



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
INYECCIÓN PROGRAMABLE CON DISTRIBUCIÓN
VARIABLE Y ENCENDIDO SEMI SECUENCIAL EN
EL MOTOR FIAT EVO FIRE 1400 CC DEL
LABORATORIO DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA
DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

**COROZO PRECIADO ALEXANDER MICHAEL
SIAVICHAY PORTILLA KEVIN JAVIER**

TRABAJO DE TITULACIÓN **TIPO: PROPUESTAS TECNOLÓGICAS**

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

**Riobamba – Ecuador
2017**

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2016-12-05

Yo recomiendo que el trabajo de titulación preparado por:

COROZO PRECIADO ALEXANDER MICHAEL

Titulado:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN PROGRAMABLE
CON DISTRIBUCIÓN VARIABLE Y ENCENDIDO SEMI SECUENCIAL EN
EL MOTOR FIAT EVO FIRE 1400 CC DEL LABORATORIO DE INYECCIÓN
ELECTRÓNICA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

Sea aceptado como total complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Luis Fernando Buenaño Moyano
DIRECTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Bolívar Alejandro Cuaical Angulo
ASESOR TRABAJO DE TITULACIÓN

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2016-12-05

Yo recomiendo que el trabajo de titulación preparado por:

KEVIN JAVIER SIAVICHAY PORTILLA

Titulado:

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN PROGRAMABLE
CON DISTRIBUCIÓN VARIABLE Y ENCENDIDO SEMI SECUENCIAL EN
EL MOTOR FIAT EVO FIRE 1400 CC DEL LABORATORIO DE INYECCIÓN
ELECTRÓNICA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”**

Sea aceptado como total complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Luis Fernando Buenaño Moyano
DIRECTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

Ing. Bolívar Alejandro Cuaical Angulo
ASESOR TRABAJO DE TITULACIÓN

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: COROZO PRECIADO ALEXANDER MICHAEL

TÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN PROGRAMABLE CON DISTRIBUCIÓN VARIABLE Y ENCENDIDO SEMI SECUENCIAL EN EL MOTOR FIAT EVO FIRE 1400 CC DEL LABORATORIO DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”

Fecha de Examinación: 2017-10-05

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. José Francisco Pérez Fiallos PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Luis Fernando Buenaño Moyano DIRECTOR			
Ing. Bolívar Alejandro Cuaical Angulo ASESOR			

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

RECOMENDACIONES: _____

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

Ing. José Pérez Fiallos
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: SIAVICHAY PORTILLA KEVIN JAVIER

TÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN PROGRAMABLE CON DISTRIBUCIÓN VARIABLE Y ENCENDIDO SEMI SECUENCIAL EN EL MOTOR FIAT EVO FIRE 1400 CC DEL LABORATORIO DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”

Fecha de Examinación: 2017-10-05

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. José Francisco Pérez Fiallos PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Luis Fernando Buenaño Moyano DIRECTOR			
Ing. Bolívar Alejandro Cuaical Angulo ASESOR			

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

RECOMENDACIONES: _____

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

Ing. José Pérez Fiallos
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotros, **COROZO PRECIADO ALEXANDER MICHAEL** y **SIAVICHAY PORTILLA KEVIN JAVIER**, egresados de la carrera de **INGENIERÍA AUTOMOTRIZ** de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH, autores del trabajo de titulación denominado **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN PROGRAMABLE CON DISTRIBUCIÓN VARIABLE Y ENCENDIDO SEMI SECUENCIAL EN EL MOTOR FIAT EVO FIRE 1400 CC DEL LABORATORIO DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ”** , nos responsabilizamos en su totalidad el contenido en su parte intelectual y técnica, y nos sometemos a cualquier disposición legal en caso de no cumplir con este precepto.

Corozo Preciado Alexander Michael

Cédula de Identidad: 100455618-7

Siavichay Portilla Kevin Javier

Cédula de Identidad: 140076561-4

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Corozo Preciado Alexander Michael y Siavichay Portilla Kevin Javier, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Corozo Preciado Alexander Michael

Cédula de Identidad: 100455618-7

Siavichay Portilla Kevin Javier

Cédula de Identidad: 140076561-4

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios por ser mi guía en todo este arduo caminar, por la salud que me ha brindado para que pueda lograr mi meta, por los Padres que tengo y sobre todo por brindarme una vida llena de aprendizaje y felicidad. Eres quien guía el destino de mi vida.

Les doy las gracias a mis Padres Yorlen Corozo y María Elena Preciado por apoyarme en todo momento, por inculcarme valores, por haberme brindado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Sobre todo, por ser un ejemplo de superación.

Este título va dedicado a ellos, por ser mi motor, mi fortaleza, la razón de superarme cada día, por apoyarme en los momentos más difíciles de mi vida, gracias a ellos soy lo que soy ahora, por todo su esfuerzo de ellos y el mío ahora puedo culminar una etapa más en mi vida y seré un gran orgullo para ellos y para todos los que confiaron en mí.

Alexander Corozo Preciado

Este trabajo va dedicado primeramente a Dios por darme valentía, sabiduría y protección en los momentos difíciles, a mis amados padres José y Blanca, a mis hermanos Denis y Ariel por ser un pilar fundamental en mi vida, los cuales me han motivado a cumplir esta meta con sus consejos, motivación y sobre todo apoyo incondicional.

A mis tíos, abuelos y amigos, por siempre apoyarme y motivarme a nunca rendirme a pesar de las dificultades de la vida, con sus granitos de arena me han ayudado a cumplir esta meta planteada.

Kevin Siavichay Portilla

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a todos los docentes de la Escuela de Ingeniería Automotriz, por inculcarme todos los conocimientos necesarios para defenderme en el área laboral, por la paciencia y consejos brindados en todos estos años de carrera, gracias a ellos he logrado cumplir mi objetivo que es ser un Ingeniero Automotriz de calidad y ético.

Agradezco a todas las personas que estuvieron ahí brindándome su apoyo para seguir adelante y no rendirme, en especial a mis Padres por su confianza y esfuerzo diario. A mi Tutor y Asesor por guiarme con su experiencia, sabiduría, para culminar con éxito esta etapa.

Alexander Corozo Preciado

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Facultad de Mecánica y a la Escuela de Ingeniería Automotriz, a sus Autoridades y Profesores, por brindarme la oportunidad de obtener una profesión y así contribuir en algo útil para la sociedad.

A mis padres, hermanos, amigos, y compañeros que de una u otra forma contribuyeron con su motivación y apoyo incondicional para la culminación con éxito de una meta más en mi vida, formaron parte de ésta etapa de mi vida y siempre mantendré los recuerdos de esta aventura universitaria.

Kevin Siavichay Portilla

1. MARCO REFERENCIAL

1.1	Antecedentes	1
1.2	Planteamiento del problema.....	2
1.3	Justificación	2
1.3.1	<i>Justificación teórica</i>	2
1.3.2	<i>Justificación metodológica</i>	2
1.3.3	<i>Justificación práctica</i>	2
1.4	Objetivos	3
1.4.1	<i>Objetivo general</i>	3
1.4.2	<i>Objetivos específicos:</i>	3

2. MARCO TEÓRICO

2.1	Introducción	4
2.2	Ventajas:	4
2.3	Clasificación de los sistemas de inyección de gasolina.....	5
2.3.1	<i>Según el lugar donde inyectan el combustible</i>	5
2.3.2	<i>Según el número de inyectores</i>	5
2.4	Sensores	5
2.4.1	<i>MAP (sensor de presión absoluta en el múltiple de admisión)</i>	5
2.4.2	<i>IAT (sensor de temperatura de admisión)</i>	6
2.4.3	<i>TPS (sensor de posición del acelerador)</i>	6
2.4.4	<i>ECT (sensor de temperatura de refrigerante)</i>	7
2.4.5	<i>CKP (sensor de posición y velocidad del cigüeñal)</i>	7
2.4.6	<i>CMP (sensor de posición y velocidad del árbol de levas)</i>	8
2.4.7	<i>O2 (sensor de oxígeno)</i>	8
2.5	Actuadores	9
2.5.1	<i>Inyectores</i>	9
2.5.2	<i>Bobina de encendido</i>	9
2.5.3	<i>IAC (válvula de control de aire en ralentí)</i>	9
2.5.4	<i>EGR (válvula de recirculación de gases de escape)</i>	10
2.5.5	<i>Electro ventilador</i>	10
2.5.6	<i>Bomba de combustible</i>	10
2.6	Motor Fiat Evo Fire 1400 cc	10
2.6.1	<i>Características constructivas del motor 1.4 Evo Fire</i>	11
2.6.2	<i>Ficha técnica del motor 1.4 Evo Fire</i>	11
2.6.3	<i>Partes constituyentes del motor Fiat 1.4 evo Fire</i>	11
2.7	Computadora Haltech Sprint 500.....	18
2.7.1	<i>Características de programación</i>	19
2.7.2	<i>Funciones</i>	20
2.7.3	<i>Dispositivos necesarios para la adaptación de una Ecu Haltech</i>	20
2.7.4	<i>Parámetros a tomar en cuenta antes de la instalación de una Ecu Haltech</i> 21	

3. EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL MOTOR FIAT EVO FIRE 1400CC, DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES A IMPLEMENTAR

3.1	Estado actual del motor.....	22
3.2	Selección, diseño y descripción de componentes	24
3.2.1	<i>Múltiple de admisión</i>	24
3.2.2	<i>Múltiple de escape</i>	28
3.2.3	<i>Radiador y electro ventilador</i>	31
3.2.4	<i>Carcasa termostática</i>	31
3.2.5	<i>Alternador</i>	32
3.2.6	<i>Motor de arranque</i>	34
3.2.7	<i>Bobina de encendido</i>	35
3.2.8	<i>Cuerpo de aceleración</i>	36
3.2.9	<i>Inyectores</i>	37
3.2.10	<i>Bomba de combustible</i>	39
3.2.11	<i>Depósito de combustible</i>	39
3.2.12	<i>Sensor CKP</i>	39
3.2.13	<i>Sensor ECT</i>	39
3.2.14	<i>Sensor IAT</i>	40
3.2.15	<i>Sensor TPS</i>	41
3.2.16	<i>Sensor de Oxígeno O2</i>	41

4. INSTALACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA COMPUTADORA HALTECH SPRINT 500

4.1	Instalación de actuadores y sensores.....	42
4.1.1	<i>Conexión de los inyectores</i>	42
4.1.2	<i>Conexión de la bobina de encendido</i>	43
4.1.3	<i>Conexión de la bomba de combustible</i>	43
4.1.4	<i>Conexión de la electroválvula de distribución variable</i>	44
4.1.5	<i>Conexión del sensor MAP</i>	44
4.1.6	<i>Conexión del sensor TPS</i>	45
4.1.7	<i>Conexión del sensor CKP</i>	45
4.1.8	<i>Conexión del sensor IAT</i>	46
4.1.9	<i>Conexión del sensor ECT</i>	47
4.2	Programación de la Haltech Sprint 500	47
4.2.1	<i>Configuración principal</i>	48
4.2.2	<i>Manual de programación</i>	62

5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR

5.1	Señal de funcionamiento del sensor CKP	68
5.2	Señal de funcionamiento del sensor TPS.....	69
5.3	Señal de funcionamiento del sensor O2.....	69
5.4	Señal de funcionamiento de los inyectores	70
5.5	Señales de accionamiento de la bobina.....	71
5.6	Señal de funcionamiento de la electroválvula de distribución variable.....	72

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	Conclusiones	74
6.2	Recomendaciones	75

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE FIGURAS

	Pág
FIGURA 1-2 Sensor MAP.....	6
FIGURA 2-2 Sensor IAT.....	6
FIGURA 3-2 Sensor TPS.....	7
FIGURA 4-2 Sensor ECT.....	7
FIGURA 5-2 Sensor CKP.....	7
FIGURA 6-2 Sensor CMP.....	8
FIGURA 7-2 Sensor O2.....	8
FIGURA 8-2 Motor Fiat Evo Fire 1400cc.....	10
FIGURA 9-2 Cabezote.....	12
FIGURA 10-2 Cámara de combustión.....	12
FIGURA 11-2 Pistón.....	12
FIGURA 12-2 Variador de fase continuo.....	13
FIGURA 13-2 Válvula Solenoide del variador de fase.....	14
FIGURA 14-2 Tapa válvulas.....	14
FIGURA 15-2 Bloque de cilindros.....	15
FIGURA 16-2 Bomba de refrigerante.....	15
FIGURA 17-2 Carcasa de la válvula termostática.....	16
FIGURA 18-2 Sistema de aspiración.....	16
FIGURA 19-2 Plenum.....	17
FIGURA 20-2 Sistema de escape.....	17
FIGURA 21-2 Múltiple de escape.....	18
FIGURA 22-2 ECU HALTECH SPRINT 500.....	19
FIGURA 23-2 Descripción de conectores de la ECU.....	20
FIGURA 1-3 Múltiple de admisión.....	28
FIGURA 2-3 Múltiple de escape.....	30
FIGURA 3-3 Radiador Chevrolet Sail 1.4.....	31
FIGURA 4-3 Carcasa termostática Fiat Evo Fire 1.4.....	32
FIGURA 5-3 Alternador GM de Chevrolet Sail 1.4.....	34
FIGURA 6-3 Motor de arranque de Chevrolet Corsa 1.6.....	35
FIGURA 7-3 Bobina de ignición Dis Chevrolet Corsa 1.4.....	35
FIGURA 8-3 Cuerpo de aceleración Chevrolet Aveo 1.4.....	36
FIGURA 9-3 Inyector Bosch Number 0280150996.....	38
FIGURA 10-3 Bomba de combustible Chevrolet Corsa 1.4.....	39
FIGURA 11-3 Sensor CKP Chevrolet Corsa 1.4.....	39
FIGURA 12-3 Sensor ECT Fiat Evo Fire 1.4.....	40
FIGURA 13-3 Sensor IAT Chevrolet Aveo 1.4.....	40
FIGURA 14-3 Sensor TPS Chevrolet Aveo 1.4.....	41
FIGURA 15-3 Sensor O2 Chevrolet Corsa 1.4.....	41
FIGURA 1-4 Conexión de los inyectores.....	42
FIGURA 2-4 Conexión de la bobina de encendido.....	43
FIGURA 3-4 Conexión de la bomba de combustible.....	44
FIGURA 4-4 Conexión de la electroválvula de distribución variable.....	44
FIGURA 5-4 Conexión del sensor MAP de la ECU.....	45
FIGURA 6-4 Conexión del sensor TPS.....	45
FIGURA 7-4 Conexión del sensor CKP inductivo.....	46
FIGURA 8-4 Conexión del sensor IAT.....	46

FIGURA 9-4	Conexión del sensor ECT	47
FIGURA 10-4	Pantalla de bienvenida.....	48
FIGURA 11-4	Reconocimiento de ECU Haltech Sprint 500.....	48

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
GRÁFICO 1-2	Identificación de la clase del pistón..... 13
GRÁFICO 1-3	Injector Flow Rates and Resistance..... 38
GRÁFICO 1-4	Configuración principal..... 49
GRÁFICO 2-4	Parametros principales de programacion..... 49
GRÁFICO 3-4	Configuración principal del menú basic..... 50
GRÁFICO 4-4	Configuración de sincronización del menú basic 51
GRÁFICO 5-4	Configuración de inyección del menú basic..... 52
GRÁFICO 6-4	Configuración de avance del menú basic 53
GRÁFICO 7-4	Configuración principal del menú advanced 54
GRÁFICO 8-4	Configuración de corte de desaceleración del menú advanced 55
GRÁFICO 9-4	Configuración de aceleración transitoria del menú advanced 56
GRÁFICO 10-4	Configuración principal del menú outputs 56
GRÁFICO 11-4	Configuración VTEC del menú outputs 57
GRÁFICO 12-4	Configuración de interruptor de ventilador del menú outputs..... 57
GRÁFICO 13-4	Configuración principal del menú inputs 58
GRÁFICO 14-4	Calibración del sensor TPS..... 58
GRÁFICO 15-4	Calibración del sensor MAP..... 59
GRÁFICO 16-4	Calibración del sensor CTS ó ECT 60
GRÁFICO 17-4	Calibración del sensor ATS ó IAT 61
GRÁFICO 18-4	Configuración de dispositivos can del menú devices..... 61
GRÁFICO 19-4	Selección de celdas 62
GRÁFICO 20-4	Selección de todas las celdas 63
GRÁFICO 21-4	Celdas en uso 63
GRÁFICO 22-4	Entrada directa de valores..... 64
GRÁFICO 23-4	Cambio porcentual de valores 64
GRÁFICO 24-4	Adicion de eje en el mapa 65
GRÁFICO 25-4	Configuración de ejes 65
GRÁFICO 26-4	Mapa base de avance 66
GRÁFICO 1-5	Señal del sensor CKP 68
GRÁFICO 2-5	Señal del sensor TPS 69
GRÁFICO 3-5	Señal del sensor O2 70
GRÁFICO 4-5	Señal del inyector 70
GRÁFICO 5-5	Señal de accionamiento de los cilindros 1-4 71
GRÁFICO 6-5	Señal de accionamiento de los cilindros 2-3 71
GRÁFICO 7-5	Señal de la electroválvula en ralentí 72
GRÁFICO 8-5	Señal de la electroválvula en etapa de activación y desactivación.... 73

LISTA DE TABLAS

	Pag.
TABLA 1-2 Ficha tecnica del motor 1.4 Evo Fire.....	11
TABLA 1-3 Evaluación de los componentes del motor	22
TABLA 2-3 Características eléctricas del sensor ECT	40
TABLA 1-4 Conexión de la bobina de encendido	43
TABLA 2-4 Conexión de la bomba de combustible.....	43
TABLA 3-4 Conexión de la electroválvula de distribución variable.....	44
TABLA 4-4 Conexión del sensor TPS.....	45
TABLA 5-4 Conexión del sensor CKP.....	46
TABLA 6-4 Conexión del sensor IAT	46
TABLA 7-4 Conexión del sensor ECT	47

LISTA DE ABREVIACIONES

ECU	Unidad de Central de Control
MAP	Sensor de Presión Absoluta en la Admisión
IAT	Sensor de Temperatura de Aire
TPS	Sensor de Posición de la Mariposa
CKP	Sensor de Posición del Cigüeñal
ECT	Sensor de la Temperatura del Refrigerante
RPM	Revoluciones por Minuto
VTEC	Sincronización de válvulas variable y control electrónico de elevación
CMP	Sensor de Posición del Árbol de Levas

LISTA DE ANEXOS

	Pag
A: Estado inicial del motor	78
B: Adaptación de componentes del motor.....	79
C: Medidas del radiador de Chevrolet Aveo 1.4	86
D: Reservorios y capacidades	87
E: Catálogo de motores de arranque y alternadores Bosch	88
F: Características de los electroinyectores	89
G: Características eléctricas de la electrobomba de combustible.....	90
H: Características del sensor de rotaciones	90
I: Características de válvula de distribución variable.....	91
J: Simulación del múltiple de admisión	92
K: Tabla de conexión de la ECU	93
L: Esquema eléctrico de relés y fusibles recomendado por Haltech	94
M: Especificaciones de Haltech Sprint 500	95

RESUMEN

La Escuela de Ingeniería Automotriz desde hace mucho tiempo cuenta con un motor Fiat Evo Fire 1400 cc con distribución variable el cual no tenía la gran mayoría de sus componentes por lo tanto se encontraba inhabilitado, por eso se tuvo como propósito poner dicho motor en funcionamiento incorporándole un sistema de inyección programable. Para lograr el correcto funcionamiento del motor se configuró y calibró cada uno de los sensores y actuadores que fueron seleccionados para el motor y así poner en marcha, por esta razón se eligió la computadora Haltech Sprint 500 ya que esta es 100% compatible con todas las características del motor. La principal característica de la computadora Haltech Sprint 500 es que nos permite modificar cualquier parámetro de funcionamiento del motor en tiempo real, de esta manera aseguramos que sensores y actuadores funcionen de acuerdo a las necesidades del motor. Se logró interactuar de una manera muy sencilla con cada uno de los mapas, gráficos y barras con los que cuenta la ECU logrando configurarla correctamente. Los docentes tendrán la oportunidad de impartir de mejor manera sus clases con respecto a la inyección programable, ya que con este banco didáctico los estudiantes podrán familiarizarse más a fondo con este tipo de sistemas dejando de lado la teoría y priorizando más lo práctico. Se logró instalar la computadora Haltech Sprint 500 configurando cada uno de los parámetros principales de funcionamiento del motor, basandonos en datos técnicos tomados del manual del motor, lo cual nos permitió obtener resultados satisfactorios. La computadora Haltech sprint 500 es el elemento principal de una inyección programable por lo tanto se debe seguir todos los pasos descritos en el manual de instalación para evitar daños, ya que cualquier exceso de voltaje o corto circuito podría quemarla lo cual representaría una pérdida significativa.

PALABRAS CLAVE: <ECU MANAGER 1.14 (SOFTWARE)>, <INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA>, <ASPECTOS MECÁNICOS>, <ASPECTOS ELÉCTRICOS>, < MOTOR FIAT EVO FIRE 1400 CC>, <HALTECH SPRINT 500>.

ABSTRACT

The Automotive Engineering School has owned an engine system Fiat Evo Fire 1400 cc with variable valve timing for a long time. It was disable because it did not have most of its components. Therefore, this work aimed to run it by incorporating a programmable injection system. To run it correctly, each sensor and actuator selected for the engine were set up and calibrated. Hence, Haltech Sprint 500 computer was chosen since it is 100% compatible with all the engine features. Its main feature is that it is possible to modify any parameter of the engine running in real time, so it is guaranteed that sensors and actuators work according to the engine needs. It was possible to interact easily with each one of the ECU maps, graphs, and bars, setting it up correctly. Teachers will have the opportunity to teach their classes related to programmable injection in a better way, since with this test bench, students will be more familiar with this type of systems focusing on hands-on work rather than theory. The Haltech Sprint 500 computer was installed setting up each one of the main parameters of the engine running, based on technical data taken from the engine manual to get optimal outcomes. The Haltech Sprint 500 computer is the key element of a programmable injection. Therefore, the procedure described in the installation manual has to be followed to avoid damages, since high voltage or short circuit might burn it, which would be a meaningful loss.

KEY WORDS: <ECU MANAGER 1,14 (SOFTWARE)>, <ENGINEERING AND TECHNOLOGY>, <ELECTRONICS>, <MECHANICAL ASPECTS>, <ELECTRONICAL ASPECT>, <ENGINE SISTEM FIAT EVO FIRE 1400 CC>.



CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 Antecedentes

En la actualidad existe una gran variedad de vehículos que cuentan con un sistema de inyección programable, por lo cual es de mucha importancia hacer un estudio del rendimiento de los sistemas de inyección que más tenemos en nuestro medio. La compañía HALTECH tiene un gran reconocimiento a nivel mundial por la tecnología que esta brinda y por esta razón se encuentra inmersa en el mercado ecuatoriano en los últimos años.

Implementar un sistema de inyección electrónico programable Haltech con distribución variable es de gran importancia ya que permite variar ciertos parámetros que son fundamentales para tener un mejor rendimiento del motor, mejorando su potencia y disminuyendo el consumo de combustible y a su vez disminuye los gases contaminantes emitidos al medio ambiente.

La computadora Haltech viene a ser la parte principal de un sistema de inyección programable, es por eso que todos los avances que se han logrado están orientados a mejorar la ECU, porque al obtener un mejor rendimiento de la computadora se logra conseguir mejores niveles de rendimiento del motor.

La programación de la computadora Haltech se puede realizar de una manera fácil y sencilla ya que esta permite ingresar los parámetros iniciales de funcionamiento del motor de una manera más dinámica lo cual facilita mucho su manejo. Para lograr optimizar el consumo de combustible y reducir las emisiones de gases contaminantes se debe modificar los pulsos de inyección y avance de encendido, y eso se logra hacer gracias a la incorporación de un sistema de inyección programable Haltech.

1.2 Planteamiento del problema

La inyección programable se ha venido convirtiendo en una de las alternativas más utilizadas cuando se requiere aumentar la potencia del motor y obtener un incremento en su rendimiento ya que mediante el uso de una computadora programable controla todo el sistema de forma automatizada y más precisa.

Los estudiantes La Escuela de Ingeniería Automotriz de la facultad de Mecánica de la ESPOCH, no han tenido la oportunidad de manipular un sistema de inyección programable con distribución variable, y este inconveniente no ha permitido que cumplan con sus expectativas, es decir, conocer más sobre el funcionamiento de un sistema de inyección programable con distribución variable y a su vez realizar las respectivas prácticas.

1.3 Justificación

1.3.1 *Justificación teórica.* En la actualidad la carrera de ingeniería automotriz de la escuela superior politécnica de Chimborazo cuenta con un motor Fiat evo Fire de 1400 cc con distribución variable en sus laboratorios, pero dicho motor se encuentra inhabilitado por la falta de algunos de sus componentes. Con este proyecto se logrará incorporar los componentes faltantes y se le incorporará un sistema de inyección programable que contribuirá al aprendizaje de los estudiantes.

1.3.2 *Justificación metodológica.* Para lograr los objetivos planteados en el presente trabajo de titulación se utilizará fuentes bibliográficas para la recolección de información que nos ayudaran a entender las etapas y pasos de instalación y programación de Ecu programables en un motor, para evitar daños en sus componentes. Y por medio del manual de fabricante se conocerán los sistemas principales de funcionamiento del motor.

Por medio de la técnica de análisis documental se logrará recopilar y clasificar la información que se necesitará para lograr cumplir con los objetivos del proyecto. Toda la información recopilada vendrá de fuentes primarias como artículos científicos y fuentes secundarias que constan en libros, revistas y documentos en general.

Se utilizará el software ECU Manager para programar de una manera fácil y sencilla la computadora Haltech Sprint 500 con los parámetros que nosotros creamos convenientes para lograr el correcto funcionamiento del motor. Y además éste nos permitirá realizar las respectivas pruebas de funcionamiento del motor.

1.3.3 *Justificación práctica.* El docente tendrá la oportunidad de impartir de una mejor manera sus clases por que el equipo didáctico simulará y arrojará datos reales de funcionamiento, que permitirá que los estudiantes entiendan con mayor claridad el funcionamiento del sistema de inyección programable con distribución variable.

Los que mayor provecho le sacaran a este proyecto serán los estudiantes ya que podrán relacionar la teoría recibida en las aulas de clases con las practicas realizadas en el taller, y con esto los estudiantes se formaran equilibradamente teniendo como base los fundamentos teóricos respaldados por las practicas correspondientes.

1.4 **Objetivos**

1.4.1 *Objetivo general.* Implementar un sistema de inyección programable con distribución variable y encendido semi secuencial en el motor Fiat Evo Fire 1400 cc del laboratorio de inyección electrónica de la carrera de ingeniería automotriz.

1.4.2 *Objetivos específicos:*

- Investigar sobre el motor Fiat Evo Fire 1400 cc mediante manuales del fabricante para determinar los sistemas primordiales para el funcionamiento del motor.
- Evaluar el estado actual del motor Fiat Evo Fire 1400 cc a través de un estudio técnico para determinar los componentes que requieren intervención.
- Seleccionar los elementos principales del sistema de inyección programable para su respectivo montaje en el motor.
- Desarrollar la cartografía apropiada a través de un software especializado para el óptimo funcionamiento del motor.
- Ejecutar las pruebas respectivas del motor a través del desarrollo de un plan de pruebas para verificar el óptimo funcionamiento del motor.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

El sistema de inyección electrónica es uno de los avances más significativos en la historia automovilística, porque se logró obtener un menor consumo de combustible, un elevado rendimiento del motor de combustión interna, y una reducción de emisión de gases contaminantes. (Martínez Cazares, 2011 pág. 40)

2.2 Ventajas:

- Consumo reducido. Al asignar un inyector para cada cilindro, en el momento oportuno y en cualquier estado de carga se asegura la cantidad de combustible, exactamente dosificada. (Martínez Cazares, 2011 pág. 11)
- Gases de escape menos contaminantes. Los sistemas de inyección permiten ajustar en todo momento la cantidad necesaria de combustible respecto a la cantidad de aire que entra en el motor, con lo cual se consigue una mezcla homogénea y por ende la reducción de gases contaminantes. (Martínez Cazares, 2011 pág. 12)
- Mayor potencia. La utilización de los sistemas de inyección permite optimizar la forma de los colectores de admisión con el consiguiente mejor llenado de los cilindros, con lo cual se obtiene una mayor potencia y un aumento de par motor. (Martínez Cazares, 2011 pág. 11)
- Arranque en frío y fase de calentamiento. Mediante la exacta dosificación del combustible en función de la temperatura del motor y el régimen de arranque, se consiguen tiempos de arranques más breves y una aceleración más rápida y segura desde el ralentí. (Martínez Cazares, 2011 pág. 12)

2.3 Clasificación de los sistemas de inyección de gasolina

2.3.1 Según el lugar donde inyectan el combustible

2.3.1.1 Inyección directa. El inyector se encuentra en contacto con la cámara de combustión y lanza el combustible al interior de esta. Este sistema se utiliza poco debido al corto tiempo para realizarse la mezcla y por los problemas tecnológicos del inyector (altas presiones y temperatura). (Rueda Santander, 2006 pág. 72)

2.3.1.2 Inyección indirecta. Este tipo de inyección se realiza fuera de los cilindros, específicamente en el ducto del múltiple de admisión, los inyectores están ubicados muy cerca de la válvula de admisión. (Rueda Santander, 2006 pág. 72)

2.3.2 Según el número de inyectores

2.3.2.1 Inyección mono punto. Existe un solo inyector en una posición similar en la que tendría un carburador. La principal diferencia con el carburador es que la cantidad de combustible no depende de la depresión del colector. (Rueda Santander, 2006 pág. 71)

2.3.2.2 Inyección multipunto. Se dispone de un inyector para cada cilindro del motor, de esta manera se logra distribuir de una manera más homogénea la mezcla, utiliza una ECU y sus respectivos sensores y actuadores. (Rueda Santander, 2006 pág. 71)

2.4 Sensores

Los sensores son una serie de transmisores que transforman las propiedades físicas del motor en señales eléctricas que son receptadas por la ECU. (Martínez Cazares, 2011 pág. 39)

2.4.1 MAP (sensor de presión absoluta en el múltiple de admisión). El sensor de presión absoluta MAP (Manifold Absolute Pressure Sensor) mide las variaciones de presión en el colector de admisión, que resulta de la variación de carga y rotación del motor, y convierte este valor en salida de voltaje. (Rueda Santander, 2006 pág. 327)

La condición de la mariposa del acelerador cerrado, resultante de una desaceleración de motor genera una salida relativamente baja en el sensor MAP. La condición de la mariposa del acelerador abierto genera una salida alta. (Rueda Santander, 2006 pág. 327)



Figura 1-2. Sensor MAP

Fuente: (HALTECH, 2011)

2.4.2 *IAT (sensor de temperatura de admisión).* El sensor IAT se encuentra en el colector de admisión en el soporte del filtro del aire, utiliza un termistor para controlar el voltaje de la señal en la ECU y esta, a su vez, aplica al sensor un voltaje de referencia. Cuando el aire de admisión es frío la resistencia del termistor es alta por lo tanto el voltaje de señal es elevado, caso contrario si es caliente el voltaje es bajo. (Rueda Santander, 2006 pág. 333)



Figura 2-2. Sensor IAT

Fuente: (HALTECH, 2011)

2.4.3 *TPS (sensor de posición del acelerador).* Este sensor consiste en un potenciómetro de 3 polos y su función es traducir el ángulo de la posición de la mariposa en una señal eléctrica que es enviada a la unidad de control electrónica. Por medio del TPS la ECU obtiene información de aceleraciones o desaceleraciones deseada por el conductor. (Rueda Santander, 2006 pág. 223)

Esta información es utilizada como factor de cálculo de cantidad de combustible requerida por el motor, la ECU identifica las condiciones de marcha mínima, aceleraciones rápidas, cargas parciales y carga plena. (Rueda Santander, 2006 pág. 223)



Figura 3-2. Sensor TPS

Fuente: (HALTECH, 2011)

2.4.4 *ECT (sensor de temperatura de refrigerante).* El sensor de temperatura del refrigerante se encuentra en la carcasa de la válvula termostática. Con temperatura normal de operación del motor el sensor envía una señal entre 0,9 y 1,3 v. La información del sensor de temperatura del refrigerante es utilizada como ayuda en el cálculo de masa de aire admitida del funcionamiento del motor cuando esta frío. (Rueda Santander, 2006 pág. 451)



Figura 4-2. Sensor ECT

Fuente: (HALTECH, 2011)

2.4.5 *CKP (sensor de posición y velocidad del cigüeñal).* El sensor de rotación se encuentra en el bloque del motor direccionado hacia el volante. La rueda reluctora posee 35 dientes (36 -1). El diente faltante sirve como referencia para que la ECU calcule el PMS de los cilindros. La señal del sensor cambia en función de la rotación del motor y de la distancia de la rueda reluctora. (Rueda Santander, 2006 pág. 589)



Figura 5-2. Sensor CKP

Fuente: (Rueda Santander, 2006)

2.4.6 *CMP (sensor de posición y velocidad del árbol de levas).* Por medio de este sensor la ECU calcula la posición del eje de mando (árbol de levas) de las válvulas y el momento ideal de la inyección de combustible. La señal del sensor cambia en función de la rotación del motor y de la distancia del sensor con la rueda reluctora. (Rueda Santander, 2006 pág. 590)

Si el sensor es desconectado, el vehículo funciona normalmente y la ECU pasa a estimar la posición del eje de mando por medio del sensor de rotación. (Rueda Santander, 2006 pág. 590)



Figura 6-2. Sensor CMP

Fuente: (Rueda Santander, 2006)

2.4.7 *O2 (sensor de oxígeno).* El sensor de oxígeno tiene como función determinar la presencia de oxígeno en los gases de escape del motor, dependiendo de la cantidad de oxígeno encontrado la computadora que recibe permanentemente esta información determina con exactitud el tiempo de apertura de los inyectores y la cantidad a inyectar. (Martínez Cazares, 2011 pág. 66)



Figura 7-2. Sensor de Oxígeno O2

Fuente: (Rueda Santander, 2006)

2.5 Actuadores

Los actuadores son los encargados de ejecutar las órdenes que envía la computadora con la finalidad de mejorar o corregir un sistema en específico. En un motor se puede encontrar normalmente los siguientes actuadores:

2.5.1 Inyectores. Los inyectores son comandados electromagnéticamente, abriendo y cerrando por medio de impulsos eléctricos provenientes de la ECU. Para obtener la perfecta distribución de combustible sin pérdidas por compensación, se debe evitar que el chorro de combustible toque con las paredes internas de la admisión. (Martínez Cazares, 2011 pág. 22)

2.5.2 Bobina de encendido. La bobina de encendido es un transformador que posee dos enrollamientos (primario y secundario). Inducen una tensión de chispa de aproximadamente 20.000v en el secundario a partir de una tensión de alimentación del enrollamiento primario de 12v. (Rueda Santander, 2006 pág. 279)

Los sistemas de encendido modernos pueden tener una bobina de encendido para cada dos cilindros (DIS) o individual para cada cilindro (COP) que se ubica generalmente sobre la propia bujía. (Martínez Cazares, 2011 pág. 37)

La utilización de una bobina por cada cilindro presenta la ventaja esencial sobre los sistemas DIS de bobinas doble, ya que se evita el salto de chispa perdida en uno de los cilindros, lo cual puede provocar explosiones en la admisión. (Martínez Cazares, 2011 pág. 37)

2.5.3 IAC (válvula de control de aire en ralentí). La válvula IAC controla la rotación del motor en marcha mínima, el motor de pasos altera la rotación de marcha mínima e impide que el motor se apague, ajusta la variación de aire de entrada, de tal modo que compensa las variaciones de carga del motor. (Rueda Santander, 2006 pág. 331)

El IAC se encuentra instalado en el cuerpo de aceleración. Si la rotación de marcha mínima es excesivamente baja, hay mayor cantidad de aire alrededor de la mariposa del acelerador. (Rueda Santander, 2006 pág. 331)

2.5.4 *EGR (válvula de recirculación de gases de escape).* El sistema de recirculación de gases de escape es utilizado para disminuir los niveles de emisiones de óxido de nitrógeno (NOX), provocados por las elevadas temperaturas de la cámara de combustión. Es usada únicamente en vehículos a gasolina. (Rueda Santander, 2006 pág. 235)

La principal función de la válvula EGR es permitir que pequeñas cantidades de gases del escape vayan al colector de admisión y se incorporen a la mezcla de aire/combustible. (Rueda Santander, 2006 pág. 235)

2.5.5 *Electro ventilador.* El accionamiento del electro ventilador es controlado por la ECU, ésta evalúa la información del sensor de temperatura del refrigerante y manda el accionamiento del electro ventilador de acuerdo a la información suministrada. (Rueda Santander, 2006 pág. 664)

Cuando el sensor informa que la temperatura es de aproximadamente 100 °C la ECU envía una señal eléctrica activando el relé de velocidad alta del electro ventilador, y así enfriar el líquido refrigerante del radiador. (Rueda Santander, 2006 pág. 664)

2.5.6 *Bomba de combustible.* La bomba es la encargada de suministrar el combustible necesario a los inyectores con la finalidad de mantener en el sistema una presión constante en todos los regímenes de funcionamiento del motor, la presión excedente retorna al tanque de combustible. (Martínez Cazares, 2011 pág. 18)

2.6 Motor Fiat Evo Fire 1400 cc

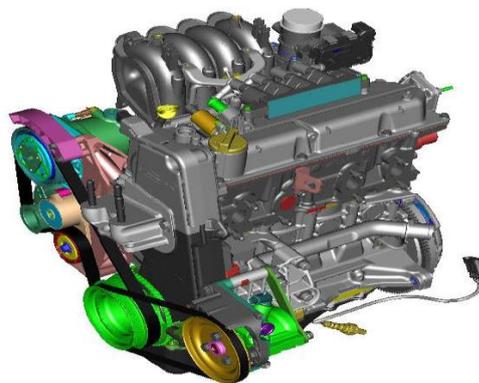


Figura 8-2. Motor Fiat Evo Fire 1400cc

Fuente: (Trujillo, 2016)

2.6.1 *Características constructivas del motor 1.4 Evo Fire.* El motor 1.4 Evo Fire cuenta con ocho válvulas, taqué mecánico y comando de válvulas accionado por correa dentada, los principales desarrollos se realizaron con la finalidad de reducir la fricción. Entre ellas se destaca la adaptación de una biela más larga y un pistón de altura menor. (Trujillo, 2016 pág. 2)

La principal novedad queda por cuenta del variador de fase en el eje de levas único (SOHC). Esta nueva aplicación de tecnología que llamamos CVCP – *Continuous Variable Cam Phaser* o variador de fase continuo tiene como función dinamizar la reducción de combustible y las emisiones de contaminantes. (Trujillo, 2016 pág. 2)

2.6.2 *Ficha técnica del motor 1.4 Evo Fire*

Tabla 1-2. Ficha técnica del motor 1.4 Evo Fire

Motor	1.4 Evo Fire
Cilindrada	1368 cm ³
Carrera	84mm
Diámetro	72mm
Número de cilindros	4
Relación de compresión	12,35 : 1
Potencia máxima	85 cv a 6000 rpm
Par máximo	12,4 kgfm a 4000 rpm

Realizado por: Kevin Siavichay.2017

Fuente: (Trujillo, 2016)

2.6.3 *Partes constituyentes del motor Fiat 1.4 evo Fire*

2.6.3.1 *El cabezote.* El nuevo cabezote “EVO” que atiende a los motores “1.4 EVO” presenta modificaciones en la geometría de la cámara de combustión y comando de válvulas. (Trujillo, 2016 pág. 5).

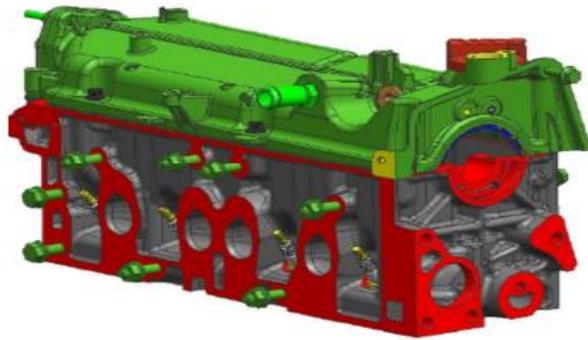


Figura 9-2. Cabezote

Fuente: (Trujillo, 2016)

La cámara de combustión cuenta con conductos especiales, con la finalidad de tener más turbulencia en el interior de la cámara. (Trujillo, 2016 pág. 5)



Figura 10-2. Cámara de combustión

Fuente: (Trujillo, 2016)

2.6.3.2 Pistón. El diseño del pistón para el motor 1.4 EVO FIRE tiene mayor resistencia estructural, menor peso y se distribuye de mejor manera el calor. Los pistones presentan tres clases “A, B, Con medidas diferentes, de esa forma habrá mayor control del espacio de montaje entre cilindro y pistón y mejor Ruido, vibración y aspereza. (Trujillo, 2016 pág. 6)



Figura 11-2. Pistón

Fuente: (Trujillo, 2016)

La identificación de las clases en el pistón se realiza mediante grabación en la cabeza del mismo. En el block, otra identificación representa la clase del cilindro correspondiente al pistón. (Trujillo, 2016 pág. 6)



Grafico 1-2. Identificación de la clase del pistón

Fuente: (Trujillo, 2016)

2.6.3.3 Biela. Las bielas son forjadas y fracturadas, con este proceso se logra aumentar la resistencia mecánica y a su vez se reduce significativamente el peso. (Trujillo, 2016 pág. 7)

2.6.3.4 Variador de fase continuo (cvcp). Como el objetivo de disminuir consumos y la contaminación a fin de alcanzar los mejores estándares ambientales, se ha incorporado un variador continuo de fase que trabaja en el sentido del retardo, generando un efecto EGR que produce una combustión más fría. (Trujillo, 2016 pág. 8)

Este efecto en sentido del retardo permite la incorporación de gases de escape en la compresión requiriendo una menor cantidad de combustible. El CVCP, o variador de fase continuo, se trata de un nuevo sistema de distribución que permite una variación en la fase entre el único árbol de levas y cigüeñal de forma continua. (Trujillo, 2016 pág. 8)

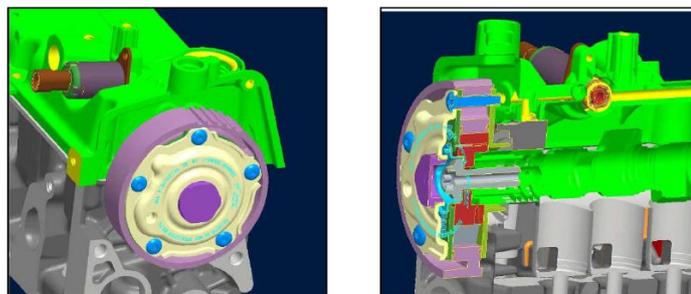


Figura 12-2. Variador de fase continuo

Fuente: (Trujillo, 2016)

Él es capaz de generar una reducción de consumo de combustible de hasta 5%, además de permitir ganancias de desempeño en altas rotaciones. Este sistema es inédito en motores de pequeña cilindrada producidos en Brasil y en autos del segmento B en el mercado nacional. (Trujillo, 2016 pág. 9)

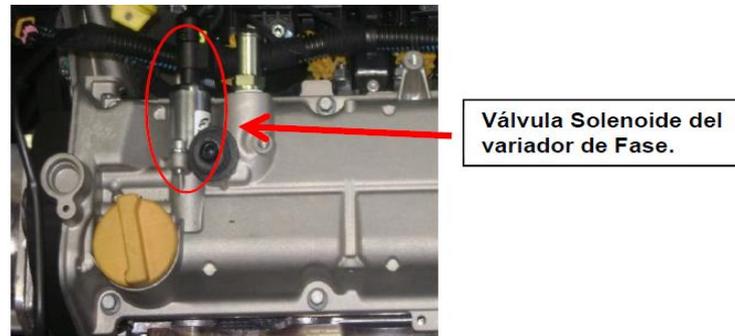


Figura 13-2. Válvula solenoide del variador de fase

Fuente: (Trujillo, 2016)

El CVCP es un sistema electro-hidráulico controlado por el módulo de control electrónico del motor que posibilita un régimen de funcionamiento especial del motor en cargas parciales. El eje mando trabaja extremadamente retrasado, proporcionando el control de la cantidad de aire que entra en el motor y, consecuentemente, de la potencia producida por el mismo. (Trujillo, 2016 pág. 9)

2.6.3.5 Tapa válvulas. La tapa de válvula tiene la predisposición para recibir la electroválvula del variador de fase. El circuito de lubricación del comando variable y del tren de válvulas se encuentra integrado en la tapa. El block se encuentra integrado a la tapa y protegido por un deflector. (Trujillo, 2016 pág. 12)



Figura 14-2. Tapa válvulas

Fuente: (Trujillo, 2016)

En el motor 1.4 EVO FIRE, el canal de aceite del variador de fase se abre para el flujo de aceite que emite la primera tapa del cojinete del árbol de levas. Todo el control de envío y retorno está integrado en la tapa. (Trujillo, 2016 pág. 12)

2.6.3.6 *Bloque de cilindros.* Block Normalizado con el último nivel de los motores producidos en Italia. La versión 1.4 EVO FIRE, con una cámara de blow-by y una nueva camisa de agua es compatible con el sistema de circulación en U, permitiendo de esta manera que el líquido refrigerante sea conducido hasta el 4to cilindro. (Trujillo, 2016 pág. 12)

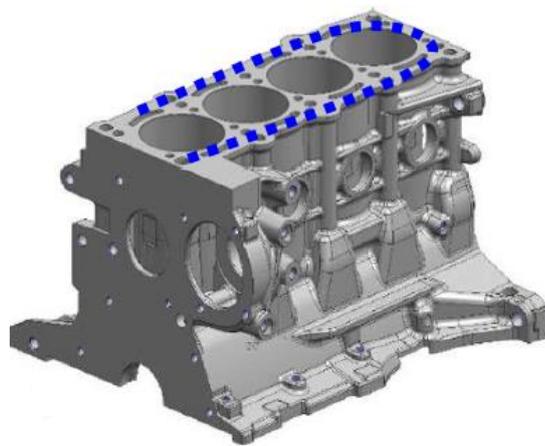


Figura 15-2. Bloque de cilindros

Fuente: (Trujillo, 2016)

2.6.3.7 *Sistema de refrigeración.* Para mejorar el sistema de refrigeración se desarrolló una bomba con turbina de mayores dimensiones la cual permitirá pasar un mayor caudal, forzando a la circulación del líquido en forma de “U”, contribuyendo a una mejor estabilidad térmica de los cilindros. (Trujillo, 2016 pág. 13)



Figura 16-2. Bomba de refrigerante

Fuente: (Trujillo, 2016)

Las tapas de sello de refrigerante en la parte delantera y posterior del block son de acero inoxidable lo que prolonga su vida útil. El termostato está localizado en la región posterior de la tapa de cilindros, en él fue incorporado un sensor de temperatura del líquido refrigerante. (Trujillo, 2016 pág. 13)



Figura 17-2. Carcasa de la válvula termostática

Fuente: (Trujillo, 2016)

2.6.3.8 Sistema de aspiración. El sistema de admisión de aire tiene como misión principal atenuar todo tipo de ruido generado por el pasaje de aire por sus ductos y aquellos provenientes del motor. Para esto son utilizados algunos filtros acústicos llamados resonadores, para el caso de este motor son 3 los utilizados. (Trujillo, 2016 pág. 14)

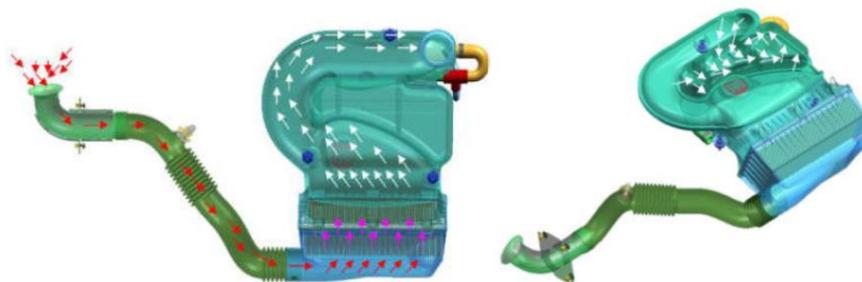


Figura 18-2. Sistema de aspiración

Fuente: (Trujillo, 2016)

En el motor 1.4 EVO FIRE se mejoró el pasaje de aire a los cilindros, y con eso se obtuvo una mejor combustión y un mejor rendimiento del motor. Como también se redujo los ruidos en la circulación de aire. El sistema de admisión del aire también influye en el rendimiento del vehículo. (Trujillo, 2016 pág. 14)

La única manera de obtener una combustión más completa es inyectando una mayor cantidad de aire y combustible en el motor. Para lograr esto, se calculó en forma meticulosa el largo de los conductos de aire, dado que una de las formas de optimizar la cantidad (kg) de aire introducida en el cilindro es comprimirla. (Trujillo, 2016 pág. 15)

El múltiple de admisión tiene un formato Plenum, para mejorar la uniformidad del flujo de aire hacia los cilindros, además de regular el funcionamiento del motor en marcha lento. (Trujillo, 2016 pág. 15)

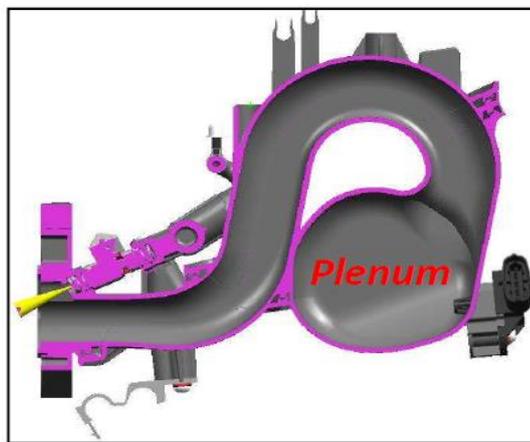


Figura 19-2. Plenum

Fuente: (Trujillo, 2016)

2.6.3.9 Sistema de escape. El sistema de escape de gases fue diseñado para aumentar la resistencia a la corrosión y disminuir el peso, en función de la reducción de espesuras, que a su vez contribuye con la relación peso/potencia. (Trujillo, 2016 pág. 16)

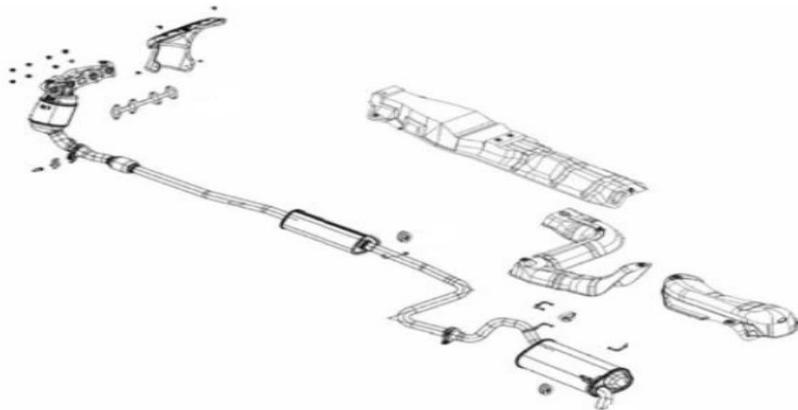


Figura 20-2. Sistema de escape

Fuente: (Trujillo, 2016)

Este sistema está compuesto de un silenciador central y uno posterior, mediante el cual garantiza la comodidad acústica y atiende los niveles más bajos de emisiones de contaminantes, de acuerdo con la legislación vigente. En la región posterior del piso, próximo al tubo de descarga, se encuentra una chapa estructural de la carrocería. (Trujillo, 2016 pág. 16)

El múltiple de escape de descarga tubular es un concepto que posee las ventajas de:

- Menor pérdida de carga debido a la baja rugosidad de sus superficies.
- Rápido calentamiento del catalizador.
- Tubo de mayor diámetro a la salida del catalizador.
- Mayor área transversal posible del catalizador, disminuyendo su altura al máximo y así minimiza la restricción causada por el pasaje de los gases en la cerámica del catalizador. (Trujillo, 2016 pág. 17)

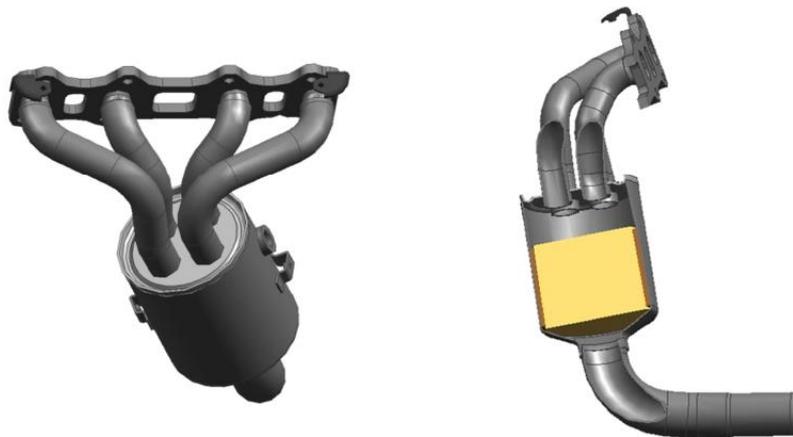


Figura 21-2. Múltiple de escape

Fuente: (Trujillo, 2016)

2.7 Computadora Haltech Sprint 500

La Ecu Haltech Sprint 500 permite programar en tiempo real a sistemas como el de inyección de combustible y de encendido, Además cuenta con un controlador EFI, puede comunicarse con dispositivos CAN. Y permite aumentar o disminuir la cantidad de combustible entregado o avance de encendido en puntos de carga y rpm.(HALTECH, 2011)

Sistemas operativos como XP y Windows nos permitirán manipular el software sin ninguna dificultad, lo que más resalta de esta tecnología es que nos permite realizar cualquier tipo de ajuste mientras el motor está funcionando. Cuenta con 16 mapas para el usuario controlando el tiempo de Inyección. (HALTECH, 2011)

Consta con un sensor map internamente de 150 kPa (hasta 1,5 bar o aumentar 22 Psi).

La comunicación del módulo de control con el usuario se lo puede hacer a través de una PC o notebook por medio de un puerto USB y CAN que son puertos de comunicación para el ingreso de parámetros de funcionamiento del motor. (HALTECH, 2011)



Figura 22-2. ECU HALTECH SPRINT 500

Fuente: (HALTECH, 2011)

2.7.1 Características de programación

- Programación en tiempo real, modificación instantánea de los parámetros mientras el motor está en funcionamiento.
- Mapas cartográficos realizados por el usuario de 16x16.
- Se puede realizar la calibración en función de la eficiencia volumétrica o del tiempo de inyección.
- Sensor map integrado hasta 150 Kpa.
- La comunicación se realiza mediante CAN o USB.
- Calibración personalizable de los sensores, permitiendo el uso de prácticamente cualquier sensor presente en el motor. (HALTECH, 2013)



Figura 23-2. Descripción de conectores de la ECU

Fuente: (HALTECH, 2011)

2.7.2 Funciones

- **Bus Can.** Mediante este protocolo de comunicación se puede intercambiar información con otras centrales electrónicas del automóvil. (HALTECH, 2013)
- **Control por lazo cerrado.** Son los sistemas en los que la acción de control está en función de la señal de salida. Se utiliza una retroalimentación desde un resultado final para ajustar la acción de control en consecuencia. (HALTECH, 2013)
- **Configuración por marcha.** Permite el enriquecimiento de gasolina y la generación de chispa por rango de marchas y de revoluciones. (HALTECH, 2013)
- **Corte de combustible por desaceleración.** Permite deshabilitar el abastecimiento del combustible a un motor de combustión interna, cuando no hace falta y evitar alguna avería del motor. (HALTECH, 2013)
- **Limitador de rpm.** Permite ajustar el rango de revoluciones a las que va a trabajar el motor y así llegar al corte de inyección determinado. (HALTECH, 2013)

2.7.3 Dispositivos necesarios para la adaptación de una Ecu Haltech

- Sensor de temperatura del aire.
- Sensor de temperatura del refrigerante.
- Sensor de la presión absoluta del múltiple.

- Sensor de la posición del acelerador.
- Sensor de O2.
- Sensor de posición del cigüeñal.
- Sistema de encendido por bobina.
- Electro ventilador.
- Sistema de alimentación de combustible por bomba eléctrica. (HALTECH, 2013)

2.7.4 *Parámetros a tomar en cuenta antes de la instalación de una Ecu Haltech*

- El lugar donde se colocará la Ecu debe estar seco libre de calor, polvo y vibraciones para evitar el deterioro o daño de la misma.
- Los lugares por donde van a pasar los cables deben estar bien definidos, es decir libres de abrasión y que estén lejos del calor para evitar un corto circuito.
- Se va a reemplazar por completo el arnés de cables de la ECU anterior, o se va a tener una conexión de mixta entre las dos unidades de control.
- El motor cumple con los requerimientos básicos para que la ECU programable funciones y cumpla el trabajo destinado.
- Antes de adaptar cualquier elemento que interviene en la inyección electrónica, conocer sus características de trabajo antes de realizar su montaje para evitar un desperdicio de recursos económicos y técnicos. (HALTECH, 2011)

CAPÍTULO III

3. EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL MOTOR FIAT EVO FIRE 1400CC, DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES A IMPLEMENTAR

3.1 Estado actual del motor

Para determinar el estado actual del motor se debe realizar una tabla de Check List, la cual permitirá evaluar los componentes existentes y faltantes del mismo. En la siguiente tabla se detallan los componentes principales para que el motor funcione.

Tabla 1-3. Evaluación de los componentes del motor

EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL MOTOR			
	Estado de los componentes		
Componentes del motor	Bueno	Malo	No existe
Bloque	x		
Pistones	x		
Volante del motor	x		
Cigüeñal	x		
Cabezote	x		
Tapa válvulas	x		
Cárter	x		
Múltiple de admisión			x
Múltiple de escape			x
Componentes del sistema de lubricación	Bueno	Malo	No existe
Bomba de aceite	x		
Filtro	x		
Trompo de aceite	x		
Varilla de medición			x
Componentes del sistema de refrigeración	Bueno	Malo	No existe
Radiador			x
Bomba de agua	x		
Electro ventilador			x
Carcasa termostática			x
Mangueras			x
Componentes del sistema de carga	Bueno	Malo	No existe
Batería			x
Alternador			x
Regulador de voltaje			x
Banda			x

Tabla 1-3 (Continuación). Evaluación de los componentes del motor

Componentes del sistema de arranque	Bueno	Malo	No existe
Motor de arranque			x
Cables de alto amperaje			x
Componentes del sistema de encendido	Bueno	Malo	No existe
Bobinas de encendido			x
Cables de bujías			x
Bujías	x		
Componentes del sistema de admisión	Bueno	Malo	No existe
Filtro de aire			x
Conductos de admisión			x
Cuerpo de aceleración			x
Componentes del sistema de distribución	Bueno	Malo	No existe
Árbol de levas	x		
Banda de distribución	x		
Válvula solenoide de variador de fase	x		
Válvulas de admisión y escape	x		
Componentes del sistema de inyección	Bueno	Malo	No existe
Unidad de control del motor (ECU)			x
Inyectores			x
Riel de inyectores			x
Bomba de combustible			x
Depósito de combustible			x
Mangueras de presión			x
Filtro de combustible			x
Sensor CKP			x
Sensor CMP	x		
Sensor ECT			x
Sensor IAT			x
Sensor MAP			x
Sensor TPS			x
Sensor O2			x
Sensor KS	x		

Realizado por: Kevin Siavichay.2017

Fuente: Autores

3.2 Selección, diseño y descripción de componentes

Para la selección se debe tomar como referencia los datos técnicos de los componentes que suministra el manual del motor. Todos los componentes son de la marca Chevrolet a excepción de los múltiples de admisión, escape, y depósito de combustible los cuáles fueron diseñados con el objetivo de disminuir los costos y poner a prueba el diseño de los mismos.

Los sensores seleccionados no varían el rendimiento del motor con respecto a los originales ya que éstos pueden ser calibrados en la programación de la computadora Haltech Sprint 500.

3.2.1 Múltiple de admisión

Datos generales del motor:

Cilindrada = $1368 \text{ cm}^3 = 1,368 \text{ lt.}$

Carrera = $84\text{mm.} = 3,31\text{in.}$

Diámetro del pistón = $72\text{mm} = 2,83\text{in.}$

cilindros = 4

Potencia_{Max} = 85 CV a 6000 rpm.

Par_{Max} = 12,4 kgf. m a 4000rpm.

Area_{piston} = $4071,5 \text{ mm}^2$

Diámetro de la válvula = 33.2mm

Área de la válvula = $865,7 \text{ mm}^2$

3.2.1.1 Cálculo del diámetro de la mariposa

$$\varnothing = \sqrt{\frac{154 \cdot i \cdot s \cdot \text{RPM}_{\text{max}} \cdot b^2}{67547}} \quad (1)$$

Donde:

\emptyset = diámetro de la mariposa (mm)

RPM_{max} = Revoluciones máximas del motor (rpm)

b = Diámetro del pistón (mm)

S = Carrera del pistón (mm)

$$\emptyset = \sqrt{\frac{154 * 4 * 3,31\text{in} * 600\text{rpm} * (2,83\text{in})^2}{67547}}$$

$$\emptyset = \mathbf{38\text{mm}}$$

3.2.1.2 Velocidad media del pistón

$$V_m = \frac{S * \text{RPM}_{p\text{max}}}{30} \quad (2)$$

Donde:

V_m = Velocidad media (m/s)

RPM_{max} = Revoluciones máximas del motor (rpm)

S = Carrera del pistón (mm)

$$V_m = \frac{(0,084\text{mm}) * (6000\text{rpm})}{30}$$

$$V_m = \mathbf{16,8 \text{ m/s}}$$

3.2.1.3 Velocidad del aire en la válvula

$$V_g = \frac{A_p * V_m}{A_v} \quad (3)$$

Donde:

V_g = Velocidad del aire en la válvula (m/s)

A_v = Área de la válvula (mm²)

A_p = Área del pistón (mm²)

V_p = Velocidad del pistón (m/s)

$$V_g = \frac{(4071,5 \text{ mm}^2) * (16,8 \text{ m/s})}{865,7 \text{ mm}^2}$$

$$V_g = 79,01 \text{ m/s}$$

3.2.1.4 Velocidad de salida del cuerpo de aceleración

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 \quad (4)$$

Donde:

A_1 = Área de la válvula (mm^2)

V_1 = Velocidad del aire en la válvula (m/s)

A_2 = Área de entrada del aire en el múltiple de admisión (mm^2)

V_2 = Velocidad de salida del cuerpo de aceleración (m/s)

$$V_2 = \frac{A_1 V_1}{A_2}$$

$$V_2 = \frac{(865,7 \text{ mm}^2)(79,01 \text{ m/s})}{1134,15 \text{ mm}^2}$$

$$V_2 = 60,3 \text{ m/s}$$

$$75\%(V_2) \text{ por pérdidas} = 45,225 \text{ m/s}$$

3.2.1.5 Cálculo del Número de Mach

$$M = \frac{V_f}{a} \quad (5)$$

Donde:

M = Número de Mach

V_f = Velocidad del fluido

a = Velocidad del sonido

$$M = \frac{45,225 \text{ m/s}}{343 \text{ m/s}}$$

$$M = 0,13$$

Con el número de mach calculado se determina que en la entrada del múltiple ingresará un fluido SUBSÓNICO.

3.2.1.6 Cálculo del Flujo Másico

$$m = \frac{A \cdot P_t}{\sqrt{T_t}} * \sqrt{\frac{\gamma}{R}} * M * \left[1 + \frac{M^2(\gamma-1)}{2} \right]^{-\frac{\gamma+1}{2(\gamma-1)}} \quad (6)$$

Dónde:

m = Flujo Másico (kg/s)

A = Área en la entrada del múltiple (m²)

P_t = Presión en la entrada del múltiple (Pa)

T_t = Temperatura en la entrada del múltiple (K)

M = Numero de Mach

R = Constante Universal de los gases (C_{te} = 0,286 KJ/kg.K)

γ = Relación de Calor Específico (C_{te} = 1,4)

$$m = \frac{1,1341 \times 10^{-3} \text{ m}^2 * 101\,325 \text{ Pa}}{\sqrt{298 \text{ K}}} * \sqrt{\frac{1,4}{286 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}}} * 0,13$$
$$* \left[1 + \frac{(0,13)^2(1,4-1)}{2} \right]^{-\frac{1,4+1}{2(1,4-1)}}$$
$$\mathbf{m = 0,0599 \text{ kg/s}}$$

3.2.1.7 Diseño de los runners

Cálculo de la longitud de los runners

$$L = \frac{40000}{\text{RPM}_{\text{Tmax}}} \quad (7)$$

Donde:

L = Longitud de los runners (mm)

RPM_{max} = Revoluciones máximas del motor (rpm)

$$L = \frac{40000}{4000_{\text{rpm}}}$$
$$\mathbf{L = 10in = 254mm}$$

Cálculo del diámetro del conducto

$$\phi_c = \sqrt{\frac{RPM_{Tmax} * V_h * V_E}{3330}} \quad (8)$$

Donde:

ϕ_c = Longitud de los runners (mm)

RPM_{max} = Revoluciones máximas del motor cuando se tiene el torque máximo (rpm)

V_h = Cilindrada del motor (Lt)

$$\phi_c = \sqrt{\frac{4000_{rpm} * 1,368 \text{ lt} * 0,8}{3330}}$$

$$\phi_c = 1,15 \text{ in} = 29,12 \text{ mm}$$



Figura 1-3. Múltiple de admisión

Fuente: Autores

3.2.2 *Múltiple de escape*

Datos de entrada:

- Ángulo de apertura de la válvula de escape = 30° APMI Y 5° DPMS
- Rpm = 4000

3.2.2.1 Cálculo de los conductos primarios

Longitud de los conductos primarios

$$p = \frac{850 * ED}{rpm} - 3 \quad (9)$$

Donde:

P = longitud del colector primario (plg)

ED = 180° más los grados de apertura de la válvula de escape

Rpm = número de revoluciones por minuto a la que se quiere sintonizar el motor

$$p = \frac{850 * (180 + 35)}{4000} - 3$$

$$p = 42,682 \text{ pulg}$$

Diámetro de los conductos primarios

$$ID = \sqrt{\frac{cc}{(P+3)*25}} * 2.1 \quad (10)$$

Dónde:

ID = diámetro del colector primario (plg)

cc = volumen del cilindro en centímetros cúbicos

P = longitud primaria (plg)

$$ID = \sqrt{\frac{1368}{(42,687 + 3) * 25}} * 2.1$$

$$ID = 2,298 \text{ pulg}$$

3.2.2.2 Cálculo de los conductos secundarios

Longitud de los conductos secundarios

$$L_s = \frac{p+3}{2} \quad (11)$$

Dónde:

L_s = longitud del colector secundario (plg)

p = longitud del colector primario (plg)

3 = valor en pulgadas

$$l_s = 22,8435 \text{ pulg}$$

Diámetro de los conductos secundarios

$$IDS = \sqrt{ID^2 * 2} * 0.93 \quad (12)$$

Dónde:

IDS = diámetro de conducto secundario

ID = diámetro del primario calculado

$$IDS = 3,02 \text{ pulg}$$



Figura 2-3. Múltiple de escape

Fuente: Autores

3.2.3 Radiador y electro ventilador. El radiador seleccionado es del Chevrolet Aveo 1.4 debido a que la medida de los paneles tiene un volumen de llenado de 5,12 litros, dichas medidas se encuentran en el anexo C.

$$V = \text{Altura} * \text{Ancho} * \text{Espesor} \quad (13)$$

Datos:

Altura = 480 mm

Ancho = 410 mm

Espesor = 26 mm

$$V = 480\text{mm} * 410\text{mm} * 26\text{mm}$$
$$V = 5\ 116\ 800\ \text{mm}^3 = 5,12\ \text{litros}$$

La capacidad de llenado del radiador es aproximada a la capacidad base del radiador del motor Fiat Evo Fire 1.4 descrito en el anexo D, lo que asegura un rendimiento óptimo del sistema de refrigeración.



Figura 3-3. Radiador Chevrolet Aveo 1.4

Fuente: Autores

3.2.4 Carcasa termostática. La carcasa termostática es la original del motor ya que ésta trae incorporado el termostato y el sensor de temperatura de refrigerante y facilitará el montaje del mismo sin recurrir a adaptaciones.



Figura 4-3. Carcasa termostática Fiat Evo Fire 1.4

Fuente: Autores

3.2.5 Alternador. Para la selección del alternador se debe saber que cantidad de amperaje consume todos los componentes eléctricos del motor en funcionamiento.

Datos:

Resistencia de inyector: 12ohm

Resistencia de bobina: 540 ohm

Resistencia de la electrobomba de combustible: 2.3 ohm

Resistencia del electro ventilador: 0.4 ohm

Resistencia de la electroválvula de variador de fase: 9 ohm

Luego se calcula el amperaje de consumo de cada componente con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{V}{R} \quad (14)$$

Dónde:

I = Amperaje de consumo

V = Voltaje de la batería cargada

R = Resistencia del consumidor

Entonces reemplazando datos tenemos:

Consumo de los inyectores:

$$I = \frac{13,5 v}{12 ohm}$$

$$I = 1,13 A$$

$$I_{Ti} = 4,5 A$$

Consumo de las bobinas:

$$I = \frac{13,5 \text{ v}}{540 \text{ ohm}}$$

$$I = 0,025 \text{ A}$$

$$I_{Tb} = \mathbf{0,1 \text{ A}}$$

Consumo de la electrobomba de combustible:

$$I = \frac{13,5 \text{ v}}{2,3 \text{ ohm}}$$

$$I_{eb} = \mathbf{5,86 \text{ A}}$$

Consumo del electro ventilador:

$$I = \frac{13,5 \text{ v}}{0,45 \text{ ohm}}$$

$$I_{ev} = \mathbf{30 \text{ A}}$$

Consumo de la electroválvula de variador de fase:

$$I = \frac{13,5 \text{ v}}{9 \text{ ohm}}$$

$$I_{ef} = \mathbf{1,5 \text{ A}}$$

Consumo total de los componentes eléctricos:

Para calcular el consumo total se suma el consumo de todos los componentes:

$$I_T = I_{Ti} + I_{Tb} + I_{eb} + I_{ev} + I_{ef} \quad (15)$$

$$I_T = 4,5A + 0,1A + 5,86A + 30A + 1,5A$$

$$I_T = \mathbf{42 \text{ A}}$$

El alternador seleccionado es de GM del Chevrolet Sail 1.4 debido a que éste posee un regulador de voltaje interno el cual ofrece un voltaje de salida de 14v y un amperaje de 85 A, el cual es superior al amperaje mínimo calculado permitiendo el óptimo funcionamiento del sistema de carga y adición futura de consumidores eléctricos.



Figura 5-3. Alternador GM Chevrolet Sail 1.4

Fuente: Autores

3.2.6 Motor de arranque. Para la selección del motor de arranque se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$W_a = \frac{A * K * V_t * n * 0,736}{\eta * 716,2} \text{ (kw)} \quad (16)$$

Dónde:

W_a = Potencia mínima del motor de arranque

A = Coeficiente de seguridad

K = coeficiente determinado en función del tipo de motor, en el que intervienen el grado y tipo de combustión, relación de compresión, etc. Este valor oscila de 3 a 5 para motores de gasolina y de 5 a 10 para motores diésel. (wordpcword, 2012 pág. 15)

V_t = Cilindrada total del motor en litros

n = número de rpm mínimo que necesita el motor térmico para arrancar, este valor oscila entre 120 a 150 rpm. (wordpcword, 2012 pág. 15)

η = rendimiento del motor, para nuestro motor trabajaremos con un rendimiento de 85%.

Reemplazando los datos en la fórmula tenemos:

$$W_a = \frac{1,5 * 3 * 1,368 * 120 * 0,736}{0,85 * 716,2}$$

$$W_a = 0,89 \text{ kw}$$

El motor de arranque seleccionado es del Chevrolet Corsa 1.6 debido a que tiene una potencia de 0,9 Kw descrita en el catálogo de motores de arranque y alternadores Bosch en el anexo E, lo cual es suficiente para hacer girar al motor.



Figura 6-3. Motor de arranque Chevrolet Corsa 1.6

Fuente: Autores

3.2.7 Bobina de encendido. La bobina de ignición es del Chevrolet Corsa 1.4 debido a 2 razones:

- Es de sistema de encendido DIS o chispa perdida, lo cual cumple con el sistema semi secuencial.
- Tiene una resistencia aproximada en el circuito primario de 540 ohm



Figura 7-3. Bobina de ignición Dis Chevrolet Corsa 1.4

Fuente: Autores

3.2.8 *Cuerpo de aceleración.* El cuerpo de aceleración se encarga de controlar la cantidad de aire que ingresa hacia las cámaras de combustión, regulando el paso de aire en ralentí y bajo condiciones de carga. (Penagos, 2015)

Durante el ralentí la válvula IAC regula la admisión de aire, informando a la ECU/ECM por medio del sensor TPS que la aceleración es cero, de esta manera las revoluciones se establecen alrededor de 950 RPM. (Penagos, 2015)

La siguiente fotografía ilustra el cuerpo de aceleración del Chevrolet Aveo 1.4 típico con válvula IAC y sensor TPS. (Penagos, 2015)

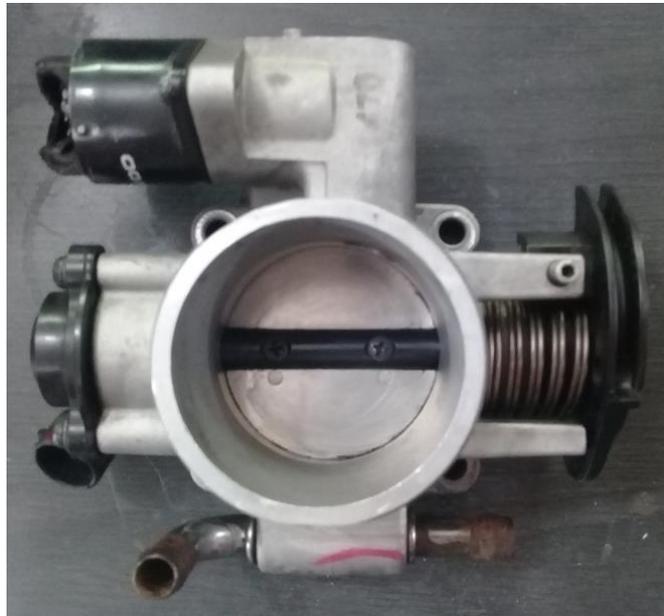


Figura 8-3. Cuerpo de aceleración Chevrolet Aveo 1.4

Fuente: Autores

El cuerpo de aceleración es del Chevrolet Aveo 1.4 debido a dos razones:

- El diámetro de la mariposa es de 51,5 mm, lo cual supera al diámetro mínimo calculado anteriormente en el ítem 3.2.1.1 (Cálculo del diámetro de la mariposa), asegurando la efectividad del mismo.
- El cuerpo de aceleración viene incluido con sensor TPS y Válvula IAC.

3.2.9 Inyectores. Para la selección de los inyectores se debe utilizar la fórmula inferior, la cual da el valor del caudal del inyector a usar, con dicho caudal se puede seleccionar en los catálogos disponibles en el mercado.

$$\text{Injector flow rate} = \frac{\text{Engine HP} * \text{BSFC}}{\# \text{ of injectors} * \text{Injector duty cycle}} \left(\frac{\text{lb}}{\text{hr}} \right) \quad (17)$$

Dónde:

Engine HP = Potencia del motor en HP

BSFC = Consumo de combustible específico del freno

- Para los motores de aspiración natural, estimar BSFC de 0,4 a 0,5
- Para los motores nitrosos, estimar BSFC de 0,5 a 0,6
- Para la inducción forzada, estimar BSFC de 0,6 a 0,7
- Para los motores rotativos, estimar BSFC de 0,6 a 0,7
- Para motores que funcionan con metanol, el doble de la gasolina BSFC apropiada (por ejemplo, un motor de metanol de inducción forzada tiene una BSFC entre 1,2 y 1,4)

El ciclo de trabajo del inyector debe ser de 0.8 (80%) o menos. Si no se conoce el ciclo de trabajo máximo del inyector, se puede utilizar 0.8 como estimación.

Nota: A menos que se indique lo contrario, todos los caudales de inyectores se calculan a una presión de combustible de 43,5 PSI (3 BAR).

Datos para el cálculo:

Engine HP = 85 HP

BSFC = 0,5 (Aspiración natural)

of injectors = 4 inyectores

Injector duty cycle = 0,8

Entonces se reemplaza en la ecuación:

$$\text{Injector flow rate} = \frac{85 * 0,5}{4 * 0,8}$$

$$\text{Injector flow rate} = 13,1 \frac{\text{lb}}{\text{hr}} = 138 \frac{\text{cc}}{\text{min}}$$

Luego se seleccionará el inyector con el caudal calculado en el catálogo BOSCH, el cual se indica a continuación:



Injector Flow Rates and Resistance.

Please note, these are book figures and not actual results that we have observed. The flow rates we obtain may vary slightly owing to temperature and viscosity differences and are listed as a general guide.

Bosch Number	cc/min @3bar	Resistance (ohm)
0280150007	338	2.4
0280150008	338	2.4
0280150009	338	2.4
0280150016	406	2.4
0280150019	406	2.4
0280150030	338	2.4
0280150034	338	2.4
0280150035	406	2.4
0280150036	485	2.4
0280150038	406	2.4
0280150040	406	2.4
0280150041	485	2.4
0280150042	406	2.4
0280150300	199	2.4
0280150302	199	2.4
0280150303	199	2.4
0280150306	505	2.4
0280150309	199	2.4
0280150310	199	2.4
0280150314	199	2.4
0280150315	199	2.4
0280150811	277	2.4
0280150812	211	2.4
0280150813	310	2.4
0280150814	310	2.4
0280150818	248	2.4
0280150819	248	2.4
0280150820	248	2.4
0280150821	185	2.4
0280150823	200	2.4
0280150824	201	4.6
0280150825	195	2.4
0280150826	232	2.4
0280150827	232	2.4
0280150992	229	15.9
0280150993	115	15.9
0280150995	90	14.5
0280150996	138	12.0
0280150997	105	15.9
0280150998	228	12.0
0280150999	228	12.0
0280155002	259	15.4

Grafico 1-3. Injector Flow Rates and Resistance

Fuente: (ASNU, 2005)

El inyector es el BOSCH Number: 0280150996 ya que cumple con el caudal calculado, el inyector trabajará con una resistencia de 12 ohmios cumpliendo con el rango de resistencia establecido en el manual del motor en anexo F.



Figura 10-3. Inyector Bosch Number 0280150996

Fuente: (Penagos, 2015)

3.2.10 *Bomba de combustible.* La bomba de combustible seleccionada es del Chevrolet Corsa 1.4 ya que ésta es accionada con una tensión de 12V y posee una presión de 4 bares o 58 PSI que es aproximadamente a los 4,2 bares de presión de trabajo regulada por el depósito de combustible del motor, descrito en el anexo G.

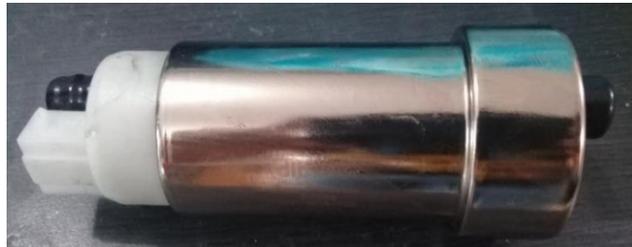


Figura 11-3. Bomba de combustible Chevrolet Corsa 1.4

Fuente: Autores

3.2.11 *Depósito de combustible.* Para diseñar el depósito de combustible se debe tomar en cuenta el volumen de gasolina que necesita el motor para su funcionamiento. El depósito tiene un volumen de 9 litros con una altura de 10 cm, 30 cm de ancho y 30 cm de profundidad.

3.2.12 *Sensor CKP.* El sensor CKP es del Chevrolet Corsa 1.4 debido a que éste es de tipo inductivo y tiene una resistencia de 800 ohm aproximadamente, cumpliendo con el rango de resistencia establecido en el manual del motor en el anexo H.



Figura 12-3. Sensor CKP Chevrolet Corsa 1.4

Fuente: Autores

3.2.13 *Sensor ECT.* El sensor ECT se encuentra armado en el soporte termostático, el cual es el original del motor y registra la temperatura del agua a través de un termistor NTC con coeficiente de resistencia negativo. (Trujillo, 2016)



Figura 13-3. Sensor ECT Fiat Evo Fire 1.4

Fuente: Autores

Tabla 2-3. Características eléctricas del sensor ECT

°C	Ohm
-20	15971
-10	9620
0	5975
10	3816
20	2502
25	2044
30	1679
40	1152
50	807
60	576
70	418
80	309
90	231
100	176

Realizado por: Kevin Siavichay.2017

Fuente: (Trujillo, 2016)

3.2.14 *Sensor IAT.* El sensor IAT posee un termistor NTC (Coeficiente de temperatura negativo), es decir que la resistencia disminuye cuando la temperatura aumenta y viceversa. El sensor IAT es del Chevrolet Aveo 1.4 ya que es accesible en el mercado y se puede calibrar mediante la programación de la ECU Haltech.



Figura 14-3. Sensor IAT Chevrolet Aveo 1.4

Fuente: Autores

3.2.15 *Sensor TPS.* El sensor TPS viene incluido en el cuerpo de aceleración del Chevrolet Aveo 1.4 y es el encargado de detectar el ángulo de giro de la mariposa de aceleración. Su principio se basa en un potenciómetro de 8,3 Kohm que gira conjuntamente con el eje de la mariposa y varía de resistencia de acuerdo al ángulo de giro.

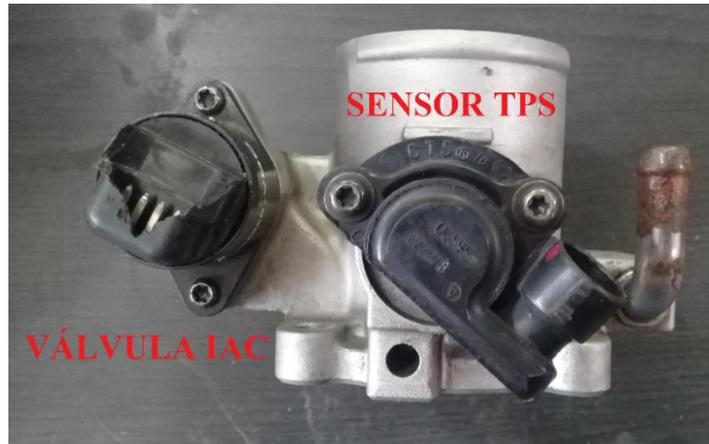


Figura 15-3. Sensor TPS Chevrolet Aveo 1.4

Fuente: Autores

3.2.16 *Sensor de Oxígeno O2*

El sensor de oxígeno o sonda lambda es el encargado de medir la concentración de oxígeno en los gases de escape, este sensor es del Chevrolet Corsa 1.4 debido a su funcionamiento simple siendo un sensor de banda corta con un voltaje de funcionamiento de 1v.



Figura 16-3. Sensor O2 Chevrolet Corsa 1.4

Fuente: Autores

CAPITULO IV

4. INSTALACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA COMPUTADORA HALTECH SPRINT 500

Antes de empezar a instalar y programar una computadora haltech sprint 500 se debe tomar en cuenta parámetros importantes para evitar un desperdicio de recursos económicos y técnicos, y a su vez nos permitirá llegar a un resultado satisfactorio.

Primero se debe elegir bien el lugar donde se colocará la Ecu, debe estar seco libre de calor, polvo y vibraciones para evitar el deterioro o daño de la misma, de igual manera los lugares por donde van a pasar los cables deben estar bien definidos, es decir libres de abrasión y que estén lejos del calor para evitar un corto circuito. (HALTECH, 2011)

El motor debe cumplir con los requerimientos básicos para que la ECU programable funciones y cumpla el trabajo destinado, de igual manera antes de adaptar cualquier elemento que interviene en la inyección electrónica, se debe conocer bien sus características de trabajo antes de realizar su montaje. (HALTECH, 2011)

4.1 Instalación de actuadores y sensores

4.1.1 *Conexión de los inyectores.* Después de ubicar los inyectores en sus respectivos lugares se debe proceder a realizar la conexión para cada uno de ellos, vienen con dos pines incorporados de los cuales el primero es para la alimentación de 12 voltios que necesita el inyector para funcionar, y el otro pin es para la señal proveniente de la computadora la cual hará que el inyector se abra e inyecte el combustible pulverizado.

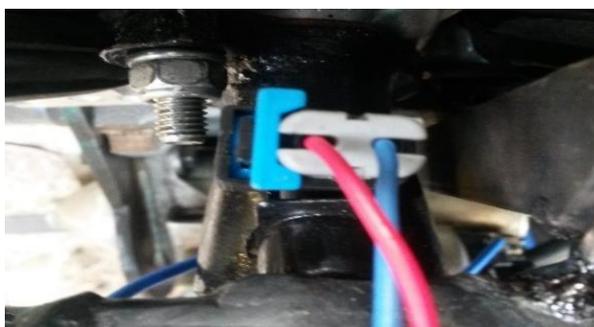


Figura 1-4. Conexión de los inyectores

Fuente: Autores

4.1.2 *Conexión de la bobina de encendido.* Al tener instalado un sistema de encendido DIS es decir una bobina con chispa perdida tiene cuatro pines de conexión los cuales se detalla a continuación:

Tabla 1-4. Conexión de las bobinas de encendido

Color de cable	Descripción
Amarillo	Alimentación de 12 voltios
Rojo	Señal de la ECU para cilindros 1-4
Azul	Señal de la ECU para cilindros 2-3
Blanco	Tierra de la bobina

Realizado por: Alexander Corozo.2017

Fuente: Autores



Figura 2-4. Conexión de la bobina de encendido

Fuente: Autores

4.1.3 *Conexión de la bomba de combustible.* La bomba de combustible es la encargada de hacer llegar el combustible hasta los inyectores y a su vez debe mantener la presión en el sistema. Un relé es el encargado de activar y desactivar la bomba de combustible. Cuenta con dos pines de conexión, a continuación se detalla cada uno de ellos:

Tabla 2-4. Conexión de la bomba de combustible

Color de cable	Descripción
Negro	Tierra de la bomba
Rojo	Alimentación de 12 voltios

Realizado por: Alexander Corozo.2017

Fuente: Autores



Figura 3-4. Conexión de la bomba de combustible

Fuente: Autores

4.1.4 *Conexión de la electroválvula de distribución variable.* La electroválvula de distribución variable permite una variación en la fase entre el árbol de levas y el cigüeñal de forma continua. Cuenta con dos pines para su conexión, A continuación se detalla cada uno de ellos:

Tabla 3-4. Conexión de la electroválvula de distribución variable

Color de cable	Descripción
Violeta	Tierra del actuador
Rojo con blanco	Alimentación de 12 voltios

Realizado por: Alexander Corozo.2017

Fuente: Autores



Figura 4-4. Conexión de la electroválvula de distribución variable

Fuente: Autores

4.1.5 *Conexión del sensor MAP.* El sensor map a utilizar será el mismo que viene incorporado en la Ecu, para lo cual se tuvo que adaptar una manguera en donde se produce el mayor vacío en el múltiple de admisión.



Figura 5-4. Conexión del sensor MAP de la ECU

Fuente: Autores.

4.1.6 *Conexión del sensor TPS.* El sensor Tps viene integrado en el cuerpo de aceleración y este a su vez cuenta con 3 pines de conexión, los cuales son:

Tabla 4-4. Conexión del sensor TPS

Color de cable	Descripción
Rojo	Alimentación de 5 voltios
Azul	Tierra del sensor
Amarillo	Señal del sensor

Realizado por: Alexander Corozo.2017

Fuente: Autores

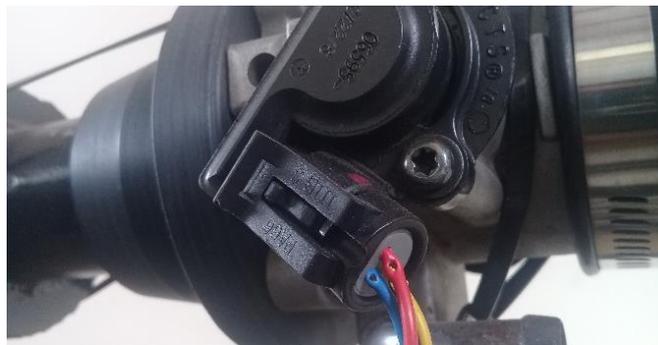


Figura 6-4. Conexión del sensor TPS

Fuente: Autores

4.1.7 *Conexión del sensor CKP.* El sensor CKP es de tipo inductivo el cual es el encargado de indicarle a la ECU las revoluciones por minuto a las que está girando el motor, para que posteriormente la ECU permita la activación de inyectores y bobinas, este sensor cuenta con 2 pines de conexión los cuales son los siguientes:

Tabla 5-4. Conexión del sensor CKP

Color de cable	Descripción
Amarillo	Señal Positiva
Verde	Señal Negativa

Realizado por: Alexander Corozo.2017

Fuente: Autores



Figura 7-4. Conexión del sensor CKP inductivo

Fuente: Autores

4.1.8 *Conexión del sensor IAT.* El sensor IAT es el encargado de medir la temperatura del aire que ingresa al motor e informarle a la Ecu, con este dato la computadora puede hacer correcciones en la inyección de combustible. Dicho sensor funciona como una resistencia variable, la cual se puede conectar tierra o señal en cualquiera de los 2 pines.

Tabla 6-4. Conexión del sensor IAT

Color de cable	Descripción
Blanco	Tierra del sensor
Blanco	Señal del sensor

Realizado por: Alexander Corozo.2017

Fuente: Autores



Figura 8-4. Conexión del sensor IAT

Fuente: Autores

4.1.9 *Conexión del sensor ECT.* El sensor ECT es el encargado de medir la temperatura del refrigerante del motor e informarle a la Ecu, con este dato la computadora puede realizar correcciones en la inyección de combustible y activar el electro ventilador. Al igual que el sensor IAT, éste funciona como una resistencia variable y cuenta con dos pines.

Tabla 7-4. Conexión del sensor ECT

Color de cable	Descripción
Negro	Tierra del sensor
Violeta	Señal del sensor

Realizado por: Alexander Corozo.2017

Fuente: Autores



Figura 9-4. Conexión del sensor ECT

Fuente: Autores

4.2 Programación de la Haltech Sprint 500

El primer paso es instalar el software ECU Manager 1.14 en una computadora portátil, después de haber hecho esto se debe conectar el cable de comunicación de la ECU a la computadora portátil, por último, se abre el programa el cual mostrará la siguiente imagen de bienvenida.

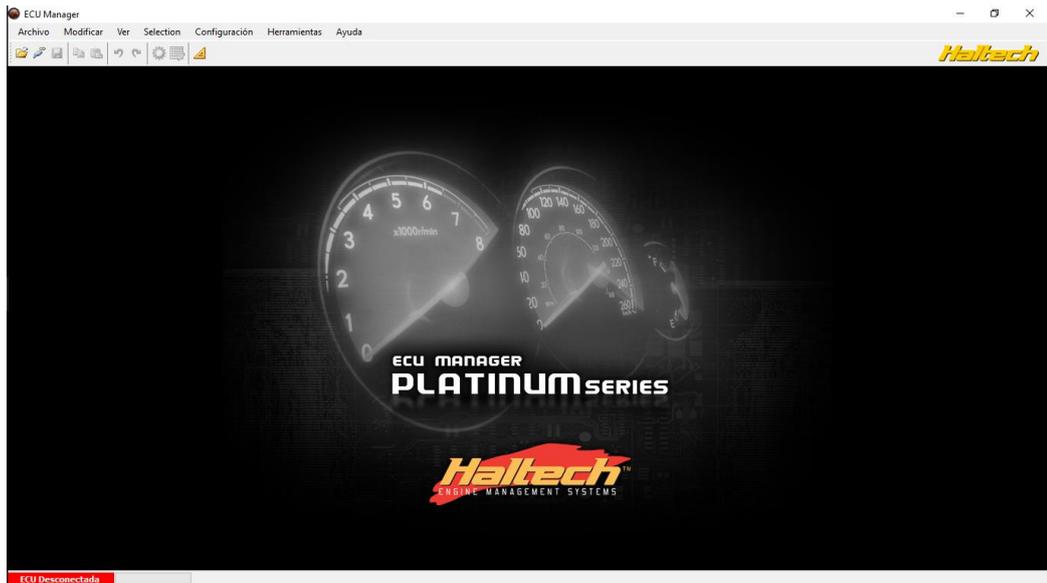


Figura 10-4. Pantalla de bienvenida

Fuente: Software ECU Manager 1.14

Después de que se abra el programa se debe conectar la ECU con el software, y esto se logra haciendo clic en el icono indicado en la siguiente imagen o simplemente tecleando F5.

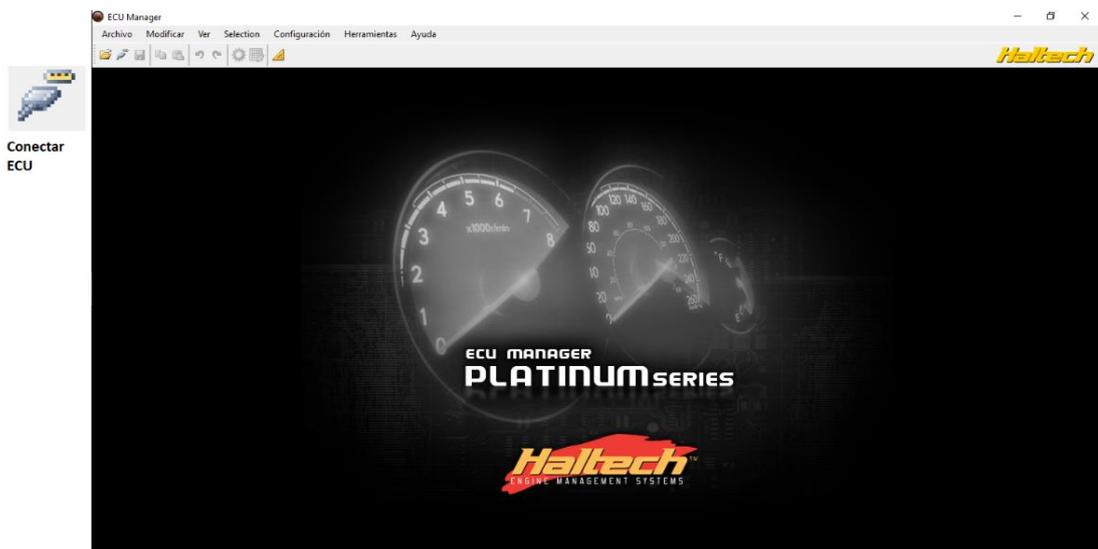


Figura 11-4. Reconocimiento de ECU Haltech Sprint 500

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.1 Configuración principal. Para empezar con la configuración del menú principal se debe hacer clic en el icono que se indica en la figura o simplemente presionando F4.

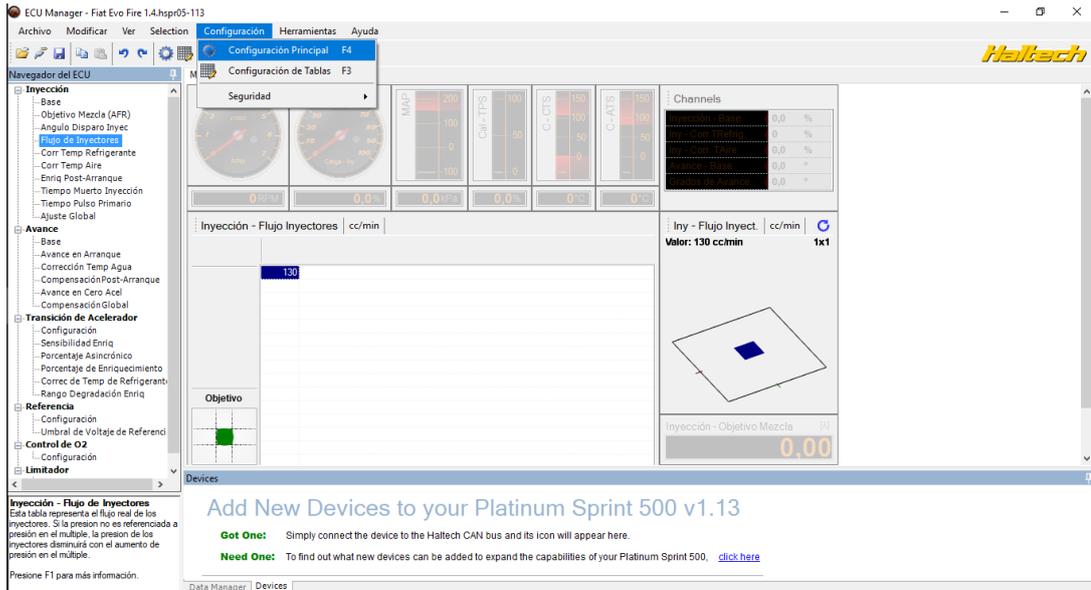


Gráfico 1-4. Configuración principal

Fuente: Software ECU Manager 1.14

Después se desplegará una ventana y en ella se encontrarán 4 parámetros principales de programación que son los siguientes: Básic, Advanced, Outputs e Inputs.

Paso a paso se debe ir programando cada uno de estos parámetros de acuerdo con los datos del motor.

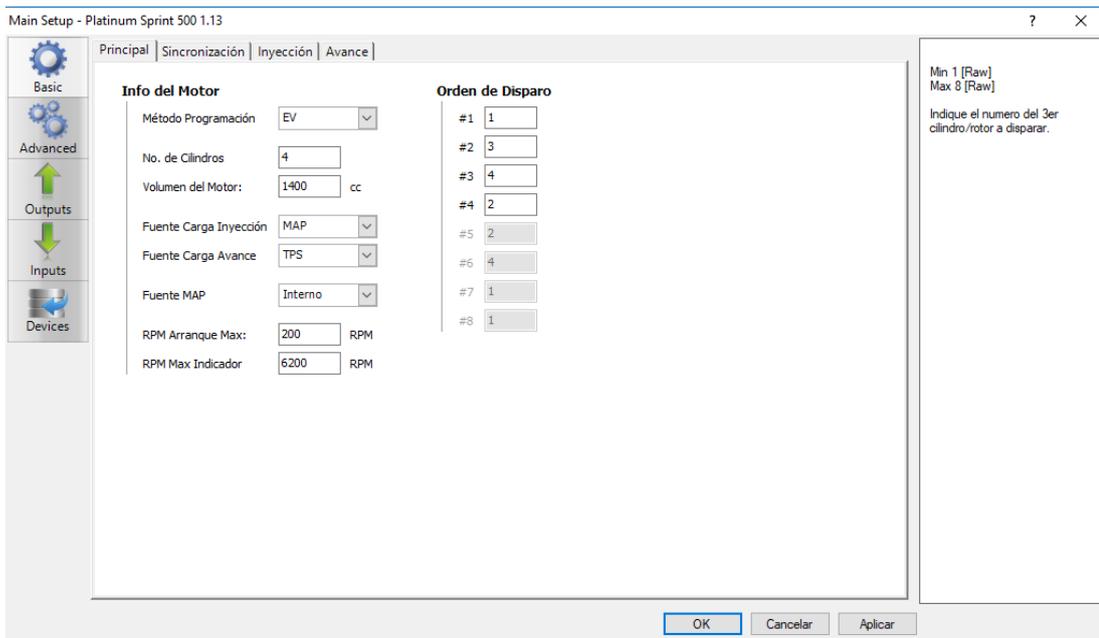


Gráfico 2-4. Parámetros principales de programación

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.1.1 Configuración principal del menú basic

- Método de programación: Permite determinar que método de programación se desea utilizar: eficiencia volumétrica o tiempo de inyección.
- Volumen del motor: Permite colocar la cilindrada del motor que en este caso es de 1400cm³.
- Fuente de carga de inyección y avance: En éste se determina por medio de que sensor se detectará la carga del motor para la inyección y avance de encendido.
- Fuente MAP: Aquí se tiene la opción de elegir con que sensor se desea trabajar ya que la ECU posee un sensor map internamente y el motor de igual manera. En este caso se trabajará con el sensor map de la computadora.
- RPM Arranque máx: Esta información le permite saber al ECU cuando el motor está siendo impulsado por el motor de arranque y cuando empezó a girar por sí solo. En este caso el motor de arranque dejara de funcionar después de las 200 RPM.

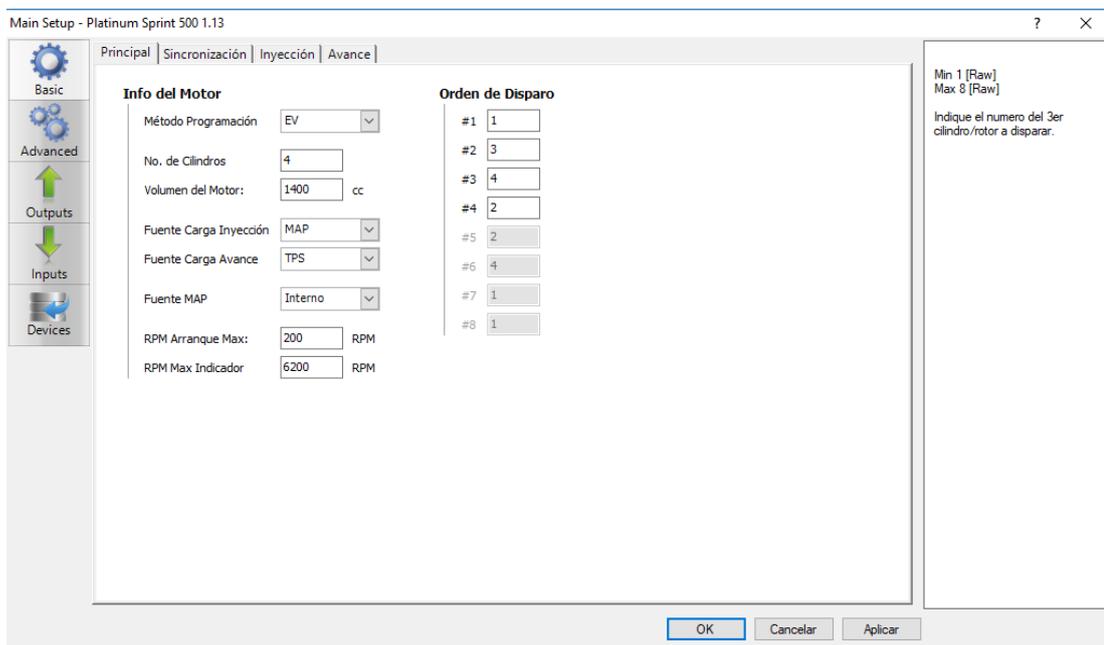


Gráfico 3-4. Configuración principal del menú basic

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.1.2 Configuración de sincronización del menú basic. Se empezará haciendo clic en la pestaña de sincronización e inmediatamente se desplegará una nueva ventana con varias opciones a configurar. La sincronización permite establecer características específicas de las ruedas fónicas y sensores del cigüeñal y árbol de levas.

- Tipo de referencia: Aquí simplemente se indica que tipo de señal de referencia tiene el motor, La señal de referencia del motor Fiat Evo Fire es Motronic 60-2.
- Angulo de referencia: Es el ángulo que hay entre el CKP y el PMS del pistón correspondiente.
- Señal de referencia y sincronización: Indica el tipo de señal que generan los sensores CKP y CMP, existen dos opciones: ascendentes y decreciente. Se escogerá descendente por las características de los sensores.
- Tipo de sensor de referencia y sincronización: Permite elegir qué tipo de sensor CKP y CMP se está utilizando.
- Nivel de filtro de referencia y sincronización: Éste parámetro permite fijar un nivel de filtro para las señales del CKP y CMP.

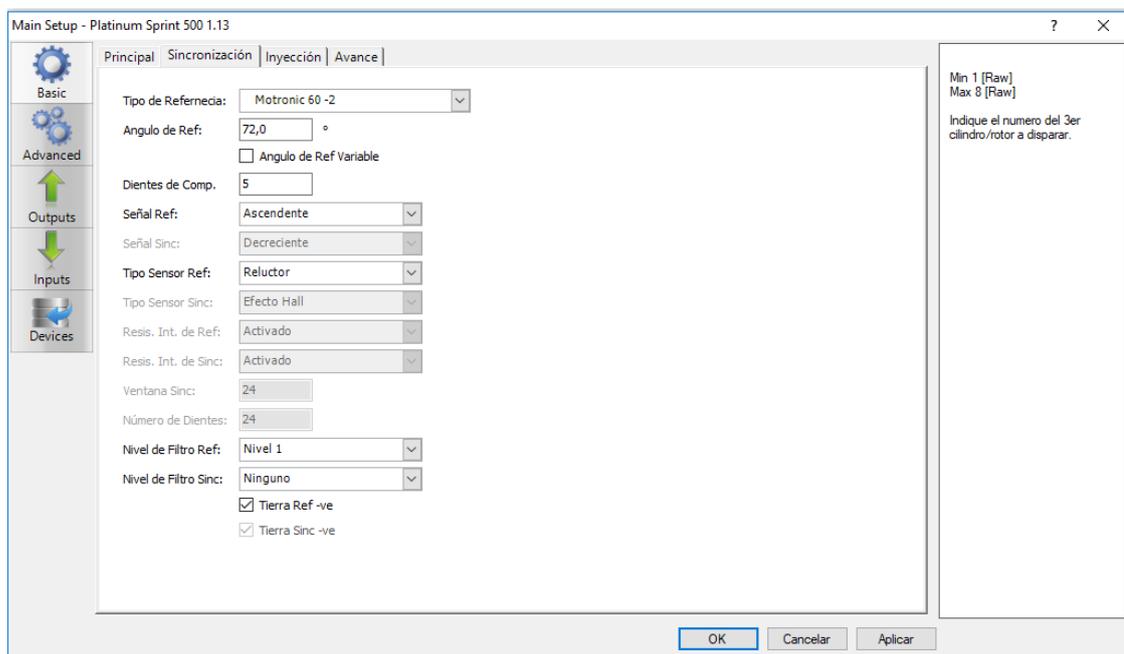


Gráfico 4-4. Configuración de sincronización del menú basic

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.1.3 Configuración de inyección del menú basic

- Modo de inyección: Permite seleccionar el tipo de inyección que deseemos ya sea multipunto, semi – secuencial, secuencial o grupal. El motor Fiat Evo Fire trabaja con un sistema semi secuencial.
- Invertir bomba comb: Esta opción permite invertir la señal de la bomba de combustible.
- Tiempo inicial de activación de la bomba: Es el tiempo al que debe activarse la bomba, después de activar el switch de ignición, lo recomendado es 3 segundos.
- Tipo de presión de combustible: Aquí se puede elegir de qué manera llegará la presión de combustible hasta los inyectores, ya sea de forma constante o variable de acuerdo al Map.
- Presión del combustible base: Es la presión la cual trabaja el sistema de combustible.

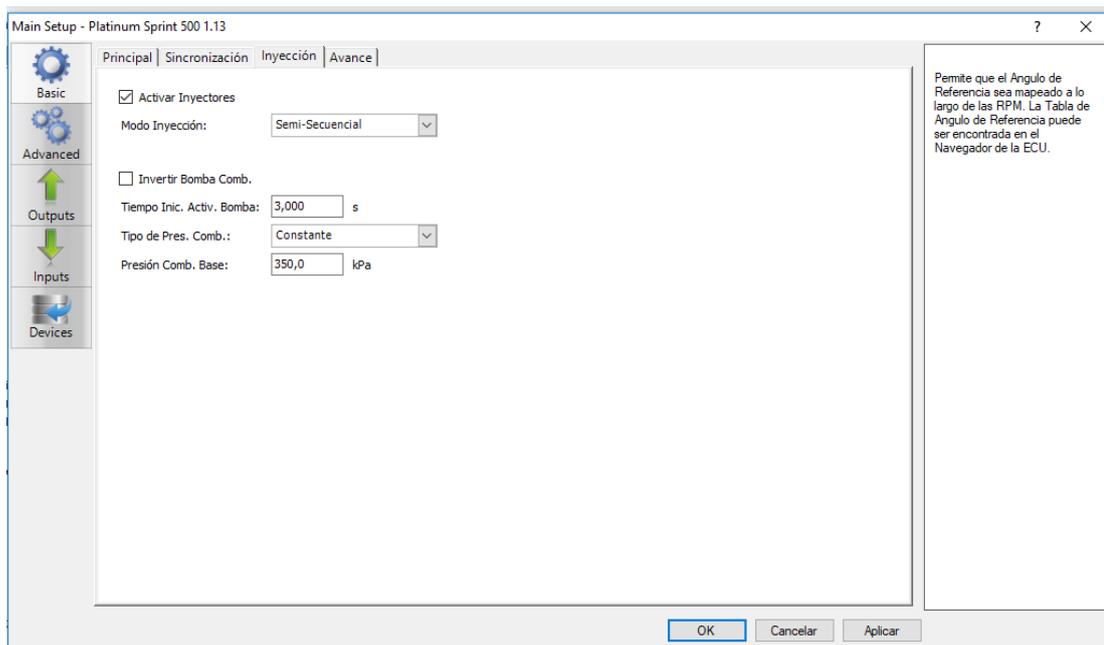


Gráfico 5-4. Configuración de inyección del menú basic

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.1.4 Configuración de avance del menú basic

- Modo de chispa: Esto depende del tipo de sistema de ignición que tenga el motor, el motor tendrá instalada una bobina DIS por lo tanto su sistema de encendido será por chispa perdida.
- Señal de la chispa: Indica el tipo de señal con la cual se activará la bobina de encendido. En este caso es decreciente porque inicia en 0 voltios cuando esta desactivada, y se eleva a 12 voltios para cargar y disparar la chispa.
- Modo de carga: Depende mucho del sistema de ignición que se tenga, por lo general se recomienda carga constante.
- Tiempo de carga: Es el tiempo para cargar las bobinas cuando se utiliza modo de carga constante existe un rango mínimo y máximo de 0 a 10 ms.

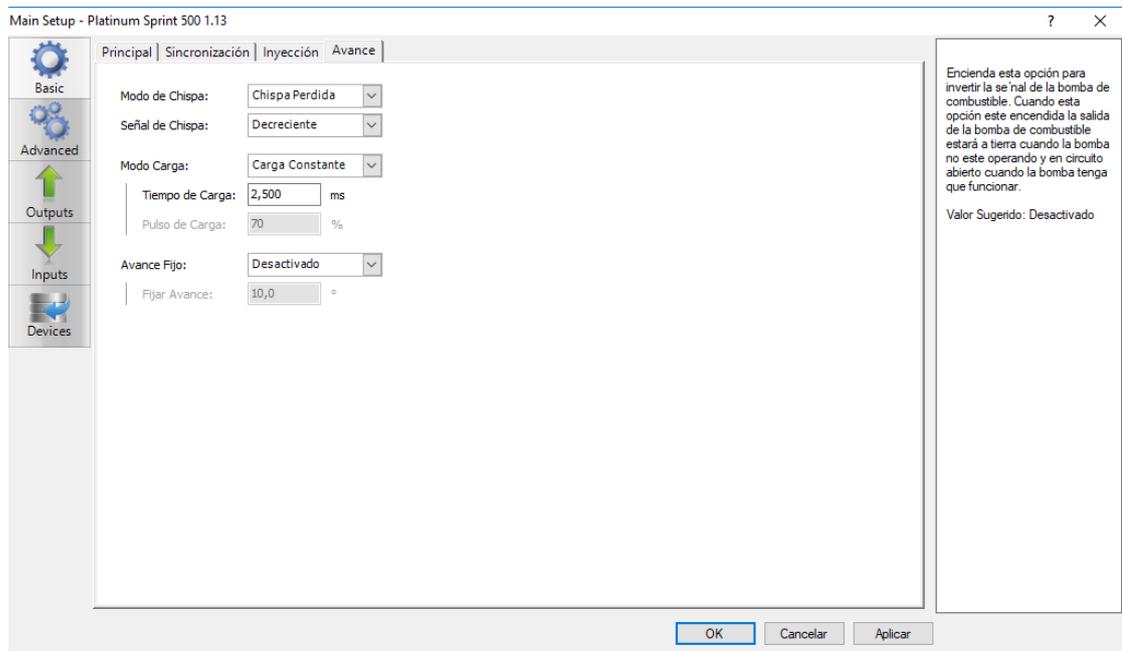


Gráfico 6-4. Configuración de avance del menú basic

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.1.5 Configuración principal del menú advanced. En éste menú se puede activar tablas de correcciones de inyección, correcciones de avance y funciones especiales de programación, los cuales permitirán mejorar el rendimiento del motor. Cuando se activa cualquier tabla ya sea de corrección de inyección o avance se activan los mapas de corrección correspondiente, y cuando se activa cualquier función aparecerán nuevas pestañas de programación.



Gráfico 7-4. Configuración principal del menú advanced

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.1.6 Configuración del control O2 del menú advanced. Permite programar todos parámetros respecto al sensor O2, estos ajustes son muy importantes ya que los parámetros determinan la mezcla aire/combustible y así obtener la menor cantidad de gases contaminantes.

4.2.1.7 Configuración de corte de desaceleración del menú advanced. Esta opción evita que los inyectores envíen combustible cuando la mariposa de aceleración se encuentra cerrada y el motor esta sobre las revoluciones de corte de inyección.

- Rpm de reinicio de corte: Después del corte de inyección, las rpm deben exceder éste valor para que pueda ser cortada de nuevo.
- Temperatura de corte: Mientras la temperatura del motor se encuentre por debajo del valor indicado la inyección de combustible no será cortada.
- Pausa corte: Es el tiempo en segundos que la ECU esperara para iniciar la fase de corte por desaceleración cuando la mariposa está cerrada, esto evita que no exista cortes de inyección o chispa entre cambios marchas.
- Retardo: Permite ingresar un valor el cual retardara el avance bajo el corte de desaceleración, dicho valor esta entre un mínimo de 10⁰ y un máximo de 30⁰.
- Enriquecimiento: Permitirá enriquecer la mezcla ya que después de que ocurra un corte por desaceleración se corre el riesgo de tener una mezcla pobre, el rango de valores para enriquecer la mezcla esta entre un mínimo del 0% y un máximo del 100%.

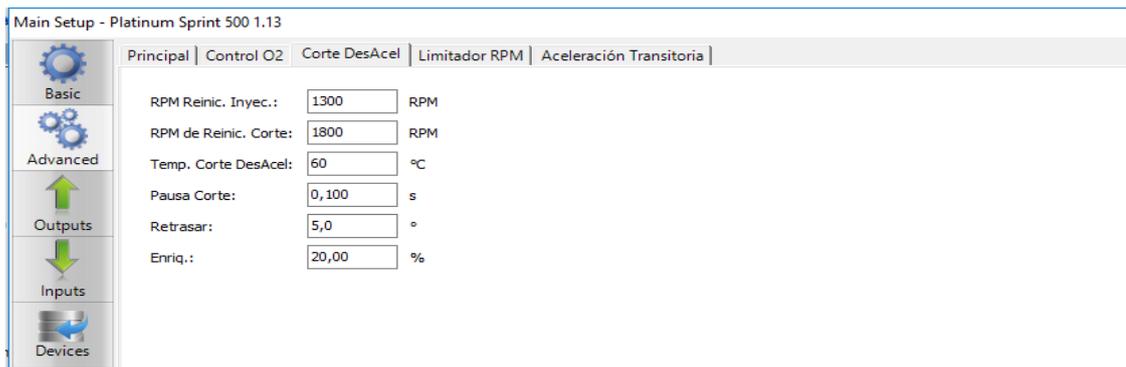


Gráfico 8-4. Configuración de corte de desaceleración del menú advanced

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.1.8 Configuración del limitador rpm del menú advanced. El limitador de revoluciones es utilizado para proteger al motor de excesivas revoluciones.

- Tipo de límite: Aquí se puede elegir como se realizará el corte del rpm puede ser por corte de inyección de combustible o por corte de chispa, El motor trabajará con corte de rpm por inyección de combustible.
- Tipo de corte: Esta opción presenta dos alternativas que son: corte suave y corte duro, al utilizar el corte suave será de manera gradual o progresiva, y el corte duro es un corte inmediato de la inyección o la chispa.
- Lapso de corte suave: Son las rpm por debajo del limitador las cuales el corte suave empieza a operar.

4.2.1.9 Configuración de aceleración transitoria del menú advanced. Esta opción permite que el motor reaccione de mejor manera cuando se producen aceleraciones rápidas o bruscas.

- Número de pulsos asincrónicos: Es número de pulsos de inyección extra que pueden ocurrir para cada inyector durante un enriquecimiento de la mezcla.
- Tiempo de pausa asíncrono: Es el tiempo mínimo entre eventos de enriquecimiento asincrónico, esto evita tener una mezcla demasiado rica por los repetidos movimientos del acelerador.
- Valor ignorado delta: Solo abra un enriquecimiento de la mezcla siempre y cuando la mariposa de aceleración sobrepase el valor que indiquemos el cual debe estar entre 0% y 100%.

- Ajuste acelerador transitorio: Depende el valor que se coloque podemos influir drásticamente en el enriquecimiento de la mezcla, 0% no produce cambios, 100% agregará un 100% al enriquecimiento.

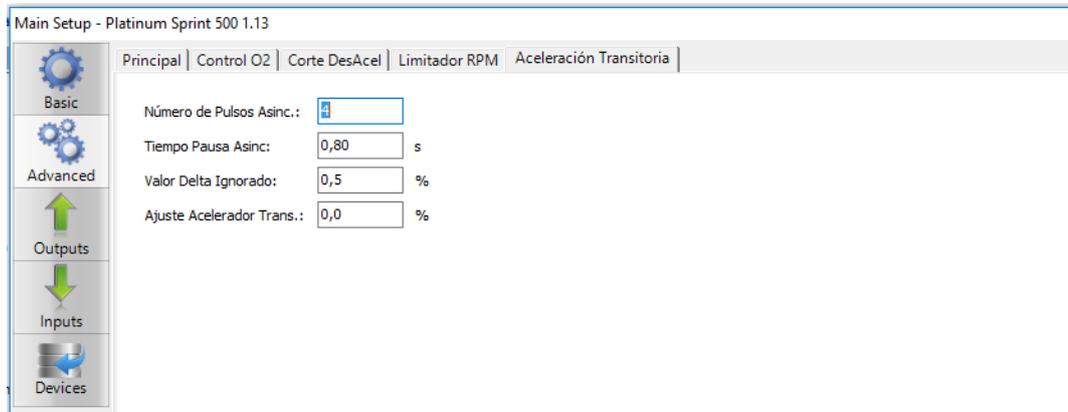


Gráfico 9-4. Configuración de aceleración transitoria del menú advanced

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.1.10 Configuración principal del menú outputs. Ésta ventana permite escoger todas las señales de salida que se desee configurar a conveniencia. Se divide en dos segmentos: Salidas, que es para el tacómetro y electro ventilador; Salidas configurables, permite configurar 2 salidas adicionales que se desee controlar, puede ser distribución variable, válvula IAC, etc. Este motor al contar con distribución variable se le colocará una salida adicional VTEC.

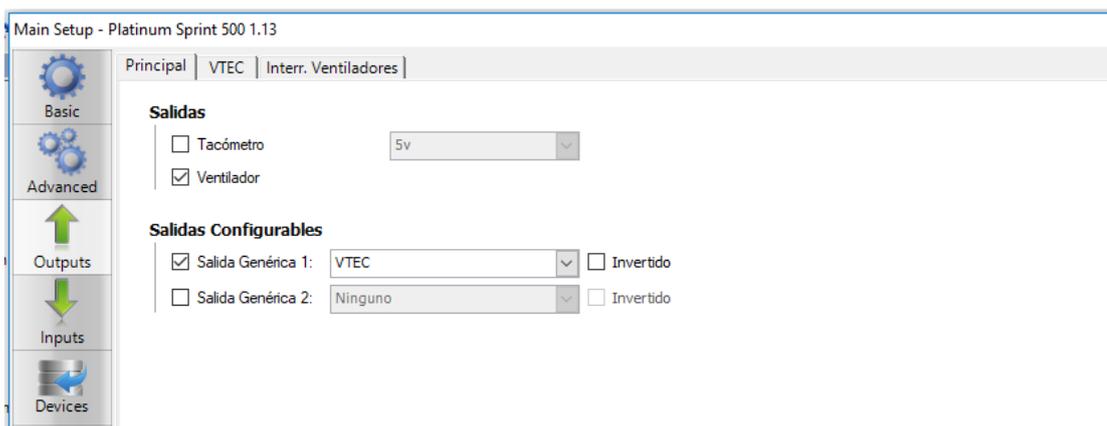


Gráfico 10-4. Configuración principal del menú outputs

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.1.11 Configuración VTEC del menú outputs. Aquí es donde se programa el funcionamiento de la electroválvula de distribución variable. La configuración es simple, se le designa un valor de rpm y carga al cual la electroválvula se activará y desactivará.

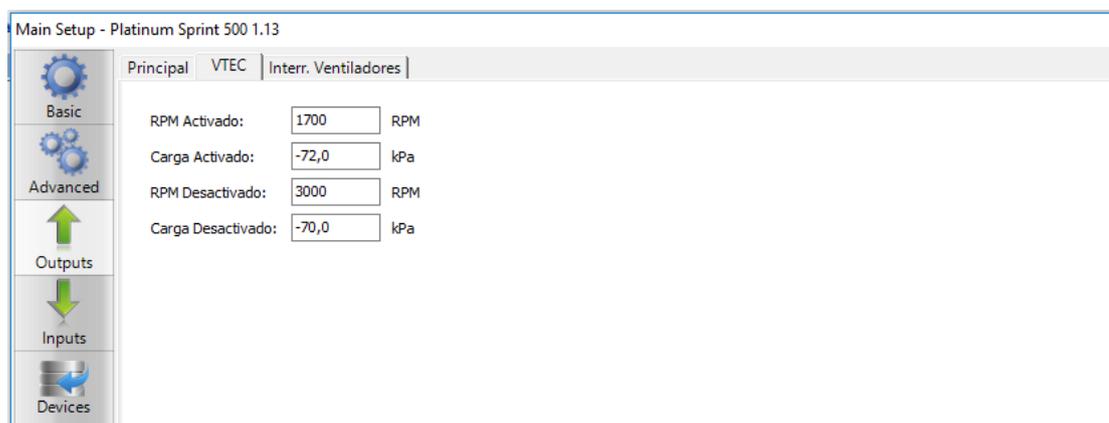


Gráfico 11-4. Configuración VTEC del menú outputs

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.1.12 Configuración de interruptor de ventilador. Para configurar la activación del electro ventilador se debe especificar a qué temperatura se activará el electro ventilador y a que temperatura se desactivará, logrando con esto mantener al motor en una temperatura ideal de funcionamiento y de esta manera evitar el sobrecalentamiento del motor.

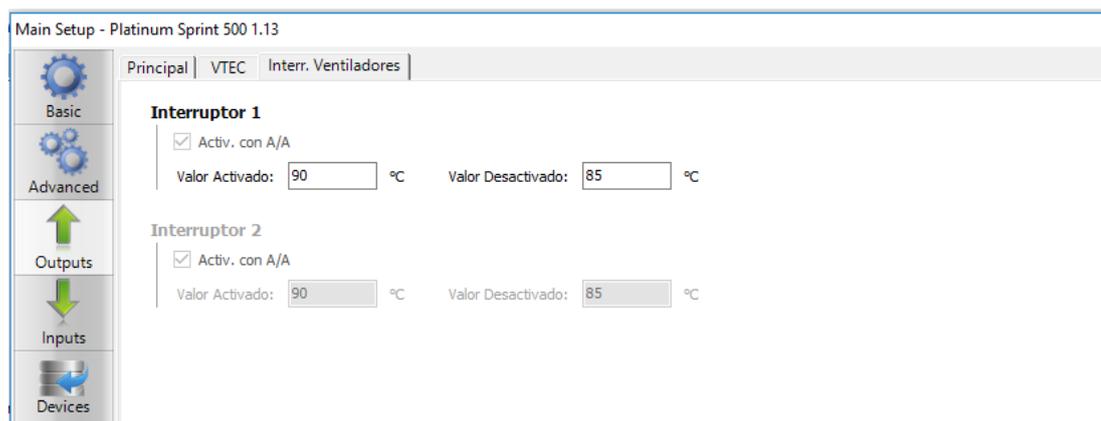


Gráfico 12-4. Configuración de interruptor de ventilador del menú outputs

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.1.13 Configuración principal del menú inputs. En éste menú se realiza la calibración de los sensores del motor por medio de lectura de voltaje en el caso del tps, tablas de

temperatura vs voltaje en el caso del ect e iat, y tabla de presión vs voltaje en el caso del map.

En el menú principal se puede seleccionar si el motor dispondrá de un sensor O2 y que tipo de sensor es, en este caso es de banda corta, a su vez se podrá elegir otras opciones de entrada como se ilustra a continuación.

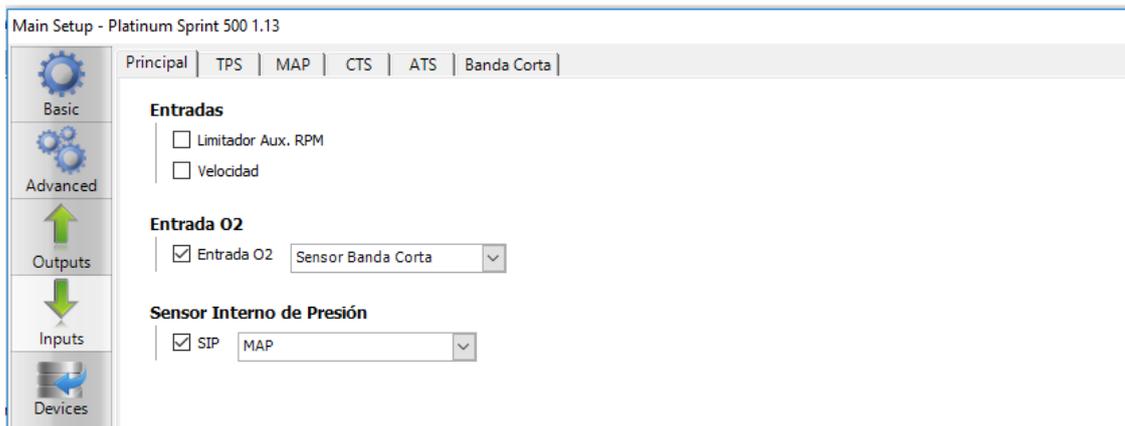


Gráfico 13-4. Configuración principal del menú inputs

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.1.14 Calibración del sensor TPS. Para la calibración del sensor TPS el switch debe estar activado en modo ignición, posterior a ello se realiza la lectura de voltaje con la mariposa cerrada al 0% y abierta completamente al 100%.

Se puede agregar un nivel de filtro para la señal del sensor, así mismo el valor de cero aceleraciones y máxima aceleración como se ilustra en la figura inferior.

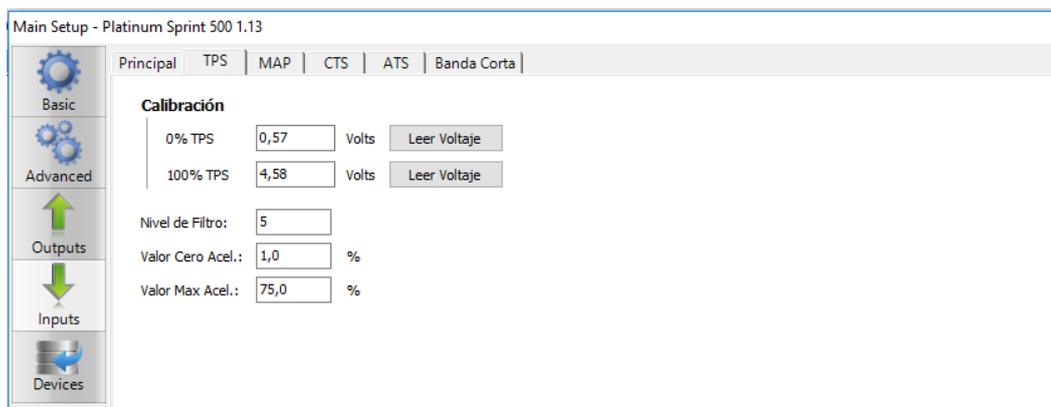


Gráfico 14-4. Calibración del sensor TPS

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.1.15 Calibración del sensor MAP. Debido a que se usa el sensor map interno de la ECU no es necesario la calibración, en caso de ser externo se activara la tabla de voltaje vs presión en kPa. La ecu leerá el voltaje del sensor y sabrá a qué presión se encuentra el múltiple de admisión.

También se puede visualizar las opciones de indicadores máximo y mínimo de presión, cuyos valores serán los límites del indicador de tablero. La opción de advertencia máxima permite ingresar un valor de presión la cual si es superada se encenderá una luz de advertencia en el tablero.

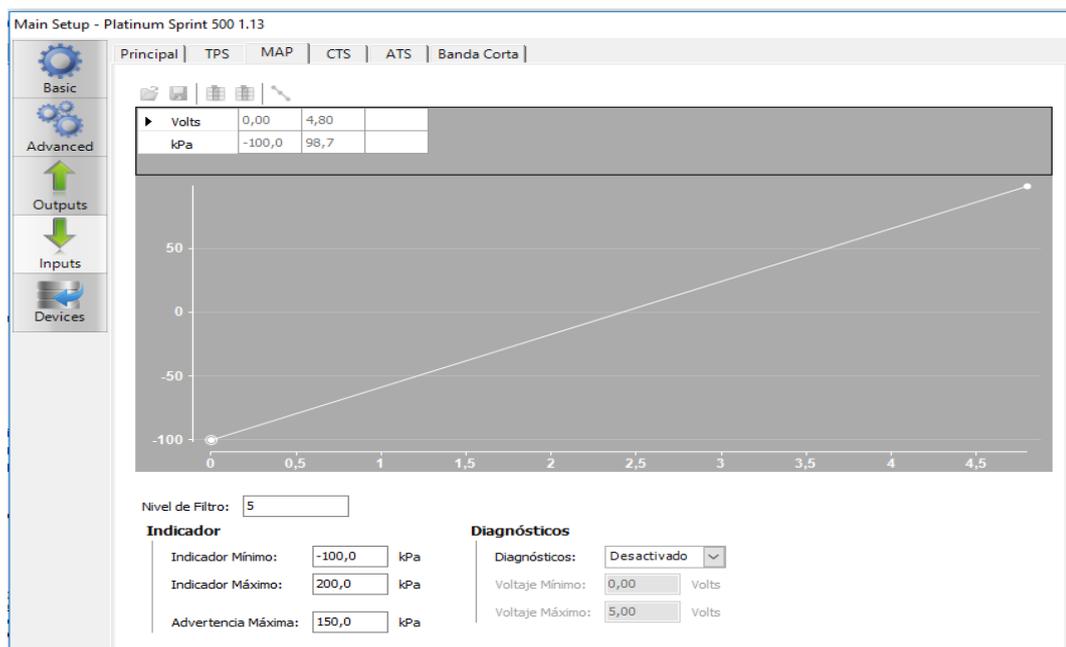


Gráfico 15-4. Calibración del sensor MAP

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.1.16 Calibración del sensor CTS o ECT. Al igual que el anterior sensor aquí se puede definir valores de voltajes que están relacionados con la temperatura del motor, lo cual permitirá a la computadora conocer la temperatura del motor para realizar los ajustes respectivos de inyección y activación del electro ventilador.

Los valores de voltaje deberán estar en un rango de entre 0 y 5 voltios, también se puede colocar valores de advertencias mínimas y máximas para que la ECU encienda una luz de advertencia en caso de superar o disminuir las temperaturas de advertencia establecidas.

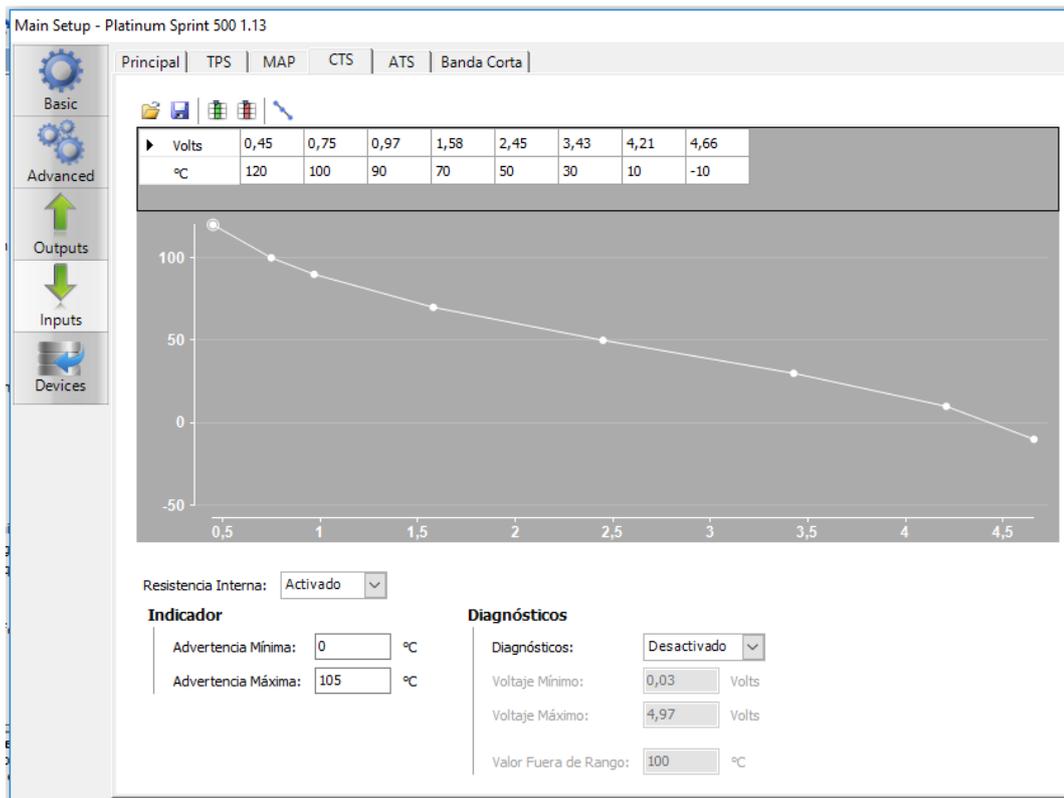


Gráfico 16-4. Calibración del sensor CTS ó ECT

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.1.17 Calibración del sensor ATS ó IAT. El sensor ATS o IAT es el encargado de medir la temperatura de entrada de aire en el colector de admisión por lo tanto su calibración se la realizará de la misma manera que el caso anterior ubicando valores de voltaje con su respectiva temperatura, y ésta información procesará la ECU para realizar los ajustes de inyección.

La ECU tiene la capacidad de realizar diagnóstico de sensores para informar si uno de ellos salió del rango de voltaje mínimo o máximo e indicar un mal funcionamiento del sensor.

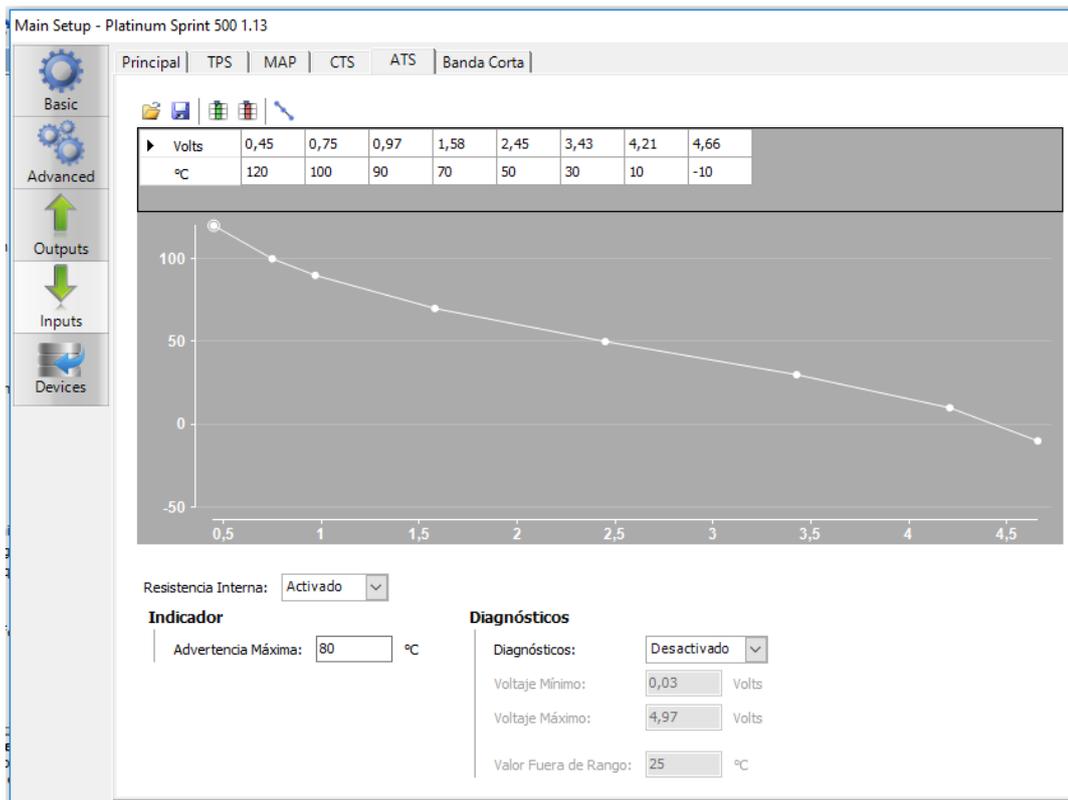


Gráfico 17-4. Calibración del sensor ATS ó IAT

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.1.18 *Calibración del sensor O2 banda corta.* La calibración del sensor O2 banda corta es simple, se debe asignar el valor de voltaje con el cual trabaja el sensor, los sensores de banda corta siempre trabajan con 1V.

4.2.1.19 *Configuración de dispositivos can del menú devices.* Éste menú permite configurar los dispositivos can que se comunicarán con la Ecu Haltech Sprint 500.

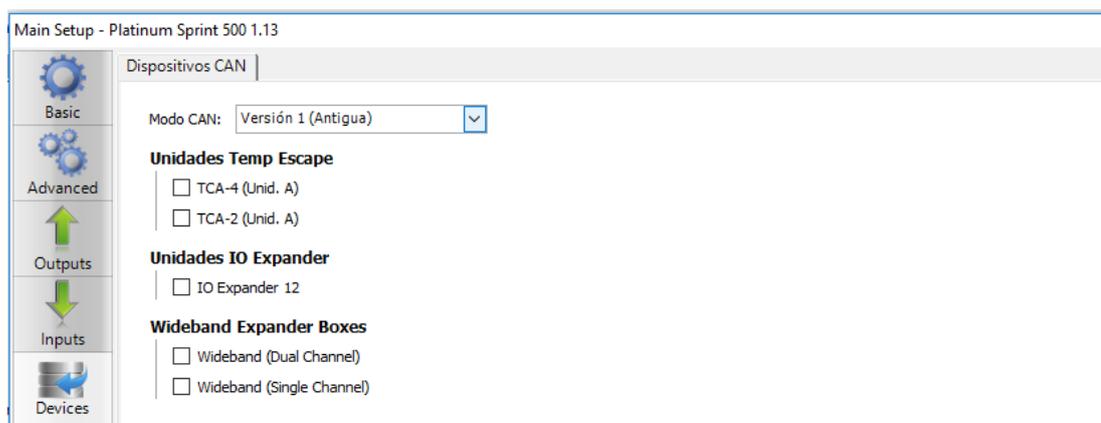


Gráfico 18-4. Configuración de dispositivos can del menú devices

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.2 Manual de programación

4.2.2.1 Programación de mapas. El software cuenta con una amplia variedad de tablas de programación las cuales pueden ser modificadas las veces que se requieran. Al seleccionar cualquier tabla se podrá modificar las celdas que tiene dicha tabla, de tal manera se logrará cambiar los tiempos de inyección requeridos por el motor en cualquier punto.

Toda la información modificada se guardará en la ECU en tablas numéricas normalmente conocidas como tablas de búsqueda, lo cual permitirá a la computadora relacionar dos parámetros y utilizarlos como ejes en una tabla llamada tabla de inyección base.

4.2.2.2 Selección de celdas. La tabla de programación base presentará un sin número de celdas con la peculiaridad de que siempre hay una celda marcada de color azul, y además puede desplazarse por toda la tabla simplemente utilizando las teclas de dirección del teclado. Se puede seleccionar varias celdas presionando la tecla shift más las teclas de dirección.

Arriba: Se seleccionarán las celdas que se encuentran hacia arriba del marcador.

Abajo: Se seleccionarán las celdas que se encuentran hacia abajo del marcador.

Izquierda: Se seleccionarán las celdas ubicadas en la izquierda del marcador.

Derecha: Se seleccionarán las celdas ubicadas en la derecha del marcador.



Gráfico 19-4. Selección de celdas

Fuente: Software ECU Manager 1.14

Para seleccionar todas las celdas de la tabla se presionará “CTRL A”, para volver a la posición anterior es decir des seleccionar las celdas se utilizará la tecla control + las teclas de dirección, si la tecla de dirección es la izquierda se eliminará dicha columna, de igual manera si es derecha, arriba o abajo.



Gráfico 20-4. Selección de todas las celdas

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.2.3 *Celdas en uso.* Cuando el motor empieza su funcionamiento, la computadora tomará un valor específico de la tabla como referencia. Se puede hacer que la celda seleccionada por la ECU se empareje con la celda escogida presionando la tecla espacio.



Gráfico 21-4. Celdas en uso

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.2.4 *Aumentar o disminuir valores de celdas.* Para aumentar el valor de una celda se debe presionar “Re Pag”, para disminuir el valor de una celda se presionará “Av Pag”, mantener presionada la tecla shift si el valor a cambiar es mayor, y mantener la tecla ctrl presionado si el valor a cambiar es menor.

4.2.2.5 *Entrada directa de valores.* Se debe escribir el valor e inmediatamente aparecerá una pestaña la cual mostrará los valores máximos y mínimos que se pueden ingresar.

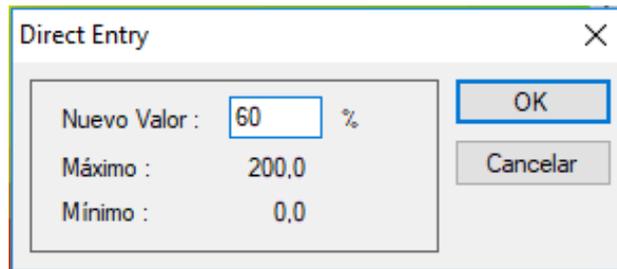


Gráfico 22-4. Entrada directa

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.2.6 *Cambio porcentual de valores.* Otra manera de cambiar los valores en las celdas es por porcentajes, esto se logra presionando la tecla “P”.

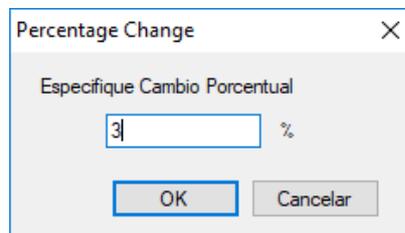


Gráfico 23-4. Cambio porcentual

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.2.7 *Agregar o borrar filas o columnas de los mapas.* Para agregar una fila o columna se debe presionar la tecla “Ins” y para borrarlo se debe presionar la tecla “Del”. Al presionar la tecla Ins o Del inmediatamente se abrirá una ventana la cual indicará que eje del mapa desea agregar o borrar, ya sea fila o columna del marcador actual.

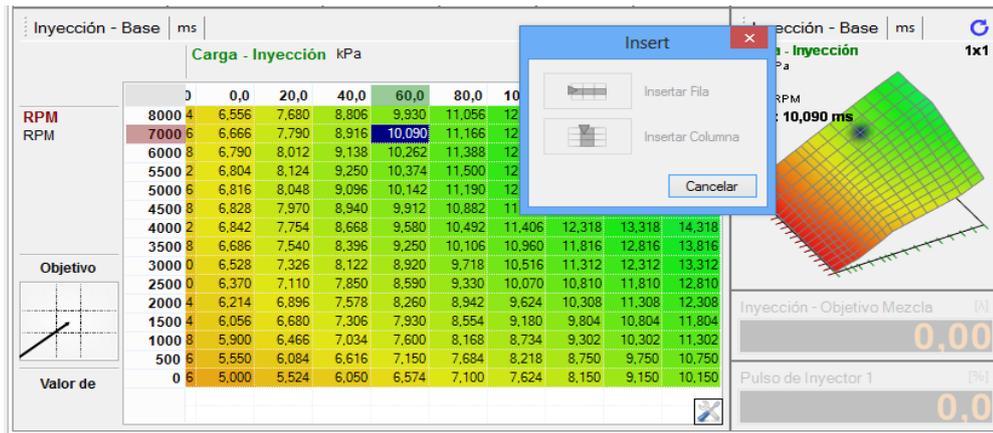


Gráfico 24-4. Adición de eje en el mapa

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.2.8 Configuración de ejes. La opción para configurar los ejes brinda 3 alternativas las cuales son las siguientes:

- Modificar valores de eje de filas o columnas del mapa.
- Añadir o eliminar filas o columnas de los ejes, teniendo en cuenta que tenemos un número máximo de 16 filas y columnas.
- Cargar o salvar los valores de los ejes.

Para activar la pestaña de configuración de ejes solo basta con presionar F3 y se abrirá una ventana la cual indicará hasta que valor máximo se puede configurar cada tabla.

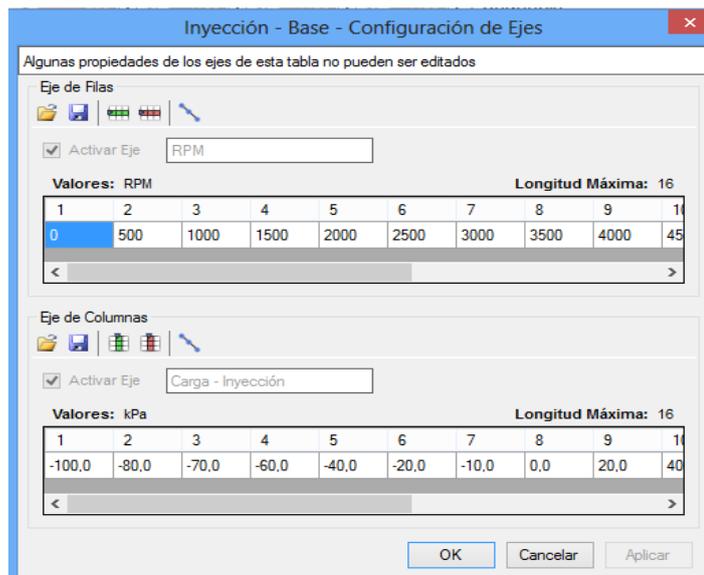


Gráfico 25-4. Configuración de ejes

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.2.9 Mapa de ignición. El software ECU Manager activa los mapas de ignición de acuerdo a la programación principal y en todos esos mapas se puede variar el avance de encendido, las tablas se encargan de definir el avance de ignición en función de la carga a la que el motor trabaja, este mapa puede ser seleccionado desde el menú avanzado y dando click en tablas dobles.

Hay que tener muy en cuenta que antes de empezar a configurar el avance se debe estar seguros de tener todos los mapas de inyección cargados para evitar problemas de mala sincronización del motor, lo cual provocaría daños severos al motor.

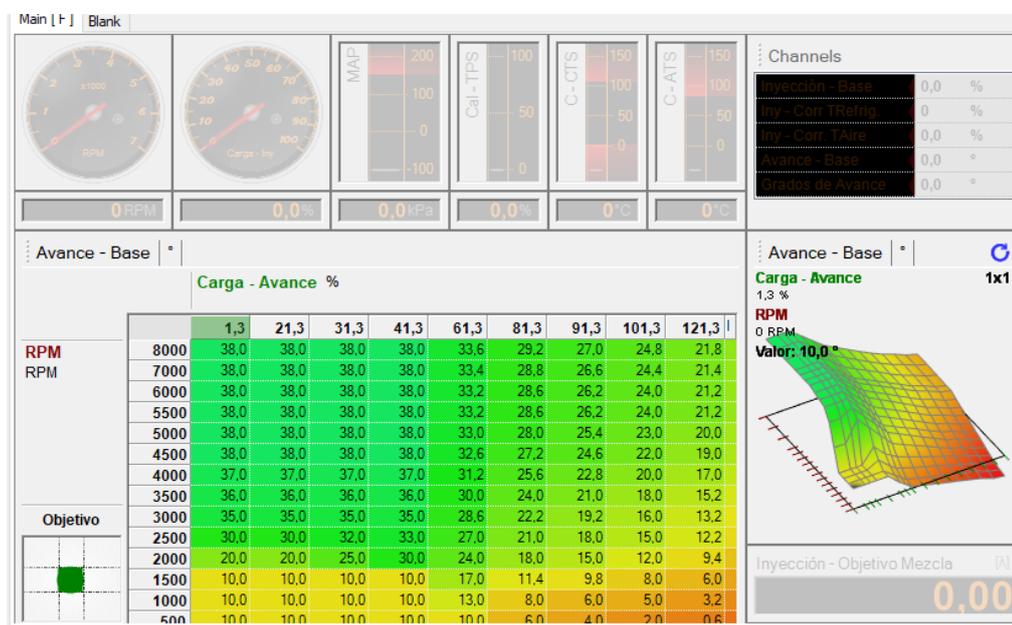


Gráfico 26-4. Mapa base de avance

Fuente: Software ECU Manager 1.14

4.2.2.10 Programación del ralentí. En ralentí es mucho más difícil tener una mezcla homogénea y equilibrada ya que las pulsaciones de los inyectores están aproximadamente entre 1.4 y 2.6 ms. Si al programar se tiene un tiempo de inyección menor al indicado anteriormente posiblemente el motor no pueda mantenerse en ralentí o velocidad crucero.

Es recomendable utilizar el mapa de cero acelerador, ya que en muchas ocasiones la presión en el sensor map suele variar demasiado y esto muchas veces es por causa de mezclas de aire/combustible desequilibradas lo que provoca que no se pueda saber de manera exacta cual es la carga del motor y esto dificulta mucho la estabilidad del motor o su marcha en ralentí.

Si el estado de ralentí del motor se logra a las 800 rpm, el tiempo de inyección se calculará utilizando el 60% de rango de 1000 rpm y 40% del rango de 500 rpm (asumiendo que las rpm estén en incremento de 500 en 500), por lo tanto los dos rangos tendrán que ser calibrados para obtener la mezcla apropiada.

CAPITULO V

5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR

Las pruebas de funcionamiento del motor Fiat Evo Fire 1.4 se realiza obteniendo las señales eléctricas de los sensores y actuadores principales del motor por medio del osciloscopio Hantek 1008C que es una interfaz para pc, y en base a los resultados de las gráficas de las señales se analiza el correcto funcionamiento de cada uno de los componentes del sistema de inyección.

Si los resultados obtenidos no se encuentran dentro del rango de funcionamiento se procederá a realizar los cambios correspondientes. A continuación, se ilustra las gráficas de las señales eléctricas de los sensores y actuadores.

5.1 Señal de funcionamiento del sensor CKP

Para obtener la señal de funcionamiento del sensor ckp se debe colocar las dos pinzas del osciloscopio en los dos únicos cables conectados del sensor, ya que éste es de tipo inductivo.

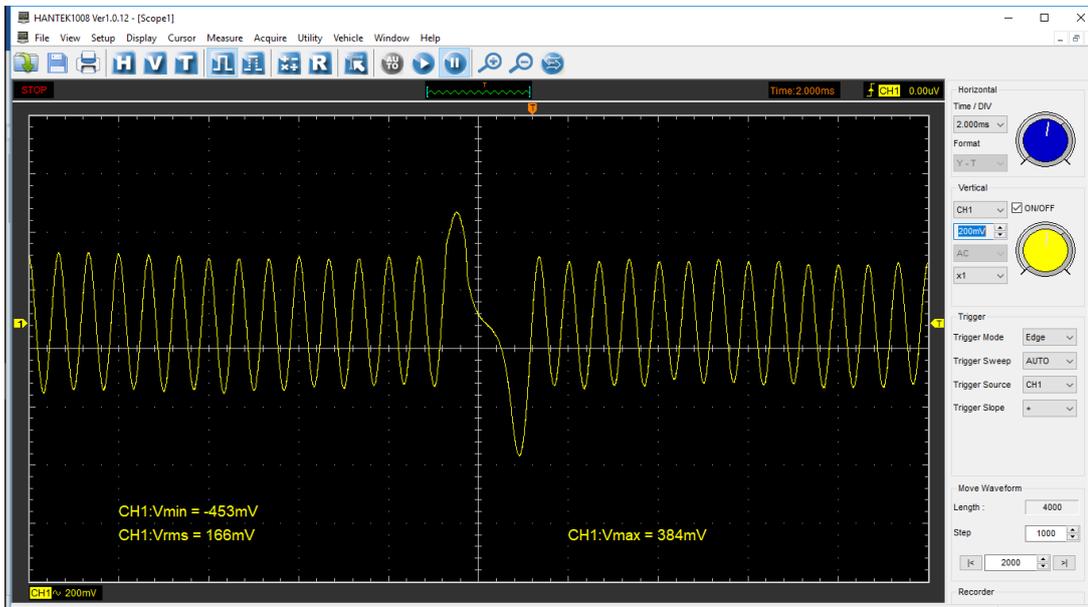


Gráfico 1-5. Señal del sensor CKP

Fuente: Software Hantek1008

En la figura se observa el diente faltante de la rueda fónica en el desfase de la señal, lo cual indica el correcto funcionamiento del mismo que además está dentro de los rangos de voltaje de funcionamiento.

5.2 Señal de funcionamiento del sensor TPS

Para obtener la señal de funcionamiento del sensor ckp se debe colocar la pinza roja del osciloscopio a la señal del sensor y la pinza negra a tierra del sensor.

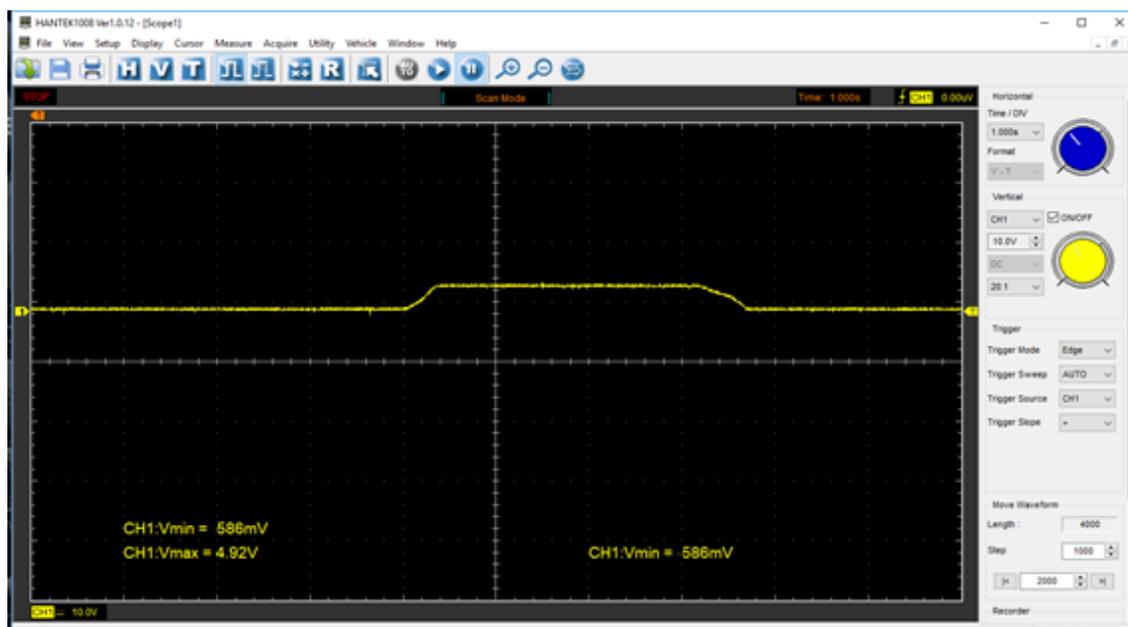


Gráfico 2-5. Señal del sensor TPS

Fuente: Software Hantek1008

En la figura se observa el aumento de voltaje al acelerar y viceversa, lo cual indica el correcto funcionamiento del potenciómetro del sensor tps.

5.3 Señal de funcionamiento del sensor O2

El sensor O2 consta de un solo cable por lo cual para obtener la señal de funcionamiento se debe colocar la pinza roja del osciloscopio en ese cable de señal, y la pinza negra a tierra.

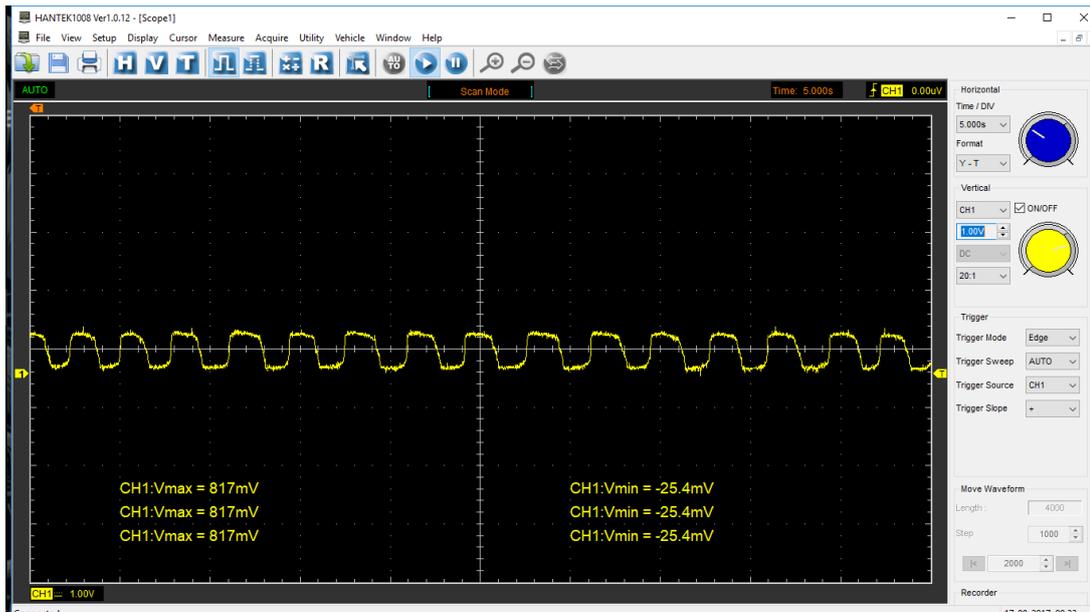


Gráfico 3-5. Señal del sensor O2

Fuente: Software Hantek1008

Como se observa en el gráfico la señal fluctúa de manera senoidal entre un rango de 0 a 1000mv aproximadamente, lo cual indica su correcto funcionamiento.

5.4 Señal de funcionamiento de los inyectores

Para la captura de señal de los inyectores se debe colocar la pinza roja del osciloscopio al negativo del inyector y la pinza negra al positivo.

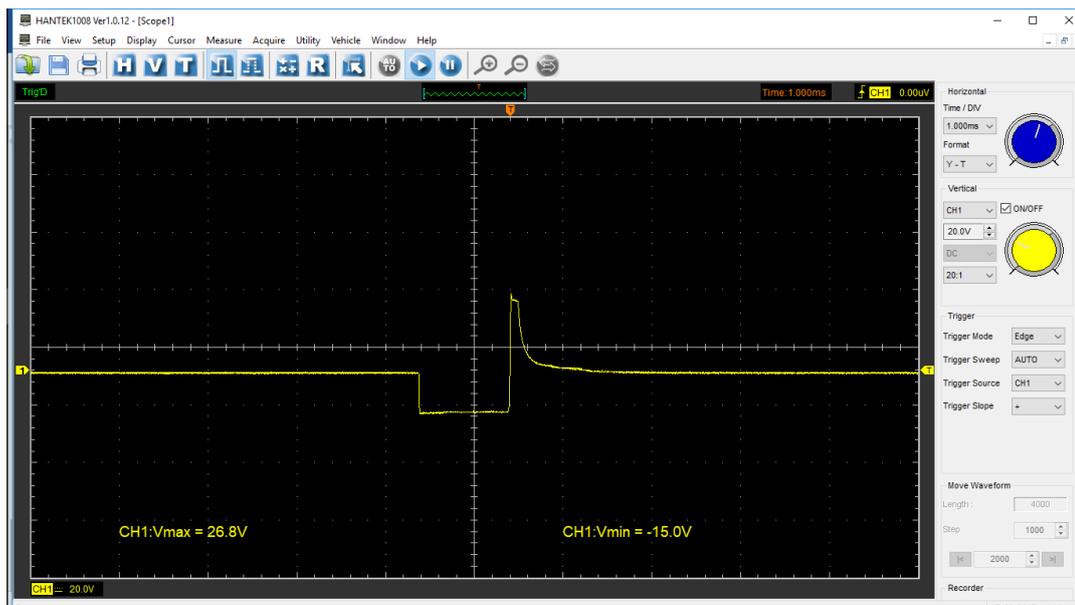


Gráfico 4-5. Señal del inyector

Fuente: Software Hantek1008

Como se observa en la figura, la señal del inyector es idéntica a la característica lo cual indica su correcto funcionamiento.

5.5 Señales de accionamiento de la bobina

Para obtener las señales de accionamiento de la bobina se debe colocar la pinza roja del osciloscopio a positivo de batería, y la pinza negra a las señales de la bobina del 1-4 y 2-3.

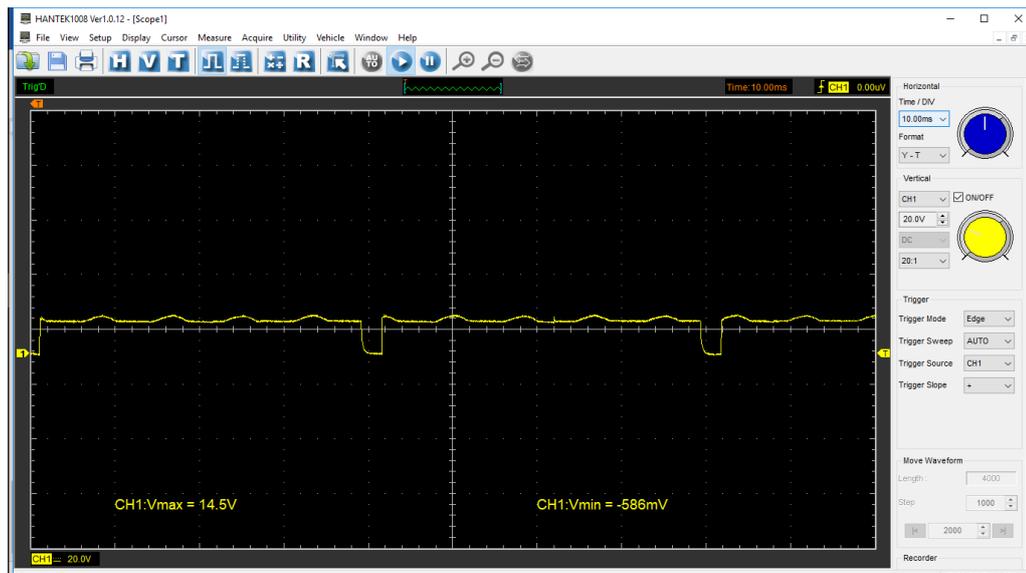


Gráfico 5-5. Señal de accionamiento de los cilindros 1-4

Fuente: Software Hantek1008

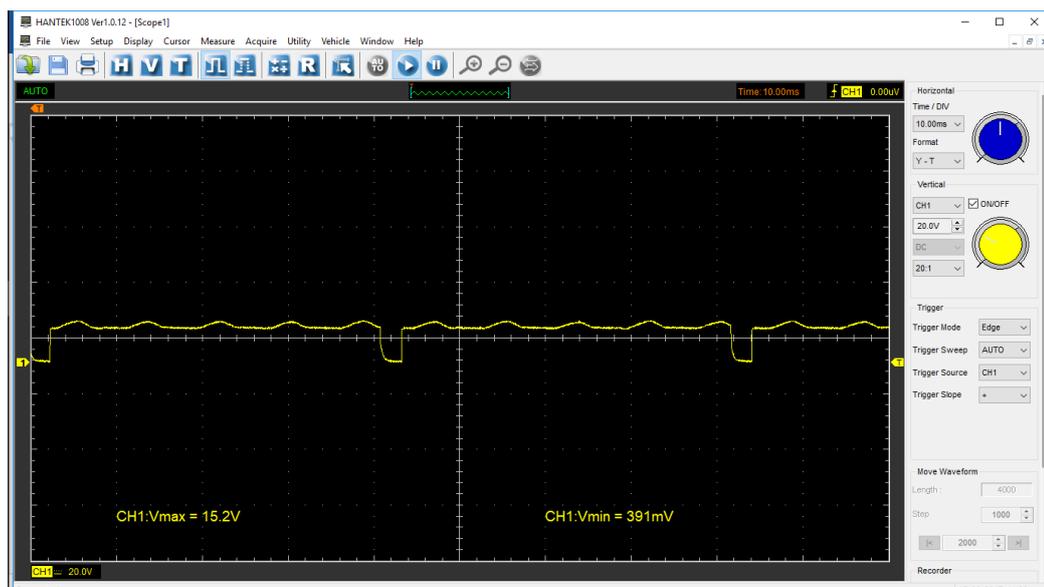


Gráfico 6-5. Señal de accionamiento de los cilindros 2-3

Fuente: Software Hantek1008

Como se observa en las figuras, las señales son de tipo cuadrada debido a que sólo es para activar y desactivar el transistor interno que posee la bobina.

5.6 Señal de funcionamiento de la electroválvula de distribución variable

Para obtener la señal de la electroválvula se debe colocar las dos pinzas del osciloscopio en los dos únicos cables conectados del actuador. Para analizar el funcionamiento de la electroválvula se realiza la medición de la misma en ralentí y en etapa de activación y desactivación.



Gráfico 7-5. Señal de la electroválvula en ralentí

Fuente: Software Hantek1008

Como se observa en la figura. La electroválvula de distribución variable solo registra una línea recta como señal eléctrica lo que indica que esta desactivada, esta válvula sólo se activara cuando el motor sobrepase las 1700 RPM.

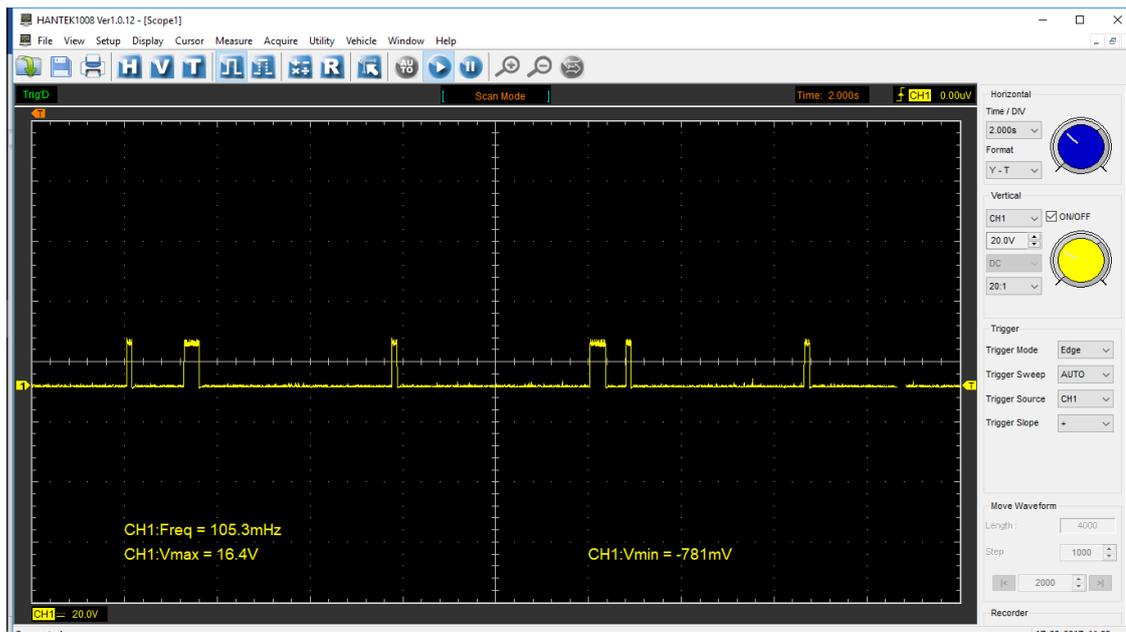


Gráfico 8-5. Señal de la electroválvula en etapa de activación y desactivación

Fuente: Software Hantek1008

Como se observa en la figura, la activación de la electroválvula se realiza cuando el motor sobrepasa las 1700 RPM, variando la frecuencia de la misma y así varía la fase del árbol de levas dentro de los rangos de rpm y carga establecidos en la programación. La activación de la electroválvula se realiza por tierra.

CAPITULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Al evaluar todos los sistemas primordiales del motor Fiat Evo Fire 1400 cc se pudo determinar que el motor contaba con los parámetros básicos de funcionamiento que se necesitan para instalar un sistema de inyección programable Haltech Sprint 500.
- Se logró instalar la computadora Haltech Sprint 500 configurando cada uno de los parámetros principales de funcionamiento del motor, basándonos en datos técnicos tomados del manual del motor, lo cual nos permitió obtener resultados satisfactorios.
- Se realizó cada uno de los mapas cartográficos logrando mantener estable el motor con los componentes adaptados, y así asegurar el óptimo funcionamiento del motor y sus componentes.
- Se logró verificar el correcto funcionamiento de los principales sensores y actuadores implementados en el motor por medio del análisis de las señales eléctricas de los mismos, para lo cual utilizamos la interfaz de osciloscopio Hantek 1008C y su respectivo software.

6.2 Recomendaciones

- Antes de realizar cualquier instalación o adaptación de cualquier componente se debe revisar minuciosamente el manual del motor para verificar características específicas de los elementos que se necesitan, y precauciones que se deben tener para evitar problemas con el funcionamiento del motor.
- Para empezar a conectar la Ecu es importante tener claro bajo que rangos de valores funcionan los sensores y actuadores que estén implementados en el motor, con esto se evitará tener un mal funcionamiento del motor o tener cualquier inconveniente con el estado de la computadora.
- La computadora Hatlech Sprint 500 es el elemento principal de una inyección programable por lo tanto se debe seguir todos los pasos descritos en el manual de instalación para evitar daños en la misma, ya que cualquier exceso de voltaje, amperaje o corto circuito podría quemarla lo cual representaría una pérdida significativa.
- Para realizar las respectivas mediciones eléctricas de los sensores y actuadores del motor se debe tener muy en cuenta la conexión de las pinzas o puntas del osciloscopio con los mismos, ya que una mala conexión podría ocasionar daños en el equipo o ilustrar una señal errónea.

BIBLIOGRAFÍA

HALTECH. Platinum sprint 500 (ht050700) quick start guide. *Haltech engine management systems*. [En línea] 18 de Junio de 2011. [Consultado: 20 de Marzo de 2017.] Disponible en: http://www.haltech.com/wp-content/uploads/2011/01/Quick_Start_Platinum_Sprint_500_V6_website1.pdf.

HALTECH. Platinum sprint 500 (ht050700) specifications. *Haltech engine management systems*. [En línea] 02 de Junio de 2013. [Consultado: 21 de Marzo de 2017.] Disponible en: http://www.haltech.com/wp-content/uploads/downloads/ECU_guides_Wiring/Spec_Sheets/PLATINUM_Sprint_500_Rev_C.pdf.

MARTÍNEZ CAZARES, Oscar Orléy. *Mantenimiento del sistema de inyección electrónica a gasolina*. Quito - Ecuador: Editorial "ABYA YALA" de la U.P.S., 2011, p 40, p 11, p 12, p 39, p 66, p 22, p 37, p18.

PENAGOS, Jorge . Cuerpo de aceleración del Chevrolet Aveo. *AutoDaewooSpark*. [En línea] 23 de Abril de 2015. [Consultado: 23 de Mayo de 2017.] Disponible en: <http://www.autodaewoospark.com/cuerpo-aceleracion-valvula-IAC-sensor-TPS-Aveo.php>.

RUEDA SANTANDER, Jesus. *Manual técnico de Fuel Injection*. Guayaquil - Ecuador : DISELI Editores, 2006, p 72, p 71, p 327, p 333, p 223, p 451, p 589, p 590, p 279, p 331, p 235, p 664.

TRUJILLO, Edith. Manual Motor Fiat. *Scribd*. [En línea] 20 de Junio de 2016. [Consultado: 14 de Marzo de 2017.] Disponible: <https://es.scribd.com/doc/296076377/Manual-Motor-Fiat>. Doc No. 296076377, p 2, p 5, p 6, p 7, p 8, p 9, p 12, p 13, p 14, p 15, p 16, p 17.

WORDPCWORD. Curso de electricidad del automovil estudio del motor de arranque. [En línea] 19 de Noviembre de 2012. [Consultado: 13 de Julio de 2017.] Disponible en: <https://es.slideshare.net/wordpcword/curso-de-electricidad-del-automovil-estudio-del-motor-de-arranque>.

MARTI PARERA, Albert. *Inyección Electrónica en Motores de Gasolina.* Barcelona - España: S.A MARCOCOMBO, 1990, p 65, p 66.

NORBYE, Jan. *Manual de Sistemas de Fuel Injection.* México: Pretice Hall, 2000, p 86, p 90.

NORTON, Robert. *Diseño de Maquinaria.* España: McGraw-Hill, 2004, p 23, p 24, p 52, p 63.