HO2S de corriente abajo. Los cálculos se efectúan dentro de la estrategia del monitor para determinar la frecuencia de salida real (frecuencia de prueba) de los sensores HO2S de corriente abajo.

La frecuencia de prueba es una indicación de la capacidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador. Si la frecuencia de prueba es lenta, entonces la capacidad de almacenamiento de oxígeno del catalizador es alta.

La frecuencia calibrada se encuentra usando las rpm y la carga del motor, sirve como un límite alto para la frecuencia de prueba. Si la frecuencia de prueba es menor que la frecuencia calibrada, el catalizador pasa la prueba del monitor, de no ser así, el catalizador o el sistema esta funcionando mal.

1.5.4. OPERACIÓN DTC Y MIL

“Cuando se haya presentado un malfuncionamiento durante tres ciclos de conducción consecutivos, el DTC se almacena en el PCM y se enciende la luz MIL. La luz Mil se apaga luego de tres viajes consecutivos sin que se detecte el mismo malfuncionamiento, siempre que no hayan otros DTC almacenados que encendieran independientemente la luz MIL. El DTC se borrará luego de cuarenta

ciclos de calentamiento, sin que haya detectado el malfuncionamiento luego que se haya apagado la MIL.

Otro método de borrar el DTC es el de reiniciar el reposicionamiento del (PCM)."³

1.6. MONITOR DE DETECCIÓN DE FALLA DE ENCENDIDO

1.6.1. DESCRIPCIÓN

Una falla de encendido se define como una falla de combustión correcta debido a la ausencia de chispa, medición pobre de combustible,

Compresión pobre o cualquier combustión que no ocurra dentro de los cilindros o en el momento apropiado.

Este monitor detecta las fallas inducidas mecánicamente, por el encendido o combustible. La intención es proteger al catalizador de un daño permanente.

1.6.2. HARDWARE

La falla de encendido no es un sistema de componentes, sino una estrategia de software que utiliza un sensor de reluctancia variable (sensor de posición del cigüeñal) para proporcionarle información al sistema de encendido electrónico (EI), así como al monitor.

La estrategia de falla de encendido podrá ser afectada por el sistema de combustible, monitor de componentes compresivos, sistema

³ Miguel de Castro Inyección de Gasolina Ediciones CEAC Perú 1991 Quinta edición.

de vacío, sistema de emisiones evaporativas y tren de válvulas del motor.

1.6.3. OPERACIÓN

Para la detención de falla de encendido se usa la señal de posición del cigüeñal (CKP) para determinar si ha fallado un cilindro específico. El PCM estampa el tiempo de cada señal PIP desde el módulo de control de encendido (ICM) y calcula el tiempo entre sus bordes.

La aceleración debido a cada encendido de cilindro puede ser calculada rindiendo una indicación de potencia para cada caso de cilindro. Los valores de aceleración se comparan, restando el valor promedio de cada valor de aceleración.

Una pérdida de potencia mayor que un umbral determinado será clasificado una falla de encendido por cilindro.

1.6.4. OPERACIÓN DTC Y MIL

Cuando se haya presentado una falla de encendido que pudiera causar daño al catalizador, se encenderá o parpadeará la luz MIL y se almacenará un DTC.

Si la falla de encendido ocasiona falla de emisiones o mantenimiento de inspección, la luz MIL permanecerá encendida continuamente y se almacenará el DTC luego de dos fallas en ciclos de conducción separados.

El DTC se borrará luego de cuarenta ciclos de calentamiento, si la falla no vuelve a ocurrir y se apaga la luz MIL, si no ocurre durante los tres ciclos de conducción consecutivos similares a la primera vez.

1.7. MONITOR DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE.

1.7.1. DESCRIPCIÓN

Es una estrategia de autoprueba dentro del PCM que monitorea la tabla de combustible adaptable, para compensar la variación normal de los componentes del sistema de combustible, causada por desgaste o envejecimiento.

Durante la operación normal del vehículo, si el combustible parece tener una tendencia rica o pobre, la tabla de combustible adaptable cambiara los cálculos de entrega de combustible para remover esta tendencia de controlar las emisiones de gases de escape.

1.7.2. HARDWARE

Utiliza los sensores HO2S y los otros componentes del EEC-V que proporcionan información a la tabla adaptable de combustible son los sensores IAT, ECT y MAF.

1.7.3. OPERACIÓN

La estrategia de combustible adaptable aprende las correcciones en función de velocidad y carga del motor, mientras se encuentra en el combustible de bucle cerrado.

“Esta se llama “ajuste de combustible a largo plazo”. La tabla reside en la memoria de mantenimiento (KAM) y se utiliza para corregir la entrega de combustible mientras se encuentra en bucle cerrado o abierto.

Al cambiar los componentes y la tabla aprendiendo los valores, se puede alcanzar el límite calibrado. Esto significa que no se puede compensar cambios adicionales del sistema de combustible, ocasionando la desviación del parámetro de combustible de bucle cerrado “ajuste de combustible a corto plazo”.

Al agrandarse este ajuste, el control de a/c sufre y puede incrementar emisiones y almacenar un DTC.

Las condiciones de entrada para la prueba de combustible son: rpm, masa de aire, temperatura operación estén dentro del límite calibrado y en bucle cerrado. El ralentí y desaceleraciones se excluyen de la prueba de combustible.”⁴

1.7.4. OPERACIÓN DTC Y MIL

Cuando se haya presentado un malfuncionamiento durante dos ciclos de conducción, el DTC se almacena en el PCM y se enciende la luz MIL.

La luz Mil se apaga luego de tres ciclos de conducción consecutivos sin que se detecte el mismo malfuncionamiento, siempre que no hayan otros DTC almacenados que encendieran independientemente la luz MIL.

El DTC se borrará luego de cuarenta ciclos de calentamiento, sin que haya detectado el malfuncionamiento luego que se haya apagado la MIL.

⁴ Miguel de Castro Inyección de Gasolina Ediciones CEAC Perú 1991 Quinta edición.

Otro método de borrar el DTC es el de reiniciar el reposicionamiento del (PCM).

1.8. MONITOR DE COMPONENTES COMPRENSIVOS.

1.8.1. DESCRIPCIÓN

Es una estrategia de autopruueba dentro del módulo de control del tren de fuerza (PCM) que detecta el malfuncionamiento de cualquier sistema/componente electrónico del tren de fuerza que le proporciona una señal de entrada al PCM y que no sea exclusivamente una señal de entrada para cualquier otro monitor OBD II.

1.8.2. HARDWARE

Las señales de entrada incluyen los sensores: de velocidad (VSS), flujo de masa de aire (MAF), temperatura de refrigerante del motor (ECT) y posición de la mariposa (TP).

Las señales de salida monitoreadas incluyen el sistema de encendido (incluye ID y PIP), bomba de combustible, control del ventilador, control de velocidad de ralentí y controles de transmisión.

1.8.3. OPERACIÓN

Considera que los componentes de entrada están funcionando mal de haber falta de continuidad o si la señal de entrada está fuera de rango o no esta en una relación correcta a las señales contra las que se compara (esto se llama verificación de racionalidad)

Considera que los componentes de salida están funcionando mal de haber falta de continuidad o de no ocurrir una respuesta esperada de la señal de salida hacia un comando del PCM.

1.8.4. OPERACIÓN DTC Y MIL

Cuando se haya presentado un malfuncionamiento durante dos ciclos de conducción, el DTC se almacena en el PCM y se enciende la luz MIL.

La luz Mil se apaga luego de tres viajes consecutivos sin que se detecte el mismo malfuncionamiento, siempre que no hayan otros DTC almacenados que encendieran independientemente la luz MIL..

El DTC se borrará luego de cuarenta ciclos de calentamiento, sin que haya detectado el malfuncionamiento luego que se haya apagado la MIL.

Otro método de borrar el DTC es el de reiniciar el reposicionamiento del (PCM).

1.9. MONITOR DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE AIRE SECUNDARIO.

1.9.1. DESCRIPCIÓN

“Es una estrategia de autopruueba dentro del módulo de control del tren de fuerza (PCM) que monitorea la función del sistema de aire secundario (AIR).

El propósito del sistema (AIR) es controlar las emisiones durante los primeros 20 a 120 segundos luego de la puesta en marcha del motor y para la función de encendido del catalizador.

El aire es inyectado dentro del múltiple de escape para oxidar los hidrocarburos y el monóxido de carbono creados al funcionar en rico durante el arranque. El sistema (AIR) ocurrirá una vez por ciclo de conducción⁵.

1.9.2. HARDWARE

Consiste de una bomba de aire eléctrica que le suministra aire al múltiple de escape, una combinación de la válvula de retención y la válvula de control de aire, permite que el aire pase de la bomba al sistema de escape mientras que evita que los gases calientes vuelvan a la bomba.

Un solenoide de desviación de (AIR) se utiliza para suministrar una señal de control de vacío hacia la válvula de control de aire. Un relé de estado sólido controla la operación de conexión/desconexión de la bomba de aire electrónica.

El PCM proporciona un circuito de control (EAIR) al relé de estado sólido y un circuito (EAIRM) para monitorear la bomba de aire electrónica y el relé de estado sólido a fin de determinar si los componentes están funcionando correctamente y si existe aire secundario presente.

⁵ COELLO SERRANO EFREN, Sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina. Ediciones América, 1ra edic., 2002. Quito, Ecuador.

1.9.3. OPERACIÓN

Cuando el motor arranca y el PCM envía una señal al relé de estado sólido y al solenoide de derivación de (AIR) (hasta una demora de 10 segundos) para comenzar la operación del sistema.

El relé de estado sólido le proporciona una señal de arranque a la bomba de aire electrónica. El solenoide de derivación de AIR le aplica un vacío a la válvula de control de aire ocasionando que esta se abra, permitiendo el paso del aire hacia los múltiples de escape.

Cuando el catalizador esta desconectado y no se requiere más del exceso de aire, el PCM envía señales al SSR para parar la operación de la bomba y al solenoide para parar el suministro de vacío hacia la válvula de control de aire.

1.9.4. OPERACIÓN DTC Y MIL

Cuando se haya presentado un malfuncionamiento durante dos ciclos de conducción, el DTC se almacena en el PCM y se enciende la luz MIL.

La luz Mil se apaga luego de tres ciclos consecutivos sin que se detecte el mismo malfuncionamiento, siempre que no hayan otros DTC almacenados que encendieran independientemente la luz MIL. El DTC se borrará luego de cuarenta ciclos de calentamiento, sin que haya detectado el malfuncionamiento luego que se haya apagado la MIL.

Otro método de borrar el DTC es el de reiniciar el reposicionamiento del (PCM).

1.10. VIAJES

1.10.1. VIAJES

El viaje es un ciclo de conducción con instrucciones específicas para la operación del vehículo dentro de un periodo de tiempo.

Durante un viaje todos los monitores y componentes de OBD II (excepto el monitor de eficiencia del catalizador), son comprobados por lo menos una vez por el sistema de diagnóstico a bordo. Estas pruebas detectan irregularidades del vehículo con respecto a las emisiones.

1.10.2. EXHIBICIÓN DE VIAJES EN LAS HERRAMIENTA DE EXPLORACIÓN.

La función de disponibilidad del sistema a bordo se encontrara en todas las herramientas de exploración. Esta función indicara el estado de cada monitor OBD II.

Una exhibición de identificación de parámetros (PID) en una herramienta star de nueva generación (NGS) resume el estado de todos los monitores para un viaje como "SI" o "NO". Un viaje debe ser completado para establecer las condiciones de entrada necesarias para el monitoreo de prueba del monitor de eficiencia de catalizador.

1.10.3. VIAJES Y FUNCION DE LA LUZ INDICADORA DE FALLA.

Los viajes son usados por la estrategia el software para controlar la desconexión de la luz indicadora de falla MIL.

La luz MIL se enciende luego que se haya almacenado en la memoria un código de diagnóstico de avería (DTC) relacionado con las emisiones. La luz MIL se apaga de haber tres ciclos de conducción sin falla.

El numero real de ciclos de conducción o viajes necesarios para controlar la luz MIL varia con cada monitor.

1.10.4. VIAJES Y CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO DE AVERÍA.

Un código de diagnóstico de avería (DTC) se almacenará por consecutivos malfuncionamientos idénticos, por lo menos durante dos ciclos de conducción separados (no necesariamente completando un viaje).

Un DTC del monitor de encendido puede ser almacenado inmediatamente dependiendo del tipo de falla.

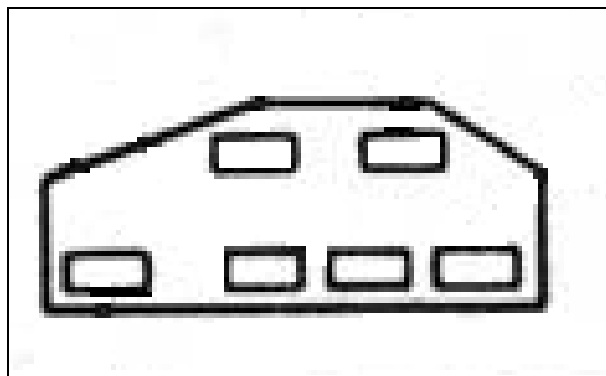


Figura. 1.3. Conector de Diagnóstico

Un DTC del monitor de eficiencia de catalizador puede ser almacenado luego de haberse detectado tres fallas idénticas en tres ciclos de conducción separados.

Los requisitos de almacenamiento de la memoria DTC varían con cada monitor.

1.11. CICLOS DE CONDUCCIÓN

1.11.1. CICLO DE CONDUCCIÓN.

Un ciclo de conducción de un vehículo es un método para verificar un síntoma de funcionamiento o reparación.

Un método de conducción puede ser también para iniciar o completar un específico monitor OBD II o viaje.

Un ciclo de conducción puede requerir modos de conducción específicos como: un número de periodos en ralentí, velocidad constante del vehículo por un determinado tiempo, aceleraciones en ciertos ángulos de mariposa, etc.

1.11.2. CICLO DE CONDUCCIÓN DE OBD II.

Es un método específico usado para efectuar todas las pruebas del monitor de viaje.

1.12. REQUISITOS DE LOS MONITORES DE VIAJES Y DEL MONITOR DE EFICIENCIA DEL CATALIZADOR (EL CICLO DE CONDUCCIÓN DE OBD II)

Las siguientes condiciones deben ocurrir para completar un viaje y comprobar todos los monitores y componentes de OBD II incluyendo el monitor de eficiencia del catalizador.

1.12.1. MONITORES DE FALLA DE ENCENDIDO, COMPONENTES COMPRENSIVOS Y COMBUSTIBLE ADAPTABLE.

Son verificados continuamente desde el calentamiento del motor y pueden completarse en cualquier momento.

1.12.2. LA PRUEBA DEL MONITOR DE EGR.

La prueba para el sistema de recirculación de gases de escape requiere de una serie de ralentí y aceleraciones.

1.12.3. EL MONITOR DE HO₂S.

Requiere de un método de conducción de velocidad constante durante aproximadamente 1 minuto entre 30 y 40 mph.

1.12.4. MONITOR DE INYECCIÓN DE AIRE SECUNDARIO.

Para este monitor se requiere más de 10 minutos de tiempo de operación del vehículo desde el arranque inicial.

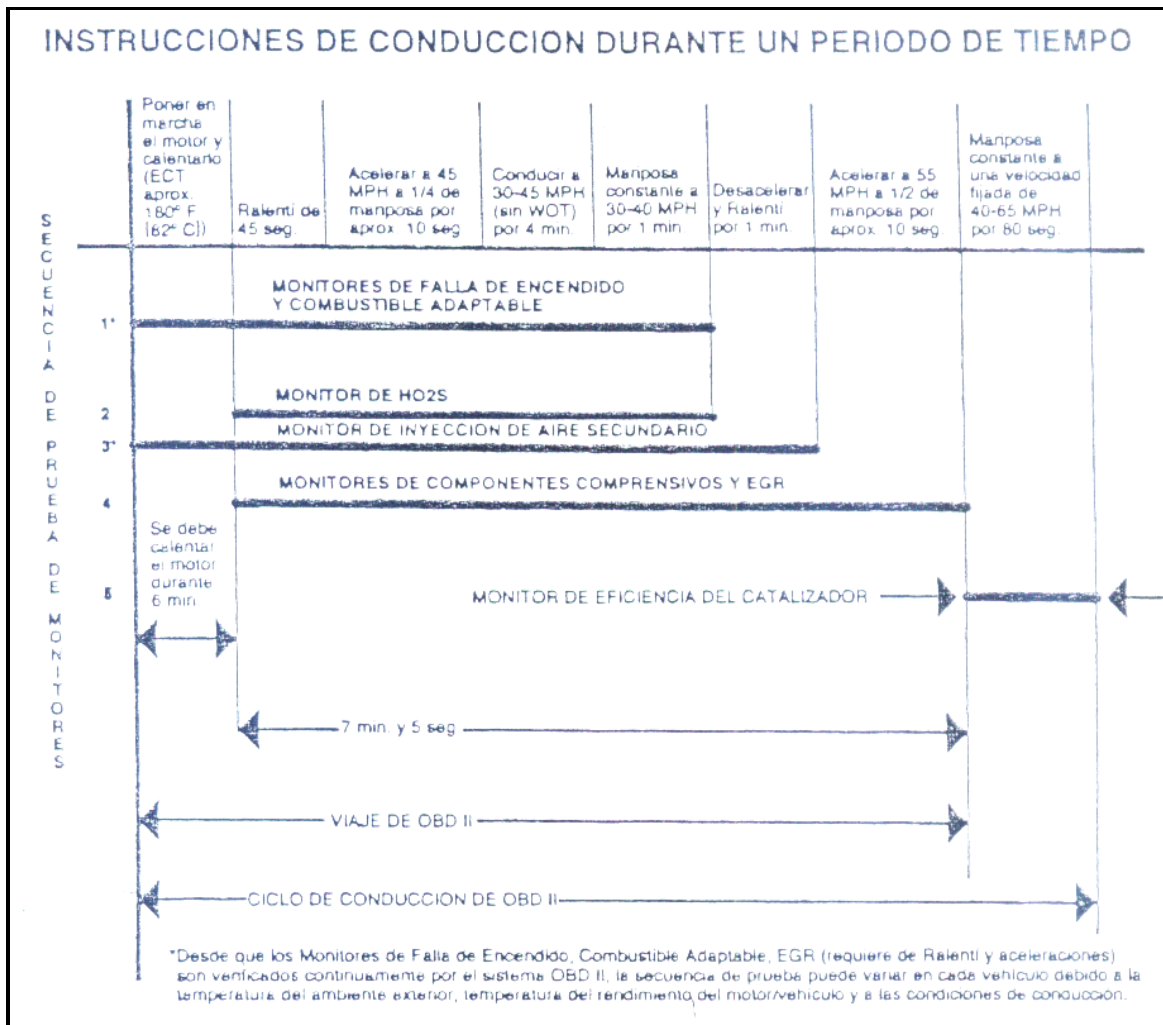
1.12.5. MONITOR DE EFICIENCIA DEL CATALIZADOR

Requiere un método de conducción de velocidad constante durante 1 minuto y 20 segundos posteriores a la prueba del monitor de HO2S entre 40 y 65 mph.

1.13. INSTRUCCIONES DE CONDUCCIÓN DURANTE UN PERIODO DE TIEMPO.

La siguiente tabla muestra la secuencia de prueba del monitor de OBD II en relación a la velocidad y el tiempo del vehículo.

Tabla I.2. SECUENCIA DE PRUEBA DEL MONITOR OBD II.



1.14. LUZ INDICADORA DE FALLA (MIL)

“La luz indicadora de falla MIL figura le alerta al conductor PCM ha detectado un malfuncionamiento del sistema o de los componentes relacionados con las emisiones OBD II. Fijándose un DTC de OBD II.

La luz MIL está ubicada en el tablero de instrumentos y esta marcada “CHECK ENGINE” o “SERVICE ENGINE SOON”.

La potencia es suministrada a MIL en cualquier momento que el interruptor de encendido esté en la posición de funcionamiento o giro.”⁶

La luz mil permanecerá encendida en el modo funcionamiento/giro como una revisión ampolleta hasta que se detecte una señal del captador de perfil de encendido (PIP).

La luz MIL puede estar encendida debido a un corto a tierra o en la estrategia de operación limitada del hardware (HLOS) o cuando el vehículo fue desconectado por última vez.

Si la MIL no se apaga cuando el motor esta girando quiere decir que el PCM no está recibiendo señales PIP.

Para apagar la MIL luego de una reparación, se debe enviar un comando de reposicionamiento desde la herramienta de exploración o completar tres ciclos de conducción consecutivos sin falla.

⁶Manual de Fuel Injection FORD DE BEN WATSON, México DF, publicado por PRENTICE-HALL, HISPANOAMERICANA S.A. 1994, Primera Edición.

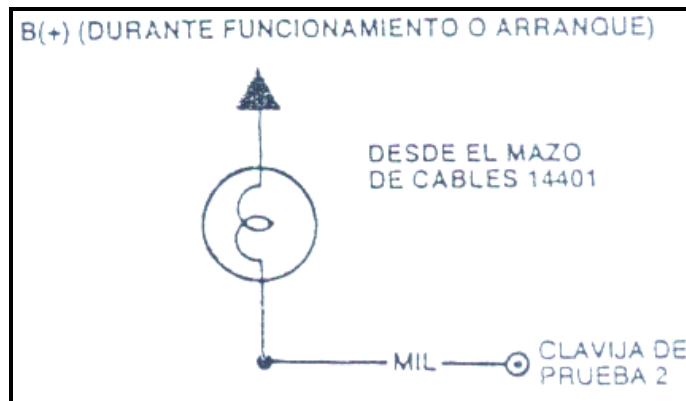


Figura 1.4. Luz indicadora de falla MIL

1.15. SENSORES

1.15.1. SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR ECT.

El sensor ECT es un termistor de coeficiente negativo, colocado en la camisa de agua, cerca del alojamiento del termostato. Es una resistencia variable cuya resistividad decrece conforme aumenta la temperatura del motor.

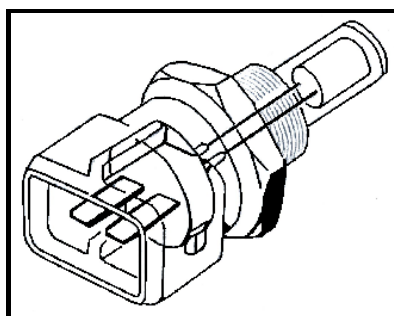


Figura 1.5. Sensor de temperatura del refrigerante del motor ECT.

El sensor ECT recibe una referencia de 9 V desde la ECA. La ECA mide este voltaje para determinar la temperatura del motor.

La falla más común del sensor ECT es estar intermitente abierto o problema en uno de los cables o conexiones del circuito.

1.15.2. SENSOR DE POSICIÓN DEL ESTRANGULADOR TP.

El sensor TP consiste en una película de carbón pintada en un soporte.

El sensor TP es un potenciómetro que recibe una referencia de 5 V desde la ECA. Un segundo cable (regreso de señal) proporciona de retroalimentación de corriente a la ECA. vida decrece conforme aumenta la temperatura del motor. Un tercer cable llamado señal TP.

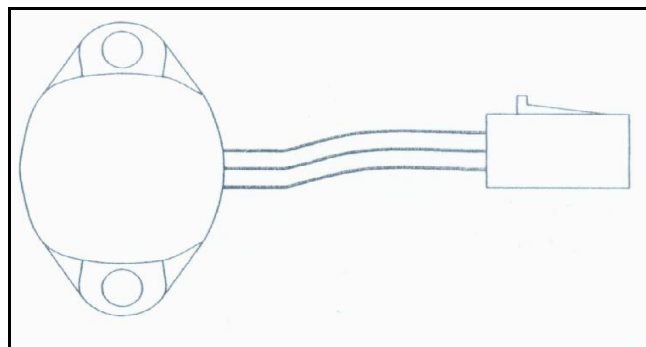


Figura 1.5. Sensor de posición del estrangulador TP.

El sensor TP avisa a la ECA acerca de lo que el exitador exige del motor.

La falla más común del sensor TP es el desgaste de la película de carbón



Figura 1.6. Sensor de posición del estrangulador TP.

1.15.3. SENSOR DE POSICIÓN DE LA VÁLVULA EGR.

El sensor EVP es un potenciómetro lineal que se coloca arriba de la válvula EGR. Conforme se abre o cierra, varia el voltaje de retorno a la ECA, para saber de la posición de la válvula EGR:

En la mayor parte de las aplicaciones del EEC III la cantidad de vacío administrado lo controla la ECA. La ventaja es un mejor control de las emisiones.



Figura 1.7. Válvula EGR con sensor EVP en la parte superior

El sensor EVP provisto de tres cables uno de referencia de 9 V para el sensor, otro para tierra y un tercero que transporta la información de la posición de la EGR.

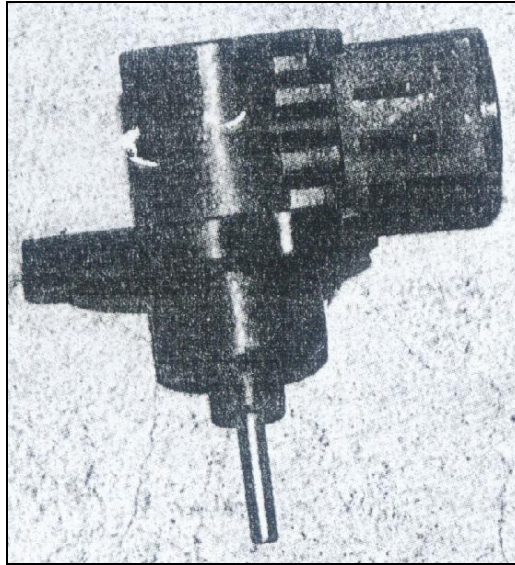


Figura 1.8. Sensor EVP posición de la válvula EGR

La falla más común del sensor EVP es el desgaste de la película de carbón, produciendo puntos donde la señal de salida EVP cae a cero.

1.15.4. SENSOR DE OXÍGENO DEL ESCAPE.

El sensor EGO se usa para detectar la cantidad de oxígeno del sistema de escape. Cuando el sensor EGO detecta alta concentración de oxígeno avisa a la computadora, la cual enriquece la mezcla.

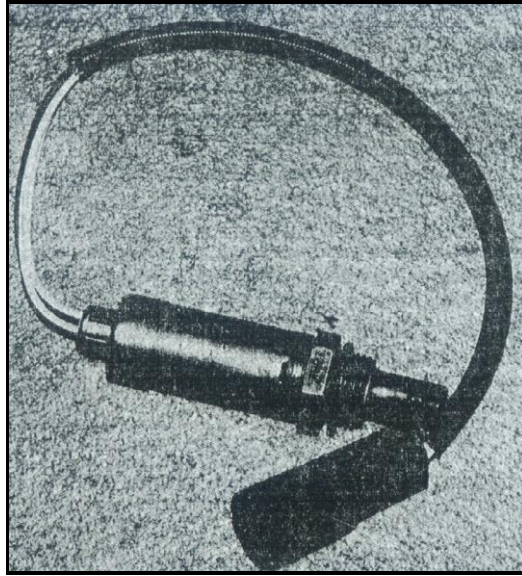


Figura 1.9. Sensor EGO

El sensor EGO se hace operativo cuando alcanza su temperatura de funcionamiento. Es un dispositivo electroquímico provisto de dos placas de platino, separadas de una capa de óxido de zirconio.

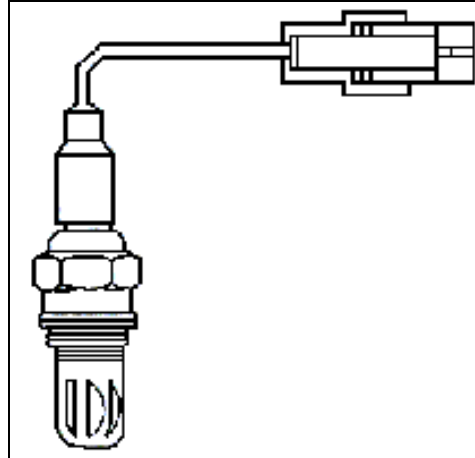


Figura 1.10. Sensor EGO

“El sensor EGO también responde a la fugas de vacío., fuga que provoca que por lo menos un cilindro trabaje con mezcla pobre, con lo cual el sensor y la computadora hacen funcionar al motor con mezcla rica.

Su diseño es para corregir errores en la relación aire/combustible (a/c) y a la producción de calor en la cámara de combustión de la EGR.”⁷

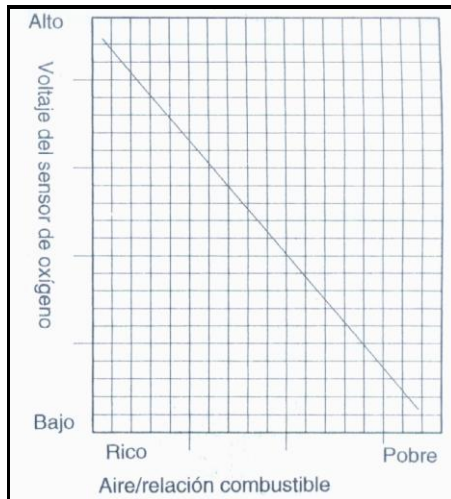


Figura 1.11. Diagrama de relación aire/combustible

El sensor EGO se instala en el múltiple de escape. El principio del sensor EGO es que cuando el motor funciona enriquecido el oxígeno se consume antes de quemarse todo el combustible.

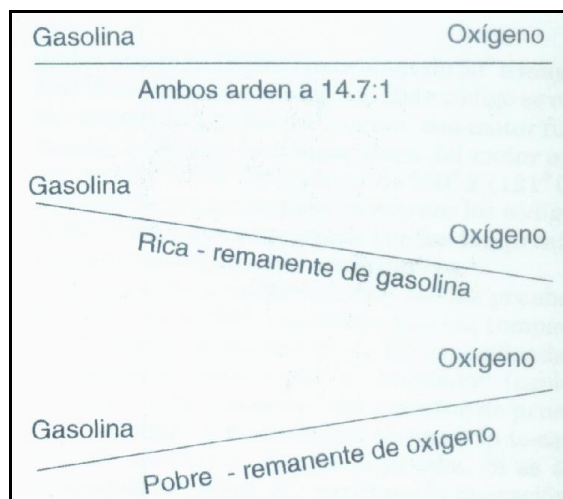


Figura 1.12. Relación oxígeno/combustible.

⁷ Miguel de Castro Inyección de Gasolina Ediciones CEAC Perú 1991 Quinta edición.

“Las fallas más comunes del sensor EGO son: un circuito interno abierto y la contaminación.

Contaminación de silicio RTV sellador y adhesivo de uso común, sus vapores pueden recubrir el sensor y reducir su habilidad, entregando una señal pobre al EEC.

Contaminación de tetraetilo de plomo producido por aditivos en la gasolina o por usar gasolina con plomo.

Contaminación de hollín producidos por aceite (resultado de una condición mecánica del motor) o gasolina (por el funcionamiento de un motor enriquecido o encendido defectuoso)”.
”.

1.16. PRUEBA RAPIDA DEL EEC III.

Apague el encendido para esta prueba. Desconecte los solenoides de control de la bomba de aire; siguiendo las líneas de vacío desde las válvulas de control.

Pruebe voltaje en los cables, uno de los dos cables de cada solenoide debe tener 12 V. Reinstalando los cables y conectándose una luz de reglaje a uno de los cables que no tenga 12 V.

8

⁸ Manual de Fuel Injection FORD DE BEN WATSON, México DF, publicado por PRENTICE-HALL, HISPANOAMERICANA S.A. 1994, Primera Edición.

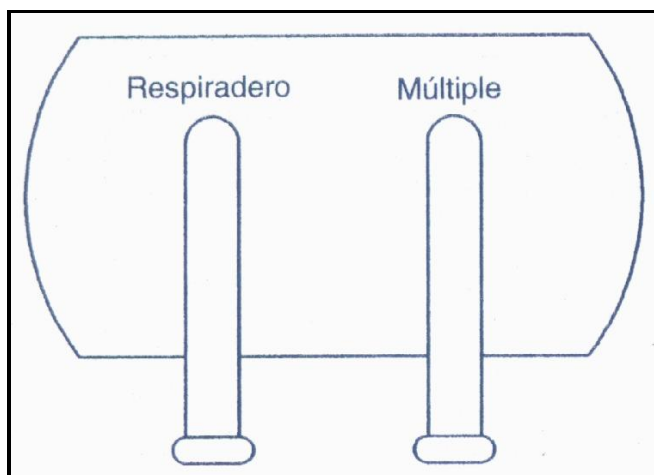


Figura 1.13. Respiradero del sensor B/MAP

Se requiere conectar una bomba de vacío manual al lado del respiradero del sensor B/MAP. Arránquese el motor y aplique por 10 segundos 20 pulg. de vacío a dicho sensor y luego retírelo.

Después de unos 30 segundos la lámpara de prueba destellara códigos de dos dígitos. El código 11 indicara que no se encontró problema durante la prueba.

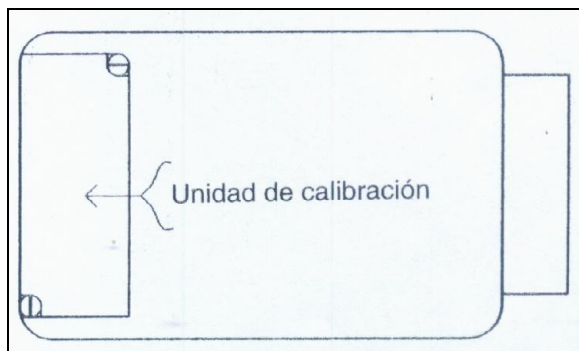


Figura 1.14. Unidad de calibración.

1.17. CÓDIGOS DE DOS DÍGITOS DEL EEC III

a.- Código 21.

Se refiere al sensor ECT. Si la temperatura del motor durante la prueba de “key-on” con motor apagado (KOEC) es menor a 50° o mayor a 250°F se recibirá el código 21. El código se recibe con motor funcionando (KOER) si la temperatura del motor es 180°F o mayor de 250 °F.

Tabla I.2. Detalle de códigos DTC

Temperatura del motor °F	Resistencia en ohms
50	58.750
68	37.300
104	24.270
122	16.150
140	10.970
158	7.700
176	3.840
194	2.800
212	2.070
230	1.550
248	1.180

Repita la prueba. Si se sigue recibiendo el código 21, verifique la operación del regulador VREF de 9 V de la ECA.

Para eliminar la posibilidad de un cable defectuoso ECT verifique que exista 9 V en el conector del TP y pruebe la resistencia del sensor ECT como se indica en la tabla.

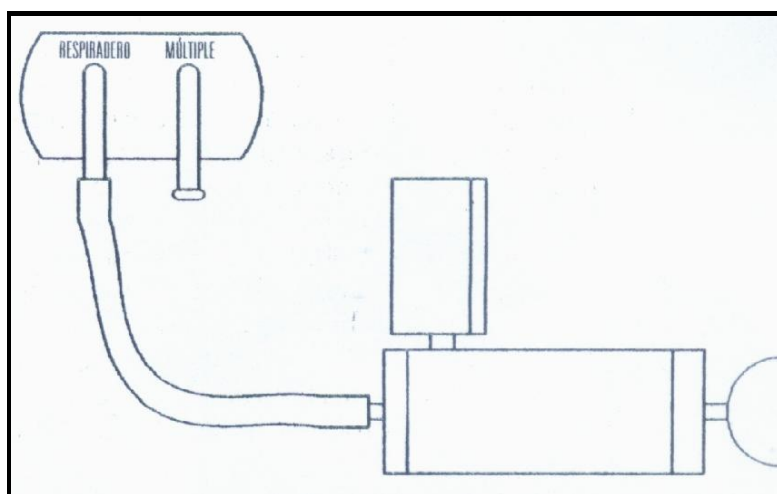


Figura 1.15. Bomba de vacío conectado al respiradero del Sensor B/MAP

Nota.

“Una regla práctica es que los sensores ECT raramente se ponen defectuosos, en consecuencia si las lecturas obtenidas en una prueba están aproximadas a las de la tabla posiblemente estén bien.

Si la resistencia del ECT es correcta, conecte un voltímetro al cable de señal y debe indicar 9 V y conecte un cable punteador entre el cable de señal ECT y cable de regreso de señal en el conector del sensor ECT. El voltaje del medidor debe caer a cero. Si no lo hace, repare el cable de regreso de señal. Si cae a 0, cambie la ECA.”⁹

b.- Código 22.

Si se recibe este código durante la prueba significa que el voltaje desde el sensor B/MAP esta fuera de valor.

⁹ Manual de Servicio 1995, Diagnóstico a Bordo II para automóviles/camiones. FORD WORLDWIDE EXPORT OPERATIONS.

Compruebe el voltaje en los cuatro cables del conector del sensor. Gire el interruptor de encendido dos de los cables deben indicar 8 V al arrancar el motor, el voltaje de uno de los cables debe caer. Si no cae, revise los otros cables. Si los cables están buenos sustituya el sensor B/MAP.

Nota.

Si se recibe el código 22 durante la prueba, revise la válvula EGR cierre y asiente correctamente. Si no se cierra correctamente puede causar presiones erráticas.

c.- Código 23.

Indica un problema con el sensor TP y es cuando la ECA recibe un valor de voltaje fuera del rango esperado (valor bajo 0.2 y 0.39V), (valor alto 8.84 V)

Comience a reparar comprobando el voltaje de señal del TP, revise las cocciones. Si están correctas compruebe la resistencia entre el cable de voltaje de referencia y cable de tierra, indicando el medidor resistencia infinita.

Si la resistencia es correcta conecte un óhmetro entre el cable de voltaje de referencia y el cable de retorno de señal de TP, mueva el estrangulador hacia atrás y adelante si la resistencia varia reemplace la ECA; si no cambia reemplace el TP.

d- Código 31.

Indica que el dispositivo del sensor de posición del EGR esta transmitiendo un voltaje menor a la ECA, al que esperaba obtener durante la prueba.

El sistema EEC II usa el sensor EVP para detectar la posición del EGR. Cuando la válvula del EGR está cerrada, el sensor EVP debe estar enviando 0.8 V a la ECA. Conforme se abre la válvula del EGR el voltaje se eleva hasta 8.8 V, así la ECA sabe si el sistema EGR esta rindiendo.

e- Código 32.

Si se recibe el código 32 desenchufe el conector del arnés y revise las conexiones. Instale una bomba manual de vacío en la válvula EGR y aplique varias veces, reconecte la EGR y si no aparece el código 32 el problema era una válvula EGR atascada.

Si el código reaparece cambie el sensor EVP. Repita la prueba si el código sigue cambie la válvula EGR.

f.- Código 41.

Indica que el voltaje de salida del sensor EGO se mantiene bajo por un largo tiempo durante las ultimas 40 operaciones del motor, con un voltímetro de alta impedancia en paralelo con el sensor, arranque el motor y haga funcionar a 2000 rpm por dos minutos, el voltaje debe cambiar por arriba y debajo de los 0.45 V en un intervalo de tiempo de 5 segundos.

Desconecte las mangueras entre el limpiador de aire y el ensamble del estrangulador, coloque una antorcha de propano sin encender en la admisión abra la válvula de control del propano y tiene que aumentar el umbral de voltaje de 0.45 V. Caso contrario reemplace el sensor EGO.

Nota.

Si no es posible que exista fugas de la admisión (también conocidas como fugas de vacío.

g.- Código 42.

Nos indica fijación de voltaje alta del sensor EGO por un largo tiempo durante las últimas 40 operaciones del motor, con un voltímetro de alta impedancia en paralelo con el sensor, arranque el motor y haga funcionar a 2000 rpm por dos minutos, el voltaje debe cambiar por arriba y debajo de los 0.45 V en un intervalo de tiempo de 5 segundos.

Desconecte las mangueras entre el limpiador de aire y el ensamble del estrangulador, coloque una antorcha de propano sin encender en la admisión abra la válvula de control del propano y tiene que aumentar el umbral de voltaje de 0.45 V. Caso contrario reemplace el sensor EGO.

Nota.

Si el voltaje se mantiene revisar la válvula CANP, válvula PCV, aceite de motor, presión de combustible (debe estar entre 30 y 40 psi)

h.- Código 43.

Nos indica que el motor está funcionando pobre con una abertura total del estrangulador.

Puede producirse por una baja presión de combustible o por inyectores obstruidos. Conecte un medidor de combustible a la línea de entrada del carril de entrada de combustible y hágase una prueba de manejo.

Si la presión cae con el estrangulador totalmente abierto, revise las líneas de combustible en busca de restricciones o cambie el filtro de gasolina.

Si la presión de combustible esta dentro de lo especificado con el estrangulador totalmente abierto, realice una limpieza o cambio de inyectores.

i.- Código 44.

Nos indica que el sistema de aire "Thermactor" no esta funcionando.

Puede producirse por líneas de vacío bloqueadas o fuga, bomba de aire defectuosa, válvula desviadora defectuosa y solenoides AM defectuosos o bloqueados.

II. COMPONENTES Y OPERACIÓN DEL EEC IV Y EEC V.

INTRODUCCIÓN.

El sistema de inyección de combustible EEC IV y EEC V combinan dispositivos electrónicos y mecánicos para controlar la entrega y medición de combustible. Muchos de estos dispositivos se usan también para controlar el tiempo de ignición y el equipo para control de emisiones.

Están divididos en cinco categorías: sensores, accionadores, componentes de entrega de combustible, componentes eléctricos y componentes de inducción de aire.

Este capítulo explicará cada componente, sus fallas comunes y como localizarlas, y la función del sistema EEC IV – EEC V.

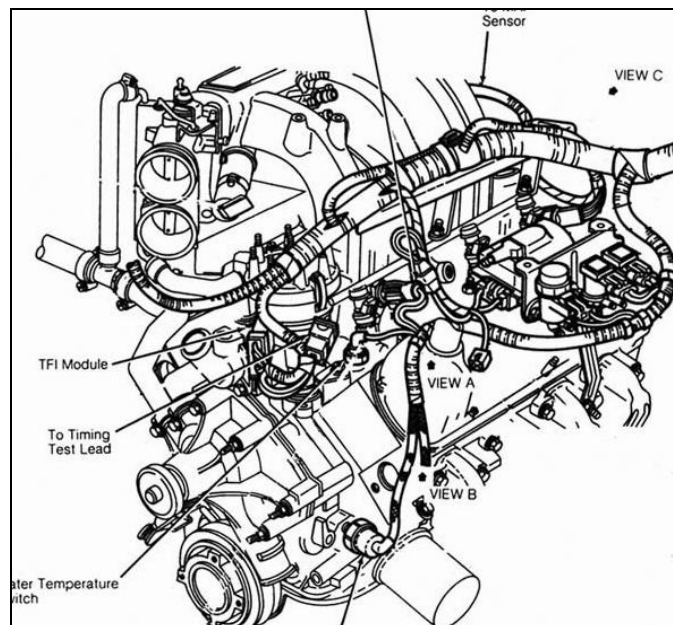


Figura 2.1. Ford motor EEC IV CEC.

2.1. SENSOR DE OXÍGENO.

El sensor EGO es un dispositivo electroquímico, viene instalado en el sistema de escape, cerca del múltiple.

Cuando el motor arranca los gases de escape calientan al sensor 315°C, el sensor se hace conductor de iones de oxígeno y comienzan a atraer electrones de electrolito para producir un voltaje.

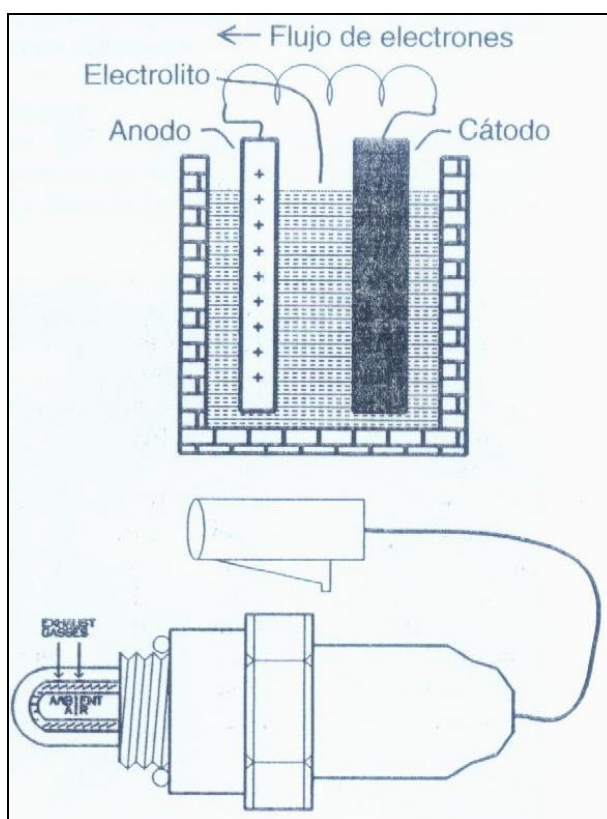


Figura 2.2. Estructura interna del sensor EGO:

“Los voltajes de operación del sensor EGO varían desde uno bajo de 100 mV a otro alto de 900 mV. Un voltaje menor a 450 mV es considerado por la computadora condición de escape pobre; cualquier voltaje superior a los 450 mV se interpreta como una condición de escape rica.

El sensor EGO es un dispositivo electroquímico, viene instalado en el sistema de escape, cerca del múltiple. Cuando el motor arranca los gases de escape calientan al sensor 315°C genera señal y sensor EGO frío no genera señal.”¹⁰

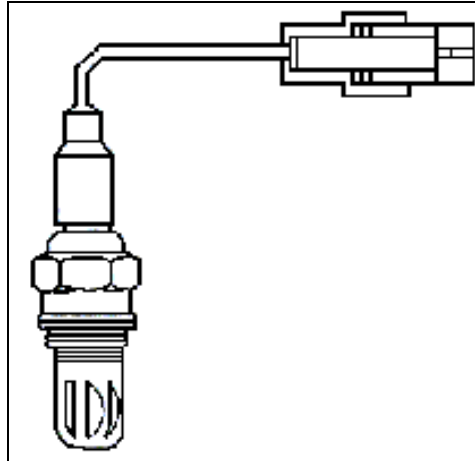


Figura 2.3. Sensor EGO

Cuando el sensor HEGO se enfría por falta de volumen de escape, el voltaje de salida cae a cero.

Durante este tiempo de enfriamiento y la conmutación de la computadora del EEC para abrir la espira, el sistema de inyección de combustible funciona enriquecido.

El sensor HEGO contiene un calentador para disminuir la posibilidad de que esto ocurra.

El calentador consume alrededor de un amperio y puede mantener el sensor caliente independiente del volumen del gas de

¹⁰ Manual de Servicio 1995, Diagnóstico a Bordo II para automóviles/camiones. FORD WORLDWIDE EXPORT OPERATIONS.

escape. La función del sensor HEGO es la misma que la del sensor EGO.

La falla más común del sensor es un circuito abierto internamente o problemas con la señal por contaminación.

2.2. SENSOR DE PRESIÓN ABSOLUTA DEL MÚLTIPLE.

El sensor MAP monitorea la presión en el múltiple de admisión. Las lecturas del múltiple de admisión se usa para calcular la masa de aire entrante al motor. Tales cálculos son empleados por la computadora para determinar la cantidad de gasolina que se requiere para correcta la combustión.

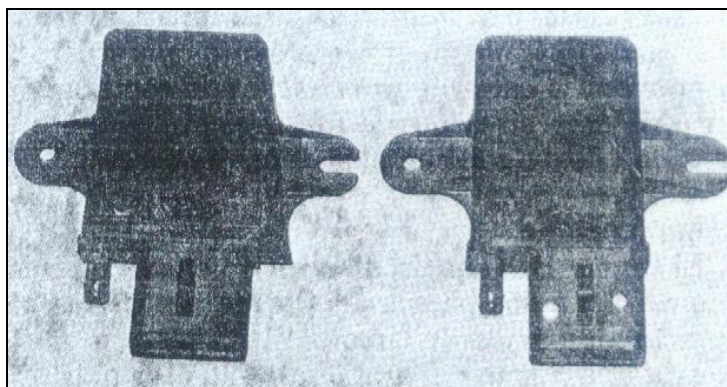


Figura 2.4. Sensor MAP.

“Al aumentar la presión en el múltiple, la computadora EEC asume que la masa de aire que entra al motor está incrementada y estima que la carga del motor está aumentando.

Las cifras de carga del motor se usan para calcular los tiempos de enriquecimiento y encendido.

Conforme se gira la llave hacia la posición de arranque, la ECA toma una muestra del sensor MAP. En este momento los pistones no se

están moviendo arriba y abajo; la presión en el múltiple de admisión es atmosférica.

La ECA guarda esta información para compararla contra todas las lecturas del sensor MAP con el motor funcionando.

EL sensor MAP produce una onda cuadrada con una frecuencia que varía entre 90 y 170 Hz.

La frecuencia de salida del sensor MAP con el motor apagado es de unos 160 Hz y cuando el motor está prendido la presión de entrada al múltiple cae y también la frecuencia de salida, aproximadamente a 90 Hz, esto puede diferir según la altitud y condiciones climáticas.”¹¹

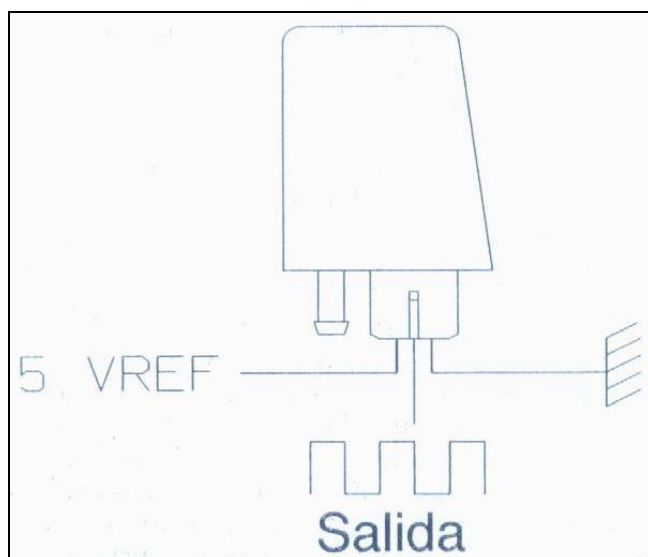


Figura 2.5. Cables y onda que genera el sensor MAP.

La falla más común es cuando el sensor MAP deja de generar señal en ocasiones intermitentes, produciendo sacudones y jalones al conductor, si este acelera durante la falla.

¹¹ Manual de Fuel Injection FORD DE BEN WATSON, México DF, publicado por PRENTICE-HALL, HISPANOAMERICANA S.A. 1994, Primera Edición.

Para comprobar el sensor MAP, conecte un contador de frecuencias a la terminal central del sensor con este enchufado y la ignición encendida. La frecuencia de salida debe ser de unos 160 Hz a nivel del mar

Para comprobar el sensor MAP, conecte un tacómetro, debe estar en la escala de cuatro cilindros y la indicación debe ser de 4800 rpm. Conecte una bomba manual de vacío al orificio de vacío del sensor.

La frecuencia de salida debe cambiar inversa y proporcionalmente al vacío.

2.3. SENSOR DE PRESIÓN BAROMÉTRICA ABSOLUTA BARO - BAP O BP.

Los sensores BAP o BP funcionan de una forma idéntica que el sensor MAP, pues las señales de salida son idénticas.

El sensor BP se usa en aplicaciones que no necesiten de sensor MAP.

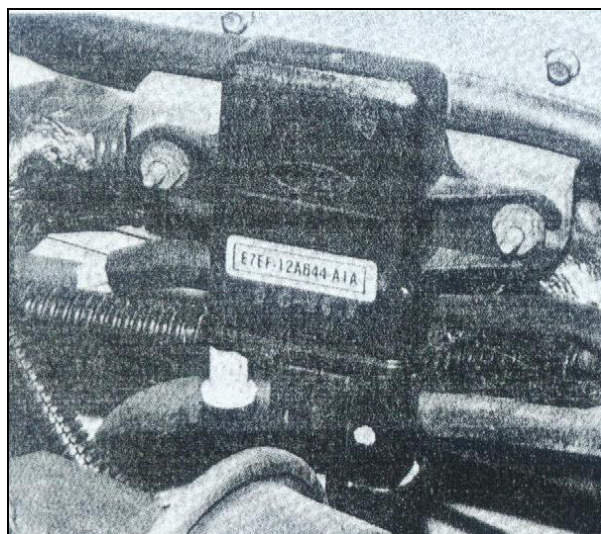


Figura 2.6. Sensor BP.

El sensor BP se utiliza en aplicaciones donde se utilice un sensor de flujo de masa de aire.

“La función del sensor BP es monitorear la altitud por medio de la presión barométrica. El sensor BP monitorea la altitud para que la computadora pueda realizar cambios en la mezcla a/c.

Las fallas mas comunes del sensor BP es que deje de generar señal por momentos intermitentes produciendo jalones menores al conducir el vehículo.”¹²

2.4. SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR.

El sensor ECT es un termistor de coeficiente negativo de temperatura. Colocado en la camisa de agua cerca del alojamiento del termostato, mide la temperatura del motor. La ECA usa está indicación para ajustar la mezcla a/c.

¹² COELLO SERRANO EFREN, Sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina. Ediciones América, 1ra edic., 2002. Quito, Ecuador.

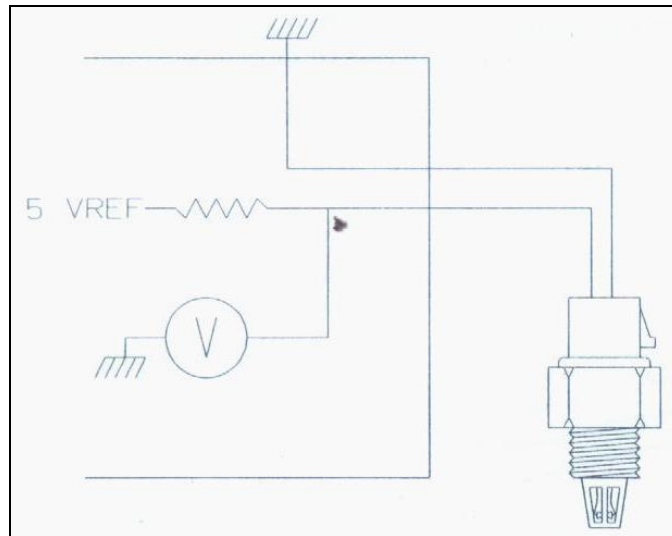


Figura 2.7. Sensor ECT y cables de referencia y señal.

El ECT recibe una referencia de 5V desde la ECA. Este Vref pasa por una resistencia interna antes de salir de la ECA. Cuando el motor está frío tenemos alrededor de 3V y cuando ya está totalmente caliente tenemos 0.5V.

La falla más común de este sensor es un circuito abierto internamente o las conexiones del circuito.

2.5. SENSOR DE LA TEMPERATURA DE LA CARGA DE AIRE.

El sensor ACT es igual que el ECT, un termistor de coeficiente negativo de temperatura que mide la temperatura del sistema de admisión de aire.

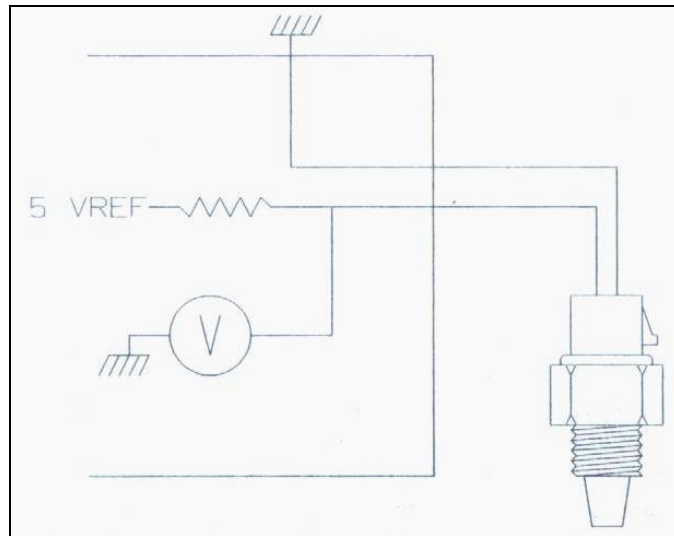


Figura 2.8. Sensor ACT y cables de referencia y señal.

El aire más frío es más denso y mientras más frío esté, más gasolina requerirá para la mezcla a/c, para el volumen de aire que entra al motor.

La falla más común es abrirse en forma intermitente o en la mayor parte de los casos es una falla del circuito o sus conexiones.

2.6. SENSOR DE POSICIÓN DEL ESTRANGULADOR.

El sensor TP es un potenciómetro que recibe una señal de referencia de 5V desde la ECA, provisto de un segundo (retorno de señal) cable que proporciona retroalimentación de corriente hacia la ECA, un tercer cable es que genera la señal del TP.

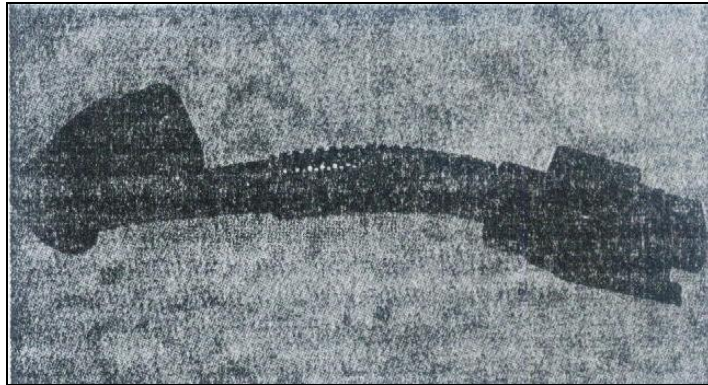


Figura 2.7. Sensor TP.

La señal de voltaje va a variar de acuerdo con la posición del estrangulador entre 0.8V cerrado a 4V totalmente abierto.

El sensor TP avisa a la computadora que el conductor está exigiendo a la computadora, al incrementar el voltaje la ECA enriquece la mezcla.

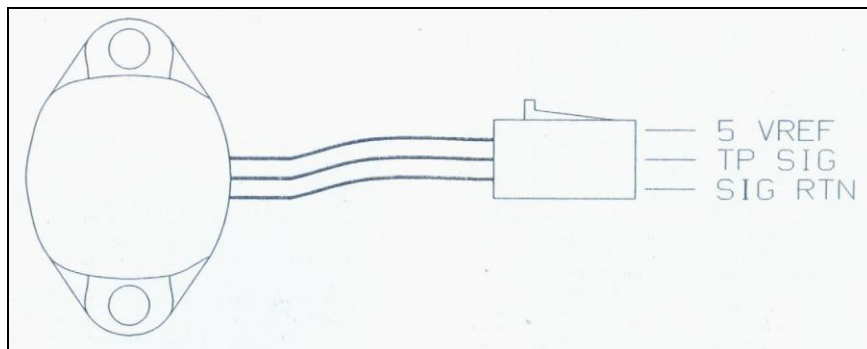


Figura 2.7. Sensor TP.

El TP consiste en una película de carbón pintada sobre un soporte, provista de una señal de referencia de 5V, un cable se deriva a tierra y un cursor metálico varia el voltaje de señal según la posición del estrangulador.

La falla más común del TP es el desgaste de la película de carbón, lo que genera un voltaje incorrecto a la ECA.

2.7. SENSOR DE CAPTACIÓN DEL PERFIL DE IGNICIÓN.

El sensor PIP se localiza en el distribuidor en motores con distribuidor y en el cigüeñal en motores con distribuidor.



Figura 2.8. Sensor PIP localizado en el distribuidor.

Tres cables llegan al sensor PIP uno lleva voltaje de batería (VBAT), otro es la tierra y el tercero envía la señal al módulo de ignición TFI.

La señal del sensor PIP se divide al control de corriente de la bobina del módulo y a la ECA que la utiliza para sincronizar los inyectores. Esta señal se utiliza como tacómetro para la computadora.

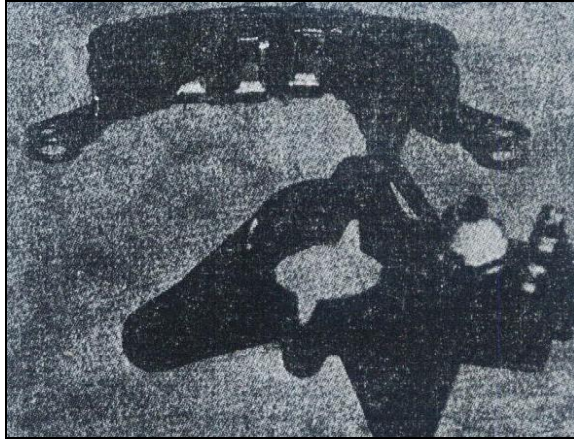


Figura 2.9. Cables del sensor PIP conectados al módulo TFI.

El sensor PIP es un dispositivo de efecto Hall que es un semiconductor que responde a la presencia de un campo magnético. Una corriente atraviesa el semiconductor de la terminal positiva a la negativa. El semiconductor se encuentra en oposición a un imán permanente.

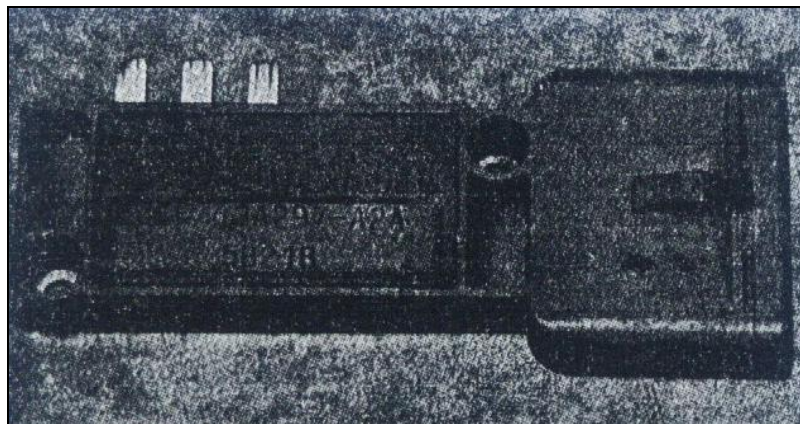


Figura 2.10. Sensor PIP y sus tres terminales.

“Una armadura en forma de ventana, gira entre el imán permanente y el semiconductor. Cuando la ventana está abierta el voltaje de salida es bajo. Cuando la armadura gira y la ventana se cierra el voltaje de salida del sensor se reduce más.

El resultado de esto es la generación de una onda cuadrada al girar el cigüeñal, cuya frecuencia es directamente proporcional a la velocidad de rotación del cigüeñal.”¹³

Las fallas mas comunes del sensor PIP es el desgaste del bloque conector aislante que conecta a los tres terminales, producido por los vapores de aceite.

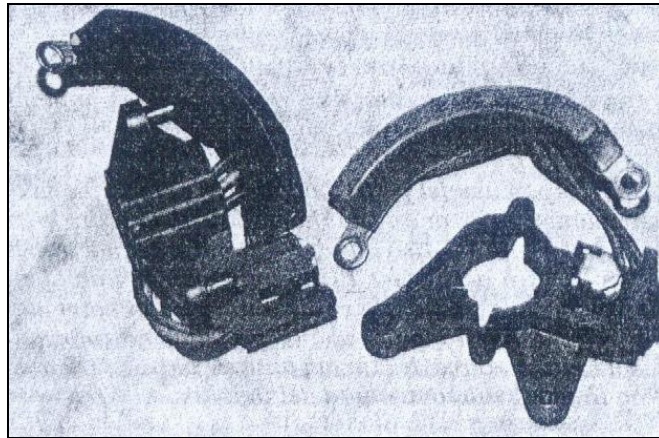


Figura 2.11. Sensor PIP antiguo (Izquierda) y moderno (Derecha).

2.8. SENSOR DE FLUJO DE AIRE DE LA PLACA, ALETA O PALETA.

El sensor VAF es una alternativa del sensor MAP para medir el flujo de aire hacia el motor. Ford utiliza el sensor VAF en los motores turbo cargados.

¹³ Manual de Fuel Inyection FORD DE BEN WATSON, México DF, publicado por PRENTICE-HALL, HISPANOAMERICANA S.A. 1994, Primera Edición.

El sensor consiste en una aleta en forma de L, montada en un eje rotatorio que se conecta a un potenciómetro. Que al cambiar el volumen de aire que ingresa al motor varia el voltaje del sensor, este voltaje con el motor en reposo es aproximadamente 0.8V.

El sensor de temperatura del aire de paleta está incluido dentro del sensor VAF. En las aplicaciones que se usa el sensor VAF, la señal de VAT reemplaza al sensor ACT.

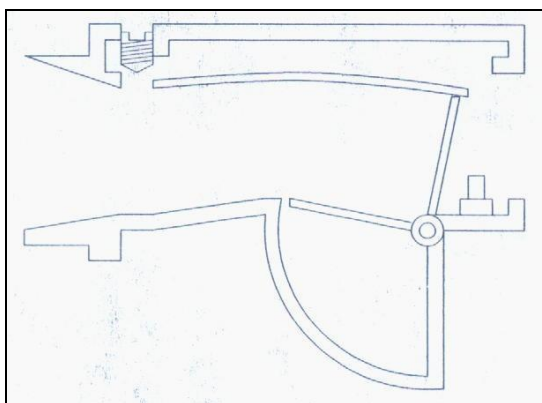


Figura 2.12. Sensor de flujo de aire VAF.

“Tenemos cuatro cables entre el sensor y la ECA, uno de 5V de referencia, un segundo cable que es la tierra, un tercer cable que conduce la señal de flujo de aire hacia la ECA entre 0.8V a 4V y un cuarto cable que alimenta de 5V al sensor VAT, el voltaje en este cable a 20°C es 3V y a 37.7°C es 2.2V.

La falla más común es deslizarse el cursor metálico sobre la película de carbón y produce puntos donde la señal cae a cero. La falla más común del sensor VAT es estar internamente abierto.”¹⁴

¹⁴ Manual de Servicio 1995, Diagnóstico a Bordo II para automóviles/camiones. FORD WORLDWIDE EXPORT OPERATIONS.

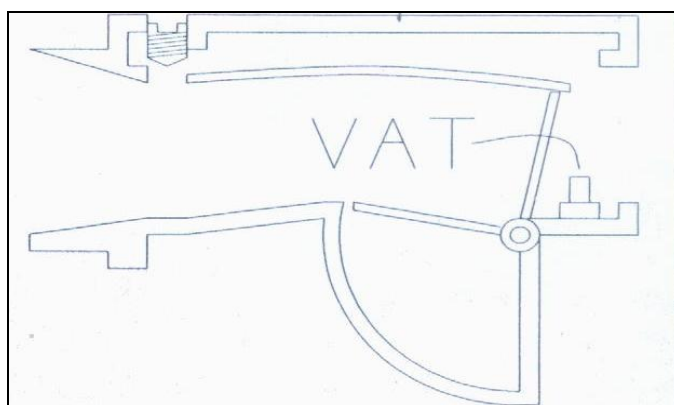


Figura 2.13. Sensor VAT que se encuentra dentro del sensor VAF.

2.9. SENSOR DE LA MASA DE FLUJO DE AIRE.

El sensor MAF consiste en un tubo metálico largo y hueco con un tubo más pequeño con un termistor para medir la temperatura del aire y está en paralelo con respecto al tubo metálico. Junto al termistor hay un alambre que se calienta a una temperatura superior al aire de entrada.

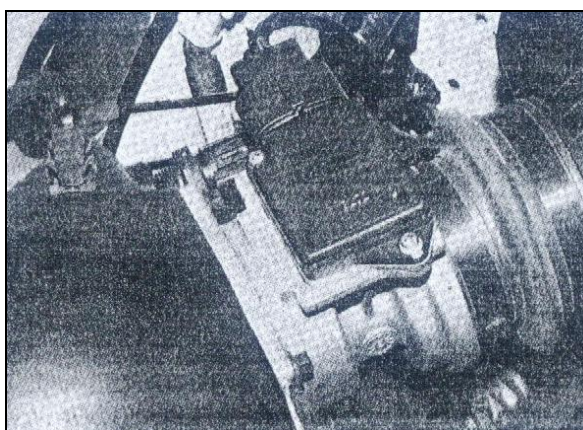


Figura 2.13 Sensor MAF.

Cuando el motor arranca parte de aire se desvía a través del tubo más pequeño. El alambre calentado se enfría.

La computadora del sensor MAF incrementa el flujo de corriente a través del alambre calentado y envía una señal de voltaje variable a la

ECA que es directamente proporcional a la cantidad de corriente empleada para mantener la temperatura del alambre calentado.

Con el motor en marcha lenta el voltaje enviado por el motor MAF a la ECA es de 0.8V. Al incrementar la velocidad del motor a 95 km/h el voltaje de salida está entre 1.8 a 2.5V. El voltaje exacto a cierta velocidad varia de acuerdo con la carga del motor y su tamaño.

2.10. SENSOR DE GOLPES.

Este sensor se utiliza para avisar a la ECA de una detonación. Como la ECA controla el tiempo de ignición con el motor funcionando, reacciona a la detonación retardando el tiempo.

El sensor de detonación es una resistencia sensible a la presión que recibe un voltaje de referencia. Cuando ocurre una detonación, el sonido viaja a través del metal del bloque.

El resultado es un cambio fluctuante en la resistencia interna del sensor lo que origina una fluctuación en el voltaje de referencia desde la ECA. Cuando el voltaje fluctúa en el cable del sensor, la ECA responde retardando el tiempo. Cuando este se retarda lo suficiente, la detonación cesa.

Este sensor falla muy poco. La falla mas común del sensor son por problemas de alambrado y conexiones.

2.11. SENSOR DE VELOCIDAD DEL VEHÍCULO.

“El sensor VSS que es el informa la velocidad del vehículo, esta información se utiliza para controlar la función de acople del embrague convertidor en muchas aplicaciones de transmisiones automáticas o

como referencia de velocidad para el control de cruceo y controlar el ventilador eléctrico de dos velocidades del radiador.

El sensor VSS es un generador de pulsos. Un engrane en la transmisión hace girar el sensor cuando el auto avanza. Esto produce un pulso directamente proporcional a la velocidad del automóvil.

Está provisto de dos cables que producen una onda senoidal de corriente alterna, cuya frecuencia es directamente proporcional a la velocidad del vehículo.

La falla mas común del sensor de velocidad del vehículo VSS se produce e lo que se relaciona a cables y conexiones.”¹⁵



Figura 2.14. Sensor de velocidad del vehículo VSS.

2.12. SENSOR DE POSICIÓN DE LA VÁLVULA EGR.

“El sensor EVP es un potenciómetro colocado arriba de la válvula EGR, que genera un voltaje a la ECA para mantenerla informada, a medida que se abre y cierra la válvula EGR.

¹⁵ Manual de Servicio 1995, Diagnóstico a Bordo II para automóviles/camiones. FORD WORLDWIDE EXPORT OPERATIONS.

En aplicaciones EEC IV la cantidad de vacío que se entrega a la EGR la computadora lo controla ya que puede corregir instantáneamente los errores en la posición de la válvula EGR.

La ventaja de esto es un mejor control de las emisiones y una conducción mejorada. "

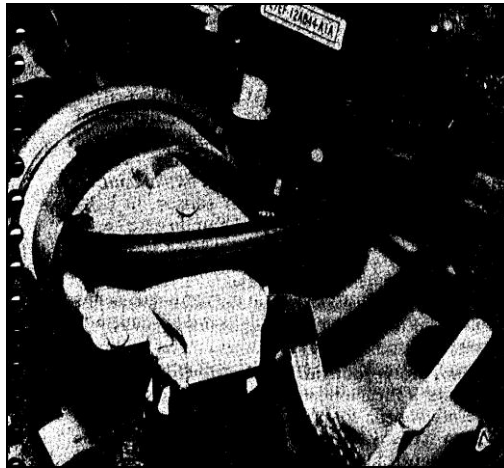


Figura 2.15. Sensor EVP.

Provisto de tres cables: uno que es de voltaje de referencia VREF 5V para el sensor, un segundo que proporciona tierra al sensor y un tercero que transporta la información de la posición de la válvula EGR.

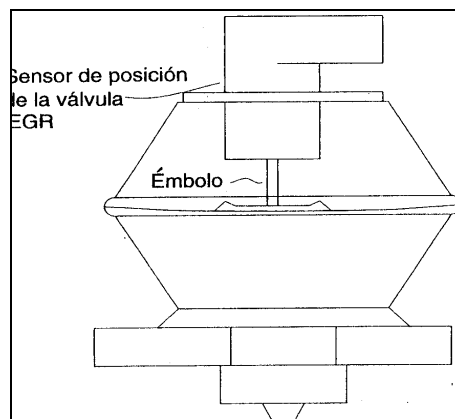


Figura 2.16 Ubicación del sensor EVP.

Las fallas mas comunes están relacionadas con el potenciómetro. Conforme el contacto deslizante metálico se mueve a través de la película de carbón, esta se desgasta y produce puntos donde la señal cae a cero.

2.13 SENSOR DE RETROALIMENTACIÓN DE PRESIÓN A LA EGR.

El sensor PFE es una alternativa al sensor EVP, detecta la presión retroalimentada en el sistema de escape y reporta las indicaciones a la ECA. La ECA usa estas indicaciones para tomar decisiones acerca de que tanto abrir la válvula EGR.

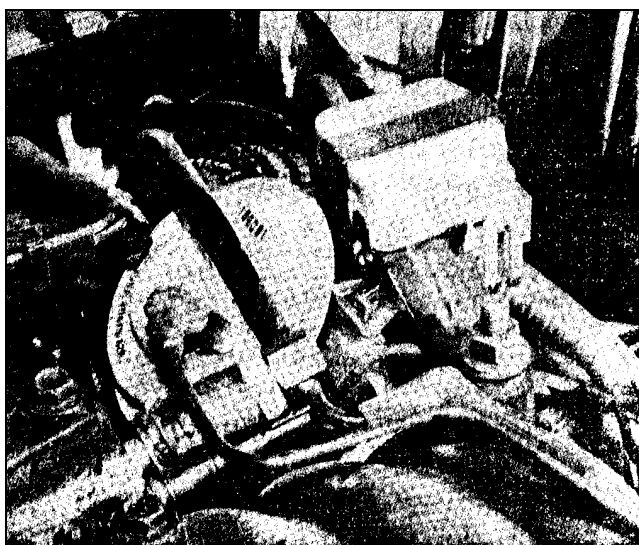


Figura 2.17. El Sensor PFE.

El sensor PFE se comporta como un potenciómetro. Cambia señales de presión en señales de voltaje. Al incrementarse la presión de escape, el voltaje del sensor se incrementa.

Con el motor en marcha lenta, el voltaje del sensor debe estar entre 3 y 3.5V.

Está provisto de tres cables: uno de voltaje de referencia 5V, un segundo que proporciona la tierra y un tercero conduce las indicaciones de presión en el escape, de regreso a la ECA.

El sensor sufre por fallas debido a la proximidad y exposición de los gases de escape, entre las fallas más comunes están las conexiones y los cables.

2.14. INTERRUPTOR DE SEGUIMIENTO DE LA MARCHA LENTA.

Este interruptor ITS es un componente dentro del motor de control de velocidad en marcha lenta ISC montado en el estrangulador.

El motor ISC está provisto de cuatro cables: dos controlan la energización y dirección del motor, y los otros dos son para el interruptor ITS.

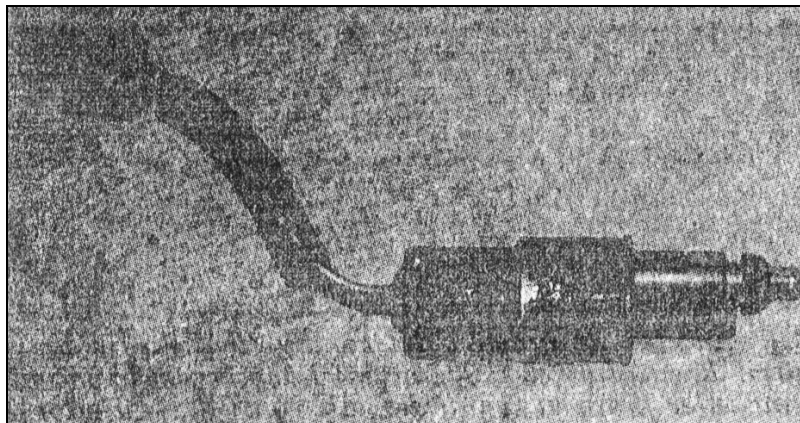


Figura 2.18. El motor ISC.

Cuando el estrangulador descansa al final del motor, el embolo es oprimido para cerrar el ITS, para que así la ECA sepa que tiene que

comenzar a controlar la velocidad en marcha lenta con el motor de control de velocidad lenta.

2.15. INYECTORES

La Ford utiliza dos tipos de inyectores: de alimentación lateral y de alimentación superior.

El sistema CFI de baja presión usa inyector de alimentación lateral, el combustible ingresa por abajo, de donde es rociado.

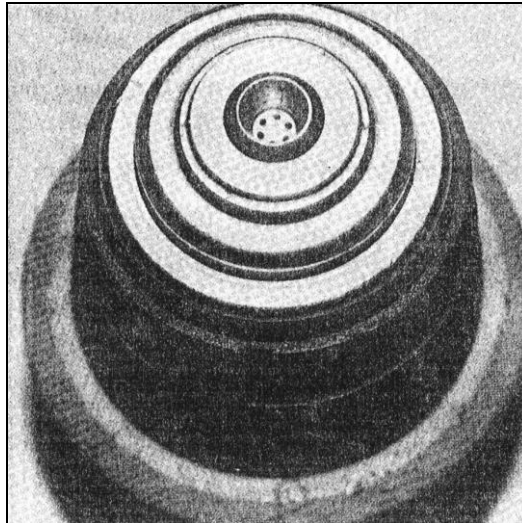


Figura 2.19. Inyectores de Baja Presión con Seis Orificios para Rociar el Combustible.

Los sistemas de alta presión CFI y MPI usan un inyector de alimentación superior, el combustible ingresa por arriba, pasa a través del inyector y es rociado por abajo.



Figura 2.20. Inyectores de alta presión

Los inyectores reciben voltaje positivo desde el relevador de potencia del EEC IV y EEC V. La ECA proporciona tierra para los inyectores.

El circuito a tierra esta normalmente abierto y proporciona tierra cuando sea necesario abrir los inyectores. Cuando el motor esta en reposo el ancho de pulso del inyector es de 1 a 1.5 milisegundos.

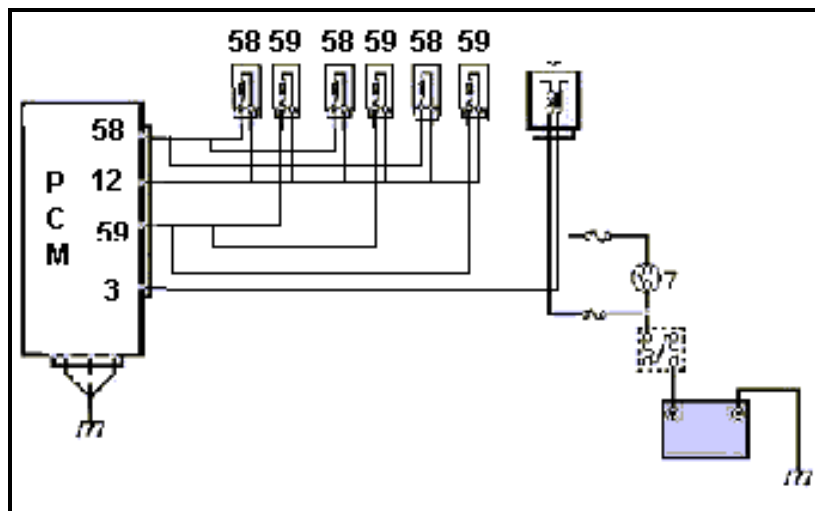


Figura 2.21. Circuito a Tierra de los Inyectores.

“La ECA alterna la apertura de los inyectores cuando el motor está operando. Cuando se arranca el motor los inyectores se pulsan conjuntamente para enriquecer la mezcla.

En el sistema EFI los inyectores se pulsan en grupos. Cada inyector es abierto con cada revolución del cigüeñal. Cuando el motor está en reposo, los inyectores permanecen abiertos de 1.25 a 2.5 milisegundos cada vez que se abren.

En el sistema SEFI abren los inyectores uno a la vez. Cada inyector se abre por cada dos revoluciones del cigüeñal. Cuando el motor está en reposo, los inyectores permanecen abiertos de 2 a 4 milisegundos cada vez que se abren.”¹⁶

2.16. HARDWARE Y SOFTWARE DEL EEC-V.

2.16.1. PERSPECTIVA.

El sistema de control electrónico del Motor EEC-V proporciona un óptimo control del motor y de la transmisión a través de la capacidad mejorada del microprocesador, también cuenta con un sistema de monitoreo de diagnóstico a bordo (Diagnóstico a Bordo II).

¹⁶ Manual de Servicio 1995, Diagnóstico a Bordo II para automóviles/camiones. FORD WORLDWIDE EXPORT OPERATIONS.

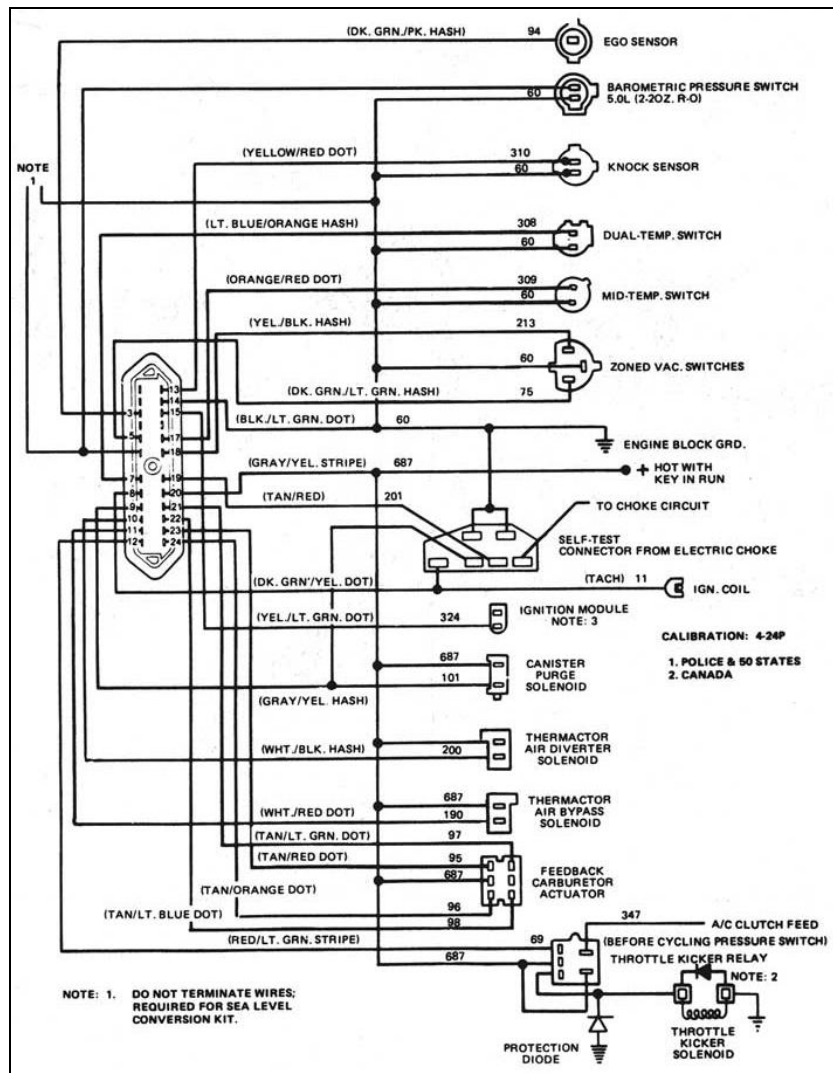


Figura 2.22. Sistema de control electrónico.

El sistema EEC-V tiene dos divisiones, hardware y software. el hardware incluye el Módulo de Control del Tren de Fuerza (PCM), el Módulo del Relé de Control Constante (CCRM), sensores, swiches, los accionadores, solenoides y terminales de interconexión.

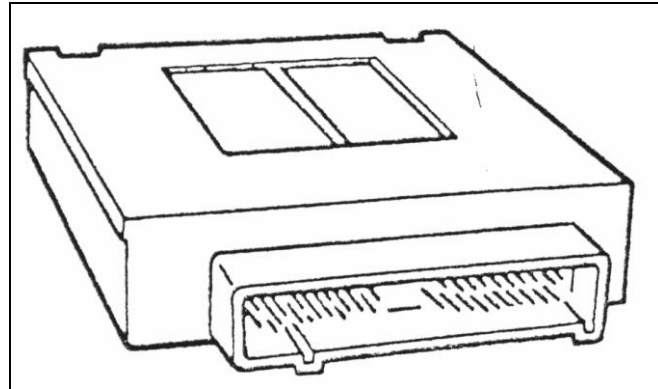


Figura 2.23. Módulo de control del tren de potencia

El software del PCM proporciona control de estrategia para las señales de salida (hardware de la transmisión y de motor) basado en los valores de las señales de entrada al PCM.

El PCM recibe información de varias señales de entrada, basado en la estrategia y calibración almacenadas dentro del chip de memoria, el PCM genera la señal de salida apropiada.

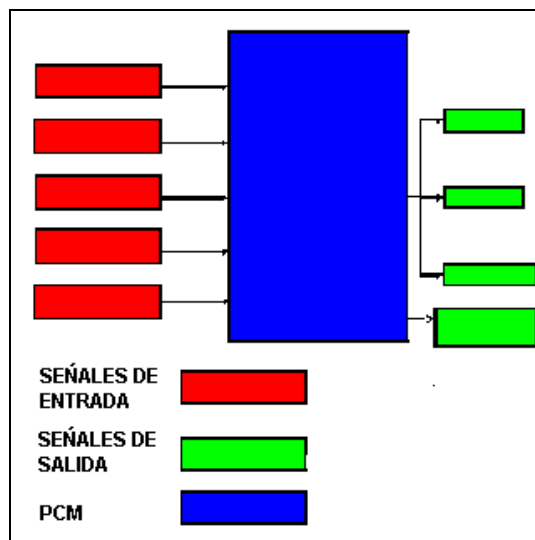


Figura 2.24. Señales de entrada y salida para el PCM

El sistema esta diseñado para minimizar las emisiones y optimizar la economía de combustible y el funcionamiento.

La estrategia del software controla la operación básica del motor y de la transmisión, provee la estrategia de OBD II, controla la Luz indicadora de Falla (MIL).



Figura 2.25. Luz Mil

Se comunica con la herramienta de exploración (Star de Nueva Generación (NGS), por medio del Protocolo corporativo Estándar (SCP), permite la memoria rápida solo de lectura programable y bórrale eléctricamente, proporciona el control de combustible y aire de ralentí adaptable y controla también el manejo de efectos de modo de falla (FMEN).

2.16.2. MULTIPLEXIÓN

El número de módulos del vehículo establecen un método más eficaz de comunicación. La multiplexión es el proceso de comunicación de varios mensajes en la misma trayectoria de la señal.

Este proceso permite que múltiples módulos se comuniquen entre ellos a través de la trayectoria de la señal (BUS+/BUS-).

Los módulos se comunican con el módulo se control del tren de fuerza (PCM) usando el protocolo corporativo estándar (SCP), el que determina la prioridad en que se envían las señales.

La multiplexión disminuye el peso del automóvil disminuyendo el cableado eléctrico.

2.16.3. PROTOCOLO CORPORATIVO ESTÁNDAR

El protocolo corporativo estándar (SCP) es el lenguaje de comunicación utilizado por Ford Motor Company para el intercambio de mensajes bidireccionales (señales) entre los módulos y dispositivos independientes. Dos o más señales pueden ser enviadas a través de un circuito.

Incluidos en estos mensajes se encuentran los datos de diagnósticos a los que se le dan salida, por las líneas de BUS+ y BUS-, hacia el conector de enlace de datos (DLC). Esta información es accesible a través de una herramienta de exploración.

2.16.4. MEMORIA RÁPIDA SOLO DE LECTURA BORRABLE Y PROGRAMABLE ELÉCTRICAMENTE

La memoria EPROM es un circuito integrado IC dentro del PCM. Este circuito integrado contiene el código de software requerido por el PCM para controlar el tren de fuerza.

Una característica de EPROM es que puede borrarse eléctricamente y luego reprogramarse sin quitar el PCM del vehículo. De ser requerido por un cambio de software para el PCM, no es más necesario el reemplazo del módulo, sino que puede ser reprogramado en la concesionaria a través del sistema de diagnóstico de servicio de bahía (SBDS). La reprogramación se efectúa a través del DLC.

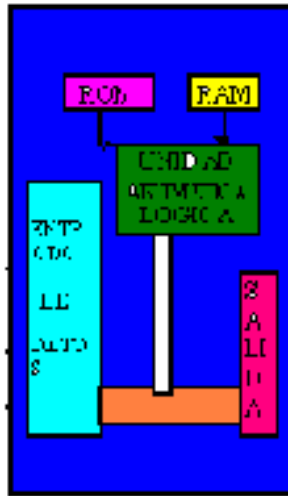


Figura 2.26. Memorias de la computadora

2.16.5. ESTRATEGIA ADAPTABLE DE CONTROL DE AIRE EN RALENTÍ

La estrategia adaptable de control de aire en Ralentí IAC está diseñada para ajustar la calibración de IAC con el fin de corregir los desgastes y envejecimiento de los componentes.

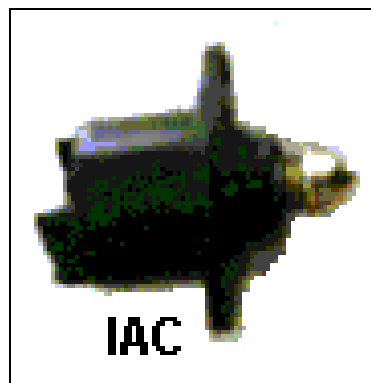


Figura 2.27. Válvula IAC.

“Cuando las condiciones del motor cumplen con el requisito de la estrategia adaptable, esta monitorea el motor y determina los valores requeridos para la calibración y da ralentí.

La estrategia adaptable almacena estos valores en una tabla (se almacena en la memoria de mantenimiento (KAM)) para ser usados como referencia.

Esta tabla es utilizada por el PCM como un factor de corrección al controlar la velocidad de ralentí.¹⁷

Siempre que un componente del IAC haya sido remplazado o limpiado, o se haya efectuado de un servicio que afecte el ralentí, se recomienda que KAM sea borrada.

Esto es necesario para le estrategia de ralentí no use los valores adaptables previamente aprendidos.

2.17. MÓDULO DE CONTROL DEL TREN DE FUERZA

El centro del sistema EEC-V es un microprocesador llamado módulo de control del tren de fuerza (PCM) El PCM tiene un conector eléctrico de **104** clavijas.

2.17.1. MEMORIA SOLO DE MANTENIMIENTO (KAM)

El PCM almacena información en KAM (un chip de memoria de circuito integrado) sobre las condiciones de operaciones del vehículo, y luego usa esta información para compensar por la variabilidad de los componentes.

¹⁷ COELLO SERRANO EFREN, Sistemas de Inyección Electrónica de Gasolina. Ediciones América, 1ra edic., 2002. Quito, Ecuador.

Para que esta información no se pierda, KAM permanecerá energizada cuando la llave de encendido del vehículo esta desconectada.

2.17.2. ESTRATEGIA DE OPERACIÓN LIMITADA DEL HARDWARE

La HLOS es un sistema de circuitos especiales proporciona la operación mínima del motor, si el PCM deja de funcionar correctamente. Todos los modos auto prueba no son funciones en este momento.

2.17.3. FUNCIONES ADMISIBLES DE SEÑALES DE SALIDA.

- Señal de salida de chispa controlada directamente por la señal de PIP.
- Amplitud fija de impulsos de combustible sincronizados por la señal de PIP
- Relé energizado de bomba de combustible.
- Señal de salida de control de velocidad de ralentí funcional.

El PCM puede estar ubicado detrás de la cubierta del panel de guardapiés del lado derecho del área del acompañante, detrás de la cubierta del panel de guardapiés del lado izquierdo del área del conductor, detrás del tablero de instrumentos (bóveda), detrás del compartimiento del motor, detrás de la bóveda del lado del acompañante.

2.18. APLICACIONES DEL RELÉ DE BOMBA DE COMBUSTIBLE Y CCRM.

La bomba de combustible (FP) es una señal de salida del PCM que se utiliza para controlar la bomba de combustible eléctrica.

Con los contactos del Relé de potencia del EEC – IV o EEC–V cerrados, la potencia del vehículo (VPWR) es enviada a la bobina del Relé de bomba de combustible.

“Para la operación de la bomba de combustible eléctrica, el PCM conecta a la tierra el circuito de FP, conectado a la bobina del Relé de bomba de combustible.

Esto energiza la bobina y cierra los contactos del Relé enviando un voltaje de batería (B+) a través del circuito de potencia a la bomba de combustible eléctrica”¹⁸.

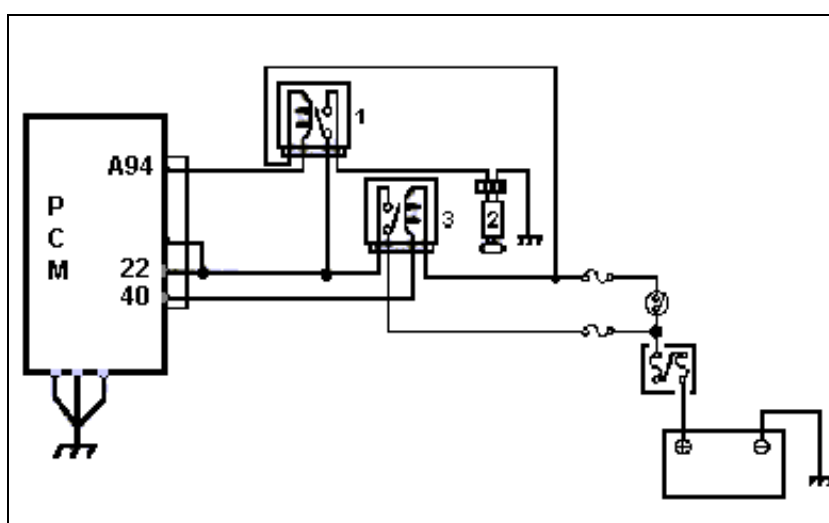


Figura 2.28. Circuito del relé de la bomba

Al conectarse la llave de encendido, la bomba de combustible eléctrica funcionará alrededor de un segundo, pero de no recibirse una señal de PIP, será desconectada por el PCM.

¹⁸ Manual de Fuel Injection FORD DE BEN WATSON, México DF, publicado por PRENTICE-HALL, HISPANOAMERICANA S.A. 1994, Primera Edición.

III. SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE FORD EEC.

3.1. PERSPECTIVA

El sistema suministra combustible limpio, a una presión controlada, a los inyectores. El sistema se llama Inyección Secuencial de Combustible (SFI).

El Módulo de Control del Tren de Fuerza (PCM) controla la bomba de combustible y monitorea el circuito eléctrico de la misma.

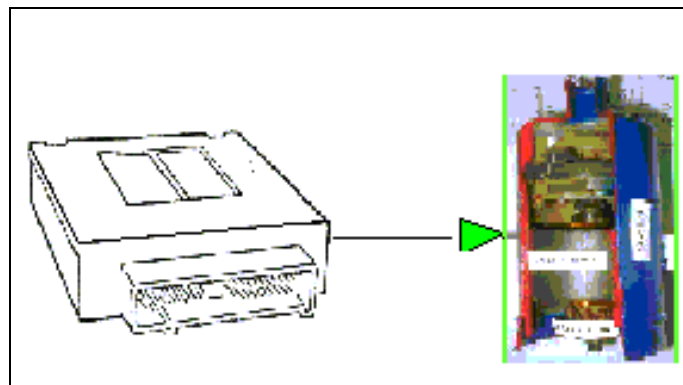


Figura 3.1 Control de la bomba por medio del PCM.

El PCM también controla la duración del ciclo de desconexión y/o desconexión proporcionando la sincronización correcta para los inyectores.

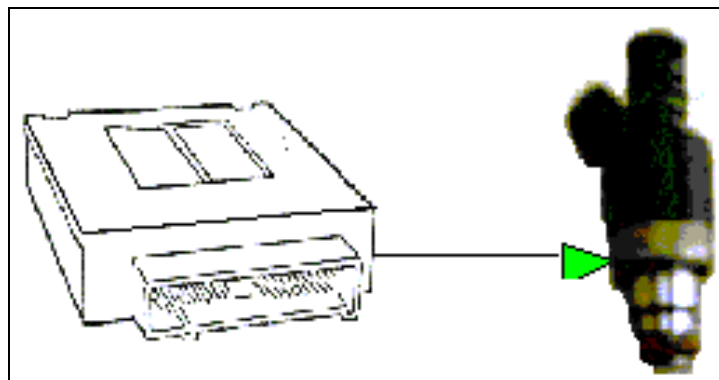


Figura 3.2 Control de los inyectores por medio del PCM.

De haberse reemplazado los inyectores, será necesario borrar los valores aprendidos que se encuentran en la Memoria de Mantenimiento (KAM) en el PCM. Esto puede llevarse a cabo desconectando la batería o el PCM durante cinco minutos.

3.2. CIRCUITO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE

“El sistema de combustible consiste de un tanque de combustible con depósito, conjunto de bomba de combustible, líneas de suministro y retorno de combustible, filtro(s) de combustible, punto de prueba de presión, tubo distribuidor de combustible, inyector de combustible y regulador de presión de combustible.

Cuando el switch de encendido esté en la posición de conectado, el relé de potencia del EEC también estará conectado.

El Relé de Potencia del EEC le proporciona potencia al PCM y a la bobina del relé de bomba de combustible, la que se encuentra dentro del CCRM. ¹⁹

La potencia para la bomba de combustible es suministrada a través de una cinta fusible o un fusible de alta corriente fijado en el relé del arrancador (del lado de la batería).

¹⁹Manual de Servicio 1995, Diagnóstico a Bordo II para automóviles/camiones. FORD WORLDWIDE EXPORT OPERATIONS.

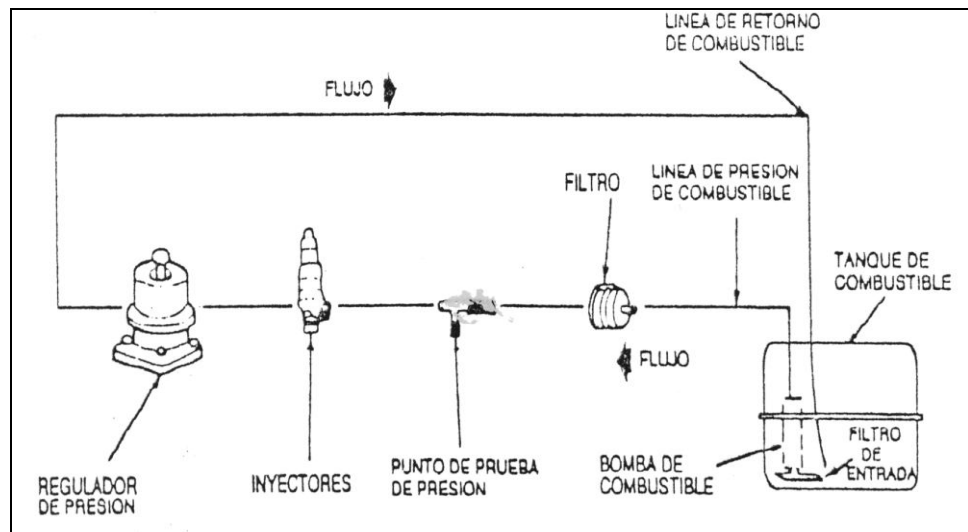


Figura 3.3. Esquema del sistema de combustible

La corriente fluye a través del Relé de Bomba de Combustible y el Switch de Corte de Combustible (IFS) hacia la bomba de combustible.

El IFS es un dispositivo de seguridad diseñado para cortar la bomba de combustible en el caso de una colisión. Si se dispara el IFS, este deberá ser reposicionado.

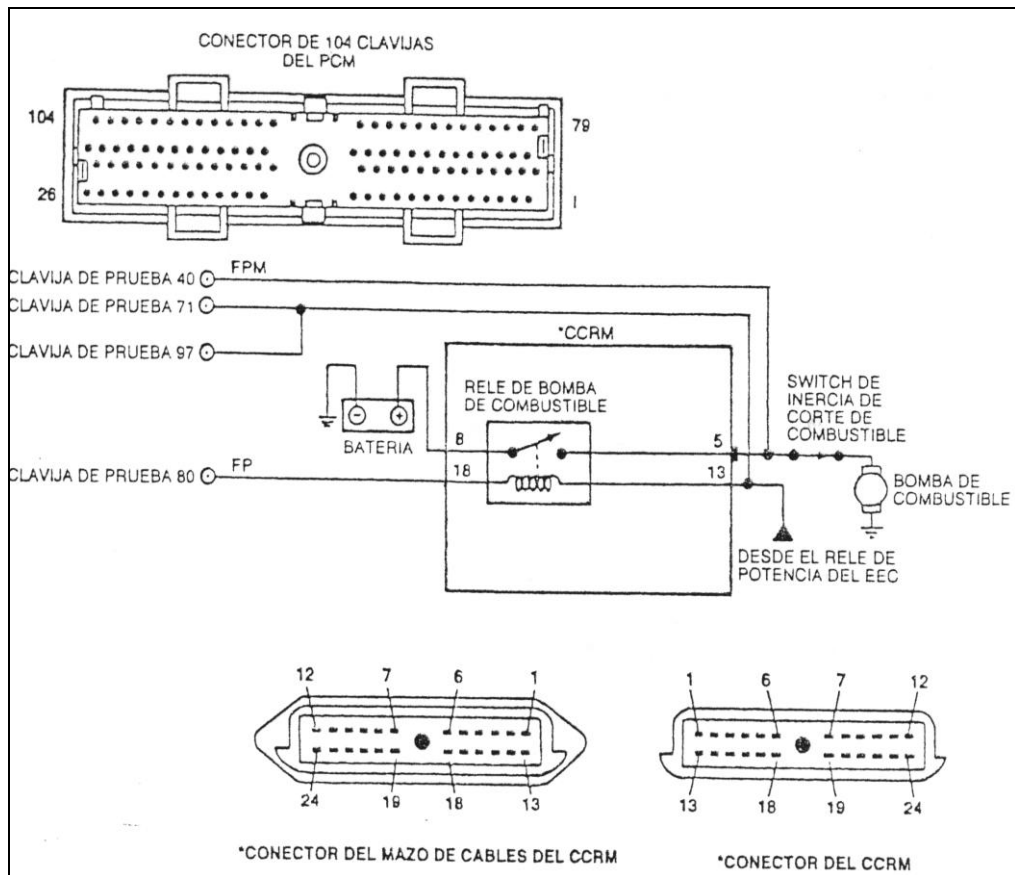


Figura 3.4. Esquema eléctrico del sistema de combustible

Al conectarse el switch de encendido, operara la Bomba de Combustible. Si el PCM no recibe señales de PIP que indiquen que el motor esta girando, la Bomba de Combustible se cortara después de un segundo.

Luego de ponerse en marcha el motor, el PCM continuara operando la bomba de combustible a menos que no se reciban las señales de PIP indicando que el motor se ha detenido o que se ha disparado el IFS.

3.3. DEPÓSITO DE COMBUSTIBLE.

El tanque de gasolina o deposito de combustible del sistema de inyección de combustible EEC IV no es diferente de los que usan los autos con carburador.

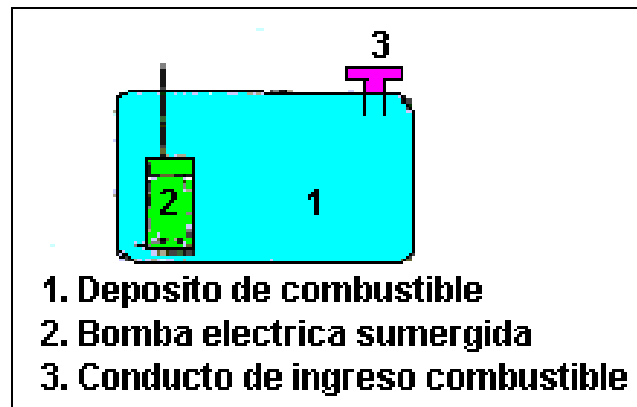


Figura 3.5. Deposito de combustible.

3.4. BOMBA DE COMBUSTIBLE.

Durante la operación está bomba, debe suministrar combustible a los inyectores con una presión estable entre 35 y 55 psi.

Consecuentemente, la presión del sistema nunca debe aproximarse a la presión de la bomba.

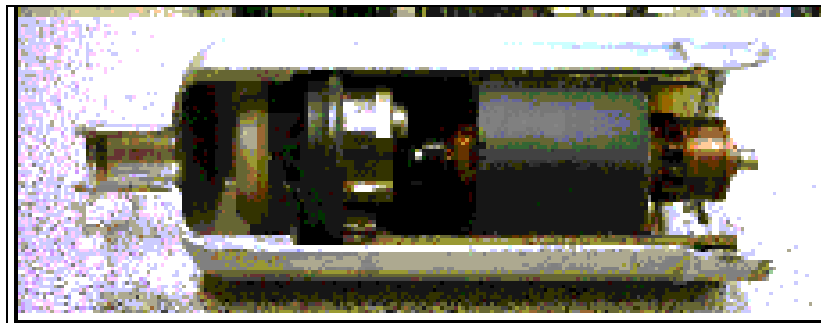


Figura 3.6. Bomba de combustible

“El conjunto de bomba de combustible, está montado dentro del tanque de combustible en el depósito.

La bomba tiene una válvula de retención de descarga que mantiene la presión del sistema después que se haya desconectado el encendido para minimizar los problemas del arranque.

El depósito evita las interrupciones del flujo de combustible durante las maniobras extremas del vehículo en niveles de llenado bajo del tanque. El depósito es parte del conjunto de tanque.”²⁰



Figura 3.7. Despiece de la bomba de combustible.

Las aplicaciones de alta presión en los modelos van eliminando la necesidad de una pre-bomba en el tanque, colocando la bomba de alta presión en el tanque.

A primera vista, el tener una bomba eléctrica de combustible en el tanque con la gasolina pasando a través de ella, parece una invitación al fuego; sin embargo, esto funciona sin problemas.

²⁰ Manual de Servicio 1995, Diagnóstico a Bordo II para automóviles/camiones. FORD WORLDWIDE EXPORT OPERATIONS.

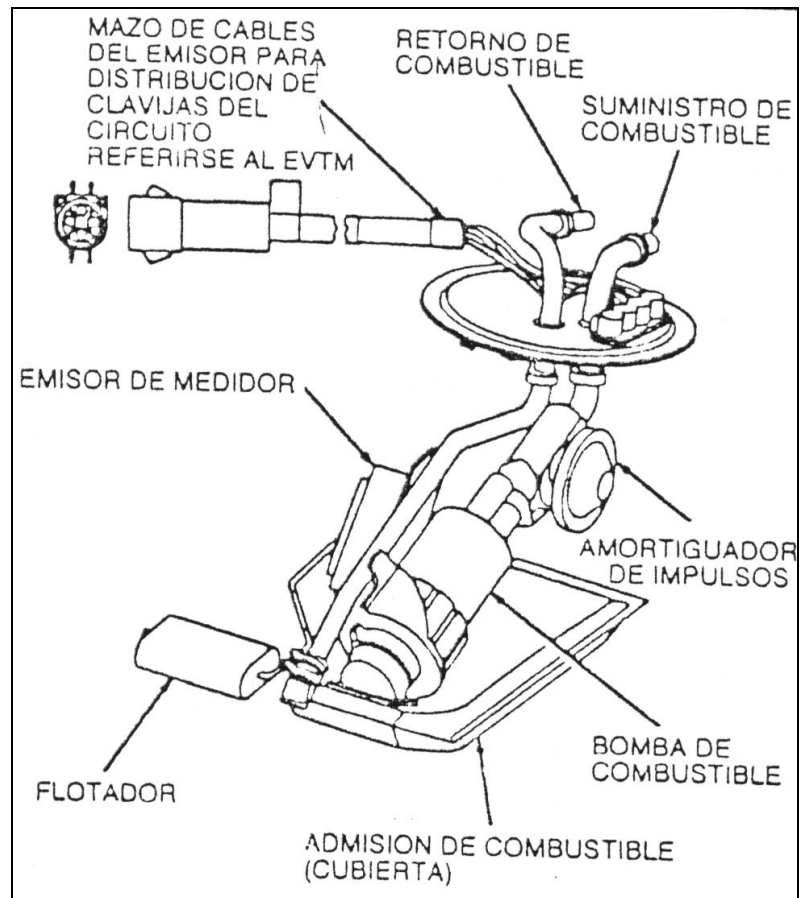


Figura 3.8. Conjunto de bomba de combustible.

3.5. FILTRO DE COMBUSTIBLE.

El sistema contiene cuatro dispositivos de filtro o malla. Cuando el filtro se restringe, el conductor nota una perdida de potencia al acelerar y ocasionalmente en crucero. Filtro del sistema principal

Esta colocado en la línea de combustible entre la bomba y el motor. Está diseñado para extraer del combustible partículas tan pequeñas como de 10 micras.

3.5.1. LA CUBIERTA DE ADMISIÓN DE COMBUSTIBLE.

O malla, es una cubierta fina de nylon montada en el lado de admisión de la bomba de combustible. Esta forma parte del conjunto el que no puede ser reparado separadamente.

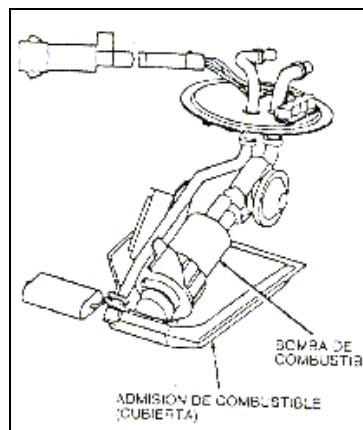


Figura 3.9. Cubierta de Admisión de Combustible

3.5.2. EL FILTRO / MALLA.

En el orificio del tubo distribuidor de combustible de los inyectores forma parte del conjunto de inyectores de combustible y no puede ser reparado separadamente.

3.5.3. EL FILTRO / MALLA.

Al lado de entrada de combustible del regulador de presión de combustible forma parte del conjunto da regulador y no puede ser reparado separadamente.

3.5.4. EL CONJUNTO DE FILTRO DE COMBUSTIBLE.

Está ubicado entre la bomba de combustible (tanque) y el punto de prueba de presión (Válvula Schrader) o los inyectores. Este filtro puede ser reparado.

3.6. REEMPLAZO DEL FILTRO DE COMBUSTIBLE

El filtro de combustible es el componente más importante de servicio entre los dispositivos del sistema de inyección de combustible.

Los mecánicos cambian muchos filtros originales en autos de más de diez años con inyección de combustible.

Esta rutina de mantenimiento incorrecta puede originar problemas.

Luego de sacar el filtro de combustible, use un recipiente de cerámica blanca (como una vieja taza de café) para drenar el contenido del filtro a través del acoplador de entrada.

“Revise la gasolina en la taza a ver si hay evidencias de arena, herrumbre u otros contaminantes de partículas duras.

Vierta ahora la gasolina en un recipiente transparente, como un vaso viejo, y déjela asentarse por unos 30 min. (Minutos).

Si el combustible tiene alto contenido de agua, la mezcla se separará al asentarse y el combustible flotará sobre el agua.

Si el tanque contiene cantidad excesiva de agua o de partículas duras, habrá que quitarlo y limpiarlo profesionalmente.

Para problemas menores de contaminación de agua pueden usarse varios aditivos.

Si el filtro de combustible esta excesivamente tapado, podría desarrollarse el síntoma siguiente: Usted arranca el auto en la mañana y funciona bien. ²¹

Luego de recorrer varios kilometros puede comenzar a jalonearse o a perder un poco de potencia.

De repente el motor se apaga, casi como si se hubiera girado la llave del encendido.

Luego de esperar varios minutos el auto vuelve a arrancar y a recorrer unos cuantos kilómetros antes de volver a presentar el mismo problema.

La causa puede ser un filtro de combustible muy tapado. El auto funciona bien al principio porque lo que origina la restricción esta en el fondo del filtro como sedimento.

Cuando se arranca el motor y el combustible comienza a circular a través del sistema de inyección, el sedimento se agita y presiona contra los elementos de papel del filtro.

Conforme esto ocurre, el volumen de combustible hacia los inyectores se reduce y el motor comienza a trabajar lentamente. Tarde o temprano se hace tan lento que acaba por pararse.

²¹ Miguel de Castro Inyección de Gasolina Ediciones CEAC Perú 1991 Quinta edición.

Lo peor de todo es que cuando el filtro esta muy ' tapado, algunos de los contaminantes se cuelan a través del mismo y pueden contaminar el resto de los componentes del sistema de combustible.

3.7. PUNTO DE PRUEBA DE PRESION.

Existe un punto de prueba de presión con una conexión Schrader en el tubo distribuidor de combustible que alivia la presión y mide la presión de suministro del inyector para el trabajo de servicio y diagnóstico.

Antes de prestar servicio o comprobar el sistema de combustible, se debe tener en consideración la información de precaución, advertencia y manejo.



Figura 3.10. Punto de control de presión.

3.7.1. MANÓMETRO

De 0 a 200 PSI se constituirá en un instrumento de diagnóstico del subsistema hidráulico de alimentación que permitirá detectar

posibles fallos en el mismo, está instalado de modo permanente a fin de realizar el monitoreo constante del sistema.

3.8. INYECTOR DE COMBUSTIBLE.

El inyector de combustible es una válvula operada por un solenoide que mide el flujo de combustible hacia el motor.

El inyector se abre y se cierra una cantidad constante de veces por cada revolución del cigüeñal.

La cantidad de combustible es controlada por el periodo de tiempo en que se mantiene abierto el inyector.



Figura 3.11. Inyector de combustible

El inyector está normalmente cerrado y es operado por 12 voltios de VPWR desde el relé de potencia del EEC.

La señal de tierra esta controlada por el PCM.

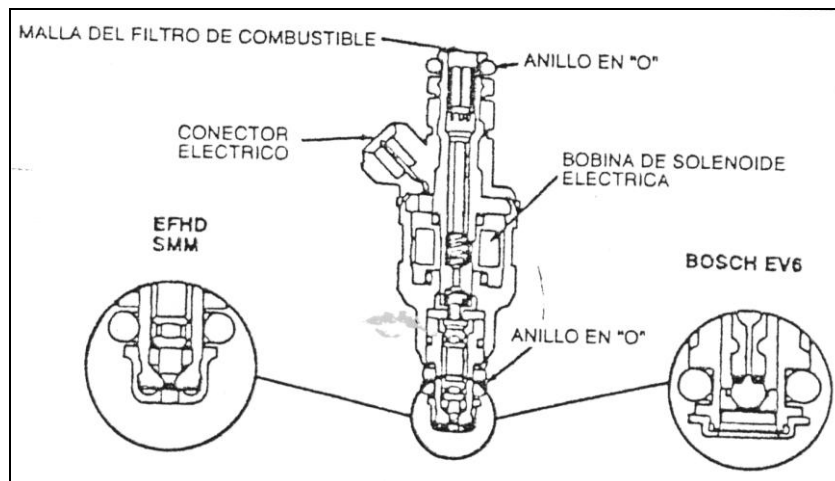


Figura 3.12. Inyector de combustible.

Varias aplicaciones con EFI usan inyectores diferentes, e inyectores distintos tienen razones (o relaciones) de flujo diferentes.

El Chevy 350 usa un inyector con una razón de flujo de alrededor de 22 libras por hora.

El Thunderbird 1989 SC súper cupe de 3.81 usa un inyector que fluye 32 lb./h. Esto puede parecer a primera vista un mejoramiento favorable, aunque el resultado final de poner los inyectores del Thunderbird en el Corvette puede resultar o mismo que elevar demasiado el nivel del flotador en un carburador.



Figura 3.13. Inyector de combustible.

Los inyectores cuestan un mínimo de 150 dólares, lo que representa unos 900 dólares por cambiar los inyectores, aunque una cantidad más cercana a la realidad sería de 1500 dólares.

Esta inversión casi no produciría a ganancia del rendimiento y podría originar problemas de conducción. Su dinero podría estar mejor invertido en árbol de levas y en modificar el distribuidor.

La siguiente fórmula puede usarse para calcular las razones de flujo requeridas por el inyector:

$$\text{Libras/hora} = \frac{\text{hp máximo y consumo específico de combustible}}{\text{número de inyectores}} \text{ EC 1.}$$

El consumo específico de combustible se refiere a la cantidad necesaria de combustible para producir 1 hp.

Esta cifra es comúnmente de 0.45 en un motor normalmente aspirado y de 0.55 en un motor turbo – cargado o supercargado.

Usando un guarismo de caballos de fuerza de 220 para un SHO de 3 1 la fórmula quedaría así:

$$\frac{220 \times 0.45}{6} = \text{Aproximadamente } 16.5 \text{ lb./h}$$

La fórmula para un motor turbocargado y altamente modificado, con un máximo de 500 caballos de fuerza, sería como esto:

$$\frac{500 \times 0.55}{6} = \text{Aproximadamente } 35 \text{ lb./h}$$

Un motor como este requeriría de un sistema de inyección de combustible o de una fuente alterna de combustible al operar bajo incremento o refuerzo.

Para resolver este problema, algunos modifica-dores de rendimiento han logrado que el inyector de arranque frío se energice cuando el turbo pasa al incremento.

El problema con esto es que la cantidad de combustible adicional no puede calcularse con precisión, y que no todas las aplicaciones que pueda estar turbocargando puedan tener un inyector de arranque en frío.

MicroDynamics construye un inyector de combustible auxiliar controlado electrónicamente para situaciones-como esta.

3.8.1. PRECAUCIÓN.

No se debe aplicar voltaje de batería directamente a los terminales del conector eléctrico del Inyector.

Los solenoides pueden dañarse Internamente en cuestión de pocos segundos.

El inyector es del tipo Resistente a Depósitos de Suciedad (DRI) y no se necesita limpiarlo.

Sin embargo, se puede revisar por flujo y, de encontrarse fuera de especificación, se deberá reemplazarlo.

3.9. DISTRIBUIDOR DE COMBUSTIBLE

El distribuidor de combustible o riel de inyectores, está montado en el colector de admisión y tiene las siguientes funciones:

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

3.10. REGULADOR DE PRESION DE COMBUSTIBLE.

“El Regulador de Presión de Combustible, está fijado en el tubo distribuidor de combustible, corriente abajo de los inyectores de combustible. Este regula la presión del combustible suministrado a los inyectores.”²²

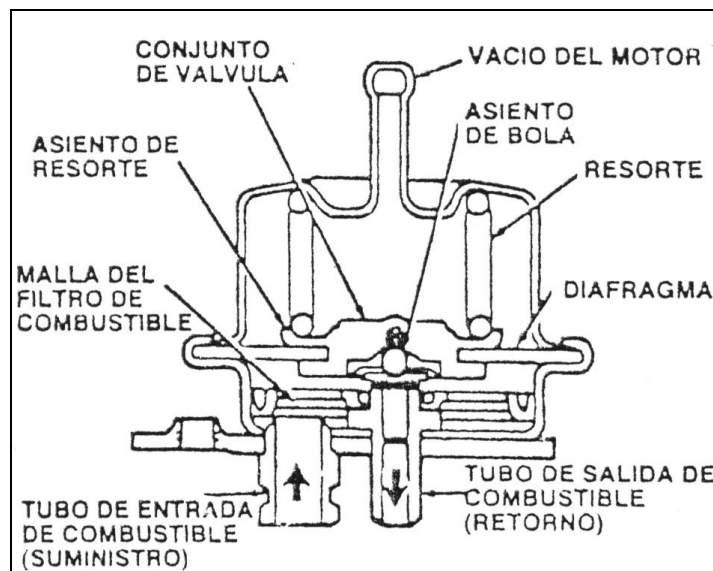


Figura 3.14. Regulador de combustible.

²² Miguel de Castro Inyección de Gasolina Ediciones CEAC Perú 1991 Quinta edición.

El regulador es una válvula de seguridad operada por un diafragma. Un lado del diafragma detecta la presión del combustible y el otro lado está conectado al vacío del múltiple de admisión. La presión de combustible se establece por medio de una precarga de resorte que se aplica al diafragma.



Figura 3.15. Regulador de combustible.

El equilibrio de un lado del diafragma con el vacío del múltiple mantiene una caída constante de presión de combustible a través de los inyectores.

La presión del combustible es alta cuando el vacío del motor es bajo.

El exceso de combustible se deriva a través del regulador y regresa al tanque a través de las líneas de combustible.

Como los inyectores de los sistemas multipuntos alimentan el combustible inmediatamente arriba de la válvula de admisión, la presión a la que estaría inyectando cambia constantemente.

Para compensar tales cambios, una manguera de vacío conecta el múltiple de admisión al lado seco del diafragma regulador de presión del combustible.

Cuando el motor esté en marcha en vacío, la presión en el múltiple de entrada es baja y la presión del combustible será controlada a un valor usual de 30 a 45 psi 45 a 60 psi..

Cuando se abre el estrangulador para acelerar, la presión del múltiple de admisión se incrementa.

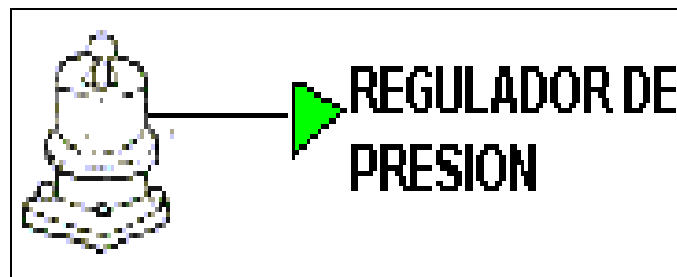


Figura 3.16. Regulador de combustible.

“La línea de vacío lleva este incremento de presión al regulador de presión del combustible, con lo que se incrementa la tensión del resorte del diafragma.

El resultado es que la presión el combustible se eleva de 5 a 10 psi sobre la presión de marcha en vacío durante la aceleración.

La elevación en la presión del combustible supera la presión creciente del múltiple de admisión lo que resulta en un flujo constante de combustible hacia los cilindros.

Esta función del regulador de presión del combustible multipuntos es similar a la de la bomba de aceleración de un carburador.

El regulador de presión de combustible que se usa en los sistemas CFI de alta y baja presión opera igual que las aplicaciones de multipuntos, excepto que no tiene orificio de vacío para incrementar la presión durante la aceleración.”²³

La presión del combustible en los sistemas CFI de alta presión se controla entre 30 y 40 psi, aproximadamente.

La presión del combustible en los sistemas CFI de baja presión se controla entre 13y 17 psi.

En el regulador de presión de combustible, la gasolina entra por un orificio y cuando la presión se eleva sobre un punto específico; el exceso regresa al tanque.

El orificio más pequeño en la parte superior es donde se conecta la manguera de vacío.

Cuando la presión en el múltiple se eleva durante la aceleración, decae el vacío en el orificio con lo que la presión del combustible se incrementa.

Los vehículos con equipo CFI no cambian la presión del combustible durante la aceleración, por lo que no tiene este orificio de vacío.

El regulador del combustible se localiza en el carril de gasolina. Obsérvese la válvula Schraeder para probar la presión del combustible.

²³ Manual de Fuel Inyection FORD DE BEN WATSON, México DF, publicado por PRENTICE-HALL, HISPANOAMERICANA S.A. 1994, Primera Edición.

3.10.1. DOSIFICACIÓN DE COMBUSTIBLE

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

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

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

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

3.11. SWITCH DE CORTE DE COMBUSTIBLE.

Se usa en conjunto con la bomba de combustible. El propósito es el de cortar el suministro de combustible generado por la bomba de combustible en caso de una colisión

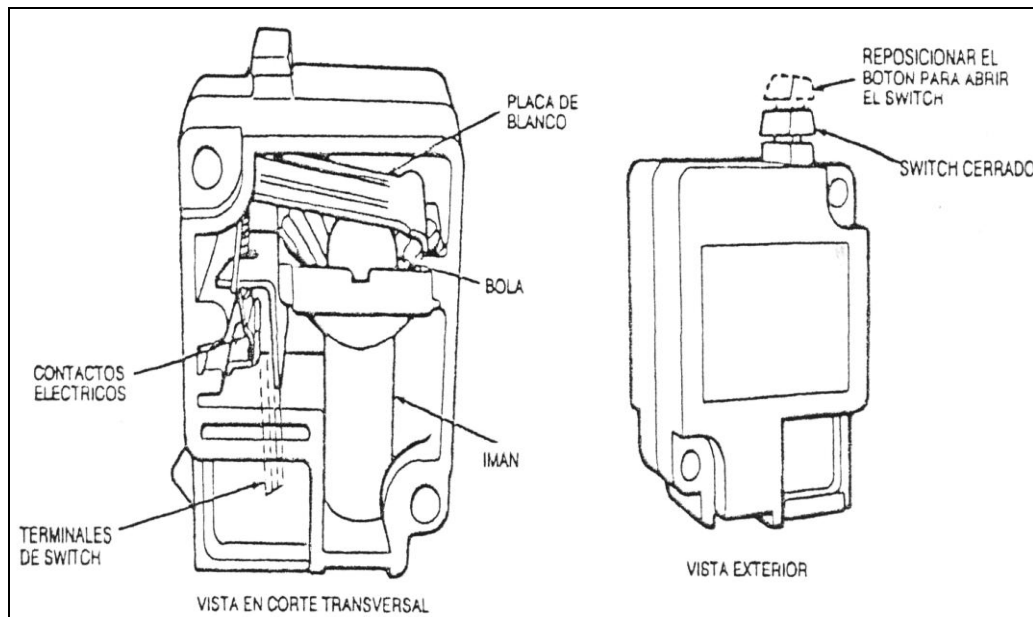


Figura 3.5. Interruptor de corte de combustible.

Una vez que el Switch de corte de combustible se abra, éste se deberá repositonar manualmente, antes de poner en marcha nuevamente el motor.

3.12. EVAPORACIÓN DEL COMBUSTIBLE

“Desde los setentas los autos han estado equipados con un sistema de control de evaporación, que consiste en un recipiente lleno de carbón activado que se conecta al tanque de combustible por medio de mangueras.

Conforme la gasolina, que contiene HC, se evapora del combustible en el tanque, los vapores se almacenan en el carbón activado.

Un dispositivo conocido como válvula de purga del canister, se abre cuando el motor puede aceptar el combustible extra y el vacío del múltiple aspira el combustible para quemarse dentro del motor.”²⁴

3.13. RELEVADOR DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE

Este relevador esta controlado por la PCM. En la mayor parte de los vehículos con equipo EEC IV la señal PIP es la entrada principal para el control del relevador de la bomba de combustible.

Cuando el motor esta siendo arrancado, la posición de arranque del interruptor de encendido energiza el relevador de la bomba de gasolina y la pone a funcionar.

Cuando se suelta la llave, el relevador de la bomba la desactiva a menos que se reciban señales PIP desde la PCM. Esto asegura que la bomba de combustible está desactivada cuando el motor no funciona.

En caso de un accidente, una línea de combustible rota puede ser un gran riesgo de incendio. Si una línea de combustible se rompe, la perdida resultante en la presión del combustible hace que el motor se apague.

La perdida de una señal PIP al apagarse el motor origina que la PCM, ahogue la bomba de combustible por medio de su relevador.

Esta teoría funciona excepto cuando la línea de combustible tiene rupturas en la línea de retorno.

²⁴ Manual de Servicio 1995, Diagnóstico a Bordo II para automóviles/camiones. FORD WORLDWIDE EXPORT OPERATIONS.

Si la línea de retorno se rompe, el motor puede seguir funcionando y lo mismo hace la bomba de combustible, la cual no se apagará hasta que el tanque de combustible quede seco.

Para evitar lo anterior, el circuito eléctrico de la bomba contiene un interruptor de inercia que, al ocurrir un impacto, desconecta la bomba de combustible.

3.14. SISTEMA DE CUERPO DE MARIPOSA.

El sistema de cuerpo de mariposa mide el aire hacia el motor durante las condiciones de ralentí, mariposa de aceleración totalmente abierta o parcial.

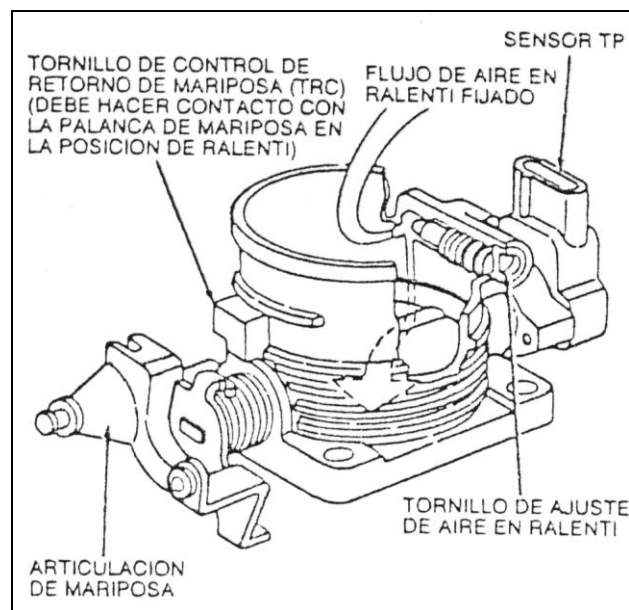


Figura 3.6. Conjunto de cuerpo de mariposa

Consiste de un conjunto de válvula IAC, un orificio de aire en ralentí, aletas de válvula de mariposa y un sensor de posición de la mariposa de aceleración.

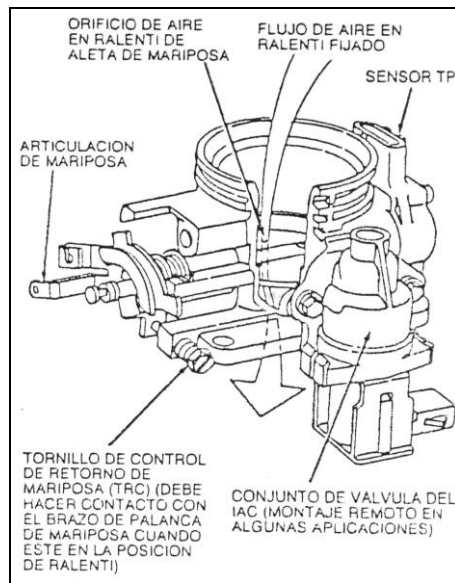


Figura 3.7. Conjunto de cuerpo de mariposa

Durante el ralentí, el conjunto de cuerpo de mariposa proporciona una cantidad fija de aire hacia el motor.

La rotación de la mariposa de aceleración es controlada por una articulación de leva – cable para aminorar la apertura inicial de la aleta de mariposa.

El sensor TPS monitorea la posición de la mariposa de aceleración y le proporciona señal eléctrica al PCM.

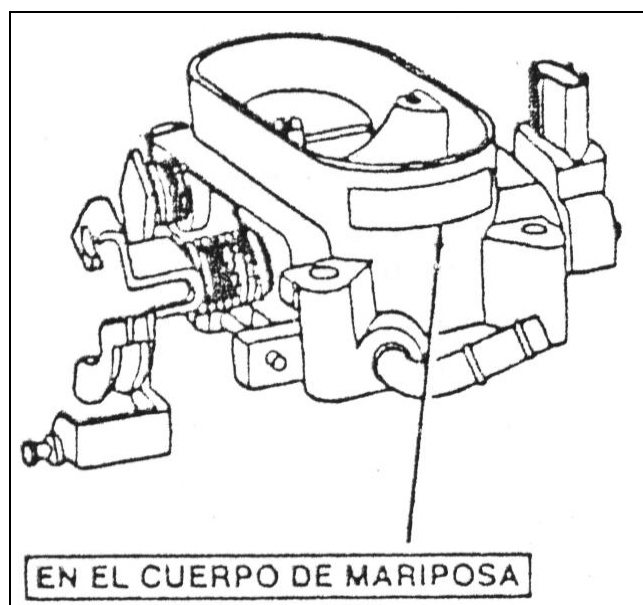


Figura 3.8. Ubicación del cuerpo de mariposa

Tabla III.1 Presión del combustible para automóviles.

Presión Del Combustible Para Automóviles		
	En vacío	Motor
Motor	(Psi)	apagado
		(Psi)
1.91 EFI	30 - 45	30 - 45
1.91 CFI	13 - 17	13 - 17
2.31 ohc EFI	30 - 45	30 - 45
2.31 TC EFI	30 - 55	30 - 55
2.31 HSC EFI	45 - 60	50 - 60
2.51 CFI	13 - 17	13 - 16
3.01 EFI	30 - 45	35 - 45
3.81 FWD EFI	30 - 45	35 - 45
3.81 RWD EFI	30 - 45	35 - 45

5.01 SEFI	30 – 45	35 – 45
5.01 MA SEFI	30 – 45	30 – 45
3.01 SHO SEFI	28 – 33	30 – 45
3.81 SC SEFI	30 – 40	35 – 45

Tabla III.2 Presión del combustible para camiones

PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE PARA CAMIONES DE TRABAJO LIGERO		
MOTOR		
	En vacío	apagado
Motor	(Psi)	(Psi)
2.31 EFI	30 – 45	35 – 45
2.91 EFI	30 – 45	35 – 45
3.01 EFI	30 – 45	35 – 45
4.91 EFI	45 – 60	50 – 60
5.01 EFI	30 – 45	35 – 45
5.81 EFI	30 – 45	35 – 45
7.51 EFI	30 – 45	35 – 45

IV. PRUEBAS DEL SISTEMA DE INYECCION FORD EEC.

4.1. DISTRIBUCIÓN DE PINES DE LA COMPUTADORA DEL FORD EEC IV.

La distribución de los conectores de la computadora del Ford EEC IV dispone de tres conectores, uno de 20 pines, otro de 20 y otro de 20 pines.

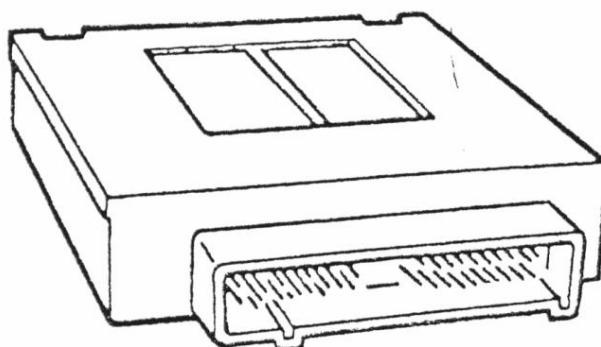


Figura 4.1 Identificación de los bornes del enchufe.

4.2. DIAGRAMA ELÉCTRICO DEL PCM.

Recibe las señales de entrada de los sensores, interruptores, batería, para procesarla a través de sus memorias.

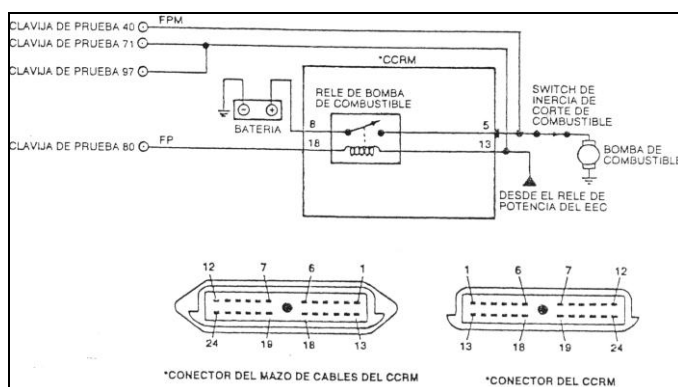


Figura 4.2. Diagrama eléctrico del PCM.

4.3. CIRCUITO DEL SENSOR DE POSICIÓN DE LA MARIPOSA DE ACELERACION TPS

El ECM aplica un voltaje de “referencia” de 5 voltios al terminal 26, y aplica masa al terminal 46. El TPS retorna una señal de voltaje al terminal 47.

La señal en el terminal 47, es alterada en relación a la posición de la mariposa de aceleración.

La señal de voltaje varia en el ámbito de 0,5 a 0,9 voltios en ralentí hasta 4,3 – 5 voltios. la mariposa de aceleración totalmente abierta.

La medición de resistencia entre los terminales **26** y **46**, debe ser de 0.45 k a 4K Ω

Con la señal que recibe del TPS, el ECM compara los valores, si la señal estuviera fuera de rango, el ECM identifica una falla.

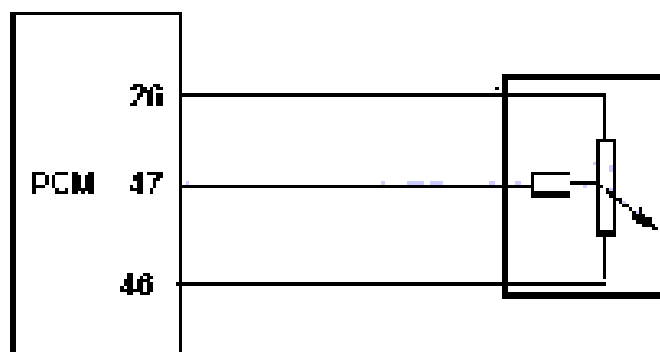


Figura 4.3. Diagrama eléctrico del sensor de posición de la mariposa de aceleración TPS

4.3.1. FALLAS DE UN TPS.

- La falla es perdida del control de marcha lenta
- Cuando aparece un código de señal del TPS
- La pista del TPS se encuentra defectuosa la falla produce un tironeo del motor

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

La señal de la ECU es de 5 Voltios la alimentación a través del terminal 26, y aplica masa al terminal 46.

El TPS retorna una señal de voltaje al terminal 47, y el terminal 45 mantiene un interruptor para la posición de ralentí.

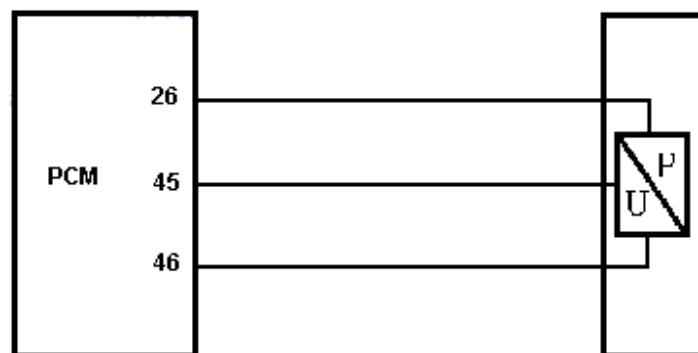


Figura 4.4. Diagrama eléctrico del sensor de presión en el colector de admisión MAP

4.4.1 CONTROL DEL SENSOR MAP

- Verificar las conexiones eléctricas entre el socket de la ECU y los pines de llegada del MAP
- Comprobar el voltaje entre los pines de llegada del MAP
- La medición de resistencia es de 1.5K a 3,5 K Ω

4.4.2. SÍNTOMA DE FALLO DEL SENSOR MAP

- Bajo rendimiento en el encendido
- Emisión de humo negro
- Posible calentamiento del convertidor catalítico
- Marcha mínima inestable
- Alto consumo de combustible
- Se enciende la luz de Check Engine.

4.4.3. COMPROBACIÓN.

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

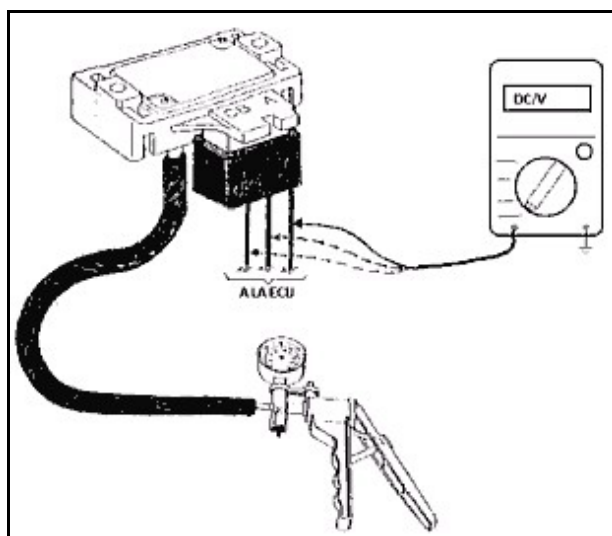


Figura 4.5. Conexión del MAP a una bomba de vacío manual.

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

4.5. CIRCUITO DEL SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE ADMISIÓN IAT

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

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

46 Masa

25 Señal

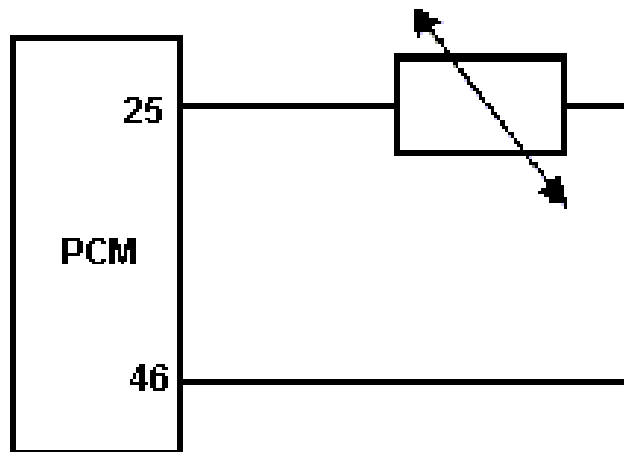


Figura 4.6. Diagrama eléctrico del sensor de temperatura del aire de admisión IAT

4.5.2. FALLAS DEL SENSOR IAT

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

4.6. CIRCUITO DEL SENSOR DE TEMPERATURA DEL LÍQUIDO DE ENFRAMIENTO CTS

Cuando el motor está frío el voltaje en el cable entre el sensor y la ECU es alto. La resistencia del sensor CTS disminuye y con esto el voltaje también disminuye.

Cuando el motor está frío el voltaje en el cable entre el sensor y la ECU es alto alrededor de 3 – 3.2 V a 20 ° C, 3.8 – 3.9 V a 0 ° C, 0.6 – 0.9 a 80 ° C.

- La medición de resistencia, el valor debe ser de aproximadamente 1.5 K Ω
- 7 Referencia de 5 voltios
- 46 Masa

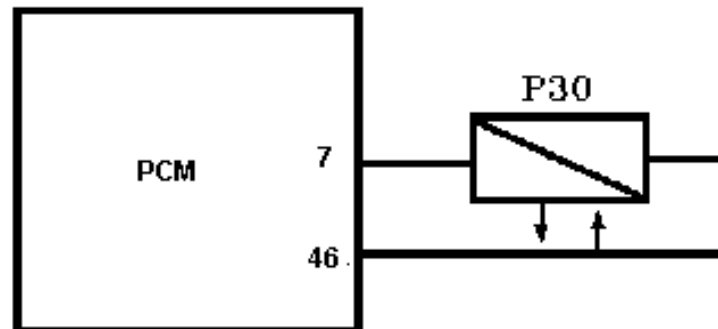


Figura 4.7. Diagrama eléctrico del sensor de temperatura del líquido de enfriamiento CTS

4.6.1. FALLAS DEL SENSOR CTS

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

4.7. CIRCUITO DEL SENSOR DE OXIGENO O2

Cuando la llave esta conectada, el ECM suministra aproximadamente 0,45 voltios entre los terminales.

El voltaje de salida varía entre 0,005 voltios (mezcla pobre) y 1,0 voltios (mezcla rica).

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

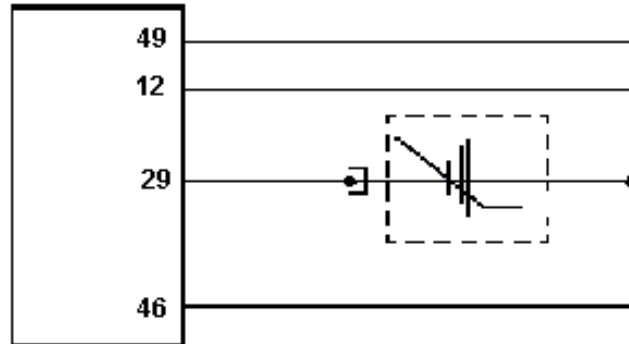


Figura 4.8. Diagrama eléctrico del Sensor de oxígeno O2

4.7.1. FALLAS DEL SENSOR DE OXIGENO

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

4.8. CIRCUITO DE LOS INYECTORES

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

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

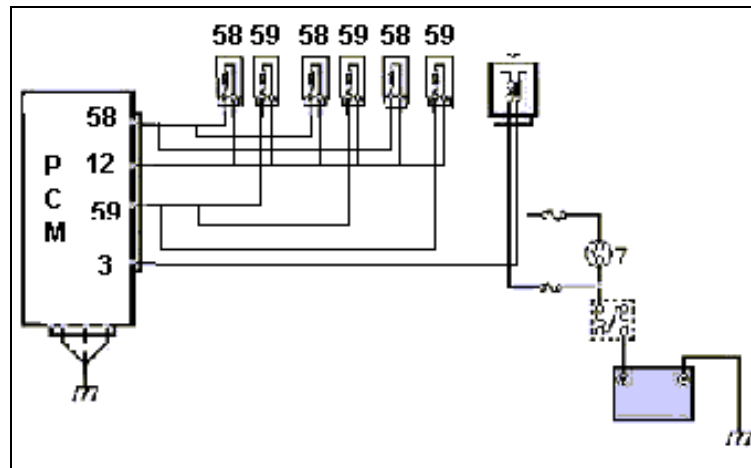


Figura 4.9. Diagrama eléctrico para los inyectores.

4.8.1. CONTROL DEL INYECTOR

- Desconecte la conexión del Inyector
- Mida la resistencia del inyector correspondiente con el valor prescrito

Resistencia del inyector (Ω) 12 – 20 ohms



Figura 4.10 Medición de resistencia del inyector

4.9. CIRCUITO DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE

El sistema es energizado una que es a puesto en contacto el interruptor de encendido, accionando al relé de la bomba de combustible.

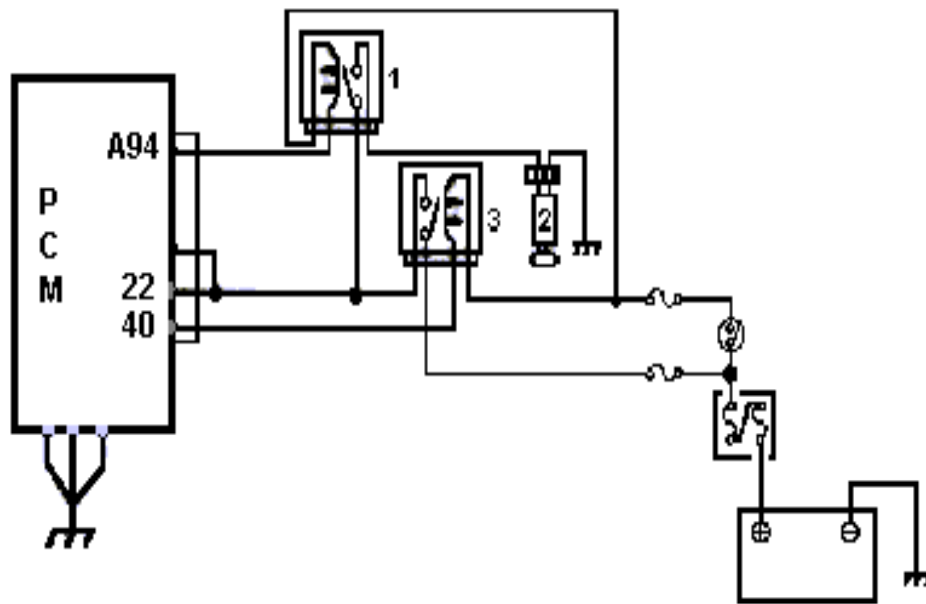


Figura 4.11 Circuito eléctrico de la bomba de combustible

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

4.10. COMPROBACIÓN DEL RELÉ DE LA BOMBA DE COMBUSTIBLE

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

Y entre los terminales correspondientes al interruptor del relé, la resistencia eléctrica debe ser infinito.

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

4.10.1. FALLAS

Generalmente las bombas de combustible están exentas de mantenimiento.

El único trabajo que se realiza es la limpieza o reemplazo del tamiz o filtro de la bomba.

En caso de presentarse ruidos o falta de presión y se determina que el defecto está en la electro bomba de combustible no se tendrá más alternativa que reemplazarla.

4.11. CIRCUITO DE LUZ CHECK ENGINE

El sistema Luz CHECK ENGINE verifica los circuitos que manejan las señales de entrada y salida.

Con señales erróneas la unidad de control almacena en la memoria y se enciende la luz "CHECK ENGINE"

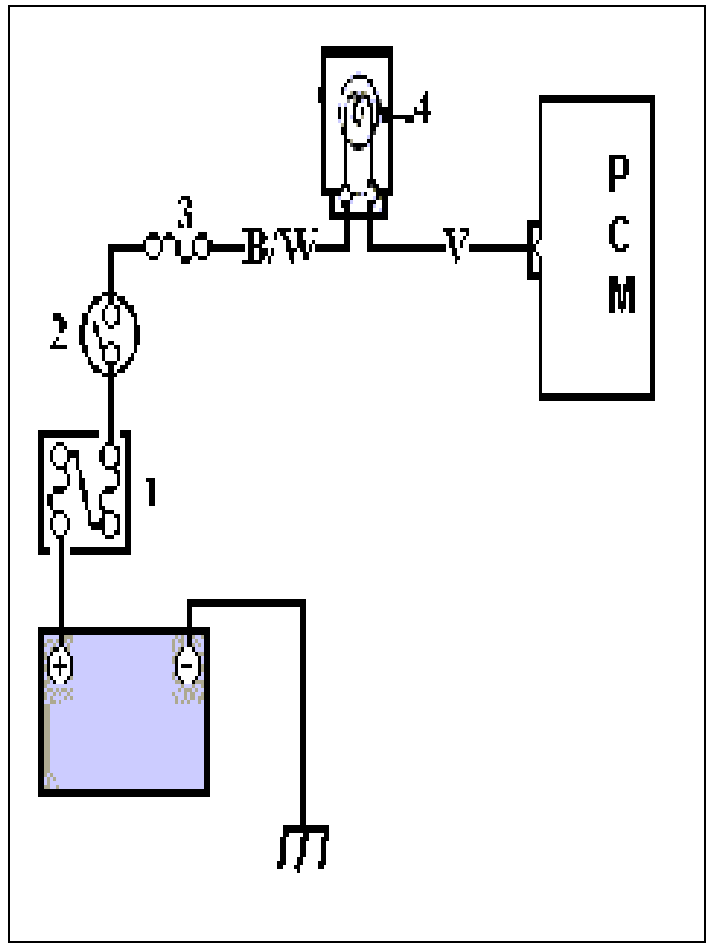


Figura 4.12. Diagrama eléctrico de luz CHECK ENGINE

4.12. CÓDIGOS DE FALLA

Tabla IV.1. Lista de códigos de falla

CODIGO DE FALLAS	DESCRIPCIÓN
11	NO SE DETECTO PROBLEMAS DURANTE LA SECCION DE PRUEBAS
12	VELOCIDAD EN VACIO DEL MOTOR NO PUDO LLEGAR AL LIMITE SUPERIOR
13	EL MOTOR NO PUDO BAJAR LA VELOCIDAD EN VACIO A MENOS DE LA VELOCIDAD DE FRENADO
14	FALLA EN EL CIRCITO PIP
15	FALLA EN LA PRUEBA DE LA ROM
16	VELOCIDAD EN VACIO DEL MOTOR ESTA MAS ALLA DEL LIMITE
31	VÁLVULA EGR
32	SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE GASES DE ESCAPE
33	VÁLVULA EGR
34	VÁLVULA EGR
16	LA PCM NO PUEDE SUBIR LAS RPM DEL MOTOR AL NIVEL ESPERADO
17	RPM POR DEBAJO DEL NIVEL DE AUTOPRUEBA
18	PERDIDA DE SEÑAL DEL TACOMETRO A LA PCM
19	PERDIDA DE POTRNCIA HACIA LA PCM
21	SE RELACIONA CON EL SENSOR CTS
22	PERDIDA DE SEÑAL DEL SENSOR MAP
23	PROBLEMAS CON EL SENSOR TPS
24	VOLTAGE FUERA DE RANGO DEL SENSOR IAT
25	NO SE DETECTARON DETONACIONES POR KS
26	FUERA DE RANGO LA VÁLVULA ISC
28	PERDIDA DE SEÑAL DEL TACOMETRO
29	SENSOR VSS NO ENTREGA SEÑAL
31	FALLA EL SENSOR EVP
32	REVISAR CONEXIONES DEL SENSOR EVP
34	CONTROL DE LA VÁLVULA EGR
42	VOLTAGE DE SALIDA DEL SENSOR DE OXIGENO
43	MOTOR FUNCIONA POBRE CON EL ESTRANGULADOR TOTALMENTE ABIERTO

4.13. PRUEBAS AL REGULADOR DE PRESIÓN DEL COMBUSTIBLE

Algunos reguladores varían la presión de combustible, de acuerdo a las necesidades específicas del motor.



Figura 4.13. Regulador de presión

La diferencia de presión en estos reguladores de presión variable del combustible pueden determinarse por la presión o vacío del múltiple del motor o puede ser controlada por computador.

Proceda de la siguiente manera:

Sacar la manguera del regulador lo que dará una lectura de presión de 2.5 Kg./cm².

Después de subir la velocidad del motor igualmente la presión de combustible debe mantenerse.

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

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

4.14. SENSORES DE OXÍGENO CON CALENTADOR DE CORRIENTE ARRIBA Y ABAJO

Los Sensores de Oxígeno con Calentador (HO2S) le proporcionan al Módulo de Control del Tren de Fuerza (PCM) información sobre el voltaje y la frecuencia relacionada con el contenido de oxígeno de los gases de escape.

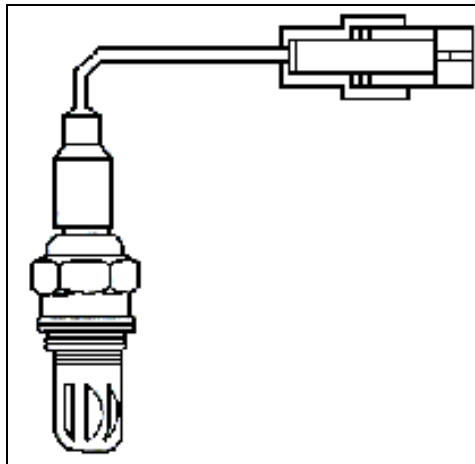


Figura 4.14 Sensor de oxígeno con calentador

“Además de proporcionarle al PCM las indicaciones de cuan rica / pobre es la mezcla con que opera el motor, la serial de HO2S de corriente arriba sirve como una serial de entrada hacia el monitor de HO2S.

Las serial de HO2S de corriente abajo es una serial de entrada hacia el monitor de Eficiencia del Catalizador²⁵.

²⁵ Manual de Fuel Inyection FORD DE BEN WATSON, México DF, publicado por PRENTICE-HALL, HISPANOAMERICANA S.A. 1994, Primera Edición.

4.15. TÉCNICAS DE DIAGNÓSTICO INTERMITENTES

Las técnicas de diagnóstico de intermitentes ayudan a encontrar y aislar la fuente de las fallas intermitentes asociadas con el sistema EEC-V.

El material esta organizado para ayudar a encontrar la halla y efectuar la reparación. Se dan ejemplos que ilustran las técnicas de diagnóstico.

El proceso de encontrar y aislar una falla intermitente, comienza con la recreación del síntoma de la falla, la acumulación de dalos del PCM y la comparación de esos dalos con valores lípidos y el análisis de los resultados.

Antes de seguir adelante, asegurarse de:

- Que las pruebas e inspecciones del sistema mecánico usuales no revelen un problema.
- Examinar los Boletines de Servicio Técnico (TS9) y los mensajes de OASIS, de encontrarse disponibles.
- Que la Prueba Rápida y el diagnostico precise asociado hayan sido completados sin encontrar una falla, y que el síntoma esté aun ocurriendo.

4.16. RECREANDO LA FALLA

El recrear la falla es el primer paso para aislar la causa del síntoma intermitente.

Una investigación profunda deberá comenzar con la hoja de trabajo de informaci6n del cliente.

De encontrarse disponibles los Datos de Freeze Frame, estos pueden ayudar a recrear las condiciones en el momento de recibirse un código de Diagnóstico de Avería de la Luz Indicadora de Falla (DTC de MIL).

Se listan a continuación algunas de las condiciones para recrear la falla.

CONDICIONES PARA RECREAR LA FALLA

Condiciones Relacionadas con el Motor	Condiciones No Relacionadas con el Motor
1	1
Temperatura del Motor RPM del Motor Carga del Motor Ralentí/acc./desc. del motor	Temperatura Ambiental Condiciones de Humedad Condiciones de Carretera (liso-ir regular)

4.17. ACUMULANDO LOS DATOS DEL PCM

Los datos del PCM pueden ser acumulados de distintas maneras. Se debe recoger tantos datos como sea posible al generarse la falla para evitar un diagnóstico incorrecto.

Los datos deberán acumularse durante diferentes condiciones de operación y basado en la descripción del cliente sobre la falla intermitente.

Se debe tomar como referencia los valores correctos conocidos de los datos.

Es lo requerirá el registrar los datos en cuatro condiciones para su comparación: 1) KOEO, 2) RALENTI EN CALIENTE, 3) 30 MPH y 4) 55 MPH.

La adquisición de los datos de PID del PCM usando una herramienta de exploración es una de las formas más sencillas de recoger información.

Se listan a continuación las instrucciones para recoger los casos de PID usando una herramienta de exploración Star de Nueva Generación (NGS).

Seleccionando y Visualizando los PID

1. Seleccionar del menú el motor y el vehículo, y entrar el año, vehículo y paquete de motor correctos.
2. Seleccionar DIAGNOSTIC DATA LINK.
3. Seleccionar POWERTRAIN CONTROL MODULE (PCM).
4. Seleccionar PID/DATA MONITOR & RECORD.
5. Seleccionar los PID de la tabla de síntomas intermitentes o de la Prueba Precisa del PCM. El asterisco próximo a cada PID en la pantalla indica que se ha seleccionado PID.
6. Girar la llave de encendido a la posición de conectado o poner en marcha el vehículo.
7. Seleccionar la tecla da START e ingresar a PID.
8. Cuando se este listo para capturar y almacenar los PID seleccionados, oprimir el botón de TRIGGER.
9. Oprimir TRIGGER nuevamente cuando se esté listo para guardar la información.

10. La información esta ahora localizada en el área principal de grabación principal. Almacenar en un i área de visualización antes de comenzar otra grabación o los datos se sobre grabaran.

Grabando las Mediciones con PID

1. Seleccionar DIGITAL MEASUREMENT SYSTEM.
2. Seleccionar un medidor {por ejemplo, voltímetro}.
3. Seleccionar LINK y LINK MONITOR.
4. Seleccionar los P1D y START para comenzar la grabación.
5. Oprimir REC para guardar la función de DVOM y los datos de PID.

4.18. REPRODUCCIÓN DE LOS PID ALMACENANDOS

Buscar el comportamiento o los valores anormales que sean claramente incorrectos. Inspeccionar las señales por cambios inesperados o bruscos.

Por ejemplo, durante una velocidad de crucero constante, la mayoría de los valores de los sensores deberán ser relativamente estables.

Los sensores tales como TP, MAF y RPM que cambien bruscamente cuando el vehículo este viajando a una velocidad constante, son indicios de un área posible de falla.

Buscar la concordando en las señales relacionadas. Por ejemplo, si TP cambia durante la aceleración, deberá ocurrir un cambio que corresponda en IAC, RPM y GRADOS DE CHISPA.

Asegurarse de que las señales actúen en la secuencia correcta. Un aumento en las RPM es esperado luego de que haya aumentado TP.

Sin embargo, si las RPM aumentan sin un cambio en TP, entonces puede existir un problema.

1. Seleccionar VIEW RECORDER AREAS.
2. Seleccionar un área de visualización.
3. Seleccionar hacia cuatro PID para examinarlos en el formato de tabla o dos PID para examinarlos en el modo grafico.
4. Formato de Tabla: Desplazarse línea a línea a naves de los datos de PID mientras se analiza la información. Buscar las caídas y tos picos repentinos de los valores. (Referirse al siguiente ejemplo de TP o hacer referente a Tablas y Grados del EEC-V en es la sección.) Observar et salio mayor en el voltaje de TP al desplazarse línea a línea a través de la información. Este ejemplo requiere ir a carrera suave y progresivo del pedal de acelerador durante el modo de Llave en Contacto Motor Apagado.
5. Formato de Grafico: Desplazarse línea a línea a través de los datos de PID mientras se analiza la información. Buscar las caídas o los picos repentinos en las líneas lineales que muestran la transformación de los valores al grafico lineal. (Referirse al siguiente ejemplo de TP o nacer referencia a Tablas y Gráficos del EEC-V en esta sección.) Observar el salto mayor en el voltaje de TP al desplazarse línea a línea a través de la información. Este ejemplo requiere una carrera suave y progresiva del pedal de acelerador durante el modo de Llave en Contactó Motor Apagado.

4.19. SEÑALES DE ENTRADA PERIFÉRICAS

“Algunas señales pueden requerir ciertos periféricos o ciertas herramientas auxiliares para ayudar en los diagnósticos.

En algunos casos, estos dispositivos pueden ser insertados en los jacks de medición de la herramienta de exploración o DVOM.

La NGS es capaz de registrar el valor de los jacks de medición de la I NGS mientras se almacena el valor desde los otros PID.

Por ejemplo, la conexión de un medidor: electrónico de presión de combustible para monitorear y registrar la lectura del voltaje de la presión del combustible, y para capturar los datos, ayudara a encontrar la falla. Se listan a continuación dos tipos de dispositivos periféricos disponibles²⁶.

- Adaptador Auxiliar de Multipuntos — AC, Bomba de Combustible (Rotunda 007-00023 o equivalente)
- Adaptador de Vacío/Presión de Combustible Electrónico — Erosión de Combustible, Vacío (Rotunda 007-00022 o equivalente)

4.20. COMPARANDO LOS DATOS DEL PCM

Luego de que se hayan adquirido los valores del PCM, será necesario determinar el área de la falla.

Típicamente, esto requerirá la comparación de los valores reales del vehículo con los valores típicos de las Tablas de Valores

Las tablas corresponden a las diferentes aplicaciones del vehículo (por ejemplo, modelo, motor, transmisión, etc.)

²⁶ Manual de Fuel Injection FORD DE BEN WATSON, México DF, publicado por PRENTICE-HALL, HISPANOAMERICANA S.A. 1994, Primera Edición.

Referirse a la siguiente tabla:

LECTURAS DEL 3.8L WINDSTAR/30 MPH

Circuito	Valores de PID Correctos y Conocidos	Valores de PID Reales del Vehículo
TP	0.8V	0.9V
ECT	0.6V	4.5V< Ejemplo de falla
IAT	2.8V	2.7V
DPFEGR	0.5V	0.5V

4.21. ANALIZANDO LOS DATOS DEL PCM

Una vez que se haya identificado la falla, deberá verificarse para determinar si el cableado o componente esta en falla.

Al efectuarse las mediciones del circuito y componente, asegurarse de que todos los l accesorios y las luces de capo, techo y del baúl estén apagadas.

Usar cualquiera de los siguientes métodos para diagnosticar un dispositivo o circuito sospechoso del PCM. Algunos métodos son particulares a cierto tipo de dispositivo del PCM.

- Cambiar la Condición para Causar una Respuesta por Serial de Entrada
- Cambiar la Serial de Entrada y Verificar la Respuesta de la Serial de Salida
- Modo de Prueba de Serial de Salida/Prueba de Clic (Solenoides/Relés)
- Resistencia de Bobina (Solenoides/Relés)

- Interrupciones del Mazo de Cables
- Cortos del Mazo de Cables

4.22. CAMBIAR LA CONDICIÓN PARA CAUSAR UNA RESPUESTA POR SERIAL DE ENTRADA

El propósito es el verificar que el sensor reciba y responda a los cambios.

1. Seleccionar, visualizar y registrar al o los PID correspondientes del sensor.
2. Crear la condición o causar la condición para el cambio.
3. Si la lectura cambia correctamente, entonces este deber estar operando correctamente.

Ejemplos:

- Visualizar PID de ECT mientras se calienta el motor.
- Deberá cambiar de un voltaje más alto (3.6V) para un motor frío, a un voltaje mas bajo al calentarse el motor (0.6V)
- Mover TP, observar el cambio de PID de TP.
- Presionar el pedal de freno, observar los estados de cambio da PID de BOO.

4.23. CAMBIAR LA SEÑAL DE ENTRADA Y VERIFICAR LA RESPUESTA DE LA SERIAL DE SALIDA

El propósito es el verificar como el PCM y el circuito del accionador responda a la señal de entrada del sensor.

1. Seleccionar, visualizar y registrar el o los PID correspondientes del sensor.
2. Crear la condición o causar la condición para el cambio.
3. Observar el cambio (la respuesta) en PID del accionador o en el circuito de (a serial del accionador medido por un dispositivo de medición).

Ejemplo:

- Incrementar TP bajo carga, observar PID de IAC y el cambio de circuito

4.24. PRUEBA DE CLIC (SOLENOIDES/RELÉS)

El propósito es el activar un solenoide o réle desde el PCM mediante la entrada del Modo de Prueba de Señal de Salida.

1. Llave en contacto.
2. Entrar el Modo de Prueba da Serial de Salida.
3. Conectar las señales de salida y luego desconectarlas.
4. Escuchar por el clic de conexión y desconexión de los relés. Si una caja de desconexión esta conectada al PCM, medir el circuito da control mientras se conectan y desconectan las señales de salida. Un cambio de voltaje superior a 4 voltios deberá ocurrir durante la transición de conectado a desconectado.

Ejemplo:

- Relé FP. relé WAC, relé del ventilador y relé da potencia del PCM.

4.25. RESISTENCIA DE BOBINA (SOLENOIDES/RELÉS)

El propósito es el medir el valor correcto de la resistencia de un dispositivo.

1. Llave desconectada.
2. Conector da Enlace de Datos (DLC) desconectado de cualquier herramienta de diagnóstico.
3. Desconectar el componente del mazo de cable del vehículo.
4. Usando un ohmiómetro y haciendo referencia a la Tabla de Valores de Resistencia Estática en las tablas y Gráficos del EEC-V al final da esta sección medir a través de los terminales del componente.

4.26. INTERRUPCIONES DEL MAZO DE CABLES

El propósito es el revisar el mazo de cables por circuitos abiertos.

1. Llave desconectada.
2. DLC desconectado de cualquier herramienta de diagnóstico.
3. Desconectar el componente del mazo de cable del vehículo.
4. Instalar la caja de desconexión.
5. Usando un ohmiómetro aislar el circuito en cuestión desde la caja de desconexión hacia la clavija del Conector del componente.
6. La lectura deberá ser inferior a 5 ohmios.

4.27. CORTOS DEL MAZO DE CABLES

1. El propósito es el revisar al mazo de cables por cortocircuitos (hacia tierra o potencia).
2. Solo llave desconectada.
3. DLC desconectado de cualquier herramienta de diagnóstico.

4. Desconectar et componente del mazo da cable del vehículo.
5. Usando un ohmiómetro, medir entre el circuito de serial y circuito de retorno de serial o circuito de tierra de potencia o potencia del vehículo.
6. Si la lectura es inferior a 10K ohmios, entonces los dos circuitos pueden estar en corto.

4.28. HOJA DE TRABAJO DE INFORMACIÓN DEL CLIENTE.

La Hoja de Trabajo de Información del Cliente en esta sección deberá ser completada por el cliente de manera que su descripción sobre los síntomas pueda ser entregada al técnico que trabaje en el vehículo.

4.29. ÍNDICE DE SÍNTOMAS

El índice de Síntomas en la Sección 4 lista todos los síntomas tratados en este manual y los números aplicables del Diagrama de Síntomas.

4.30. DIAGRAMAS DE SÍNTOMAS

Los Diagramas de Síntomas en la Sección 4 se utilizan al diagnosticar un síntoma. Cada diagrama está en orden de probabilidad, facilidad de ejecución y accesibilidad. Los diagramas de síntomas no son pruebas precisas; ellos guían al técnico a través de los diagnósticos.

4.31. SUBROUTINAS DE DIAGNÓSTICO

Las Subrutinas de Diagnostico en la Sección 5 contienen los procedimientos de prueba específicos.

Estos procedimientos tienen la intención de proveer una información rápida de los diagnósticos.

Los Diagramas de Síntomas harán referencia a estas pruebas cuando sea requerido.

4.32. TABLAS DE CÓDIGOS DE DIAGNÓSTICO DE AVERÍA (DTC) DEL TREN DE FUERZA

Las Tablas de Códigos de Diagnóstico de Avería (DTC) del Tren de Fuerza, proporcionan la información de la Prueba Precisa "ir a" para todos los DTC del tren de fuerza.

Se debe comenzar el diagnostico con la primera serial de salida del DTC, A menos que se indique de otra manera, las Pruebas Precisas

Cuando sea referido a una Prueba Precise, se debe leer Siempre la información al comienzo de la prueba precisa y examinar con atención el Esquema de Prueba Precisa.

4.33. PRUEBAS PRECISAS

Las Pruebas Precisas en la Sección 6 proporcionan los procedimientos de diagnostico, paso a paso, que se utilizan para precisar la cause de un síntoma del vehículo.

4.34. PERSPECTIVA DEL PROCESO DE DIAGNÓSTICO

1. Entender y verificar la queja.
2. Efectuar una inspección auditiva, visual y manual.
3. Efectuar el mantenimiento normal según sea requerido.
4. Verificar los Boletines de Servicio Técnico (TSB) o los mensajes de OASIS (de estar disponibles).
5. Localizar el problema del subsistema del vehículo que causa el síntoma mediante el uso de los Diagramas de Síntomas en la Sección 4.
6. Aislar la fuente siguiendo los pasos de la prueba precisa en este manual o en otros manuales de servicio.
7. Reparar la causa del problema.
8. Borrar los Códigos de Diagnostico de Avería (reposicionamiento del PCM) y reposicionar la Memoria de Mantenimiento (KAM) como se indique.
9. Verificar que el vehículo este operando correctamente y que se haya eliminado la queja original.

NOTA: Durante el diagnostico, de ser interrumpido el suministro de potencia hacia el PCM (por ejemplo, desconexión del PCM o de la batería del vehículo), ocurrirá un reposicionamiento del PCM y de KAM. Referirse a la Sección 2, Métodos de Diagnostico, Reposicionamiento del Modulo de Control del Tren de Fuerza (PCM) para obtener información adicional.

4.35. COMO USAR LOS PROCEDIMIENTOS DE DIAGNÓSTICO

Se debe usar la información sobre el problema de funcionamiento o emisiones del vehículo (desde la elaboración de servicio. Hoja de Trabajo de Información del Cliente, etc.)

Para tratar de verificar/recrear el síntoma. Si el síntoma es intermitente, se debe continuar a través del procedimiento de los Diagramas de Síntomas para ayudar a identificar el área del problema. También, refiérase a la información adicional de “Diagnósticos intermitentes” que le sigue a “Como usar los Procedimientos de Diagnóstico”.

Referirse al índice de Síntomas y escoger el síntoma que mejor describe al síntoma del vehículo (en caso de síntomas múltiples, seleccionar el más importante).

Ir al Diagrama de Síntomas indicado en el índice de Síntomas.

Comenzar el diagrama por el cuadro titulado “Comenzar”,

Efectuar todas las Revisiones Preliminares.

Ir al próximo cuadro del diagrama. Seguir las instrucciones en el cuadro.

Si el cuadro contiene un paso de prueba o una pregunta (sin una referencia fuera del mismo), efectuar el paso de prueba/responder a la pregunta y procede según se indique.

De ser enviado por el cuadro 8 un área específica para las pruebas (por ejemplo: Subrutinas de Diagnostico, un Paso de Prueba Precisa en este manual o un grupo del manual de servicio), ir a los - procedimientos.

Seguir las instrucciones indicadas en esos procedimientos, incluyendo indicaciones hacia otras pruebas, secciones, etc.

De encontrarse una pieza dañada repararla/reemplazarla según se indique.

De no encontrarse fallas y de haberse completado el diagnóstico en ese área, regresar al Diagrama de Síntomas y continuar con el próximo cuadro.

Durante el diagnóstico, de indicarse que se compruebe un sistema/componente que no es parte de ese vehículo, continuar al próximo paso o cuadro del diagrama.

Los Diagramas de Síntomas deben seguirse en el orden dado hasta alcanzar el símbolo de asterisco (*).

Aunque los cuadros del diagrama luego del asterisco están en orden de probabilidad, facilidad de ejecución y accesibilidad, el técnico no está obligado a apegarse a ese orden a partir de ese punto debido a las variaciones en el tipo de vehículo, historial de reparación del mismo o en la experiencia del técnico.

Si el Diagrama de Síntomas para el síntoma del vehículo ha sido completado y no se ha encontrado ningún problema regresar al índice de Síntomas para tratar del próximo síntoma más imponente.

Si todos los diagnósticos han sido completados y no se ha encontrado ningún problema.

4.36. TABLAS DE PRESION DE COMBUSTIBLE PARA EL DIAGNOSTICO.

Tabla IV.2 de Presión de combustible

Presión del combustible para automóviles		
	Motor	
	En vació	apagado
Motor	(Psi)	(Psi)
1.91 EFI	30 - 45	30 – 45
1.91 CFI	13 – 17	13 – 17
2.31 ohc EFI	30 – 45	30 – 45
2.31 TC EFI	30 – 55	30 – 55
2.31 HSC EFI	45 – 60	50 – 60
2.51 CFI	13 – 17	13 – 16
3.01 EFI	30 – 45	35 – 45
3.81 FWD EFI	30 – 45	35 – 45
3.81 RWD EFI	30 – 45	35 – 45
5.01 SEFI	30 – 45	35 – 45
5.01 MA SEFI	30 – 45	30 – 45
3.01 SHO SEFI	28 – 33	30 – 45
3.81 SC SEFI	30 – 40	35 – 45

Tabla IV.3 de Presión de combustible

Presión del combustible para camiones de trabajo ligero		
Motor		
	En vacío	apagado
Motor	(Psi)	(Psi)
2.31 EFI	30 – 45	35 – 45
2.91 EFI	30 – 45	35 – 45
3.01 EFI	30 – 45	35 – 45
4.91 EFI	45 – 60	50 – 60
5.01 EFI	30 – 45	35 – 45
5.81 EFI	30 – 45	35 – 45
7.51 EFI	30 – 45	35 – 45

V. CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DE ENTRENAMIENTO FORD.

5.1. INTRODUCCIÓN.

El diseño y construcción el módulo de entrenamiento de inyección electrónica FORD, tiene la misión de obtener y determinar parámetros de funcionamiento del sistema en forma experimental.

Ford ha tenido presencia en Ecuador desde temprano en el siglo pasado. Desde cuando los camiones y productos Ford transitaban por la naciente estructura vial del Ecuador, los productos Ford han gozado de una amplia aceptación. El Ecuatoriano ha visto cómo la marca del óvalo ha ofrecido, década tras década, los modelos de última generación que estaban disponibles mundialmente, los cuales han llegado a ser parte de su cotidianidad

Desde que se firmó el pacto Andino entre Ecuador, Colombia y Venezuela, y aprovechando la ubicación de la planta de manufactura de Ford en Valencia Venezuela, Ford Andina comenzó a aprovechar las condiciones de impuestos más beneficiosas para mejorar la competitividad y oferta de productos para el mercado de Ecuador. Como ejemplos del éxito de la nueva época iniciada con el acuerdo Andino, está la introducción de la Explorer y la F150, vehículos que se consolidaron como líderes en su segmento desde su lanzamiento.

Desde el año 2000 y coincidiendo con un importante desarrollo de la Economía y la industria Ecuatoriana, Ford complementó su portafolio de producto con vehículos de último momento como la nueva Ranger Courier, la Explorer 2 puertas, la F150 Súper Cab y la Sport Trac.

Ford en Ecuador ha estado representada a través de dos concesionarios-distribuidores; Quito Motors en la sierra y Orgu en Guayaquil. A través des estos concesionarios-distribuidores, en los últimos años se han conducido una serie de acciones orientadas a mejorar la representación de la marca en lo referente a mejoras en vitrinas, establecimiento de talleres, stock de repuestos e imagen Corporativa.

5.2. ANTECEDENTES.

El proyecto responde al deseo de realizar una investigación de la operación, funcionamiento y mantenimiento de sistemas electrónicos de inyección gasolina FORD EEC modelos 2000 en adelante, así como una correcta selección, instalación y utilización de componentes que son aplicados en circuitos de esta marca.

Con la construcción de este módulo de pruebas de inyección electrónica, el estudiante podrá prepararse de forma adecuada para posteriormente enfrentarse a problemas reales en la vida práctica.

5.3. OBJETIVO GENERAL.

Diseñar y construir un módulo de entrenamiento de inyección electrónica FORD para el desarrollo de prácticas en el laboratorio de autotrónica

5.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Seleccionar de elementos eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos, para la construcción del banco de pruebas.

- Obtener los parámetros de operación y funcionamiento de los sistemas de inyección electrónica FORD EEC modelos 2000 en adelante.
- Diagnosticar en forma técnica el estado de los elementos del sistema de combustible y vincular de manera real con los problemas que se presenten en la práctica.
- Determinar el tipo de actuadores, sensores y elementos de los subsistemas: de alimentación, aire de control electrónico y autodiagnóstico de los vehículos FORD con inyección de gasolina.
- Generar un programa de entrenamiento, para que los docentes, los estudiantes, profesionales, técnicos y mecánicos relacionados con la mecánica automotriz, interesados en adquirir conocimientos técnicos en lo referente a inyección electrónica FORD EEC modelos 2000 en adelante.

5.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Se desea diseñar y construir un módulo de entrenamiento de inyección electrónica FORD, con el objetivo que el estudiante pueda adquirir conocimientos destrezas y habilidades al realizar sus prácticas en este módulo.

Una vez que el estudiante domine el conocimiento y funcionamiento de este módulo estará capacitado para enfrentar situaciones reales en vehículos que posean un sistema similar al descrito en este proyecto.

Para la construcción de este proyecto se ha realizado un extenso estudio e investigación del mismo, basado en el sistema de inyección electrónica de la FORD, con el fin de conocer a cabalidad la teoría del funcionamiento del sistema para luego llevarlo a la práctica en la construcción del módulo de pruebas.

Para llevar a cabo el proyecto se requiere de todos los elementos del sistema de inyección electrónica de la FORD y una vitrina porta equipo diseñada para contener a dichos elementos.

5.2. JUSTIFICACIÓN.

Se procedió a la realización de este proyecto debido a la necesidad de mayor equipamiento del laboratorio, ya que con el avance de la tecnología dicho laboratorio se ha ido quedando sin los medios suficientes para capacitar adecuadamente a los estudiantes.

5.3. INFORMACION GENERAL.

El módulo consta de todos los sensores y actuadores que conforman el sistema de inyección electrónica FORD y componentes de subsistemas adicionales. Todos los aditamentos están ubicados en una vitrina porta equipo, constituida por una estructura de acero conformada por tubos, la cual soporta dos chapas de madera aglomerada en la parte frontal y un par de puertas corredizas en la parte posterior.

Para que sea rápida la identificación de cada componente, existen adhesivos junto a cada sensor, actuador y demás componentes de los diferentes subsistemas con la finalidad de poderlos identificar y saber cuales son las pruebas a realizar sobre los mismos.

Todos los sensores poseen borneras, por medio de las cuales se hace fácil para el estudiante la toma de datos de los diferentes componentes del módulo de pruebas.

5.4. COMPONENTES UTILIZADOS.

Tabla IV.1 Componentes del módulo

COMPONENTES DEL MÓDULO DE PRUEBAS			
Elementos	Cantidad	Características	Costo Aprox.
Sensor de Presión en el Colector (MAP)	1	5V	100 USD
Sensor de Temperatura del Líquido Refrigerante (WTS)	1	0V	80 USD
Sensor de Posición de la Mariposa de Aceleración (TPS)	1	5V	130 USD
Sensor de Temperatura del Aire de la Admisión (ATS)	1	3.8 – 3.9V	40 USD
Sensor de Oxígeno (HEGO).	1	0.1 – 0.9V	120 USD
Sensor De Rotación/ref. (CAS).	1	500 OHMS	120 USD
Motor paso a paso (ISC)	1	40 OHMS	70 USD
Inyector	6	5 - 20 ohms	110 USD
Probetas	6	Escala de 0 - 1000 cc	9 USD
Manómetro de presión	1	Escala de 0 a 100 PSI	10 USD
Mangueras de presión de combustible.	3m	Cap max. hasta 30 PSI.	5 USD
Bomba de Combustible	1	70 PSI	60 USD
Filtro de combustible	1	MICROFILTRADO	7 USD
Tanque de combustible	1	Capacidad 1 galones	3 USD
Batería	1	12V, 400Ah, 60A	30 USD
Calentador de agua	1	110V	4 USD
Cables	S/N	Tipo automotriz	15 USD
Relé	1	12V,30A	4 USD
Switch	1	3 Posiciones	3 USD
Motor del sistema	1	110V, 60 Hz	15 USD

5.5. CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO DE PRUEBAS.

Primero realizamos la construcción de la vitrina porta equipo la cual está ubicada sobre un soporte de tubo de sección cuadrada con ruedas que facilitan su movilidad, la vitrina posee paredes de madera enchapada fijas en la parte frontal y puertas corredizas en la parte posterior.

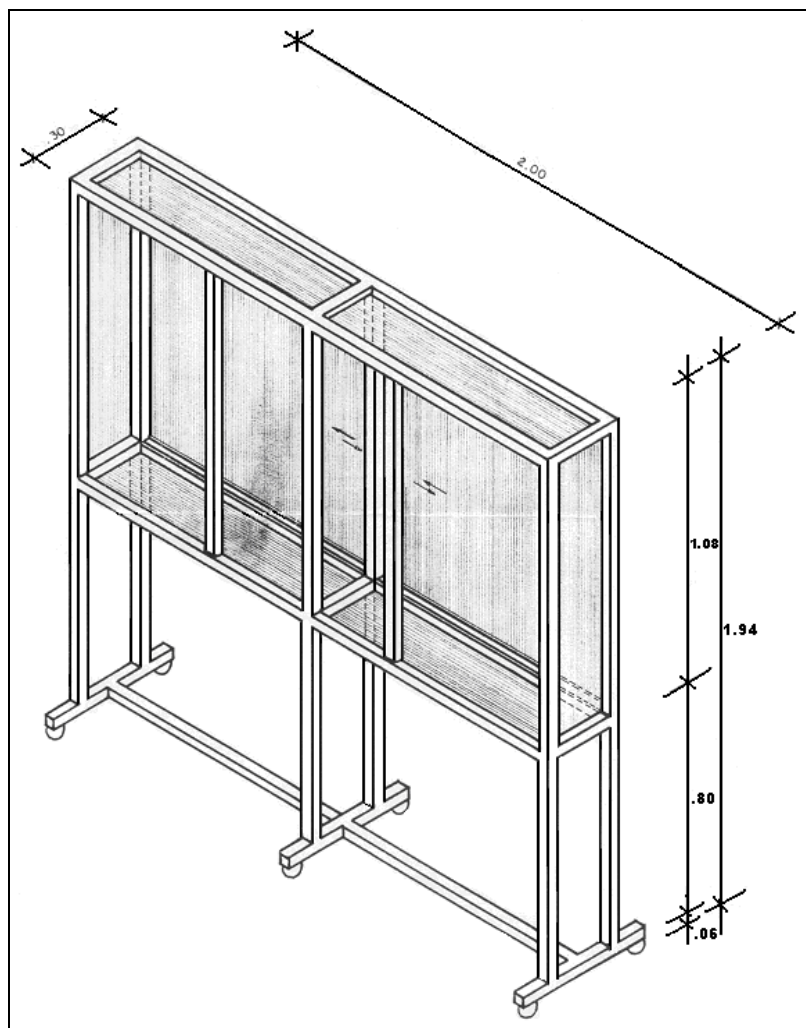


Figura 5.1 Vitrina porta equipo

Sobre esta vitrina se colocaran los diferentes elementos de tal forma que al funcionar el sistema simule exactamente los mismos parámetros que se dan en un vehículo real.

El módulo está dividido en dos secciones, la una sección está destinada a la parte de inyección de combustible y la otra para los diferentes sensores y actuadores del sistema.



Figura 5.2 Tablero de Pruebas

En primer lugar se procedió a instalar la parte de inyección de combustible colocando el riel de inyección con sus respectivos inyectores y el regulador de presión, fijándolos al tablero mediante pernos.



Figura 5.3 Riel de Inyección

Luego construimos un soporte para las probetas para determinar el caudal de los inyectores.

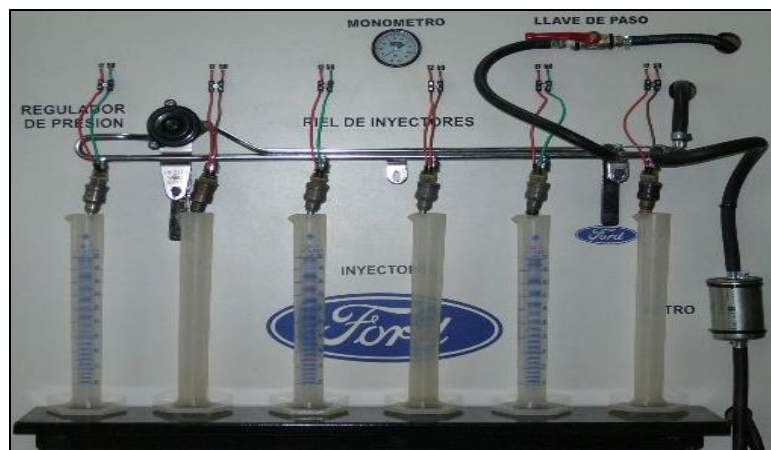


Figura 4.4 Soporte de probetas

Se instaló un manómetro para medir la presión de inyección, para lo cual se realizó un orificio en el tablero del diámetro del manómetro, con la ayuda del taladro y una herramienta especial.



Figura 4.5 Manómetro

Posteriormente colocamos en el circuito hidráulico de retorno de combustible una llave de paso, para interrumpir el retorno y de esta manera medir la presión de la bomba y la presión regulada.



Figura 4.6 Llave de paso

La construcción del circuito hidráulico de alimentación de combustible se la realizó mediante mangueras las cuales absorben el combustible del tanque por medio de la bomba que está sumergida y haciendo pasar el combustible a través de un filtro para dirigirlo hacia el riel de inyectores.



Figura 4.7 Deposito de combustible.

La bomba se encuentra sujeta por medio de una manguera con una abrazadera y por los cables que generan voltaje, dentro del tanque para su funcionamiento



Figura 4.8 Bomba de combustible

El filtro fue colocado en el tablero, con correas para su seguridad, como también en sus dos extremos fueron acoplados mangueras para el paso de combustible desde la bomba hasta los inyectores.



Figura 4.9 Filtro de combustible.

La Unidad de Control Electrónico se colocó en la parte superior del tablero con la ayuda de abrazaderas construidas a la medida del ECU.



Figura 4.10 ECU

Para facilitarnos la conexión de la computadora con los diferentes sensores que conforman el módulo de entrenamiento utilizamos borneras, cables de varios colores y numeración para identificar cada uno de las salidas de ECU



Figura 4.11 ECU

En el colector de admisión se encuentran ubicados el TPS (Sensor de posición de la mariposa) y la válvula IAC de ralentí.



Figura 4.12 Sensor TPS

Posteriormente utilizamos un circuito, el cual está realizado con resistencias, integrados, leed, potenciómetros, condensadores, y demás elementos electrónicos, el cual va a ser encargado de determinar la ubicación de los pistones, para que mediante este parámetro de funcionamiento se produzca la señal hacia la PCM, para que esta genere los pulsos de activación de los inyectores.

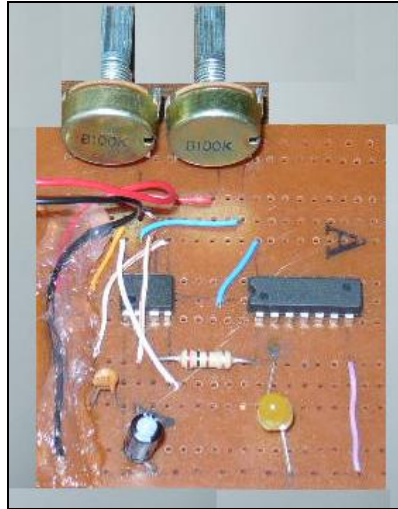


Figura 4.13 Circuito

El sensor WTS se lo ubicó dentro de un vaso graduado, junto con un calentador de agua que consta de un interruptor para su activación, para simular la temperatura del líquido refrigerante.



Figura 4.14 Sensor WTS

El sensor ATS está ubicado en la parte superior del tablero, introducido en la manguera de admisión de aire. Se colocó una secadora en la parte posterior de la manguera de admisión de aire, dentro del tablero, con el fin de simular la temperatura del aire de admisión.



Figura 4.15 Sensor ATS

El sensor de oxígeno se instaló al tablero mediante pernos y abrazaderas. Luego procedimos a conectar sus salidas, a unas borneras las cuales están conectadas a los diferentes códigos del ECU, para su funcionamiento.



Figura 4.16 Sensor EGO

El sensor MAP está sujetado al tablero por medio de pernos, como también a unas borneras para que esté en contacto con el ECU, para su funcionamiento.



Figura 4.17 Sensor MAP

Se implementó un switch de ignición para facilitar el encendido del módulo y una lámpara para simular la luz de anomalía.



Figura 4.18 Switch

Una vez que estuvieron colocados los sensores y actuadores en el tablero se realizó la instalación eléctrica con la ECU de acuerdo al diagrama eléctrico. Junto a cada sensor y actuador se colocó borneras por la línea de cables del circuito para facilitar la toma de datos.

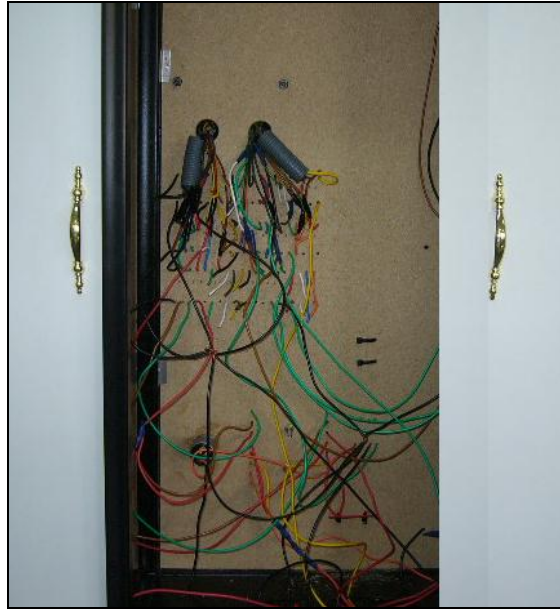


Figura 4.19 Cableado del módulo

GUIAS DE LABORATORIO.

PRÁCTICA No. 1: SENSOR DE LA TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE.

Carrera de Ingeniería Automotriz – ESPE										
Práctica No. 1										
							Sensor de la temperatura del refrigerante			

OBJETIVOS:

- Determinar el voltaje de señal y el voltaje de referencia del sensor.
- Conocer la manera de realizar el autodiagnóstico en el módulo.

EQUIPO NECESARIO:

- Módulo de entrenamiento FORD.
- Multímetro análogo o digital.
- Lámpara de pruebas.
- Termómetro

MARCO TEÓRICO:

El sensor de temperatura del refrigerante es un termistor NTC, lo cual quiere decir que es una resistencia que varía con la temperatura en forma inversa, es decir que a mayor temperatura menor resistencia y viceversa. Al suministrar un voltaje de referencia (5V) el voltaje de señal hacia la ECU irá variando de acuerdo a la resistencia.

PROCEDIMIENTO:

1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.
2. Luego procedemos ha encender la niquelina para dar temperatura al

agua y así poder observar como cambian los valores de resistencia y voltaje.

3. Con el sensor desconectado y la ayuda de un termómetro, verificar la resistencia del sensor a 40, 60, 80 y 100 grados centígrados y registrar los valores en la tabla.

Tabla 1. Resistencia del sensor

TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE (°C)	VALORES DE RESISTENCIA (Ω)
40	
60	
80	
100	

4. Con el sensor conectado y voltaje de referencia de 5V, verificar el voltaje de señal hacia la computadora a 40, 60, 80 y 100 grados centígrados, y registrar los resultados en la tabla.

Tabla 2. Voltaje de Señal

TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE (°C)	VALORES DE VOLTAJE (V)
40	
60	
80	
100	

5. Con el sensor desconectado poner el interruptor en la posición de encendido y observar las pulsaciones de la lámpara check engine. ¿Cuál es el código que se registra?

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Realice los diagramas V vs T y R vs T con los datos obtenidos en las tablas 1 y 2



PREGUNTAS:

1. ¿Qué valor de resistencia marca el sensor de temperatura del refrigerante?
2. ¿En que condiciones de funcionamiento del motor la resistencia y voltaje son bajos?
3. ¿En que condiciones de funcionamiento del motor la resistencia y voltaje son altos?

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

BIBLIOGRAFÍA

PRÁCTICA No. 2: SENSOR DE LA MARIPOSA DE ACELERACIÓN.

Carrera de Ingeniería Automotriz – ESPE										
Práctica No. 2										
							Sensor de posición de la mariposa de aceleración			

OBJETIVOS:

- Determinar el voltaje de señal y el voltaje de referencia del sensor.
- Conocer la manera de realizar el autodiagnóstico en el módulo.

EQUIPO NECESARIO:

- Módulo de entrenamiento FORD.
- Multímetro análogo o digital.
- Lámpara de pruebas.

MARCO TEÓRICO:

El sensor de posición de la mariposa de aceleración (TPS), está constituido por un potenciómetro, que está sujeto a la prolongación del eje de la mariposa de aceleración, de forma que giran conjuntamente. Cuando el conductor presiona el pedal del acelerador, gira la mariposa y también el potenciómetro, lo que hace variar su resistencia interna. De esta manera varía el voltaje de señal a la ECM de acuerdo a la resistencia, cuando la computadora suministra al TPS un voltaje de referencia de 5 V.

PROCEDIMIENTO:

1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.
2. Con el sensor desconectado realizar la medición de los diferentes valores de resistencia, girando manualmente la mariposa de aceleración, en las posiciones totalmente abierta, a media carga y

totalmente cerrada y registre los valores en la tabla 1.

Tabla 1. Resistencia del sensor

POSICIONES DE LA MARIPOSA	VALORES DE RESISTENCIA (Ω)
Totalmente abierta	
Media carga	
Totalmente cerrada	

3. Con el sensor conectado verifique el voltaje de referencia y registre ese valor en la tabla 2.

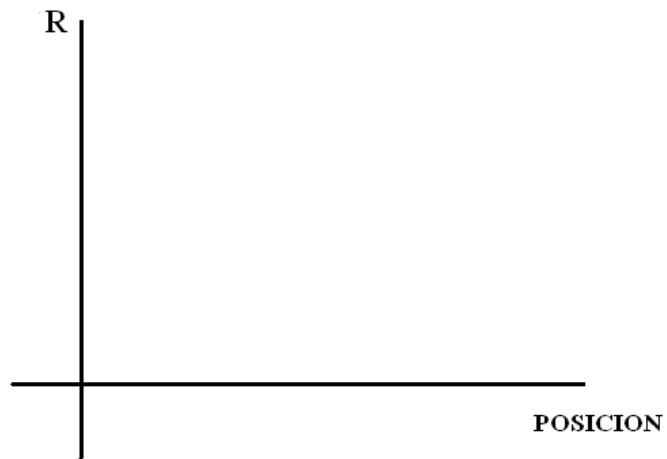
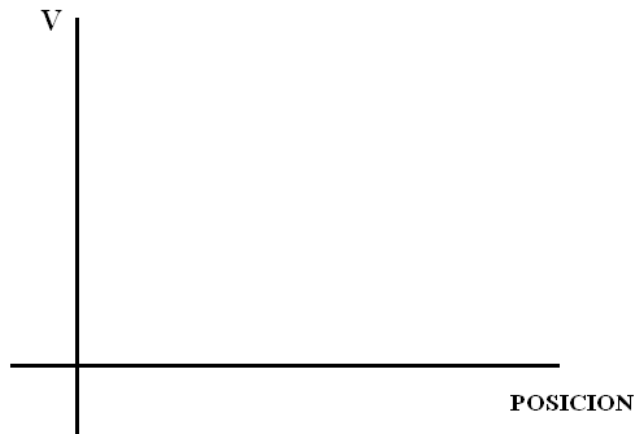
Tabla 2 Voltaje de referencia

POSICIONES DE LA MARIPOSA	VALORES DE VOLTAJE (V)
Totalmente abierta	
Media carga	
Totalmente cerrada	

4. Verifique el voltaje de señal a la ECM en las diferentes posiciones de la mariposa de aceleración y registre dichos valores en la tabla 2.
5. Con el sensor desconectado poner el interruptor en la posición de encendido y observar las pulsaciones de la lámpara check engine. ¿Cuál es el código que se registra?

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Realice los diagramas V vs posición de la mariposa y R vs posición de la mariposa utilizando los valores de las tablas 1 y 2



PREGUNTAS:

1. ¿Cuáles son los valores de resistencia que se miden en el TPS?
2. ¿Cuáles serían los síntomas de un auto en el cual no funcione el TPS?
3. ¿Cuál es el valor del voltaje de referencia del TPS?
4. ¿Cuál es el valor del voltaje de señal del TPS en máxima y en mínima aceleración?

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

BIBLIOGRAFÍA

PRÁCTICA No. 3: SENSOR DE PRESIÓN EN EL COLECTOR.

Carrera de Ingeniería Automotriz – ESPE										
Práctica No. 3										
							Sensor de Presión en el Colector			

OBJETIVOS:

- Determinar el voltaje de señal y el voltaje de referencia del sensor.
- Conocer la manera de realizar el autodiagnóstico en el módulo.

EQUIPO NECESARIO:

- Módulo de entrenamiento FORD.
- Multímetro análogo o digital.
- Lámpara de pruebas.
- Bomba de vacío.

MARCO TEÓRICO:

El sensor MAP detecta las variaciones de presión en el interior del múltiple de admisión y con ello determina la cantidad de aire que ingresa al motor.

El sensor de presión en el colector, transforma las variaciones de presión en variaciones de voltaje. El sensor MAP consta de un diafragma hecho de material aislante en cuyo interior se encuentra un puente de resistencia, formado por sensores piezoeléctricos sensibles a las deformaciones del diafragma.

PROCEDIMIENTO:

1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.
2. Con el sensor desconectado mida el voltaje de referencia que llega al sensor y registre este valor.
3. Con el sensor conectado y con la ayuda de la bomba de vacío, medir los valores de voltaje para 5, 10, 15 y 20 pulg. Hg. y registre los valores en la tabla 1.

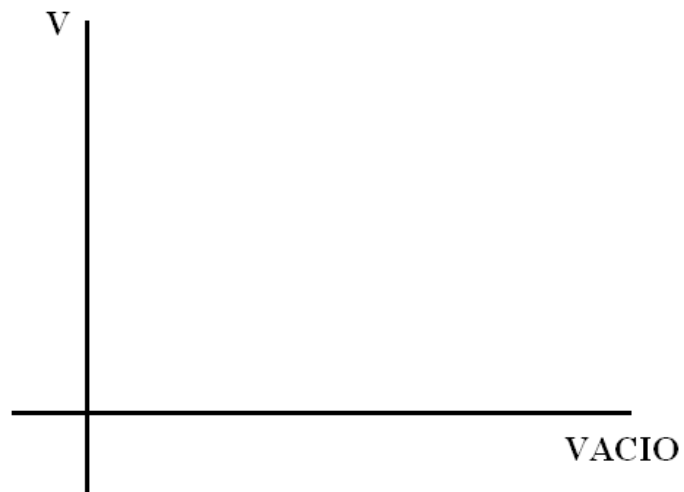
Tabla 1. Voltaje de señal

VALORES DE VACIO (pulg. Hg.)	VALORES DE VOLTAJE (V)
5	
10	
15	
20	

4. Verifique el voltaje de señal a la ECM en las diferentes posiciones de la mariposa de aceleración y registre dichos valores en la tabla IV.5
5. Con el sensor desconectado poner el interruptor en la posición de encendido y observar las pulsaciones de la lámpara check engine. ¿Cuál es el código que se registra?

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Realice los diagramas valores de vacío vs voltaje utilizando los valores de la tabla V.6.



PREGUNTAS:

1. ¿Qué sucede con los valores de voltaje cuando el auto está a nivel del mar?
2. ¿Cuáles serían los síntomas del auto si el MAP está cortocircuitado o abierto en un motor?
3. ¿En que condiciones de funcionamiento del motor el voltaje es alto?

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

BIBLIOGRAFÍA

PRÁCTICA No. 4: SENSOR DE TEMPERATURA DEL AIRE DE LA ADMISIÓN.

Carrera de Ingeniería Automotriz – ESPE											
Práctica No. 4											
							Sensor de temperatura del aire de la admisión				

OBJETIVOS:

- Determinar el voltaje de señal y el voltaje de referencia del sensor.
- Conocer la manera de realizar el autodiagnóstico en el módulo.

EQUIPO NECESARIO:

- Módulo de entrenamiento FORD.
- Multímetro análogo o digital.
- Lámpara de pruebas.

MARCO TEÓRICO:

El sensor de temperatura del aire de admisión es un termistor NTC, o sea una resistencia que cambia con la temperatura, es decir que cuando el aire de admisión está frío la resistencia del sensor es alta y por lo tanto el voltaje de señal a la computadora será también alto. Cuando el aire esté caliente, la resistencia del sensor será baja y el voltaje de señal será también bajo.

PROCEDIMIENTO:

1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.
2. Luego procedemos ha encender la secadora de pelo para simular la temperatura del aire que ingresa al motor y así poder observar como

cambian los valores de resistencia y voltaje.

3. Con el sensor desconectado y la ayuda de un termómetro, verificar la resistencia del sensor a 20, 30, 40 y 50 grados centígrados y registrar los valores en la tabla 1

Tabla 1. Resistencia del sensor

TEMPERATURA DEL AIRE (°C)	VALORES DE RESISTENCIA (Ω)
20	
30	
40	
50	

4. Con el sensor conectado y voltaje de referencia al sensor, verificar el voltaje de señal hacia la computadora a 20, 30, 40 y 50 grados centígrados, y registrar los resultados en la tabla 2.

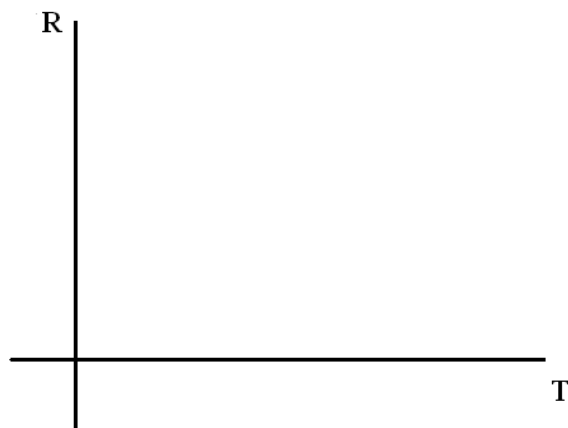
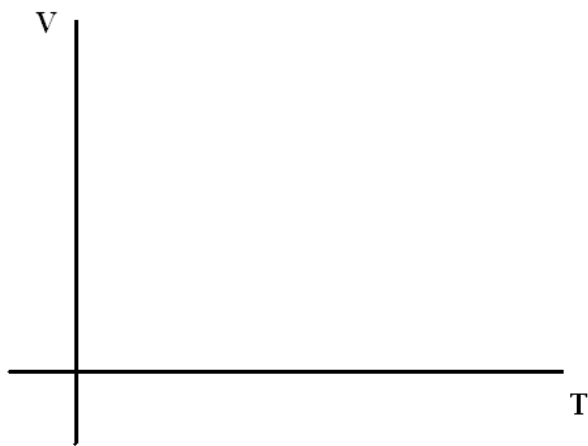
Tabla 2. Voltaje de señal

TEMPERATURA DEL AIRE (°C)	VALORES DE VOLTAJE (V)
20	
30	
40	
50	

5. Con el sensor desconectado poner el interruptor en la posición de encendido y observar las pulsaciones de la lámpara check engine. ¿Cuál es el código que se registra?

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Realice los diagramas V vs T y R vs T con los datos obtenidos en las tablas 1 y 2



PREGUNTAS:

1. ¿Cuáles son los valores de resistencia que se miden en el IAT?
2. ¿Cuáles serían los síntomas de un auto en el cual no funcione el IAT?
3. ¿Cuál es el valor del voltaje de referencia del IAT?

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

BIBLIOGRAFÍA

PRÁCTICA No. 5: SENSOR DE OXÍGENO.

Carrera de Ingeniería Automotriz – ESPE											
Práctica No. 5											
							Sensor de Oxígeno				

OBJETIVOS:

- Determinar el voltaje de señal del sensor.
- Conocer la manera de realizar el autodiagnóstico en el módulo.
- Conocer el funcionamiento del sensor.

EQUIPO NECESARIO:

- Módulo de entrenamiento FORD.
- Multímetro análogo o digital.
- Lámpara de pruebas.

MARCO TEÓRICO:

El EGO, detecta la cantidad de oxígeno existente en los gases de escape y envía una señal de voltaje a la computadora, la cual por medio de esta señal conoce si la mezcla (aire/combustible) está demasiado rica o demasiado pobre. El voltaje de señal varía de cero a un voltaje positivo, este valor se genera para el trabajo de la ECM.

El sensor de oxígeno constituye una fuente de voltaje por reacción química, como lo es la batería. Consta de un elemento de dióxido de zirconio, ubicado entre dos placas de platino, cuando el platino entra en contacto con el oxígeno ocurre una reacción química, en la que se

producen iones de oxígeno en las placas y el dióxido de zirconio se torna en un conductor eléctrico (electrolito) completándose la electrólisis.

Cuando existe una mayor cantidad de oxígeno en los gases de escape se formarán más iones y la diferencia de potencial entre ambas placas será menor, razón por la cual el voltaje de señal a la computadora también será menor, lo que indicará una mezcla pobre. Cuando existe una menor cantidad de oxígeno en los gases de escape, se formarán una menor cantidad de iones O_2 , lo que dará como resultado una mayor diferencia de potencial, razón por la cual el voltaje de señal a la ECM será mayor e indicará una mezcla rica.

PROCEDIMIENTO:

1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.
2. Calentamos el sensor hasta llegar a una temperatura parecida a la de funcionamiento, y ahí veremos como cambian los valores de este sensor de acuerdo a variación de temperatura.
3. Medir el voltaje de señal del sensor de oxígeno en condiciones de aire puro y aire con CO_2 y registrar los datos obtenidos en la tabla 1.

Tabla 1. Voltaje de señal

CONDICION DEL AIRE	VALORES DE VOLTAJE (V)
Aire puro	
Aire con CO_2	

4. Con el sensor desconectado poner el interruptor en la posición de encendido y observar las pulsaciones de la lámpara check engine.
¿Cuál es el código que se registra?

PREGUNTAS:

1. ¿Cuáles son los valores de resistencia que se miden en el HEGO?
2. ¿Cuáles serían los síntomas de un auto en el cual no funcione el HEGO?
3. ¿De qué manera varía el voltaje de señal del HEGO de acuerdo a la cantidad de oxígeno presente en los gases de escape?

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

BIBLIOGRAFÍA

PRÁCTICA No. 6: SENSOR DE ROTACIÓN CAS.

Carrera de Ingeniería Automotriz – ESPE										
Práctica No. 6										
							Sensor de Rotación CAS.			

OBJETIVOS:

- Determinar el voltaje de señal del sensor.
- Conocer la manera de realizar el autodiagnóstico en el módulo.

EQUIPO NECESARIO:

- Módulo de entrenamiento FORD.
- Multímetro análogo o digital.
- Lámpara de pruebas.
- Tacómetro óptico.

MARCO TEÓRICO:

La misión del sensor CAS es la de informar a la computadora la posición del cigüeñal con respecto al PMS, del primer cilindro, para de esta manera controlar el encendido y el punto de inyección de combustible.

El sensor de rotación es del tipo inductivo, consta de una bobina de alambre, un imán permanente y un núcleo de hierro, todos estos componentes están encapsulados en un cuerpo metálico o plástico. Cuando pasa un diente de la rueda reluctora por el sensor, atrae las líneas de fuerza del campo magnético que rodea al imán, conforme se mueven

las líneas, pasan a través de la bobina de alambre y genera un pequeño pulso de tensión.

La señal que el sensor envía a la computadora, es un voltaje de corriente alterna. La ECM transforma estas señales a ondas rectangulares que son procesadas.

PROCEDIMIENTO:

1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.
2. Hacemos girar la rueda reluctora controlando su velocidad con el acelerador.
3. Medir el voltaje de señal que da el sensor a diferentes velocidades de la rueda reluctora 600 rpm, 800 rpm, 1000 rpm y 1200 rpm, con la ayuda del tacómetro óptico y registramos los valores obtenidos en la tabla V.10

Tabla V.10. Voltaje de señal

VELOCIDADES DE LA RUEDA RELUCTORA (rpm)	VALORES DE VOLTAJE (V)
600	
800	
1000	
1200	

5. Con el sensor desconectado poner el interruptor en la posición de encendido y observar las pulsaciones de la lámpara check engine.
¿Cuál es el código que se registra?

PREGUNTAS:

1. ¿Cuáles son los valores de voltaje que se miden en el CAS?
2. ¿Qué pasaría si el sensor de rotación no funciona?

3. ¿Cuál es la distancia que hay entre el sensor CAS y la rueda reluctora?

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

BIBLIOGRAFÍA

PRÁCTICA No. 7: VÁLVULA IAC.

Carrera de Ingeniería Automotriz – ESPE										
Práctica No. 7										
							Válvula IAC.			

OBJETIVO

- Determinar el funcionamiento de la válvula IAC.
- Conocer el propósito de la válvula IAC dentro del sistema.
- Verificar la resistencia de los bobinados de la válvula.

EQUIPO NECESARIO:

- Módulo de entrenamiento FORD.
- Multímetro análogo o digital.

MARCO TEÓRICO:

La válvula de control de aire (IAC) ajusta la cantidad de aire, que le permite desviarse más allá de la válvula del acelerador en posición de marcha mínima, con el fin de mantener la velocidad apropiada mínima, o marcha en ralentí.

La válvula IAC es un motor paso a paso con cuatro terminales y dos bobinados, y es necesario comprobar la resistencia de los bobinados para determinar el estado de la válvula.

PROCEDIMIENTO:

1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.
2. Verifique el voltaje de alimentación de la válvula IAC y registre en la tabla 1
3. Verifique la continuidad en los bobinados de la válvula IAC y registre.
4. Verifique la continuidad en los bobinados de la válvula, conectando el multímetro en los terminales de dos en dos y registre estos valores en la tabla 1

Tabla 1. Resistencia de los bobinados

VOLTAJE DE ACTIVACION (V)	
RESISTENCIA 1 (Ω)	
RESISTENCIA 2 (Ω)	

5. Con los valores obtenidos determinar el estado de la válvula IAC.

PREGUNTAS:

1. ¿Cuál es el propósito de la válvula IAC en el sistema?
2. ¿Cuál es el voltaje de alimentación de la válvula?
3. ¿Qué sucede en el motor del vehículo al desconectar la alimentación de la válvula?

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

BIBLIOGRAFÍA

PRÁCTICA No. 8: COMPROBACIÓN DE LOS INYECTORES DEL SISTEMA

Carrera de Ingeniería Automotriz – ESPE										
Práctica No. 8										
							Comprobación de los inyectores del sistema			

OBJETIVOS:

- Determinar el funcionamiento correcto de los inyectores.
- Realizar todas las pruebas pertinentes para saber el estado de los inyectores.
- Verificar la resistencia de los inyectores
- Verificar el voltaje de activación de los inyectores

EQUIPO NECESARIO:

- Módulo de entrenamiento FORD.
- Multímetro análogo o digital.
- Lámpara de pruebas.
- Tacómetro.

MARCO TEÓRICO:

Los inyectores, son electro válvulas operados por solenoides y están encargados de pulverizar el combustible en los conductos del colector de admisión.

La presión de inyección es la misma que tiene la rampa de inyectores. El combustible ingresa al inyector a través de un pequeño filtro, circula por el interior, hasta llegar a un orificio, y luego pasa alrededor de la aguja del

inyector para luego terminar en el espacio anular de la tobera. La aguja del inyector es presionada a su base por un muelle o resorte, y sella la salida de combustible.

La ECM controla al inyector por medio de pulsos eléctricos, los que excitan a unas bobinas y atraen a un núcleo magnético que es solidario a la aguja del inyector, venciendo la resistencia del muelle, para abrir la salida del combustible y sea inyectado y pulverizado.

La cantidad de combustible que requiere ser inyectado según la carga del motor, depende del tiempo de abertura de los inyectores, esto depende a su vez del tiempo del pulso eléctrico que va entre 2 y 10 milésimas de segundo dependiendo de la velocidad

PROCEDIMIENTO:

1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.
2. Con el inyector desconectado y haciendo girar la rueda reluctora, verificar la existencia del pulso de activación, con la ayuda de la lámpara de pruebas. ¿Se enciende? (realizar para los cuatro inyectores)
3. Con el inyector desconectado y con la ayuda del voltímetro medir el voltaje de activación y registrar los valores de los cuatro inyectores en la tabla 1

	VOLTAJE(V)
INYECTOR 1	
INYECTOR 2	
INYECTOR 3	
INYECTOR 4	
INYECTOR 5	
INYECTOR 6	

Tabla 1 Voltaje de activación

4. Medir la resistencia de cada inyector con la ayuda del óhmetro y registrar los valores en la tabla 2.

	RESISTENCIA (Ω)
INYECTOR 1	
INYECTOR 2	
INYECTOR 3	
INYECTOR 4	
INYECTOR 5	
INYECTOR 6	

Tabla 2 Resistencia de los inyectores

5. Realizar a cada inyector las pruebas visuales de estanqueidad, caudal y ángulo de inyección y establecer de acuerdo a dichas pruebas el estado del inyector.
6. Medir la cantidad aproximada de combustible que pulveriza cada inyector, a 600rpm, 800rpm, 1000rpm y 1200rpm, con la ayuda de las probetas y el tacómetro óptico y registrar estos valores en la tabla 3

	CAUDAL (mm ³)	ESTANQUEIDAD (si/no)	PULVERIZACION
INYECTOR 1			
INYECTOR 2			
INYECTOR 3			
INYECTOR 4			
INYECTOR 5			
INYECTOR 6			

Tabla V 3 Cantidad de combustible

PREGUNTAS:

1. ¿Cuál es el ángulo de inyección más utilizado en los motores de gasolina?
2. ¿Cuál es el valor de voltaje de activación de los inyectores?
3. ¿Cuál es el tiempo que toma la inyección?

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

BIBLIOGRAFÍA

PRÁCTICA No.9: COMPROBACIÓN DE LA BOMBA Y SU CIRCUITO.

Carrera de Ingeniería Automotriz – ESPE										
Práctica No. 9										
							Comprobación de la bomba y su circuito			

OBJETIVOS:

- Determinar el funcionamiento de la bomba y su circuito.
- Comprobar cual es la presión de entrega de la bomba de combustible.
- Verificar la resistencia de la bomba.

EQUIPO NECESARIO:

- Módulo de entrenamiento FORD.
- Multímetro análogo o digital.
- Manómetro
- Lámpara de pruebas
- Bomba de vacío.

MARCO TEÓRICO:

. El circuito de alimentación de combustible, es conocido también como subsistema hidráulico, y su misión es la de suministrar el combustible a cada uno de los cilindros de una manera dosificada y controlada por la ECM.

Este sistema consta de los siguientes elementos: el tanque de combustible, una bomba eléctrica que va sumergida en el tanque, el filtro

metálico, la rampa o flauta, los inyectores, el amortiguador de oscilaciones, el regulador de presión y las cañerías de llegada y retorno del combustible.

La bomba eléctrica succiona el combustible del tanque a través de un prefiltro, para evitar que las impurezas dañen este elemento, luego el combustible es enviado hacia el riel de inyectores a través del filtro, para evitar que posibles suciedades dañen el sistema de alimentación.

La bomba es el elemento encargado de suministrar la presión y el caudal necesarios, pero como siempre la bomba está sobredimensionada en todos los sistemas tanto en la presión que se requiere como en el caudal de alimentación, se necesita de un regulador que tiene la función de mantener una presión estable en el sistema.

El regulador de presión a más de mantener la presión estable para la cual fue diseñado el sistema, permite el retorno del combustible hacia el tanque por la cañería de retorno al tanque.

Los inyectores están conectados a la flauta y gracias a que el combustible está a la presión regulada dentro del riel, el combustible es pulverizado al múltiple de admisión antes de la válvula en el momento que el inyector recibe el pulso eléctrico de la ECM y la electroválvula es abierta.

Por la acción de los inyectores al abrirse rápidamente las electroválvulas, se produce bajas instantáneas de la presión regulada lo que produce cavitación o pequeñas burbujas dentro de la flauta y para evitar este fenómeno se requiere del amortiguador de oscilaciones.

PROCEDIMIENTO:

1. Ponga el interruptor en la posición de encendido, simulando que el automóvil está en marcha.

2. Gire la rueda relectora controlando la velocidad con el acelerador, para activar el relé de la bomba y tener presión de combustible.
3. Revisar la presión de la bomba en el manómetro cerrando la llave del retorno y registre ese valor en la tabla 1 ¿Cuál es la presión de la bomba?
4. Conectar la bomba de vacío al regulador de presión, para simular una presión regulada a 5, 10, 15, 20 pulg. Hg. y verificar la presión regulada en el manómetro. ¿Cuáles son estos valores? Regístrelos en la tabla 1

Tabla IV. 14. Presión de combustible

	PRESION (PSI)
PRESION DE LA BOMBA	
	PRESION REGULADA
5 pulg. Hg.	
10 pulg. Hg.	
15 pulg. Hg.	
20 pulg. Hg.	

5. Mida la presión de inyección de combustible con la ayuda del manómetro, para cada uno de los casos de vacío en el regulador, utilizando la bomba de vacío. Registre los datos obtenidos en la tabla 2

Tabla 2. Presión de inyección

DEPRESION DE LA BOMBA DE VACIO (pulg. Hg.)	PRESION
5	
10	
15	
20	

PREGUNTAS:

1. ¿Por qué las bombas de combustible se encuentran sumergidas en el depósito?
2. ¿Cuál es el valor de presión que entrega la bomba?
3. ¿La presión que entrega esta bomba de combustible es regulada o no?
4. ¿Qué sucede con el funcionamiento del motor en un vehículo cuando se desconecta la toma de vacío del regulador?

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA.

PRÁCTICA No. 10: INSPECCIÓN DEL CIRCUITO DEL SISTEMA.

Carrera de Ingeniería Automotriz – ESPE										
Práctica No. 10										
							Inspección del circuito del sistema.			

OBJETIVOS:

- Conocer el funcionamiento del diagrama eléctrico en el módulo de pruebas.
- Familiarizarse con las diferentes conexiones.
- Conocer los valores de resistencia de los diferentes circuitos.

EQUIPO NECESARIO:

- Módulo de entrenamiento FORD.
- Multímetro análogo o digital.
- Lámpara de pruebas

MARCO TEÓRICO:

El diagrama eléctrico debe ser elaborado en base a la distribución lógica de los diferentes componentes del sistema (sensores, actuadores, etc.), con respecto a los pines que posee la computadora que a continuación se describe en las siguientes tablas.

Tabla 1. De Pines del FORD EEC IV

PIN	FUNCIÓN
1	Batería
2	No utilizado.
3	Sensor de velocidad del vehículo
4	No utilizado.
5	Masa – algunos modelos
6	No utilizado.
7	Sensor de temperatura del refrigerante del motor
8	No utilizado.
9	No utilizado.
10	Aire Acondicionado
11	No utilizado.
12	No utilizado.
13	No utilizado.
14	No utilizado.
15	Modulador de la transmisión – 1990-96
16	Masa – sin distribuidor/amplificador integral
17	Conector de transmisión de datos
18	Interruptor del pedal del freno
19	Relé /interruptor de cambio forzado
20	Masa
21	Válvula de control de aire de ralentí
22	Relé de la bomba de combustible
23	Conector de codificación de octanaje – si lleva
24	Conector de codificación de octanaje
25	Sensor de temperatura del aire de admisión
26	Sensor de presión absoluta del colector
27	No utilizado.
28	Conexión de ajuste de ralentí – cable azul/amarillo
29	Sensor calentado de oxígeno
30	Interruptor de posición de estacionamiento (P)/punto muerto(N)

31	Válvula
32	No utilizado.
33	Electroválvula de recirculación de gases de escape
34	Sensor de flujo de combustible
35	No utilizado.
36	Amplificador del encendido
37	Electroválvula de recirculación de gases de escape
38	No utilizado.
39	No utilizado.
40	Masa
41	No utilizado.
42	No utilizado.
43	Sensor calentador de oxígeno - izquierdo
44	No utilizado.
45	Sensor de presión absoluta del colector
46	Sensor de la posición de la mariposa
47	Sensor de la posición de la mariposa
48	Conector de transmisión de datos
49	Masa / Sensor de la posición de la mariposa 1993 -96
50	No utilizado.
51	Electroválvula de inyección de aire secundario de impulsos
52	Amplificador del encendido.
53	Modulador de la transmisión
54	Relé del embrague del compresor del aire acondicionado
55	No utilizado.
56	Amplificador del encendido / Sensor de posición del cigüeñal
57	Relé de control del motor
58	Inyectores grupo A
59	Inyectores grupo B
60	Masa

PROCEDIMIENTO:

1. Desconectar la batería
2. Desconectar los conectores del ECM
3. Verificar la continuidad entre cada pin del conector de la computadora y su respectivo sensor o actuador al que corresponda, para lo cual ayúdese de las tabla 1 y luego registre los valores obtenidos en la tabla V.2.

Tabla 2 Resistencia del circuito

PIN	FUNCIÓN	VALOR DE RESISTENCIA (Ω)
1	Batería	
2	No utilizado.	
3	Sensor de velocidad del vehículo	
4	No utilizado.	
5	Masa – algunos modelos	
6	No utilizado.	
7	Sensor de temperatura del refrigerante del motor	
8	No utilizado.	
9	No utilizado.	
10	Aire Acondicionado	
11	No utilizado.	
12	No utilizado.	
13	No utilizado.	
14	No utilizado.	
15	Modulador de la transmisión – 1990-96	
16	Masa – sin distribuidor/amplificador integral	
17	Conector de transmisión de datos	

18	Interruptor del pedal del freno	
19	Relé /interruptor de cambio forzado	
20	Masa	
21	Válvula de control de aire de ralentí	
22	Relé de la bomba de combustible	
23	Conector de codificación de octanaje – si lleva	
24	Conector de codificación de octanaje	
25	Sensor de temperatura del aire de admisión	
26	Sensor de presión absoluta del colector	
27	No utilizado.	
28	Conexión de ajuste de ralentí – cable azul/amarillo	
29	Sensor calentado de oxígeno	
30	Interruptor de posición de estacionamiento (P)/punto muerto(N)	
31	Válvula	
32	No utilizado.	
33	Electroválvula de recirculación de gases de escape	
34	Sensor de flujo de combustible	
35	No utilizado.	
36	Amplificador del encendido	
37	Electroválvula de recirculación de gases de escape	
38	No utilizado.	
39	No utilizado.	
40	Masa	
41	No utilizado.	
42	No utilizado.	
43	Sensor calentador de oxígeno – izquierdo	
44	No utilizado.	

45	Sensor de presión absoluta del colector	
46	Sensor de la posición de la mariposa	
47	Sensor de la posición de la mariposa	
48	Conector de transmisión de datos	
49	Masa / Sensor de la posición de la mariposa 1993 -96	
50	No utilizado.	
51	Electroválvula de inyección de aire secundario de impulsos	
52	No utilizado.	
53	Modulador de la transmisión	
54	Relé del embrague del compresor del aire acondicionado	
55	No utilizado.	
56	Amplificador del encendido / Sensor de posición del cigüeñal	
57	Relé de control del motor	
58	Inyectores grupo A	
59	Inyectores grupo B	
60	Masa	

PREGUNTAS:

1. En base a la tabla 2 dibuje el diagrama eléctrico del sistema de inyección electrónica correspondiente al módulo de pruebas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES.

- Con la información investigada durante este proyecto se pudo construir un módulo de entrenamiento y pruebas del Sistema de Inyección Electrónica Gasolina Ford EEC IV–V, como ayuda didáctica para los estudiantes y practicantes.
- El Sistema de Inyección Electrónica Gasolina Ford EEC IV–V, trabaja con un voltaje de referencia de 5 voltios para los sensores, un voltaje de señal que varía de acuerdo a las condiciones de operación y funcionamiento del motor y el conjunto de actuadores con un voltaje de 12 voltios.
- El Sistema de Inyección Electrónica Gasolina Ford EEC IV–V, está diseñado para economizar combustible y controla los niveles de contaminación ambiental producidos por los gases de escape mediante sistemas de diagnóstico a bordo.
- La señal para los pulsos para el control de la inyección es controlada mediante un circuito electrónico diseñado mediante elementos eléctricos y electrónicos simulando la señal que produce el sensor CAS (Sensor de posición del cigüeñal), puesto que esta indica cuando el motor necesita combustible de acuerdo a la posición de los pistones.
- Es de gran importancia que la derivación a tierra del módulo de Sistemas de Inyección Electrónica Gasolina Ford EEC IV V, esté perfectamente conectada y no presente falsos contactos para evitar mal funcionamientos del sistema.
- El Sistema de Inyección Electrónica Gasolina Ford EEC IV – V, para el diagnóstico de fallas, dispone de un subsistema autodiagnóstico que

permite obtener códigos de falla o DTC de dos y tres dígitos con la ayuda de la lámpara MIL “Luz Indicadora de Mal función”.

- El PCM “Modulo de Control del Tren de Potencia”, dispone de las tres memorias básicas que permite controlar con precisión los ajustes de los tiempos de inyección de combustible.
- El banco de pruebas es un material didáctico de gran ayuda para capacitar a profesionales, técnicos, estudiantes y más personas involucradas en el campo automotriz y especialmente en Sistemas de Inyección Electrónica Gasolina Ford EEC IV–V

RECOMENDACIONES.

- Para la utilización y comprensión del módulo se debe poseer conocimientos básicos de Electricidad y Electrónica Automotriz.
- Utilizar los diagramas de conexiones, para realizar cualquier tipo de conexiones y verificaciones, para no ocasionar daños al Sistema de Inyección Electrónica Gasolina Ford EEC IV – V.
- Es necesario verificar que el nivel de combustible en el tanque sea el adecuado, para evitar que la bomba de combustible sufra daños.
- Para borrar los códigos de falla, es necesario realizar la desconexión del borne negativo de la fuente de alimentación por un tiempo aproximado de treinta segundos
- Manipular lo menos posible el PCM, especialmente sus terminales de salida para evitar posibles fallos.
- Para evitar daños en los instrumentos de medición, durante el desarrollo

de las prácticas, realizar las conexiones como se indica en las guías de laboratorio.

- Al momento de realizar algún tipo de desconexión del sistema de alimentación de combustible, es necesario despresurizar el sistema, para evitar accidentes.

BIBLIOGRAFÍA.

- Watson Ben, Manual de Fuel Injection Ford. México, D.F: Prentice-Hall, 1994. Págs. 165.
- Castro, Miguel. Inyección de gasolina. Barcelona: Ceac, 1991. Págs. 302.
- Coello Serrano, Efrén. Sistema de inyección electrónica de gasolina. Quito América, 2005. Págs. 301
- Crouse. William H. Equipo eléctrico y electrónico del automóvil. México, D.F: Alfaomega/Marcombo, 1992, Págs. 466.
- Ford, Diagnóstico de control del tren de fuerza y de las emisiones, Publications department, Ford worldwide export operations, 2000.
- Autodata limited, 2004.

ANEXOS

ANEXO A:
PIN DATA Y
DIAGRAMAS FORD,
SIERRA – RANGER -
EXPLORER 2000.

ANEXO B:
PIN DATA Y
DIAGRAMAS FORD,
MONDEO 2000.

ANEXO C:
PIN DATA Y
DIAGRAMAS FORD,
GALAXI 2003.

ANEXO D:
PIN DATA Y
DIAGRAMAS FORD,
FOCUS 1.6, 2004.

LATACUNGA, NOVIEMBRE DEL 2006

REALIZADO POR:

DIEGO MAURICIO JAMI BANDA

COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

ING. JUAN CASTRO

SECRETARIO ACADÉMICO

DR. EDUARDO VÁSQUEZ