



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO ESPE - LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ.

**PROYECTO DE GRADO PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO DE EJECUCIÓN EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ.**

**“Instalación de un Sistema de Inyección
Electrónica Multipunto a un Motor GMC 5.7 lt.”**

Fabián E. Solano Martínez

José L. Fiallo Meza

Latacunga – Ecuador

2005

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los Srs. Fabián Eduardo Solano Martínez y José Luis Fiallo Meza bajo nuestra dirección y codirección.

Ing. Germán Erazo L.

Director

Ing. Julio Acosta.

Codirector

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado con mucho cariño a mis Padres y Hermano, quienes siempre fueron el pilar y apoyo invaluable para cumplir mis objetivos y así poder alcanzarlos.

A las personas que estuvieron junto a mi durante todo este tiempo ahogando esfuerzos para ayudarme y una dedicatoria muy especial a la persona que me acompañó durante estos años de arduo esfuerzo para ti Andrea.

Fabián E. Solano M.

AGRADECIMIENTO

A toda mi familia por su continuo apoyo, especialmente a mi hermano David Solano y Fernando Iza por su ayuda para la culminación del presente trabajo.

A mi Madre que ha sido una de las fuerzas que una persona debe tener para sobresalir de muchas circunstancias, la fuerza de persona para seguir adelante.

A la Escuela Politécnica del Ejército donde he aprendido a desenvolverme, por lo que me siento orgulloso de ser Ingeniero Automotriz.

A los Ingenieros que impartieron sus conocimientos a mi persona y nos adentraron en este mundo de la Mecánica Automotriz.

Fabián E. Solano M.

DEDICATORIA

En el presente trabajo va dedicada a mi Abuela, a mis Padres y Hermanas, quienes a pesar de la distancia fueron mi apoyo y aliciente para seguir adelante.

A los amigos que encontré durante mi carrera que me enseñaron y ayudaron a ser mejor cada día, pero muy especialmente a mi Hermano Felipe y a mi Tío Rodrigo.

José Luis Fiallo Meza.

AGRADECIMIENTO

A mis amigos Fabián Solano, Fernando Iza, Gabriel Suárez por su apoyo incondicional en todo momento.

Al Doctor Fabián Solano por la confianza y el apoyo prestado para la realización de este proyecto.

A la Escuela Politécnica del Ejercito lugar donde recibí la instrucción y los conocimientos fundamentales para la consecución de mi carrera.

A todas aquellas persona que me acogieron como familia en la ciudad de Latacunga.

José Luis Fiallo Meza.

TABLA DE CONTENIDOS

CERTIFICACION.	ii
INTRODUCCION,	xi
<u>I. EL MOTOR GMC 5.7 lt.</u>	
1.1 Datos generales del motor GMC V8.	1
1.2 Parámetros fundamentales del motor carburador.	4
1.3 Parámetros fundamentales del motor inyección.	5
1.4 Factores que influyen en el trabajo de los motores.	6
1.4.1 Eficiencia volumétrica.	7
1.4.2 El carburador.	8
1.4.3 La eficiencia volumétrica	8
1.4.4 La velocidad de flujo de combustible en la tobera.	8
1.4.5 El grado de atomización.	8
1.4.6 Proporción aire/combustible,	8
1.4.7 Tipo de múltiple de admisión.	8
1.5 Curvas características Carburador – Inyección.	9
<u>II. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN</u>	
2.1 Consideraciones para la adaptación.	11
2.2 Precauciones.	11
2.2.1 Instalación del chip.	13
2.3 Factibilidad del sistema.	14
2.4 Inyección electrónica de combustible Edelbrock	14
2.4.1 Introducción y generalidades del sistema de inyección.	14
2.4.2 Características del sistema Edelbrock.	15
2.5 Subsistemas del sistema de inyección de combustible.	15
2.6 Control eléctrico	16
2.6.1 Unidad de control electrónico (ECU).	16

2.6.2 Sensores.	17
2.6.3 Sensor de presión absoluta (MAP).	17
2.6.4 Sensor de temperatura de aire (MAT).	18
2.6.5 Sensor de temperatura del refrigerante(WTS).	19
2.6.6 Sensor de posición del acelerador(TPS).	20
2.6.7 Sensor de oxígeno(O2).	21
2.6.8 Sensor de efecto hall(CKP).	22
2.7 Actuadores	23
2.7.1 Módulo de ignición.	23
2.7.2 Control de aire mínimo (IAC).	24
2.7.3 Bomba de combustible.	24
2.7.4 Los inyectores.	25
2.8 Diagramas.	27
2.8.1 ECU	27
2.8.2 MAT	27
2.8.3 MAT	28
2.8.4 WTS	28
2.8.5 TPS	29
2.8.6 O2	29
2.8.7 Módulo de Ignición	30
2.8.8 IAC	30
2.8.9 Bomba de combustible	31
2.8.10 Inyectores	31
2.9 Subsistema de aire.	32
2.10 Subsistema de alimentación de combustible.	33
2.10.1 Regulador de combustible.	33
2.10.2 Filtro de combustible.	34
2.10.3 Línea de retorno de combustible.	34
2.11 Programación del sistema de inyección Edelbrock.	35

2.11.1 Diagramas de calibración con el módulo.	35
2.11.2 Modificaciones de la chispa.	36
2.11.3 Modificaciones de combustible.	37
2.11.4 Modificaciones de misceláneos.	38
2.12 Tabla de pines.	39

III. INSTALACION Y ADAPTACION DEL SISTEMA DE INYECCION

EDELBROCK

3.1 Antecedentes.	40
3.2 Justificación.	41
3.3 Objetivo general.	41
3.4 Objetivos específicos.	41
3.5 Metas del proyecto.	42
3.6 Precauciones para la instalación.	42
3.7 Múltiple de admisión y la altura del carburador vs inyección	43
3.8 Control de emisiones.	44
3.9 Requisitos para el combustible.	44
3.10 Chequeo de la transmisión automática	45
3.11 Limpieza del sistema.	46
3.12 Test para el distribuidor.	50
3.13 Reinstalación del distribuidor.	51
3.14 Amplificador de la ignición.	53
3.15 Comparación de parámetros fundamentales.	54
3.15.1 Consumo de combustible y emisiones.	54
3.15.2 Pruebas de operación.	57
3.16 Adaptaciones.	58
3.16.1 Sistema de aire.	58
3.16.2 Sistema de alimentación.	60

3.16.3 Sensores	64
<u>IV. ANALISIS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA PRO FLO 3500</u>	
4.1 Análisis de costos	69
4.2 Análisis de resultados.	70
4.3 Fichas técnicas de mantenimiento.	71
4.4 Autodiagnóstico.	73
<u>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	80
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	83
<u>ANEXOS</u>	84

INTRODUCCIÓN

Nuevos procedimientos y técnicas se han impuesto hoy en día en la mecánica de un automóvil. Con mucha variedad de equipos y dispositivos que mejoran el desempeño de un motor, disponen de un sistema de inyección electrónica que básicamente fue instalado en el motor tan tradicional y de buen funcionamiento hasta la actualidad pero no obsoleto de un motor con sistema a carburador.

Este tipo de instalaciones y adaptaciones se realizan con mucha efectividad en nuestro país.

Esta práctica se la lleva a cabo en los EE.UU. con una mano de obra especializada, pero que mejor dar a conocer nuestros verdaderos

conocimientos y aplicarlos de la misma manera en nuestro país para dar vida a estos motores de gran desempeño.

El motor a utilizar es un motor GMC 350 de 5.7 lt montado en una Chevy 1980, que también fue montado en el Camaro 1969, al aplicar esta instalación comprobaremos la reducción del consumo de gasolina, reducción de emisiones y el aumento de potencia en este motor con dicho sistema.

Se quiere recalcar que hasta la fecha de entrega de este proyecto el Ecuador no contaba con mano especializada en este tipo de instalaciones a este tipo de motores, es por eso que haremos valer los conocimientos adquiridos en esta institución de formación universitaria.

En el capítulo I nos indica datos generales del motor V8 tanto por conocer torque, tipo de carburador ajustes, características y capacidades de los sistemas, como también los detalles técnicos de este motor.

En el capítulo II trata del sistema de alimentación, consideraciones para la adaptación, precauciones para este tipo de instalación y su factibilidad.

En el capítulo III está la instalación completa del sistema, el diagrama de la inyección, prueba de operación, consumo y emisiones.

En el capítulo IV corresponde los cuadros de mantenimiento para respectivo buen funcionamiento del automotor.

Por último se indica algunas conclusiones y recomendaciones a fin de que sean consideradas por quienes usen este trabajo como fuente de consulta.

I. EL MOTOR GMC 5.7 lt.

1.1 DATOS GENERALES DEL MOTOR GMC V8

El motor GMC 5.7 litros está montado en el vehículo: Jimmy, 1980, tipo Blazer, dispone un sistema de alimentación por carburador de 4 gargantas, un sistema de encendido HEI, una distribución OHV de 2 válvulas por cilindro que funcionan por medio de taques hidráulicos.

A continuación detallamos las tablas de especificaciones tanto para proporcionar pares de apriete, para afinamiento y puesta a punto.

Tabla I.1 Características del motor GMC 5.7litros.

# Cilindros motor Cilindrada (pulg. Cub/cm. Cub)	Tipo de carburador	Potencia en caballos @ rpm	par @rpm (lbs-pie)
8-350 / 5700	4bbl	230@4000	320@2000

Tabla I.2 Dimensiones del motor GMC 5.7 litros.

Diámetro x carrera (pulg)	Relación de compresión	Presión de aceite @ 2000 rpm
4.000x3.480	8.2:1	45

Tabla I.3 Capacidades de lubricación motor y transmisión.

Cárter del motor con filtro nuevo (galón)	Transmisión automática (galón)
1 ¼	3 ¾

Tabla I.4 Capacidades de caja de transferencia, combustible y refrigeración.

Caja de transferencia (galón)	Depósito de gasolina (galones)	Sistema de refrigeración (galón)
3 ¾	31	4 ½

Tabla I.5 Puesta a punto del encendido.

Tipo de Bujías	Distancia electrodos (pulg)	Distribuidor
R45TS (AC Delco)- Champion 3813	0.45	Electrónico Tipo HEI

Tabla I.6 Puesta a punto del encendido.

Sincronización del encendido (grados) P.M.S	Presión de la bomba de combustible (p.s.i)	Velocidad al ralentí (r.p.m)
8	7-8.5	875

Tabla I.7 Dimensiones y holguras.

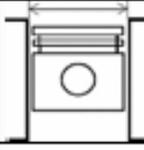
Aplicación Motor Modelo	Nº cil Diam. X Carrera	Nº de Juego SINTERMETAL	Nº de Pieza	Composición Piezas/ Pares
Application Engine Model	Nº Cyl Bore x Stroke	Engine Set Nº SINTERMETAL	Bearing Shell Nº	Set content Pieses/ Pairs
				
Engine Vehicular Eng.: 350 cu.in.	V 8 4x3,48	40-059/5B	41-059	1

Tabla I.8 Diámetros y Espesores.

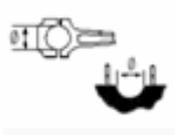
Diámetro del eje Standard	Diámetro del Alojamiento	Ancho Cojinete Standard	Espesor de Pared Standard	Luz de Aceite
Standard Shaft Diameter	Housing Bore	Standard Bearing Width	Standard Wall Thickness	Oil Clearence
Diametro Standard	Diametro Standard	Largura da	Espessura da Bronzina	Folga Vertical
Do Eixo	Do Alojamento	Bronzina	Standard	
				
2.0992/2.1000	2.2247/2.2252	0.842	0.0620	0.0012/0.0037
2.4483/2.4493	2.4606/2.6416	0.807	0,0955	0.0006/0.0036
2.4478/2.4488	2.4606/2.6416	1.718	0,0955	0.0011/0.0041

Tabla I.9 Dimensiones, Medidas.

Posición	Material	Parte No	Medidas
Cojinetes de Biela CR (8)	CL-77	CB-663P	P-1-2-10-20-30-40 & C-60
Árbol de Levas	B-4	SH-1090S	S-10-30
Cojinetes de Bancada	CL-77	MS-909P	P-1-2-10-20-30-40 & C-60
1-2-3-4	MB-2508P		
5	MB-2509P(F)		

1.2 PARÁMETROS FUNDAMENTALES DEL MOTOR CARBURADOR

Entre los parámetros fundamentales del carburador tenemos:

- Estequiometricidad de la emulsión de aire / combustible.
Este parámetro marca la proporción aire-combustible que debe ingresar en cada cilindro (14.7:1).
- Avance al encendido.
Este parámetro se mide en grados, y se lo ajusta con el distribuidor y una lámpara estroboscópica, el reglaje se encuentra en la polea del cigüeñal.
- Tipo de árbol de levas.
El árbol de levas es de tipo estándar ubicado en el block (OHV).
- Consumo de combustible.
El consumo de combustible es marcado por un carburador de 4 gargantas el cual alimenta al motor, determinando así un consumo aproximado de (15 Km/galón).

- Potencia y Torque.

Estos parámetros para el año de fabricación del vehículo son los normales y específicos para su funcionamiento que más adelante van a ser mejorados.



Figura 1.1 Motor GMC a carburador.

1.3 PARÁMETROS FUNDAMENTALES DEL MOTOR INYECCIÓN

Entre los parámetros fundamentales del sistema de inyección de gasolina tenemos:

- Tipo de sistema de inyección.

El tipo de inyección es un Pro-Flo M.P.F.I de la marca Edelbrock con un múltiple de admisión refrigerado por aire.

- Tipo de árbol de levas.

Este parámetro debe ser específico puesto que va relacionado con la memoria eprom a ser colocada en la ECU. (estándar).

- Tipo de combustible.

El combustible se debe utilizar de alto octanaje y sin plomo, el cual en nuestro país es la gasolina super de 90 octanos.

- Consumo de combustible.

El consumo de combustible mejora totalmente llegando a consumir aproximadamente en mezcla estequiométrica (39 Km/galón).

- Potencia y Torque.

Estos dos parámetros una vez instalado el sistema de inyección se obtuvo un rendimiento mayor, como tal un aumento de potencia y torque.



Figura 1.2 Motor GMC instalado el sistema de inyección M.P.F.I Edelbrock.

1.4 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL TRABAJO DE LOS MOTORES

La mezcla de aire-combustible se entrega en un motor a carburador en forma de emulsión, mientras que la mezcla se entrega en un motor con sistema de inyección pulverizada; la atracción más importante de la inyección de combustible tiene que encontrarse en las fallas del carburador. Así, el carburador es el punto de partida lógico para examinar exhaustivamente los principios de la inyección de combustible y del hardware.

Debido a que el carburador es en cierto sentido, el que deja entrar o evitar que entre el aire, es fácil ver que es el primer eslabón para controlar el ingreso del mismo al motor.

En teoría, con un sistema de inyección, las emisiones de gases deben reducirse, el consumo de combustible de igual forma, en cuanto al torque y la potencia debe aumentar en un 20 % aproximadamente.

Por lo tanto los factores influyentes son:

1.4.1 Eficiencia volumétrica.

Va en relación al tamaño del motor. Las razones principales por las que no se logra el 100% de esta eficiencia son las siguientes:

- Restricciones en el carburador y dobleces en el múltiple de admisión y el sistema de puerto que limita el flujo de gas a los cilindros.
- Calentamiento de la carga que entra por un puerto caliente de admisión o por otras partes calientes que estén próximas al múltiple de admisión. Ocasionando que la mezcla de aire / combustible se expanda antes de entrar a

los cilindros.

- Gases calientes en el escape, que quedan atrapados en el interior del cilindro después de la carrera de escape.

1.4.2 El carburador.

Mezcla la carga de combustible / aire, y distribuye esta mezcla a los cilindros por medio del múltiple de admisión.

1.4.3 La eficiencia del venturi.

Depende de la proporción de su longitud con su diámetro; la cantidad de combustible que se arrastra al Interior del motor depende de la magnitud de la caída de presión.

1.4.4 La velocidad de flujo de combustible en la tobera.

Aumenta más rápidamente que la caída de presión en el venturi. Esto quiere decir que el motor sería más y más rico a medida que sube la velocidad a menos que el carburador pudiera corregir en proporción de aire / combustible.

1.4.5 El grado de atomización.

Varía con los cambios en la velocidad y la carga del motor.

1.4.6 Proporción de aire/combustible.

Es de 14.7 partes de aire para una de combustible. La cual si podemos especificar como estequeométrica.

1.4.7 Tipo de múltiple de admisión.

Para motores con carburador, el múltiple de admisión tiene dos funciones principales:

- Debe suministrar cantidades iguales de mezcla de

combustible y aire a todos los cilindros.

- Debe asegurar que La mezcla posea las mismas características físicas y químicas en todos los cilindros.

1.5 CURVAS CARACTERÍSTICAS CARBURADOR. INYECCIÓN

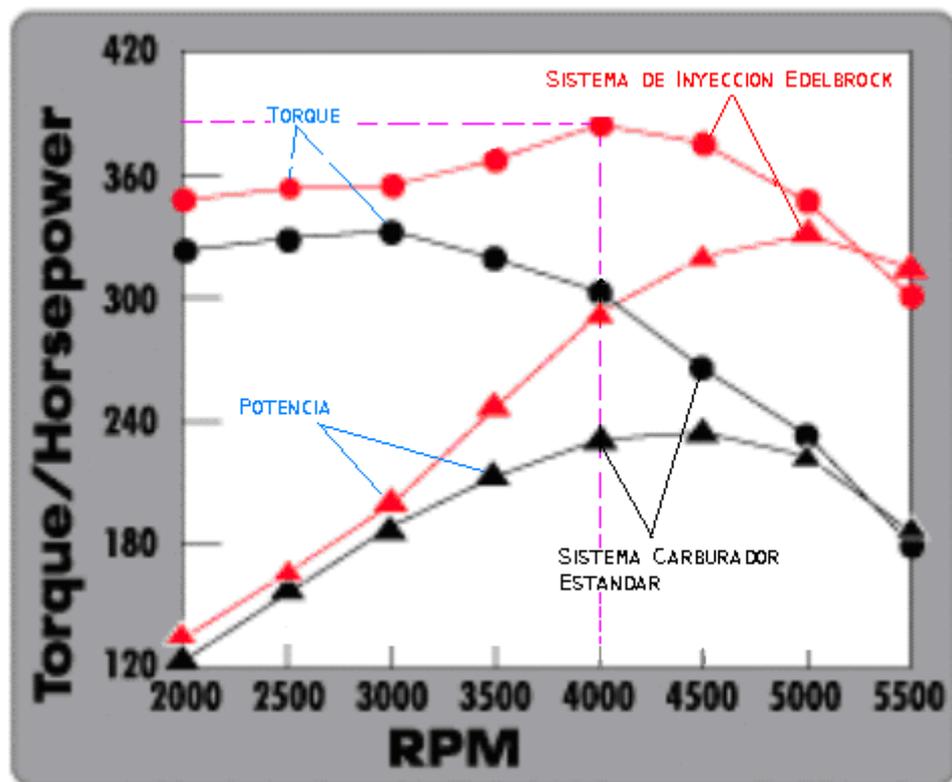


Figura 1.3 Curvas de Potencia y Torque

Tabla I.10 Datos de curvas de potencia y torque a carburador.

R.P.M	TORQUE Carburador	POTENCIA (HP) Carburador
2000	330	120
3000	340	190
4000	300	230

5500	180	190
------	-----	-----

Tabla I.11 Datos de curvas de potencia y torque a inyección.

R.P.M	TORQUE Inyección	POTENCIA (HP) Inyección
2000	350	130
3000	360	200
4000	375	285
5500	295	300

En las tablas y en las curvas se observa el incremento de potencia y torque que se obtiene aproximadamente con la instalación del sistema de inyección Pro-Flo M.P.F.I. de Edelbrock.

Además podemos tomar una relación de consumo de combustible entre 3500 – 4000 r.p.m. para obtener un porcentaje aproximado del aumento de potencia y torque el cual se encuentra entre el 20% y 25%, aumentando así también las características del motor.

II. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE EDELBROCK

2.1 CONSIDERACIONES PARA LA ADAPTACIÓN.

Como parámetros para optar por la instalación de este sistema de inyección electrónica se toman en cuenta las siguientes consideraciones:

- Estado del motor.- reparado, (estándar).
- El año de fabricación del vehículo.- 1980.
- El tipo de motor.- 8 cilindros en V con block corto.
- La marca del vehículo.- GMC.- equivalencia Chevrolet.
- La cilindrada del motor.- 5.700 cc (350 in).
- El árbol de levas con el que se cuenta en el motor.- estándar.



Figura 2.1 Motor GMC a carburador

2.2 PRECAUCIONES:

- Estado de la caja de cambios.- (automática).



Figura 2.2 Revisión de la caja automática.

- Estado de componentes de refrigeración.- radiador, bomba de agua, mangueras.
- Estado de cañerías rígidas de combustible.
- Limpieza del tanque de combustible.
- Revisión de la E.C.U. - chip (memoria EPROM), originalmente no manda la empresa hay que pedirla de acuerdo con el árbol de levas montado en el motor puesto que esto marca el desempeño correcto de la ECU.

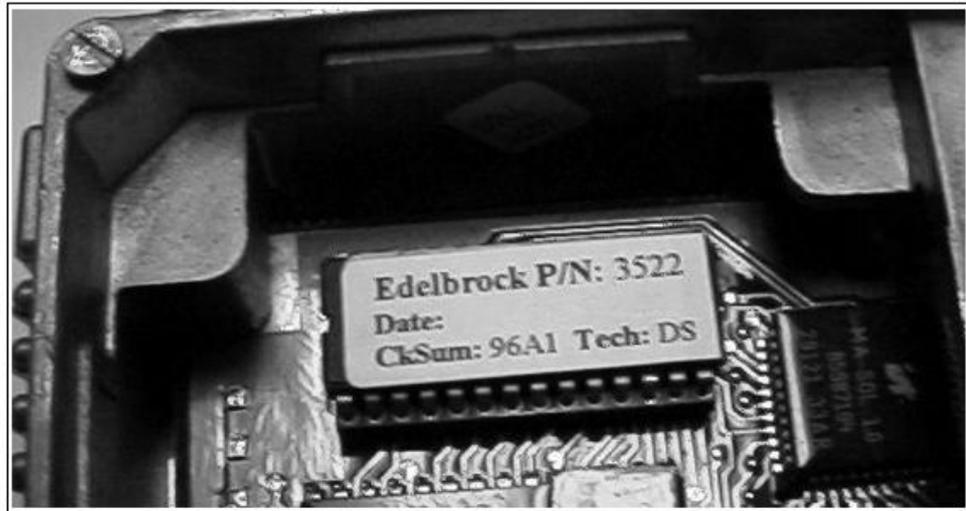


Figura 2.3 Chip de memoria prom.

2.2.1 Instalación del Chip.

- Con el switch en off, desconectamos la ECU del harnés.
- Remueva la tapa de la ECU, sacando los cuatro tornillos de sujeción.
- Localice el socket de la memoria EPROM en el circuito de la ECU, Si la memoria EPROM está previamente instalada, hacer el pedido a la empresa para reemplazarla por una nueva.
- Coloque el chip nuevo con una pinza y una manilla anti-estática y conectarlo en el socket como se indica en la figura 2.3.
- Presione con una fuerza moderada (no más de 10 libras-pie).
- Coloque la tapa, los plugs del harnes de la ECU.

- Coloque el switch en la Posición (ON). NO DAR ARRANQUE AL MOTOR.
- Es importante reiniciar el módulo de calibración, para grabar los nuevos datos en el chip nuevo para el funcionamiento del motor y la inyección.

2.3 FACTIBILIDAD DEL SISTEMA:

La factibilidad de conseguir y obtener este sistema para futuras instalaciones es muy sencillo, a través del internet está a disposición en la empresa EDELBROCK (www.edelbrock.com), se realiza el pedido tomando en cuenta las consideraciones antes mencionadas, siendo lo más importante el año de fabricación, la marca y el modelo del vehículo.

Se debe acotar que la forma de instalación se la realizará de acuerdo a los pasos del manual de instalación de la inyección.

Para completar el sistema de inyección de combustible la memoria EPROM no es enviada en la ECU, por el motivo de precautelar el envío correcto del chip que esta relacionado con el árbol de levas utilizado en el motor.

2.4 INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE COMBUSTIBLE EDELBROCK.

2.4.1 INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES DEL SISTEMA DE INYECCIÓN

Los sistemas de inyección fueron creados y diseñados para máxima optimización de la relación aire-combustible (A/C), obteniendo mejores resultados con los dispositivos eléctricos y

electrónicos, consiguiendo así también una mejora notable en el consumo de combustible, ya que se combustiona sólo la cantidad necesaria y de no ser así, se reciclan los gases con poder calorífero que están por salir, para que regresen a combustionarse, logrando así también un aumento en el rendimiento del motor, como son el aumento de potencia y torque, reducción de emisiones de gases nocivos, adaptándose a todas las condiciones de funcionamiento.

2.4.2 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA EDELBROCK.

- Sistema de inyección secuencial multipunto.
- Múltiple de admisión de aluminio refrigerado por aire.
- Bomba de combustible eléctrica externa con amortiguador de sonido.
- Inyectores de alta impedancia.
- Mariposa de estrangulación de 4 gargantas WEBER.
- Módulo de calibración de la ECU.
- Cableado eléctrico de fácil manipulación y conexión.
- Sistema de aire controlado por el MAT, MAF y IAC.

2.5 SUBSISTEMAS DEL SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE.

En el sistema de inyección de combustible Edelbrock para su correcto funcionamiento requiere del control electrónico, subsistema de alimentación, aire y autodiagnóstico.

2.6 CONTROL ELECTRÓNICO.

2.6.1 E.C.U.

La unidad de control electrónico (ECU) recibe las señales de entrada de los sensores para determinar cuanto tiempo deben permanecer abiertos los inyectores.

El mando del sistema es realizado por la unidad de control electrónica (ECU). En Pro - Flo, la ECU es un dispositivo de 35 pines que usa un microprocesador motorola 68HC11. La unidad funciona con una frecuencia de 8 MHz que se traducen en 2 millones de funcionamientos de la computadora por segundo. Con 32 Kilobytes la EPROM contiene la estrategia y la mayoría de información para la calibración. La parte de la calibración que es accesible al usuario a través del módulo de la calibración se encuentra en la EPROM que es parte del microprocesador 68HC11.



Figura 2.4 Posición de la ECU en el vehículo.

2.6.2 SENSORES.

En Edelbrock Pro-Flo el sistema interpreta un artefacto global que opera en condiciones y requisitos del

combustible/chispa basado en lecturas de sensores que miden condiciones del artefacto específicas.

En el Pro-Flo como sistema incluye seis sensores:

- Presión absoluta (MAP)
- Temperatura de aire (MAT)
- Temperatura refrigerante (WTS)
- Posición del acelerador (TPS)
- Sensor de oxígeno (O2)
- Sensor de efecto hall (CKP)

Se diseñan estos sensores, con la excepción del sensor de oxígeno (O2), como una parte íntegra del sistema de inducción y no requieren ninguna instalación. El sensor de oxígeno (O2) debe instalarse en la tubería del sistema de escape cerca del sistema este encaja soldándolo con una tuerca en la tubería.

2.6.3 SENSOR DE PRESION ABSOLUTA (MAP).

Este sensor se engancha a la succión del cuerpo de admisión con una sección corta de manguera. La longitud y el diámetro de la manguera no debe cambiarse. La presión del aire en la succión del cuerpo de admisión es uno de las dos dimensiones a determinar en la entrada la densidad del aire (el otro es la temperatura del aire) y por consiguiente indica la presión ABSOLUTA. De acuerdo con el sistema se compensa automáticamente para las variaciones de presión barométricas y se incluyen aquéllos que ocurren con un aumento en la altitud, es decir el sensor de presión absoluta (MAP), mide la presión o vacío en el múltiple de admisión, la presión o vacío que cambia con la apertura del acelerador.

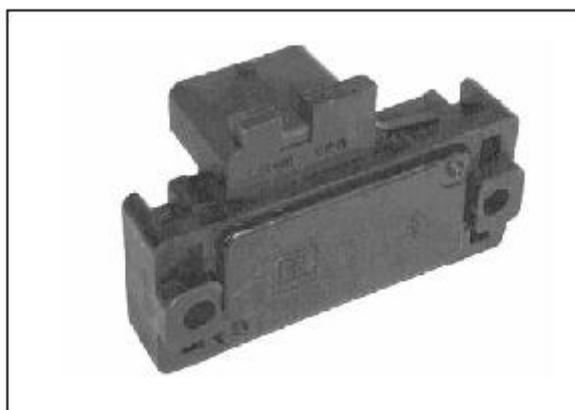


Figura 2.5 Sensor MAP

2.6.4 SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE (MAT).

Este sensor mide la temperatura del aire en la entrada. Junto con el MAP, estos datos se usan para calcular la densidad de la carga de entrada del aire a la admisión. El sensor es basado en un termistor que es un dispositivo que cambia en la resistencia eléctrica con la temperatura. La ECU manda una regulación de 5 voltios, y lee el voltaje del retorno para calcular la temperatura.



Figura 2.6 Sensor MAT

2.6.5 SENSOR DE TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE (WTS).

Los datos de temperatura del refrigerante se usa en los dos: la chispa y mando de combustible. El enriquecimiento en frío requerido, adelanto en frío son determinados de datos proporcionados por este sensor.

El Sensor de temperatura del refrigerante (ECT) es un dispositivo termistor NTC, que detecta la temperatura del refrigerante del motor. Recibe el voltaje de entrada de la computadora. La resistencia interna del sensor varía con el cambio de temperatura del refrigerante, produciendo una señal de salida de voltaje variable a la computadora.



Figura 2.7 Sensor ECT

Tabla II.1 Temperatura Contra Valores De Resistencia (Aproximada)

°C	°F	OHMS
100	212	177
80	176	332
25	77	2796
0	32	9420

2.6.6 SENSOR DE POSICION DEL ACELERADOR (TPS).

Integrado en el cuerpo del acelerador. Es un potenciómetro, usado por una resistencia inconstante y regulada por 5 voltios de entrada para proporcionar los datos de posición de acelerador al ECU. Se usa también la posición del acelerador absoluta y proporción de cambio en el mando de combustible, enriquecimiento de combustible transeúnte, mando de velocidad, y otras estrategias. El TPS es ajustado en fábrica para su uso, pero puede necesitar ser manipulado para su aplicación. Ésta es la referencia en el SISTEMA QUE PONE EN MARCHA, la sección de las instrucciones donde se explicará en más detalle es a la ESTRUCTURACIÓN y la sección de la CALIBRACIÓN.

El sensor de posición del acelerador (TPS), recibe una señal de referencia de 5 voltios desde la computadora. Un segundo cable proporciona una retroalimentación de corriente hacia la computadora, el cual es una tierra que se denomina retorno de señal. Un tercer cable es conocido como señal de TPS, a medida que la mariposa del acelerador se abre, el voltaje del sensor a la computadora se incrementa de su valor de la mariposa cerrada de aproximadamente 0.8 voltios a su valor máximo de apertura de la mariposa con aproximadamente 4 voltios.



Figura 2.8 Sensor TPS

2.6.7 SENSOR DE OXIGENO (O2).

El HEGO o sensor de oxígeno es de tipo caliente y a veces llamado un sensor de HEGO. Este sensor proporciona un signo de voltaje a la ECU que indica si la Proporción de Combustible (AFR) es rica o pobre el valor de la "estequiometricidad". La estequiometricidad (AFR) para la gasolina de la bomba, sin cualquier alcohol agregado es de 14.7. A este (AFR), la perfecta (teórico) combustión de aire y gasolina sólo producirá H₂O (el vapor de agua) y CO₂ (el dióxido del carbono), no habrá ningún CO (el monóxido del carbono) o O₂ (oxígeno) en la descarga. Hay siempre de hecho, algún CO (aproximadamente 0.5%) y O₂ (aproximadamente 0.65%) en la descarga cuando los artefactos se ajustan al "químicamente ideal" (o estequiométrico) AFR. Este sensor usa el oxígeno de la descarga (O₂) la concentración para alterar el rendimiento eléctrico en un "interruptor". Si el O₂ está menos de aproximadamente 0.6% (AFR más rico que 14.7), el voltaje del rendimiento es más alto que el punto del interruptor. Si la concentración es más de aproximadamente 0.7%, el rendimiento disminuye en el punto del interruptor. El sensor no puede usarse para diferenciar varios grados de AFR rico o pobre; sólo el valor, si es rico o pobre de los 14.7 (de la mezcla estequiométrica).

Cuando el AFR es el pobre que la estequiométrica (14.7), el módulo de calibración que tiene el indicador de AFR se iluminará en rojo. Si es más rico, la luz será verde.



Figura 2.9 Sensor O2

2.6.8 SENSOR EFECTO HALL (CKP).

Un distribuidor de efecto de hall opera con un sensor que genera un tren del pulso indicando la posición y velocidad del motor. Este tipo de distribuidor es requerido para la inyección de combustible secuencial, y también proporciona ignición alta que cronometra exactitud. El sistema Pro-Flo incluye todo lo que se necesita para esta conversión del distribuidor. La conversión es una cuestión simple de desmontar a su distribuidor accionario y instalar el sensor de efecto hall, plato del sensor, y rueda de la contraventana proporcionada con el paquete.

Puesto que los mandos de ECU chispean adelantando, un plato de la cerradura - exterior de antemano mecánico también se proporciona.

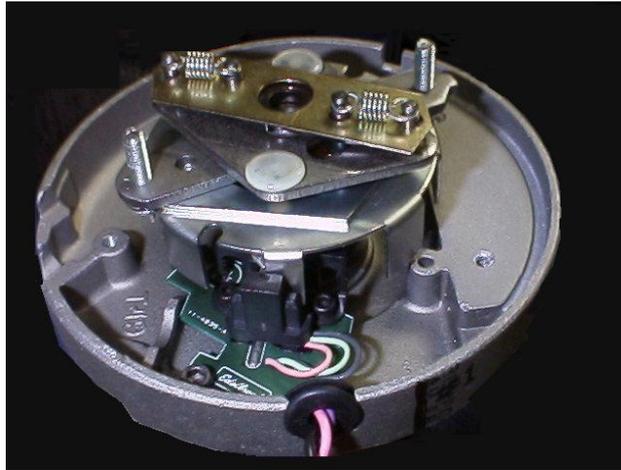


Figura 2.10 Distribuidor con el sensor hall (CKP)

2.7 ACTUADORES.

2.7.1 El módulo de la ignición

Los rendimientos de la ECU es una señal del mando #3518 que es un amplificador de la ignición que se usa para controlar los tiempos de saturación de la bobina (dwell) y descarga (tiempo de apertura del avance al encendido). Esta señal a veces es llamada el EST (Electronic Spark Timing).



Figura 2.11 Amplificador de Ignición

2.7.2 Control de Aire Mínimo (IAC) el Solenoide

Los datos que llegan a la ECU es un pulso de señal al solenoide que controla la cantidad de aire que pasa por las mariposas de los aceleradores. La señal se pulsa a una frecuencia alta. El porcentaje de "On Time" modula la posición de la válvula para el flujo más aéreo.

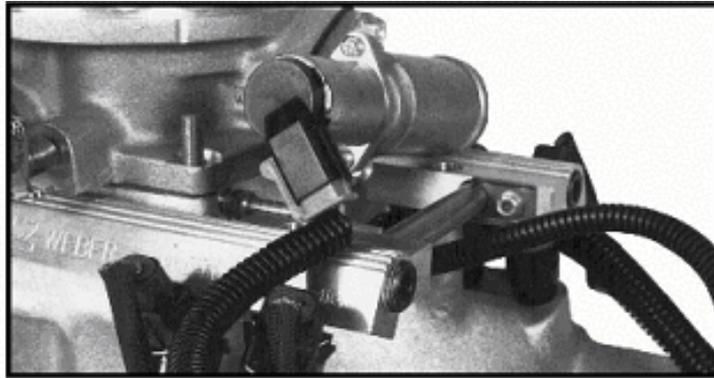


Figura 2.12 IAC

2.7.3 La bomba de combustible.

El ECU controla la bomba de combustible a través de un relé. Que provoca que la bomba se active durante varios segundos para dosificar al sistema de combustible y entonces se cerrará. Al dar arranque la bomba se activa de nuevo. La bomba se detiene si el sistema deja de funcionar.

La bomba proporcionará 310 litros de combustible por hora, la presión del sistema nominal de 3.5 bares (50.75psi). Esto asume un voltaje del sistema de 13.0 voltios (14.2 son nominales).

Este flujo es suficiente para mantener un 15% de proporción de retorno de combustible, e incluso con los inyectores es posible proporcionar un flujo máximo.



Figura 2.13 Bomba de Combustible

2.7.4 Los inyectores

Los inyectores son del tipo de impedancia alta (12-18 Ohm), no usar los inyectores de baja resistencia en este sistema, con él producirá el daño de la ECU. La "estática" es la causa cuando el inyector se sostiene abierto 100% del tiempo.

Cada inyector se dispara una vez por el evento de la succión (cada 720° de rotación del artefacto). La ECU controla el flujo de combustible entregado al sistema, modulando el " tiempo de apertura " (PW) para cada uno del funcionamiento de la inyección.

El "valor por defecto" lo despliega el módulo de calibración que se podrá ver en la pantalla etiqueta de COMBUSTIBLE: el

tiempo de apertura de los inyectores es en milisegundos. Durante el funcionamiento del sistema este valor puede ser en cualquier parte de 0.0 a 18.0 ms. Como los aumentos de carga (Masa Volumétrica "MV") disminuyen, el flujo de aire aumenta y requiere más combustible; produciendo un PW más grande. A una carga constante (MV constante), un aumento en la RPM también produce un aumento en el flujo de aire y el requisito de combustible-flujo correspondiente; pero en este caso el aumento de flujo de combustible con la RPM es principalmente cumplido el disparando más frecuente del inyector (también doblando la RPM dobla el número de inyecciones por segundo). Esta no es una relación matemática estricta, pero como una regla general el PW varía grandemente según la carga (MV) pero sólo con la velocidad (a una carga constante).

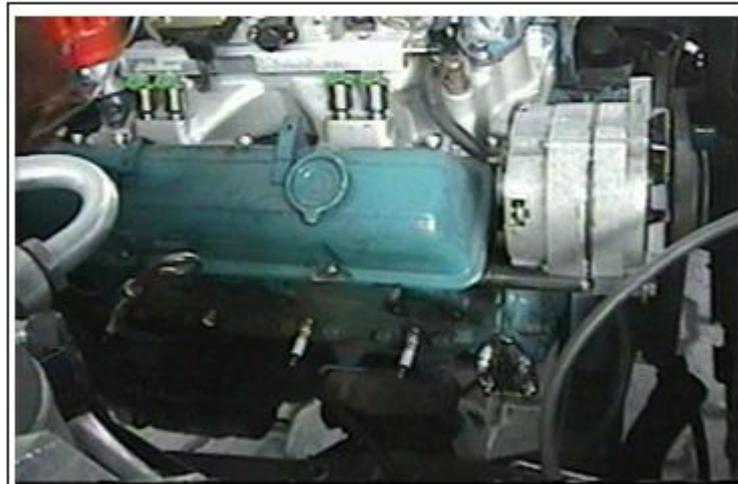


Figura 2.14 Inyectores

2.8 DIAGRAMAS

2.8.1 ECU

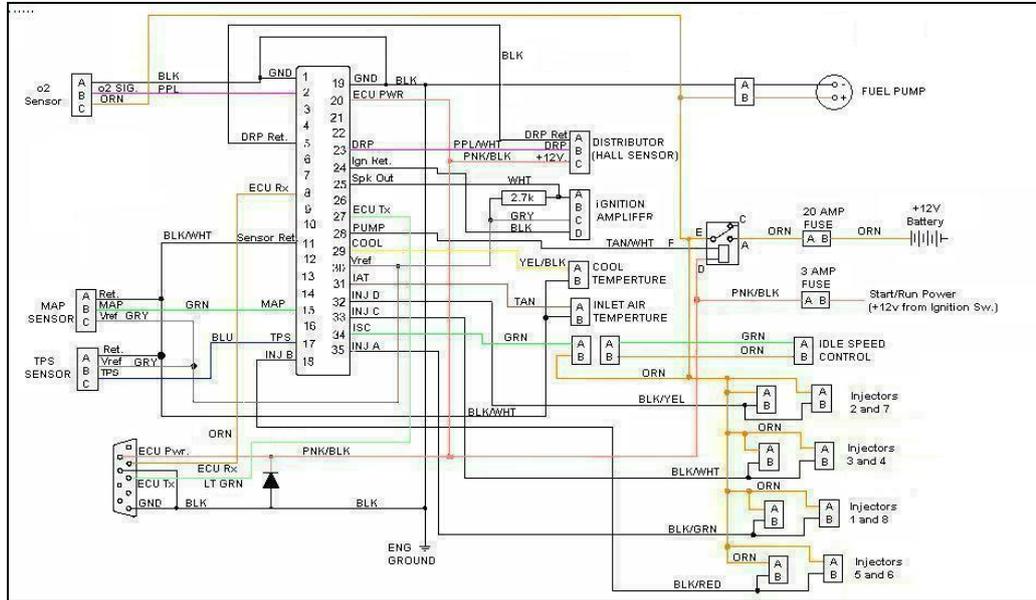


Figura 2.15 Diagrama ECU EDELBROCK 3500

2.8.2 MAT

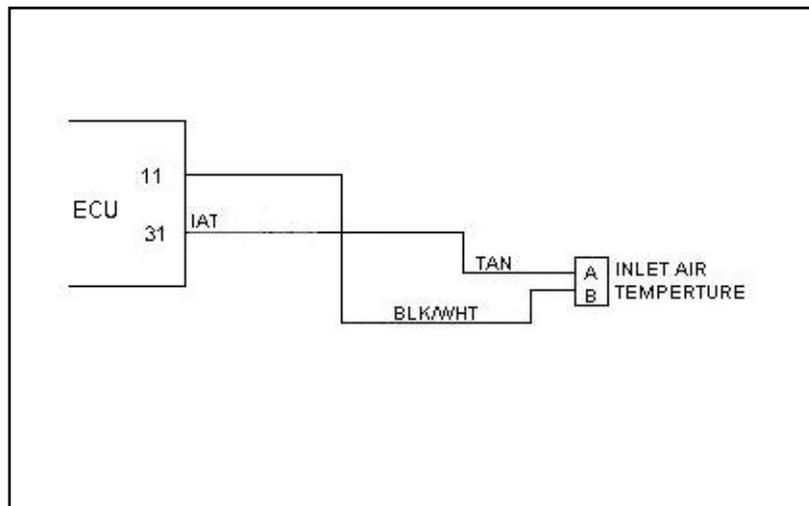


Figura 2.16 Sensor de temperatura de entrada de aire

2.8.3 MAP

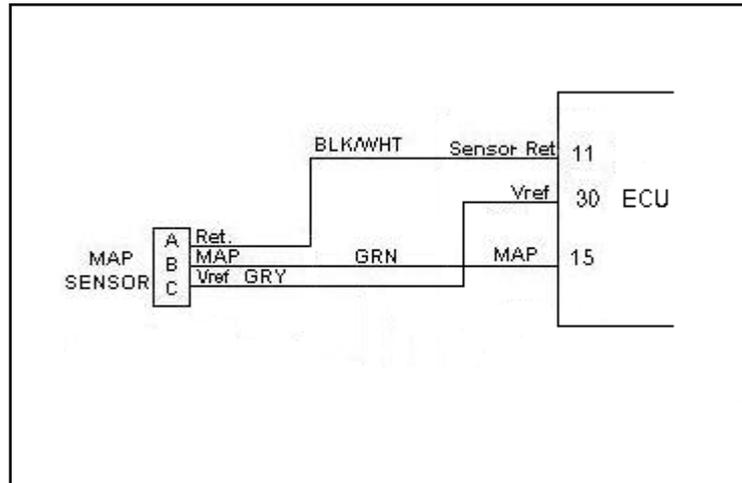


Figura 2.17 Sensor de presión del múltiple de admisión

2.8.4 WTS

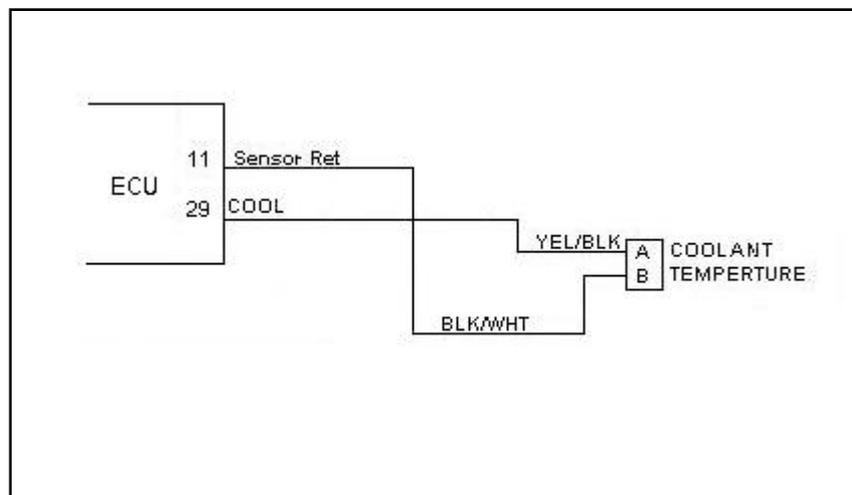


Figura 2.18 Sensor de temperatura del refrigerante

2.8.5 TPS

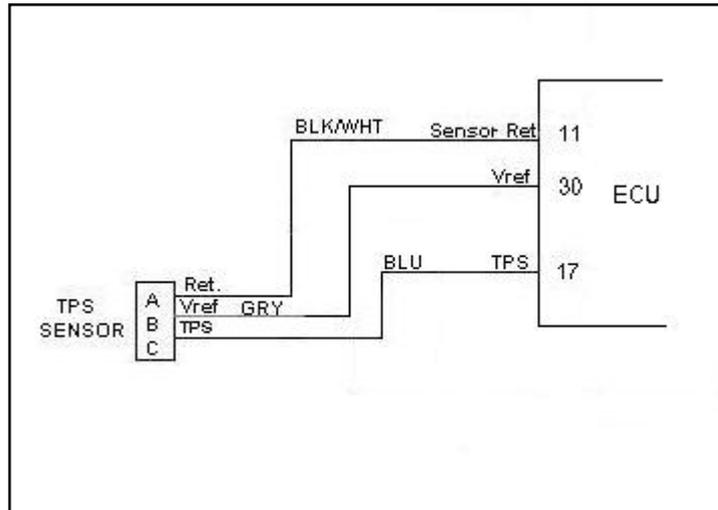


Figura 2.19 Sensor de posición de la mariposa

2.8.6 O₂

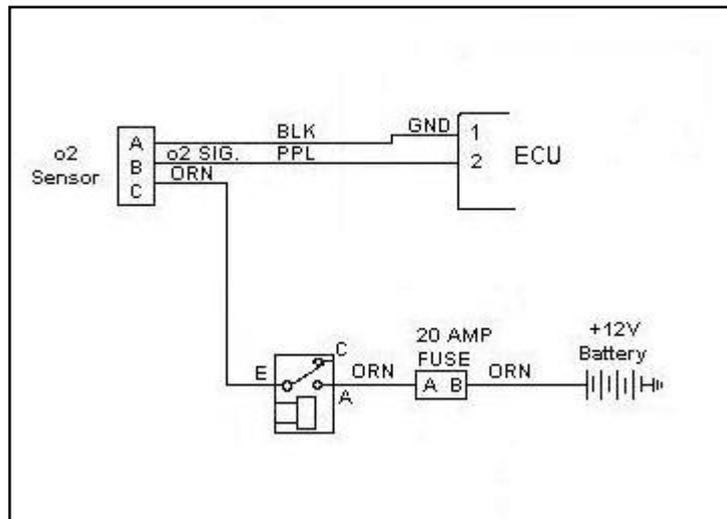


Figura 2.20 Sensor de oxígeno

2.8.7 MÓDULO DE IGNICIÓN

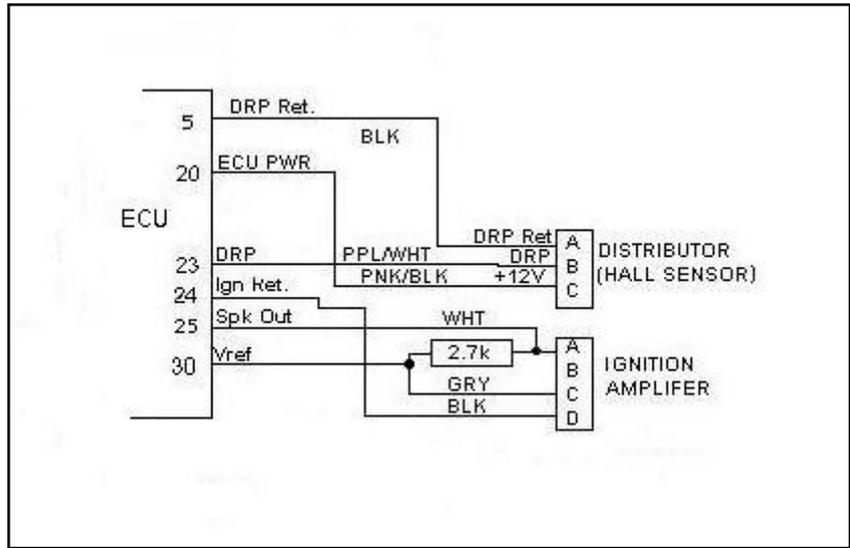


Figura 2.21 Módulo de ignición

2.8.8 IAC

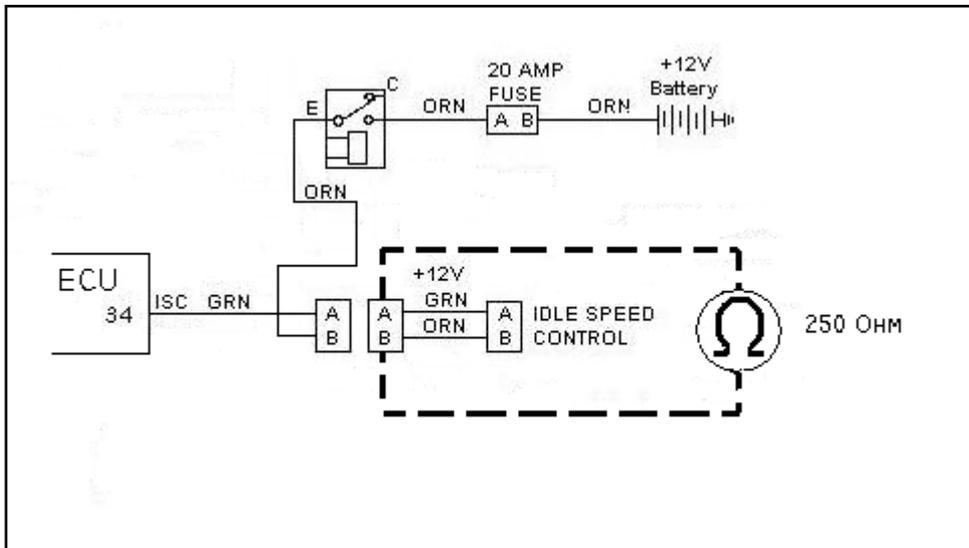


Figura 2.22 Válvula de control de ralentí

2.8.9 BOMBA DE COMBUSTIBLE

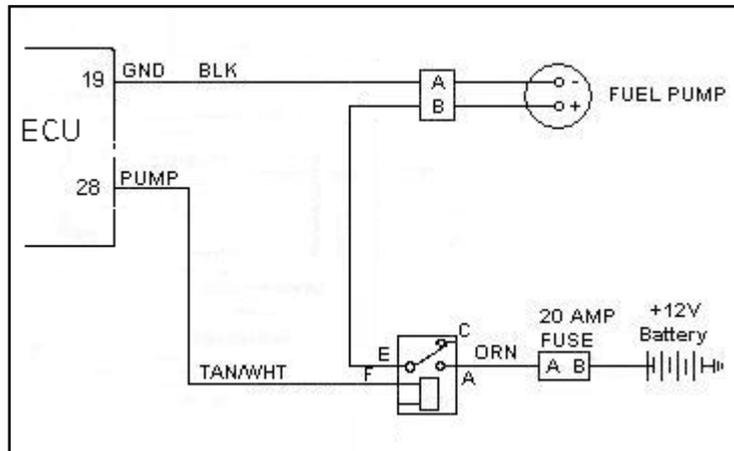


Figura 2.23 Bomba de combustible

2.8.10 INYECTORES

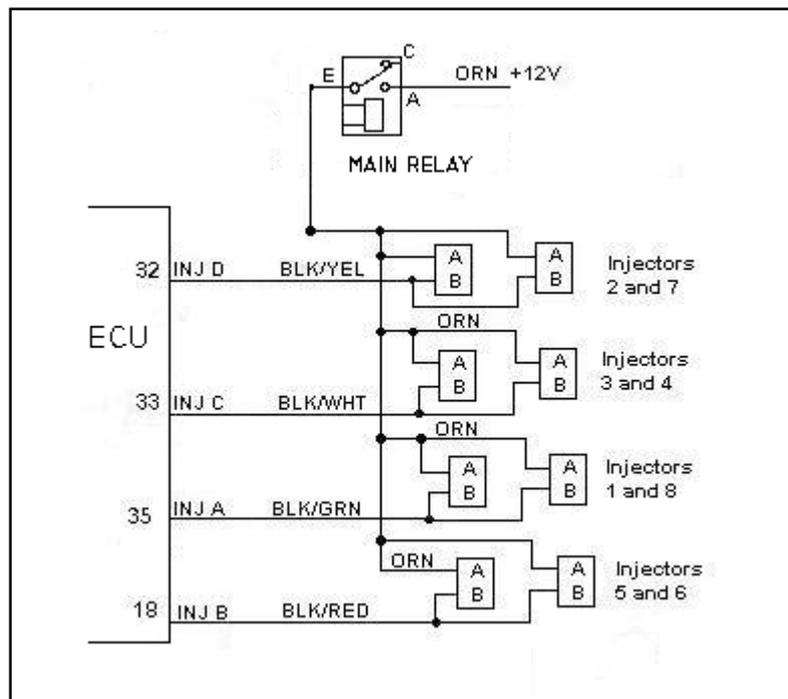


Figura 2.24 Inyectores

2.9 SUBSISTEMA DE AIRE.

Entre los elementos del sistema de aire utilizado para este tipo de instalación tenemos los más básicos como son el conjunto del depurador y el filtro de aire.

Este va a ser el sistema que más atención se le deberá prestar en el transcurso de este estudio realizado, ya que por medio de este subsistema podremos diferenciar o reconocer un sistema de otro ya que aquí es en donde cada sistema tiene su propia forma de realizar la medición base ósea, la forma en que el sistema realiza la medición de la cantidad o el flujo de masa de aire que va a ser necesaria para el funcionamiento del sistema. Este sistema está compuesto del filtro, mangueras, mariposa de estrangulación, válvula de control de ralentí, sistema de ventilación positiva del cárter.



Figura 2.25 Entrada de admisión 4 venturis (Webber)

2.10 SUBSISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE COMBUSTIBLE.

El sistema de alimentación de combustible cuenta con un tamiz, un tanque de 31 galones hecho a la medida, mangueras de alta presión, una bomba de combustible edelbrock de 50.75 p.s.i, un filtro metálico, cañerías rígidas, un regulador de presión y amortiguador de oscilaciones, dos rieles de combustible de aluminio y ocho inyectores de alta impedancia.

2.10.1 Regulador de presión de combustible

El regulador que presión de combustible de los sistemas consiste en una válvula conectada a un diagrama con resorte comprimido. El regulador controla la presión del combustible entre 28 y 32 psi. El regulador de presión es ajustable, es decir, que el mecánico puede ajustar la presión adecuada de combustible, la presión adecuada de combustible baja provoca una mezcla pobre y una presión alta una mezcla rica. Un regulador de presión defectuoso resalta en un alto consumo de combustible y una marcha mínima brusca.

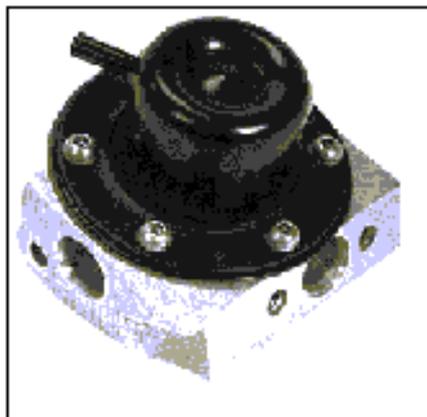


Figura 2.26 Regulador

2.10.2 Filtro de combustible

El filtro de combustible del sistema es la única protección que posee los sistemas de inyección al combustible sucio y es recomendable cambiarlo cada vez que se cambien las bujías.

2.10.3 Línea de retorno de combustible

Debido a la presión alta de combustible usada por el sistema, se proporcionó una línea de combustible de alta presión, que debe usarse como la línea de combustible primaria, y una desviación de combustible de retorno debe instalarse. Hay tres opciones por instalar una línea de retorno de desviación.

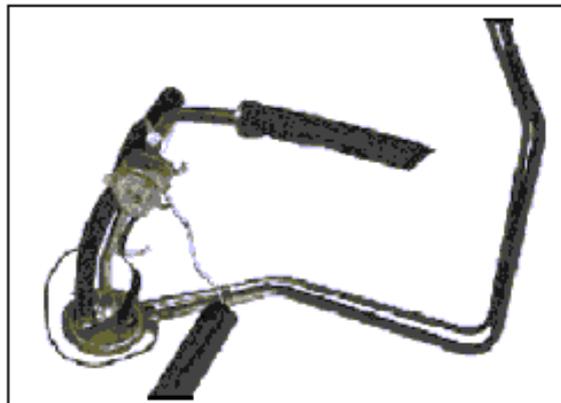


Figura 2.27 Ajuste manguera de retorno

2.11 PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE INYECCIÓN EDELBROCK

2.11.1 Diagrama de calibración con el módulo.

Mediante el uso del módulo de calibración se puede revisar los parámetros del motor así como calibrar la chispa, la cantidad de combustible y varios parámetros como el corte de la inyección o el ralentí.

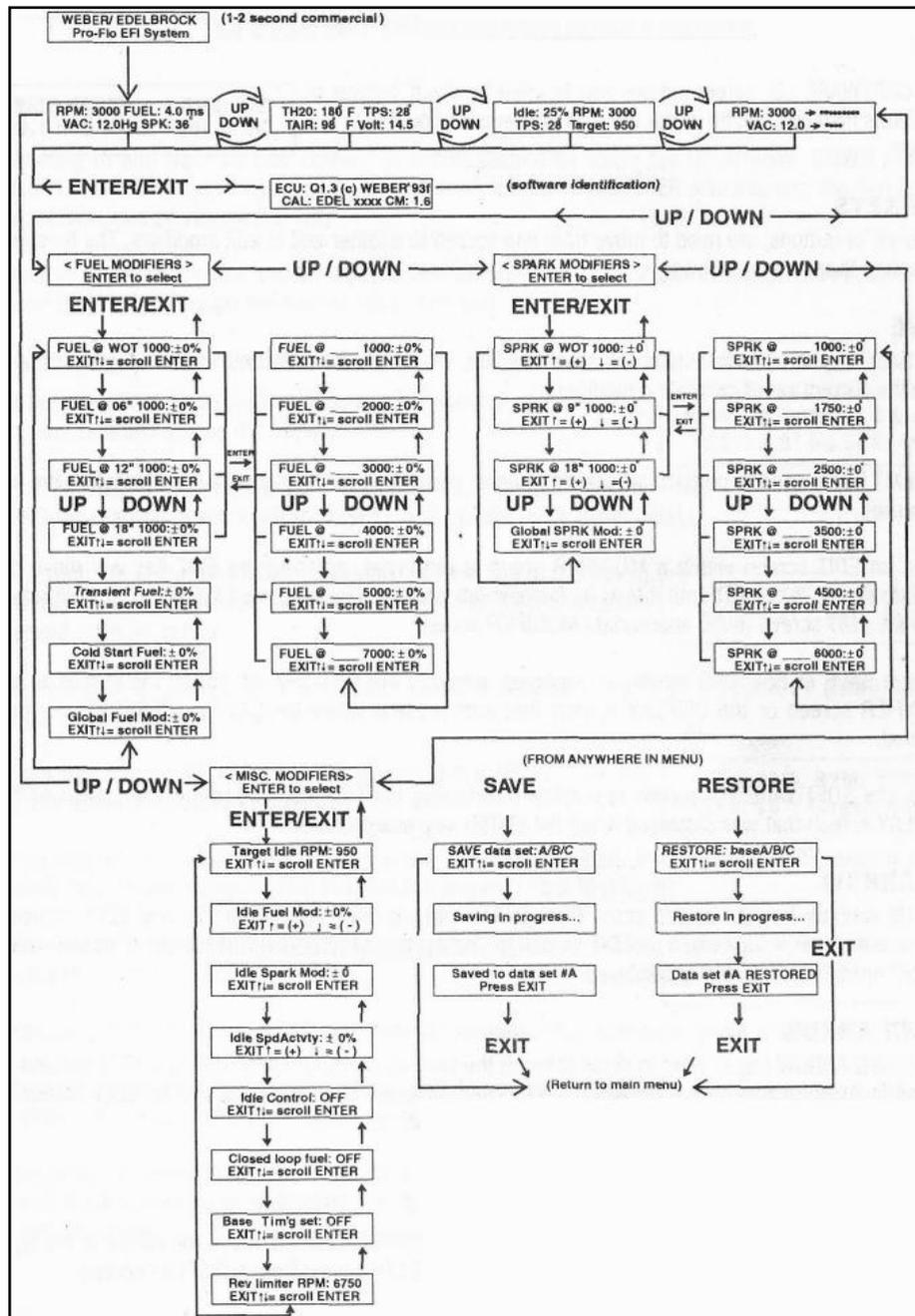


Figura 2.28 Menú de funciones del módulo de calibración

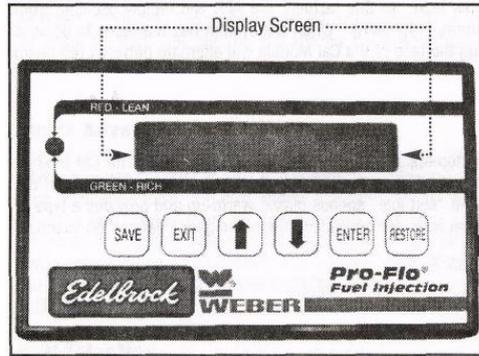


Figura 2.29 Módulo de calibración

2.11.2 Modificaciones de la chispa

Al acceder a esta parte del menú se puede calibrar de una manera más fina el salto de la chispa antes de llegar al pms, más menos 15 grados dependiendo de las r.p.m. y al vacío.

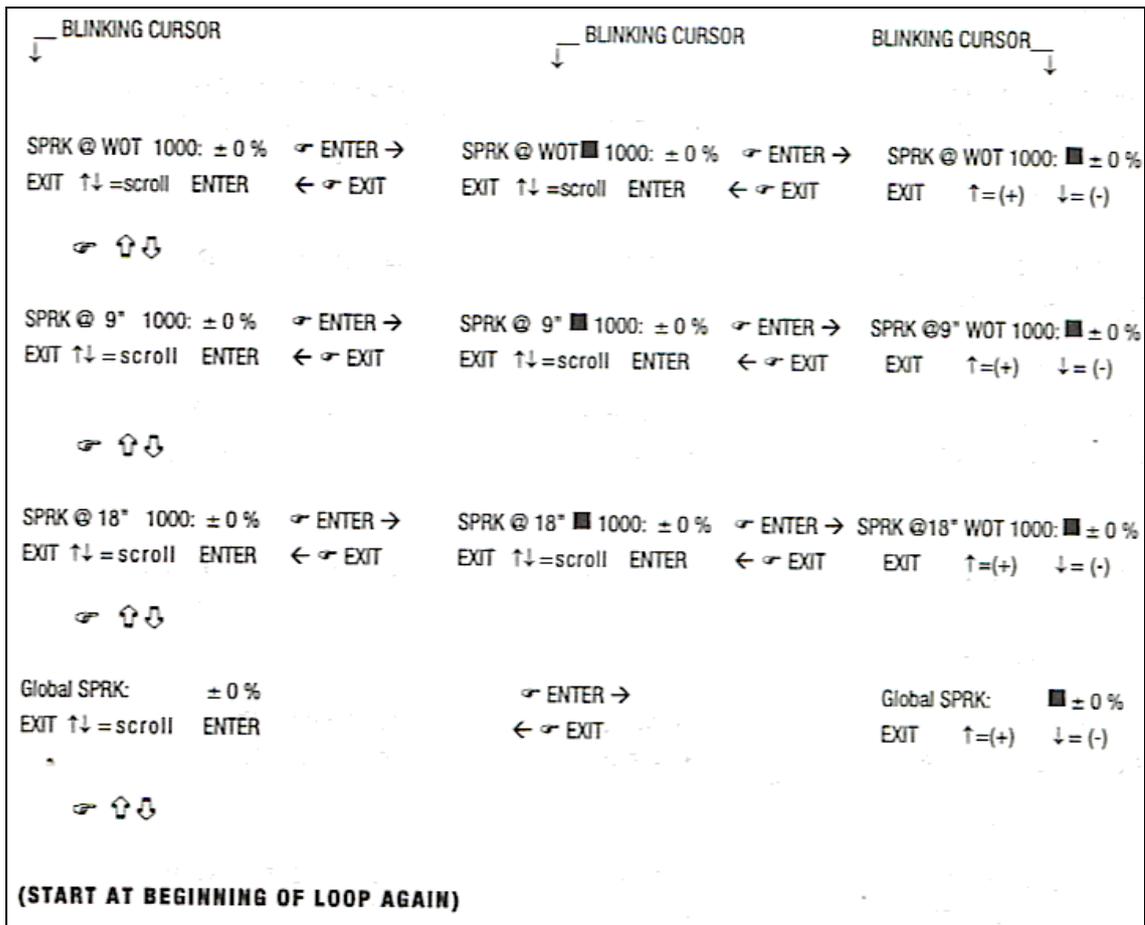


Figura 2.30 Menú de calibración de salto chispa

2.11.3 Modificaciones de combustible

Al acceder a esta parte del menú se puede calibrar el tiempo de apertura de los inyectores del 50% más al 30% menos dependiendo de las revoluciones y a la carga de aire en la admisión. En puntos específicos por ejemplo puedo calibrar el ECU para que: (FUEL@0.6"2000:20%) es decir que inyecte un 20% más cuando esté a 2000 rpm y la mariposa permita una carga de 6"

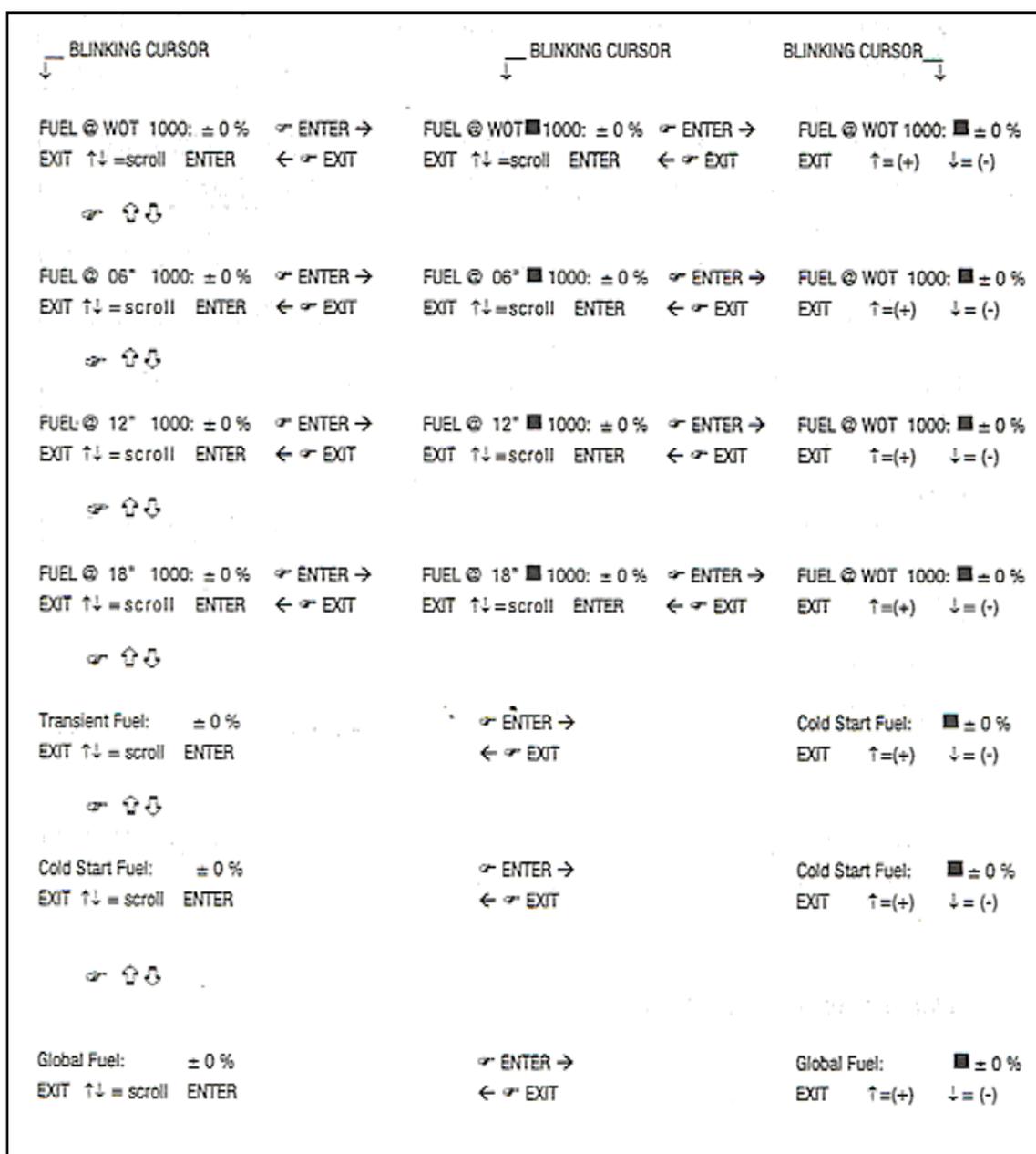


Figura 2.31 Menú de calibración de tiempo de inyección

2.11.4 Modificaciones de misceláneos

Al acceder a esta parte del menú se puede calibrar las revoluciones para el ralentí, el corte de la inyección, la chispa e inyección en ralentí y encender un modo que permite el mínimo consumo manteniendo la mezcla estequiométrica.

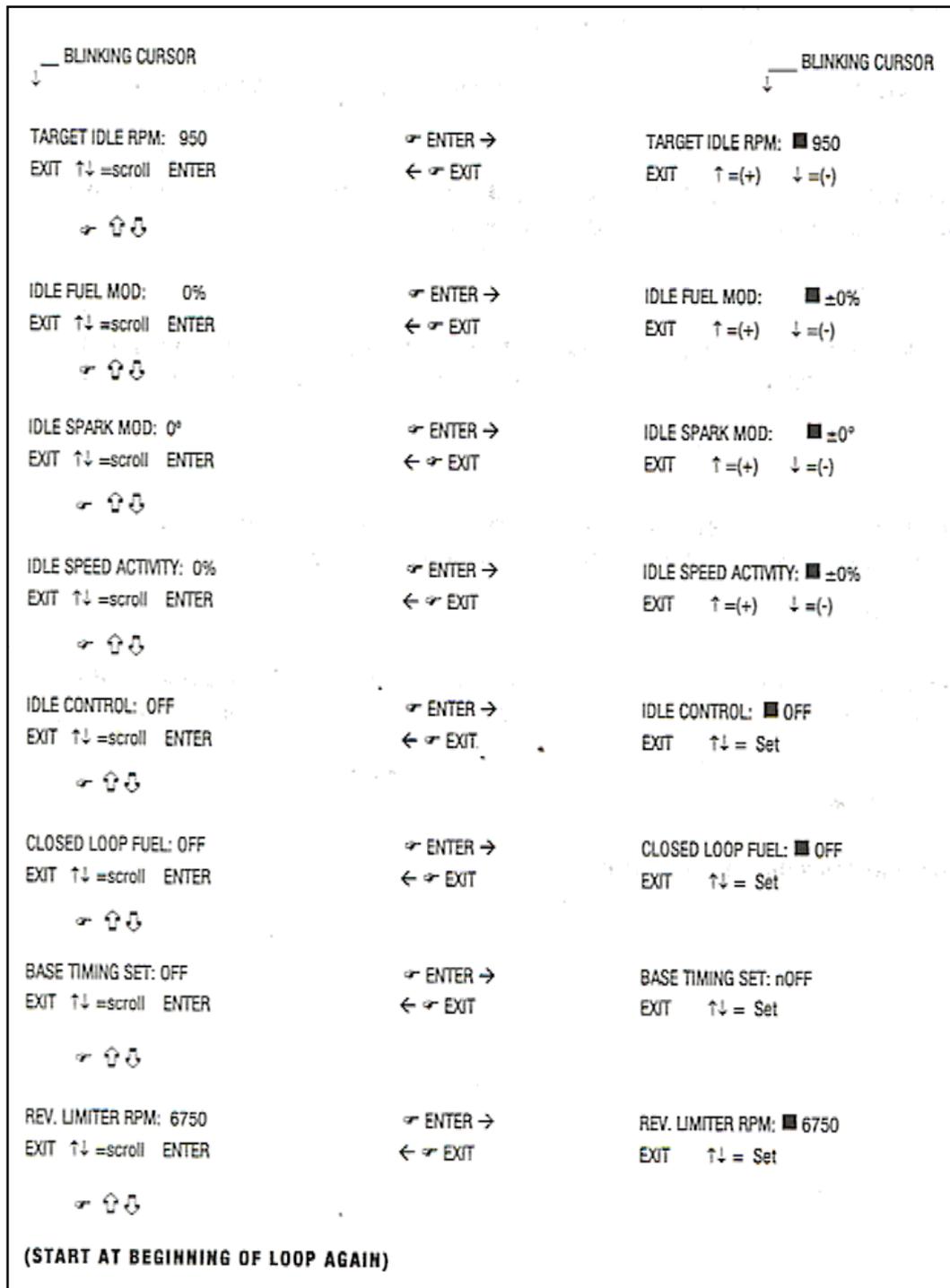


Figura 2.31 Menú de calibraciones misceláneas

2.12 NOMENCLATURA DE PINES DE LA ECU DE EDELBROCK

MAGNETTI MARELLI.

19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

1	Terminal A sensor de oxígeno a masa unido pin 19.
2	Terminal b salida de voltaje del sensor de oxígeno al ECU.
3	No tiene conexión.
4	No tiene conexión.
5	Terminal A sensor de efecto hall.
6	No tiene conexión.
7	No tiene conexión.
8	Terminal 5 de conexión con él modulo de calibración.
9	No tiene conexión.
10	No tiene conexión.
11	Alimentación de 5V Ver para los sensores: MAP, TPS, IAT, ECT.
12	No tiene conexión.
13	No tiene conexión.
14	No tiene conexión.
15	Terminal B señal del MAP.
16	No tiene conexión.
17	Terminal C señal TPS.
18	Negativo inyectores 5 y 6.
19	Masa de la batería unida pin 1.
20	Alimentación del encendido 12v.
21	No tiene conexión.
22	No tiene conexión.
23	Terminal B sensor efecto hall.
24	Terminal D amplificador de encendido.
25	Salida de señal de chispa unido a pin 30 Vref.
26	No tiene conexión.
27	Terminal 3 modulo de calibración.
28	Salida 12V al relé de la bomba de combustible.
29	Terminal A señal.
30	Vref 12v sensores TPS, MAP y amplificador de encendido.
31	Terminal A señal IAT.
32	Negativo inyectores 2 y 7.
33	Negativo inyectores 3 y 4.
34	Terminal A válvula de ralentí.
35	Negativo inyectores 1 y 8.

Tabla II.2 Conexiones de ECU.

III. INSTALACION Y ADAPTACION DEL SISTEMA DE INYECCION EDELBROCK

3.1 ANTECEDENTES.

La misión de la Escuela Politécnica del Ejército sede Latacunga, es formar profesionales teórico prácticos de excelencia, con capacidad de conducción y liderazgo, que impulsen el desarrollo de país.

La Carrera de Ingeniería Automotriz, forma profesionales calificados para la construcción, potenciación, adaptación y mantenimiento de sistemas automotrices.

También ha sido posible especializar a estudiantes en el área de sistemas de inyección electrónica, su adaptación y mejoramiento a motores de combustión interna a gasolina.

Contando con el recurso profesional, laboratorios de Autotrónica, talleres de mantenimiento y participantes, proponemos el siguiente plan de graduación, para solucionar problemas competentes con los sistemas de inyección electrónica de motores de combustión interna, como también el mejoramiento en el desempeño del automotor.

Dejando como precedente, los respectivos estudios y ensayos de la incorporación de un sistema de inyección electrónica para futuras generaciones estudiantiles, técnicos y personas interesadas en el temario sobre un motor GMC 5.7 lt.

3.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA A RESOLVER.

La realización de este proyecto es muy importante ya que el estudio de este tema logrará que los futuros ingenieros se especialicen y obtengan una experiencia que podrá luego poner en práctica en su desarrollo profesional en la reparación, construcción, adaptación y optimización de los diferentes sistemas de inyección electrónica y por

ende los parámetros fundamentales de los motores de combustión interna como son: consumo de combustible, potencia del vehículo, logrando mejores resultados en la potencia, torque, consumo de combustible e incluso la reducción de la emisiones de gases nocivos y contaminantes productos de las malas combustiones.

La información bibliográfica, sistemas de inyección multipunto, circuitos eléctricos y electrónicos, diagramas de funcionamiento de todos los sistemas estudiados serán de gran interés y ayuda ya que dicha información solamente lo poseen talleres autorizados de las diferentes firmas automotrices.

3.3 OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO.

- Instalar un sistema de inyección electrónica multipunto a un motor GMC 5.7 lt para mejorar las prestaciones mecánicas del mismo.

3.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS DEL PROYECTO.

- Dotar al país de mano de obra calificada en mecánica automotriz especializada en el área de sistemas de inyección electrónica del automóvil.
- Diagnosticar, dar mantenimiento, seleccionar elementos, reparar y adaptar sistemas de inyección electrónica que reemplacen a sistemas con carburador convencionales para la optimización de los mismos.
- Vincular de manera real con los problemas que se presenten en la práctica.
- Obtener información concerniente al tema.
- Aplicar sus conocimientos en una experiencia concreta y dirigida en el ámbito de sistemas de inyección electrónica.
- Fortalecer sus conocimientos y destrezas en la solución de problemas reales.

3.5 METAS DEL PROYECTO.

- Implementar a un vehículo con sistema a carburador de 8 cilindros en V mediante la incorporación de inyección electrónica a este vehículo.
- Instalar un sistema de inyección OBD I.
- Acceder en el uso de un Scanner a los parámetros del motor.
- Deducción de emisiones a la especificada por normas ambientales.
- Conseguir un 25% de ahorro de combustible en la nueva instalación del motor GM.

3.6 PRECAUCIONES PARA LA INSTALACIÓN.

- ESTUDIE CUIDADOSAMENTE Y ENTIENDA TODAS LAS INSTRUCCIONES.
- Examine el sistema Pro-Flo para posible daño del envío (si existe el daño, avise a su distribuidor inmediatamente).
- Verifique que los orificios del múltiple.
- Verifique todos los conductos internos del múltiple con una luz y alambre asegurándose que estén limpios y no tapados.
- Chequee los puntos de cambio de transmisión automática antes del levantamiento del múltiple y ajuste la unión después de instalar el múltiple de Edelbrock para los mismos puntos de cambio, sí es necesario.

NOTA: Se recomienda revisar de nuevo este checklist después de la instalación para estar seguro que se ha completado todos los pasos.

- Use arcilla moldeadora para hacer cinco conos pequeños, dos o tres pulgadas alto.
- Posicione los conos en el depurador de aire al frente, en cada lado, y en monte en el centro.

- Cierre cerca a la posición con llave y vuelva a abrir el capot.
- La altura de los conos indica la cantidad de espacio que hay entre el capot y el depurador de aire. Grabe estas medidas.

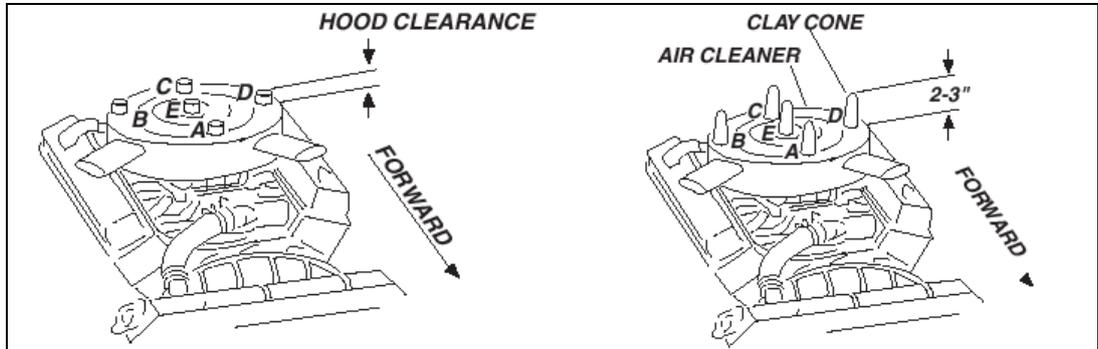


Figura 3.1 Instalación del Depurador

3.7 MULTIPLE DE ADMISIÓN Y LA ALTURA DEL CARBURADOR VS. LA ALTURA DEL PRO-FLO.

- Quite depurador de aire.
- Ponga una vara de medir por la cima del carburador de frente para retroceder.
- Mida del bloque y las superficies de extremo del múltiple a la altura del alternador.
- Grabe estas medidas (altura UN y altura B).
- Agregue altura UN y altura B y divida a través de dos para conseguir la media altura.
- Con el Pro-Flo tome las medidas de la válvula múltiple y aéreas.
- Compare las dos medidas. Si la unidad del Pro-Flo es más alta, substraiga esta cantidad de la figura del sistema determinar nuevo sistema para enviarlo.

#3500 - un = 5.30" B = 5.30" + la Válvula 2.25 Aérea"

PRECAUCION: Usted debe mantener 1/2-inch del sistema por lo menos entre la capota y el depurador de aire debido al torque del artefacto. Si usted tiene espacio insuficiente, un depurador de aire del perfil bajo puede resolver el problema.

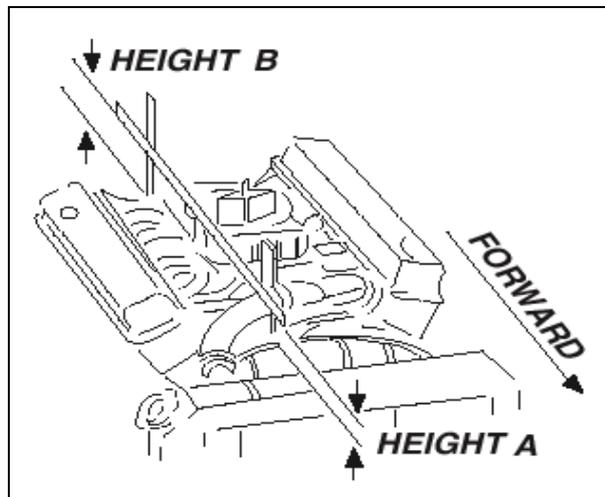


Figura 3.2 Instalación del depurador

3.8 CONTROL DE EMISIONES.

El sistema de Edelbrock Pro-Flo no aceptará las emisiones accionarias que controlan estos sistemas. Chequee las leyes locales para los requisitos antes de instalar el sistema Pro-Flo.

3.9 REQUISITOS PARA EL COMBUSTIBLE.

Para el sistema Pro-Flo usa el sensor de oxígeno, usted solo debe usar combustible sin plomo. Otros combustibles dañarán el sensor de oxígeno (O2). Si usted usa combustible con plomo en su vehículo, no instalar el O2 sensor y el vehículo no operará en el modo de combustible sin plomo.

3.10 CHEQUEO DE LA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA.

Para la mejor actuación, economía, y emisiones, el punto de cambio debe verificarse antes y después del cambio múltiple.

NOTA: Este chequeo SOLO debe realizarse con pruebas de camino.



Figura 3.3 chequeo de transmisión automática



Figura 3.3 Chequeo de transmisión automática

3.11 LIMPIEZA DEL SISTEMA.

Edelbrock recomienda que el sistema Pro-Flo deba de ser instalado en un lugar limpio para impedir que la suciedad entre en el cuerpo de aceleración o los puertos de succión.

- Cubra ignición. Use desengrasante de motor y un cepillo, limpie completamente el múltiple y el área entre el múltiple y tapa válvulas.
- Limpie el polvo y coloque los empaques.
- Coloque y centre el múltiple.

Se procede al desarmado del depurador, carburador y todos los componentes asociados además de mangueras de vacío tuberías y la bomba mecánica de combustible.



Figura 3.4 Desmontaje del carburador

Luego se procede a sacar los pernos del múltiple de admisión y a retirarlo de su lugar para proceder a sacar los restos del empaque y la suciedad acumulada.



Figura 3.5 Desarmado y limpieza del múltiple de admisión

Después se limpia toda la superficie de asentamiento del empaque con una espátula y un cepillo con cerdas de metal.

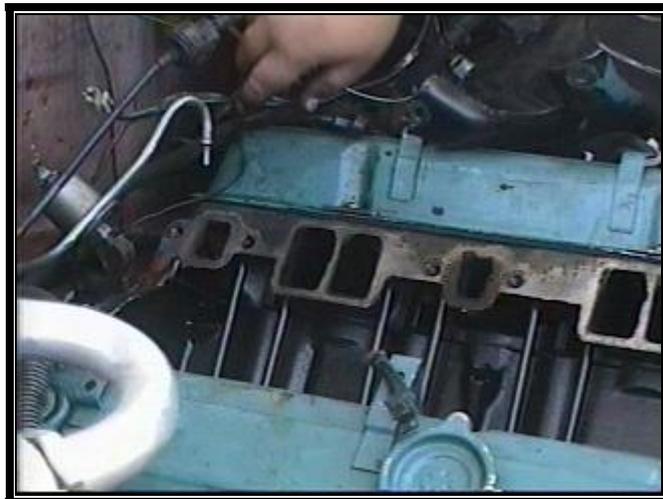


Figura 3.6 Limpieza de las toberas de admisión

Más tarde colocamos el adhesivo en la superficie de asentamiento y en el empaque, y dejamos secar unos minutos.



Figura 3.7 Colocación de empaques de admisión

Minutos después colocamos cuidadosamente el empaque y lo asentamos con las manos para adherirlo totalmente y evitar así que se mueva de su lugar el momento de colocar el nuevo múltiple.



Figura 3.8 Pegado de empaques

Cuidadosamente y evitando dañar los empaques nuevos colocamos el múltiple en el motor sin dañar tuberías ni mangueras.



Figura 3.9 Colocación del múltiple de admisión EDELBROCK

Finalmente centramos el múltiple y colocamos los pernos, y los accesorios suministrados por el fabricante para terminar con las mangueras y la tapa en lugar de la bomba de combustible manual.



Figura 3.10 Centrado del nuevo múltiple de admisión.

3.12 TEST PARA EL DISTRIBUIDOR.

Antes de reinstalar el distribuidor, verifique para asegurarse que la conversión se ha realizado correctamente.

- Instale el ECU y alambrando al harnés y realice todas las conexiones exceptuando al distribuidor.
- Desconecte conexiones eléctricas a la bomba de combustible. Desenchufe el cableado del harnés de la bomba de combustible del harnés del Sistema Principal.
- Ponga la llave en la posición ON sin empezar el CHEQUEO. Revise que el mando del (IAC) el solenoide pulsa el botón adelante y fuera de durante aproximadamente 2 segundos.
- En Pro-Flo el módulo de la calibración recibirá poder y desplegará una RPM: 0 lectura, entre otros parámetros.
- Conecte al distribuidor al harnés de la instalación eléctrica y gire el eje del distribuidor a mano. Si el sensor del distribuidor está operando apropiadamente, el módulo de la calibración desplegará una RPM que lee mayor que 0. Cuando el distribuidor deja de girar, el módulo de la calibración no puede desplegar COMUNICACION durante aproximadamente 2 segundos. Esto es normal e indica que la ECU está esperando por el próximo signo del distribuidor antes del tiempo permitido.
- Si una RPM es mayor que el cero que se indica en paso 5, reinstale el distribuidor.



Figura 3.12 Colocación del distribuidor mallory.

3.13 REINSTALACIÓN DEL DISTRIBUIDOR

- Asegúrese que el distribuidor se fije completamente en la base del múltiple y que el eje del distribuidor ingresó en el eje bomba de aceite totalmente.
- Levante el rotor a mano para asegurarse que hay el juego adecuado. La falta de juego indica que el eje del rotor está fuera del eje de bomba de aceite.
- Pueden agregarse empaquetaduras al fondo del árbol del distribuidor sobre la base, ajustar la tapa del distribuidor. Agregue empaquetaduras uno en un momento, verificando que el árbol del rotor mantiene una holgura suficiente para prevenir daño. La holgura recomendada está entre 0.015 - y 0.030 - de pulgada.
- Ligeramente apriete la brida para que el distribuidor todavía pueda moverse.

- Reajuste la tapa del distribuidor, con el rotor que apunta hacia el terminal No. 1.
- El distribuidor se conecta al harnés del Sistema Principal con conector J12.
- Un harnés de la ignición corta conecta la tapa del distribuidor al amplificador de la ignición, y conecta con tierra al cabeza del cilindro. Un segundo conector conecta la tapa del distribuidor a una fuente de 12 voltios, fuente de Start/Run.

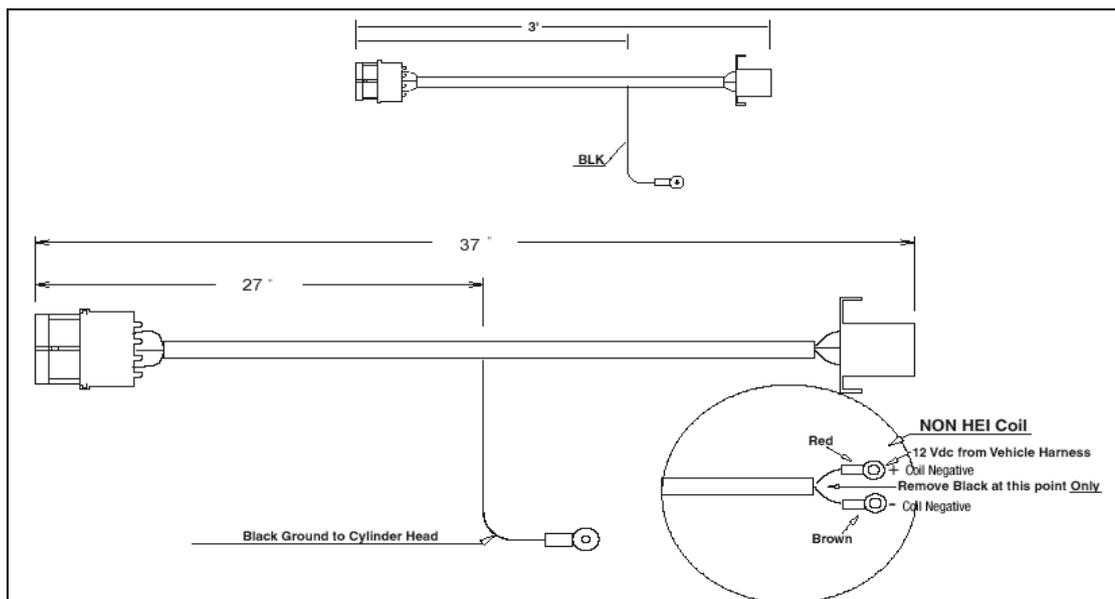


Figura 3.13 Instalación del distribuidor.

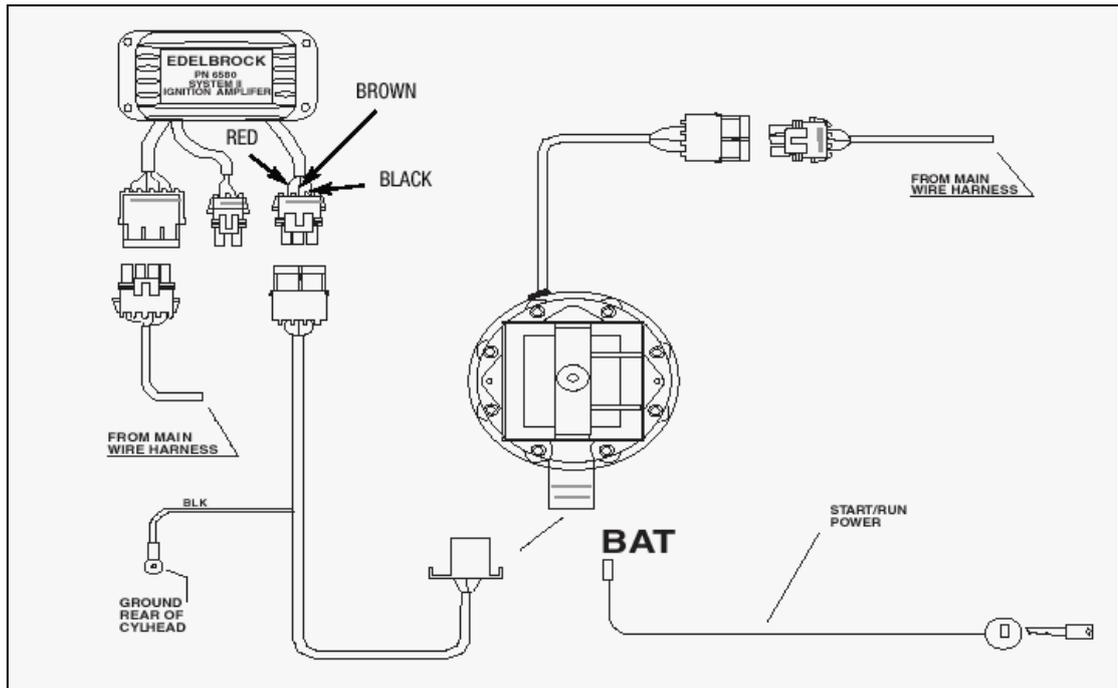


Figura 3.14 Instalación del sensor hall

3.14 AMPLIFICADOR DE LA IGNICION

EL sistema Pro-Flo usa el Amplificador de Ignición Edelbrock #3518 que debe montarse lejos en una superficie llana en el compartimiento del artefacto de descarga o en la carrocería, lejos de los artefactos que generan calor. El amplificador de la ignición ofrece dos conectores. El conector en la izquierda (UN) conecta a Conector J26 en el harnés del sistema principal. El conector en el derecho (B) conecta al harnés que corre al distribuidor.

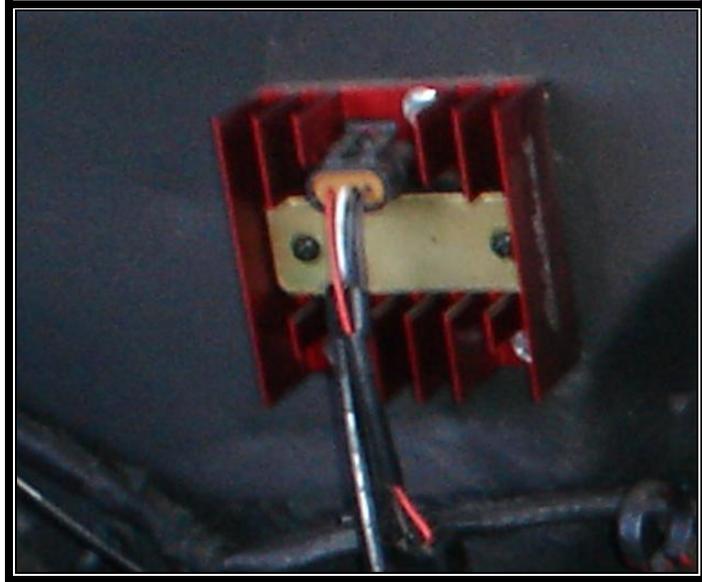


Figura 3.15 Amplificador de encendido

3.15 COMPARACIÓN DE PARÁMETROS FUNDAMENTALES

3.15.1 Consumo de combustible y emisiones.

Consumo:

Es fácil notar que el consumo de combustible es muy alto por este tipo de motor, por ser un de 8 cilindros en V, con una cilindrada de 5.700 cc.

El consumo con el sistema a carburador con sus calibraciones en optimas condiciones es reducido puesto que al instalarse el sistema de inyección electrónica, aprovechando la eficiencia del mismo se logró obtener un consumo más bajo, mejor desempeño del motor y aumento de potencia. Para saber el consumo de gasolina de este vehículo lo conseguimos por medio del recorrido del vehículo en distancia (Km), llenando el tanque de 31 galones, es decir la distancia recorrida por el vehículo dividido para el consumo de gasolina (galones).

Referencia: Quito (valle de los chillos) – Latacunga = 90 Km

Emisiones:

Las emisiones de los gases con el sistema de inyección electrónica son menores ya que este tipo de inyección cuenta con varios sensores que detectan todos los parámetros para el flujo de aire y cantidad de combustible sea el más óptimo para el desempeño del automotor. La medición de las emisiones se efectuó con un analizador de gases y se tomaron en cuenta los siguientes parámetros: CO, CO₂, NO_x, HC, O₂.

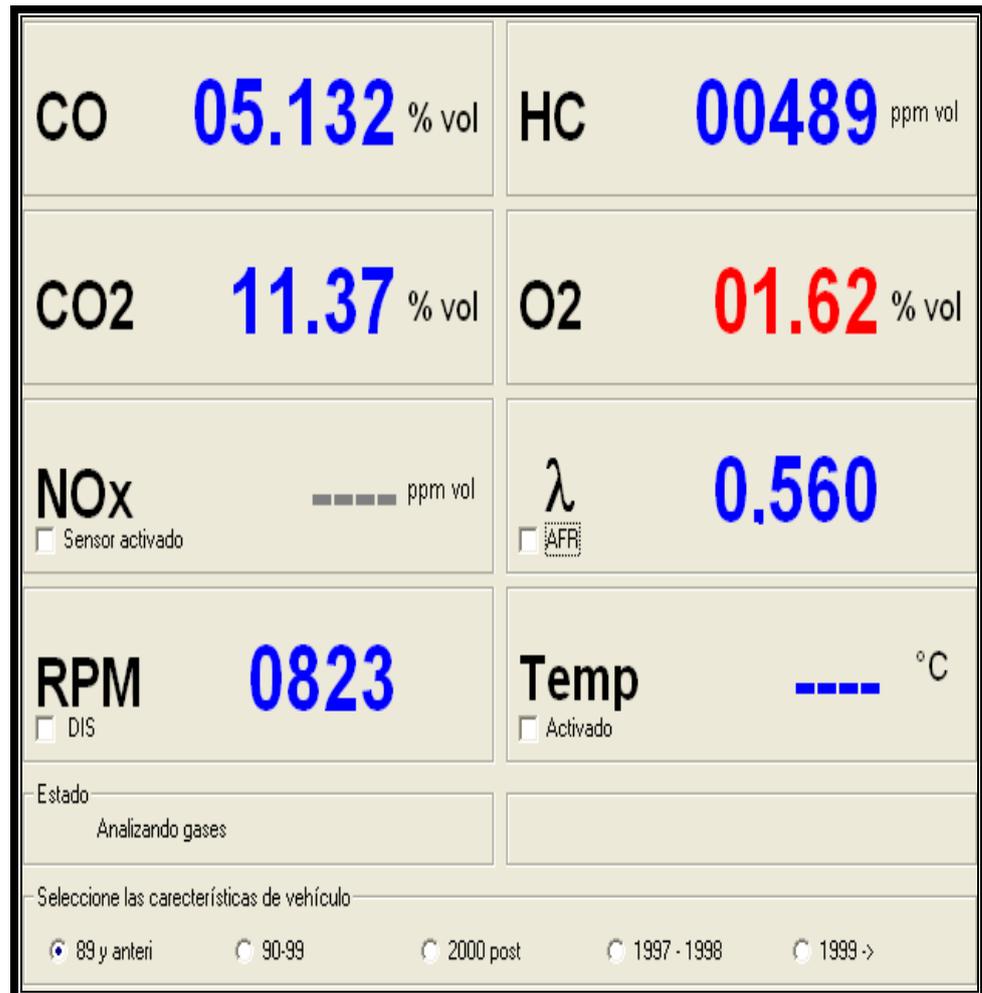


Figura 3.16 Emisiones a 800 rpm de carburador

CO	0,275 % vol	HC	01708 ppm vol
CO2	4.60 % vol	O2	0.394 % vol
NOx <input type="checkbox"/> Sensor activado	----- ppm vol	λ <input type="checkbox"/> OFF	0.698
RPM <input type="checkbox"/> DIS	2480	Temp <input type="checkbox"/> Activado	----- °C
Fletem Analizando gases			
Seleccione las características de vehículo			
<input checked="" type="radio"/> 89 y antes <input type="radio"/> 90-99 <input type="radio"/> 2000 pos <input type="radio"/> 1997-1999 <input type="radio"/> 1995-			

Figura 3.17 Emisiones a 2500 del carburador

CO	0.175 % vol	HC	00208 ppm vol
CO2	7.10 % vol	O2	0.691 % vol
NOx <input type="checkbox"/> Sensor activado	----- ppm vol	λ <input type="checkbox"/> OFF	0.998
RPM <input type="checkbox"/> DIS	0825	Temp <input type="checkbox"/> Activado	----- °C
Fletem Analizando gases			
Seleccione las características de vehículo			
<input checked="" type="radio"/> 89 y antes <input type="radio"/> 90-99 <input type="radio"/> 2000 pos <input type="radio"/> 1997-1999 <input type="radio"/> 1995-			

Figura 3.18 Emisiones a 800 rpm de inyección Edelbrock.

CO 0.175 % vol	HC 00453 ppm vol
CO2 4.20 % vol	O2 0.691 % vol
NOx ----- ppm vol <input type="checkbox"/> Sensor activado	λ 1.098 <input type="checkbox"/> OFF
RPM 2580 <input type="checkbox"/> DIS	Temp ----- °C <input type="checkbox"/> Activado
Estado: <input type="checkbox"/> Andando gases	
Seleccione las ruedas físicas de vehículo:	
<input checked="" type="radio"/> 89 y antes <input type="radio"/> 90-99 <input type="radio"/> 2000 cc <input type="radio"/> 1997 - 1999 <input type="radio"/> 1999 >	

Figura 3.19 Emisiones 2500 rpm en Inyección Edelbrock.

Luego de realizar el análisis de gases fue notable la reducción de las partes por millón de hidrocarburos no combustionados, al igual que la disminución del monóxido de carbono que es el producto de una mala combustión, al estar encendido el modo de mezcla estequiométrica, el vehículo aprovecha al máximo el combustible reduciendo considerablemente las emisiones nocivas para el ambiente.

3.15.2 Pruebas de Operación

Las pruebas de operación o de funcionamiento del sistema se lo realizó mediante pruebas de carretera, ya que es primordial para saber el consumo de gasolina, además ya que por ser un vehículo con caja automática el manual recomienda realizar solo este tipo de prueba.

Distancia (Km): Quito – Latacunga

Tabla III.1 Consumo de combustible

Tipo de alimentación	Distancia (Km)	Consumo (GL)	Consumo Aprox. (Km/GL)
Carburador	90	5.75	<u>15.65217391</u>
Inyección	90	2.31	<u>39.9610389</u>

3.16 ADAPTACIONES

3.16.1 Sistema de Aire

En el sistema de aire se realizó una pequeña adaptación en el depurador original y en el múltiple nuevo, adaptando un sensor de temperatura de aire (MAT), un sensor de presión absoluta del múltiple (MAP), un sensor de posición del acelerador (TPS).

El sensor de temperatura de aire (MAT), es un dispositivo termistor que mide temperatura de aire. Este sensor debe instalarse en la base del depurador de aire.

Taladrando la base del depurador de aire con una broca 3/4", eliminar cualquier borde afilado, instalamos el ojal del sensor de ESFERA. Este sensor se conecta Al harnés del sistema principal a través de conector J11.

NOTA: Los sistemas que tienen el sensor de ESFERA, en el palto del depurador, puede moverse al depurador de aire si necesario para obtener puertos del vacío adicionales.

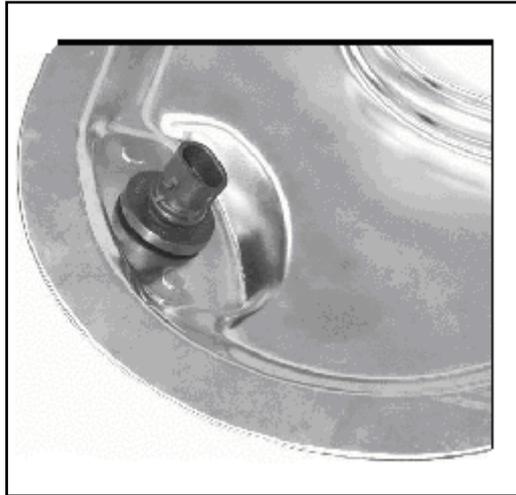


Figura 3.20 Instalación del sensor MAF en el depurador

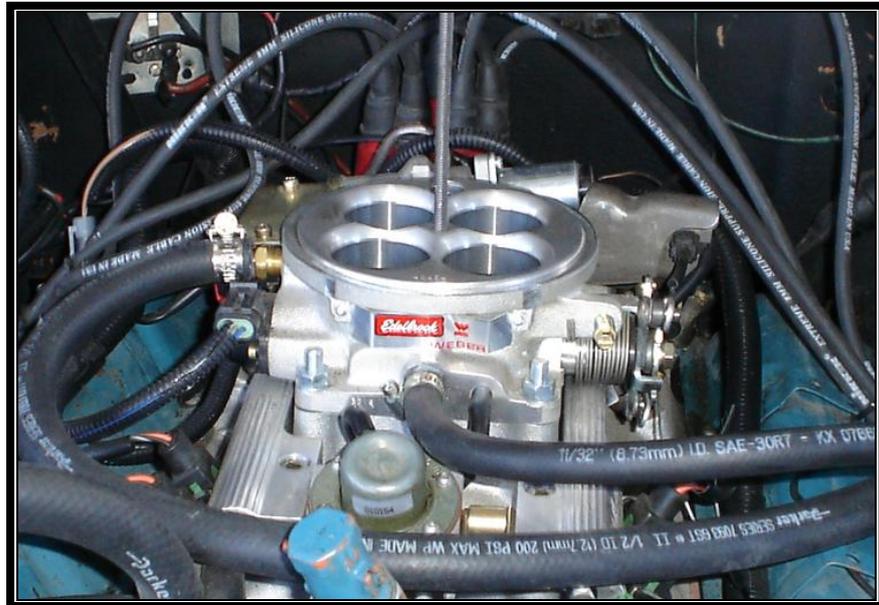


Figura 3.21 Instalación del múltiple con los sensores.

El sensor de presión absoluta (MAP), montado en la válvula de aire con un anaquel, la presión atmosférica es convertida en (carga) por el sensor, a un signo analógico enviado al ECU. Este sensor se conecta al harnés del sistema principal a través de conector J9.

El sensor de posición del acelerador (TPS), una parte íntegra del Pro-Flo en el cuerpo del acelerador o el ángulo del acelerador de medidas. Este sensor requiere ajuste o calibración el cual se da con el modulo de calibración. Se conecta al harnés del sistema principal a través de conector J8.

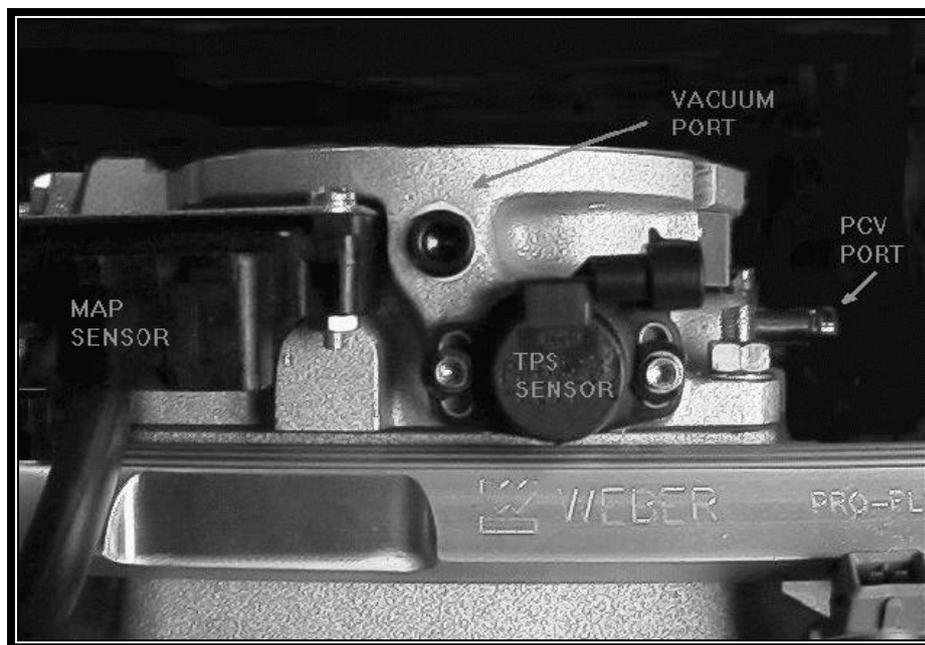


Figura 3.22 Vista lateral de la entrada de aire de 4 venturis (Weber)

3.16.2 Sistema de Alimentación

El Pro-Flo de Edelbrock es un sistema que controla la entrega de combustible a diferencia de un carburador, algunas conversiones para el sistema de combustible son necesarias. En Pro-Flo la inyección electrónica de combustible requiere un volumen de combustible alto y constante así como una buena presión de combustible. Por esta razón, una línea de combustible primaria buena

es crítica. En Pro-Flo el sistema incluye una línea de combustible de alta presión de 3/8-inch que debe usarse como la línea de combustible primaria. El retorno de combustible que desvía los inyectores al tanque de combustible vía una línea de combustible de retorno. Si su vehículo ya está provisto con una bomba de combustible con desviación de línea de retorno, esta línea puede usarse como la línea de combustible de retorno. Si no, la línea primaria original puede usarse como la línea del retorno.

Mucho más tarde se planea que los automóviles están provistos con una línea de combustible adicional que corre a un lado del chasis montada en el lado del conductor del vehículo. Esta línea debe reinstalarse después de la conversión de sistema de combustible y no debe usarse como la línea de combustible de retorno.

Bomba de combustible y filtro

En Pro-Flo el sistema usa una sólo alta presión, la bomba de combustible de Edelbrock es eléctrica que es capaz de bombear 50 psi. La parada de la bomba cerrará la bomba si no hace un signo que reciba el sistema de carrera del ECU. Esta seguridad da la precaución necesaria al usar un sistema de combustible de alta presión. El filtro de combustible debe montarse entre el compartimiento del vehículo junto a la bomba de combustible y permita bombear o empujar el combustible a través del filtro.



Figura 3.23 Instalación de la bomba de combustible

Regulador de presión de combustible

La presión de combustible es tan importante como el volumen de combustible, particularmente en inyección de combustible. En Pro-Flo el regulador de presión de combustible mantiene una presión constante a los inyectores con un paso a la línea de combustible de retorno. Referencias de presión absoluta en el múltiple, el diafragma del regulador para mantener presión constante por todos los 8 inyectores, sin tener en cuenta presión del múltiple fluctuando (vacío) al nivel. Se devuelve el combustible que no se inyecta al tanque de combustible por la línea de combustible de retorno.

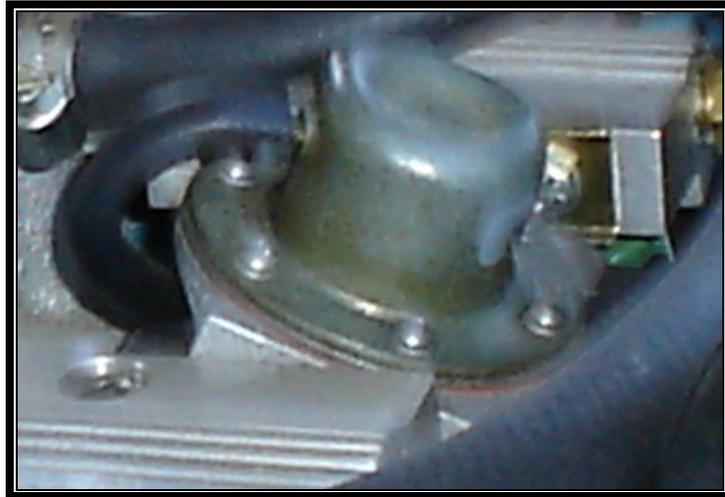


Figura 3.24 Regulador

Línea de retorno de combustible

Debido a la presión alta de combustible usada por el sistema Pro-Flo, se proporcionaron una línea de combustible de alta presión de 3/8-inch, debe usarse como la línea de combustible primaria, y una desviación de combustible de retorno debe instalarse. Hay tres opciones por instalar una línea de retorno de desviación.

- Use la línea 5/16 inch de combustible de caucho proporcionado con el sistema como la línea de retorno de combustible.
- Use en el vehículo la línea primaria existente como la línea de retorno de combustible con modificación.
- Use en el vehículo la línea existente del retorno (en este caso provisto) como la línea de retorno de combustible. Esta opción solo aplica a los vehículos previamente equipados con inyección de combustible. Si el vehículo ya no se equipa con una línea del retorno, algunas modificaciones en el tanque de combustible se requieren por no proveer la línea del retorno atrás a través del plato de la unidad enviado en el tanque.

3.16.3 Sensores

Sensor Posición del Cigüeñal

El sensor original es un captador magnético el cual va montado en el delco original del vehículo que tenía un sistema de encendido HEI al cual se le retiro el diafragma de vacío, el módulo de control, el captador magnético y se le colocó en su lugar un sensor hall y un obturador (disco metálico con 8 hojas), pero para mejorar el desempeño del vehículo adquirimos un delco de la marca mallory el cual tiene compatibilidad con el sistema de encendido Edelbrock, por lo que no se hizo mayores cambios en el sistema de encendido, este delco tiene un sensor óptico, además se tuvo que adaptar una bobina de encendido puesto que el sistema HEI posee la bobina incorporada a la tapa del delco, se optó por colocar una bobina BOSCH roja, la cual posee las características necesarias para el funcionamiento del vehículo.

Sensor de Temperatura de Agua

El Sensor de temperatura del refrigerante (WTS) es un dispositivo termistor como el sensor de temperatura de aire.

La resistencia varía como temperatura del refrigerante sube y baja. El sensor de temperatura del refrigerante se localiza al lado derecho del termostato frente al múltiple, y se conecta al harnés del sistema principal a través de conector J10.



Figura 3.25 Instalación del sensor ECT

Sensor de Oxígeno (Escape).

El sensor de oxígeno (O₂), instalado en la tubería del sistema de escape, el volumen de medidas de descarga de gas de oxígeno, es usado por el ECU para manejar entrega de combustible bajo el mando de la vuelta cerrado.

Para la instalación del sensor requiere hacer un agujero 1/2-inch en el sistema de escape (en el colector) en el lado del pasajero. El O₂ sensor se conecta al harnés del sistema principal a través de conector J21.

NOTA: Prioridad al instalar el O₂ chequee los alambres del sensor que llevan un tapón y asegurar que el alambre coloreado impar está en el medio.

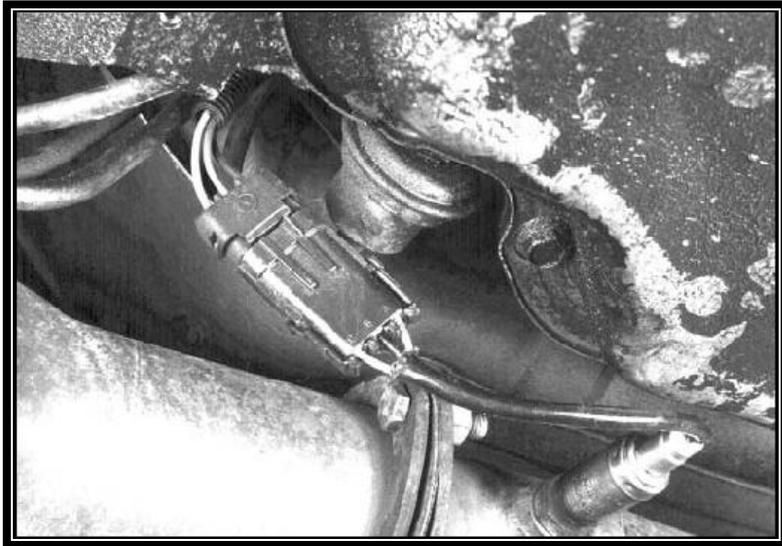


Figura 3.26 Instalación del sensor de oxígeno

El código “J” es para la ilustración solamente a utilizar.

J1 ECU

J2 Módulo de calibración

J3 Harnes de la bomba

J8 TPS

J9 MAP

J10 WTS

J11 MAT

J12 Distribuidor

J13 Inyector, 1 cilindro

J14 Inyector, 3 cilindro

J15 Inyector, 5 cilindro

J16 Inyector, 7 cilindro

J17 Inyector, 2 cilindro

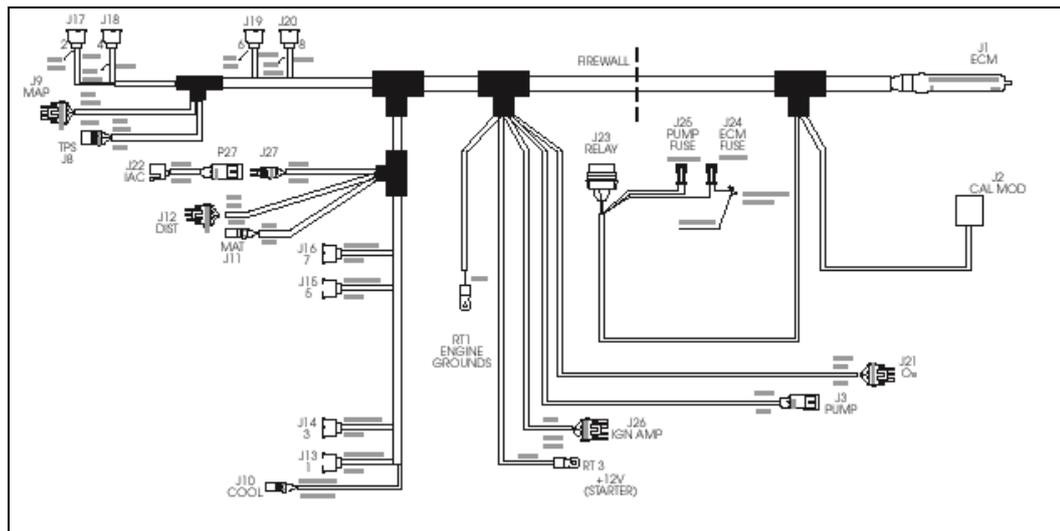


Figura 3.27 Harnés del sistema de inyección EDELBROCK 3500

IV. ANALISIS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA PRO FLO 3500

4.1 ANÁLISIS DE COSTOS.

Los costos para la instalación de este sistema de inyección electrónica es el siguiente:

- Inyección Edelbrock: U.S.D. 2.300
- Instalación y adaptación de componentes U.S.D. 1.200
- Total U.S.D 3500

Este sistema de inyección electrónica consta de varios elementos:

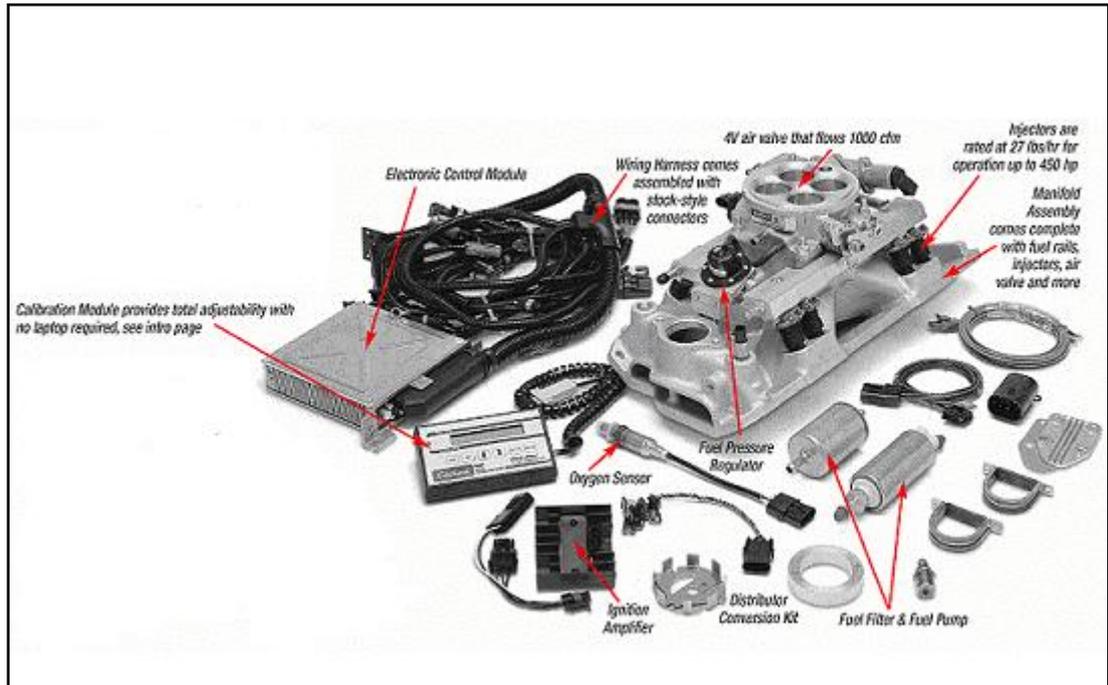


Figura 4.1 Elementos que constan en el kit Edelbrock #3500

- La tortuga o múltiple de admisión
- 8 inyectores
- Sensores (MAT, MAP, IAC, O2, WTS, TPS)
- ECU (Magnetti Marelli)
- Bomba de combustible (externa)
- Filtro de combustible
- Amplificador de corriente (Edelbrock)
- Tapas y sellantes de seguridad para tapar el lugar de la bomba de combustible mecánica en el block.
- Mangueras de combustible
- Harnés del sistema
- Modulo de calibración de la inyección.
- Kit de conversión del distribuidor.

4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como resultados tenemos que el funcionamiento de la inyección electrónica aplicada a este vehículo es muy notorio en el bajo consumo de gasolina, aumento de potencia y optimización de todos los sistemas que hacen el buen funcionamiento y aprovechamiento del motor.

Pese a que la gasolina en nuestro país es una de las más caras del mundo, provoca a que muchas de las veces sea difícil aceptar el cambio a este sistema pues reduce el consumo pero aumenta el costo de gasolina al utilizar de la común extra por la super que es más limpia.

El costo del sistema es conveniente para el uso y resultados que brinda, pero tiene su contra, que es el valor del vehículo puesto que este sistema se lleva a cabo para el tipo de vehículo clásico pues estos motores eran de gran cilindrada y mucha potencia, el motivo de estos sistemas es para preservarlos y seguir una línea de restauración de lujo, lo cual agregará una mejor plusvalía al automotor.

Debemos revisar para otra instalación de revisar que venga completa la computadora puesto que por lo general la empresa no envía la memoria PROM, ya que es necesario devolver la información correcta para el chip, es decir el árbol de levas estándar, de torque, etc. Según el árbol de levas se enviara el chip.

4.3 FICHAS TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO

Plan de mantenimiento periódico (efectuados por el conductor)

- Inspeccionar semanalmente el nivel del líquido de refrigerante en el radiador y llenar si fuese necesario hasta el nivel con aditivo según la mezcla especificada.
- Inspeccionar semanalmente el nivel del aceite del motor y llenar hasta nivel, si fuese necesario.
- Inspeccionar diariamente el nivel del aceite de la caja de cambios una vez esté a temperatura de funcionamiento, llenar si fuese necesario hasta nivel.

Intervalo máximo para cambio de aceite del motor (cambiar con el motor caliente).

- Cada 3.000 Km ó 3 meses, lo que ocurra primero.
- Inspeccionar en cuanto a fugas.
- Reemplazar el filtro de aceite del motor conjuntamente con los cambios de aceite de motor.

Intervalo máximo para cambio de aceite de la caja cambios y transmisión

- Cada 30.000 Km se realizará el cambio de aceite de caja de cambios automática
- Cada 40.000 Km o 1 año se cambiará aceite de transmisión.

Tabla IV.1 Mantenimiento.

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

(Inspección cada 15.000 Km)					
1	2	3	4	5	Servicios a Efectuar
x	x	x	X	X	Prueba de emisiones de contaminantes.
x	x	x	X	X	Filtro de combustible: reemplazar cada 10.000 Km
	x		X		Filtro de aire: reemplazar y limpieza de la toma de aire
x		x		X	Bujías de encendido: reemplazar
				X	Sistema de enfriamiento: Inspeccionar fugas, completar refrigerante
		x			Correa de sincronización: reemplazar
	x		X		Sistema de dirección: Inspeccionar juego, cremallera, revisar fugas.
	x		X		Dirección hidráulica: revisar cañerías, nivel de aceite.
x	x	x	X	X	Sistema eléctrico: inspección total de instalación, sensores.
x		x		X	Limpieza de inyectores

4.4 AUTODIAGNÓSTICO:

El sistema de inyección electrónica Pro-Flo Edelbrock posee una ECU Magnetti Marelli, que visualiza siete códigos de fallas diferentes en el módulo de calibración, según el manual del fabricante las fallas se dan en el harnés, en los conectores, y en los sensores.

- Map sensor error.
- Coolant temp error.
- Voltaje High/low.
- No communication/no chip or incorrectly installing.
- Throttle input error.
- Air temp error.
- O2 sensor error.

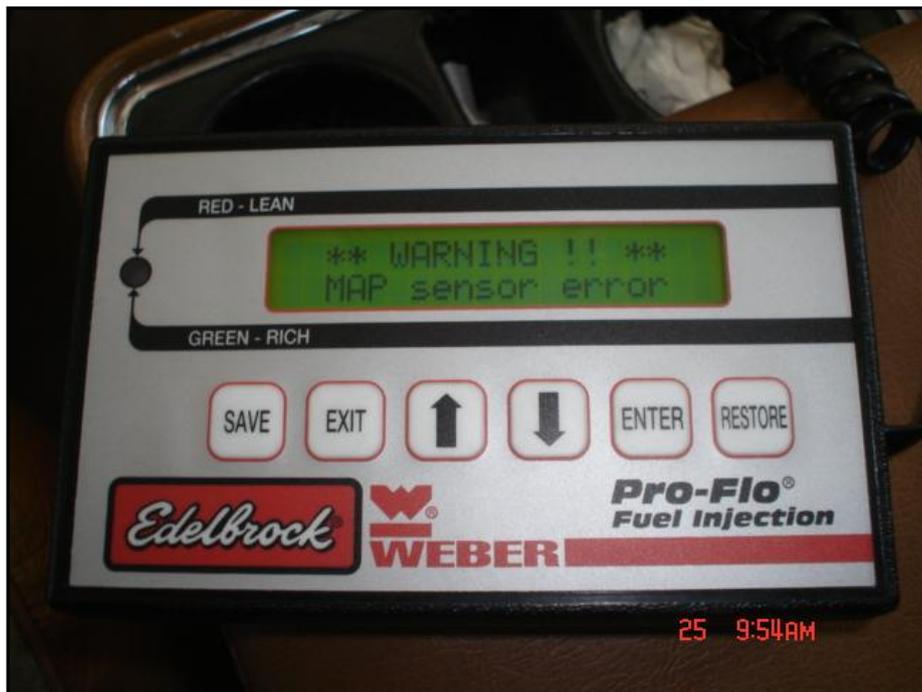


Figura 4.2 falla del MAP.

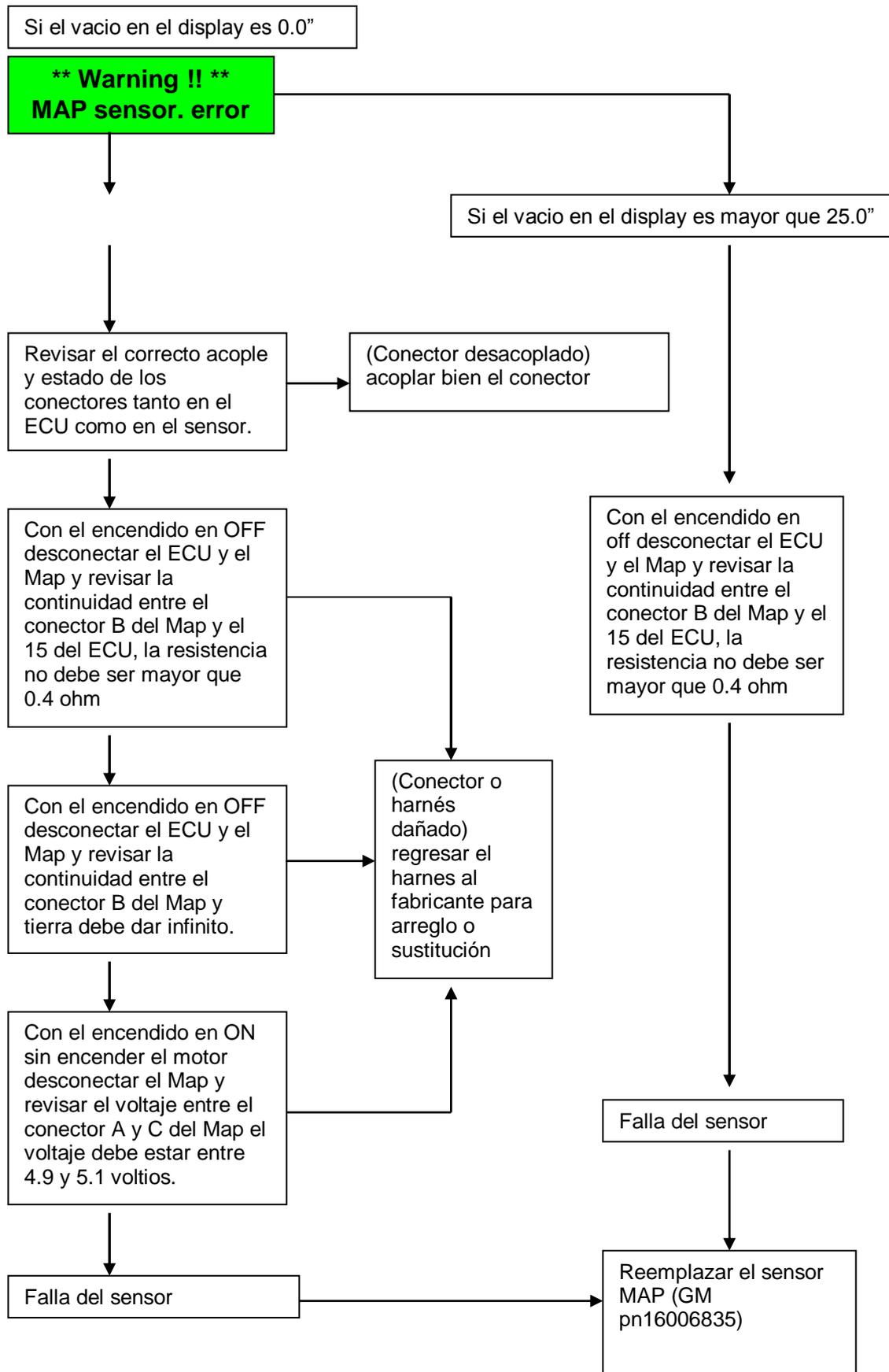




Figura 4.3 falla del WTS

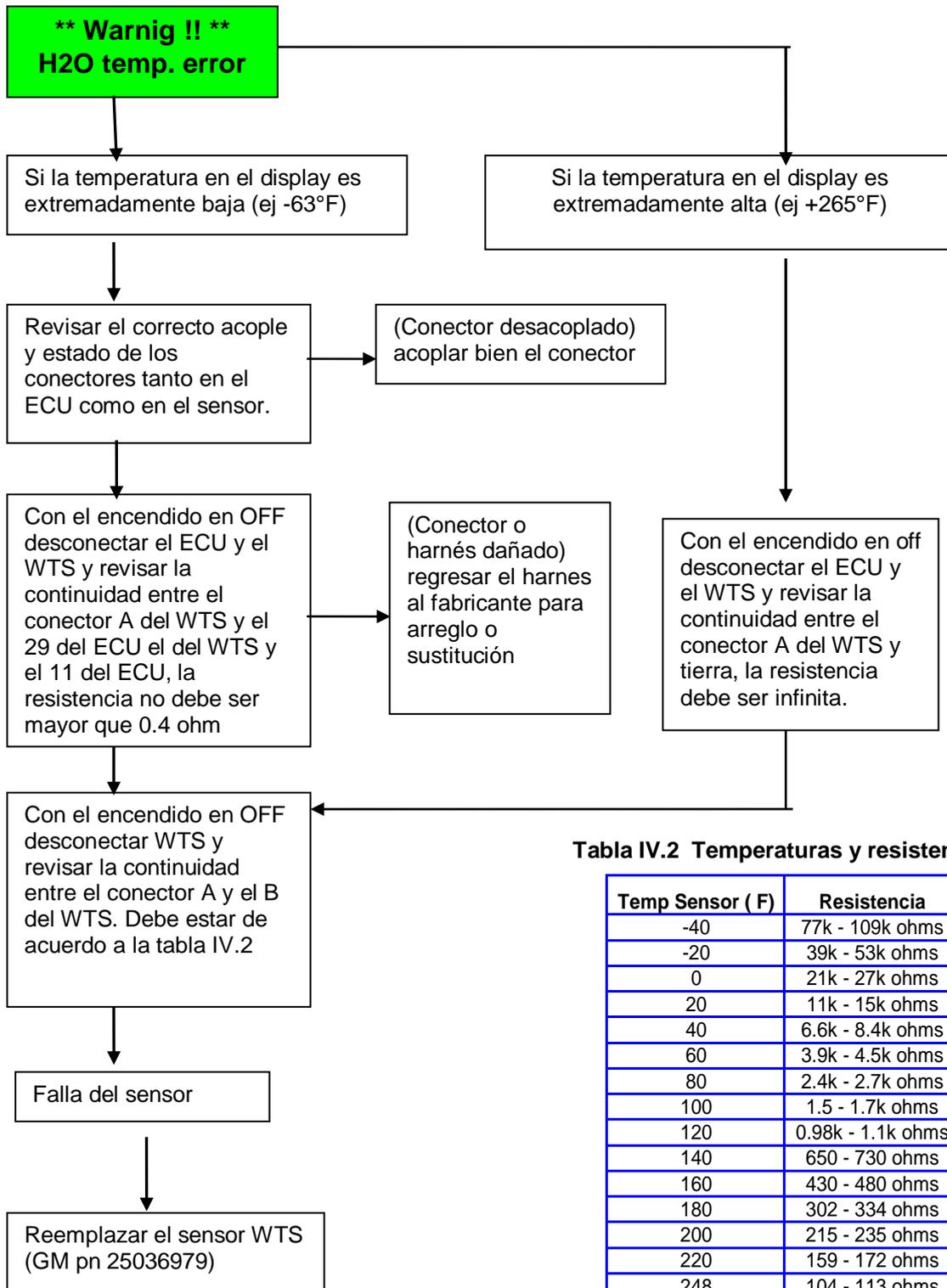
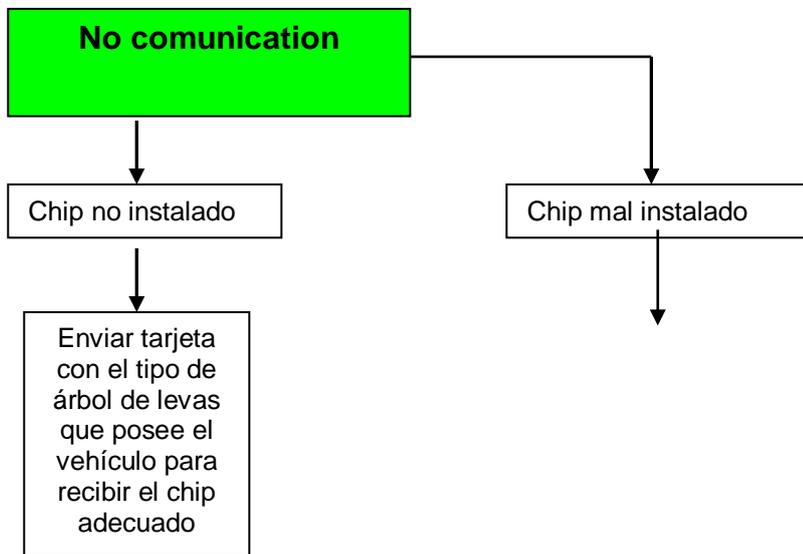
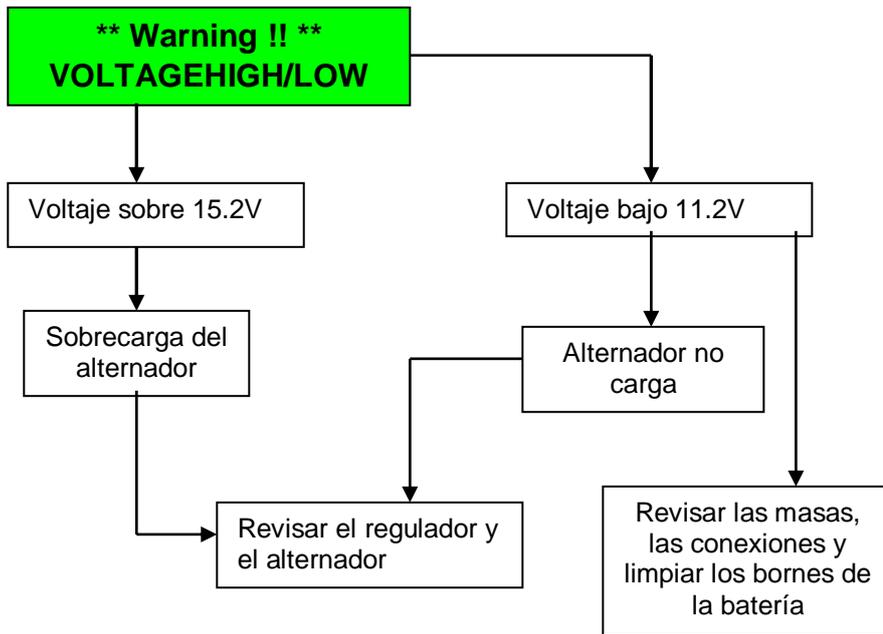


Tabla IV.2 Temperaturas y resistencias

Temp Sensor (F)	Resistencia
-40	77k - 109k ohms
-20	39k - 53k ohms
0	21k - 27k ohms
20	11k - 15k ohms
40	6.6k - 8.4k ohms
60	3.9k - 4.5k ohms
80	2.4k - 2.7k ohms
100	1.5 - 1.7k ohms
120	0.98k - 1.1k ohms
140	650 - 730 ohms
160	430 - 480 ohms
180	302 - 334 ohms
200	215 - 235 ohms
220	159 - 172 ohms
248	104 - 113 ohms
284	63 - 68 ohms



Colocar el chip sacando la tapa de la ECU y utilizando una pulsera con conexión a tierra



Figura 4.4 falla del TPS.

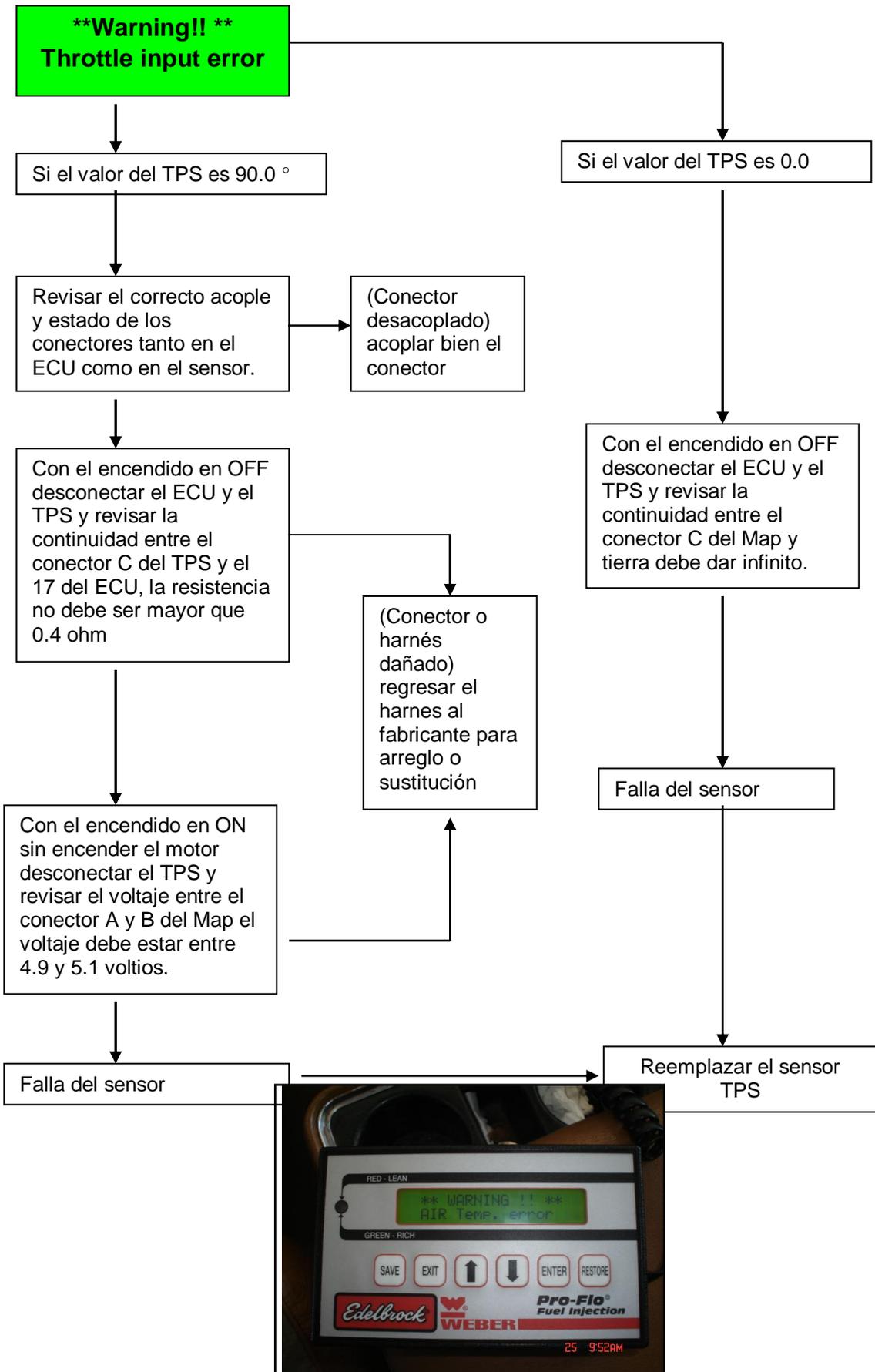
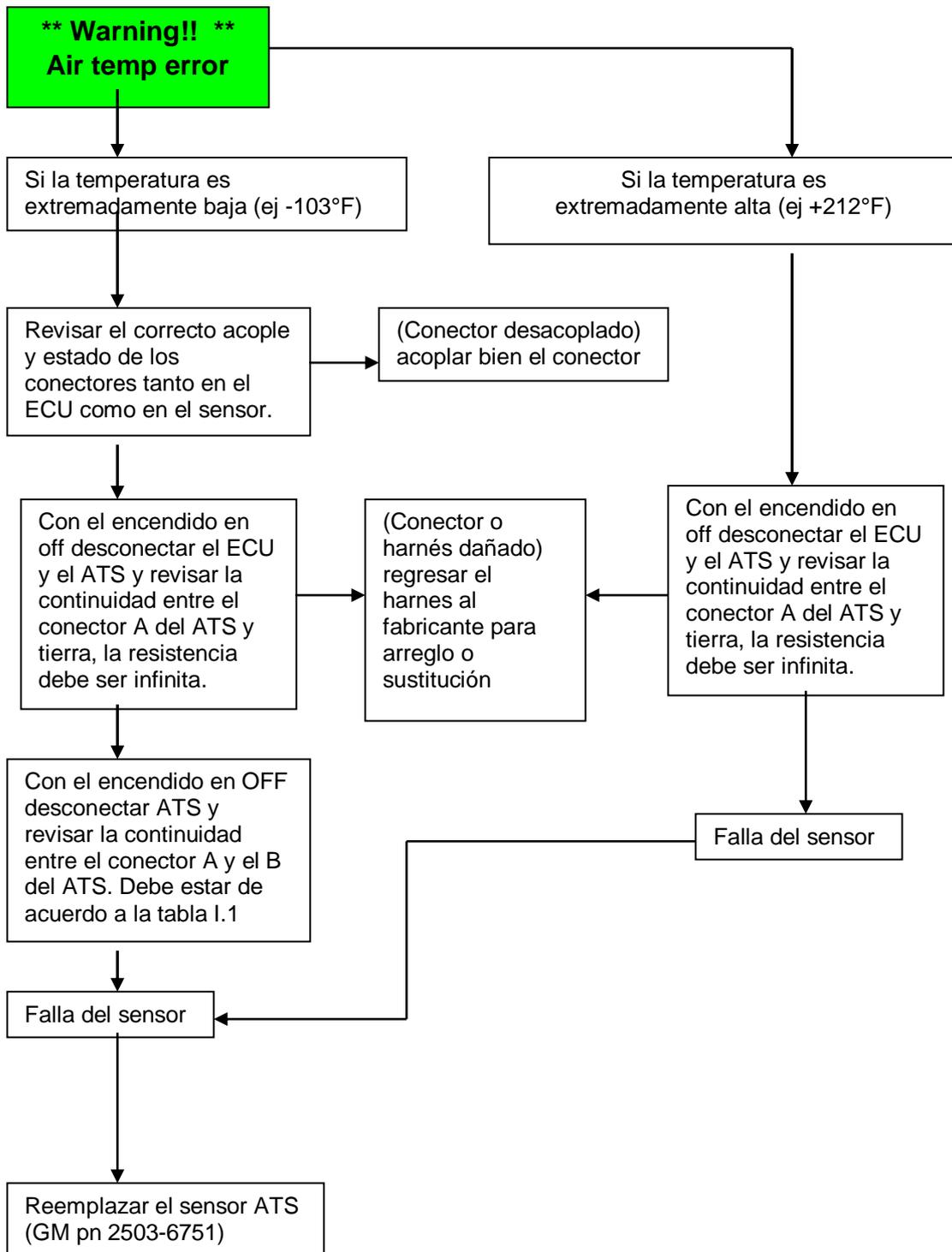
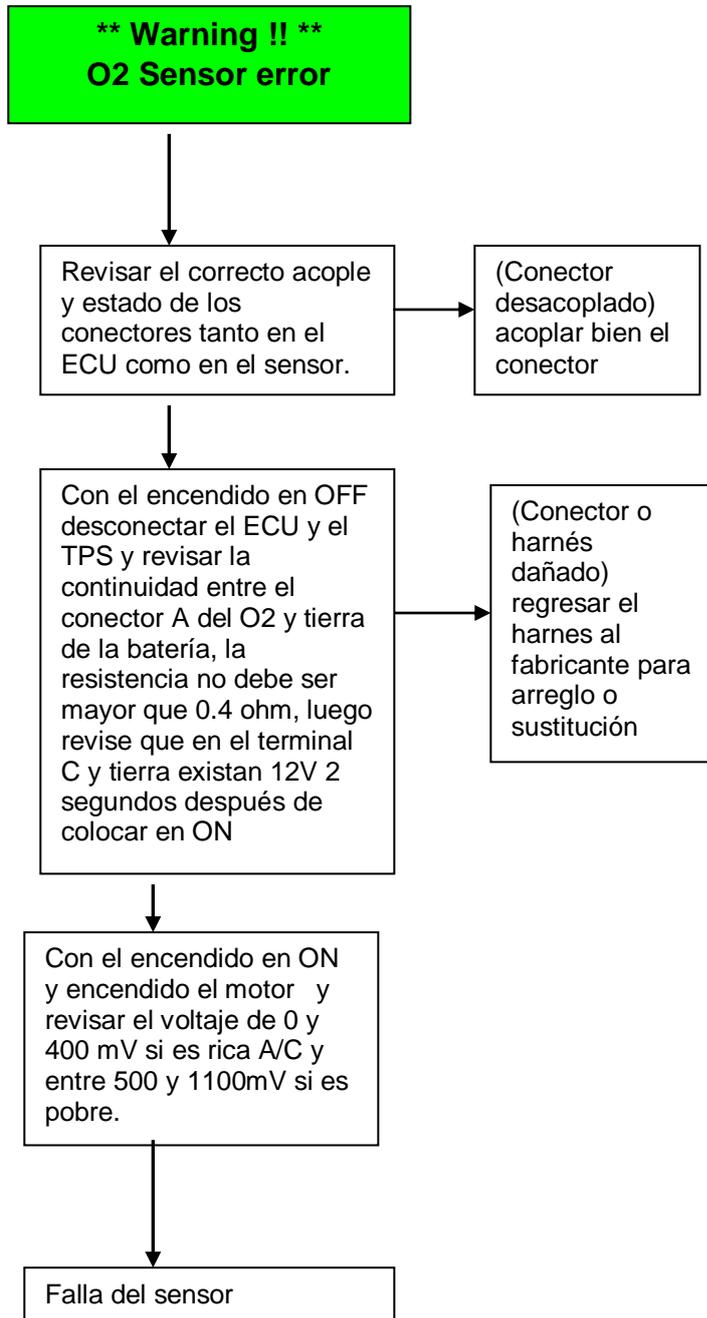


Figura 4.5 falla del ATS.





V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

Al finalizar el presente proyecto de investigación, se realizó la instalación del sistema de inyección electrónica M.P.F.I y en mejoras de las prestaciones mecánicas ponemos a consideración las siguientes conclusiones:

- La realización de este proyecto de grado “INSTALACION DE UN SISTEMA DE INYECCION ELECTRONICA MULTIPUNTO A UN MOTOR A GMC 5.7lt” permitió fortalecer nuestros conocimientos, estar al tanto de lo que son, como funcionan estos sistemas en la actualidad y su aplicación, dotando así de mano de obra calificada al país.
- El sistema de inyección electrónica multipunto Edelbrock en un automotor en funcionamiento permite obtener gran amplitud en el desempeño del automotor y diagnosticar oportunamente si el sistema llega a fallar.
- Debido a lo novedoso de este sistema instalado en un motor V 8, se conoció cuan efectiva es la reducción del consumo de combustible, y se pudo obtener información importante gracias al internet sobre la instalacion, calibración del sistema y sus prestaciones.

- Se aprendió la utilización correcta de este módulo de calibración en el cual se puede variar parámetros en especial para el consumo de combustible, la chispa y el diagnóstico adecuado del sistema.
- Se fortalecieron los conocimientos adquiridos y los métodos de investigación aprendidos.

Recomendaciones:

- Para la detección de una falla siempre se debe comenzar por revisar la parte mecánica antes de proceder a la comprobación del sistema eléctrico y electrónico del sistema, puesto que este sistema de inyección posee sensores básicos y no muy complejos para saber el daño en algún subsistema o sensor.
- Debido a que el sistema de inyección y encendido electrónico tienen elementos muy delicados es importante tomar las debidas precauciones y seguridad para la instalación.
- Debemos realizar la debida conexión correcta de la memoria PROM en la computadora E.C.U, tomando en cuenta que hay que realizarla con una manilla antiestática.
- Sería conveniente que la Escuela Politécnica del Ejército incentive a sus estudiantes en la realización de proyectos similares pues de esa manera

se pone en práctica los conocimientos que adquirimos en el área de motores, repotenciación y restauración de vehículos para perfeccionar el automotor mucho más a fondo.

- El perfeccionamiento de vehículos clásicos tanto en reconstrucción, y base estética ya sea en el motor, aditamentos como en todas las partes del automotor; es muy bien remunerada. Aquí radica la importancia de estos conocimientos, que se los podría tomar cómo una forma de sobresalir en el mercado automotriz.

Bibliografía

- Alonso José M, Tecnología avanzada del automóvil, Ed Paraninfo, Madrid, 1994.
- Bosch – Manual de la técnica del automóvil, 18 edición .
- Brochure, Manual de Calibración del Sistema de Inyección Pro-Flo 3500, Edelbrock, 2002, USA.
- Brochure, Manual de Instalación Sistema de Inyección Pro-Flo 3500, Edelbrock, 2002, USA.
- Crouse William H. – Equipo eléctrico y electrónico del automóvil, Ed. Alfaomega, México, 1992.
- www.edelbrock.com

ANEXOS

ANEXO A

**“CIRCUITO ELECTRICO DEL SISTEMA
PRO FLO EDELBROCK”**

Latacunga 2005

Realizado por:

José Luis Fiallo Meza

Fabián Eduardo Solano Martínez

Ing. Juan Castro C.

Director de Carrera

De Ingeniería Automotriz.

Dr. Eduardo Vásquez A.

Secretario Académico.