



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y  
MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRÍZ**

**TEMA: REPROGRAMACIÓN DE LA UNIDAD DE CONTROL  
ELECTRÓNICA DEL VEHÍCULO HONDA CIVIC SI, PARA  
MEJORAR LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL  
MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA SERIE D16A9**

**AUTOR: DARWIN ARTURO SEMANATE CARRILLO**

**DIRECTOR: ING. GERMÁN ERAZO**

**LATACUNGA**

**2016**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, **“REPROGRAMACIÓN DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICA DEL VEHÍCULO HONDA CIVIC SI, PARA MEJORAR LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA SERIE D16A9”** realizado por el señor **DARWIN ARTURO SEMANATE CARRILLO**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditar y autorizar al señor **DARWIN ARTURO SEMANATE CARRILLO** para que lo sustente públicamente.

**Latacunga, 04 de Marzo del 2016**

---

**WASHINGTON GERMÁN ERAZO LAVERDE**

**DIRECTOR**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **DARWIN ARTURO SEMANATE CARRILLO**, con cédula de identidad N° 180410303-2, declaro que este trabajo de titulación **“REPROGRAMACIÓN DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICA DEL VEHÍCULO HONDA CIVIC SI, PARA MEJORAR LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA SERIE D16A9”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

**Latacunga, 04 de Marzo del 2016**



---

**Darwin Arturo Semanate Carrillo**  
**C.C.: 180410303-2**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

AUTORIZACIÓN

Yo, **DARWIN ARTURO SEMANATE CARRILLO**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “**REPROGRAMACIÓN DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICA DEL VEHÍCULO HONDA CIVIC SI, PARA MEJORAR LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA SERIE D16A9**” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

**Latacunga, 04 de Marzo del 2016**



---

Darwin Arturo Semanate Carrillo  
C.C.: 180410303-2

## **DEDICATORIA**

De gran manera a mi familia, mis padres, mis sobrinos y mis hermanos quienes me han logrado apoyar en todo momento, durante mi vida estudiantil, principalmente en el ámbito emocional y psicológico, y en los momentos más difíciles en los cuales pensé que no lograría alcanzar esta gran meta personal y académica, fueron un gran respaldo y ayuda al momento de merecer este gran logro.

**Darwin Arturo Semanate Carrillo**

## **AGRADECIMIENTO**

Mis más sinceros agradecimientos al Ing. Germán Erazo quien como tutor del proyecto ha permitido impartirme sus conocimientos durante la vida estudiantil y de ser una gran guía durante la realización del proyecto de investigación y durante el período estudiantil.

A los amigos y docentes de nuestra gran institución con los cuales he podido cursar los diferentes niveles educativos con altos y bajos, con el objetivo de poder alcanzar dichas metas personales.

A mi gran familia por el apoyo incondicional que día a día me han podido brindar, sin importar desacuerdos y situaciones adversas y difíciles, siempre con la buena voluntad de permitirme superarme.

**Darwin Arturo Semanate Carrillo**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>PORTADA.....</b>	<b>i</b>
<b>CERTIFICACIÓN.....</b>	<b>ii</b>
<b>AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....</b>	<b>iii</b>
<b>AUTORIZACIÓN.....</b>	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS.....</b>	<b>vii</b>
<b>INDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>xiv</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>xx</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xx</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xxii</b>
<b>PRESENTACIÓN.....</b>	<b>xxiii</b>

### CAPÍTULO I

<b>MARCO METODOLÓGICO PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN "REPROGRAMACIÓN DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICA PARA MEJORAR LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA" .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Antecedentes Investigativos.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Planteamiento del problema .....</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Descripción resumida del proyecto .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Justificación e Importancia.....</b>	<b>4</b>
1.4.1 Pertinencia .....	5
1.5 Objetivos.....	5
1.5.1 Objetivo General .....	5
1.5.2 Objetivos Específicos.....	5

1.6	Metas .....	6
1.7	Hipótesis .....	6
1.8	Variables de investigación .....	7
1.8.1	Variable independiente .....	7
1.8.2	Variable dependiente .....	7
1.9	Metodología .....	8
1.9.1	Método Inductivo.....	8
1.9.2	Método Deductivo .....	8
1.9.3	Método Analítico .....	8
1.9.4	Método de Síntesis .....	9
1.9.5	Método experimental .....	9
1.9.6	Método comparativo .....	9
1.9.7	Método medición.....	9
1.9.8	Método matemático .....	10

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO: REPROGRAMACIÓN DE ECUS AUTOMOTRICES . 13**

<b>2.1</b>	<b>Introducción. ....</b>	<b>13</b>
<b>2.2</b>	<b>Unidad de control electrónica.....</b>	<b>13</b>
2.2.1	Funcionamiento del sistema. ....	15
2.2.2	Composición de la unidad de control electrónica.....	17
2.3	Señales de la unidad de control electrónico en el sistema.....	21
2.3.1	Señales de Entrada .....	21
2.3.2	Procesamiento .....	22
2.3.3	Almacenamiento .....	22
2.3.4	Señales de Salida .....	23
2.3.5	Señales análogas y digitales.....	25

2.4	Características del sistema.....	28
2.4.1	Funciones de la unidad de control electrónica.....	28
2.4.2	Control de inyección de combustible.....	28
2.4.3	Control de la distribución de válvulas.....	29
2.4.4	Control del tiempo de encendido.....	30
2.4.5	Regulación lambda.....	32
2.4.6	Emisiones de escape.....	33
2.4.7	Consumo de combustible.....	34
2.4.8	Corte de combustible.....	34
2.4.9	Limitación del número de revoluciones.....	34
2.5	Memorias de la unidad de control electrónica.....	35
2.5.1	Memoria volátil.....	35
2.5.2	Memoria ROM.....	35
2.5.3	Memoria RAM.....	36
2.5.4	Memoria de acceso Secuencial (SAM).....	36
2.5.5	Memoria ROM Programable (PROM).....	37
2.5.6	Memoria ROM Programable y Borrable (EPROM).....	37
2.5.7	Memoria ROM Programable Borrable (EEPROM).....	38
2.5.8	Memorias tipo DIL (Dual Input Line).....	38
2.5.9	Memorias tipo PLCC (Plastic leader chip Carrier).....	39
2.5.10	Memorias tipo SOP (Small outline package).....	40
2.5.11	Clasificación general de memorias.....	41
2.5.12	Interpretación de nomenclatura en las memorias.....	42
2.6	Disposición de pines en las memorias.....	44
2.7	Reprogramación de la unidad de control electrónico (UEC).....	46
2.8	Tipos de reprogramación.....	46
2.8.1	Reprogramación “Ecu estándar”.....	47

2.8.2	Reprogramación “UEC programable” .....	52
2.8.3	Reprogramación flash.....	53
2.9	Software compatible para la interpretación de datos.....	54
2.9.1	Software genérico:.....	54
2.9.2	Software dedicado.....	55
2.10	Tipos de software usados en la reprogramación de memorias.....	56
	• Editores hexadecimales .....	58
2.10.1	Editor Batronix Prog - studio .....	58
2.10.2	Editor HxD.....	58
2.10.3	Editor Win Hex .....	58
	• Editores gráficos: .....	59
2.10.4	Editor gráfico Chip Race .....	59
2.10.5	Editor gráfico Winols .....	59
2.10.6	Editor gráfico ECM.....	59
2.10.7	Editor gráfico Digitune.....	59
2.10.8	Editor gráfico EW2 .....	60
	• Software dedicados.....	60
2.10.9	Software SManager .....	60
2.10.10	Software Ecu Manager.....	60
2.11	Programadores de memorias eprom.....	60
2.11.1	Programadores de banco.....	61
2.11.2	Programadores portátiles.....	61
2.11.3	Borradores de eprom .....	63
2.12	Interpretación de lenguajes y sus equivalentes.....	63
2.12.1	Sistemas numéricos.....	64
2.12.2	Conversión de números binarios a decimales.....	64
2.12.3	Conversión de números decimales a binarios.....	65

2.12.4	Sistema hexadecimal.....	65
2.12.5	Interpretación y proceso de trabajo.....	65
2.12.6	Algoritmo de checksum.....	69
2.13	Tipos de UEC reprogramables.....	70
2.13.1	Sistema de control Haltech E6X. ....	70
2.13.2	Software de inyección Electromotive Tec 3r. ....	72
2.13.3	Sistema de control de inyección MOTEC M800.....	73
2.13.4	HONDATA s300.....	74
2.14	Mapas de reprogramación. ....	77
2.15	Ventajas y desventajas de la reprogramación. ....	77

### **CAPÍTULO III**

#### **REPROGRAMACIÓN DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICA.... 79**

<b>3.1</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>79</b>
<b>3.2</b>	<b>Consideraciones generales. ....</b>	<b>80</b>
<b>3.3</b>	<b>Características del sistema.....</b>	<b>80</b>
3.3.1	Características de la unidad de control electrónica.....	80
3.3.2	Características del vehículo. ....	83
3.3.3	Sensores y actuadores del vehículo. ....	85
3.4	Consideraciones previas a la reprogramación .....	89
3.5	Verificación de la unidad de control electrónica. ....	89
3.5.1	Componentes electrónicos de la unidad de control. ....	89
3.5.2	Conexión del módulo lector a la unidad de control electrónico. ....	92
3.6	Selección del equipo (Hardware). ....	94
3.7	Interface de comunicación .....	94
3.7.1	Generaciones de ECU Honda.....	95
3.8	Software compatible con la unidad de control electrónica. ....	99

3.9	Cálculos Generales.....	105
3.9.1	Cálculo de masa de aire .....	105
3.9.2	Coeficiente de llenado (Rendimiento volumétrico).....	106
3.9.3	Velocidad de flujo de entrada del aire.....	107
3.9.4	Cálculo de masa de combustible. ....	108
3.9.5	Tiempo de inyección.....	109
3.9.6	Ciclo de trabajo.....	111
3.9.7	Cálculo del número de chispas según las RPM.....	112
3.10	Extracción de software de fábrica de la unidad de control.....	112
3.10.1	Mapas tridimensionales de avance al encendido.....	113
3.10.2	Mapas de inyección de combustible.....	115
3.11	Reprogramación de la unidad de control electrónico.....	118
3.11.1	Primera reprogramación.....	118
3.11.2	Segunda reprogramación.....	126
3.12	Adecuaciones adicionales.....	131

## **CAPÍTULO IV**

<b>EXPERIMENTACIÓN (PRUEBAS)</b> .....	<b>132</b>
<b>4.1 Introducción</b> .....	<b>132</b>
<b>4.2 Parámetros generales</b> .....	<b>132</b>
4.2.1 Fuel trim.....	133
4.2.2 Selección de inyectores.....	133
4.2.3 Ajuste de combustible general.....	134
4.2.4 Parámetros de compensación de marcha.....	134
4.2.5 Parámetros de compensación de combustible.....	135
4.2.6 Parámetros de compensación de encendido.....	137
4.2.7 Parámetros de Protección.....	138

4.3	Lectura de sensores y actuadores.....	139
4.4	Pruebas.....	141
4.4.1	Calibración en el dinamómetro .....	141
4.5	Obtención de datos.....	143
4.5.1	Prueba 1. "Mapa base" .....	144
4.5.2	Prueba 2. "Primera reprogramación" .....	145
4.5.3	Prueba 3. "Segunda Reprogramación" .....	147
4.6	Análisis y Resultados.....	148
4.6.1	Análisis del "Mapa base".....	149
4.6.2	Análisis de "Primera reprogramación".....	150
4.6.3	Análisis de "Segunda reprogramación".....	152
4.6.4	Datos comparativos.....	153
4.6.5	Resultados de porcentajes.....	155
4.6.6	Prueba de consumo de combustible.....	160
4.6.7	Prueba de análisis de gases .....	165

## **CAPÍTULO V**

<b>MARCO ADMINISTRATIVO.....</b>	<b>169</b>
<b>5.1 Recursos.....</b>	<b>169</b>
5.1.1 Recursos humanos .....	169
5.1.2 Recursos tecnológicos .....	170
5.1.3 Recursos Materiales .....	170
5.2 Análisis de costos del proyecto de investigación.....	171
5.2.1 Análisis costo – beneficio.....	172
5.2.2 Financiamiento.....	172

<b>CAPÍTULO VI.....</b>	<b>173</b>
-------------------------	------------

<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>173</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>175</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>176</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>177</b>
<b>ANEXO A: Diagrama de inyección del vehículo Honda Civic</b>	
<b>ANEXO B: Diagrama de ignición del vehículo Honda Civic</b>	
<b>ANEXO C: Cronograma de actividades</b>	
<b>ANEXO D: Artículo científico</b>	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Árbol de problema .....	2
Figura 2 Unidad de control electrónica "Honda Civic" .....	15
Figura 3 Esquema funcional simplificado de la unidad de control.....	16
Figura 4 Composición de la unidad de control electrónica.....	18
Figura 5 Bloque de procesamiento .....	19
Figura 6 Bloques de trabajo en una UEC automotriz.....	20
Figura 7 Bloques de trabajo en una UEC automotriz.....	20
Figura 8 Diagrama de proceso de señales .....	21
Figura 9 Funcionamiento de un sistema de inyección electrónico .....	24
Figura 10 Señal análoga.....	26
Figura 11 Señal digital .....	27
Figura 12 Sistema de inyección electrónica.....	29
Figura 13 Funcionamiento de distribución de válvulas variable .....	30
Figura 14 Presión de la cámara y puntos de encendido .....	31
Figura 15 Sistema de encendido .....	32
Figura 16 Sistema de regulación lambda.....	33
Figura 17 Indicador de cuenta revoluciones .....	35
Figura 18 Memoria EPROM.....	37
Figura 19 Memoria EEPROM .....	38
Figura 20 Clasificación de memorias .....	41
Figura 21 Memoria DIL .....	39

Figura 22 Memoria PLCC .....	40
Figura 23 Memoria SOP .....	40
Figura 24 Nomenclatura de memorias por colores .....	43
Figura 25 Memoria eprom paralela .....	44
Figura 26 Extracción de la memoria desoldándola .....	47
Figura 27 Extracción de la memoria por sócalo .....	48
Figura 28 Software "HxD" (Editor hexadecimal) .....	48
Figura 29 Software "CHIP RACE" (Editor gráfico) .....	49
Figura 30 Interface "ECM TITANIUM" .....	50
Figura 31 Selección de driver característico .....	50
Figura 32 Parámetros establecidos .....	51
Figura 33 Tabla Carga VS RPM .....	51
Figura 34 Mapa de inyección en 3D .....	52
Figura 35 Programa de software genérico .....	55
Figura 36 Software dedicado .....	56
Figura 37 Clasificación de software de reprogramación .....	57
Figura 38 Programador de banco .....	61
Figura 39 Programador portátil .....	62
Figura 40 Software de los programadores .....	62
Figura 41 Borrador de memorias .....	63
Figura 42 Conjunto de direcciones .....	67
Figura 43 Coordenadas de trabajo "puntos" .....	68
Figura 44 Coordenadas de trabajo "unión de puntos" .....	69
Figura 45 ECU Haltech EX6 .....	71
Figura 46 Mapa de combustible .....	71
Figura 47 Sistema Electromotive TEC 3r .....	72
Figura 48 Sistema de control de inyección MOTEC M800 .....	73
Figura 49 Tabla de ajuste del controlador M800 .....	73
Figura 50 Hondata S300 .....	74
Figura 51 SManager Hondata .....	75
Figura 52 Conexión USB HONDATA s300 .....	75
Figura 53 Mapa tridimensional inyección de combustible .....	76
Figura 54 Cartografía de ignición .....	77
Figura 55 ECU HONDA P06 .....	81

Figura 56 Numeración de la ECU HONDA .....	81
Figura 57 Microprocesador OKI M66207 – 229 .....	82
Figura 58 Memoria paralela OKI M82C55A - 2 .....	83
Figura 59 Memoria serial 74HC175N.....	83
Figura 60 Sensor MAP .....	85
Figura 61 Sensor TPS .....	85
Figura 62 Sensor ECT .....	86
Figura 63 Sensor IAT.....	86
Figura 64 Bobina de encendido y (CMP) .....	87
Figura 65 Inyector de motor D16A9 .....	87
Figura 66 Válvula IAC .....	88
Figura 67 Sistema de inyección electrónica.....	88
Figura 68 Componentes a instalar en la unidad de control.....	90
Figura 69 Diagrama lógico 74HC373.....	90
Figura 70 Integrado 74HC373 instalado .....	91
Figura 71 Adaptador de memoria eprom 27256 .....	91
Figura 72 Adaptador CN2 .....	92
Figura 73 Conexión del módulo con puerto USB .....	93
Figura 74 Modulo lector HONDATA instalado.....	93
Figura 75 Modulo lector "Hondata S300" .....	94
Figura 76 Interface de comunicación .....	95
Figura 77 Generaciones de ECU Honda .....	95
Figura 78 Bloques de división de pines OBD1 .....	96
Figura 79 Distribución de pines "A y B" .....	97
Figura 80 Distribución de pines "C" .....	98
Figura 81 Diagrama de conexión "ECU HONDA OBD1" .....	99
Figura 82 Selección de modelo de motor Honda.....	100
Figura 83 Ítems de selección de mapas .....	100
Figura 84 Selección de mapas.....	101
Figura 85 Selección de parámetros .....	101
Figura 86 Valores de avance al encendido.....	101
Figura 87 Mapa tridimensional de avance al encendido .....	102
Figura 88 Valores de inyección de combustible.....	102
Figura 89 Mapa tridimensional de inyección.....	103

Figura 90 Opciones de la ventana "Parameters" .....	103
Figura 91 Lectura de sensores "Sensors" .....	104
Figura 92 Lectura de sensores "Display" .....	104
Figura 93 Detector de DTC .....	105
Figura 94 Periodos de inyección (Programa Base).....	110
Figura 95 Cuadrícula de valores de avance al encendido .....	113
Figura 96 Valores de RPM Altas/ Bajas .....	113
Figura 97 Mapa base de avance al encendido .....	114
Figura 98 Porcentaje del ciclo de trabajo de la chispa .....	115
Figura 99 Valores de RPM Altas/ Bajas .....	115
Figura 100 Tabla de valores de inyección de combustible .....	116
Figura 101 Mapa base de inyección .....	117
Figura 102 Porcentaje del ciclo de trabajo del inyector.....	117
Figura 103 Tabla de valores de ignición "Primera reprogramación" .....	119
Figura 104 Mapa de avance al encendido "Primera reprogramación" .....	120
Figura 105 Tabla de valores de inyección "Primera reprogramación" .....	121
Figura 106 Mapa de inyección "Primera reprogramación" .....	122
Figura 107 Múltiple de escape "HONDA CIVIC" .....	122
Figura 108 Lazo abierto (Open Loop) .....	123
Figura 109 Control de velocidad de ralentí .....	124
Figura 110 Parámetros de límite de revoluciones.....	125
Figura 111 Valores avance al encendido "Segunda reprogramación" .....	127
Figura 112 Mapa avance al encendido "Segunda reprogramación" .....	127
Figura 113 Valores de inyección "Segunda reprogramación" .....	128
Figura 114 Mapa de inyección "Segunda reprogramación" .....	128
Figura 115 Incremento de corrección "Avance al encendido" .....	129
Figura 116 Incremento de corrección "Inyección de combustible" .....	129
Figura 117 Calibración de launch control.....	130
Figura 118 Corte de combustible .....	130
Figura 119 Air Intake.....	131
Figura 120 Tamaño del inyector .....	133
Figura 121 "Tiempo muerto" .....	133
Figura 122 Calculador de inyección.....	134
Figura 123 "Compensación gear" .....	134

Figura 124 Compensación de encendido en grados.....	135
Figura 125 Parámetros de compensación de combustible .....	136
Figura 126 Compensación de la temperatura del aire .....	137
Figura 127 Compensación de la temperatura de refrigerante.....	137
Figura 128 Ignición ángulo dwell.....	138
Figura 129 Compensación de voltaje.....	138
Figura 130 Protección de sobrecalentamiento.....	138
Figura 131 Activación del electroventilador .....	139
Figura 132 Funcionamiento de sensores y actuadores .....	140
Figura 133 Lectura de los principales sensores y actuadores .....	140
Figura 134 Señales de sensores .....	141
Figura 135 Vehículo en el dinamómetro .....	141
Figura 136 Pruebas en el dinamómetro.....	142
Figura 137 Software del dinamómetro .....	143
Figura 138 Seguridad del vehículo en el Dinamómetro .....	143
Figura 139 Curvas características "Mapa base" .....	149
Figura 140 Curvas características "Primera reprogramación" .....	151
Figura 141 Curvas características "Segunda reprogramación".....	152
Figura 142 Comparación de curvas de potencia por barras .....	158
Figura 143 Comparación de curvas de potencia.....	159
Figura 144 Comparación de curvas de torque por barras.....	159
Figura 145 Comparación de curvas de torque.....	160
Figura 146 Conector de la bomba de combustible.....	161
Figura 147 Voltaje a 1/4 de cantidad del depósito .....	162
Figura 148 Voltaje a 3/4 de cantidad del depósito .....	162
Figura 149 Voltaje con la primera reprogramación .....	163
Figura 150 Tendencia 1 de la cantidad de combustible vs voltaje .....	164
Figura 151 Voltaje con la segunda reprogramación.....	164
Figura 152 Tendencia 2 de la cantidad de combustible vs voltaje .....	165
Figura 153 Analizador de gases de escape.....	167

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Operacionalización de la variable independiente.....	7
Tabla 2	Operacionalización de la variable dependiente.....	7
Tabla 3	Descripción de la metodología de investigación .....	10
Tabla 4	Señales y sensores de entrada.....	22
Tabla 5	Sensores y Señales de Salida .....	23
Tabla 6	Valores de las señales digitales.....	26
Tabla 7	PIN NAMES (Disposición de Pines).....	44
Tabla 8	Equivalencias de memorias .....	45
Tabla 9	Capacidad de memorias .....	67
Tabla 10	Especificaciones "Motor Honda D16A9" .....	84
Tabla 11	Distribución de pines CN2.....	92
Tabla 12	Datos de "Mapa base" .....	144
Tabla 13	Valores máximos "mapa base" .....	145
Tabla 14	Datos "Primera reprogramación".....	145
Tabla 15	Valores Máximos "Primera reprogramación".....	147
Tabla 16	Datos "Segunda reprogramación".....	147
Tabla 17	Valores Máximos "Segunda reprogramación" .....	148
Tabla 18	Valores comparativos.....	153
Tabla 19	Valores de torque máximo .....	155
Tabla 20	Resultados finales 1 .....	157
Tabla 21	Resultados Finales 2.....	157
Tabla 22	Parámetros permitidos de gases de escape .....	166
Tabla 23	Parámetros de gases de escape "mapa base" .....	166
Tabla 24	Parámetros de gases de escape "primera reprogramación" .....	167
Tabla 25	Parámetros de gases de escape "segunda reprogramación" ...	167
Tabla 26	Recurso humano del proyecto .....	169
Tabla 27	Recursos tecnológicos .....	170
Tabla 28	Recursos materiales .....	171
Tabla 29	Análisis de costos .....	171

**ÍNDICE DE ECUACIONES**

Ecuación 1	Cantidad de masa de aire .....	105
Ecuación 2	Coefficiente de llenado .....	106
Ecuación 3	Velocidad de flujo de entrada del aire .....	107
Ecuación 4	Cálculo de masa de combustible.....	108
Ecuación 5	Tiempo de inyección .....	109
Ecuación 6	Ciclo de trabajo .....	111
Ecuación 7	Número de chispas según las RPM .....	112
Ecuación 8	Relación de densidad del aire .....	136
Ecuación 9	Incremento de porcentaje de potencia .....	155
Ecuación 10	Incremento de porcentaje de torque.....	156
Ecuación 11	Ecuación de la recta.....	163

## RESUMEN

Los diferentes tipos de sistemas de inyección electrónica van evolucionando a cada momento de acuerdo a la mejora en la tecnología de cada uno de los elementos electrónicos, su funcionamiento y el aumento de sus prestaciones. Al realizar la reprogramación de la unidad de control electrónica de un motor de combustión interna, se puede compensar; malas respuestas dentro del funcionamiento del mismo, así como también en la optimización y mejora de parámetros característicos aproximadamente en un rango de 5 a 15% en motores atmosféricos, a su vez se obtiene efectos positivos en el funcionamiento del vehículo como el incremento de potencia y par motor, disminución de consumo de combustible y de gases contaminantes hacia el medio ambiente. Se realiza por medio de la obtención, lectura de la información contenida en la memoria eprom de la UEC, por medio del uso de software como hardware dedicados y la modificación de tablas de valores hexadecimales según sea el caso además por medio de mapas tridimensionales de ignición e inyección de combustible, relacionados directamente con la mayor carga que el motor pudiese formar en el interior del cilindro, con la finalidad de obtener el punto óptimo para combustionar casi en su totalidad la mezcla “aire – combustible” obteniendo la mayor eficiencia y previniendo deterioros prematuros. El incremento de estos valores o parámetros se los realiza por medio de la personalización de cada uno de los mapas de acuerdo al resultado final que se desea obtener.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **AUTOMÓVILES – SISTEMA ELECTRÓNICO**
- **MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA**
- **AUTOMÓVILES – INYECCIÓN ELECTRÓNICA**

## **ABSTRACT**

Different types of electronic injection systems evolve every moment according to the improvement in the technology of each of the electronic elements, its operation and increased performance. When performing reprogramming the electronic control unit of an internal combustion engine, it can be compensated; poor responses in the operation thereof, as well as the optimization and improvement of characteristic parameters approximately in a range of 5 to 15% by aspirated engines, in turn positive effects obtained in the vehicle operation such as increased power and torque, reduced fuel consumption and pollutant gases into the environment. It is performed by obtaining, reading the information contained in the EPROM memory of the ECU, through the use of software and dedicated hardware and modifying tables of hexadecimal values as the case further through three-dimensional maps of ignition and fuel injection, directly related to the increased burden that the engine could form inside the cylinder, in order to obtain the optimum point to combust almost entirely mix "air - fuel" obtaining greater efficiency and preventing damage premature. The increase in these values or parameters is performed by the customization of each of the maps according to the final result to be obtained.

### **KEYWORDS:**

- **AUTOMOBILES - ELECTRONIC SYSTEM**
- **INTERNAL COMBUSTION ENGINES**
- **AUTOMOBILES - ELECTRONIC INJECTION**

## PRESENTACIÓN

El campo de la electrónica automotriz en nuestro medio, se ha ido intensificando en gran forma pero aun sin tener los conocimientos adecuados de acuerdo a la constitución, funcionamiento de la unidad de control electrónica y a su vez la optimización de parámetros característicos del motor que se pudiesen lograr por medio de la modificación dentro del funcionamiento de los elementos electrónicos que posee el vehículo.

De ahí surge la necesidad de realizar proyectos enfocados directamente en la variación de los mismos. Con el propósito de lograr incrementar dichas prestaciones de acuerdo al funcionamiento del motor de combustión interna, sin necesidad de realizar variaciones mecánicas en el interior del mismo, se reprogramó la UEC del vehículo Honda Civic, por medio de modulo lector de memoria eprom y software dedicados.

El proyecto de investigación se encuentra dividido en seis capítulos:

El capítulo 1, presenta el problema de investigación, la descripción del campo de investigación, justificación, menciona los objetivos correspondientes los que se desea cumplir y por tanto la metodología que se empleó durante la realización de la investigación.

El capítulo 2, se investiga fuentes bibliográficas confiables para sustentar al marco teórico, teniendo en cuenta las normas establecidas y propiedad intelectual de los autores, se instituyen discernimientos en relación a la constitución y funcionamiento de la UEC del vehículo, tipos de memorias, tipos de software y hardware que se usan dentro de la reprogramación e interpretación del lenguaje de programación que contiene la información de cada memoria.

El capítulo 3, se refiere a la reprogramación de la unidad de control y modificación de los parámetros característicos, por medio del uso del módulo lector empleado y software dedicado compatibles con la UEC del vehículo Honda Civic.

El capítulo 4, se desarrollan pruebas de funcionamiento del vehículo en el banco de rodillos de dinamómetro, obteniendo las nuevas curvas de potencia y torque del motor, los nuevos datos fueron analizados estadísticamente para determinar el incremento de las mismas.

El capítulo 5, permite conocer el marco administrativo donde muestra los diferentes recursos tanto humanos, tecnológicos y materiales usados durante el desarrollo del proyecto.

El capítulo 6, presenta las conclusiones y recomendaciones y demás componentes de la investigación como resultado final de la misma.

## **CAPÍTULO I**

# **MARCO METODOLÓGICO PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN "REPROGRAMACIÓN DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICA PARA MEJORAR LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA"**

### **1.1 Antecedentes Investigativos**

En la unidad de control electrónico UEC específicamente, se pueden realizar variaciones en los parámetros característicos de un motor de combustión interna, exceptuando la parte mecánica del cual puede estar dotado, se considera que los vehículos que salen de fábrica circulan con un rendimiento del 70 a 80% aproximadamente, y los sistemas de control electrónico están sujetos a ser reprogramados y por tanto son factibles de modificación de acuerdo a su software para mejorar el rendimiento.

Sin embargo esta investigación permitió mejorar los parámetros en el ámbito deportivo directamente, obteniendo resultados en los cuales la unidad de control electrónica mejore de manera considerable el rendimiento del motor de combustión interna.

En la investigación y como resultado final después de que la unidad de control fue modificada o reprogramada, se determinó que a partir de elevar el rendimiento del motor de combustión interna se incrementó en un rango de 5% a 15% aproximadamente, teniendo en cuenta que esta modificación se la realizó en un motor atmosférico, obteniendo como resultado final una mejora considerable.

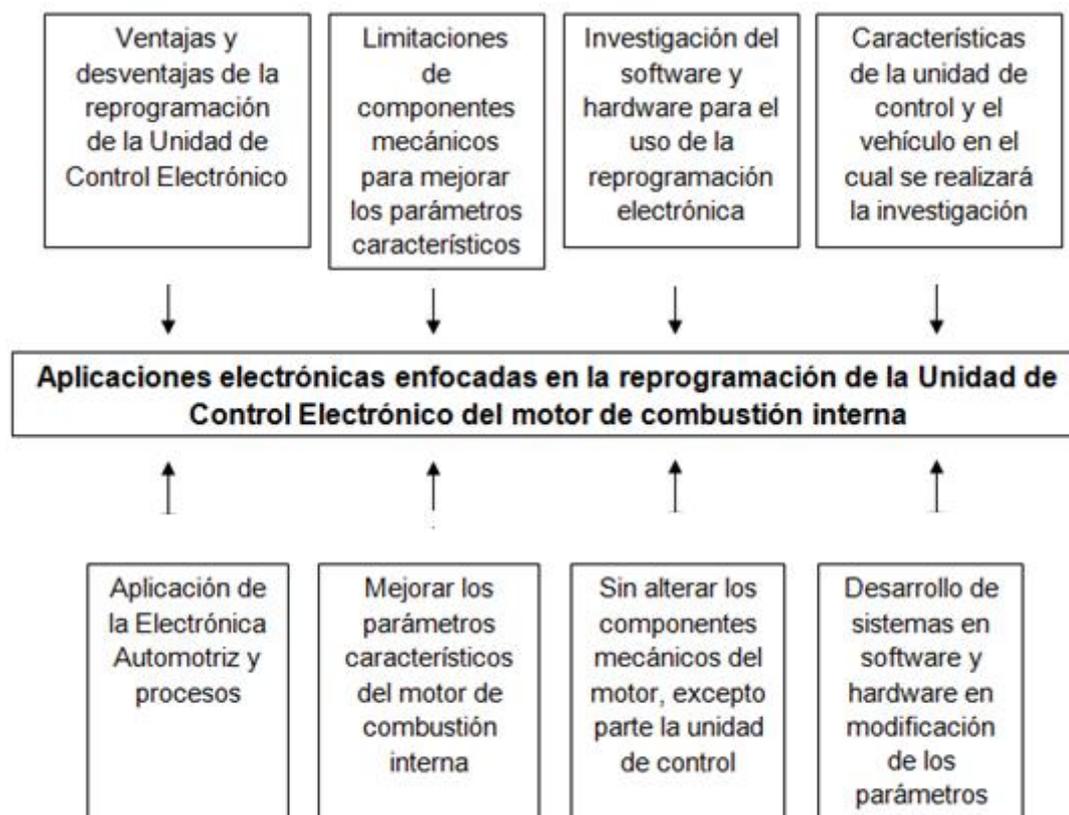
### **1.2 Planteamiento del problema**

En la actualidad en la reprogramación de computadoras automotrices

se ha podido evidenciar este proceso notablemente en el ámbito deportivo, por tanto es una alternativa significativa y necesaria para lograr una mejora considerable en la modificación del sistema electrónico que posee el motor y el rendimiento del vehículo sin perjudicar interiormente la vida útil del mismo.

Se ha determinado que al efectuar la reprogramación de la unidad de control electrónica; específicamente en un vehículo Honda Civic Si, se pueden obtener una diversidad de resultados de acuerdo a las necesidades que el automotor requiera y a las modificaciones realizadas.

Para el tema planteado se utilizó software como hardware dedicados ya que estos permitieron mejorar considerablemente los parámetros característicos del motor de combustión interna sin que se realice la modificación de componentes mecánicos del mismo, cuando se presenta la necesidad de obtener un aumento de los parámetros característicos del motor para así obtener un mayor rendimiento y eficiencia del mismo.



**Figura 1** Árbol de problema

La Figura 1. Muestra las principales opciones y procesos que se realizó mediante el estudio: reprogramación de la unidad de control y puesta a punto del motor de combustión interna cuando se ha logrado el aumento de potencia y torque deseado del motor de combustión interna.

### **1.3 Descripción resumida del proyecto**

Para el desarrollo de la Investigación se procedió a indagar en fuentes bibliográficas confiables para determinar las características generales y funcionamiento de todo el sistema, así como la constitución de la UEC y los elementos que lo conforman. Se investigó sobre el uso y características de los diferentes software y hardware de uso automotriz que existen para realizar la reprogramación de la unidad de control o memoria eprom de fábrica que posee el vehículo, y así seleccionar los elementos más viables para el desarrollo de la modificación de los parámetros característicos.

Posteriormente al análisis de la constitución de la UEC se presentó la necesidad de adaptar componentes electrónicos independientes que no se encuentran en la UEC de fábrica, con la finalidad de lograr instalar el hardware seleccionado anteriormente, el cual permitió leer, procesar y modificar la información de la memoria eprom de la UEC. Generando como siguiente paso variar el avance al encendido, inyección de combustible, corte de combustible, control de partida y demás parámetros característicos, por medio de tablas y mapas tridimensionales en relación a las señales que recibe por medio de sensores hacia actuadores, ya que estos son diseñados para realizar reglajes de este tipo.

Al realizar la modificación de los parámetros característicos se observó la mejora de las prestaciones en el motor del vehículo, los cuales fueron expuestos a pruebas de funcionamiento en un dinamómetro de rodillos, para obtener las nuevas curvas tanto de potencia y torque con la finalidad de determinar si se produce o no una mejora en la modificación realizada con respecto al mapa base de la UEC

Los nuevos valores obtenidos fueron analizados estadísticamente, para así determinar la viabilidad de la modificación en los parámetros característicos y en si en el funcionamiento del sistema electrónico del motor, pudiendo expresar conclusiones finales de acuerdo a lo obtenido.

#### **1.4 Justificación e Importancia**

La electrónica automotriz se ha ido actualizando considerablemente con la finalidad de mejorar dicha tecnología, ya que día a día se va modernizando y dentro del ámbito deportivo igualmente, de acuerdo a la modificación de los parámetros característicos en la parte electrónica y aún más sin realizar modificaciones mecánicas necesariamente, procesos que se realizan sin obtener conocimientos necesarios para la práctica de estas funciones.

Por tanto al realizar esta investigación se pudo incursionar en el área de la electrónica automotriz, para conocer más a fondo el funcionamiento y conformación de la unidad de control electrónica del vehículo, ya que se determinó cómo influye directamente en el motor de combustión interna modificando claramente sus parámetros de funcionamiento y así lograr una mejora de rendimiento considerablemente.

Esta investigación aportó gran parte de conocimientos ligados directamente en el área de estudio y experimentación, ya que como se observa al momento de realizar una preparación de un motor; actualmente son muy pocos los vehículos en los que se emplean este tipo de modificaciones en la parte electrónica, por otro lado por existir en nuestro medio escasas alternativas de estudio e investigación en el área estudiantil.

A su vez la presente investigación, podrá generar nuevos métodos de investigación y conocimientos pertinentes en el área de electrónica automotriz y especialmente dentro de la UEC en los vehículos, al disponer de estos nuevos procesos educativos pueden también volverse una gran alternativa para los preparadores de vehículos que están inmersos en este

gran deporte dentro de nuestro país.

#### **1.4.1 Pertinencia**

En la presente investigación realizada a partir del estudio y análisis del funcionamiento de la unidad de control electrónica y con los procesos adecuados; se logró modificar los distintos parámetros característicos del motor de combustión interna en forma electrónica, lo cual permitió que se logre obtener nuevas experiencias en cuanto a dichos procesos, permitiendo a futuro que la presente se amplíe en posibles futuras investigaciones.

### **1.5 Objetivos.**

#### **1.5.1 Objetivo General**

- Reprogramar la unidad de control electrónico del vehículo Honda Civic SI, para optimizar los parámetros característicos del motor de combustión interna.

#### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Determinar las características generales de la unidad de control y sistema electrónico del vehículo.
- Investigar tipos de software y hardware que serán compatibles con la memoria de la unidad de control electrónica del vehículo Honda Civic serie D16A9.
- Seleccionar el software y hardware de acuerdo a sus características principales, las cuales permitirán realizar la reprogramación de los parámetros característicos de la UEC, teniendo en cuenta criterios de funcionamiento del motor.

- Desarrollar la reprogramación de los distintos parámetros del motor, ajustando cartografías, tablas de valores y mapas tridimensionales de inyección y encendido entre otras opciones adicionales.
- Efectuar pruebas de funcionamiento en un dinamómetro de rodillos de acuerdo a la modificación de los diferentes parámetros característicos, que se realice en la unidad de control, así como también pruebas de consumo de combustible y análisis de gases de escape.
- Analizar los valores obtenidos antes y después de la reprogramación del sistema electrónico por medio de procesos estadísticos.
- Comprobar la viabilidad de la modificación del sistema electrónico del vehículo en relación a las prestaciones que presenta el fabricante.

### **1.6 Metas**

- Obtener una elevación de los parámetros característicos entre un 5 y 10% cuando se realiza la reprogramación electrónica de la memoria eprom de la UEC.
- Obtener una mejora en las curvas de potencia y torque que determinen las pruebas realizadas en el dinamómetro.
- Determinar el incremento de consumo de combustible y análisis de gases con cada una de las reprogramaciones.

### **1.7 Hipótesis**

La reprogramación electrónica del motor de combustión interna utilizando software y hardware permitirá elevar sus parámetros característicos entre el 5 a 10%.

## 1.8 Variables de investigación

### 1.8.1 Variable independiente

Reprogramación de la unidad de control electrónica.

**Tabla 1**

#### Operacionalización de la variable independiente

Concepto	Categoría	Indicador	Ítem	Técnicas	Instrumento
Es la optimización de los parámetros de la UEC, para obtener una mejora de los mismos por medio del uso de hardware y software específicos.	Lectura de memoria	Software	bits	Reprogramación	HONDATA S300
	Determinación de mapas	Avance al encendido	grados	Reprogramación	Software SManager
		Inyección de combustible	ms - vol.	Reprogramación	Software SManager
	Régimen	Revoluciones por minuto	rpm	Reprogramación	Software SManager

### 1.8.2 Variable dependiente

Parámetros característicos del motor de combustión interna.

**Tabla 2**

#### Operacionalización de la variable dependiente

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Son parámetros indicadores del funcionamiento y rendimiento de un motor de combustión interna.	Curvas características	Torque	Ft-lb	Medición	Dinamómetro de rodillo
		Potencia	Hp	Medición	Dinamómetro de rodillo
	Sensores y actuadores	Voltaje	V	Medición	Software SManager
	Contaminación	Niveles de emisiones	ppm HC	Medición	Analizador de gases
	Consumo de combustible	Galones	Gal - V	Medición	Bomba de combustible

## **1.9 Metodología**

La metodología permitió establecer el modelo de investigación que se va a realizar, este determinó los procesos, las técnicas y métodos que se puedan emplear en el desarrollo de la misma. En si permitió crear un enfoque de la investigación influyendo en el uso de los diferentes recursos, y hasta la forma del análisis de datos recopilados.

### **1.9.1 Método Inductivo**

Este método permitió que en la reprogramación de unidad de control electrónico, se obtenga resultados finales por medio de la experimentación y observación de acuerdo a la modificación de la misma con el objetivo de obtener conclusiones finales para determinar la viabilidad en los incrementos deseados.

### **1.9.2 Método Deductivo**

En la investigación se empleó el método deductivo ya que dentro de la reprogramación se partió de los parámetros característicos que posee la unidad de control y el vehículo, para obtener el incremento de potencia y torque deseado después de la variación de los mismos, valores desconocidos que fueron obtenidos en pruebas realizadas.

### **1.9.3 Método Analítico**

Por medio de este método se determinó las variaciones que en los parámetros característicos se produjeron por medio de la reprogramación, se analizó y revisó cada uno por separado, para obtener resultados finales.

#### **1.9.4 Método de Síntesis**

De acuerdo al tipo de reprogramaciones que se realicen en la unidad de control, se efectuaron diferentes tipos de modificaciones en la variación de los mapas y cartografías de inyección y avance al encendido, para observar el comportamiento del motor, y la obtención de nuevos resultados para posibles afinamientos futuros.

#### **1.9.5 Método experimental**

Por medio de dispositivos de pruebas como es el caso del dinamómetro de rodillos se realizaron mediciones de funcionamiento del vehículo, con las cuales se determinó diferentes valores de potencia y torque que permitieron observar el funcionamiento del mismo.

#### **1.9.6 Método comparativo**

En la investigación se realizó la modificación de los parámetros característicos basándose en la obtención del "mapa base" que la unidad de control dispone en la memoria eprom, las cuales dichos valores de funcionamiento fueron comparados con los "mapas reprogramados" para determinar la variación existente.

#### **1.9.7 Método medición**

Durante las pruebas de funcionamiento del vehículo en el dinamómetro se obtuvieron valores numéricos y curvas características de las modificaciones realizadas, las cuales fueron determinadas como valores finales cualitativos y comparativos para comprobar su veracidad.

### 1.9.8 Método matemático

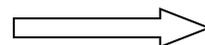
Este método permitió realizar comprobaciones de los resultados captados en el proceso de medición, para justificar las variaciones que se obtuvieron en cada mapa, determinando la exactitud de estos valores por medio de cálculos matemáticos y métodos estadísticos.

**Tabla 3**

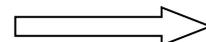
#### Descripción de la metodología de investigación

Metodología	Descripción	Equipo	Laboratorio
<b>Inductivo</b>	Este método permitió que en la reprogramación de unidad de control electrónico, se obtenga resultados finales por medio de la experimentación y observación de acuerdo a la modificación de la misma con el objetivo de obtener conclusiones finales para determinar la viabilidad en los incrementos deseados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Honda Civic</li> <li>• Computador Portátil</li> <li>• Módulo lector HONDATA S300</li> <li>• Software SManager</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio de Autotrónica</li> </ul>
<b>Deductivo</b>	En la investigación se empleó el método deductivo ya que dentro de la reprogramación se partió de los parámetros característicos que posee la unidad de control y el vehículo, para obtener el incremento de potencia y torque deseado después de la variación de los mismos, valores desconocidos que fueron obtenidos en pruebas realizadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computador Portátil</li> <li>• Módulo lector HONDATA S300</li> <li>• Software SManager</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio de Autotrónica</li> </ul>
<b>Analítico</b>	Por medio de este método se determinó las variaciones que en los parámetros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinamómetro</li> <li>• Computador Portátil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamicia Competición</li> </ul>

CONTINÚA



	característicos se produjeron por medio de la reprogramación, se analizó y revisó cada uno por separado, para obtener resultados finales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Módulo HONDATA S300</li> <li>• Software SManager</li> </ul>	
<b>Síntesis</b>	De acuerdo al tipo de reprogramaciones que se realicen en la unidad de control, se efectuaron diferentes tipos de modificaciones en la variación de los mapas y cartografías de inyección e ignición, para observar el comportamiento del motor, para la obtención de nuevos resultados para posibles afinamientos futuros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computador Portátil</li> <li>• Módulo lector HONDATA S300</li> <li>• Software SManager</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio de Autotrónica</li> <li>• Dynamica Competición</li> </ul>
<b>Experimental</b>	Por medio de dispositivos de pruebas como es el caso del Dinamómetro se realizaron mediciones de funcionamiento del vehículo, con las cuales se determinó diferentes valores de potencia y torque que permitieron observar el funcionamiento del mismo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinamómetro</li> <li>• Analizador de Gases</li> <li>• Honda Civic</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamica Competición</li> </ul>
<b>Comparativo</b>	En la investigación presente se realizó la modificación de los parámetros característicos basándose en la obtención del "mapa base" que la unidad de control dispone en la memoria, las cuales dichos valores de funcionamiento fueron comparados con los "mapas reprogramados" para	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computador Portátil</li> <li>• Módulo lector HONDATA S300</li> <li>• Software SManager</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio de Autotrónica</li> </ul>



	determinar la variación existente.		
<b>Medición</b>	Durante las pruebas de funcionamiento del vehículo en el dinamómetro se obtuvieron valores numéricos y curvas características de las modificaciones realizadas, las cuales fueron determinadas como valores finales cualitativos y comparativos para comprobar su veracidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinamómetro</li> <li>• Analizador de Gases</li> <li>• Honda Civic</li> <li>• Computador Portátil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamica Competición</li> </ul>
<b>Matematización</b>	Este método permitió realizar comprobaciones de los resultados captados en el proceso de medición, para justificar las variaciones que se obtuvieron en cada mapa, determinando la exactitud de estos valores por medio de cálculos matemáticos y métodos estadísticos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computador Portátil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorio de Autotrónica</li> </ul>

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO: REPROGRAMACIÓN DE ECUS AUTOMOTRICES

#### 2.1 Introducción.

(Cise, 2015) “En el mercado de la electrónica automotriz desde los primeros sistemas montados en el año 1981 por la firma Mercedes Benz, las terminales han invertido grandes capitales para el desarrollo de la electrónica activa y pasiva. Los primeros sistemas eran una mezcla de 80% mecánica activa y 20% de electrónica pasiva. Con el correr de los años estos valores fueron equiparándose hasta que en la actualidad más del 70 % de un vehículo cuenta con electrónica activa y pasiva”.

A futuro se seguirá realizando la reprogramación electrónica en vehículos convencionales, se puede eliminar inconvenientes como malas respuestas del motor de combustión interna, que pueden aparecer en vehículos controlados electrónicamente, proporcionando una respuesta más limpia, sobria siendo más sensible. Esto hará que la conducción en ciudad sea más placentera, disminuyendo la necesidad de cambiar de marcha con una respuesta del motor más suave y progresivo. En otras condiciones, cuando se realiza la reprogramación en niveles deportivos, la finalidad que se desea cumplir es que con la reprogramación que se realiza en la UEC, se puede incrementar aproximadamente de 5% hasta un 10% teóricamente.

#### 2.2 Unidad de control electrónica.

(Castiblanco, 2004) “La unidad de control electrónico son dispositivos que reciben información de los sensores, la procesan y según un programa determinado que posee cada memoria, estos actúan sobre los actuadores para así producir el funcionamiento del sistema”. (págs. 38 - 39)

(Castiblanco, 2004) Determina que las UEC “realizan funciones relativamente simples en niveles de temporización y con formas de actuación de tipo on/off. Por otro lado otro tipo de UEC, ejecutan señales de

mando complejas con variación de frecuencia, ciclo duty y tensión en función de las informaciones que reciben de los sensores y del programa de gestión memorizado en la memoria eeprom, además incorporan memorias de tipo volátil que memorizan errores de funcionamiento del sistema y así presentar posibles DTC en el sistema”. (págs. 38 - 39)

(Ribbens, 2008) “El microprocesador de la unidad central de proceso, es el componente donde se realizan todas las decisiones aritméticas, lógicas y es la parte encargada de realizar cálculos en la UEC. Las computadoras digitales automotrices se implementan con uno o más microprocesadores. La memoria contiene el programa de datos, la cual se puede escribir una nueva información en la memoria u obtener información contenida en la memoria leyéndola. La información debe colocarse de tal forma que la computadora pueda leer y presentar una salida en sistemas digitales. Los dispositivos de entrada y salida realizan estas conversiones”. (págs. 110 - 113)

(Cantillo, 2014) “Está compuesta por tres tipos de módulos de control que miden parámetros y entregan datos a los microprocesadores a través de los informadores. Estos son el módulo de control del motor (ECM por sus siglas en inglés de Engine Control Module), control de potencia (PCM o Power Control Module) y finalmente el modulo que controla otros sistemas del vehículo adicionales (VCM o Vehicle Control Module)”.

(Cantillo, 2014) “Más allá de las mediciones básicas que realiza una unidad de control electrónica; desde el módulo de control del motor, entrega datos y mide otros parámetros que van un poco más allá, en los vehículos tecnológicamente más avanzados o incluso en los de carreras. El control y mediciones que una UEC realiza en el waste gate del turbo en los automóviles que lo tienen incluido, en este caso la computadora automotriz es capaz de realizar un control de las pérdidas durante el funcionamiento del turbo optimizando su performance, tomando como ejemplo”.



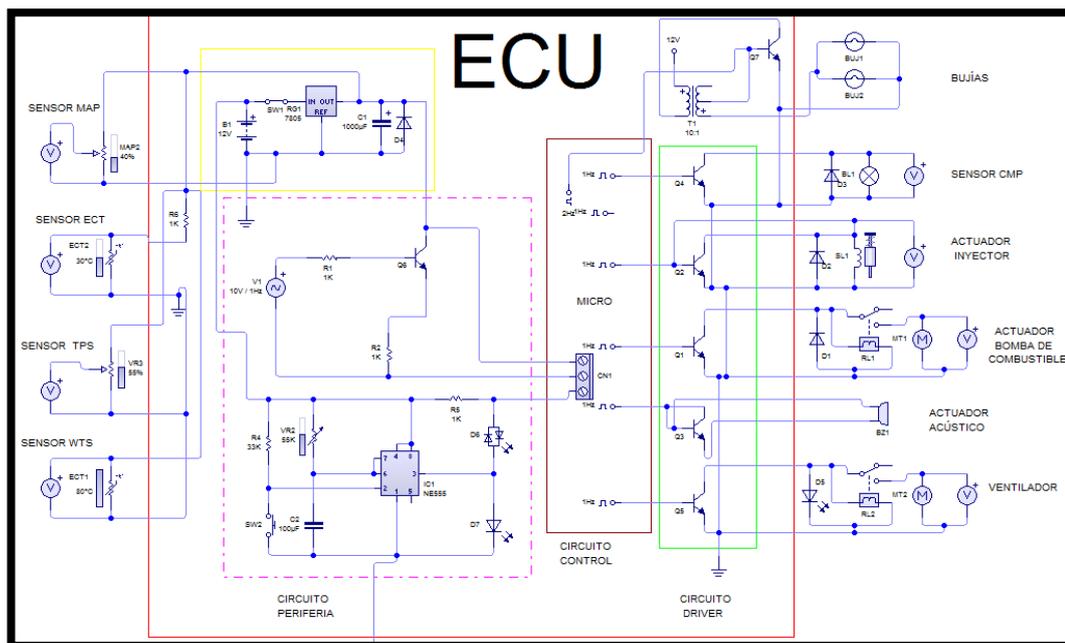
**Figura 2 Unidad de control electrónica "Honda Civic"**

### **2.2.1 Funcionamiento del sistema.**

(Coello, 2005) La unidad de control electrónica "debe recibir las señales de todos los sensores, señales que procesa, las filtra, las compara y amplifica, para enviar a los actuadores uno o varios impulsos de corriente, por un determinado tiempo para hacerlos "actuar", de acuerdo a su función individual". (págs. 109 - 112)

(Ribbens, 2008) "La unidad de control solicita la información de la memoria o de un dispositivo de entrada generando la dirección de los datos en la memoria. La dirección con todos los bits se almacena en la unidad de control como un número binario en una memoria de datos temporal del tipo pestillo denominado registro. Las salidas del registro se envían al mismo tiempo por cables múltiples a la memoria de la UEC y a los periféricos". (págs. 110 - 113)

De una forma muy elemental se presenta la Figura 3. Un esquema funcional simplificado del funcionamiento de la unidad de control electrónica:



**Figura 3 Esquema funcional simplificado de la unidad de control**

(De Castro, 1991) “Posee una entrada de datos a la que llega constantemente la información producida por los sensores encargados de efectuar algún tipo de medición. En el esquema se presenta un captador en una zona del cigüeñal por medio del cual se proporciona el dato del número de RPM que se encuentra en cada momento el cigüeñal, en la parte superior se encuentra el sensor que mide constantemente la temperatura del agua de refrigeración y el sensor que proporciona información permanente de determinadas posiciones angulares de la mariposa de aceleración. En el lado opuesto de la unidad de control electrónica posee una salida de órdenes, a través de las cuales se indica al inyector la cantidad exacta de combustible que tiene que aportar; se envían órdenes a la bobina de encendido para que efectúe la corriente de alta tensión en el momento más favorable igualmente a la bomba de combustible para que esta obtenga las presiones más convenientes”. (págs. 86 - 87 -148)

(De Castro, 1991) “Entre la entrada de datos y salida de órdenes existe un conjunto de dispositivos "lógicos" capaz de combinar las diferentes posibilidades de la información que se recibe: Las memorias (ROM - RAM) y

la unidad (aritmético – lógica) analiza y elabora las órdenes resultantes de la información que recibe en cada momento. (págs. 86 - 87 -148)

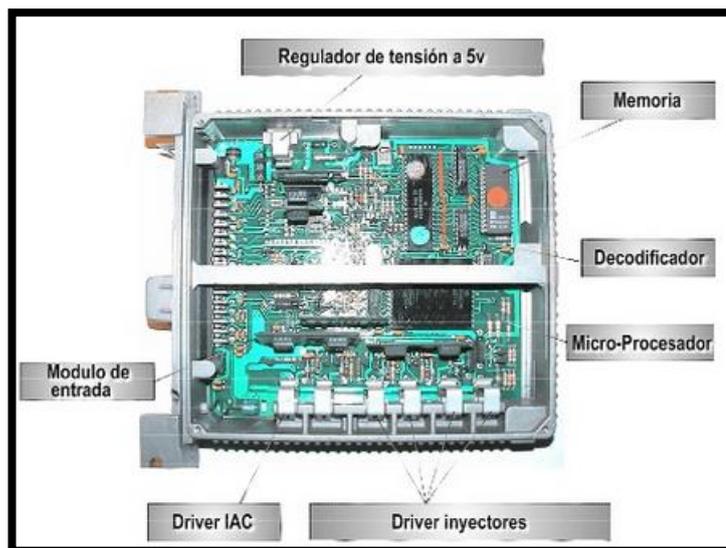
(Coello, 2005) “La cantidad de combustible está determinado por la unidad de control electrónica, en una relación estequiométrica exacta para mezclarse con el aire aspirado; el programa determinado de la UEC ha sido diseñado a base de muchas pruebas, para lograr la mejor potencia de motor en todas las etapas de aceleración. Logrando emitir una reducción de emisiones contaminantes”. (págs. 109 - 112)

(Coello, 2005) La unidad de control electrónica UEC, podrá adelantar o retardar el punto de encendido, de acuerdo a las necesidades del motor, con la finalidad de realizar la combustión de la mezcla en el momento acorde que el motor requiera. Esta señal en algunos casos es enviada al módulo de encendido, el cual se encargará de amplificarla en la bobina de encendido. (págs. 109 - 112)

### **2.2.2 Composición de la unidad de control electrónica.**

(Coello, 2005) La computadora automotriz, "está compuesta de varias etapas para cumplir la función total, todas las etapas están compuestas de semiconductores electrónicos, tales como resistencias, diodos, transistores, condensadores, circuitos integrados, que sumados forman estructuras muy complejas" (pág. 111)

(Nossovitch, 2006) “Las computadoras automotrices poseen múltiples componentes electrónicos en su interior entre los que se puede mencionar a los microprocesadores, en gran número, los cuales se encuentran montados en una placa impresa con cobre, que permiten realizar cálculos más variados cuyo objetivo es mejorar la eficiencia del vehículo. Por medio de la tecnología, estos microcontroladores se hacen cada vez más importantes y avanzados lo que permite el manejo de la información proveniente de los sensores”.



**Figura 4 Composición de la unidad de control electrónica**

**Fuente** (Montoya, 2015)

Como objeto de abreviar el entendimiento del funcionamiento completo de la unidad de control electrónico, es importante, efectuar una segmentación del circuito general en bloques, cuyas funciones serán diferenciadas de acuerdo a sus actividades:

- **Bloque de Entrada:** (Serravalle, 2011) Se denomina "bloque de entrada a todos los circuitos que se encuentran como receptores de las diferentes señales que van a ingresar a la UEC y antes de que lleguen al microprocesador. Encontramos en este sentido, filtros, amplificadores, conversores análogos a digital, comparadores, recortadores, etc."

Los circuitos y elementos electrónicos que cumplan esta función serán los que se denominaran bloque de entrada.

- **Bloque de Procesamiento:** (Serravalle, 2011) "Es el circuito y elementos que desarrollan funciones programadas que están constituidos por el microprocesador, memorias involucradas en la ejecución del software".



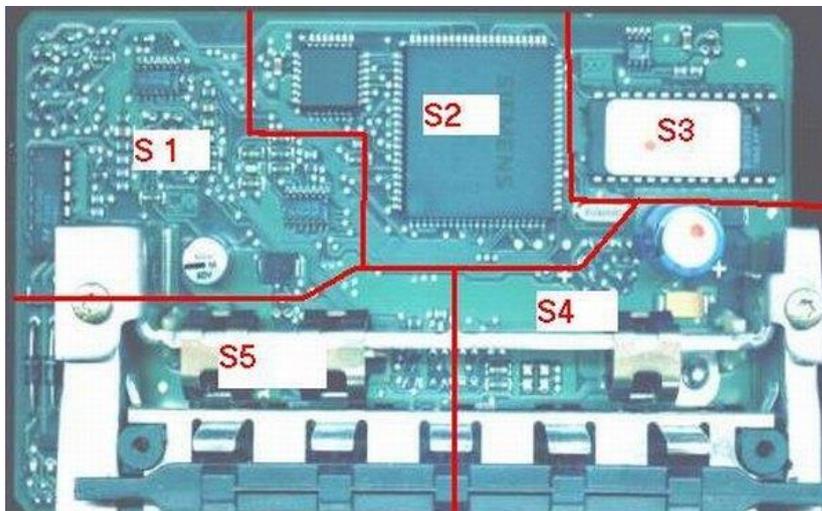
**Figura 5 Bloque de procesamiento**

- **Bloque de salida:** (Serravalle, 2011) “De acuerdo como las señales de los elementos electrónicos son tratadas al ingresar, antes de llegar al microprocesador por circuitos previos que se han denominado bloque de entrada, existen luego circuitos que se encuentran entre las salidas del microprocesador y los diferentes elementos que van a ser los denominados actuadores.

Complementos como amplificadores, circuitos de potencia con transistores, todos los denominados drivers o manejadores, etc. Son controlados por el microcontrolador y que actuarán sobre los diferentes elementos periféricos de potencia, como por ejemplo: Bobinas de encendido, inyectores, relés, etc”.

- **Bloque de Soporte:** (Serravalle, 2011) “Se denomina así al conjunto de componentes que tienen como función alimentar a los circuitos internos mencionados anteriormente. Constituyen la fuente de alimentación de la ECU, transistores, diodos, condensadores, reguladores de voltaje, etc”.

- **Buses:** Su función es la de proporcionar un medio de comunicación para que los datos e instrucciones puedan ser transmitidas a la memoria principal, estas constituyen la unidad central de proceso.



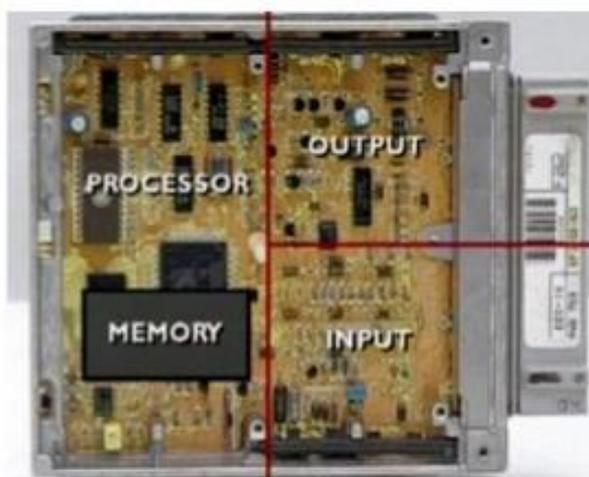
**Figura 6 Bloques de trabajo en una UEC automotriz**

**Fuente** (Serravalle, 2011)

S1 y S5 Bloque de entrada y salida

S2 y S3 Bloque de procesamiento

S4 Bloque de soporte. (Serravalle, 2011)



**Figura 7 Bloques de trabajo en una UEC automotriz**

**Fuente** (Montoya, 2015)

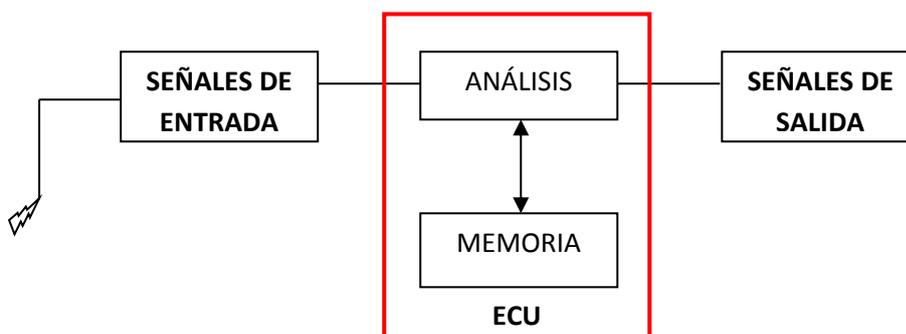
**INPUT:** Bloque o sector de entrada.

**PROCESSOR:** Bloque de procesamiento.

**OUTPUT:** Bloque o sector de salida. (Montoya, 2015)

### 2.3 Señales de la unidad de control electrónico en el sistema.

(Alonso, 2007) Una ECU "procesa las condiciones físicas que constituyen una información (datos), adaptándolas convenientemente para seguidamente, dar salida a unas corrientes eléctricas de los actuadores pertinentes en cada caso. La computadora trabaja en cuatro funciones o fases básicas": (págs. 109 - 111)



**Figura 8 Diagrama de proceso de señales**

#### 2.3.1 Señales de Entrada

(Alvarez M. P., 2010) "Las señales de entrada son las encargadas de adaptar y codificar, de una manera comprensible para la UEC del controlador lógico, las señales que llegan a los bornes de entrada procedentes de pulsadores, interruptores y especialmente sensores, etc". (págs. 93 - 94 - 101)

(Alonso, 2007) "Una señal de voltaje es enviada desde una unidad de entrada. Esta unidad puede ser un sensor o un interruptor". (págs. 109 - 111)

De acuerdo al tipo de señales de entrada que provienen de los sensores, se presentan en el funcionamiento del motor para ser receptadas y procesadas se mencionan las siguientes:

**Tabla 4**

**Señales y sensores de entrada**

Sincronización y referencia	Sensores magnéticos
<b>Referencia de temperatura</b>	Sensor hall
	Temperatura de refrigerante
	Temperatura de aire externo
	Temperatura de aire de admisión
	Temperatura de aceite
<b>Señales de voltaje de ingreso</b>	Temperatura de escape
	Sensor de presión absoluta
	Sensor de flujo de masa de aire
<b>Señales de sensor lambda</b>	Sensor de posición de mariposa
	Sensor de banda angosta
	Sensor de banda ancha

### 2.3.2 Procesamiento

(Alonso, 2007) “La unidad de control electrónico, funcionalmente procesa la información de las señales de entrada, las cuales por medio de algoritmos lógicos de las memorias y microprocesadores que posea la UEC, comparan la información con las instrucciones ya programadas. Los circuitos lógicos procesan la información recibida de los sensores como señales de entrada y las transforman en señales de salida en los actuadores”. (págs. 109 - 111)

### 2.3.3 Almacenamiento

(Alonso, 2007) “El microcontrolador, mantiene almacenada la información y las instrucciones del programa, se caracteriza ya que algunas

memorias tienen la capacidad de almacenar algunas de las señales de entrada que emiten algunos dispositivos hacia la unidad de procesamiento, para posteriormente ser usadas dependiendo de la necesidad de funcionamiento transformándolas en señales de salida”. (págs. 109 - 111)

### 2.3.4 Señales de Salida

(Alvarez M. P., 2010) “Las señales de salida son órdenes que proporciona el módulo de control o unidad de control electrónico del vehículo al proceso mecánico a través de los bornes de salida del controlador lógico, para que realice las funciones lógicas con las que desarrolla el proceso”. (págs. 93 - 94 - 101)

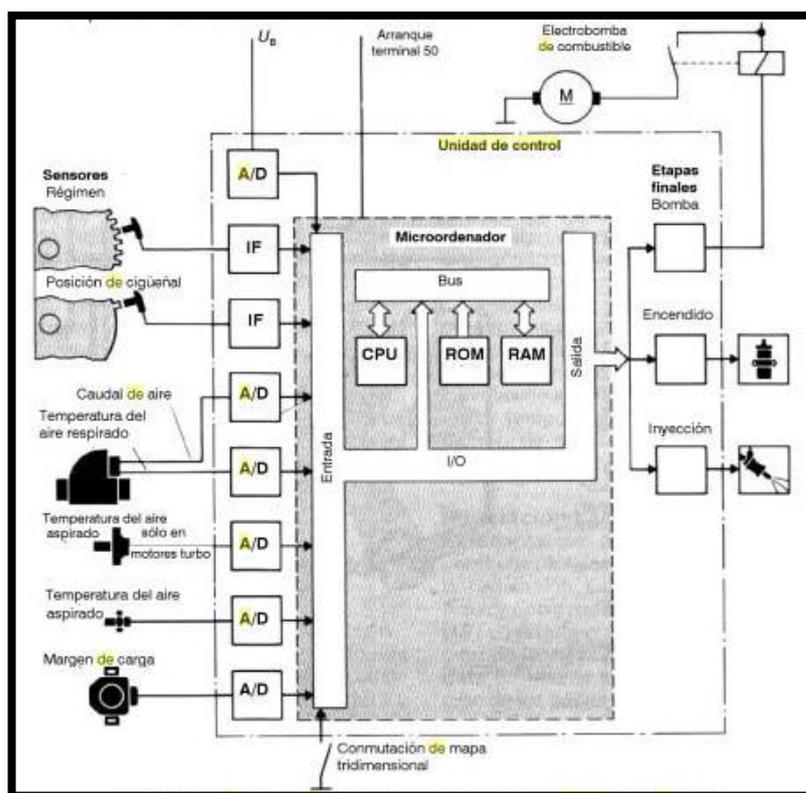
(Alvarez M. P., 2010) “A los bornes de salida se conectan dispositivos de mando, tales como bobinas de encendido, relés, electroválvulas, actuadores, inyectores, etc y en general, cualquier receptor que sea susceptible de poder conectarse a un controlador lógico. Los bornes de salida se pueden identificar, en el controlador lógico, por output o salida expresados comúnmente”. (págs. 93 - 94 - 101)

**Tabla 5**

#### **Sensores y Señales de Salida**

<b>Señales de Salida y Actuadores</b>	<b>Controladores de inyección</b>
	<b>Inyectores</b>
	Salidas programables de corriente
	<b>Controladores de encendido</b>
	Control de relé de bomba de combustible.
	Control de motores paso a paso
	Control de valvula de enfriamiento del radiador
	Control de árboles variables

(Alonso, 2007) La figura 9. "Muestra una aplicación de la unidad de control electrónica para el sistema de inyección y encendido de un vehículo. Las señales captadas por los sensores de régimen y posición del cigüeñal son enviadas a los correspondientes circuitos conformadores de impulsos de la unidad de control. Otras señales, como la de caudal de aire y temperatura del mismo son conformadas por un circuito electrónico A/D "convertidor analógico - digital" de la unidad de control, y después pasan junto a las señales anteriores al microordenador, constituido por una memoria RAM y otra ROM. Aquí se da el tratamiento adecuado a las señales de entrada y se establece una señal de salida para cada uno de los actuadores de las etapas finales, que en este caso son las correspondientes a la bomba de combustible, el encendido y la inyección de combustible". (Alonso, 2007)



**Figura 9 Funcionamiento de un sistema de inyección electrónico**

**Fuente** (Alonso, 2007)

### 2.3.5 Señales análogas y digitales

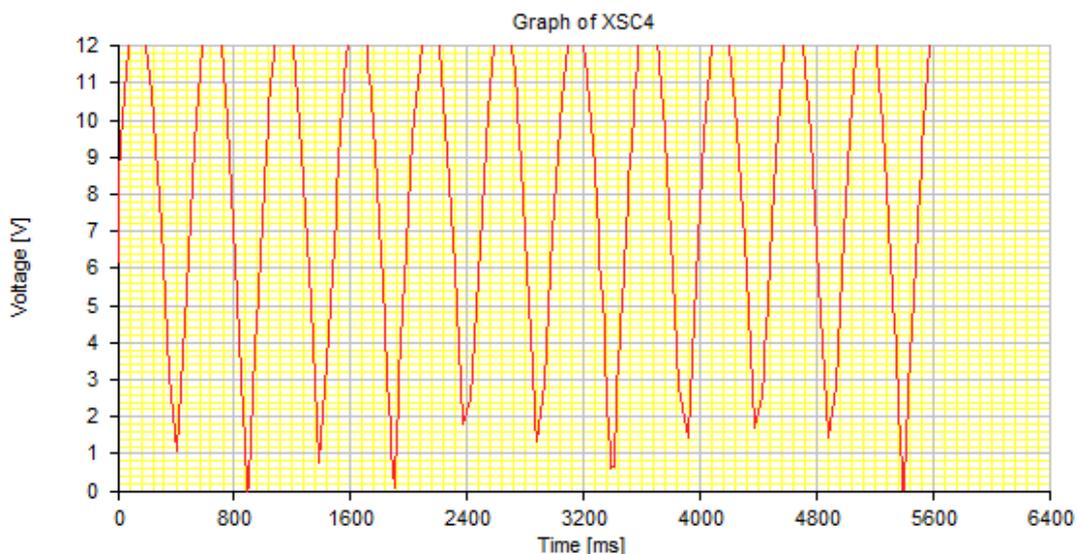
De acuerdo al tipo de señales existen dos tipos de señales de entrada las cuales son señales análogas y digitales:

- **Señal análoga:**

(Alvarez M. P., 2010) “Las señales análogas, son aquellas que se caracterizan por adoptar distintos valores a la entrada de un controlador lógico, representando un voltaje variable durante todo el tiempo de funcionamiento. Esta señal puede proceder de un equipo que utilice la misma alimentación del controlador lógico.

Generalmente las señales análogas proceden de magnitudes físicas y una resistencia variable cambia la resistencia interna del sensor como pueden ser la temperatura, la presión, la velocidad, etc”. (págs. 93 - 94 - 101)

(Tocci & Widmer, 2003) “En la representación análoga una cantidad o un valor se representan mediante un voltaje de corriente o un movimiento de un medidor que es proporcional al valor de esa cantidad, en un sistema analógico las cantidades puede variar en un rango continuo de valores. Un ejemplo es el velocímetro de un automóvil, en el cual el giro de la aguja es proporcional a la velocidad del vehículo. La posición angular de la aguja representa el valor de la velocidad y la aguja sigue cualquier cambio que ocurre cuando el vehículo acelera o desacelera”. (págs. 4 - 6)



**Figura 10 Señal análoga**

- **Señal digital:**

Las entradas digitales son aquellas señales que toman siempre un valor fijo, es decir, todo o nada. Es en este caso, tensión o ausencia de la misma como contacto abierto o contacto cerrado. En los controladores lógicos, este valor es de tensión y su valor depende de la tensión de alimentación, puesto que la entrada digital se realiza desde la tensión de entrada, a través de un interruptor, contacto, etc. (Alvarez M. P., 2010)

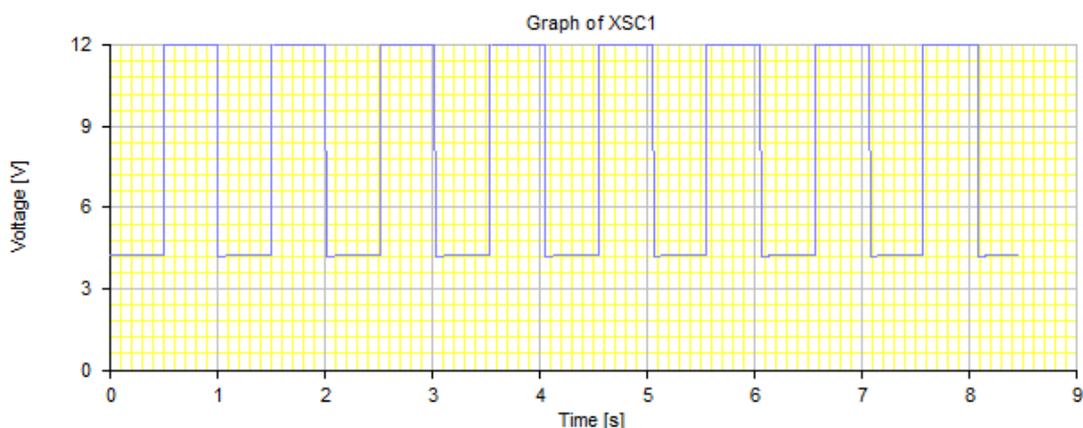
(Pallás, 2006) "Las señales digitales solo pueden tomar uno de los valores de un conjunto discreto, normalmente dos valores designados como "uno digital" (1) y "cero digital" (0). La información puede estar en la secuencia de unos y ceros o en la combinación de unos y ceros en un conjunto de líneas eléctricas en un momento dado". (pág. 1)

**Tabla 6**

**Valores de las señales digitales**

<b>Señales digitales</b>	Alto/Bajo
	High/Low
	ON/OFF
	1/0
	0 Volts/ 5 Volts

(Tocci & Widmer, 2003) “Un sistema digital es una combinación de dispositivos diseñado para manipular información lógica o cantidades físicas que están representadas en forma digital; es decir, las cantidades solo pueden tener valores discretos. La mayoría de estos dispositivos son electrónicos, pero también pueden ser mecánicos, magnéticos y neumáticos”. (págs. 4 - 6)



**Figura 11 Señal digital**

- **Ventajas de las señales digitales.**

(Tocci & Widmer, 2003) “Cada vez se realizan un número mayor de aplicaciones en forma electrónica, se usan técnicas digitales para realizar operaciones que antes se realizaban mediante el uso de métodos analógicos entre las principales opciones se presentan:

- **Los sistemas digitales generalmente son más fáciles de diseñar.** Se debe a que se usan circuitos de conmutación donde los valores exactos de voltaje no son importantes ya que van en un intervalo de rango (ALTO/BAJO).
- **El almacenamiento de información es más fácil.** Se logra mediante dispositivos y circuitos especiales que son compatibles con la información digital y retenerla el tiempo que sea necesario.
- **Mayor exactitud y precisión.** Pueden manejar el número de dígitos de precisión necesarios con solo agregar más circuitos de conmutación ya que los valores de los voltajes dependen en forma directa de los valores

que tienen los componentes de los circuitos.

- **La operación se puede programar.** Es muy fácil de diseñar sistemas digitales cuya operación se controla mediante un conjunto de instrucciones almacenadas llamado programa”. (págs. 4 - 6).

## **2.4 Características del sistema.**

Entre las principales características del sistema se debe tomar en consideración las diferentes funciones elementales que son requeridas para el normal funcionamiento dentro del sistema electrónico de un vehículo y a su vez en cuanto se va a realizar la modificación de la unidad de control electrónico para mejorar los parámetros del motor de combustión interna.

### **2.4.1 Funciones de la unidad de control electrónica.**

Dentro de las funciones que realiza la unidad de control electrónica se podrían mencionar una variedad de opciones las cuales permiten el funcionamiento del motor de un vehículo, cabe mencionar que cuando se realiza una reprogramación, estos parámetros son de gran importancia ya que cada uno de ellos influirán dentro del funcionamiento del mismo y de las variaciones y modificaciones que se realicen dentro del motor.

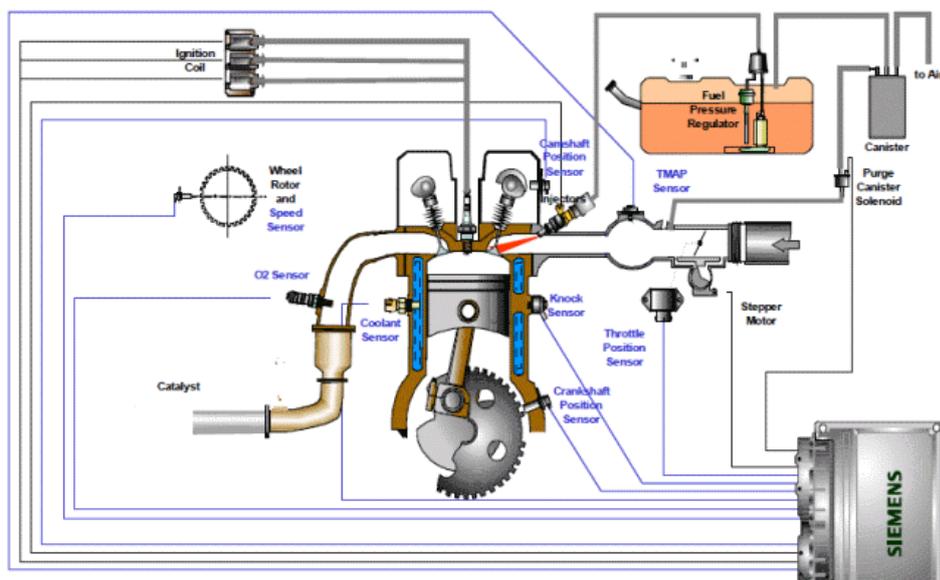
### **2.4.2 Control de inyección de combustible.**

(TOYOTA MOTOR) “Para un motor con inyección de combustible, una UEC determinará la cantidad de combustible que se inyecta, basándose en un cierto número de parámetros. Si el acelerador está presionado a fondo, la UEC abrirá ciertas variaciones que harán que la entrada de aire al motor sea mayor. Por tanto inyectará más combustible según la cantidad de aire que esté pasando al motor. Si el motor no ha alcanzado la temperatura suficiente, la cantidad de combustible inyectado será mayor (haciendo que la mezcla se más rica hasta que el motor esté caliente)”. (págs. 61-71)

(Bosch R. , 1999) “El objetivo de la preparación de la mezcla es dosificar un caudal de combustible que corresponda al del aire aspirado. La dosificación de combustible se efectúa en la función básica por parte del regulador de mezcla. Este consta del medidor del caudal de aire y del distribuidor - dosificador de combustible”. (pág. 18)

(Bosch R. , 2000) “La tarea principal del control de inyección del motor es la de ajustar el par motor generado por el motor. Para ello se controlan en los diversos sistemas parciales del control del motor, todas las magnitudes que influyen sobre el par motor.

En el sistema parcial en la "formación de la mezcla" se calcula la masa de combustible correspondiente y el tiempo de inyección necesario, y se determina el momento de inyección óptimo”. (pág. 4)



**Figura 12 Sistema de inyección electrónica**

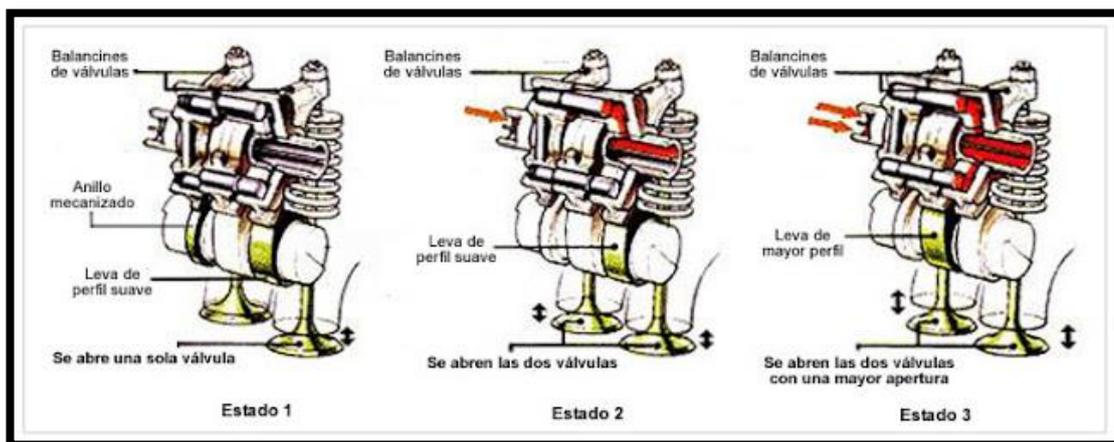
**Fuente** (Autodaewoopark, 2015)

### 2.4.3 Control de la distribución de válvulas.

(Bosch R. , 2002) “Se considera variable una distribución de válvulas en la que son variables tanto la carrera de las válvulas como las fases de

distribución de estos elementos. Los perfiles de levas espaciales y un árbol de levas desplazable en sentido longitudinal hacen posibles los grados de libertad aún mayores durante el funcionamiento del motor. Con esta regulación del árbol de levas, con progresión continua se pueden variar tanto las carreras de válvula (solo el lado de admisión) y con ellas el ángulo de apertura de las válvulas como también la posición de la fase entre el árbol de levas y el cigüeñal.

Esta regulación variable del árbol de levas se hace posible, mediante un cierre avanzado de la válvula de admisión, un control de la carga con el que se puede suprimir considerablemente la estrangulación del tubo de admisión, de este modo se puede reducir aun un poco el consumo de combustible en comparación con una variación sencilla de las fases mediante el árbol de levas". (pág. 24)



**Figura 13 Funcionamiento de distribución de válvulas variable**

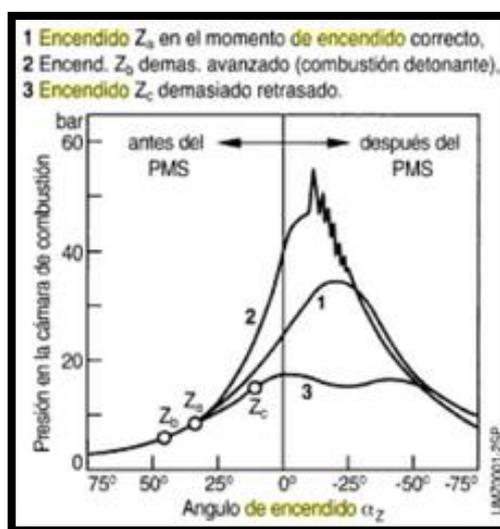
**Fuente** (Garzón, 2013)

#### **2.4.4 Control del tiempo de encendido.**

(Bosch R. , 2000) "El punto de encendido depende de la "velocidad de giro y carga". La magnitud de la velocidad de giro se debe a que el tiempo de combustión de la mezcla y a igual relación de aire - combustible debe producirse cada vez con más anterioridad conforme aumenta la velocidad de giro del motor.

La cantidad de la carga resulta influida por el empobrecimiento a baja carga, el contenido residual y el llenado reducido del cilindro. Esta influencia determina un mayor retraso de encendido y una menor velocidad de combustión de la mezcla, por lo que el ángulo de encendido debe ser regulado en el sentido de "avance".

Se denomina **Tensión de encendido** a la relación de aire y la presión del cilindro, determinada por el llenado y la compresión, tienen junto con la distancia entre electrodos de la bujía, una influencia determinante sobre la producción de tensión, y por lo tanto sobre la tensión de encendido necesaria”. (págs. 4 - 5)



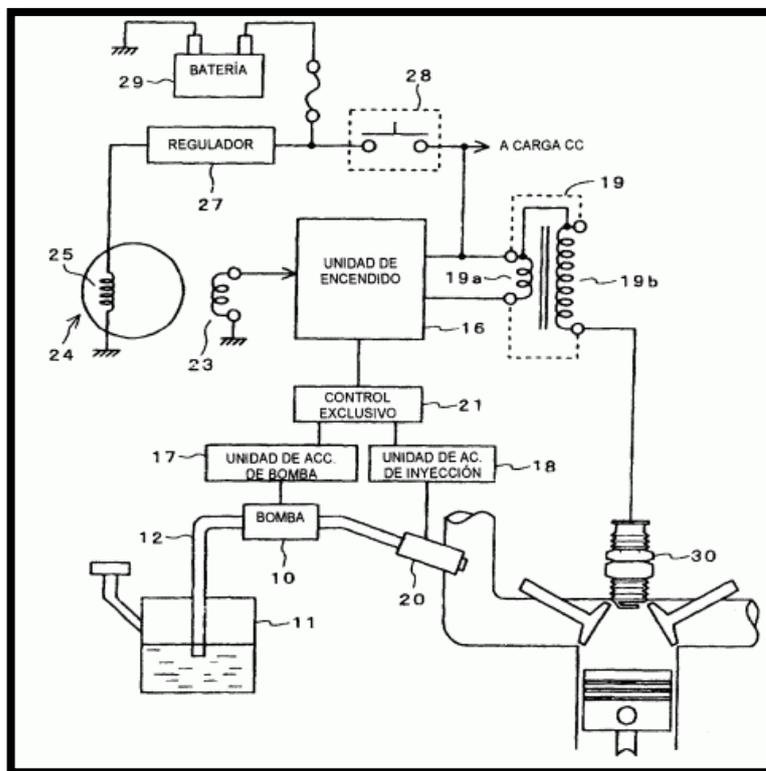
**Figura 14 Presión de la cámara y puntos de encendido**

**Fuente** (Bosch R. , 2000)

(Alvarez J. A., 2005) “El avance al encendido determina qué a medida que se adelanta el encendido, dentro de los márgenes de funcionamiento, las presiones y por lo tanto las temperaturas máximas crecen, lo que lleva a que la velocidad de combustión crezca y por lo tanto a que el tiempo de combustión disminuya.

Sin embargo, la influencia que tiene la reducción del tiempo de retraso, permitirá aumentar la tendencia a detonar en las válvulas de escape. En algunos casos, el punto de encendido óptimo para el buen rendimiento

del motor se debe a una tendencia a detonar, por lo que es necesario retrasar el punto de encendido, a costa del rendimiento del motor". (pág. 158)

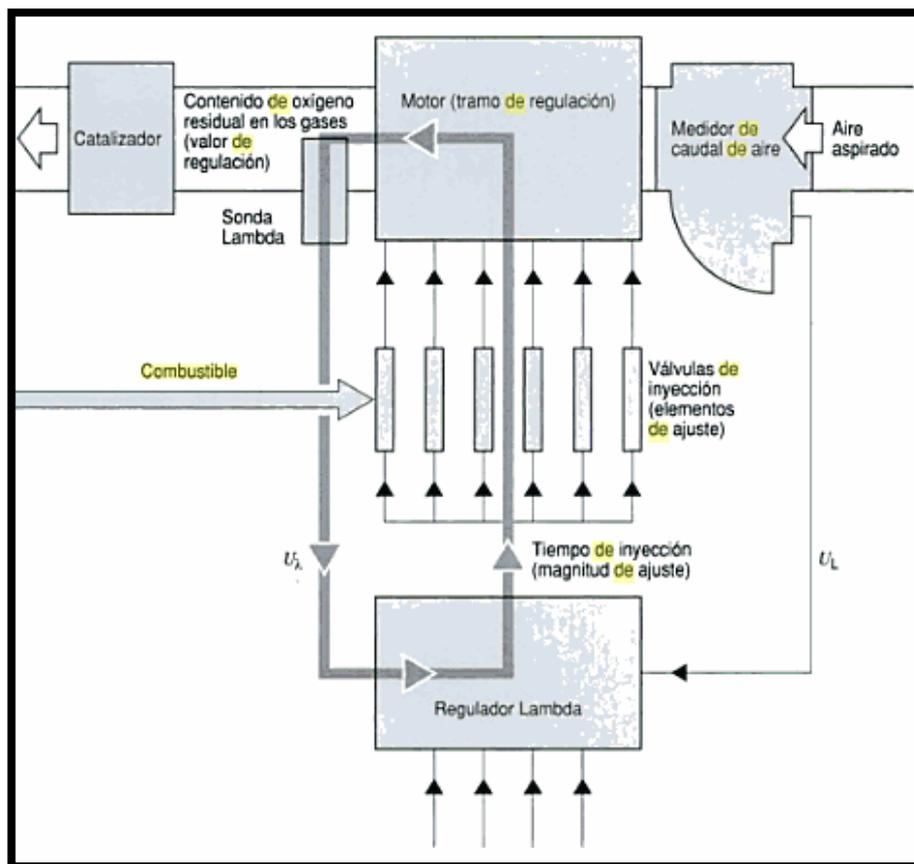


**Figura 15 Sistema de encendido**

Fuente (TANAKA, 2006)

#### 2.4.5 Regulación lambda.

(Bosch R. , 2000) “Con la regulación lambda es posible mantener la relación aire y combustible con gran precisión al valor ideal de  $\lambda = 1$ . En la unidad de control electrónico se podrá comparar la señal de la sonda lambda con un valor teórico y se activa con ellos un regulador de dos puntos. La intervención en la dosificación de combustible se realiza a través de la duración de apertura de las válvulas de inyección.



**Figura 16 Sistema de regulación lambda**

**Fuente** (Bosch R. , 2000)

La figura 16. Muestra el circuito regulador lambda esta superpuesto al control de la mezcla. El caudal de inyección prescrito por el control de la mezcla es adaptado por la regulación lambda en forma óptima para la combustión". (pág. 29)

#### **2.4.6 Emisiones de escape.**

(Ribbens, 2008) "Los gases de escape están compuestos por el resultado de la combustión de la mezcla aire - combustible. La gasolina es una mezcla de compuestos químicos que se conocen como hidrocarburos. Durante el proceso de combustión elementos químicos como el hidrogeno y carbono se combinan con el oxígeno proveniente del aire, liberando energía calorífica formando varios compuestos químicos durante la combustión". (págs. 157 - 158)

#### **2.4.7 Consumo de combustible.**

(Ribbens, 2008) “Se conoce como la cantidad total de combustible que realiza el motor durante su funcionamiento, así como su empleo para el control de las emisiones, otra característica importante del control electrónico de los motores su capacidad para mejorar el ahorro de combustible.

El ahorro de combustible se establece en términos del kilometraje del motor promedio del combustible en kilómetros por galón para la producción de todos los modelos por los fabricantes. Es un requerimiento un poco complejo y se basa en las mediaciones del combustible durante un ciclo de recorrido estándar, prescrito y simulado”. (págs. 157 - 158)

#### **2.4.8 Corte de combustible.**

(Bosch R. , 2000) “El corte de combustible es la interrupción completa de la entrada de combustible al motor en régimen de retención, el consumo de combustible y la emisión de gases de escape. Cuando el conductor retira el pie del acelerador, el interruptor de la mariposa comunica al aparato de mando "mariposa cerrada". El número de revoluciones a partir del cual se suprimen los impulsos de inyección, se controla en función de la temperatura del motor”. (pág. 29)

#### **2.4.9 Limitación del número de revoluciones.**

(Bosch R. , 2000) “La limitación del número de revoluciones bloquea la entrada de combustible a las válvulas de inyección cuando se alcanza el régimen del motor máximo admisible. Al superarse este valor límite se suprimen las señales de inyección”. (pág. 29)



**Figura 17 Indicador de cuenta revoluciones**

## **2.5 Memorias de la unidad de control electrónica.**

Existen diversas unidades de control electrónico que poseen diferentes tipos de memorias de almacenamiento y procesamiento de datos los cuales permiten el correcto desarrollo y funcionamiento de la misma, en relación al motor de combustión interna entre ellas se podrá mencionar las siguientes:

### **2.5.1 Memoria volátil**

(Tocci & Widmer, 2003) “Se considera memoria volátil a cualquier tipo de memoria que requiera la aplicación de potencia eléctrica para almacenar información. Si se interrumpe la energía eléctrica se perderá toda la información almacenada en la memoria”. (págs. 665 - 666)

### **2.5.2 Memoria ROM**

(Tocci & Widmer, 2003) “La memoria ROM es aquella que realiza un trabajo que se supone cumplirá ciclos repetitivos.

En una memoria ROM se puede escribir "programar" sólo una vez y esta operación por lo general se lleva a cabo en la fábrica del dispositivo. Posteriormente la información de la memoria solo podrá ser de lectura.

Existen otros tipos de memorias ROM que en realidad son memorias principalmente de lectura, en las cuales se puede escribir más de una vez, pero la operación de escritura es más complicada que la de lectura y que no se realiza muy a menudo. Toda la Memoria ROM no es volátil y almacenará datos en ausencia de energía eléctrica". (págs. 665 - 666)

### **2.5.3 Memoria RAM**

(Tocci & Widmer, 2003) "Memoria en la cual la ubicación física real de una palabra de memoria no tiene efecto en el tiempo que toma para leer o escribir esa ubicación particular. En otras palabras, el tiempo de acceso es el mismo para cualquier dirección en la memoria, la mayoría de las memorias semiconductoras son RAM". (págs. 665 - 666)

(Tokheim, 2002) "Las memorias RAM son consideradas como memorias de escritura, ya que retiene un tiempo determinado la información y esta puede ser "llamada o recordada" en cualquier momento. Se dice entonces que se puede escribir información representada en números binarios (ceros y unos) que se encuentra en la memoria". (págs. 115 - 116)

### **2.5.4 Memoria de acceso Secuencial (SAM)**

(Tocci & Widmer, 2003) "Se caracteriza por ser un tipo de memoria en el cual el tiempo de acceso no es constante, sino que irá dependiendo de la ubicación de la dirección. Cuando la información requerida la cual está almacenada es encontrada por sucesión a través de todas las ubicaciones de direcciones hasta que se encuentre la dirección deseada". (págs. 665 - 666)

### 2.5.5 Memoria ROM Programable (PROM)

(Tocci & Widmer, 2003) “Estas memorias se caracterizan por ser denominados dispositivos "programables una sola vez", es decir no son programadas durante el proceso de manufactura, sin embargo una vez que se programa una prom no se podrá borrar ni reprogramar. Es decir si el programa de la memoria es defectuoso o hay que cambiarlo, se debe desechar la PROM”. (págs. 680 - 685)

### 2.5.6 Memoria ROM Programable y Borrable (EPROM)

(Tocci & Widmer, 2003) “Memoria que puede ser programada por el usuario, puede ser borrada y reprogramada las veces deseadas. Una vez programada la memoria eprom es una memoria no volátil que se caracterizará por mantener sus datos almacenados indefinidamente. Una vez que la memoria EPROM haya sido reprogramadas estas pueden ser borradas exponiéndolas a luz ultravioleta (UV) aplicada a través de una ventana en el paquete del chip”. (págs. 680 - 685)

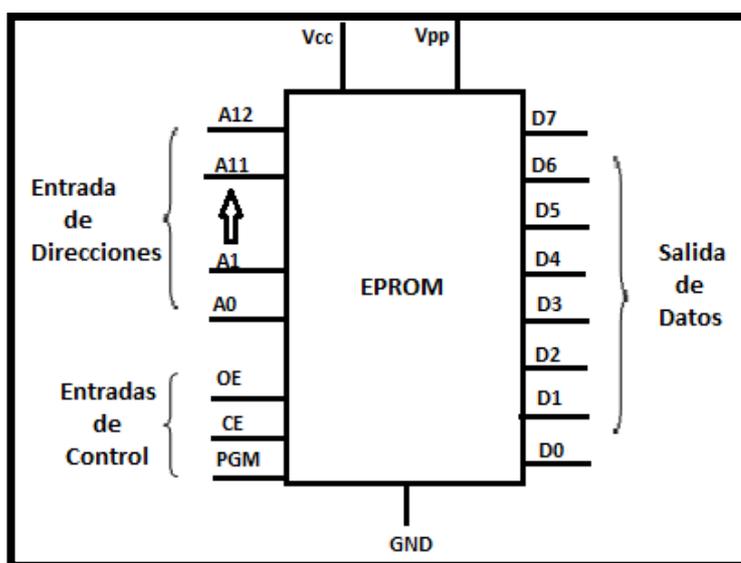
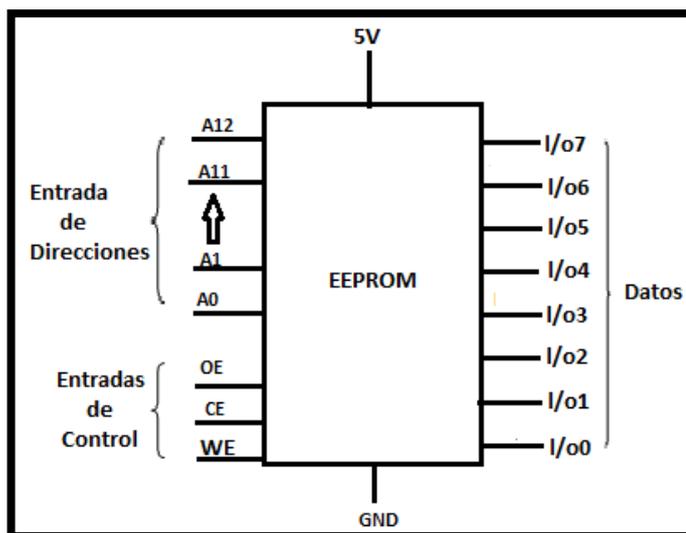


Figura 18 Memoria EPROM

### 2.5.7 Memoria ROM Programable Borrable (EEPROM)

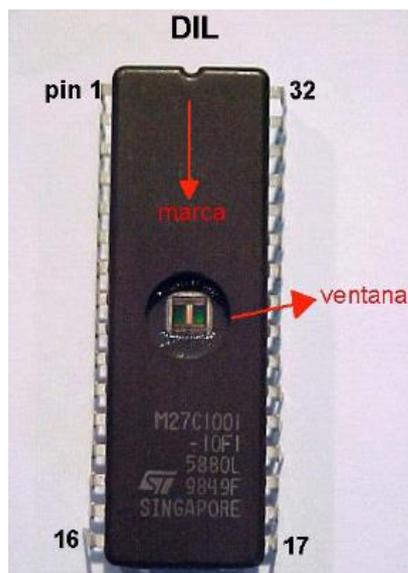
(Tocci & Widmer, 2003) “La memoria EEPROM posee la misma estructura de las memorias eprom, pero con la inclusión de una región de óxido muy delgada arriba del drenador de la celda de la memoria MOSFET. Esta modificación constituye la principal característica de la memoria y su capacidad de borrado eléctrico”. (págs. 680 - 685)



**Figura 19 Memoria EEPROM**

### 2.5.8 Memorias tipo DIL (Dual Input Line)

(Cise, 2015) “Este dispositivo fue uno de los primeros usados en vehículos equipados con inyección electrónica. Posee 2 líneas con pines de acceso, estas pueden ser de 28 o 32 pines. Una muesca se puede observar en su encapsulado, el mismo muestra la orientación de su numeración y la ubicación del pin número 1, se puede observar en la parte media del componente una ventana la cual se puede suprimir datos existentes por medio de luz ultravioleta”.



**Figura 20 Memoria DIL**

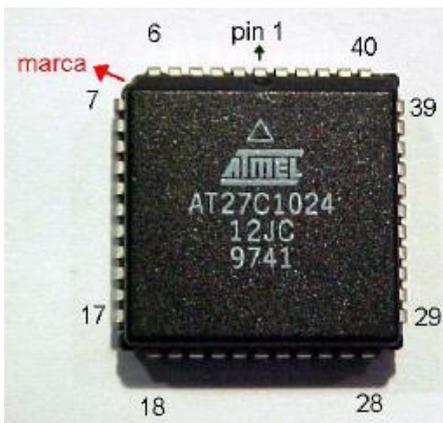
**Fuente (Cise, 2015)**

### **2.5.9 Memorias tipo PLCC (Plastic leader chip Carrier)**

(Cise, 2015) “Este tipo de memorias fue el segundo usado por las empresas automotrices, cuenta con un tamaño reducido y la configuración de sus pines envuelve los 4 lados a diferencia de la memoria tipo DIL la cantidad de pines puede ser de 32, 44 y 48.

Lo específico de esta configuración es que los pines se encuentran hacia adentro y su montaje es superficial a la placa principal. Esto simplifica el tamaño que ocupa en la placa principal y también aporta mayor capacidad en su interior. Memoria la cual permite ser borrada eléctricamente para luego poder ser reutilizada, mediante una programación.

En la parte lateral del dispositivo se encuentra una marca que indica la posición del pin 1. Puede ser encontrado y montado directamente sobre la placa como también sobre un zócalo, esto facilita su extracción y manejo”.

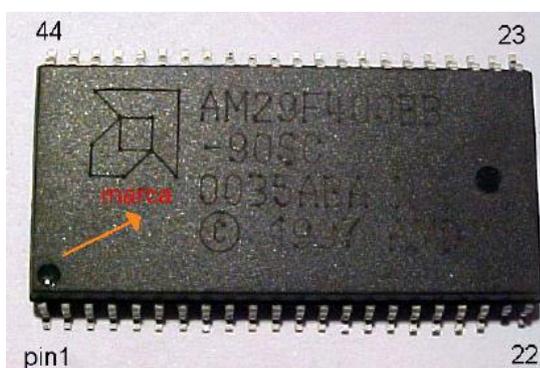


**Figura 21 Memoria PLCC**

Fuente (Cise, 2015)

### 2.5.10 Memorias tipo SOP (Small outline package)

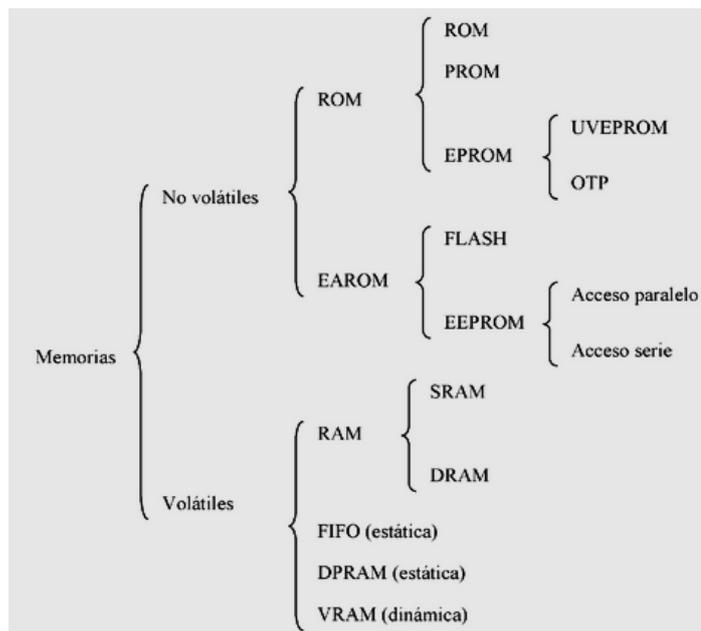
(Cise, 2015) “Este tipo de memorias es una de las más usadas hasta la actualidad en las empresas automotrices, posee una capacidad de 2 hasta 32 Mb. La cantidad de pines utilizados es de 44 o 48 terminales, también posee una marca la cual muestra la posición del pin 1”.



**Figura 22 Memoria SOP**

Fuente (Cise, 2015)

### 2.5.11 Clasificación general de memorias



**Figura 23 Clasificación de memorias**

**Fuente** (Zuloaga & Astarloa, 2008)

(Zuloaga & Astarloa, 2008) “Las memorias se clasifican en volátiles y no volátiles: Las memorias no volátiles se caracterizan ya que su información permanece inalterada aun cuando la memoria se quede se alimentación. Las memorias volátiles son aquellas cuya información puede alterarse ante una falta de alimentación.

Las memorias no volátiles se dividen en ROM y EAROM. Las memorias ROM son aquellas cuyo contenido es escrito en ellas a través de un sistema destinado para dicha finalidad, y las memorias EAROM son aquellas cuyo contenido puede ser alterado en el mismo circuito en el que se opera.

Las memorias ROM se clasifican a su vez en memoria ROM propiamente dichas, en memorias PROM y memorias EPROM. Las memorias ROM son aquellas cuya información es grabada internamente por el fabricante de la memoria. Las memorias PROM pueden ser grabadas por el usuario por el usuario, pero que no pueden ser borradas ni vueltas a grabar. Las memorias EPROM son aquellas que pueden ser grabadas y borradas por el usuario. Entre las memorias EPROM podemos encontrar dos

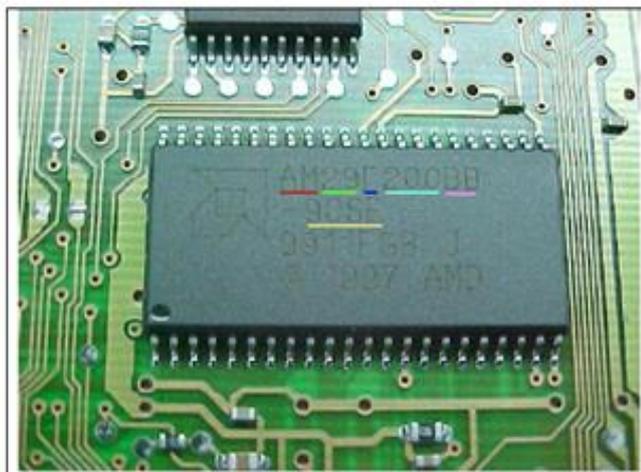
versiones, las UVEPROM o EPROM propiamente dicha, que pueden ser borradas por la exposición de la luz ultravioleta.

En las memorias EAROM encontramos dos variedades: las FLASH y las EEPROM; las memorias FLASH son aquellas cuya información puede ser alterada por el mismo circuito en que están siendo usadas, pero para ello tiene que ser parcialmente borrada en ciertas áreas o bloques. Las EEPROM, a diferencia de las memorias FLASH pueden ser borradas y grabadas dirección por dirección. Ambos tipos de memoria si bien son rápidas cuando se llena, suelen ser muy lentas en el momento de la escritura.

Las memorias volátiles vienen en varios tipos cuya utilidad depende de la aplicación. Así se tiene: las memorias RAM, las FIFO, las DPRAM y las VRAM. De estas las que más pertenecen al sistema automotriz son las memorias RAM. En las memorias RAM el contenido de la memoria puede ser alterado por el procesador en un proceso de escritura y puede ser leído en proceso de escritura, y todo ello a alta velocidad, por ello se utilizan para almacenar todos los datos variables en un sistema basado en procesador. Existen básicamente dos tipos de memorias RAM, las estáticas SRAM y las dinámicas DRAM. Las memorias SRAM mantienen su contenido sin alteración mientras la alimentación se halle conectada, por el contrario, en las DRAM el contenido debe ser actualizado cada cierto tiempo para que el contenido no se altere”. (págs. 76 - 79)

#### **2.5.12 Interpretación de nomenclatura en las memorias.**

(Augeri, 2015) “En cada una de las memorias programables que poseen los diferentes tipos de unidad de control electrónica en el campo automotriz, se pueden describir sus características por medio de los colores que representan sus prestaciones:



**Figura 24 Nomenclatura de memorias por colores**

**Fuente** (Augeri, 2015)

- **VERDE (29):** Para memorias colocadas en vehículos en su mayoría se encuentran en 2 tipos de familias No. 27 y No. 29, cada familia estructuralmente cumple condiciones; como la velocidad de acceso, condiciones de circuitos internos; como compuertas, estructuras, etc.
- **AZUL (F):** Seguido del tipo de familia se puede observar la letra "C = 5V", esto se refiere a su alimentación la cual dispone como indicador cuando una memoria posee siempre dicha característica, o la letra "F= flash" se refiere a que su borrado puede realizarse eléctricamente, se realiza mediante un programador de memorias EPROM, su ventaja es desarrollar las tensiones de las memorias y beneficios del flash y borrado en memorias DIL.
- **CELESTE (200):** Los números posteriores a su alimentación son la capacidad que posee la memoria, lo que puede almacenar internamente y pueden atribuir a las memorias DIL, PLCC Y SOP.
- **AMARILLO (-90):** El tiempo de acceso es el que se necesita para localizar y leer una información almacenada, el tiempo de acceso es una característica importante para determinar la velocidad de resolución de un sistema, conociendo el tiempo de acceso se puede predecir el tiempo necesario para procesar un trabajo".

## 2.6 Disposición de pines en las memorias.

Existen diferentes tipos de memorias las cuales poseen cada una un distinto número de características; por su estructura y su forma, estas mostrarán distintas capacidades de almacenamiento de datos, se mostrará la lectura y disposición de pines en la memoria:

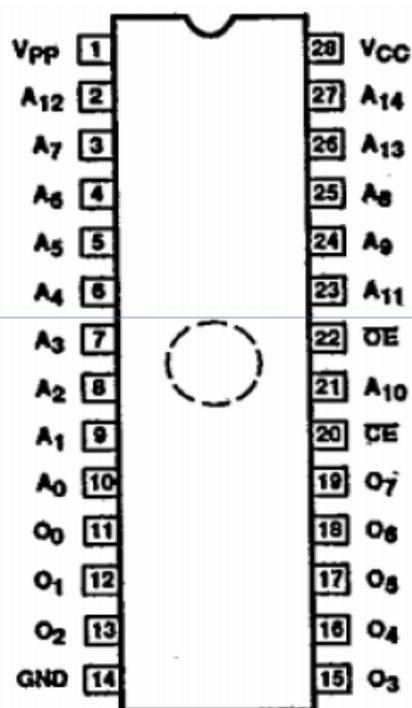


Figura 25 Memoria eprom paralela

Fuente (Augeri, 2015)

Tabla 7

### PIN NAMES (Disposición de Pines)

$A_0 - A_{14}$	Address
$O_0 - O_7$	Outputs
$\overline{OE}$	Output Enable
$\overline{CE}$	Chip Enable
$GND$	Ground
$V_{pp}$	Program Voltage
$V_{cc}$	Power Supply

Fuente (Augeri, 2015)

Por el número de dirección que posea cada una de las memorias, designarán a cada pin de lectura un dato, para comprobar el valor de la capacidad de almacenamiento de cada memoria:

- Direcciones asignadas de 15 pines que pueden asumir todas las posibilidades de combinación binaria (1 y/o 0).
- Datos asignados de 8 pines.
- La dirección se busca en 15 bits.
- Cantidad de direcciones:

$$2^{15} = 32768 \text{ direcciones}$$

- Cada dato es entregado en 8 bits.
- Capacidad de la memoria:

$$32768 * 8 = 262144 \text{ bits}$$

- Tomando en cuenta su equivalencia:

$$\frac{262144}{1024} = 256KB$$

**Tabla 8**

**Equivalencias de memorias**

1024k	1 Mb
2048k	2 Mb
4096k	4 Mb
8192k	8 Mb

**Fuente** (Augeri, 2015)

(Mejia, 2004) "Las "**Direcciones de entrada y salida**" son rangos de direcciones de memoria que la Unidad de Control tiene definidas para recibir y compartir información a los dispositivos y puertos de comunicación. Así

como la Unidad de Control tiene la capacidad para leer las direcciones de la memoria RAM, también puede escribir en dichas direcciones, ya que a cada dispositivo se le asigna una determinada dirección comprendida dentro de un cierto rango establecido”. (pág. 99)

## **2.7 Reprogramación de la unidad de control electrónico (UEC)**

(J2 Motor Mecánica, Potenciación y Diagnóstico, 2009) “La reprogramación es la optimización de los parámetros de la centralita o ECU, que realiza la gestión del motor, utiliza componentes similares a los de un ordenador común, microprocesadores, puertos de entrada y salida de datos y memorias (eprom y flash), en la reprogramación se puede variar los parámetros de la memoria eprom para mejorar el funcionamiento del motor de combustión interna hasta llegar al rendimiento deseado.

Cuando se realiza la reprogramación se puede modificar varios parámetros como: Aceleración, Avance de encendido, Inyección, Limitador de par, Limitador de revoluciones, Presión de turbo, en caso de vehículos con cajas automáticas también se pueden modificar los Shift point”.

(motor.es, 2014) “La reprogramación de La Unidad de Control se asocia totalmente a un cambio en la gestión electrónica de la inyección y encendido para aumentar el par motor y la potencia del propulsor, lo que se traduce en el aumento de prestaciones que mejoran las características de aceleración y recuperaciones de serie del motor. Este cambio es especialmente notable en motores con turbo compresor mientras que es poco ventajoso en motores de gasolina atmosféricos”.

## **2.8 Tipos de reprogramación.**

Por la finalidad y el objetivo que se desea cumplir, de acuerdo a la reprogramación y el tipo de centralitas automotrices, se han creado diferentes tipos de reprogramación las cuales permitirán que el usuario las pueda emplear teniendo en cuenta que muchas de las centralitas no podrán

ser reprogramadas directamente sin contar con diferentes procedimientos y/o elementos que permitirán el mejor empleo y análisis de los datos internos de las mismas.

### **2.8.1 Reprogramación “Ecu estándar”.**

Este tipo de reprogramación, se realiza directamente sobre los mapas característicos de inyección e ignición que son codificados y programados desde su fabricación.

Para realizar el proceso de modificación de los parámetros en las memorias en una UEC estándar se considera los siguientes pasos:

- En vehículos antiguos específicamente para que la información pueda ser leída por medio de un lector de memorias se toma en consideración desoldar la misma, este proceso a su vez requiere de experiencia para la manipulación ya que por lo contrario podría presentar daños en la información interna o físicamente.



**Figura 26 Extracción de la memoria desoldándola**

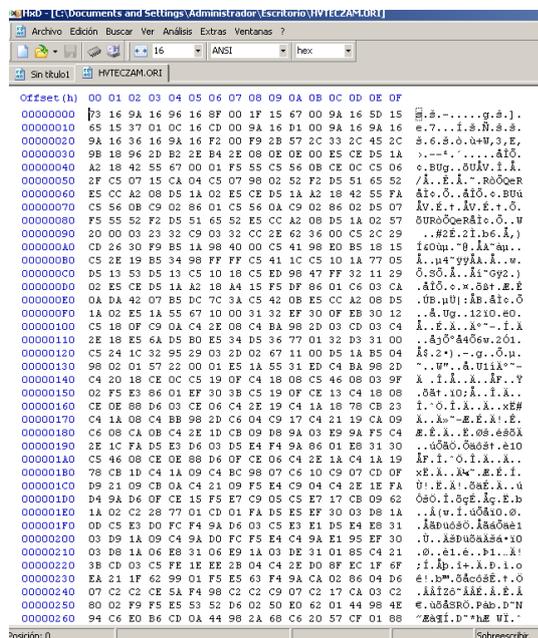
**Fuente** (Cise, 2015)

- Existen unidades de control que no necesitan realizar el desmontaje de las memorias desoldándolas ya que vienen incrustadas de fábrica en un sócalo, el cual permite su desmontaje con gran facilidad, y de la misma manera poder leer la información por medio de un programador de memorias.



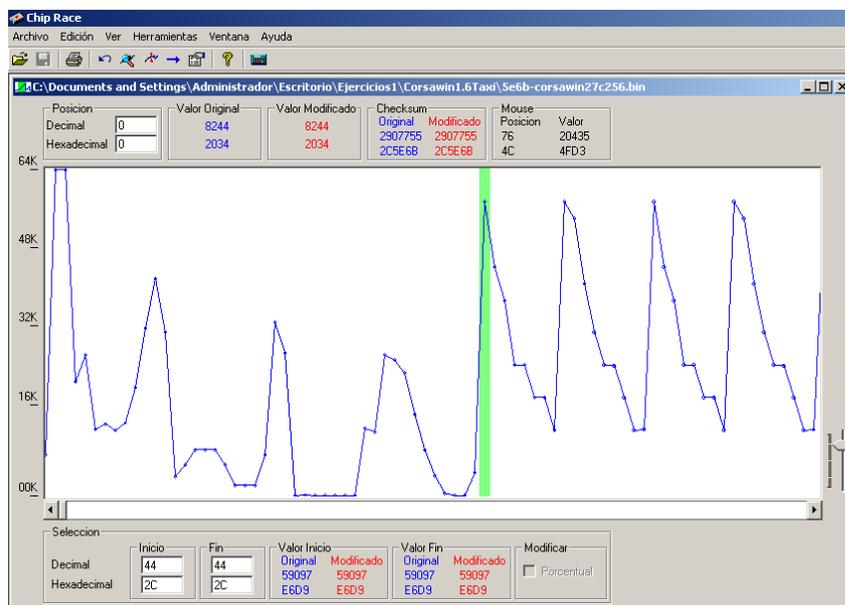
**Figura 27 Extracción de la memoria por sócalo**  
**Fuente (Cise, 2015)**

Cuando se realiza este tipo de reprogramación una vez que se ha realizado la extracción de las memorias, se toma en cuenta que para leer y modificar la información, estas necesitan un software dedicado o gráfico según sea la necesidad. Cabe mencionar que en el mercado existen un sin número de software que podrán ser útiles de acuerdo a la necesidad del usuario entre ellos se especifica los siguientes:



**Figura 28 Software "HxD" (Editor hexadecimal)**

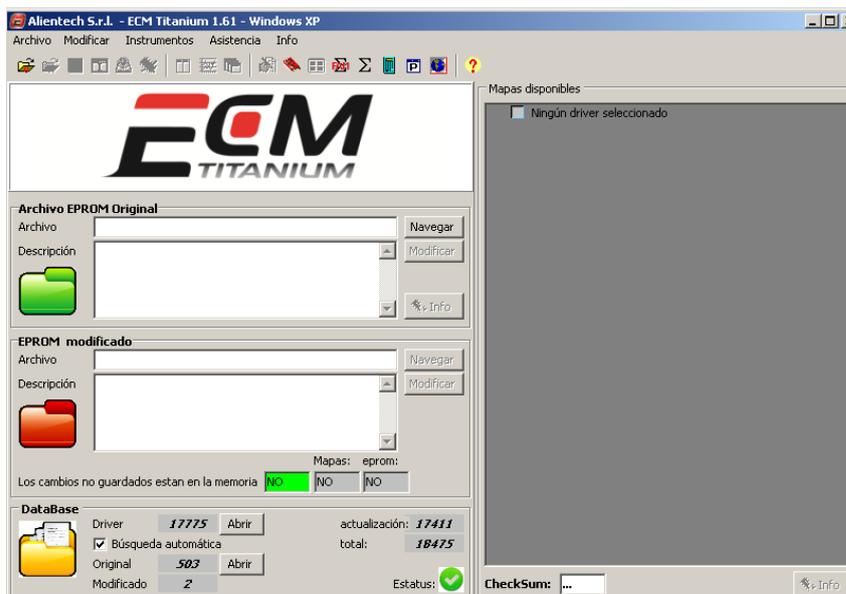
Una vez que el programador haya leído la información de la memoria, este software permite la modificación de la información en forma hexadecimal, la cual con previo conocimiento del mismo se puede variar los valores hexadecimales teniendo en cuenta lo sectores que se deseen variar.



**Figura 29 Software "CHIP RACE" (Editor gráfico)**

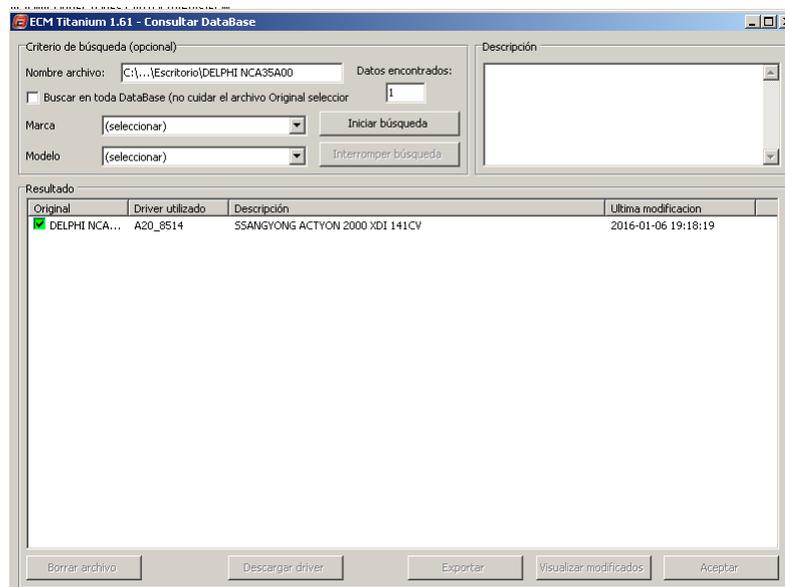
Este software es uno de los más usados ya que permite mostrar la información de la memoria en forma gráfica, dentro de cada una de las curvas específicas se podrá ir variando de acuerdo a la necesidad, se puede mencionar que la característica más importante de este software; es determinar el valor de checksum ajustarlo y evaluarlo de acuerdo a las variaciones que se vaya realizando en las curvas.

Uno del software más completo que se usa en este proceso se menciona el software "ECM TITANIUM", el proceso de su utilización se menciona a continuación:



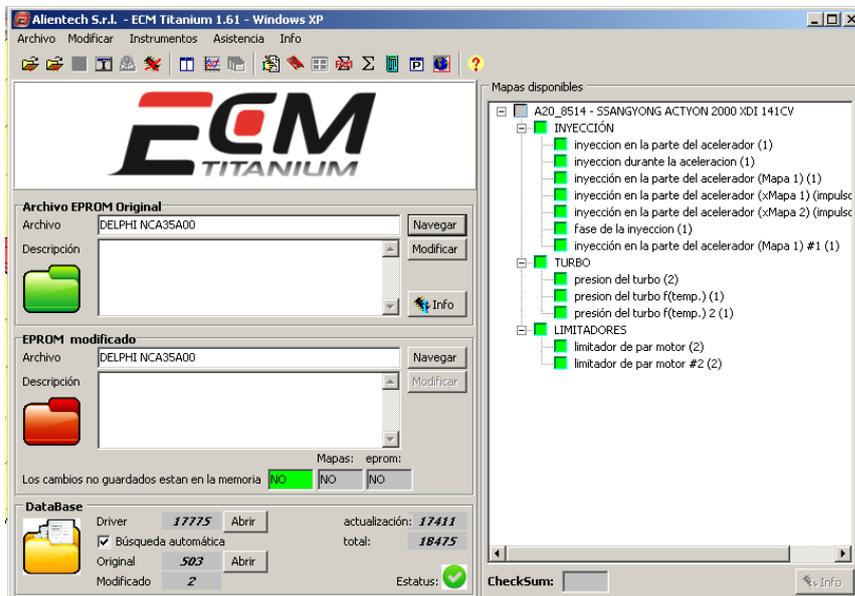
**Figura 30 Interface "ECM TITANIUM"**

En la opción "navegar" se selecciona el archivo de la información que fue leída en la memoria, el software automáticamente realiza la búsqueda en su base de datos del driver necesario para poder ejecutarlo:



**Figura 31 Selección de driver característico**

Una vez que se selecciona el driver, el software mostrará de acuerdo al tipo de información, driver y tipo de UEC, cuáles serán los parámetros que se pueden modificar:



**Figura 32 Parámetros establecidos**

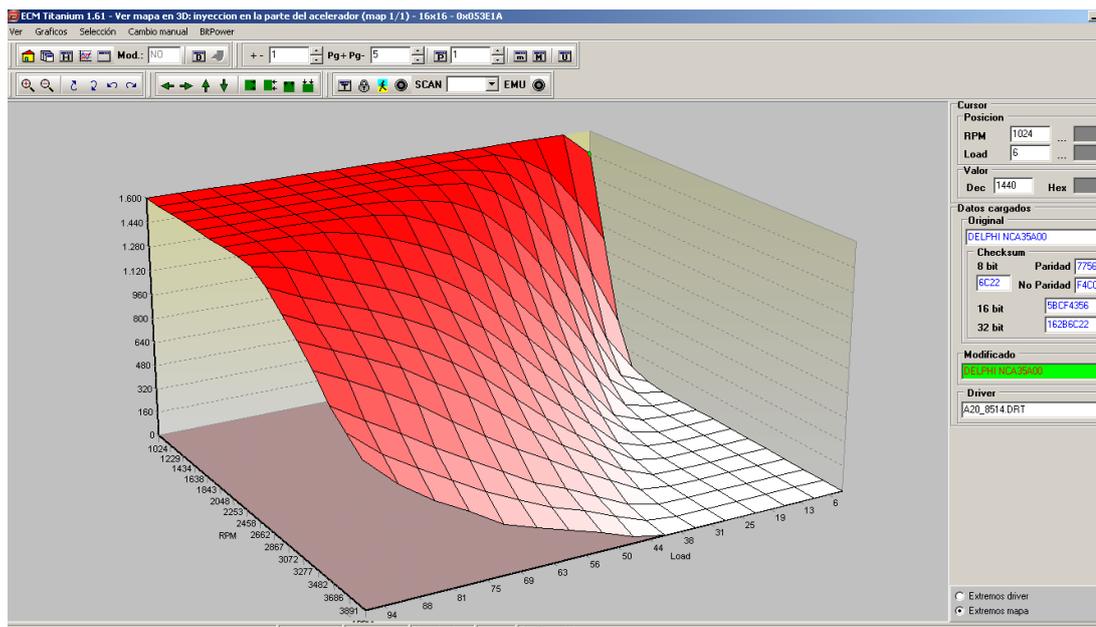
El software posee varias opciones de modificación entre ellas la tabla de modificación de parámetros Carga del motor VS RPM.

The screenshot shows the 'Editar mapas: inyección en la parte del acelerador - valores permitidos:0 - 65535 (0)' window in ECM Titanium 1.61. It displays a 2D table of engine load parameters versus RPM. The table has 17 columns for RPM values (1024, 1229, 1434, 1638, 1843, 2048, 2253, 2458, 2662, 2867, 3072, 3277, 3482, 3686, 3891, 4096) and 17 rows for Load values (6, 13, 19, 25, 31, 38, 44, 50, 56, 63, 69, 75, 81, 88, 94, 100). The table shows various load values for each RPM, with some values being 0 and others increasing as RPM increases.

Load\RPM	1024	1229	1434	1638	1843	2048	2253	2458	2662	2867	3072	3277	3482	3686	3891	4096
6	1440	876	338	56	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	1166	721	307	92	32	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	1600	1406	1129	724	408	171	51	14	0	0	0	0	0	0	0	0
25	1600	1527	1337	1043	734	476	274	95	44	15	0	0	0	0	0	0
31	1600	1600	1512	1316	1002	742	517	324	191	85	32	10	0	0	0	0
38	1600	1600	1570	1465	1246	980	737	543	378	254	160	89	30	4	0	0
44	1600	1600	1600	1561	1422	1199	952	745	566	415	298	216	134	56	21	0
50	1600	1600	1600	1579	1516	1363	1156	940	761	584	450	338	240	150	96	43
56	1600	1600	1600	1600	1560	1461	1306	1123	949	773	616	473	359	246	178	119
63	1600	1600	1600	1600	1589	1544	1404	1257	1099	941	790	634	474	334	252	183
69	1600	1600	1600	1600	1600	1580	1489	1350	1217	1078	931	782	602	448	342	246
75	1600	1600	1600	1600	1600	1595	1551	1435	1309	1183	1049	908	738	566	443	320
81	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1588	1510	1387	1276	1160	1037	876	688	561	444
88	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1568	1466	1352	1248	1138	1002	816	680	557
94	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1592	1548	1431	1325	1228	1112	938	811	700
100	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1592	1524	1421	1321	1210	1070	979	894

**Figura 33 Tabla Carga VS RPM**

A su vez mostrará los mapas tridimensionales en forma gráfica en 3D como 2D, de acuerdo a la necesidad del usuario.



**Figura 34 Mapa de inyección en 3D**

## 2.8.2 Reprogramación “UEC programable”.

(Panadero, 2012) “Las UEC programables, se caracterizan ya que pueden ser modificadas como consecuencia de un cambio de algún componente del vehículo, lo cual deberá ser programado nuevamente para así configurar adecuadamente el comportamiento y rendimiento del vehículo. Estas unidades más modernas utilizan UEC con sistemas OBD-II, capaces así de poder ser programadas mediante puertos OBD de manera externa, pudiendo ser modificadas mediante el uso de un computador portátil conectado al vehículo, en el cual podrán visualizarse todas las características de funcionamiento del mismo y podrá modificarse, por ejemplo, la cantidad de combustible que se debe inyectar en el motor, la mezcla correcta de oxígeno y combustible o distintos parámetros claves necesarios en el vehículo”.

Se puede mencionar algunos de los parámetros los cuales las UEC programables son encargadas de modificar:

- **Ignición:** Precisa el tiempo y cuando las bujías deben disparar la chispa en el cilindro.

- **Límite de Revoluciones:** Precisa el máximo número de revoluciones por minuto que el motor puede alcanzar.
- **Alimentación de Combustible:** Determina un mayor aporte de combustible cuando el acelerador es presionado.
- **Sensor de Oxígeno (Sensor lambda):** La UEC posee datos permanentes del escape y así modificar la entrada de combustible para conseguir una combustión ideal.
- **Tiempo variable de Levas:** Comunica a la UEC como controlar las variables temporales en las levas de entrada y escape, en un sistema de distribución de levas variable.

### 2.8.3 Reprogramación flash.

(Fernandez, 2010) “Cada módulo es programado de fábrica con un software específico que permiten realizar ciertas funciones. Como por ejemplo dentro de la UEC existe un software que contiene cientos o incluso miles de parámetros para controlar el salto de chispa, la cantidad de combustible, velocidad de crucero, control de las emisiones, facilidad de conducción y el rendimiento del motor.

La actualización de software en estos módulos es conocida como "**Reprogramación flash**". En los concesionarios de automóviles nuevos, esta función es relativamente sencilla, porque los técnicos de servicio están conectados online a la fábrica de automóviles y poseen las herramientas especializadas de servicio del distribuidor dedicado a la reprogramación”.

- **Protocolo J2534**

(Fernandez, 2010) “En el 2000, la Agencia de protección ambiental EPA elaboró una investigación y decidió actuar. El EPA solicitó una norma que se desarrolló en el SAE J2534 que dio lugar a una especificación para que los fabricantes de automóviles que venden vehículos en los Estados Unidos deban cumplir.

La especificación J2534 original fue actualizada posteriormente a J2534-1 con el fin de apoyar a todos los fabricantes de automóviles.

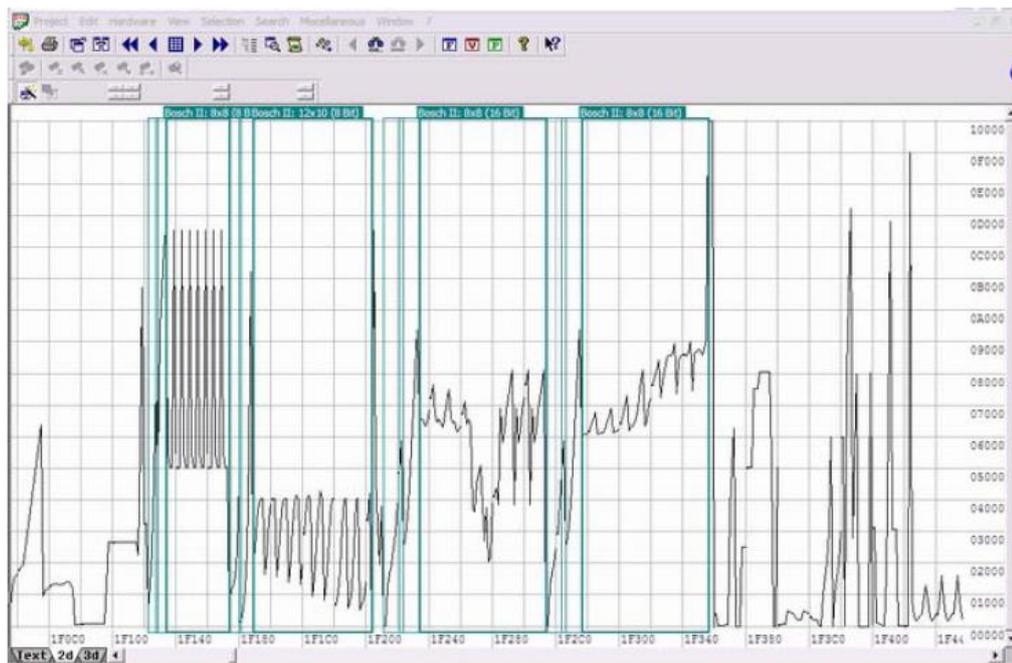
El Flasher J2534 utiliza los archivos de calibración suministrados por el fabricante, disponible en sus respectivas páginas web, para realizar esta función directamente en su tienda. De paso a través de la tecnología también se libera la herramienta de análisis de diagnóstico de vehículos rentables.

Todas las marcas y modelos de ecus para reprogramación están utilizando la interfaz de J2534. Totalmente compatible con J2534-1, incluyendo chasis y muchos controladores de sistema. Este mandato entró en vigor a partir del 2004, pero muchos fabricantes han decidido ofrecer J2534-1 como soporte técnico para vehículos de más de 2004 vehículos e incluso para modelos desde el 1996”.

## **2.9 Software compatible para la interpretación de datos.**

### **2.9.1 Software genérico:**

(Cise, 2015) “Estos software son los que permiten trabajar con todos los datos contenidos en la memoria, se pueden modificar todos los datos contenidos en la misma. Son usados por los reprogramadores que poseen experiencia necesaria para la interpretación de toda la información contenida en el programa de la UEC del vehículo. Estos software estarán acompañados por otras herramientas como emuladores y analizadores lógicos que permitirán complementar este trabajo para la preparación final”.

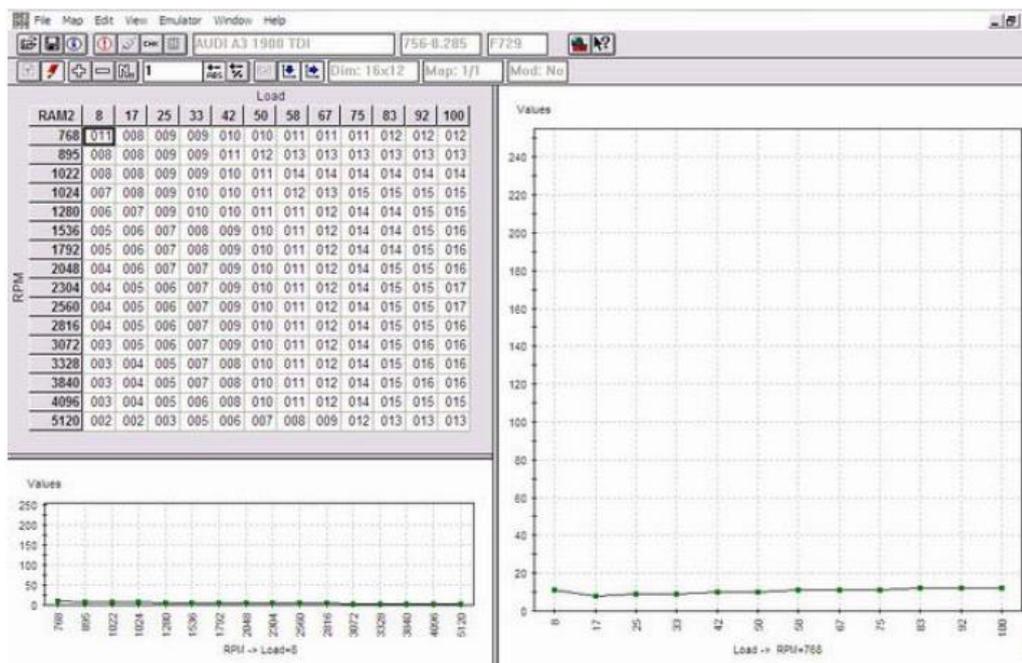


**Figura 35 Programa de software genérico**

**Fuente** (Cise, 2015)

### **2.9.2 Software dedicado.**

(Cise, 2015) “Este software posee la particularidad de sectorizar solo las partes a las cuales el software permita realizar el cambio, prefijando estos sectores para no cambiar algún otro dato que comprometa el buen funcionamiento del vehículo. Si bien parece más fácil su utilización, se tendrá que depender de las futuras actualizaciones para realizar este trabajo en alguna fila nueva en el mercado, este software posee un gran trabajo de investigación dado que entrega al usuario los datos ya ubicados y testeados para una mayor rapidez y precisión en el trabajo”.



**Figura 36 Software dedicado**

Fuente (Cise, 2015)

## 2.10 Tipos de software usados en la reprogramación de memorias.

Existe gran variedad de software que permiten modificar y reprogramar el diferente tipo de memorias que poseen la unidad de control, por medio de este software la información podrá ser leída, procesada y modificada:

La siguiente clasificación presentará los distintos tipos de software entre los cuales se clasifican en software genéricos que son empleados en la mayoría de modelos de memorias de los distintos modelos de vehículos, los software dedicados que son creados directamente para marcas de memorias y vehículos y que solo se pueden usar en ellos.

Los software genéricos permiten hacer uso de varias formas de reprogramación de una memoria ya sea con editores hexadecimales o a su vez con editores gráficos, cada uno de ellos posee distintas características de acuerdo a sus funciones.

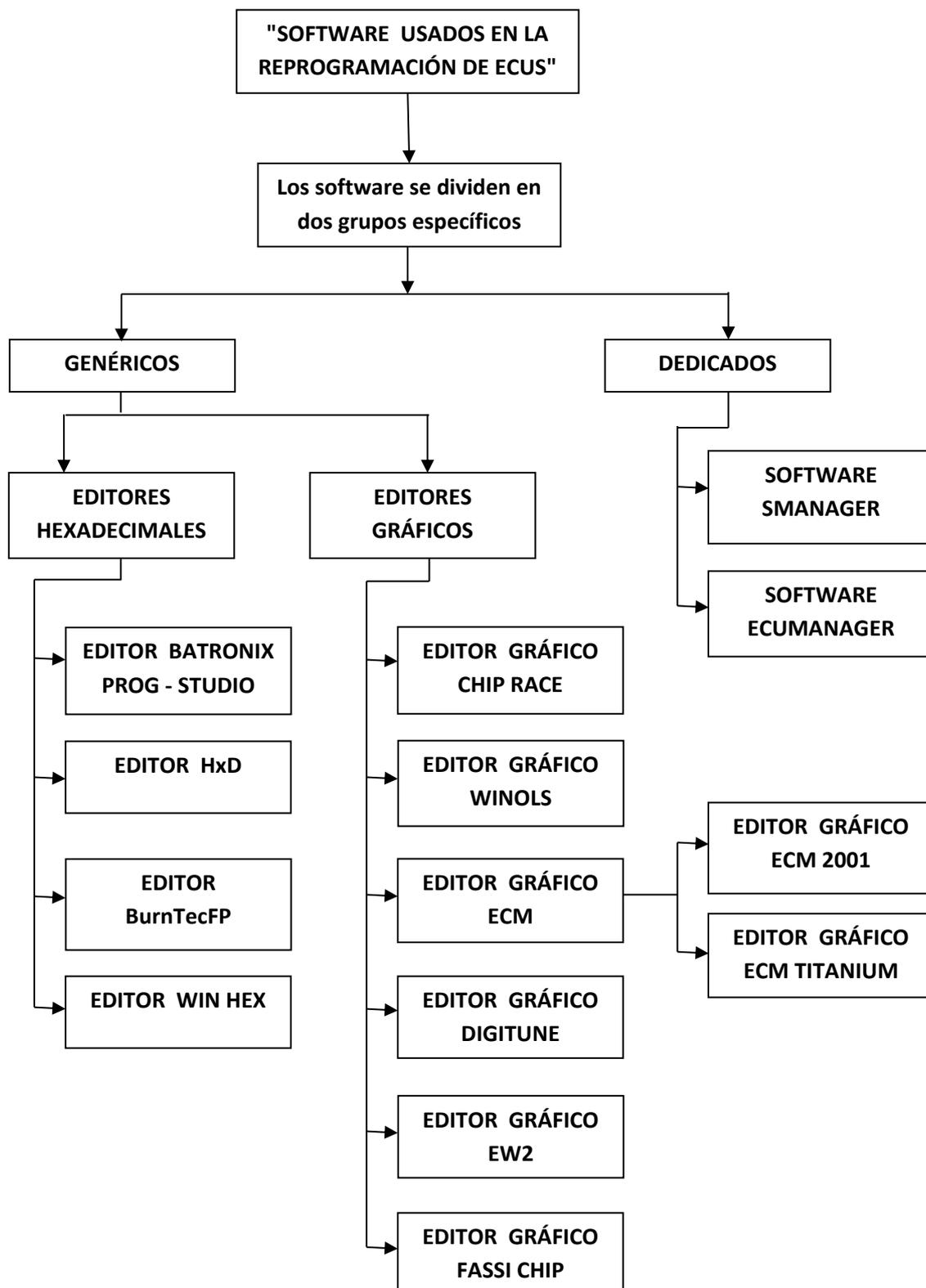


Figura 37 Clasificación de software de reprogramación

Entre los distintos software que se observó se expresará las funciones características de cada uno de ellos, sugiriendo los principales:

- **Editores hexadecimales:**

#### **2.10.1 Editor Batronix Prog - studio**

(BATRONIX, 1999 - 2016) “Este software editor hexadecimal, es un editor de código fuente que se desarrolló con el fin de permitir la codificación de los programas alcanzados por las tecnologías actuales, tales como código de plegado, líneas de marcado y el código resaltado, permite la maximización y minimización de los segmentos de código en forma hexadecimal”.

#### **2.10.2 Editor HxD**

(nexus, 2003 - 2015) “Permite la edición sin procesar y modificar la memoria principal (RAM), maneja archivos de cualquier tamaño. La interfaz ofrece características como buscar, reemplazar, exportar sumas de comprobación y la inserción de patrones de bytes la concatenación o la separación de archivos estadísticos”.

#### **2.10.3 Editor Win Hex**

Es un editor hexadecimal universal apropiado para informática hexadecimal, recuperación de archivos, peritaje informático, procesamiento de datos de bajo nivel y seguridad informática dentro de la modificación de valores hexadecimales en mapas de inyección y avance al encendido.

- **Editores gráficos:**

#### **2.10.4 Editor gráfico Chip Race**

Este editor gráfico permite la modificación de las curvas en forma gráfica, por medio de la selección de zonas en las cuales se va a modificar las curvas, el software automáticamente realiza la suma de valores binarios para determinar el checksum sin variar la suma total.

#### **2.10.5 Editor gráfico Winols**

(Electronic, 2016) “Permite realizar la búsqueda de mapas, que se pueden obtener de diferentes maneras para modificarlos. Al cambiar los datos se ofrecen diferentes funciones para editar los mapas. La representación total de datos está disponible en gráficos 2D o valores hexadecimales cambiando a decimales y la detección automática del procesador para distinguir entre el programa y el área de datos”.

#### **2.10.6 Editor gráfico ECM**

Los editores ECM constan de varias versiones que ofrece esta marca al mercado automotriz, los más conocidos son el ECM 2001 el cual permite que se pueda modificar curvas en 2D realizando una comparación entre datos ya modificados este software modifica las secciones seleccionadas. El ECM TITANIUM es más amigable con el usuario ya que el software busca el driver específico de la memoria y presenta directamente las opciones de modificación mediante mapas tridimensionales y valores numéricos.

#### **2.10.7 Editor gráfico Digitune**

Editor gráfico que permite la modificación de curvas en 2D, este editor permite localizar el checksum y por medio de la selección de del tipo de memorias de acuerdo a los fabricantes, este determina el valor de los grados

de adelanto que posee los distintos motores.

### **2.10.8 Editor gráfico EW2**

(Sulvusoft, 2011 - 2016) “Los controladores gráficos EW2 es un software que permiten que el equipo se comuniquen con el software del sistema operativo, provee de la selección de zonas a modificar en forma gráfica. La opción que se recomienda es mantener el software Optima EW2 actualizado para prevenir fallos y maximizar el desempeño del equipo y del sistema”.

- **Software dedicados**

### **2.10.9 Software SManager**

El software SManager es software dedicado, creado especialmente para el uso en vehículos honda, un editor gráfico que presenta mapas en 2D y 3D para la reprogramación de inyección de combustible y avance de encendido a su vez muestra opciones de modificación de parámetros para la compensación del funcionamiento del motor por medio de la función de sensores.

### **2.10.10 Software Ecu Manager**

Este software permite la modificación de curvas de inyección de combustible e ignición, esta variación se realiza en computadoras programables como Haltech.

### **2.11 Programadores de memorias eprom.**

(Cise, 2015) “Dispositivos electrónicos que permiten realizar la lectura y programación de la información contenida en los diferentes tipos de memorias. Este procedimiento se realiza mediante un programador de memorias eprom”.

### 2.11.1 Programadores de banco.

(Cise, 2015) “Son aquellos dispositivos que se usan para medianas y grandes producciones de trabajo, su gran velocidad permite programar y borrar memoria en segundos, su conexión se realiza mediante un puerto paralelo o serial, permite la identificación automática del componente en el cual se va a realizar la lectura, su tamaño es considerable y su alimentación es por medio de una red eléctrica de 110V - 220V”.



**Figura 38 Programador de banco**

**Fuente (Cise, 2015)**

### 2.11.2 Programadores portátiles

(Cise, 2015) “Su tamaño es reducido, se utiliza para trabajos de baja producción, su velocidad está limitada, puede programar y borrar memorias en minutos, su traslado es mediante baterías para su alimentación, no posee lecturas automáticas de los componentes, su conexión se realiza por puertos paralelos o USB”.



**Figura 39 Programador portátil**

**Fuente (Cise, 2015)**

(Cise, 2015) “Cada programador posee su propio software de trabajo, en torno al sistema operativo "Windows" y su interpretación es muy similar uno al otro. En su entorno principal se encuentra la matriz de datos hexadecimal, las direcciones correspondientes a la memoria, su work space o lugar de trabajo dirigido a la PC y la información de trabajo del programador”.



**Figura 40 Software de los programadores**

**Fuente (Cise, 2015)**

### 2.11.3 Borradores de eprom

(Cise, 2015) “El funcionamiento de este dispositivo se lo realiza mediante luz ultravioleta, posee permanencia programada para borrar información de memorias DIL, este tipo de memorias poseen una ventana de acceso la cual al recibir luz ultravioleta borra los datos internos de la memoria, su exposición está calculada entre 20 y 30 minutos para su completo vaciado.

Existen diferentes tipos de programadores; portátiles que su funcionamiento es a base de baterías y de banco que se conectan a una línea eléctrica, existen distintos tipos de tamaño, con la capacidad de poder borrar varias memorias a la vez”.



**Figura 41 Borrador de memorias**

**Fuente (Cise, 2015)**

### 2.12 Interpretación de lenguajes y sus equivalentes.

La interpretación de lectura se podría realizar en distintos sistemas numéricos, en general la información contenida en la memoria se la traducirá en lenguaje hexadecimal; a continuación una breve descripción de los sistemas numéricos y su equivalencia:

### 2.12.1 Sistemas numéricos.

(Cise, 2015) “El sistema numérico que se usa comúnmente es el sistema decimal, pero este sistema claramente no es conveniente para sistemas electrónicos, debido a que la información se maneja en forma codificada es decir en forma de bits encendidos o apagados; esta forma de codificación presenta la necesidad de conocer el cálculo posicional que permita expresar un número en cualquier base que se necesite”.

### 2.12.2 Conversión de números binarios a decimales.

(Cise, 2015) “De acuerdo al uso de un lenguaje ensamblador puede surgir la necesidad de realizar la conversión de números del sistema binario, que son empleados por computadoras, al sistema decimal usado en diferentes procesos. El sistema binario está basado únicamente en dos condiciones o estados ya sea encendido representado en (1) o apagado representado en (0), por tanto su base es dos.

Para realizar la conversión se puede usar la fórmula de valor posicional:

Por ejemplo, si se tiene el número binario 10011, su lectura se realizará de derecha a izquierda, cada dígito se lo multiplicará por su base elevada a la nueva posición que ocupan”:

**Número Binario:** 1 1 0 0 1

$$\begin{aligned} \text{Número Decimal: } & (1 * 2^0) + (1 * 2^1) + (0 * 2^2) + (0 * 2^3) + (1 * 2^4) \\ & = 1 + 2 + 0 + 0 + 16 = 19 \text{ decimal.} \end{aligned}$$

### 2.12.3 Conversión de números decimales a binarios.

(Cise, 2015) “Este método utiliza la división sucesiva entre 2, tomando en cuenta los residuos como dígito binario y el resultado como la siguiente cantidad a dividir”:

$$43/2 = 21 \text{ su residuo es } 1$$

$$21/2 = 10 \text{ su residuo es } 1$$

$$10/2 = 5 \text{ su residuo es } 0$$

$$5/2 = 2 \text{ su residuo es } 1$$

$$2/2 = 1 \text{ su residuo es } 0$$

$$1/2 = 0 \text{ su residuo es } 1$$

La lectura del número obtenido es de abajo hacia arriba, se tiene como resultado el número binario 101011.

### 2.12.4 Sistema hexadecimal.

(Cise, 2015) “El sistema hexadecimal posee 16 dígitos que van desde 0 a 9 y de la letra A hasta F (estas letras representan los números de 10 a 15), por tanto se cuenta (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F).

La conversión entre numeración binaria y hexadecimal es sencilla, en primera instancia para la conversión de un número binario a hexadecimal es dividirlo en grupos de 4 bits, empezando de derecha a izquierda. En caso de que el último grupo sea menor de 4 bits se suplirán los faltantes con el número 0”.

### 2.12.5 Interpretación y proceso de trabajo.

(Cise, 2015) “Se debe interpretar la información contenida dentro de la memoria, la misma que se encontrará en sistema hexadecimal mediante la

lectura del programador. Por lo tanto se puede decir que sería un arduo trabajo interpretar y llegar a encontrar los datos contenidos en la memoria en forma hexadecimal, en la matriz de un software de un programador específico, su contenido es demasiado largo de recorrer y no se podría obtener alguna forma de encontrar los datos para proceder a su modificación”.

(Cise, 2015) “Los datos obtenidos en la memoria son utilizados por el microprocesador para informar un instante de conducción, y encontrar para un determinado giro del motor, vacío del motor, temperatura del motor, temperatura de admisión, posición del acelerador, estado de oxígeno de los gases de escape, determinar y encontrar un correcto grado de avance para el encendido, dosificación de combustible y alguna otra información que la UEC considere importante, acorde al instante de funcionamiento.

Este proceso se realiza por cada instante a una velocidad por el técnico inalcanzable de interpretar, este trabajo es la búsqueda de conformar y encontrar la mejor función del motor del vehículo, cada fabricante vuelca sobre la memoria los datos correspondientes para que pueda realizar y encontrar de toda esta información, las distintas posibilidades que puede producirse en el manejo del vehículo. Esto significa que para cada conjunto de datos recibidos de los distintos sensores analizará, buscará en la memoria y procesará la mejor alternativa para ese instante, este trabajo se realiza indefinidamente en el tiempo mientras el auto permanezca en marcha”.

Por lo tanto se tiene como datos validos las direcciones dentro de las memorias, estas serán de mayor a menor cantidad dependiendo de su capacidad:

Tabla 9

## Capacidad de memorias

Capacidad de las memorias (K)	Tamaño (Bytes)	Posiciones hexadecimales
256	32768	0000 - 7FFF
512	65536	0000 - FFFF
1024	131072	0000 - 1FFFFF
2048	262144	0000 - 3FFFFFFF
4096	524288	0000 - 7FFFFFFF
8192	1048576	0000 - FFFFFFFF

Fuente (Cise, 2015)

Por cada dirección de memoria existe un dato hexadecimal correspondiente:

ADR:	00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F
000000	02 02 78 C0 E0 C0 D0 02 00 23 FF C0 E0 C0 D0 02
000010	00 A7 FF 10 73 04 D2 96
000020	C2 8E 32 D2 6B 75 D0 10 E5 8C AE 8A B5 8C F9 A9
000030	10 20 E7 0C 43 8C FC 24 FC C9 04 70 02 D2 69 C9
000040	C5 12 CE C5 13 C3 95 13 CE 95 12 78 04 A2 E7 13
000050	CE 13 CE D8 F8 FF A2 69 E9 13 C8 13 C8 13 C8 13
000060	9E FE E8 9F FF C2 69 78 00 D2 6A 20 37 34 C3 ED
000070	33 F9 EC 33 92 D5 D2 96 10 8E 09 F4 F5 8D E9 F4
000080	F5 8B 80 16 20 70 F4 20 8F F1 C5 8B C3 95 C5 8B
000090	C5 8D 95 8D F5 8D 40 02 A2 D5 92 73 C2 96 C2 8F
0000A0	D2 8E 00 D0 D0 ED 32 75 D0 18 C2 88 E5 8C 20 E7
0000B0	12 43 8C FC 05 10 E5 10 70 09 30 69 04 F5 6A 15
0000C0	10 D2 69 D2 A8 C0 F0 C0 83 C0 82 85 8A 82 D2 D5
0000D0	0E EE B4 14 02 7E 00 31 9D F9 EE 04 31 9D F5 83
0000E0	E0 B9 62 07 B4 7F 00 92 2F 80 2E B9 66 14 75 F0
000100	11 B4 04 00 92 45 40 1F B4 E8 00 B3 92 44 40 17
000110	60 17 B9 67 14 75 F0 79 B4 04 00 92 47 40 08 B4
000120	F8 00 B3 92 46 50 02 E5 F0 F7 10 D5 03 02 01 B3
000130	30 98 17 E5 99 20 9A 0B 53 98 F0 10 E7 05 F9 87
000140	99 80 07 53 98 F0 F9 E3 F5 99 E5 1C B4 01 13 E5
000150	1F 60 12 04 F8 30 27 06 C2 91 D2 92 00 04 C2 92
000160	D2 91 D8 05 08 C2 91 C2 92 30 6D 0F E5 1C B4 01
000170	0A 79 6E E3 F5 1D 60 0A C3 80 08 E5 1D 60 03 D5
000180	1D 03 D3 92 90 A2 97 20 5D 07 40 09 30 5F 09 D2
0001A0	5D 92 5F 80 03 30 5F F7 E5 1C B4 01 05 30 5C 02
0001B0	D2 B4 E5 8A 95 82 94 32 40 F8 02 00 D0 83 22 60
0001C0	62 61 62 63 62 64 62 65 62 60 62 66 62 67 62 64
0001D0	62 65 62 90 3B 00 30 6B 2A B2 0B 30 0B 23 E5 4E
0001E0	30 E7 01 04 54 0F F9 24 E0 20 0E 02 24 0A 93 85
0001F0	78 F0 A4 85 F0 78 E9 24 F4 93 85 7A F0 A4 85 F0
000200	7A C2 6B EB 14 F9 54 3F 70 05 E9 60 02 80 5F B2
000210	B5 DC 5B 7C 05 C2 6C C2 6D 1B EB 54 3F 70 08 7B
000220	CA D2 6D E2 6E 80 0A 64 05 70 06 DA 04 7A 14 D2
000230	6C 20 6F 3A D2 6F 12 02 77 75 D0 08 30 4F 19 AC
000240	6C AD 51 AE 5E AF 68 12 23 48 12 24 60 8C 6C 8D
	51 8E 5E 8F 68 02 02 3B 12 22 2F 30 52 08 30 6D
	0A 30 6E 07 80 03 30 5B 02 C2 B4 02 04 4A E5 1C

← CONJUNTO DE DIRECCIONES →

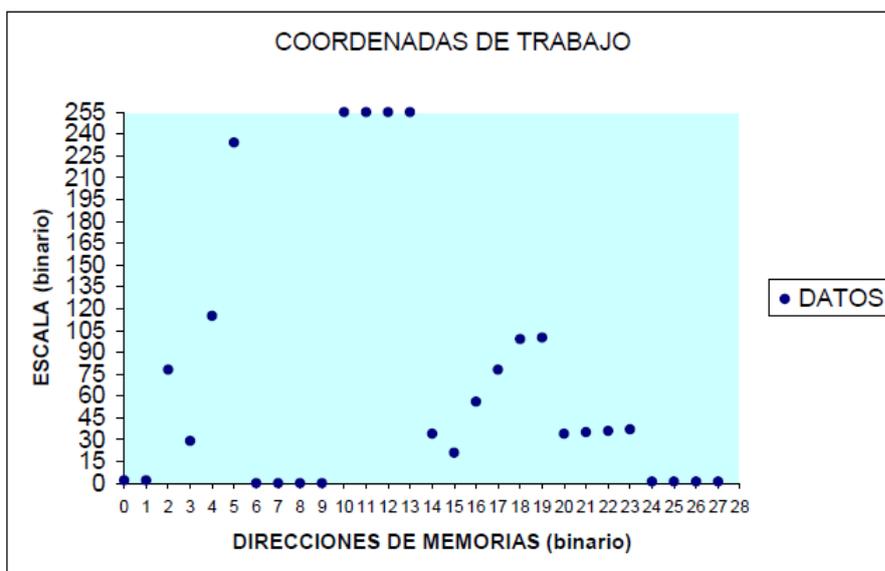
Figura 42 Conjunto de direcciones

Fuente (Cise, 2015)

(Cise, 2015) “Si tomamos una dirección al azar como ejemplo: 0012 (0000C0) se tendría como dato A7. Si se establece que el dato está contenido en cada dirección hexadecimal aun así podrá ser difícil su

interpretación lógica. Cambiar este tipo de datos a una traducción gráfica, sería una solución para la interpretación visual, Se tendría que situar toda la información a los dos ejes los cuales nos permitan observar los datos.

Se toma en cuenta 2 ejes de trabajo, sobre el primer eje "X" se encontrará todas las direcciones de las memorias, sobre el eje "Y" se colocará en la altura partiendo de 0 como dato de inicio y terminando en 255 correspondiente al dato máximo que puede almacenar una dirección de memoria. Se puede observar esta información también en sistema hexadecimal, pero por un lenguaje de interpretación en binario se puede manejar mejor esta información, así se obtendrá la siguiente grafica a simple vista este proceso”:



**Figura 43 Coordenadas de trabajo “puntos”**

**Fuente** (Cise, 2015)

Se obtendrá una nueva forma de observar la información de una manera más simple de interpretar, se realizará la unión de estos datos mediante un trazado entre puntos:



**Figura 44 Coordenadas de trabajo “unión de puntos”**

**Fuente** (Cise, 2015)

(Cise, 2015) “Mediante un software de programación se puede observar un entorno gráfico de la información, es decir una sucesiva unión de puntos entre las diferentes direcciones y de los datos contenidos, así obtendremos como resultado el recorrer toda la información y esta se traducirá en una sucesión de trazados más fácil de manejar”.

#### **2.12.6 Algoritmo de checksum.**

(Cise, 2015) “El sistema más simple de detección de errores es el llamado algoritmo de checksum, o suma de comprobación. Se basa simplemente en añadir al final del bloque de datos la suma de todos ellos. El receptor debe comprobar que este dato corresponde efectivamente con la suma de los datos recibidos. Cuando no se realiza este proceso se dice que ha ocurrido un error en la programación, en este caso se debe solicitar al transmisor que repita el bloque de datos”.

En consecuencia siendo el algoritmo la suma de todos los valores se obtiene un número de 4 dígitos, la suma determina la memoria y aparece cuando esta es de gran tamaño, donde existen espacios vacíos o números hexadecimales (FF).

Cuando se realiza la variación de los valores en los sistemas numéricos, se reemplaza las direcciones, pero se ubican de acuerdo al termino más alto y se toma en cuenta el algoritmo de checksum, se realiza la diferencia de los datos que se toman en cuenta, esta diferencia se reemplazará en los sectores planos (FF) que no serán leídos, con la finalidad de no producir variación alguna en sistemas numéricos de cada software y la memoria no varíe su tamaño.

### **Ejemplo:**

Números hexadecimales:

$$D80487 - D8045C = 2B \text{ (Diferencia de Valores)}$$

## **2.13 Tipos de UEC reprogramables.**

Se puede señalar que existen diversos tipos de UEC reprogramables las cuales poseen diferentes características que dependerán del tipo, empleo y vehículo a usar, dependiendo de la utilización se tomará en cuenta si su uso podrá ser en el ámbito deportivo del automovilismo o simplemente en el mejoramiento y confort del manejo diario, sin embargo cada una de estos elementos a mostrar, permitirán decidir qué es lo que se desea obtener, sin contar que por ser ECU programables externas tendrán mayores beneficios de facilidad de uso, no obstante, si se desea realizar la reprogramación en una ECU original de fábrica se tomarán en cuenta diferentes alternativas.

### **2.13.1 Sistema de control Haltech E6X.**

(Haltech, 2012) “Está diseñado para el control en tiempo real del motor tanto en encendido como en combustible, su instalación es posible en motores de 1 a 8 cilindros, ya sean aspirados o turboalimentados, además es adaptable para motores Wankel ( Motor Rotativo).

Con el equipo Haltech E6X es posible programar cada parámetro del motor para obtener el máximo rendimiento de la mecánica, ajustando la cartografía de inyección y encendido de acuerdo a las modificaciones realizadas”.



**Figura 45 ECU Haltech EX6**

**Fuente** (Haltech, 2012)

(Haltech, 2012) “El objetivo de sistema es mejorar el rendimiento mediante la modificación de:

- Control de curva de encendido.
- Control del sistema de inyección.
- Control electrónico de ralentí.
- Múltiples opciones configurables (luz de aviso de cambio de marcha, admisión y distribución variable).

La figura 45. Muestra la cartografía del mapa de combustible, el sistema se caracteriza por eliminar virtualmente el número de variables necesarias para programar el sistema, permitiendo manipular gráficos de barras mediante las teclas de cursor en el software del equipo, se puede modificar la cartografía del motor en cada punto de RPM del motor”.



**Figura 46 Mapa de combustible**

**Fuente** (Haltech, 2012)

### 2.13.2 Software de inyección Electromotive Tec 3r.

(Electromotive, 2008) “El software permite introducir parámetros del motor (tipo de inyector, potencia planteada, tipo de encendido, tipo de árbol de levas, etc.); y por intermedio del ayudante de programación genera un programa base que permite que el motor realice su trabajo con parámetros absolutamente básicos.

Las curvas de combustible, avance al encendido, radio de mezcla deseado, se establecen en una interface con las tablas de ajuste. Las tablas son ajustadas en una escala desde 8x8 hasta 16x16 celdas, ubicando los valores de carga versus los valores de revoluciones”.



**Figura 47 Sistema Electromotive TEC 3r**

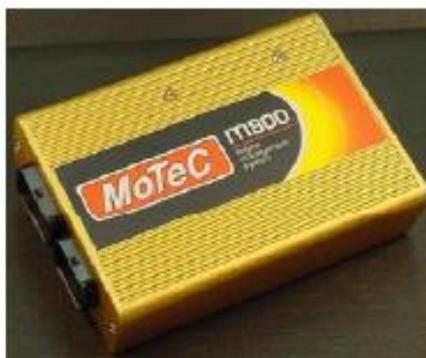
**Fuente** (Electromotive, 2008)

(Electromotive, 2008) “Entre las funciones específicas que cumple el dispositivo son:

- Grabación de información simultanea de 25 periféricos incluyendo: Ratio de Aire/ Combustible, porcentaje y tiempo de pulso de los inyectores, RPM y posición de la mariposa.
- Canales adicionales configurables para sensores auxiliares analógicos o digitales.
- Proporcionar el control completo de las funciones del motor, entregando una alta resolución de todas las funciones y ajustes mediante un interfaz de fácil uso”.

### 2.13.3 Sistema de control de inyección MOTEC M800

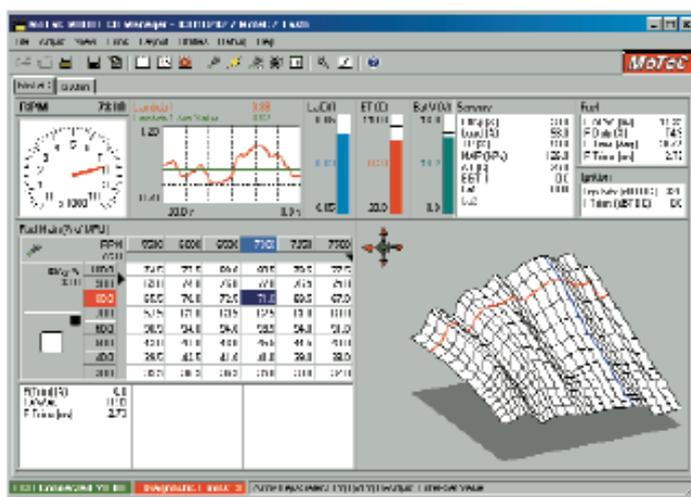
(Motec, 2010) “La principal función de un controlador programable o unidad de sistema de control es proporcionar el control completo del motor sobre todas las gamas posibles en condiciones de funcionamiento. El usuario puede proporcionar en cualquier sitio de carga y revoluciones la cantidad de combustible inyectado y la sincronización de encendido óptimo.



**Figura 48 Sistema de control de inyección MOTEC M800**

Fuente (Motec, 2010)

El control de inyección funciona sobre un sistema CAN, es decir puede ser capaz de enviar datos mediante el sistema BUS CAN hacia la pantalla de monitoreo o a otro dispositivo, Posee un formato de programación donde se puede definir plantillas de programación en las tablas de ajuste dependiendo el ajuste que se desea realizar”.



**Figura 49 Tabla de ajuste del controlador M800**

Fuente (Motec, 2010)

#### 2.13.4 HONDATA s300

(Alientech, 2015) “El s300 es un módulo enchufable a la centralita o ECU instalada de fábrica en los motores Honda, que amplía considerablemente las capacidades de la centralita suministrada de fábrica. Posee Inducción forzada, registro de datos, actualización de parámetros en tiempo real y protección del motor estas son algunas de las prestaciones del s300.

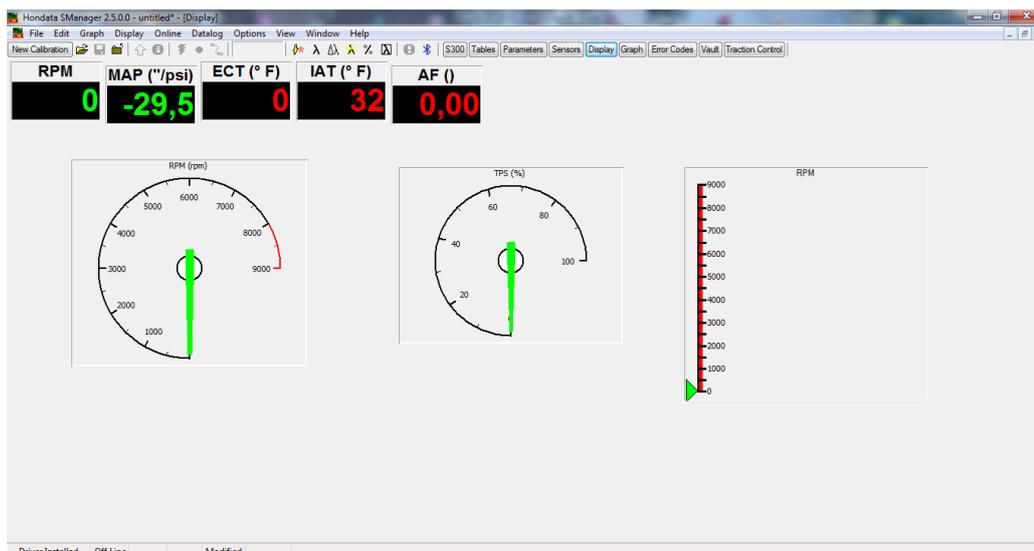


**Figura 50 Hondata S300**

**Fuente** (Alientech, 2015)

(Alientech, 2015) “El s300 utiliza conexión USB de alta velocidad tanto para los programas de calibración como para el registro de datos. Con el motor en marcha sin que eso afecte el funcionamiento del vehículo, eso significa que las calibraciones y los cambios pueden ser cargados en la centralita muy rápidamente, sin interrumpir la operación del motor”.

Los cambios realizados en el software SManager se cargan en la centralita instantáneamente y se pueden ver los efectos inmediatamente. El s300 no utiliza una EEPROM o equivalente, por lo que no es necesario abrir la centralita para cambiar chips o grabar ROMs. Cualquier parte de la centralita (incluida la totalidad de la ROM) puede ser rápidamente actualizada con el motor en marcha, sin que el motor empiece a fallar.



**Figura 51 SManager Hondata**

**Fuente (HONDATA, 2003 - 2014)**

Posee registro de datos al software SManager integrado a través del puerto USB. Utilizando el computador portátil los variados sensores de la centralita pueden ser vistos y registrados sus datos, graficados y guardados para un análisis posterior”.



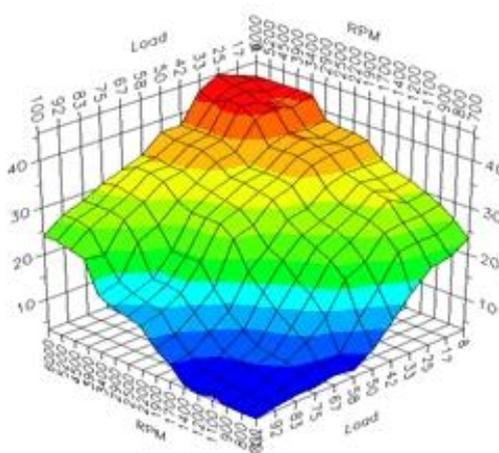
**Figura 52 Conexión USB HONDATA s300**

**Fuente (HONDATA, 2003 - 2014)**

(HONDATA, 2003 - 2014) “El s300 es una placa de circuito que se ajusta dentro de la ECU. Una ranura se corta en el lado de la ECU para el conector USB. La ECU utiliza diferentes clavijas de conexión (pines macho vs un socket)”.

(Alientech, 2015) “Adicionalmente posee una memoria flash interna que permite la grabación del registro de datos sin necesidad de un ordenador portátil para acceder posteriormente y bajar los datos al ordenador portátil. Múltiples grabaciones pueden realizarse y guardarse en el s300 por un total de 40 minutos de tiempo de registro de datos.

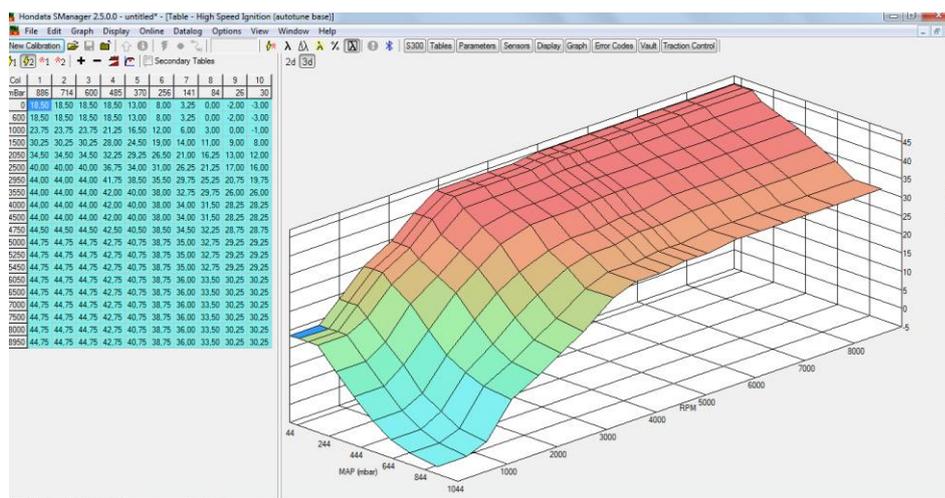
Un interruptor externo puede utilizarse para comenzar y detener las grabaciones o diferentes condiciones del motor pueden disparar la grabación. Por ejemplo en una carrera de aceleración el s300 puede fijarse para comenzar la grabación de datos cuando las rpm están cercanas a las óptimas de arranque y parar automáticamente cuando las rpm bajan de determinado nivel.



**Figura 53 Mapa tridimensional inyección de combustible**

**Fuente** (Alientech, 2015)

Cualquier sensor lineal MAP puede ser utilizado, usando un escalar y un offset para expresar las características del sensor MAP en presión. Para hacer esto necesitará los números de calibración del sensor MAP que proporciona el fabricante del sensor”.



**Figura 54 Cartografía de ignición**

Fuente (HONDATA, 2003 - 2014)

## 2.14 Mapas de reprogramación.

Los mapas de inyección y avance al encendido son tablas numéricas de valores y cartografías características del funcionamiento del motor, en las cuales se encuentran gráficos en tres y dos dimensiones en ejes de (x,y,z), valores que van en relación con el tiempo de ignición e inyección.

Las cartografías de encendido e inyección de combustible son introducidas en la unidad de control desde el fabricante para que, a través de las lecturas de los sensores (RPM, carga de acelerador, temperatura del aire, etc.) para determinar el mapa más lógico en función de las necesidades consumo de combustible, máxima potencia y torque deseados, parámetros que de acuerdo al tipo de memorias podrán ser modificados.

## 2.15 Ventajas y desventajas de la reprogramación de la unidad de control electrónico.

Entre las ventajas que ofrece una reprogramación electrónica:

- Se puede aumentar los parámetros característicos del motor de combustión interna por medio de la reprogramación obteniendo una dosis adicional de potencia.

- En la actualidad por medio de la reprogramación y la electrónica automotriz amigable con el usuario han permitido el ahorro de dinero al no necesitar modificaciones mecánicas para obtener un incremento de potencia extra en el motor.
- Dependiendo el tipo de reprogramación que se realice en la unidad de control se puede modificar distintos parámetros para mejorar el consumo de combustible siempre y cuando se realice en una conducción suave manteniendo el confort.
- Por medio de la reprogramación permitirá adaptar la respuesta del motor del vehículo a nuestro gusto y estilo de conducción, mediante la personalización de mapas, con una curva de par más plana, más potencia en la zona alta del cuentavueltas, etc.

Entre las desventajas que ofrece una reprogramación electrónica:

- Al hacer una reprogramación electrónica ésta depende de que tan agresiva sea la misma, una modificación exagerada podría ser más perjudicial para la parte mecánica por la exigencia a la que está sometida.
- Dependiendo del tipo de vehículos por lo general si es un motor atmosférico la reprogramación se notará apenas el cambio entre 5 y 15% dependiendo del motor, por lo contrario si el proceso se realiza en un motor sobrealimentado se obtendría mayores resultados.
- Al realizar una reprogramación de la unidad de control se dice que si se desea obtener mayores índices de potencia y torque por medio de la modificación de dichas curvas, no se podría esperar mantener y obtener un consumo de combustible de bajo nivel ya que las prestaciones que adquiere no serían las mismas.

## CAPÍTULO III

# REPROGRAMACIÓN DE LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICA

### 3.1 Introducción

Se determinó la composición de la unidad de control del vehículo, sus características y la factibilidad de la instalación del hardware seleccionado, se analizó las funciones de uso que el software dedicado presenta, el cual funciona como interfaz gráfica para la reprogramación y modificación de curvas.

Durante la reprogramación se obtuvo la información del microprocesador de la unidad de control por medio de la instalación del módulo lector Hondata S300, para lo cual se presentó la necesidad de instalación de distintos elementos electrónicos los cuales en conjunto permitieron facilitar la lectura de dicha información, para así procesar y modificar los valores y mapas tridimensionales.

Se analizó los mapas tridimensionales y su funcionamiento, de inyección de combustible, avance de encendido y a su vez los diferentes parámetros que el software emplea para modificar el funcionamiento del motor de combustión interna.

Una vez obtenido el mapa base del motor se realizó la modificación de las tablas de valores o incremento en los mapas por medio del aumento porcentual de valores, se observó un incremento de potencia, par (Torque) de acuerdo a las distintas reprogramaciones que se realizó en la unidad de control electrónica.

### **3.2 Consideraciones generales.**

En la reprogramación de la unidad de control electrónica, para los diferentes tipos de vehículos se emplea distintos tipos de reprogramación según sea el caso, para el vehículo honda civic si, se empleó un software dedicado y a su vez un módulo enchufable a la centralita o UEC instalada de fábrica.

Por sus características el módulo lector enchufable en la centralita, permitió registrar datos, actualizar parámetros en tiempo real y la protección del motor; consideraciones que se tomaron al momento de realizar las diferentes reprogramaciones en la unidad de control electrónica.

Una vez que se realizó las diferentes reprogramaciones en los mapas cartográficos de inyección e ignición y demás, se consideró principalmente el límite de carga de combustible, adelanto de encendido, carga de motor y ciclos de trabajo; que el mismo puede soportar cuando se realiza estas modificaciones en el aumento de estos parámetros, ya que por ser un motor que mecánicamente no ha sido trabajado debe mantener el correcto funcionamiento y confort, con el objetivo de evitar desgastes prematuros, posibles deterioros y daños en la parte mecánica del motor.

### **3.3 Características del sistema.**

#### **3.3.1 Características de la unidad de control electrónica.**

Entre las principales características que posee la unidad de control electrónico se puede mencionar:

- Posee una conexión OBD1 (On Board Diagnostics) es un sistema de diagnóstico a bordo.

- ECU Honda (denshigiken) serie 37820 - P06 - A00:



Figura 55 ECU HONDA P06

**37820:** Numeración que ECU HONDA posee en todas sus versiones.

**P06:** Modelo de motor

**A00:** "A" se utiliza generalmente por US ECU. "G" es europeo, y "J" es japonés. El segundo dígito "0" significa transmisión manual, el dígito "5" significa transmisión automática, y el último dígito "1" es el número de versión.



Figura 56 Numeración de la ECU HONDA

- **Microprocesador OKI M66207 - 229.**

(Ribbens, 2008) “Un microprocesador es el núcleo operativo de una microcomputadora y tiene una amplia aplicación en los sistemas electrónicos automotrices. Incorpora una combinación relativamente compleja de circuitos digitales, circuitos y lógica de decodificación”.

(DATASHEET, 2003 - 2016) “El MSM66207 es un microcontrolador de alto rendimiento que emplea OKI CPU nX-8/200. Este chip incluye una CPU de 16 bits, memorias ROM y RAM, puertos I/O, multifunción, convertidor de 10 bits A/D, Serial I/O del puerto, y el pulso modulador de anchura (PWM)”.



**Figura 57 Microprocesador OKI M66207 – 229**

- **Memoria paralela (Flash) OKI M82C55A - 2.**

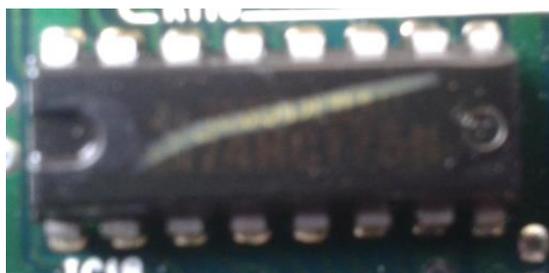
(DATASHEET, 2003 - 2016) “El MSM82C55A-2 es un dispositivo de interfaz programable I/O que funciona a alta velocidad y de bajo consumo de energía debido a su tecnología CMOS de compuerta de silicio. Es el mejor ajuste como un puerto I/O en un sistema que emplea 8 bits de procesamiento. Este dispositivo tiene 24 bits I/O equivalentes a tres puertos de 8 bits de I/O y todas las entradas / salidas de interfaz TTL son compatibles”.



**Figura 58 Memoria paralela OKI M82C55A - 2**

- **Memoria serial 74HC175.**

(DATASHEET, 2003 - 2016) "La memoria 74HC175 son dispositivos de alta velocidad de dispositivos CMOS de compuertas, son pines compatibles con TTL de baja potencia. Se especifican en conformidad con la norma JEDEC no. 7A."



**Figura 59 Memoria serial 74HC175N**

### **3.3.2 Características del vehículo.**

El vehículo Honda Civic SI, en el cual se realizó la reprogramación presenta a continuación las siguientes prestaciones:

Tabla 10

## Especificaciones "Motor Honda D16A9"

<b>Cilindrada</b> : 1590 cm <sup>3</sup>
<b>Diámetro y carrera</b> : 75 mm X 90 mm
<b>Compresión</b> : 9.5:1
<b>Potencia</b> : 130 hp (97 KW) @ 6.800 rpm
<b>Torque</b> : 108 ft-lbf (146 N.m) @ 5.900 rpm
<b>Tren de válvulas</b> : DOHC 16v
<b>Línea Roja</b> : 7.200 rpm
<b>Límite</b> : 7.500 rpm
<b>Corte de inyección</b> : 7800 rpm
<b>Control de combustible</b> : OBD-0 MPFI (92-95 OBD-1)
<b>Código ECU</b> : PM7 (92-95 P06)
<b>Transmisión</b> : L3 Cable tipo (92- 95 S20)

**Fuente** (Tech.com, 2008)

La Tabla 10. Presenta los datos generales que posee el motor del vehículo Honda Civic D16A9, el cual consta de diferentes características las más comunes:

EL motor D16A9 posee un sistema de inyección multipunto MPFI el cual consta con un inyector por cilindro cuyo valor de volumen de caudal es de 240cc, controlado por una unidad de control electrónico (ECU honda (denshigiken) serie 37820 - P06 - A00), el cual permitirá la dosificación de combustible. Ver Anexo 1.

El motor consta de una potencia de 130 hp (97 kW) @ 6.800 rpm, y un torque de 108 ft-lbf (146 N.m) @ 5.900 rpm. Estos son valores nominales que el motor pudiese alcanzar, teniendo en cuenta que dicho motor se encuentre en óptimas condiciones de funcionamiento.

Posee un sistema de encendido electrónico convencional, de distribuidor y una sola bobina de encendido (ésta puede estar localizada dentro o fuera del

distribuidor) cada uno con bujías individuales para cada cilindro. Ver Anexo 2.

### 3.3.3 Sensores y actuadores del vehículo.

#### Sensores

Entre los principales sensores que posee el motor D16A9 se menciona a continuación los siguientes:

- **Sensor MAP (Sensor de presión absoluta)**

Sensor piezoeléctrico se encuentra sobre el cuerpo de aceleración posee 3 cables cuyos valores de voltaje de referencia es 5.01V, voltaje de masa de 6.8mv y un voltaje de señal de (0.5 - 4.66) V.



**Figura 60 Sensor MAP**

- **Sensor TPS (Sensor de posición del acelerador)**

Sensor funcional como potenciómetro se encuentra ubicado en la parte inferior del cuerpo de aceleración posee 3 cables cuyos valores de voltaje de referencia es 5.01V, voltaje de Masa de 7.4mV y voltaje de señal de (0.7 - 4.5) V.



**Figura 61 Sensor TPS**

- **Sensor ECT (Sensor de temperatura del refrigerante)**

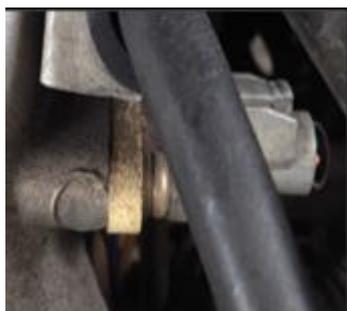
Sensor funcional como termistor NTC, se encuentra ubicado antes del termostato posee 2 cables cuyos valores de voltaje de referencia en frio es 11.83V, voltaje de masa de 6.5mV y voltaje de señal varía según la temperatura del motor.



**Figura 62 Sensor ECT**

- **Sensor IAT (Sensor de temperatura de aire) Sensor ECT**

Sensor funcional como hilo caliente, se encuentra ubicado en el múltiple de admisión, posee 2 cables cuyos valores de voltaje de referencia es 5.01V, voltaje de masa de 8.1mV y voltaje de señal varía según la temperatura del aire que entra al motor.



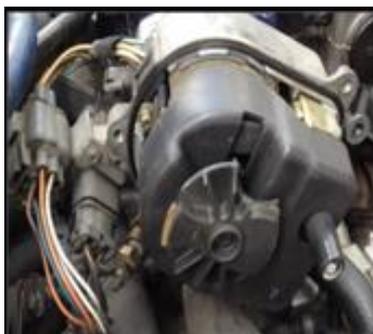
**Figura 63 Sensor IAT**

- **Sensor VSS (Sensor de velocidad)**

Sensor funcional de efecto hall, se encuentra ubicado en la transmisión, posee 3 cables cuyos valores de voltaje de referencia es 11.5V, voltaje de masa de 1.8mV y voltaje de señal (0 - 5) V.

- **Sensor CMP (Sensor de posición del árbol de levas)**

Sensor inductivo, se encuentra ubicado en el eje del árbol de levas en la bobina de encendido, posee 2 cables cuyos valores de voltaje de referencia, voltaje de masa y voltaje de señal no pudieron ser medidos por la complejidad del dispositivo.



**Figura 64 Bobina de encendido y (CMP)**

### **Actuadores**

Dentro de los actuadores que posee el motor se mostrara los más indispensables para realizar la reprogramación.

- **Inyectores**

Los inyectores se encuentran ubicados en la parte superior de la tapa de cilindros posee 2 cables: alimentación 12V y un valor pico cerca de 60V.



**Figura 65 Inyector de motor D16A9**

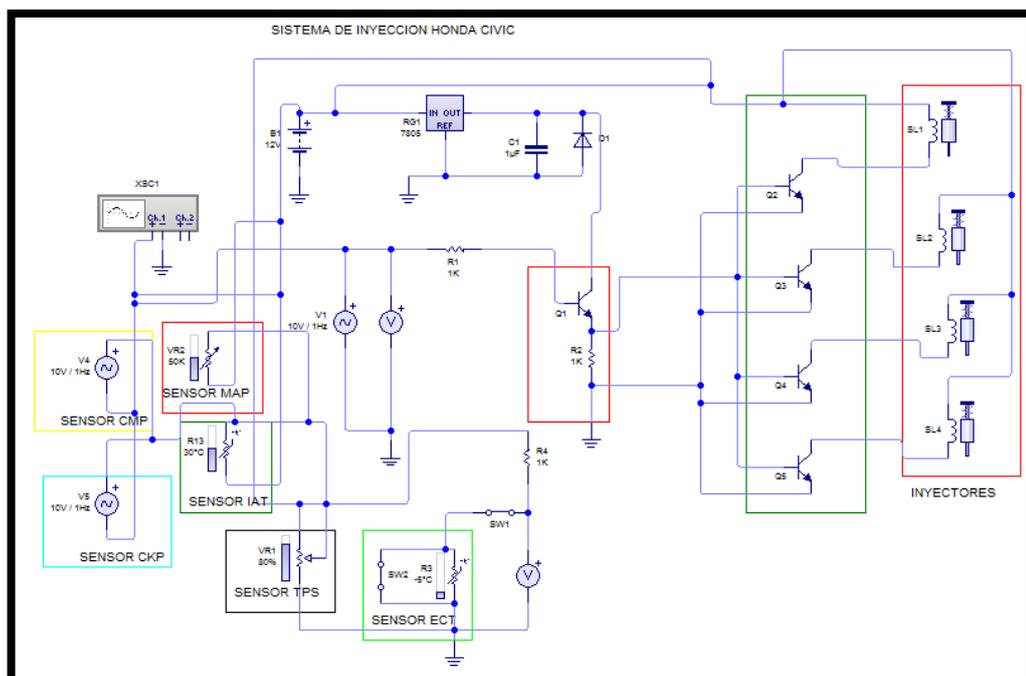
- **Valvula IAC**

Se encuentra ubicada en la parte posterior del múltiple de admisión posee una resistencia de (40 - 60)  $\Omega$ .



**Figura 66 Válvula IAC**

El siguiente circuito eléctrico desarrollado en livewire muestra el desarrollo y funcionamiento de los principales sensores y actuadores del sistema de inyección electrónica del vehículo Honda Civic, presenta su bloque de entrada, bloque de salida y bloque de procesamiento que son manejados por medio de la unidad de control electrónica, los cuales influyen dentro del funcionamiento del motor del vehículo



**Figura 67 Sistema de inyección electrónica**

### **3.4 Consideraciones previas a la reprogramación de la unidad de control electrónico.**

Antes de realizar la reprogramación de la unidad de control electrónica, se debe tener en cuenta algunas consideraciones en cuanto se refiere a este proceso:

- Se revisó las condiciones del vehículo y el estado en que se encuentra el motor; para ello se comprobó el estado del motor exteriormente; se pudo observar fugas, juntas, etc. A su vez se realizó la comprobación del estado de la parte electrónica del motor como sensores, actuadores y demás cuando el vehículo se encuentre en marcha o en ralentí.
- Se observó el estado de la UEC, en este caso se abrió la centralita para comprobar que no exista deterioro alguno en los diferentes componentes electrónicos, para así poder acondicionar el modulo lector de la memoria flash la cual permitió la reprogramación.
- Una vez obtenida la información de la memoria flash, se procedió a realizar el análisis de todos los parámetros que posee los diferentes mapas en el software dedicado.
- La modificación de los parámetros, se realizaron con los debidos criterios técnicos, los cuales después fueron expuestos a las diferentes pruebas en dinamómetro y así determinar la eficiencia de cada una de las variaciones que se realizó.

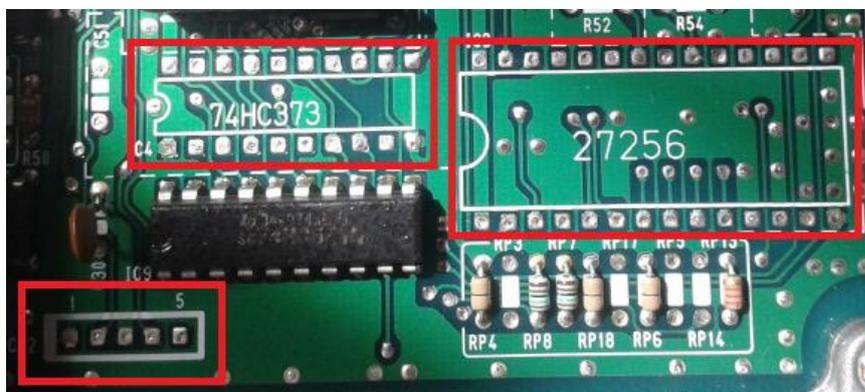
### **3.5 Verificación de la unidad de control electrónica.**

Para realizar la modificación, se verificó a la centralita original de fábrica del vehículo, se determinó que se encontró en capacidad de instalar el módulo lector de la memoria flash de acuerdo a su compatibilidad y por ende el ser reprogramada.

#### **3.5.1 Componentes electrónicos de la unidad de control.**

La unidad de control, presentó la necesidad de instalar tres dispositivos electrónicos los cuales se presentarán a continuación, ya que los mismos

no vienen instalados de fábrica en la centralita del vehículo, y por lo tanto son necesarios para la conexión del módulo lector de la memoria:



**Figura 68 Componentes a instalar en la unidad de control**

- **Circuito integrado 74HC373**

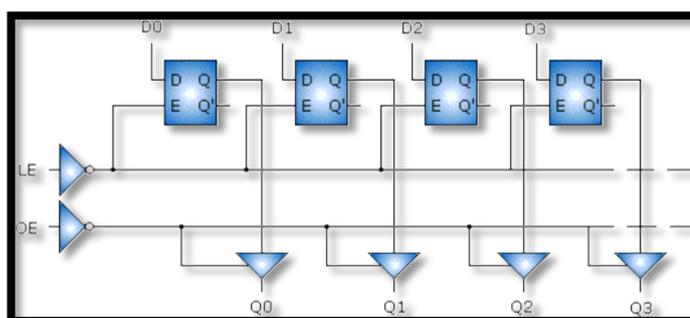
(Colombia, 2016) “Estos dispositivos son los encargados de transmitir la secuencia de pulsos, este integrado contiene 8 Cerrojos tipo D con salidas triestado”. En la figura 68, se observa el esquema de conexiones interno y la descripción de sus entradas y salidas es la siguiente:

D0...D7: Entrada paralelo

Q0...Q7: Salida paralelo

LE: Latch enables

OE: Output enables



**Figura 69 Diagrama lógico 74HC373**

**Fuente** (Colombia, 2016)

Una vez localizado el circuito integrado 74HC373, se procedió a soldarlo en la placa de la centralita, esta viene ya marcada en la misma para su instalación como muestra la figura 69.



**Figura 70 Integrado 74HC373 instalado**

- **Adaptador de memoria eprom 27256**

Se soldó un adaptador de 28 pines, el cual permitió la conexión del módulo lector de la memoria flash, este interfaz en este tipo de ECU muchas veces es usada para la instalación del llamado CHIP RACE, que muchos fabricantes distribuyen para el mejoramiento de los parámetros característicos. Sin embargo para la reprogramación de la unidad de control en este caso se suplantó por dicho adaptador para la conexión de este módulo con la finalidad de presentar un dispositivo sofisticado y de alta velocidad, para poder ser procesado como una memoria flash, permitiendo que trabaje simultáneamente con la memoria flash de la UEC



**Figura 71 Adaptador de memoria eprom 27256**

- **Adaptador CN2**

El adaptador CN2 permite la conexión directa o CAN BUS entre el módulo lector y memoria flash de la unidad de control para conectarse con el software en el computador portátil.

**Tabla 11**

**Distribución de pines CN2**

Pin ECU HONDA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1	GND	Masa
2	RX	Envía los datos desde PC a la ECU.
3	+5V	Alimentación
4	TX	Envía los datos desde la ECU a la PC.
5	NC	No conectado.

**Fuente** (Guide, 2013)



**Figura 72 Adaptador CN2**

### 3.5.2 Conexión del módulo lector a la unidad de control electrónico.

Una vez que se realizó el proceso mostrado en el numeral 3.5.1, el cual fue el montaje de los componentes electrónicos en la placa de la centralita de fábrica se consideró la conexión del módulo lector en los adaptadores mencionados anteriormente.

La conexión de este módulo se produce por medio de puertos USB, el cual tuvo disponibilidad a una interfaz de una PC y sistema operativo "Windows" para el manejo del software dedicado SManager.



**Figura 73 Conexión del módulo con puerto USB**

Se tendrá en cuenta que el módulo deberá estar instalado correctamente ya que si se presenta una mala conexión con los adaptadores soldados anteriormente este no podrá leer ni procesar la información requerida durante la reprogramación.

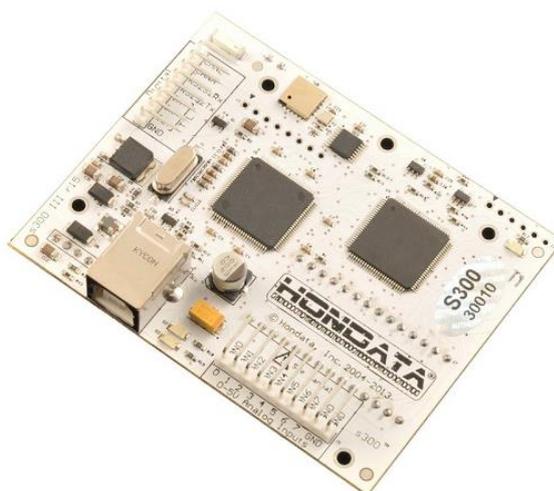


**Figura 74 Modulo lector HONDATA instalado**

### 3.6 Selección del equipo (Hardware).

Se empleó el modulo lector "**HONDATA S300**", este lector permite la comunicación en tiempo real de la unidad de control, tanto de sensores como actuadores y del mismo modo realizar la modificación en mapas tridimensionales de inyección de combustible, avance al encendido y demás parámetros.

Existen diversas formas de realizar reprogramaciones de ECUs automotrices, sin embargo el trabajo puede llegar a ser un tanto complejo ya que por ser elementos y dispositivos electrónicos, estos necesitan de gran experiencia al momento de la manipulación si se suelda memorias y demás elementos según sea el caso.



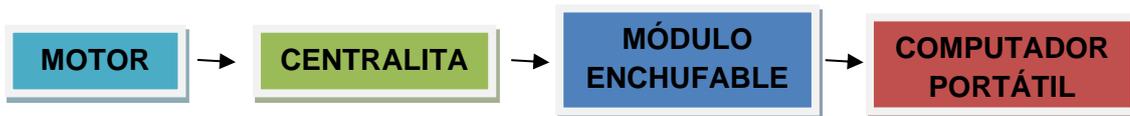
**Figura 75 Modulo lector “Hondata S300”**

**Fuente** (HONDATA, 2003 - 2014)

### 3.7 Interface de comunicación

El sistema de comunicación OBD1 no permite obtener código de fallas con menú y valores de parámetros en tiempo real de los sensores, actuadores y demás componentes. Ya que en este tipo de unidad de control original, solo se podía acceder a las muestras de DTC por medio de destellos (código serial), para posteriormente consultar en una tabla el problema relacionado con dicho código DTC.

Sin embargo dentro de la comunicación de la centralita al módulo se emplea el siguiente Interface:

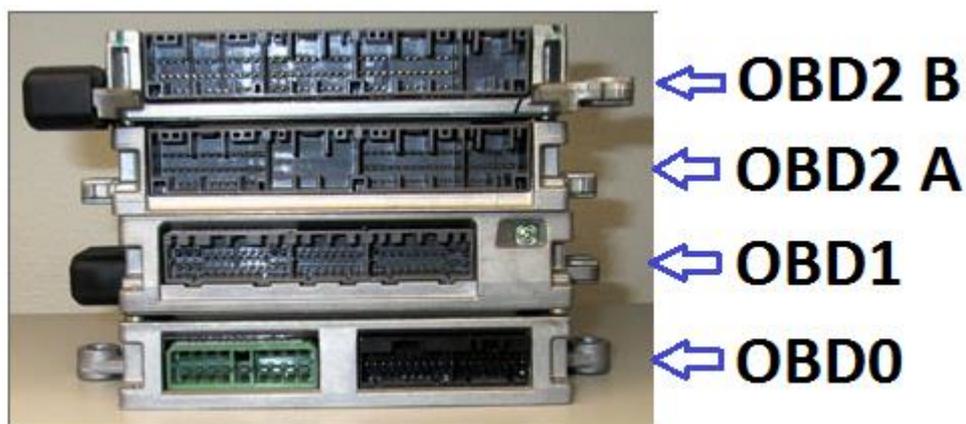


**Figura 76 Interface de comunicación**

### 3.7.1 Generaciones de ECU Honda

El sistema OBD1 fue el primer sistema de diagnóstico a bordo que los productores de vehículos tenían que instalar en cada uno de sus vehículos, el cual permitía determinar el monitoreo de algunos componentes para el control de emisiones en los vehículos y así poder examinar de mejor manera la contaminación ambiental. Pues a los vehículos se les exigió que una lámpara indicadora de mal funcionamiento se encienda para alertar al conductor sobre alguna falla que se detecte en el motor

(Hondata, 2016) “Las generaciones de las ECU Honda utilizan conectores diferentes. A continuación se muestra la distribución de las mismas que va desde la generación más reciente en la parte superior a la generación más antigua en la parte inferior”.

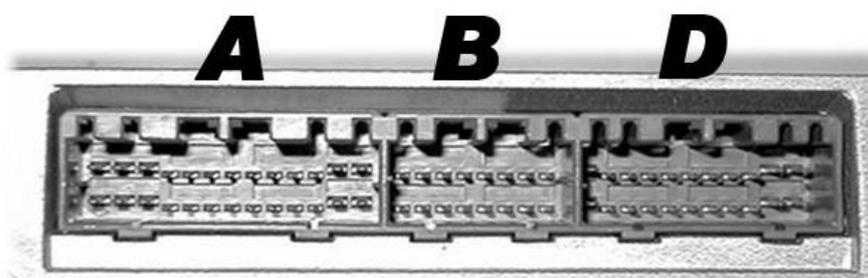


**Figura 77 Generaciones de ECU Honda**

**Fuente** (Hondata, 2016)

Para identificar la ECU de cada uno de los modelos, se tendrá que conocer la generación del vehículo, número de pieza y posiblemente el tipo de memoria de ROM que posea.

Dentro de la comunicación de la unidad de control se presenta la conexión de pines OBD1 que poseen los motores Honda, se especificará la conexión de sensores y actuadores y demás componentes, con la finalidad de localizar de manera más fácil el cableado de cada elemento; están constituidos por tres bloques A, B y D como se indica en la Figura 77, el cual está distribuido de la siguiente forma. La unidad de control posee tres divisiones de pines que normalizan el funcionamiento del motor las cuales están distribuidas de la siguiente forma:



**Figura 78 Bloques de división de pines OBD1**

**Fuente** (TechNet, 2006)

## Connector "A"

1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26

1. INJ1 - Injector 1  
wire color: brown
2. INJ4 - Injector 4  
wire color: yellow
3. INJ2 - Injector 2  
wire color: red
4. VTS - VTEC Solenoid  
wire color: orange / white
5. INJ3 - Injector 3  
wire color: light blue
6. PO2SHTC - Primary O2 Sensor Heater Control  
wire color: orange / black  
CIVIC VX DI521: HTCNTL (5-WIRE O2)
7. FLR - Fuel Pump Relay  
wire color: green / yellow (Civic)  
wire color: green / blue (Integra)
8. **EMPTY SLOT**
9. IACV - Idle Air Control Valve  
wire color: green / white
10. **EMPTY SLOT**
11. EGR - Exhaust Gas Recirculation Solenoid Valve  
(CIVIC SOHC or used for H22/H23 EGR)  
wire color: red or org/blue
12. FANC - Radiator Fan Control  
wire color: yellow / green
13. MIL - Malfunction Indicator Light  
wire color: green / orange
14. **EMPTY SLOT**
15. ACC - A/C Compressor Clutch  
wire color: black / red
16. ALTC - Alternator Control  
wire color: white / green
17. IAB - Intake Air Bypass Cntrl Sol. Valve  
(Integra GSR B18C)  
wire color: pink
18. TCM (A/T related)  
**EMPTY SLOT FOR 5spd CIVIC & INTEGRA**
19. ICS - Intake Control Solenoid (H22A)  
wire color: white  
**EMPTY SLOT FOR CIVIC & INTEGRA**
20. PCS - Evap Purge Control Solenoid Valve  
wire color: red
21. ICM - Ignition ControlModule  
wire color: red / green
22. ICM - Ignition ControlModule  
wire color: red / green  
(Depin this when using an OBD1 AEM EMS!)
23. PG1 - Power Ground  
wire color: black
24. PG2 - Power Ground  
wire color: black
25. IGP2 - Power Source  
wire color: yellow / black
26. LG1 - Logic Ground  
wire color: black / red

## Connector "B"

1	3	5	7	9	11	13	15
2	4	6	8	10	12	14	16

1. IGP1 Power Ground  
wire color: yellow / black
2. LG2 - Logic Ground  
wire color: brown / black
3. A/T Related  
**EMPTY SLOT FOR 5spd CIVIC & INTEGRA**
4. A/T Related  
**EMPTY SLOT FOR 5spd CIVIC & INTEGRA**
5. ACS - A/C Switch Signal  
wire color: blue / red
6. **EMPTY SLOT**
7. M/T CLUTCH SWITCH (CIVIC VX ONLY)  
ALSO USED FOR A/T FUNCTION  
wire color: pink / black or green (A/T)  
**EMPTY SLOT FOR INTEGRA**  
**EMPTY SLOT FOR CIVIC CX/DX/LX/EX/SI**
8. PSPSW - P/S Power Switch Signal  
wire color: red / green (Integra & Civic Si/EX)  
**EMPTY SLOT FOR Civic CX/DX/VX**
9. STS - Starter Signal Switch  
wire color: blue / white (Civic)  
wire color: blue / red (Integra)  
TMA/FAS - A/T TCM related  
wire color: grey (Civic)  
wire color: yellow (Integra)
10. VSS - Vehicle Speed Sensor  
wire color: yellow / blue or orange
11. CYP P - CYP sensor P-side input  
wire color: orange
12. CYP M - CYP ground M-side signal  
wire color: white
13. TDC P - TDC ground P-side input  
wire color: orange / blue
14. TDC M - TDC ground M-side signal  
wire color: white / blue
15. CKP P - CKP ground P-side input  
wire color: blue / yellow
16. CKP M - CKP ground  
wire color: blue / yellow

Figura 79 Distribución de pines "A y B"

Fuente (TechNet, 2006)

## Connector "D"

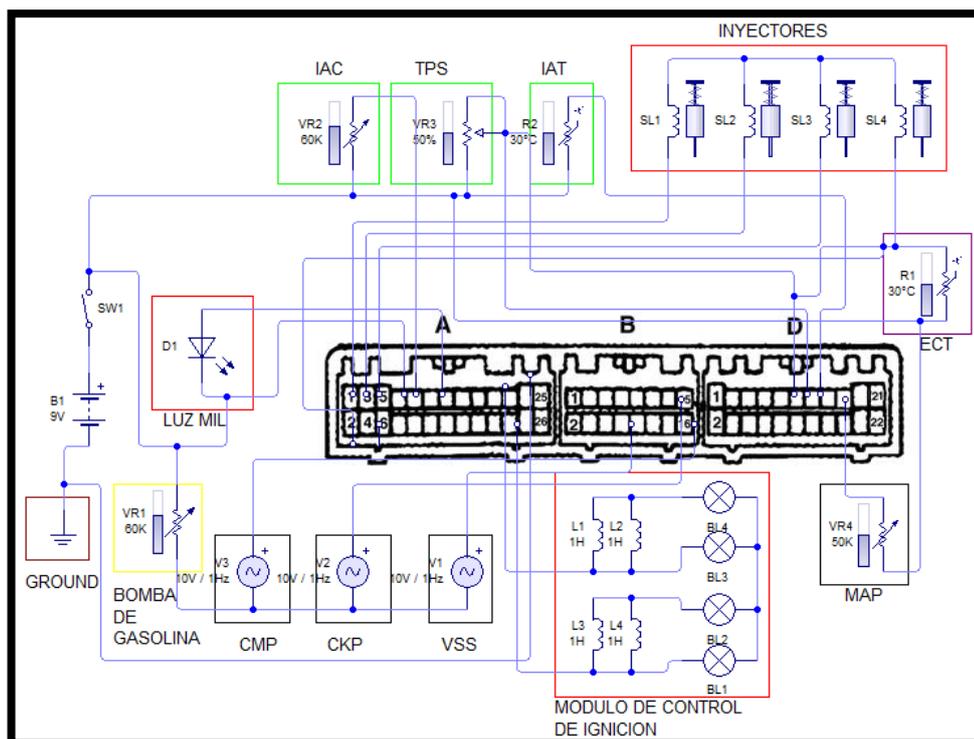
1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22

- |   |  |
|---|--|
| <p>1. VBU – Voltage Back Up<br/>wire color: white / blue or wht/yel</p> <p>2. BKSW – Brake Switch<br/>wire color: green / white</p> <p>3. KS – Knock Sensor (Integra/Si VTEC DelSol)<br/>wire color: red / blue (Integra)<br/>EMPTY SLOT FOR Civic CX/DX/Si/EX<br/>CIVIC VX D15Z1:<br/>LAF SENSOR (5-WIRE O2) LABEL</p> <p>4. SCS – Service Check Signal<br/>wire color: brown (Civic)<br/>wire color: brown / white (Integra)</p> <p>5. EMPTY SLOT</p> <p>6. VTPS/VTM – VTEC Pressure Switch<br/>wire color: orange / blue or light blue</p> <p>7. TXD/RXD – Diagnostic Data Link<br/>wire color: light blue or light green/red</p> <p>8. EMPTY SLOT FOR INTEGRA &amp; CIVIC<br/>EXCEPT CIVIC VX D15Z1:<br/>LAF SENSOR (5-WIRE O2) VS+</p> <p>9. ALT FR – Alternator FR Charge Signal<br/>wire color: pink or white / red</p> <p>10. EL (ELD) – Electrical Load Detector<br/>wire color: green / red or grn/blk</p> <p>11. TPS – Throttle Position Sensor<br/>wire color: light green or red / black</p> <p>12. EGRL – EGR Valve Lift Sensor (Civic VX)<br/>wire color: white / black<br/>EMPTY SLOT ON OTHER MODELS</p> | <p>13. ECT – Engine Coolant Temp Sensor<br/>wire color: red / white or gel / blue</p> <p>14. PHO2S – Primary Heated O2<br/>wire color: white or white / red<br/>CIVIC CX D15B8 (1-WIRE O2)<br/>CIVIC VX D15Z1:<br/>LAF SENSOR (5-WIRE O2) IP+</p> <p>15. IAT – Intake Air Temp<br/>wire color: red / yellow</p> <p>16. EMPTY SLOT FOR INTEGRA &amp; CIVIC<br/>EXCEPT CIVIC VX D15Z1:<br/>LAF SENSOR (5-WIRE O2) IP-, VS-<br/>wire color: blue / green</p> <p>17. MAP – MAP Sensor<br/>wire color: white (Civic)<br/>wire color: white / blue (Integra)</p> <p>18. Inter Lock Control Unit (A/T related)<br/>wire color: white / red<br/>CIVIC CX/VX OPTIONAL UP-SHIFT LT pink / green<br/>EMPTY SLOT ON OTHER MODELS</p> <p>19. VCC1 – Sensor Voltage for MAP<br/>wire color: yellow / green (Civic)<br/>wire color: red / white (Integra)</p> <p>20. VCC2 – Sensor Voltage for TPS<br/>wire color: yellow / white</p> <p>21. SG1 – Sensor Ground<br/>wire color: grn / blue (Civic)<br/>wire color: blue / white (Integra)</p> <p>22. SG2 – Sensor Ground<br/>wire color: green / white</p> |
|---|--|

Figura 80 Distribución de pines "C"

Fuente (TechNet, 2006)

Se presenta en forma gráfica la constitución de los diferentes elementos como sensores y actuadores que posee el motor de combustión interna del vehículo Honda Civic SI, de acuerdo al funcionamiento, conexión en cada bloque y localización en cada uno de los pines.

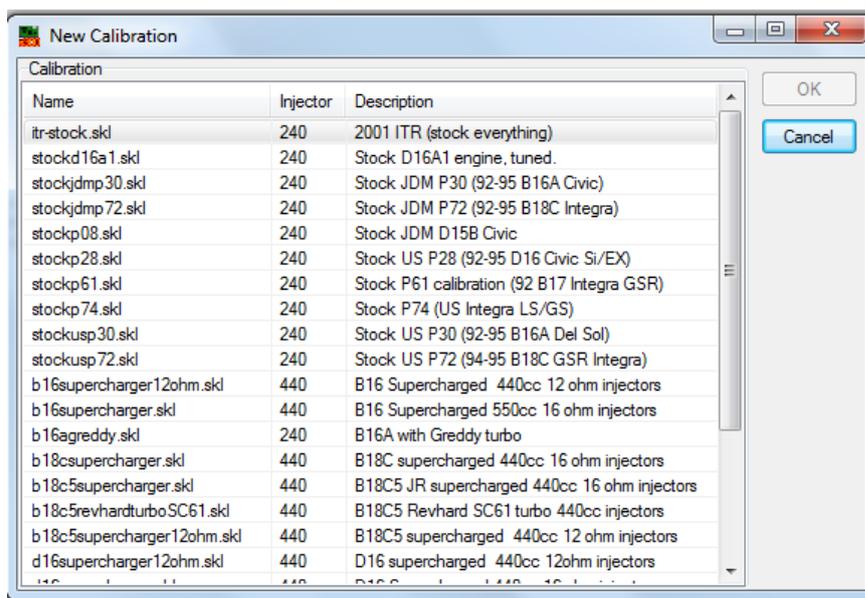


**Figura 81 Diagrama de conexión "ECU HONDA OBD1"**

### 3.8 Software compatible con la unidad de control electrónica.

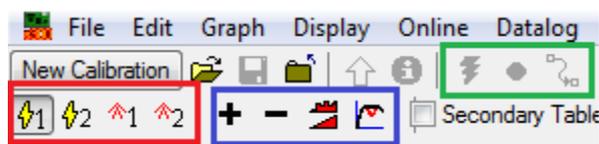
El software compatible con la unidad de control electrónica para realizar la reprogramación, está catalogado como un software dedicado, este a su vez permitió que la UEC y el módulo lector de la memoria pueda leer y reprogramar la información de la memoria flash y microprocesador para extraer como primera instancia el mapa base que la UEC posee, con este procesar la información y modificar los diferentes mapas tridimensionales y demás opciones que el software SManager ofrece, se mostrarán algunos de los parámetros que se usaran durante la reprogramación:

La Figura 82. Muestra los diferentes tipos de motores que la marca Honda posee y que pueden ser reprogramados mediante el módulo de lectura y procesamiento de información de la memoria flash, de ahí se desplegarán los mapas de inyección e ignición como los diferentes parámetros a ser modificados.



**Figura 82 Selección de modelo de motor Honda**

Los items marcados que se muestra en la figura 82 del software permiten seleccionar en color rojo los mapas de inyección e ignición, marcados en azul permiten el incremento, decremento e interpolación de valores en los mapas al momento de la modificación. Y en color verde permiten la conexión tanto del motor, centralita y PC.



**Figura 83 Ítems de selección de mapas**

Cada uno de los parámetros que se encuentran a continuación muestra los tipos de mapas tridimensionales en los cuales se puede reprogramar:

- **Normal:** Muestra las tablas normales de combustible e ignición.
- **Lambda:** Muestra las lecturas lambda, grabados en las tablas de combustible.
- **Ajuste de combustible:** Muestra el ajuste estimado a la tabla de combustible necesario para modificar el valor lambda medida para cumplir con el target lambda (%).

- **Target objetivo lambda:** Muestra el target lambda como se realiza en la ventana de configuración.



**Figura 84 Selección de mapas**

Los siguientes parámetros permiten mostrar: los mapas cartográficos de inyección y avance al encendido, parámetros generales para la modificación, lectura de las señales de los sensores, valores gráficos en forma real de la lectura de la información, permite mostrar la gráfica las señales de los diferentes sensores, muestra los posibles DTC en caso de presentarse mencionados respectivamente.



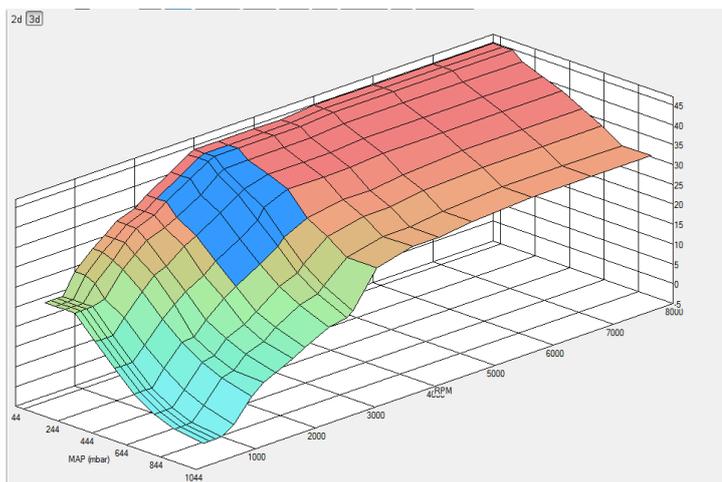
**Figura 85 Selección de parámetros**

En el parámetro "**Tables**" muestra directamente las tablas y los mapas cartográficos de inyección y avance al encendido, los cuales pueden ser modificados de acuerdo a la necesidad del usuario. Estos están basados por la conformación de cuadrículas de valores que están representados por la carga del motor VS. RPM máximas que pudiese alcanzar.

Col	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
mBar	886	714	600	485	370	256	141	84	26	30
500	18,50	18,50	18,50	18,50	13,00	8,00	3,25	0,00	-2,00	-3,00
600	18,50	18,50	18,50	18,50	13,00	8,00	3,25	0,00	-2,00	-3,00
700	18,50	18,50	18,50	18,50	13,00	8,00	3,25	0,00	-2,00	-3,00
800	18,50	18,50	18,50	18,50	13,00	8,00	3,25	0,00	-2,00	-3,00
1000	23,75	23,75	23,75	21,25	16,50	12,00	6,00	3,00	0,00	-1,00
1300	28,00	28,00	28,00	25,25	21,50	16,25	11,25	8,00	5,50	4,50
1500	30,25	30,25	30,25	28,00	24,50	19,00	12,50	9,50	7,50	7,00
1700	32,75	32,75	32,75	30,50	27,25	21,00	15,75	11,50	9,75	8,50
2000	34,50	34,50	34,50	32,25	29,25	25,00	19,50	14,75	11,50	9,50
2200	36,75	36,75	36,75	33,75	30,75	28,00	21,50	17,00	13,25	12,25
2600	40,50	40,50	40,50	37,25	34,50	31,50	25,00	21,25	16,75	15,25
2900	43,25	43,25	43,25	40,75	37,50	34,50	28,00	23,00	18,00	16,00
3000	44,00	44,00	44,00	41,75	38,50	35,50	29,75	24,75	19,75	17,25
3400	44,00	44,00	44,00	42,00	40,00	38,00	32,50	29,50	26,00	26,00
4000	44,00	44,00	44,00	42,00	40,00	38,00	34,00	31,50	28,25	28,25
4450	44,00	44,00	44,00	42,00	40,00	38,00	34,00	31,50	28,25	28,25
5000	44,75	44,75	44,75	42,75	40,75	38,75	35,00	32,75	29,25	29,25
6000	44,75	44,75	44,75	42,75	40,75	38,75	36,00	33,50	30,25	30,25
7000	44,75	44,75	44,75	42,75	40,75	38,75	36,00	33,50	30,25	30,25
8000	44,75	44,75	44,75	42,75	40,75	38,75	36,00	33,50	30,25	30,25

**Figura 86 Valores de avance al encendido**

A continuación se presenta el mapa cartográfico de avance al encendido, el mismo que puede ser modificado directamente tan solo con seleccionar las zonas que se desean modificar, estos mapas gráficos representan la carga del motor (depresión), RPM del motor y los grados de avance al encendido que serán cambiados durante las modificaciones.



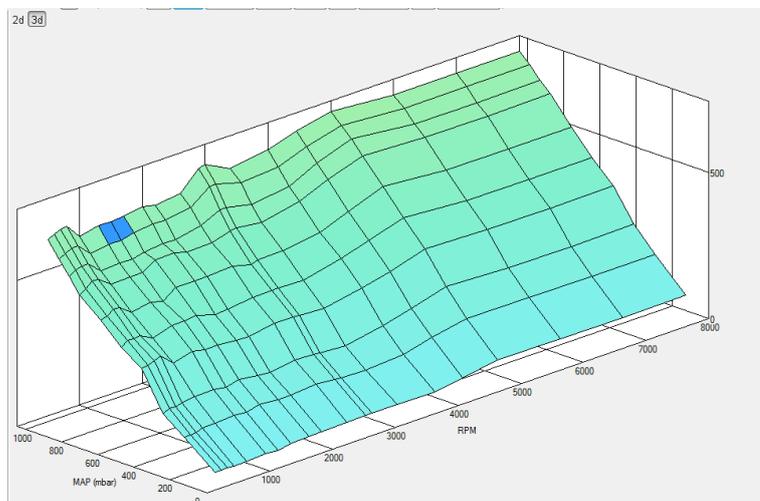
**Figura 87 Mapa tridimensional de avance al encendido**

Otra de las opciones que el software permite modificar es la cuadrícula de valores de inyección de combustible, al igual que en avance al encendido se varía de acuerdo a la necesidad que presente la modificación.

Col	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
mBar	886	714	600	485	370	256	141	84	26	30
500	0,36	0,97	1,37	2,31	2,65	3,15	3,59	3,97	4,31	4,70
600	0,43	1,16	1,72	2,81	3,32	3,84	4,44	4,90	5,27	5,74
700	0,50	1,36	2,01	3,35	3,87	4,64	5,36	5,76	6,26	6,79
800	0,57	1,64	2,37	3,92	4,44	5,27	6,12	6,58	7,16	7,80
1000	0,71	2,07	3,05	4,35	5,22	6,14	7,18	7,69	8,35	9,01
1300	1,00	2,80	3,96	5,97	7,18	8,23	9,38	10,04	11,01	11,99
1500	1,07	3,14	4,44	6,69	8,29	9,20	10,82	11,59	12,71	13,84
1700	1,46	3,81	5,33	7,62	9,52	11,26	13,01	13,31	14,67	15,76
2000	1,77	4,31	6,01	8,75	10,65	13,25	15,30	15,88	17,50	18,80
2200	1,99	4,79	6,51	9,57	11,82	14,58	16,51	17,47	19,16	20,39
2600	2,37	5,94	8,15	11,99	14,37	17,48	19,52	21,31	23,16	24,55
2900	2,74	6,38	8,96	13,25	16,03	18,74	22,61	25,03	27,92	30,03
3000	2,83	6,53	9,14	13,71	16,66	19,78	23,50	26,00	28,88	31,33
3400	3,21	7,18	10,06	15,17	18,79	22,53	26,01	28,48	31,51	33,28
4000	3,78	8,97	13,41	19,32	23,73	27,41	32,20	34,52	37,71	40,38
4450	5,07	11,62	16,40	22,95	28,21	33,11	38,56	41,47	44,26	46,85
5000	7,21	14,80	20,96	28,50	34,36	40,47	46,23	49,49	51,92	54,60
6000	8,50	17,57	24,20	33,42	40,01	46,99	54,61	57,43	61,11	63,96
7000	9,73	20,34	28,13	38,99	46,50	54,60	63,45	66,75	71,29	74,62
8000	11,27	23,25	32,38	44,74	53,15	62,40	72,81	76,58	81,48	85,28

**Figura 88 Valores de inyección de combustible**

Los mapas tridimensionales de inyección de combustible muestran la variación de inyección, y están basados en la conformación de la depresión de la carga del motor, RPM y cantidad de combustible inyectado.



**Figura 89 Mapa tridimensional de inyección**

La pestaña "**Parameters**" una vez desplegada, presenta una serie de opciones las cuales pueden ser modificadas y que representan en forma general a los mapas cartográficos, se puede variar desde lazo cerrado de sonda lambda si fuese el caso, compensación de inyección por medio de la corrección de temperatura de algunos sensores, la compensación de combustible en cada cambio de marcha motor, la corrección del motor en ralentí de acuerdo a la temperatura de los sensores, la compensación de la ignición por medio de la corrección de los sensores de temperatura, control de partida, límite de revoluciones del motor, shift light entre otros parámetros de gran importancia como protección del motor en caso de sobrecarga o sobrecalentamiento.



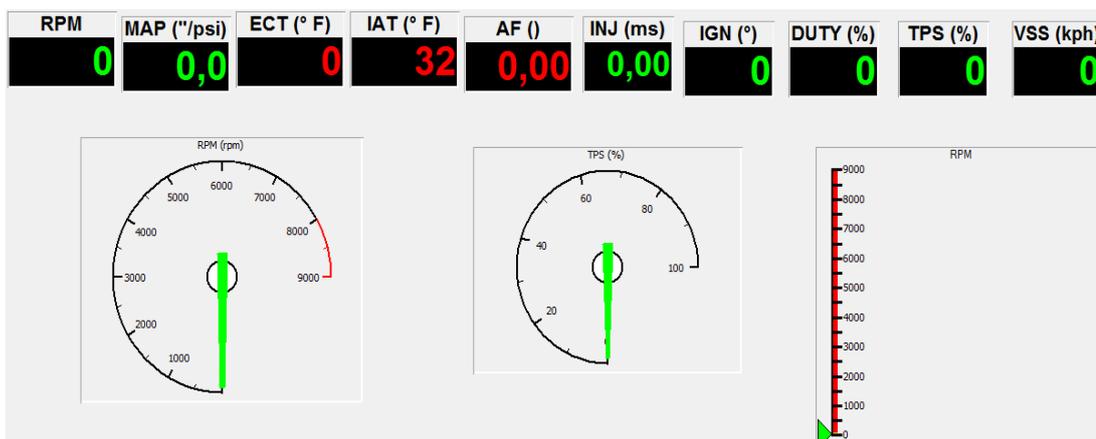
**Figura 90 Opciones de la ventana "Parameters"**

La opción "**Sensors**" permite observar el tiempo real como se encuentra el funcionamiento de los sensores y actuadores del motor en forma general, se puede decir que realiza una lectura total como si se tratase de un scanner.

RPM	0 rpm	ELD	0,00 V
VSS	0 kph	REVL	<input type="radio"/> off
Gear	0	IGNC	<input type="radio"/> off
MAP	0,00 psi	BstC	<input type="radio"/> off
TPS	0 %	Lnch.R	<input type="radio"/> off
INJ	0,00 ms	Lnch.C	<input type="radio"/> off
DUTY	0 %	ShftC	<input type="radio"/> off
IGN	0 °	BKSW	<input type="radio"/> off
IAT	32,0 ° F	ACSW	<input type="radio"/> off
ECT	0,0 ° C	PSP	<input type="radio"/> off
O2	0,00 V	VTP	<input type="radio"/> off
S.TRIM	0 %	SCS	<input type="radio"/> off
L.TRIM	0 %	MIL	<input type="radio"/> off
AF	0,00	ACCL	<input type="radio"/> off
K.Retard	0 °	VTS	<input type="radio"/> off
K.Level	0,00 V	Fuel	<input type="radio"/> off
PA	0,0 kPa	PCS	<input type="radio"/> off
BAT	0,00 V		

**Figura 91 Lectura de sensores "Sensors"**

La opción "**Display**" al igual que la opción anterior permite determinar el funcionamiento del motor en forma real con la particularidad que se puede observar en forma gráfica los parámetros que se desee.



**Figura 92 Lectura de sensores "Display"**

Otra de las opciones que el software ofrece y es de gran importancia ya que permite observar DTC o fallos de lectura en el motor, a su vez como

un scanner podremos darnos cuenta con gran facilidad si existe algún error, herramienta de gran utilidad ya que por ser un vehículo obd1 es más complejo el uso de scanner si no se tiene en disposición el equipo necesario.

Code	DTC	Description
------	-----	-------------

**Figura 93 Detector de DTC**

### 3.9 Cálculos Generales.

Se realizó cálculos pertinentes para la comprobación del funcionamiento del motor con el mapa extraído desde la unidad de control electrónica (mapa base), se comprobará a su vez las variaciones en las reprogramaciones realizadas posteriormente.

#### 3.9.1 Cálculo de masa de aire

Se determinó la cantidad o masa de aire que ingresa al motor cuando se encuentra en funcionamiento, esta es una de las formas de comprobación para determinar el flujo másico, relacionándola con la cantidad de aire que ocupa en un cierto volumen del motor en forma teórica:

$$G_0 = V_{cil} * \rho_{aire}$$

#### Ecuación 1 Cantidad de masa de aire

Se consideró a la densidad del aire de acuerdo a condiciones normales de funcionamiento o factores ideales (Temperatura, Presión Atmosférica y Altitud), a su vez se tomó en cuenta condiciones ambientales de acuerdo al lugar de realización de pruebas en el vehículo después de la reprogramación.

La densidad del aire en condiciones normales: 25 °C y 0 msnm será:  $1.2254 \text{ Kg/m}^3$ . De acuerdo al lugar establecido ciudad de Quito 20°C y 2800 msnm será:  $0.9235 \text{ Kg/m}^3$ .

$$G_0 = V_{cil} * \rho_{aire}$$

Dónde:

$G_0$  = Cantidad de masa de aire (CONDICIONES IDEALES)

$V_{cil}$  = Volumen del cilindro

$\rho_{aire}$  = Densidad del aire

$$G_0 = 0.3975 \times 10^{-3} m^3 * 1.2254 Kg/m^3$$

$$G_0 = 0.487 \times 10^{-3} Kg$$

$G_1$  = Cantidad de masa de aire (CONDICIONES REALES)

$$G_1 = 0.3975 \times 10^{-3} m^3 * 0.9235 Kg/m^3$$

$$G_1 = 0.367 \times 10^{-3} Kg$$

El valor de  $G_1$  siempre será menor que  $G_0$  ya que se considera la presencia de gases residuales en el sistema de escape, disminución de la densidad de carga a causa del aumento de temperatura y régimen de velocidad de giro del motor.

### 3.9.2 Coeficiente de llenado (Rendimiento volumétrico)

Es la relación directa de la cantidad de flujo másico en condiciones "IDEALES" y "CONDICIONES REALES" en las que el motor se encuentra en funcionamiento y que ingresan al motor. Esta relación tiene gran influencia dentro de las prestaciones del motor ya que cuanta más cantidad de masa de aire ingrese en los cilindros, mayor será la cantidad de inyección de combustible a quemar.

$$n_v = \frac{G_1}{G_0} * 100$$

#### Ecuación 2 Coeficiente de llenado

$$n_v = \frac{0.367 \times 10^{-3} \text{Kg}}{0.487 \times 10^{-3} \text{Kg}} * 100$$

$$n_v = 75.37\%$$

Este valor determina el porcentaje de llenado de la mezcla en el cilindro, considerando que variará con el incremento del régimen de giro del motor.

### 3.9.3 Velocidad de flujo de entrada del aire.

Para determinar la velocidad del flujo de aire se tomó en consideración las CONDICIONES REALES en las cuales el motor estuvo expuesto de acuerdo al uso del mapa base como también las reprogramaciones en la unidad de control durante las pruebas de funcionamiento se tomó parámetros de densidad del aire y la velocidad del motor en el régimen de giro en cual se realizó dichas pruebas:

$$Vf = (V_{cil} * \rho_{aire} * RPM)/2$$

#### Ecuación 3 Velocidad de flujo de entrada del aire

En condiciones IDEALES y velocidad de ralenti:

$$Vf_0 = (0.487 \times 10^{-3} \text{Kg} * 800 \text{ RPM})/2$$

$$Vf = 0.194 \text{ Kg/min}$$

Se tomó en consideración las condiciones de operación del "Mapa Base" en los valores de las pruebas realizadas en el dinamómetro a 6100 RPM, en las cuales el motor alcanzó los máximos valores de potencia y torque.

$$Vf_0 = (0.367 \times 10^{-3} \text{Kg} * 6100)/2$$

$$Vf = 1.119 \text{ Kg/min}$$

Tomando en consideración la primera reprogramación a 5900 RPM:

$$Vf_1 = (0.367 \times 10^{-3} \text{Kg} * 5900)/2$$

$$Vf = 1.082 \text{ Kg/min}$$

Tomando en consideración la segunda reprogramación a 6000 RPM:

$$Vf_2 = (0.367 \times 10^{-3} \text{ Kg} * 6000) / 2$$

$$Vf = 1.101 \text{ Kg/min}$$

### 3.9.4 Cálculo de masa de combustible.

Es indispensable el cálculo de masa de combustible que ingresa al motor, a partir de determinar la cantidad de flujo másico que ingresa, con la finalidad de ajustar la relación de mezcla (aire - combustible) en el cilindro.

$$B = \frac{Vf}{AFR * RPM}$$

#### Ecuación 4 Cálculo de masa de combustible

Dónde:

$Vf$  = Velocidad de flujo de entrada del aire

$AFR$  = Relación (aire – combustible)

$RPM$  = Revoluciones por minuto

Tomando en consideración el mapa base a 6100 RPM y una AFR de 12.81.

$$B_0 = \frac{1.119 \text{ Kg/min}}{12.81 * 6100 \frac{\text{rev}}{\text{min}}}$$

$$B_0 = 0.0143 \times 10^{-3} \text{ Kg}$$

Tomando en consideración la primera reprogramación a 5900 RPM y una AFR de 12.16.

$$B_1 = \frac{1.082 \text{ Kg/min}}{12.16 * 5900 \frac{\text{rev}}{\text{min}}}$$

$$B_0 = 0.0150 \times 10^{-3} \text{ Kg}$$

Tomando en consideración la segunda reprogramación a 6000 RPM y una AFR de 12.46.

$$B_1 = \frac{1.101 \text{ Kg}/\text{min}}{12.46 * 6000 \frac{\text{rev}}{\text{min}}}$$

$$B_0 = 0.0147 \times 10^{-3} \text{ Kg}$$

### 3.9.5 Tiempo de inyección.

El tiempo de inyección se considera como el tiempo que el inyector está encendido el cual está controlado por la unidad de control electrónica, y que se denomina como pulso de inyección y se mide en (ms). El ancho de pulso depende principalmente de la carga del motor y la temperatura del refrigerante. Cuanto mayor sea la carga del motor, más se abrirá el acelerador para que el aire entre, y el ancho del pulso incrementará.

Se tomó como referencia los valores de pulso de inyección de cada uno de los mapas.

$$N = \frac{60000}{2T}$$

#### Ecuación 5 Tiempo de inyección

$N$  = Número de revoluciones del motor

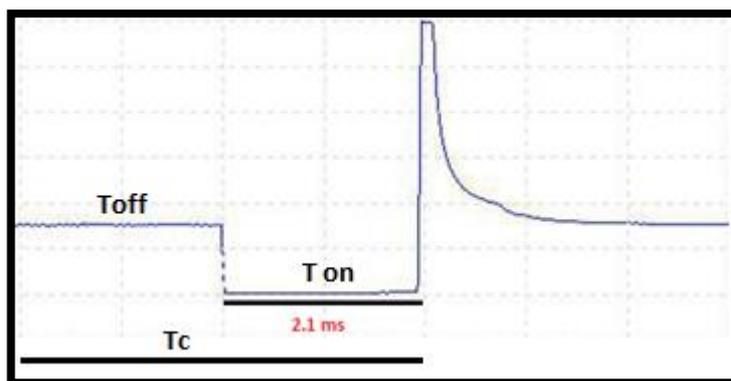
$T$  = Periodo

#### Mapa base:

##### Datos:

$T = 2.1 \text{ ms}$  (Tiempo tomado del mapa base)

**RPM = 800** (Ralentí)



**Figura 94 Periodos de inyección (Programa Base)**

$$T_c = \frac{60000}{2N}$$

$$T_c = \frac{60000}{2(800)}$$

$$T_c = 37.5 \text{ ms (Longitud del tiempo del inyector)}$$

**Primera reprogramación:**

**Datos:**

**T = 2.3 ms** (Tiempo tomado en la primera reprogramación)

**RPM = 910** (Ralentí)

$$T = \frac{60000}{2N}$$

$$T = \frac{60000}{2(910)}$$

$$T_c = 32.9 \text{ ms (Longitud del tiempo del inyector)}$$

**Segunda reprogramación:**

**Datos:**

**T = 2.2 ms** (Tiempo tomado en la segunda reprogramación)

**RPM = 980** (Ralentí)

$$T = \frac{60000}{2N}$$

$$T = \frac{60000}{2(980)}$$

$$T_c = 30.6 \text{ ms (Longitud del tiempo del inyector)}$$

### 3.9.6 Ciclo de trabajo.

El ciclo de trabajo está determinado por la longitud de tiempo que cada inyector de combustible permanece abierto en relación con la cantidad de tiempo que está cerrado, relacionando en porcentaje que cada inyector toma para suministrar el combustible en la cámara de cada cilindro.

$$CT = \frac{T_i}{T_i + T_c} \times 100$$

#### Ecuación 6 Ciclo de trabajo

**Dónde:**

$T_i$  = pulso de inyección

$T_c$  = Tiempo de inyección "abierto y cerrado"

#### Programa base

$$CT = \frac{2.1 \text{ ms}}{2.1 \text{ ms} + 37.5 \text{ ms}} \times 100$$

$$CT = 5.30\%$$

#### Primera reprogramación

$$CT = \frac{2.3 \text{ ms}}{2.3 \text{ ms} + 32.9 \text{ ms}} \times 100$$

$$CT = 6.53\%$$

#### Segunda reprogramación

$$CT = \frac{2.2 \text{ ms}}{2.2 \text{ ms} + 30.6 \text{ ms}} \times 100$$

$$CT = 6.70\%$$

### 3.9.7 Cálculo del número de chispas según las RPM

El número de chispas que se produce en el cilindro determina la velocidad y la cantidad de la producción de las mismas por minuto en relación al incremento de las RPM del motor y el número de cilindros que posea cada uno.

$$F = \frac{RPM \times \text{No. de cilindros}}{2}$$

#### Ecuación 7 Número de chispas según las RPM

$$F = \frac{800 \text{ RPM} \times 4}{2}$$

$$F = 1600 \text{ chispas/min.}$$

### 3.10 Extracción de software de fábrica de la unidad de control.

Como principal procedimiento que se realizó antes de la reprogramación fue extraer los mapas tanto de inyección como avance al encendido, estos mapas están considerados como "mapas base", de allí se procederá a la modificación de acuerdo a la necesidad.

Se debe tener en cuenta que el módulo lector enchufable permitió la extracción automática del software de fábrica que posee la centralita antes de ser modificado, esto facilitó el uso del mismo ya que es una de las ventajas al no necesitar desmontar la memoria flash de la centralita mediante los diferentes procesos que se emplean y que se mencionaron anteriormente, por tanto se determinó que ésta es una de las opciones más viables para poder realizar la reprogramación de la unidad de control en este caso.

Mediante el software SManager se realizó la lectura del software de la centralita (se obtuvo la cartografía original), normalmente esta lectura se encuentra en una memoria flash de tipo eprom o también se puede encontrar en una memoria interna que tiene el microprocesador de la centralita, de allí se tomó como referencia para partir con la reprogramación y aumentar las prestaciones del motor.

### 3.10.1 Mapas tridimensionales de avance al encendido

Durante la extracción de los mapas base que se encontró en la centralita se obtuvo el archivo inicial, para realizar la comparación con los próximos mapas reprogramados y determinar las variaciones de potencia y torque que se obtuvieron con el uso de un dinamómetro.

Col	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
mBar	886	714	600	485	370	256	141	84	26	30
500	18,50	18,50	18,50	18,50	13,00	8,00	3,25	0,00	-2,00	-3,00
600	18,50	18,50	18,50	18,50	13,00	8,00	3,25	0,00	-2,00	-3,00
700	18,50	18,50	18,50	18,50	13,00	8,00	3,25	0,00	-2,00	-3,00
800	18,50	18,50	18,50	18,50	13,00	8,00	3,25	0,00	-2,00	-3,00
1000	23,75	23,75	23,75	21,25	16,50	12,00	6,00	3,00	0,00	-1,00
1300	28,00	28,00	28,00	25,25	21,50	16,25	11,25	8,00	5,50	4,50
1500	30,25	30,25	30,25	28,00	24,50	19,00	12,50	9,50	7,50	7,00
1700	32,75	32,75	32,75	30,50	27,25	21,00	15,75	11,50	9,75	8,50
2000	34,50	34,50	34,50	32,25	29,25	25,00	19,50	14,75	11,50	9,50
2200	36,75	36,75	36,75	33,75	30,75	28,00	21,50	17,00	13,25	12,25
2600	40,50	40,50	40,50	37,25	34,50	31,50	25,00	21,25	16,75	15,25
2900	43,25	43,25	43,25	40,75	37,50	34,50	28,00	23,00	18,00	16,00
3000	44,00	44,00	44,00	41,75	38,50	35,50	29,75	24,75	19,75	17,25
3400	44,00	44,00	44,00	42,00	40,00	38,00	32,50	29,50	26,00	26,00
4000	44,00	44,00	44,00	42,00	40,00	38,00	34,00	31,50	28,25	28,25
4450	44,00	44,00	44,00	42,00	40,00	38,00	34,00	31,50	28,25	28,25
5000	44,75	44,75	44,75	42,75	40,75	38,75	35,00	32,75	29,25	29,25
6000	44,75	44,75	44,75	42,75	40,75	38,75	36,00	33,50	30,25	30,25
7000	44,75	44,75	44,75	42,75	40,75	38,75	36,00	33,50	30,25	30,25
8000	44,75	44,75	44,75	42,75	40,75	38,75	36,00	33,50	30,25	30,25

**Figura 95 Cuadrícula de valores de avance al encendido**

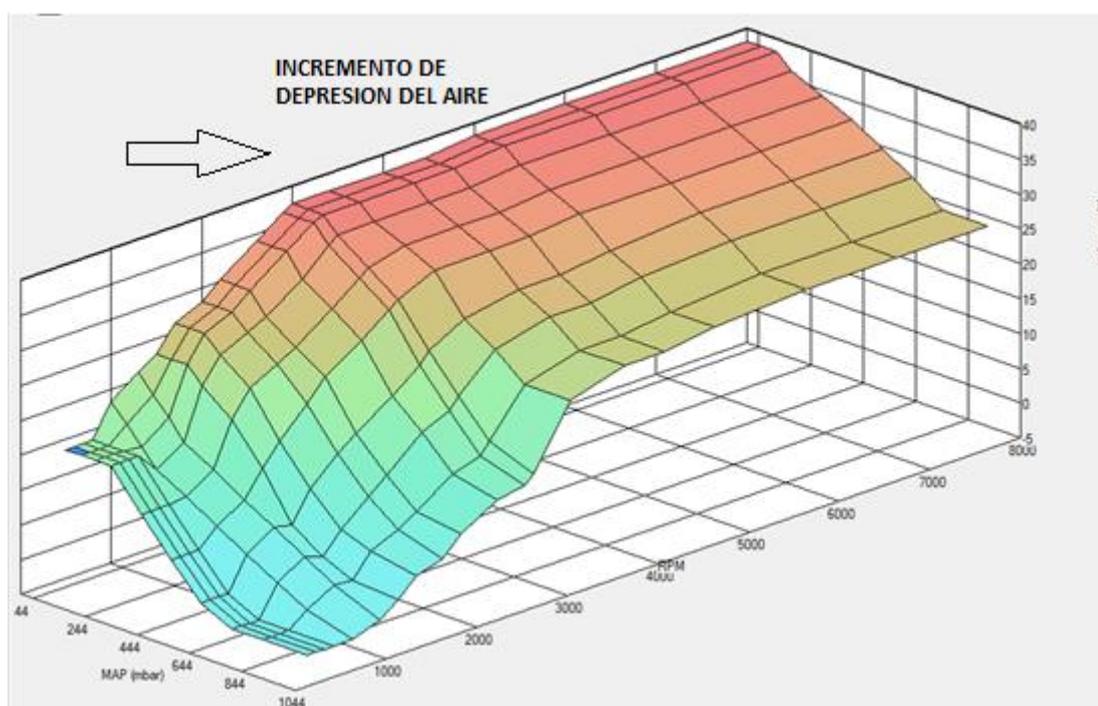
Los mapas de avance al encendido están representados en valores de RPM de alta y bajas velocidades estas permitirán la variación de los parámetros a distintas velocidades relacionándolos con el sistema de distribución de válvulas "VTEC". Esta forma de presentación únicamente se refiere a que las variaciones se realicen sin saltos abruptos con respecto a las RPM y que la curva sea simétrica.



**Figura 96 Valores de RPM Altas/ Bajas**

Los valores de ignición que se presenta en la cuadrícula están representados como grados de adelanto al encendido y se variarán de acuerdo a la necesidad.

Se determinó que el mapa base de avance al encendido se encuentra desde los valores de RPM del motor en ralentí de aproximadamente de  $18.50^\circ$  de adelanto al encendido, donde el salto de chispa se produce antes de que el pistón llegue al PMS, en el ciclo de compresión, valor que se toma en cuenta por encontrarse en el valor máximo donde se produce la mayor depresión o vacío en el motor. De acuerdo al número de revoluciones, el número de grados de avance incrementarán como indica la Figura 94.



**Figura 97 Mapa base de avance al encendido**

El mapa de encendido está determinado por el número de revoluciones del motor, el número de grados de encendido y la depresión que el sensor MAP detecta, en este mapa a su vez aumentará la depresión del aire que el motor obtiene y la presión atmosférica relativa disminuirá con la finalidad de variar la mezcla según sea la carga en que se encuentre.

La siguiente tabla en la opción (Duty Cycle) muestra el porcentaje del ciclo de trabajo que la ignición realiza cuando se producen los tiempos de

activación de la chispa en los cilindros durante los grados de adelanto al encendido.

Col	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
mBar	886	714	600	485	370	256	141	84	26	30
500	0,46	0,46	0,46	0,46	0,42	0,39	0,35	0,33	0,31	0,31
600	0,55	0,55	0,55	0,55	0,51	0,46	0,42	0,39	0,38	0,37
700	0,65	0,65	0,65	0,65	0,59	0,54	0,49	0,46	0,44	0,43
800	0,74	0,74	0,74	0,74	0,67	0,62	0,56	0,52	0,50	0,49
1000	1,00	1,00	1,00	0,96	0,89	0,83	0,74	0,70	0,65	0,64
1300	1,38	1,38	1,38	1,33	1,26	1,16	1,06	1,00	0,95	0,94
1500	1,64	1,64	1,64	1,59	1,51	1,40	1,25	1,19	1,15	1,13
1700	1,92	1,92	1,92	1,86	1,78	1,63	1,50	1,40	1,35	1,32
2000	2,31	2,31	2,31	2,24	2,16	2,03	1,87	1,74	1,64	1,58
2200	2,61	2,61	2,61	2,52	2,42	2,33	2,13	1,98	1,86	1,83
2600	3,23	3,23	3,23	3,11	3,00	2,89	2,64	2,50	2,33	2,28
2900	3,72	3,72	3,72	3,61	3,48	3,35	3,08	2,87	2,66	2,57
3000	3,88	3,88	3,88	3,78	3,64	3,51	3,26	3,04	2,82	2,71
3400	4,40	4,40	4,40	4,30	4,20	4,10	3,83	3,68	3,51	3,51
4000	5,17	5,17	5,17	5,05	4,94	4,82	4,59	4,45	4,26	4,26
4450	5,75	5,75	5,75	5,62	5,49	5,37	5,11	4,95	4,74	4,74
5000	6,52	6,52	6,52	6,37	6,23	6,08	5,81	5,65	5,39	5,39
6000	7,82	7,82	7,82	7,65	7,47	7,30	7,06	6,84	6,56	6,56
7000	9,12	9,12	9,12	8,92	8,72	8,52	8,24	7,98	7,65	7,65
8000	10,43	10,43	10,43	10,20	9,96	9,73	9,41	9,12	8,75	8,75

**Figura 98 Porcentaje del ciclo de trabajo de la chispa**

### 3.10.2 Mapas de inyección de combustible.

En lo que respecta a los mapas de inyección de igual manera que los mapas de ignición; estos presentan dos tablas de valores ya que representan el número de RPM en altas y bajas revoluciones de acuerdo a su sistema de distribución de válvulas "VTEC", estos valores están representados como IQ (Cantidad de combustible inyectado), que entra en la cámara de combustión.



**Figura 99 Valores de RPM Altas/ Bajas**

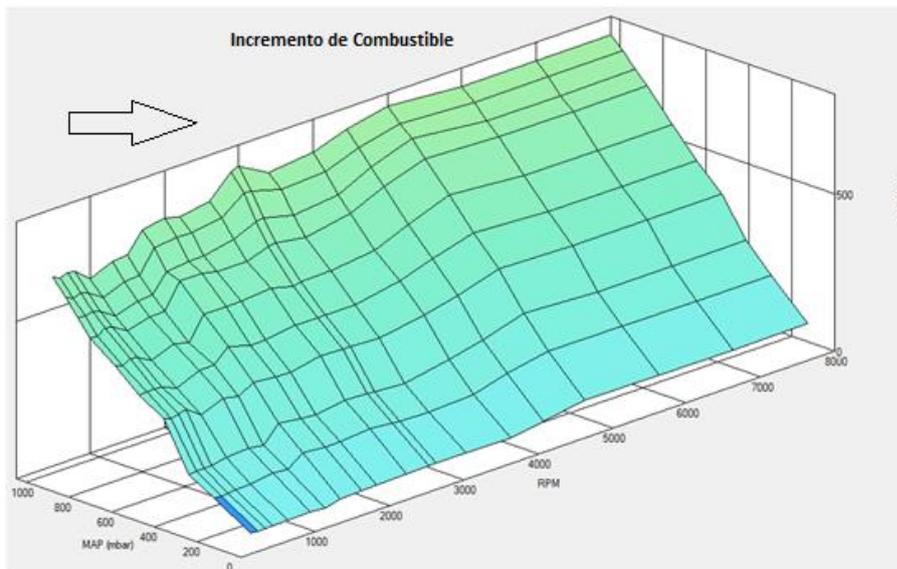
El software considera como valores de porciones de combustible sobre el valor límite máximo de carga que el motor puede alcanzar (depresión del aire) según el número de revoluciones del motor.

Col	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
mBar	886	714	600	485	370	256	141	84	26	30
500	4	89	144	273	320	389	450	503	550	603
600	4	89	153	278	336	396	465	518	561	615
700	4	89	153	285	336	412	483	523	572	624
800	4	96	159	293	338	410	483	523	572	627
1000	4	98	165	255	315	378	450	485	531	576
1300	8	104	165	272	336	392	453	488	539	591
1500	4	99	159	263	336	378	453	488	539	591
1700	14	110	171	264	341	412	483	495	550	594
2000	16	104	162	257	322	412	483	503	558	603
2200	17	105	159	255	326	412	473	503	556	594
2600	18	113	171	273	336	419	473	520	569	606
2900	20	107	168	270	336	401	493	550	619	669
3000	20	105	165	270	338	410	495	553	619	675
3400	20	101	159	263	336	412	483	533	594	630
4000	20	110	186	288	364	428	510	550	605	651
4450	34	135	209	311	392	468	553	598	641	681
5000	54	159	244	348	429	513	593	638	671	708
6000	53	157	233	339	415	495	583	615	657	690
7000	51	155	232	339	413	493	580	613	657	690
8000	52	155	234	341	413	493	583	615	657	690

**Figura 100** Tabla de valores de inyección de combustible

Los mapas de inyección están representados por la relación directa de la apertura de la aleta de aceleración y en el aumento de su apertura gradual, en este caso aumentará la depresión que se produce en el motor, por este motivo la gráfica muestra el aumento de vacío en el sensor MAP.

Este mapa representa la velocidad del motor desde baja a alta velocidad de (RPM) y a su vez de la cantidad de porciones de combustible que ingresa al motor la cual esta denominado como (IQ - Fuel Value).



**Figura 101 Mapa base de inyección**

En la opción (Duty Cycle), al igual que los mapas de avance al encendido, estos presentan valores de porcentajes, se relacionan con la apertura del tiempo del inyector a más apertura de caudal del inyector, se podría decir que su porcentaje aumenta siempre relacionando con el ciclo de trabajo del mismo.

Col	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
mBar	886	714	600	485	370	256	141	84	26	30
500	0,36	0,97	1,37	2,31	2,65	3,15	3,59	3,97	4,31	4,70
600	0,43	1,16	1,72	2,81	3,32	3,84	4,44	4,90	5,27	5,74
700	0,50	1,36	2,01	3,35	3,87	4,64	5,36	5,76	6,26	6,79
800	0,57	1,64	2,37	3,92	4,44	5,27	6,12	6,58	7,16	7,80
1000	0,71	2,07	3,05	4,35	5,22	6,14	7,18	7,69	8,35	9,01
1300	1,00	2,80	3,96	5,97	7,18	8,23	9,38	10,04	11,01	11,99
1500	1,07	3,14	4,44	6,69	8,29	9,20	10,82	11,59	12,71	13,84
1700	1,46	3,81	5,33	7,62	9,52	11,26	13,01	13,31	14,67	15,76
2000	1,77	4,31	6,01	8,75	10,65	13,25	15,30	15,88	17,50	18,80
2200	1,99	4,79	6,51	9,57	11,82	14,58	16,51	17,47	19,16	20,39
2600	2,37	5,94	8,15	11,99	14,37	17,48	19,52	21,31	23,16	24,55
2900	2,74	6,38	8,96	13,25	16,03	18,74	22,61	25,03	27,92	30,03
3000	2,83	6,53	9,14	13,71	16,66	19,78	23,50	26,00	28,88	31,33
3400	3,21	7,18	10,06	15,17	18,79	22,53	26,01	28,48	31,51	33,28
4000	3,78	8,97	13,41	19,32	23,73	27,41	32,20	34,52	37,71	40,38
4450	5,07	11,62	16,40	22,95	28,21	33,11	38,56	41,47	44,26	46,85
5000	7,21	14,80	20,96	28,50	34,36	40,47	46,23	49,49	51,92	54,60
6000	8,50	17,57	24,20	33,42	40,01	46,99	54,61	57,43	61,11	63,96
7000	9,73	20,34	28,13	38,99	46,50	54,60	63,45	66,75	71,29	74,62
8000	11,27	23,25	32,38	44,74	53,15	62,40	72,81	76,58	81,48	85,28

**Figura 102 Porcentaje del ciclo de trabajo del inyector**

### **3.11 Reprogramación de la unidad de control electrónico.**

Dentro del proceso de la reprogramación electrónica que se realizó, se partió del mapa base que el módulo enchufable a la centralita determinó mediante el software SManager. De allí se realizó dos tipos de modificaciones personalizadas en los mapas de inyección, ignición y demás parámetros que el software dedicado ofrece para la compensación y corrección de los diferentes valores de algunos elementos del motor, de acuerdo a lo que se desee realizar.

En la realización de los mapas personalizados de inyección e ignición se crearon dos modelos adicionales que representan modificaciones y variaciones de los diferentes parámetros del motor, refiriéndose directamente a la posibilidad de incidir en el ámbito deportivo del automovilismo, por ende los mapas creados serán de gran utilidad en modalidades.

#### **3.11.1 Primera reprogramación.**

Partiendo con lo antes mencionado se obtuvo el mapa base del vehículo Honda Civic, se realizó la primera reprogramación, la cual está basada en la variación de mapas y tablas de inyección e ignición:

- **Mapa de ignición (Avance al encendido)**

La sección marcada muestra un incremento de avance al encendido (ángulo de encendido), desde una velocidad de 1500 RPM hasta 3400 RPM en comparación con el mapa base que se obtuvo anteriormente, esta zona fue considerada ya que cuando el motor se encontró en marcha se determinó la necesidad de un incremento de torque para el ascenso de pendientes y regularmente el funcionamiento del motor se produce en este rango de valores durante esta modalidad.

Col	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
mBar	886	714	600	485	370	256	141	84	26	30
500	18,50	18,50	18,50	18,50	13,00	8,00	3,25	0,00	-2,00	-3,00
600	18,50	18,50	18,50	18,50	13,00	8,00	3,25	0,00	-2,00	-3,00
700	18,50	18,50	18,50	18,50	13,00	8,00	3,25	0,00	-2,00	-3,00
800	18,50	18,50	18,50	18,50	13,00	8,00	3,25	0,00	-2,00	-3,00
1000	23,75	23,75	23,75	21,25	16,50	12,00	6,00	3,00	0,00	-1,00
1300	28,00	28,00	28,00	25,25	20,58	15,92	11,25	8,00	5,50	4,50
1500	30,25	30,25	30,25	32,00	26,83	21,67	16,50	9,50	7,50	7,00
1700	32,75	32,75	32,75	34,50	31,25	25,00	19,75	11,50	9,75	8,50
2000	34,50	34,50	34,50	36,25	33,25	29,00	23,50	14,75	11,50	9,50
2200	36,75	36,75	36,75	37,75	34,75	32,00	25,50	17,00	13,25	12,25
2600	40,50	40,50	40,50	41,25	38,50	35,50	29,00	21,25	16,75	15,25
2900	43,25	43,25	43,25	44,75	41,50	38,50	32,00	23,00	18,00	16,00
3000	44,00	44,00	44,00	45,75	42,50	39,50	33,75	24,75	19,75	17,25
3400	44,00	44,00	44,00	46,00	42,83	39,67	36,50	29,50	26,00	26,00
4000	44,00	44,00	44,00	42,00	39,33	36,67	34,00	31,50	28,25	28,25
4450	44,00	44,00	44,00	42,00	40,00	38,00	34,00	31,50	28,25	28,25
5000	44,75	44,75	44,75	42,75	40,75	38,75	35,00	32,75	29,25	29,25
6000	44,75	44,75	44,75	42,75	40,75	38,75	36,00	33,50	30,25	30,25
7000	44,75	44,75	44,75	42,75	40,75	38,75	36,00	33,50	30,25	30,25
8000	44,75	44,75	44,75	42,75	40,75	38,75	36,00	33,50	30,25	30,25

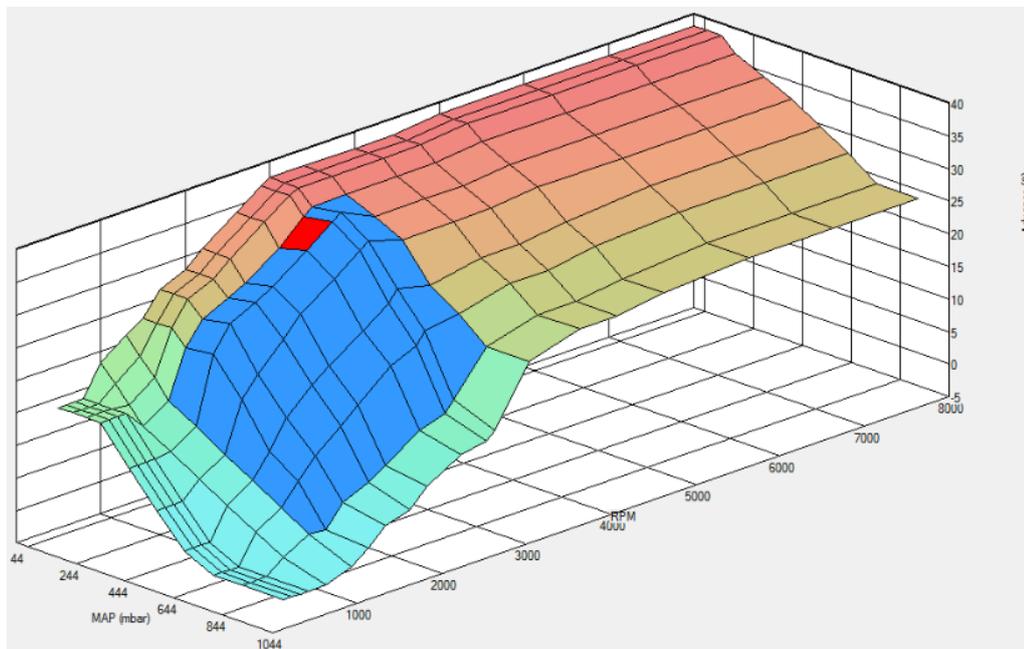
**Figura 103** Tabla de valores de ignición "Primera reprogramación"

El software SManager permite incrementar los valores de grados de avance al encendido dependiendo a la necesidad del usuario, en este caso se ha configurado el incremento de 1°, por tanto en este sector del mapa se incrementó 4° de avance al encendido, en los valores que han sido determinados de acuerdo a la personalización del mapa. A su vez la opción "smooth e interpolate", permite realizar una variación más delicada evitando desniveles pronunciados en la curva.

El incremento de grados de adelanto se percibe en la zona marcada, el valor de 4° de avance en un rango de (1500 - 3400) RPM, columna (4 - 8) donde indica la depresión máxima como zona de trabajo del motor, en esta zona se emplea el llamado avance por vacío por encontrarse desde una menor a mayor depresión de aire en el motor que el sensor MAP capta, por tanto se obtuvo mayor valor de par que va a producir en el interior del motor cuando el pistón comience su carrera descendiente después del ciclo de compresión.

El sensor MAP relaciona la masa de aire que ingresa al motor o la depresión que se produce en el interior del mismo para producir la carga, por tanto se deduce que cuando se produce un incremento del este valor la UEC permitirá suministrar la cantidad de inyección de combustible necesaria para que se produzca un quemado total de la mezcla.

Esta variación de adelanto al encendido permitió incrementar el periodo de salto de la chispa con una cantidad correcta de combustible, se obtendrá el punto óptimo para combustionar casi en su totalidad la mezcla (aire – combustible) y obtener la mayor cantidad de torque y potencia en forma eficiente.



**Figura 104 Mapa de avance al encendido "Primera reprogramación"**

- **Mapa de inyección de combustible**

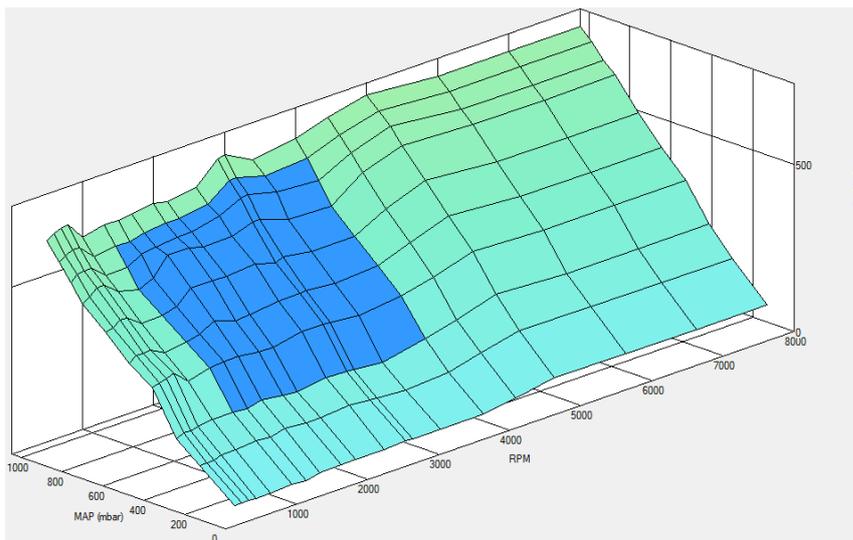
En la tabla de valores del mapa de inyección Figura 103, se realizó un incremento del 5% del valor de inyección de combustible (IQ), ya que por el objetivo que se desea cumplir y por su adelanto en el mapa de ignición se debe compensar la mezcla para que el motor no produzca ineficiencia.

La tabla de valores de inyección está representada por la cantidad de porciones de combustible que la unidad de control emite hacia los inyectores, relacionando con la depresión que se produce en el motor y que el sensor MAP determina, mediante la apertura gradual de la aleta de aceleración cuando la velocidad del motor (RPM) va incrementando.

Col	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
mBar	886	714	600	485	370	256	141	84	26	30
500	4	89	144	273	320	389	450	503	550	603
600	4	89	153	278	336	396	465	518	561	615
700	4	89	153	285	336	412	483	523	572	624
800	4	96	159	293	338	410	483	523	572	627
1000	4	98	165	255	315	378	450	485	531	576
1300	8	104	165	272	326	380	434	488	539	591
1500	4	99	159	276	335	394	453	512	539	591
1700	14	110	171	277	358	432	507	520	550	594
2000	16	104	162	269	338	432	507	528	558	603
2200	17	105	159	268	342	432	496	528	556	594
2600	18	113	171	287	353	439	496	546	569	606
2900	20	107	168	284	353	421	517	578	619	669
3000	20	105	165	284	355	430	520	580	619	675
3400	20	101	159	276	347	417	488	559	594	630
4000	20	110	186	288	354	419	485	550	605	651
4450	34	135	209	311	392	468	553	598	641	681
5000	54	159	244	348	429	513	593	638	671	708
6000	53	157	233	339	415	495	583	615	657	690
7000	51	155	232	339	413	493	580	613	657	690
8000	52	155	234	341	413	493	583	615	657	690

**Figura 105 Tabla de valores de inyección "Primera reprogramación"**

Se debe considerar el incremento de combustible necesario ya que cuando se produce el adelanto o retraso al encendido este podría perder eficiencia al no existir una mezcla correcta de (aire – combustible) por lo que se espera es el combustionar más cantidad de mezcla para producir un mayor índice de potencia y torque en el motor.



**Figura 106 Mapa de inyección "Primera reprogramación"**

- **Regulación Lambda**

El módulo enchufable y el software SManager permite realizar la lectura de la sonda lambda, que se produce en el motor, esta es la correcta forma de realizar la reprogramación de la UEC ya que con ello podríamos percibir una mezcla estequiométrica ideal (14.7-1) o aproximar a este valor, para así no obtener exceso de combustible o exceso de aire mezcla (Rica - Pobre) o viceversa, sin embargo cabe resaltar que el sistema del vehículo Honda Civic no posee de fábrica ningún tipo de sensor de oxígeno, por lo cual la determinación de mezcla estequiométrica no se pudo realizar.



**Figura 107 Múltiple de escape "HONDA CIVIC"**

Lo ideal es trabajar con un sistema de bucle cerrado (closed loop), ya que con ello cuando existe un sensor O<sub>2</sub>, este permitirá que la unidad de control, supervise el flujo de escape que se produce con la finalidad de ajustar la relación (aire – combustible), midiendo la cantidad de oxígeno que queda después de la combustión para así reducir la emisión de gases contaminantes.

Sin embargo en este caso se determinó el uso del sistema de lazo abierto (Open Loop), este sistema de bucle abierto no monitorea la salida y ni hace ajustes de acuerdo a la cantidad de oxígeno presente en los gases de escape por tanto no se pudo monitorear la mezcla estequiométrica, ni el control de temperatura del motor por no poseer calentador de O<sub>2</sub>, el cual será deshabilitado en el software.

Options

Closed loop operation

Narrowband Target Voltage  V

Wideband Target Voltage  V

Disable O<sub>2</sub> Heater

Conditions

Maximum MAP for closed loop

Maximum engine speed  rpm

Closed Loop Max TPS (Low)

Rpm	500	1500	2000	3000	4000	8000
TPS %	20	25	29	37	42	42

Closed Loop Max TPS (High)

Rpm	500	1500	2000	3000	4000	8000
TPS %	22	27	32	39	44	44

Short term fuel trim

Settings

Minimum short term adjustment  %

Maximum short term adjustment  %

Rate of change

	Under 1000	1000-2500	2500-4000	Over 4000	rpm
Slow	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="17"/>	<input type="text" value="17"/>	<input type="text" value="17"/>	
Fast - rich to lean	<input type="text" value="64"/>	<input type="text" value="64"/>	<input type="text" value="68"/>	<input type="text" value="0"/>	
Fast - lean to rich	<input type="text" value="64"/>	<input type="text" value="64"/>	<input type="text" value="68"/>	<input type="text" value="0"/>	% / s

**Figura 108 Lazo abierto (Open Loop)**

EL software además permitió deshabilitar el uso de un sensor de O<sub>2</sub>, el cual imposibilita realizar la variación de la mezcla mediante el cambio de valores del voltaje. La unidad de control ajusta la amplitud del pulso de inyección de acuerdo con el voltaje de este sensor.

- **Control de velocidad de ralentí.**

La velocidad de ralentí se estableció en un valor de 800 RPM cuando el vehículo se encuentra estático, Se puede realizar la variación de la temperatura y RPM del motor de acuerdo a la necesidad y el medio climático en el cual se encuentre el vehículo ya que de acuerdo a la temperatura motor, la unidad de control suministra la cantidad de combustible requerido.

Idle

Minimum idle speed  rpm

Idle Speed vs Coolant Temperature (stationary)

Water Temp °C	-40	20	31	41	61	81	150
Rpm	1601	1601	1450	1300	1000	700	700

Idle Speed vs Coolant Temperature (moving)

Water Temp °C	-40	20	31	41	61	81	150
Rpm	1601	1601	1450	1300	1000	840	840

IAC Duty Cycle

Decrease Normal Increase

IAC Error

Disable IAC Error

Ignition controlled idle (low)

Rpm	0	104	178	65535
Ign (°)	0,00	3,00	5,25	5,25

Ignition controlled idle (high)

Rpm	0	115	205	65535
Ign (°)	0,00	-3,00	-5,25	-5,25

**Figura 109 Control de velocidad de ralentí**

El IAC Duty Cycle, determina el ciclo de trabajo que el actuador realiza, se puede incrementar o no de acuerdo a la cantidad de aire que permita ingresar.

El "IAC Error", muestra valores relativos de velocidades del motor, en este caso al momento de deshabilitar dicha opción este permitirá mostrar un DTC si las RPM se encuentran fuera del rango propuesto, y por medio de la ignición y los grados de avance al encendido al encendido, este trata de compensar la carga que necesita, cuando se encuentra a bajas RPM.

- **Límite de revoluciones**

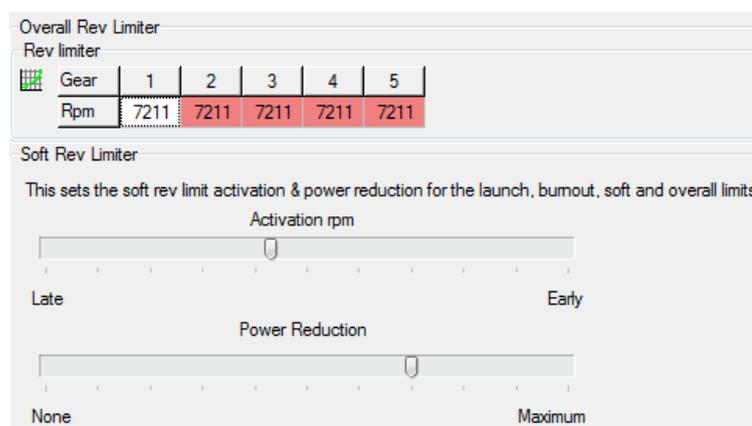
Este parámetro contiene ajustes relacionados con las revoluciones del motor y limitador:

- **Limitador soft**

El limitador soft utiliza un método de corte de cilindro progresivo para reducir la potencia del motor cuando está cerca de un limitador de revoluciones.

- **Limitador "Soft Limit"**

(HONDATA, 2003 - 2014) "Establece la distancia desde el limitador de revoluciones, donde el limitador suave se activará. "Late" se activará en el limitador de revoluciones; "Early" se activará aproximadamente 200 rpm antes del limitador de revoluciones".



**Figura 110 Parámetros de límite de revoluciones**

### 3.11.2 Segunda reprogramación

Del mismo modo para la segunda reprogramación se tomaron los mapas base como referencia que se obtuvieron anteriormente cuando se realizó la extracción del mismo, de ahí se modificaran los principales parámetros característicos:

- **Mapa de Ignición (Avance al Encendido)**

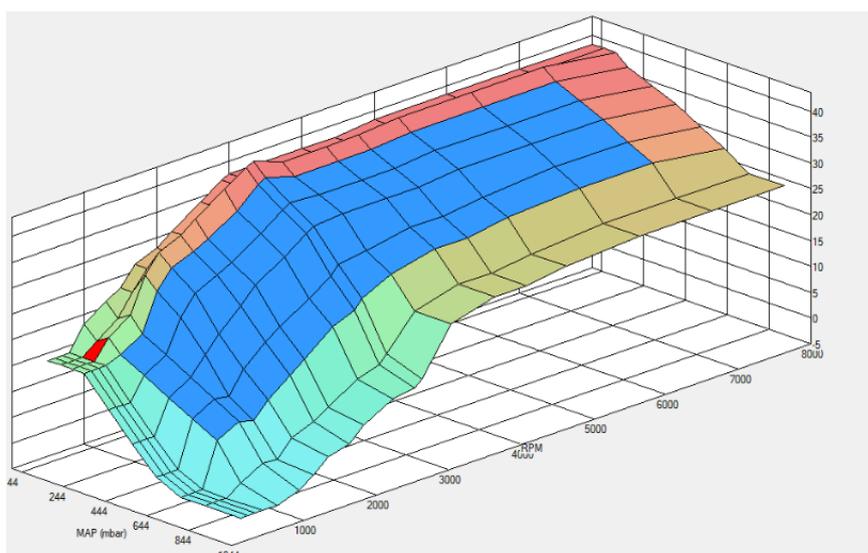
En esta reprogramación se tomaron valores de acuerdo al mapa personalizado, en este se incrementó valores de grados de adelanto al encendido en tres sectores dependiendo al aumento de las prestaciones que se deseó obtener.

La Figura 109. Muestra los incrementos de valores representados: En el sector de color negro se incrementó un valor de 3° de avance al encendido, con la finalidad de elevar el torque a bajas velocidades desde el ralentí (800 - 1300) RPM, cuando su velocidad inicial sea 0 RPM y vaya incrementando ascendentemente, el segundo sector está representado con color azul en un lapso de (1500 - 3000) RPM, este sector representa el incremento paulatino de torque hasta terminar la curva ascendente del motor, el cual se incrementó 4° de avance al encendido, finalmente de acuerdo a la modalidad, en el sector final del mapa donde se produce la curva de potencia final se incrementó igualmente un valor de 2° que está representado con color rojo. Valores que se han tomado desde el mapa base con la finalidad de mejorar los parámetros característicos del motor de combustión interna.

Col	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
mBar	886	714	600	485	370	256	141	84	26	30
500	18,50	18,50	18,50	18,50	13,00	8,00	3,25	0,00	-2,00	-3,00
600	18,50	18,50	18,50	18,50	13,00	8,00	3,25	0,00	-2,00	-3,00
700	18,50	18,50	18,50	14,80	11,10	7,40	3,70	0,00	-2,00	-3,00
800	18,50	18,50	21,50	17,80	14,10	10,40	6,70	3,00	-2,00	-3,00
1000	23,75	23,75	26,75	24,25	19,50	15,00	9,00	6,00	0,00	-1,00
1300	28,00	28,00	31,00	28,25	24,50	19,25	14,25	11,00	5,50	4,50
1500	30,25	30,25	34,25	32,00	28,50	23,00	16,50	13,50	7,50	7,00
1700	32,75	32,75	36,75	34,50	31,25	25,00	19,75	15,50	9,75	8,50
2000	34,50	34,50	38,50	36,25	33,25	29,00	23,50	18,75	11,50	9,50
2200	36,75	36,75	40,75	37,75	34,75	32,00	25,50	21,00	13,25	12,25
2600	40,50	40,50	44,50	41,25	38,50	35,50	29,00	25,25	16,75	15,25
2900	43,25	43,25	47,25	44,75	41,50	38,50	32,00	27,00	18,00	16,00
3000	44,00	44,00	48,00	45,75	42,50	39,50	33,75	28,75	19,75	17,25
3400	44,00	44,00	46,00	44,00	42,00	40,00	34,50	31,50	26,00	26,00
4000	44,00	44,00	46,00	44,00	42,00	40,00	36,00	33,50	28,25	28,25
4450	44,00	44,00	46,00	44,00	42,00	40,00	36,00	33,50	28,25	28,25
5000	44,75	44,75	46,75	44,75	42,75	40,75	37,00	34,75	29,25	29,25
6000	44,75	44,75	46,75	44,75	42,75	40,75	38,00	35,50	30,25	30,25
7000	44,75	44,75	46,75	44,75	42,75	40,75	38,00	35,50	30,25	30,25
8000	44,75	44,75	46,75	44,75	42,75	40,75	38,00	35,50	30,25	30,25

**Figura 111 Valores avance al encendido "Segunda reprogramación"**

En el mapa de avance al encendido, se muestra gráficamente el incremento de los ángulos de adelanto al encendido, se puede observar que el incremento se lo realizó directamente en el área donde se produce la mayor depresión del motor en la columna (3 - 8), tomando en cuenta el área de trabajo donde entra en funcionamiento el motor, por tanto mayor carga se obtiene



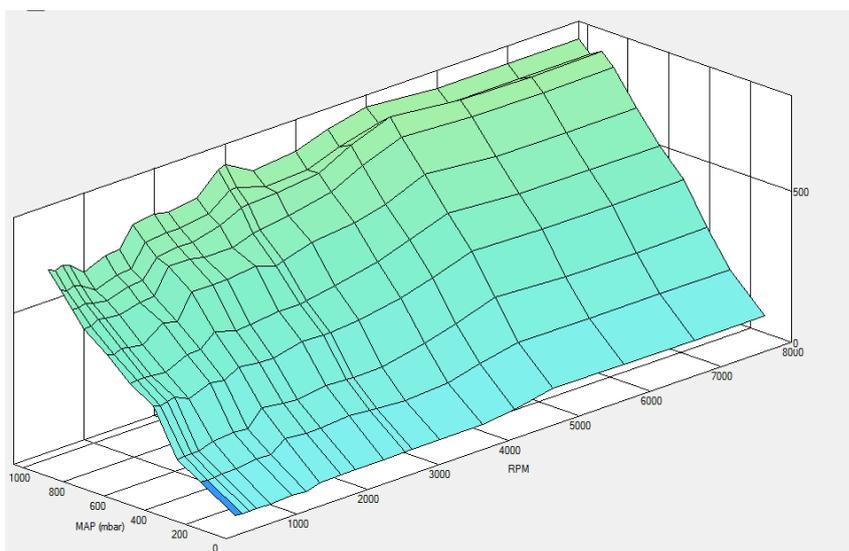
**Figura 112 Mapa de avance al encendido "Segunda reprogramación"**

- **Mapa de inyección de combustible**

En la modificación del mapa de inyección se varió directamente los parámetros, tomando como referencia el mapa anterior, en el cual se modificó el área de trabajo del motor con un incremento de 5% de inyección de combustible de igual manera en la columna (3 - 8) de la tabla, desde (1000 - 3000) RPM, y un incremento de 10% desde (3400 - 7000) RPM, en la curva de potencia final obtenida.

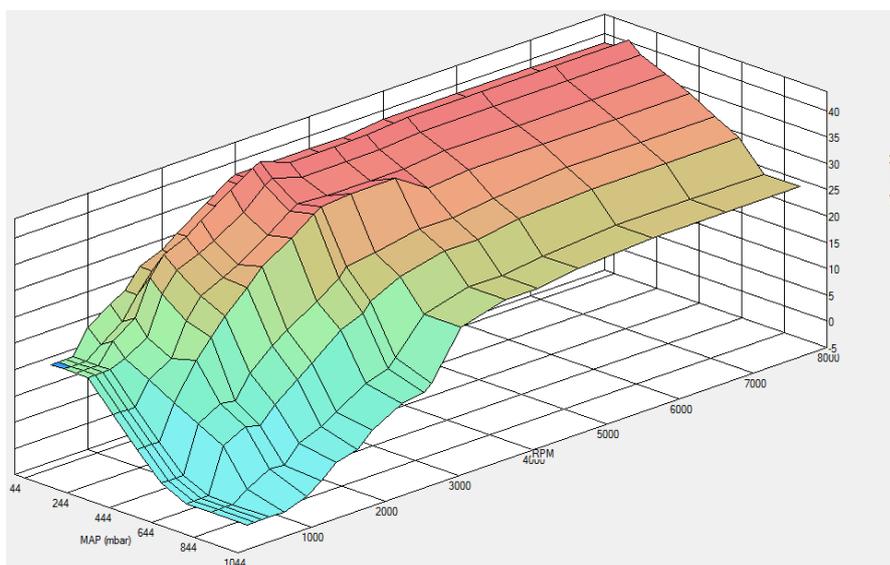
Col	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
mBar	886	714	600	485	370	256	141	84	26	30
500	4	89	144	273	320	389	450	503	550	603
600	4	89	153	278	336	396	465	518	561	615
700	4	89	153	285	336	412	483	523	572	624
800	4	96	159	232	304	377	450	523	572	627
1000	4	98	173	240	308	375	442	509	531	576
1300	8	104	173	285	353	411	475	512	539	591
1500	4	99	167	276	353	397	475	512	539	591
1700	14	110	180	277	358	432	507	520	550	594
2000	16	104	170	269	338	432	507	528	558	603
2200	17	105	167	268	342	432	496	528	556	594
2600	18	113	180	287	353	439	496	546	569	606
2900	20	107	176	284	353	421	517	578	619	669
3000	20	105	173	284	355	430	520	580	619	675
3400	20	101	175	289	370	454	532	587	594	630
4000	20	110	205	318	401	471	562	606	605	651
4450	34	135	230	342	432	516	609	659	641	681
5000	54	159	269	384	473	566	653	703	671	708
6000	53	157	257	374	457	546	642	678	657	690
7000	51	155	256	374	455	543	639	675	657	690
8000	52	155	258	375	455	543	642	678	657	690

**Figura 113 Valores de inyección "Segunda reprogramación"**

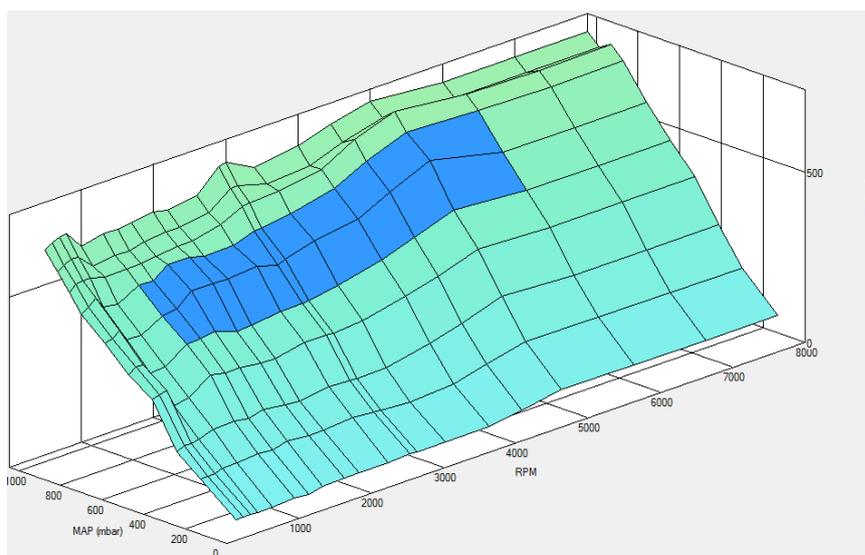


**Figura 114 Mapa de inyección "Segunda reprogramación"**

Sin embargo en las pruebas realizadas después de la segunda reprogramación, se percibió que para cumplir el propósito deseado se captó que en el área de (1500 - 5000) RPM se presentó una falta de potencia y torque, por tanto se realizó una corrección de aumento de valores en los mapas de inyección e ignición, con el objetivo de percibir un aumento en dichos valores, se aumentó en la columna 6, 2° más de avance al encendido y 5% de inyección de combustible, valores que se realizaron de acuerdo a la personalización.



**Figura 115 Incremento de corrección "Avance al encendido"**



**Figura 116 Incremento de corrección "Inyección de combustible"**

En la presente reprogramación se emplearon algunos de los parámetros que el software ofrece para mejorar algunas de las prestaciones del motor.

- **Launch control (Control de partida)**

El launch control permite determinar el corte de inyección de combustible cuando el vehículo está detenido, se puede determinar el valor de RPM que se desee limitar, este parámetro permitió que cuando se realice la salida el motor no pierda carga ni cantidad de inyección de combustible.

Launch Control Activation

Always On

Invert input

Maximum Speed 10 kph

Launch Settings

Launch Limiter RPM 4006 rpm

Fuel & Ignition Settings

Activation RPM 3000 rpm Retarding the timing and/or adding fuel during the operation of the launch limiter will rapidly increase the exhaust gas temperature. Please read the help file and take note of the warnings before using this feature.

Fuel Enrichment 0

Ignition Timing -25 degrees (negative values retard)

Bumout Rev Limit

Disabled

Invert input

Bumout Rev Limit 8012 rpm

**Figura 117 Calibración de launch control**

- **Límite de revoluciones**

Se estableció un límite de revoluciones aproximadamente a las 7200 RPM del motor cuando se produce el corte de inyección de combustible por parte de la unidad de control electrónico.

Overall Rev Limiter					
Rev limiter					
Gear	1	2	3	4	5
Rpm	7211	7211	7211	7211	7211

Soft Rev Limiter

**Figura 118 Corte de combustible**

### 3.12 Adecuaciones adicionales.

Se puede mencionar que se realizaron algunas adecuaciones adicionales para mejorar del motor de combustión, entre ellas se instaló previamente un intake (filtro de aire cónico), el cual permite proporcionar una mayor cantidad de flujo de aire y velocidad que entra en el motor para producir una mayor depresión, a su vez el aumento de octanaje en el combustible permitirá una mejor quema de la mezcla estequiométrica.



**Figura 119 Air Intake**

## CAPÍTULO IV

### EXPERIMENTACIÓN (PRUEBAS)

#### 4.1 Introducción

Para la experimentación el vehículo se sometió a pruebas en el dinamómetro de rodillos realizado en Dynamica competición, se tomaron en cuenta los métodos de seguridad indispensables para comenzar la prueba.

Se realizó un total de tres pruebas en el dinamómetro, con el mapa base de la unidad de control y las dos siguientes reprogramaciones que se realizaron, seguidamente con la obtención de tablas de datos, las curvas de potencia y torque obtenidos netamente del dinamómetro.

Dentro de la experimentación se analizó los datos obtenidos por pruebas preliminares realizadas en el dinamómetro, estas indicaron los valores de potencia y torque obtenidos antes y después de la reprogramación del vehículo, las cuales fueron analizados por medio de métodos matemáticos y estadísticos para determinar el valor real de los mapas que se sometieron a pruebas.

Posteriormente se realizaron pruebas adicionales para determinar la cantidad de combustible que el motor consume, midiendo el valor de voltaje de acuerdo a la cantidad de combustible que se encuentra en el depósito, se realizaron pruebas de emisiones de gases para observar la cantidad de CO<sub>2</sub>, CO, O<sub>2</sub> y HC ppm.

#### 4.2 Parámetros generales

El software adicionalmente presenta diversas opciones para la modificación de los parámetros característicos:

### 4.2.1 Fuel trim

Una de las opciones más importantes que se puede emplear al momento de la reprogramación de la unidad de control es el ajuste de inyección de combustible por medio de la selección de algunos parámetros característicos de acuerdo al uso de los inyectores.

### 4.2.2 Selección de inyectores.

Esta opción permite seleccionar el tamaño del inyector de acuerdo al tipo de motor al cual se realice la reprogramación, y en si la medida de caudal con los que puede trabajar dentro del ajuste del motor.

The image shows a software window titled 'Injectors'. It contains two rows of configuration options. The first row is 'Stock injector size' with a text input field containing '240' and the unit 'cc/min' to its right. The second row is 'Current injector size' with a text input field containing '240' and the unit 'cc/min' to its right.

**Figura 120 Tamaño del inyector**

Para realizar la reprogramación se tomó en consideración el tamaño original del inyector (Stock) que posee el motor D16A9. Cambiar el tamaño del inyector compensa automáticamente las tablas de combustible en el sistema de inyección.

También el combustible en el momento del arranque, la aceleración punta del combustible se compensa en función del tamaño del inyector. La mayoría de motores Honda de series "B y D" utilizan inyectores de 240 cc/minuto; la mayoría de los motores de la serie "F y H" utilizan inyectores de 310 cc/minuto. La presión de combustible por no ser igual para todos los modelos, utiliza un ajuste general de combustible para la compensación de inyección.

Injector Voltage Compensation							
Volts	0.0	8.1	10.1	12.1	14.2	16.1	24.6
Dead Time (ms)	1.49	1.49	0.96	0.68	0.49	0.35	0.35

**Figura 121 "Tiempo muerto"**

Los inyectores poseen un pulso mínimo antes de inyectar el combustible, conocido como "tiempo muerto" del inyector. Esto varía según el voltaje y se puede ajustar para diferentes características de los inyectores, cuando el tiempo muerto (ms) disminuya, el valor de voltaje del inyector incrementará de acuerdo a que la apertura de inyección aumente junto con la velocidad del motor.

#### 4.2.3 Ajuste de combustible general

La compensación adicional se aplica de manera uniforme a las principales tablas de combustible, en las que presenten sectores con variaciones abruptas; en estos casos se dice que en los mapas de inyección se presentará una dosificación desigual en cada uno de los inyectores.

El botón "**Calc**" permite que el ajuste general de combustible se calcule a partir de los cambios en la presión de combustible o el desplazamiento del motor.

Fuel Trim	
Overall fuel trim	0 %
Cranking fuel trim	30 %
Throttle tip in trim	10 %

**Figura 122** Calculador de inyección

#### 4.2.4 Parámetros de compensación de marcha

"Compensación gear"; permite que la inyección de combustible y el avance al encendido se sintonicen de forma individual para cada marcha, en una corrección de porcentaje de combustible en cada una.

Fuel Compensation					
Gear	1	2	3	4	5
Correction %	0.0	0.0	-2.0	-3.0	-4.0

**Figura 123** "Compensación gear"

La tabla de compensación de encendido especifica el cambio de tiempo de encendido para cada marcha, en grados.

Gear	1	2	3	4	5
Correction #	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00

**Figura 124 Compensación de encendido en grados**

#### 4.2.5 Parámetros de compensación de combustible.

Las tablas de compensación de temperatura del aire determinan cómo la unidad de control del motor (ECU) altera la cantidad de combustible suministrado en base a la temperatura del aire de admisión.

(HONDATA, 2003 - 2014) “Existen tres tablas de compensación de temperatura de entrada de aire; uno para condiciones de carga y de ralentí bajo, una para carga media y otro para carga alta.

Las tablas de compensación constan de dos filas: factor de temperatura y corrección, la temperatura se mide en grados Fahrenheit. Un factor de corrección superior aumentará la cantidad de combustible entregado, un factor de corrección inferior disminuirá la cantidad de combustible entregado”.

Air Temperature Compensation									
Idle and Light Engine Load									
Temp °C	-40	-31	-14	0	20	51	70	100	
Correction %	10,0	10,0	6,9	3,8	1,1	0,0	-0,5	-1,3	
Medium Engine Load									
Temp °C	-40	-31	-14	0	20	51	70	100	
Correction %	13,0	13,0	9,8	6,5	3,5	0,0	-2,5	-4,0	
High Engine Load									
Temp °C	-40	-31	-14	0	20	51	70	100	
Correction %	16,1	16,1	12,6	9,1	5,3	0,0	-3,5	-5,0	
Water Temperature Compensation									
Open loop - Low engine load									
Temp °C	-40	-31	-14	0	20	41	75	81	150
Correction %	39,8	39,8	29,7	25,0	20,3	15,6	7,8	0,0	0,0
Open loop - High engine load									
Temp °C	-40	-31	-14	0	20	41	75	81	150
Correction %	70,3	70,3	47,7	42,2	35,2	28,1	20,3	0,0	0,0
Closed Loop - Low engine load									
Temp °C	-40	-31	-14	0	20	54	75	81	150
Correction %	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Closed Loop - High engine load									
Temp °C	-40	-31	-14	0	20	54	75	81	150
Correction %	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	7,0	0,0	0,0	0,0

**Figura 125** Parámetros de compensación de combustible

- **Teoría de compensación de la temperatura del aire**

(HONDATA, 2003 - 2014) “La densidad del aire disminuye con el aumento de la temperatura, por lo que la cantidad correspondiente de combustible necesita ser menos con la temperatura del aire de admisión más caliente. El cálculo para el cambio en la densidad (y el cambio teórico en el combustible)”:

$$\text{Relacion de Densidad} = \frac{\text{Temp } 1}{\text{Temp } 2}$$

**Ecuación 8** Relación de densidad del aire

#### 4.2.6 Parámetros de compensación de encendido.

- **Compensación de la temperatura del aire**

(HONDATA, 2003 - 2014) “Esta opción permite la compensación del encendido por medio de la temperatura del aire a ser ajustado y su corrección. El comportamiento de los valores es para retardar el tiempo de encendido mientras la temperatura del aire de admisión aumenta”.

Air Temperature Compensation (negative values retard / positive values advance)					
IAT °C	-40	42	61	75	150
Correction °	0,00	0,00	-3,00	-5,25	-5,25

**Figura 126 Compensación de la temperatura del aire**

- **Compensación de la temperatura de refrigerante**

(HONDATA, 2003 - 2014) “Esta opción permite la compensación del encendido por medio de la temperatura del refrigerante que se desea corregir. El comportamiento de valores sirve avanzar el encendido con temperaturas de refrigeración más bajas, para compensar la mezcla de velocidad lenta de combustión”.

Water Temperature Compensation Low (negative values retard / positive values advance)							
ECT °C	-40	-31	0	20	51	75	150
Correction °	28,75	28,75	19,00	8,50	3,00	0,00	0,00

Water Temperature Compensation High (negative values retard / positive values advance)						
ECT °C	-40	94	100	119	150	150
Correction °	0,00	0,00	-3,25	-5,25	-5,25	-5,25

**Figura 127 Compensación de la temperatura de refrigerante**

- **Ignición ángulo dwell**

(HONDATA, 2003 - 2014) “El ángulo de cierre de encendido determina la cantidad de tiempo del encendido de las bobinas de carga

antes de la descarga a la bujía. Hasta cierto punto, un tiempo de carga más largo tendrá como resultado una chispa voltaje más alto”.

Ignition Dwell Angle								
Ignition Dwell Angle (cam degrees)								
Rpm	0	387	1514	2006	2499	2992	6019	8976
Dwell (°)	4,00	4,00	15,00	19,25	21,25	23,00	38,50	46,00

**Figura 128 Ignición ángulo dwell**

- **Compensación de voltaje**

(HONDATA, 2003 - 2014) “Esta tabla compensa el tiempo de permanencia basado en el voltaje de la batería. Desde la bobina de encendido se proporcionará una chispa con voltaje más alto cuando el voltaje de la batería es mayor, el ángulo de cierre puede ser reducido. Lo contrario sucede cuando el voltaje de la batería es bajo”.

Voltage compensation								
Volts	6,07	8,09	10,01	12,04	14,06	16,08	18,10	24,55
Comp (%)	239,1	150,0	62,5	25,0	0,0	-18,8	-28,1	-56,3

**Figura 129 Compensación de voltaje**

#### 4.2.7 Parámetros de Protección

La Protección de sobrecalentamiento enciende la luz MIL para revisión del motor, establece un código de error y opcionalmente el limitador de revoluciones si el motor se sobrecalienta.

Overheating Protection		
Overheating Temperature	212	°F
Rev limiter	12500	rpm

**Figura 130 Protección de sobrecalentamiento**

- **Protección de sobrecalentamiento**

La temperatura de sobrecalentamiento es la temperatura a la que el motor se considera en sobrecalentamiento. El Rev Limiter puede limitar la velocidad del motor si el motor se sobrecalienta.

- **Ventilador del radiador**

Es una de las opciones más trascendentales ya que permite forzar el funcionamiento del ventilador del radiador, el sensor ECT envía una señal a la UEC indicando la existencia de posible sobre calentamiento de acuerdo a la temperatura que se seleccione para la activación del electroventilador.

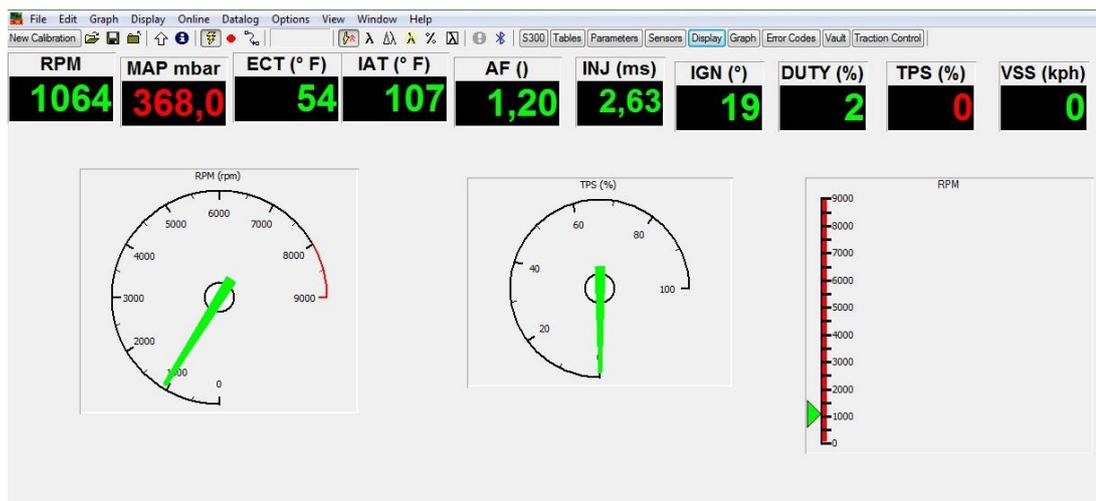


**Figura 131 Activación del electroventilador**

#### **4.3 Lectura de sensores y actuadores.**

Una vez realizadas las reprogramaciones, el software permitió visualizar el estado y funcionamiento de la mayoría de los componentes que están en funcionamiento en el motor:

La Figura 131. Muestra el funcionamiento de los parámetros en tiempo real; la lectura del sensor MAP en rojo muestra la depresión que está entrando en el motor de igual manera el sensor TPS ya que la aleta de aceleración se encuentra cerrada.



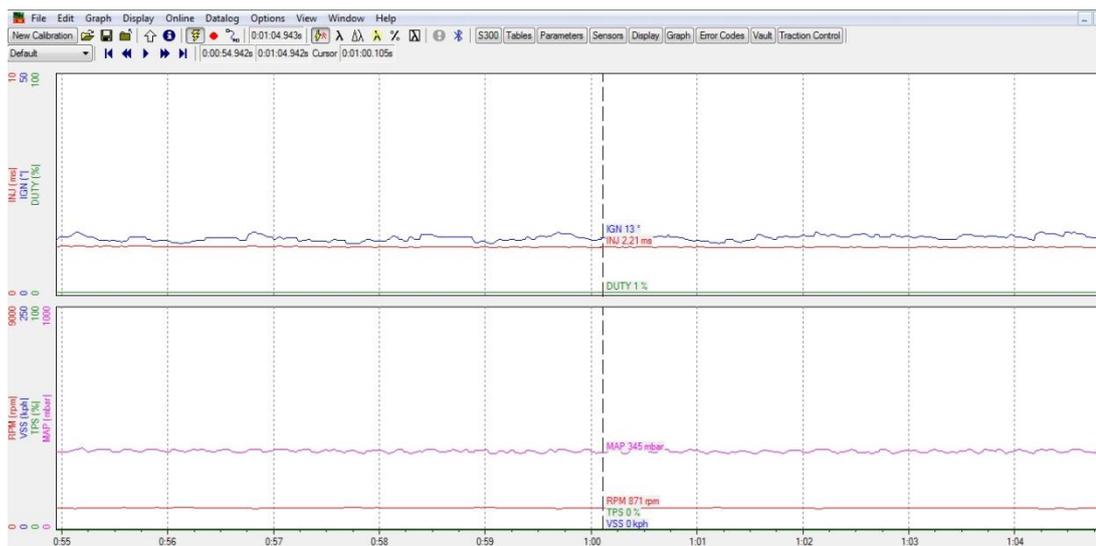
**Figura 132 Funcionamiento de sensores y actuadores**

De acuerdo a las reprogramaciones realizadas se tomó en consideración la lectura de los principales sensores:

1ra Reprogramación		2da Reprogramación	
RPM	999 rpm	RPM	854 rpm
VSS	0 kph	VSS	0 kph
Gear	1	Gear	1
MAP	372 mbar	MAP	345 mbar
TPS	0 %	TPS	0 %
INJ	2,56 ms	INJ	2,36 ms
DUTY	2 %	DUTY	1 %
IGN	15 °	IGN	14 °
IAT	107,5 ° F	IAT	109,7 ° F
ECT	61,2 ° C	ECT	69,8 ° C
O2	3,81 V	O2	3,81 V
S.TRIM	0 %	S.TRIM	0 %
L.TRIM	0 %	L.TRIM	0 %
AF	1,20	AF	1,20
K.Retard	0 °	K.Retard	0 °
K.Level	5,00 V	K.Level	5,00 V
PA	74,3 kPa	PA	74,3 kPa
BAT	14,35 V	BAT	14,25 V

**Figura 133 Lectura de los principales sensores y actuadores**

La lectura de señales que permite el software determina la variación de las mismas, depende de la aceleración en que se encuentre, en este caso se puede observar en recorrido de la señal en ralentí.



**Figura 134 Señales de sensores**

#### 4.4 Pruebas.

En las pruebas realizadas procedió a obtener datos en un banco dinamómetro, para después concluir analizando dichos datos obtenidos de cada una de las reprogramaciones

##### 4.4.1 Calibración en el dinamómetro

Para la calibración en el dinamómetro se realizaron distintos procesos previos al uso del equipo en los cuales se procedió a verificar el estado de los rodillos así como también las correas e implementos de sujeción del vehículo para la seguridad del mismo.



**Figura 135 Vehículo en el dinamómetro**

Para iniciar las pruebas en el dinamómetro se realizó la calibración del mismo, se introdujo los datos generales del vehículo: características del motor, peso, tipo de combustible, tipo de ignición y en si las condiciones climáticas en donde se realizó las pruebas como: temperatura del aire, presión barométrica, humedad relativa y densidad del aire.

Luego de la calibración del dinamómetro se procedió a situar el vehículo sobre el banco de rodillos específicamente sus ruedas motrices por ser un vehículo FWD, serán las que transmitan los valores de potencia y torque en las diferentes pruebas realizadas.



**Figura 136 Pruebas en el dinamómetro**

La prueba se realiza tomando como referencia un valor de velocidad en un rango de 2500 RPM aproximadamente, en cuarta velocidad, de ahí se da la señal para que el software del dinamómetro pueda tomar y registrar los datos que el motor emita, la prueba de aceleración a fondo se realiza hasta aproximadamente un rango de 6500 RPM, donde el motor alcanza su máximo valor de potencia y torque.

El software determinó las distintas formas de las curvas de potencia y torque, mientras el vehículo se encuentre en funcionamiento irá graficando en forma ascendente cada una de ellas, para observar las características que posean para evaluar si el motor cumple o no las especificaciones del fabricante y la influencia de los mapas reprogramados en el motor y

observar si existe variación alguna.



**Figura 137 Software del dinamómetro**

Una de las consideraciones más importantes que se debe tomar al momento de realizar pruebas en el dinamómetro es la seguridad del vehículo así como proveer de un ventilador en la parte delantera del vehículo para evitar un posible sobrecalentamiento.



**Figura 138 Seguridad del vehículo en el Dinamómetro**

#### 4.5 Obtención de datos.

Posteriormente a las pruebas realizadas en el dinamómetro se procedió a la obtención de datos de cada uno de los mapas tanto para el mapa base como las dos siguientes reprogramaciones que se realizó en la unidad de control:

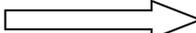
#### 4.5.1 Prueba 1. "Mapa base"

En la primera prueba se obtuvieron los valores del mapa base que posee originalmente la unidad de control del vehículo cuando sale de fábrica, este mapa representa los valores de funcionamiento originales antes de ser reprogramado:

**Tabla 12**

#### Datos de "Mapa base"

RPM	Est. (HP)	HP	Boost (PSI)	AFR (A/F)	Est. Torque (ft - lb)	Torque
2600	18,58	13,64	-5,071	15,58	37,05	27,2
2700	21,09	15,60	-4,922	15,49	40,53	30,1
2800	21,61	16,01	-5,013	15,42	40,77	30,2
2900	23,42	17,26	-5,000	15,21	41,97	30,9
3000	31,41	24,14	-4,120	15,04	54,17	41,6
3100	32,16	24,67	-4,119	14,62	54,51	41,8
3200	32,61	24,80	-4,118	14,11	53,56	40,7
3300	33,50	25,31	-4,119	13,85	53,36	40,3
3400	34,49	25,91	-4,121	13,66	53,34	40,1
3500	36,58	27,33	-4,123	13,62	54,18	40,5
3600	36,72	27,30	-4,124	13,62	53,62	39,9
3700	37,42	27,62	-4,126	13,63	53,20	39,3
3800	38,25	28,03	-4,129	13,65	52,94	38,8
3900	39,86	28,97	-4,134	13,72	53,08	38,6
4000	40,35	29,24	-4,135	13,70	53,07	38,5
4100	42,77	30,88	-4,142	13,63	54,21	39,1
4200	43,47	31,32	-4,145	13,62	54,43	39,2
4300	46,46	33,44	-4,160	13,60	56,16	40,4
4400	48,96	35,30	-4,175	13,62	57,83	41,7
4500	50,36	36,35	-4,179	13,63	58,80	42,4
4600	52,36	37,75	-4,185	13,71	59,80	43,1
4700	53,22	38,12	-4,186	13,75	59,50	42,6
4800	53,38	37,85	-4,187	13,75	58,45	41,4
4900	52,50	36,64	-4,190	13,78	56,34	39,3
5000	53,13	36,79	-4,188	13,75	55,89	38,7
5100	54,90	37,72	-4,179	13,54	56,08	38,5
5200	55,97	38,45	-4,176	13,43	56,61	38,9
5300	57,81	39,41	-4,173	13,10	56,84	38,8
5400	59,90	40,82	-4,176	12,97	57,81	39,4

CONTINÚA 

5500	61,55	41,81	-4,183	12,89	58,32	39,6
5600	60,83	40,93	-4,183	12,88	57,14	38,4
5700	60,29	39,96	-4,183	12,89	55,65	36,9
5800	62,42	41,37	-4,185	12,92	56,62	37,5
5900	64,77	42,71	-4,186	12,88	57,27	37,8
6000	66,05	43,34	-4,187	12,84	57,44	37,7
6100	67,05	43,70	-4,190	12,81	57,36	37,4
6200	66,12	41,89	-4,191	12,78	55,45	35,6
6300	66,24	42,07	-4,193	12,71	55,24	35,1
6400	66,24	41,63	-4,198	12,68	54,48	34,2
6500	66,10	40,96	-4,201	12,63	53,54	33,2
6600	63,77	38,30	-4,432	12,54	50,89	30,6

Los valores máximos que se obtienen en la tabla de datos y en su grafica se representan a una velocidad de 6100 RPM, como la zona marcada muestra, junto con la tabla a continuación:

**Tabla 13**

**Valores máximos "mapa base"**

RPM	POTENCIA (HP)	TORQUE (ft - lb)
6100	67.05	57.36

#### 4.5.2 Prueba 2. "Primera reprogramación"

En la segunda prueba se obtuvieron datos de la primera reprogramación que se realizó en la unidad de control electrónica, para determinar las variaciones que se realizaron:

**Tabla 14**

**Datos "Primera reprogramación"**

RPM	Est. (HP)	HP	Boost (PSI)	AFR (A/F)	Est. Torque (ft - lb)	Torque
2700	25,52	19,61	-4,128	13,36	48,85	37,5
2800	27,69	21,31	-4,101	13,12	51,11	39,3
2900	29,57	22,74	-4,103	13,24	52,71	40,5

<b>3000</b>	29,84	22,85	-4,103	13,28	52,30	40,1
<b>3100</b>	31,33	23,93	-4,103	13,26	53,13	40,6
<b>3200</b>	32,39	24,46	-4,104	13,22	52,41	39,6
<b>3300</b>	32,55	24,46	-4,104	13,15	51,88	39,0
<b>3400</b>	33,61	25,13	-4,106	13,03	52,00	38,9
<b>3500</b>	34,30	25,44	-4,107	12,94	51,56	38,2
<b>3600</b>	34,95	25,73	-4,109	12,88	51,09	37,6
<b>3700</b>	36,07	26,41	-4,111	12,76	51,29	37,6
<b>3800</b>	36,92	26,85	-4,113	12,65	51,14	37,2
<b>3900</b>	38,33	27,61	-4,118	12,56	51,07	36,8
<b>4000</b>	38,60	27,68	-4,120	12,53	50,80	36,4
<b>4100</b>	40,52	28,88	-4,126	12,40	51,41	36,6
<b>4200</b>	41,86	29,71	-4,133	12,29	51,85	36,8
<b>4300</b>	43,23	30,56	-4,143	12,20	52,30	37,0
<b>4400</b>	47,31	33,83	-4,158	12,16	55,92	40,0
<b>4500</b>	49,64	35,52	-4,167	12,16	57,36	41,0
<b>4600</b>	52,03	37,46	-4,169	12,20	59,43	42,8
<b>4700</b>	55,15	39,84	-4,173	12,29	61,63	44,5
<b>4800</b>	57,12	41,19	-4,174	12,36	62,50	45,1
<b>4900</b>	58,76	42,24	-4,175	12,36	62,99	45,3
<b>5000</b>	59,41	42,39	-4,174	12,32	62,40	44,5
<b>5100</b>	57,95	40,65	-4,168	12,19	59,71	41,9
<b>5200</b>	56,87	39,25	-4,160	12,05	57,51	39,7
<b>5300</b>	57,40	39,27	-4,157	11,90	56,96	39,0
<b>5400</b>	58,97	40,22	-4,157	11,81	57,44	39,2
<b>5500</b>	63,02	43,13	-4,165	11,83	59,70	40,9
<b>5600</b>	66,56	45,81	-4,168	11,92	61,93	42,6
<b>5700</b>	68,03	46,62	-4,170	12,01	62,18	42,6
<b>5800</b>	68,49	46,79	-4,171	12,08	62,06	42,4
<b>5900</b>	<b>69,49</b>	<b>47,18</b>	<b>-4,172</b>	<b>12,16</b>	<b>61,91</b>	<b>42,0</b>
<b>6000</b>	69,17	46,38	-4,174	12,20	60,61	40,6
<b>6100</b>	68,46	45,22	-4,176	12,15	59,02	39,0
<b>6200</b>	67,32	43,67	-4,177	12,07	57,12	37,1
<b>6300</b>	67,42	43,23	-4,180	12,01	56,31	36,1
<b>6400</b>	66,83	42,16	-4,182	11,97	54,96	34,7
<b>6500</b>	65,88	40,76	-4,186	11,96	53,37	33,0
<b>6600</b>	61,34	36,13	-4,190	11,91	48,96	28,8

Los valores máximos mostrados en la tabla 15, se obtuvieron a una velocidad de 5900 RPM, como la zona marcada y la tabla muestran a continuación:

Tabla 15

## Valores Máximos "Primera reprogramación"

RPM	POTENCIA (HP)	TORQUE (ft - lb)
5900	69.49	61.91

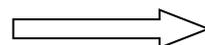
## 4.5.3 Prueba 3. "Segunda Reprogramación"

La tercera prueba realizada en el dinamómetro permitió obtener datos representativos de las curvas características de la segunda reprogramación, de allí se observará la influencia de las variaciones realizadas:

Tabla 16

## Datos "Segunda reprogramación"

RPM	Est. (HP)	HP	Boost (PSI)	AFR (A/F)	Est. Torque (ft - lb)	Torque
2300	17,13	13,04	-5,048	14,23	38,93	29,6
2400	22,76	17,82	-4,259	13,90	48,98	38,4
2500	21,80	16,84	-4,808	13,78	45,94	35,5
2600	26,54	20,86	-4,110	13,36	53,61	42,1
2700	27,47	21,47	-4,108	13,53	53,45	41,8
2800	28,89	22,50	-4,108	13,50	54,20	42,2
2900	30,15	23,38	-4,109	13,51	54,60	42,3
3000	31,47	24,31	-4,110	13,54	55,10	42,6
3100	32,90	25,33	-4,109	13,46	55,74	42,9
3200	33,65	25,72	-4,110	13,42	55,23	42,2
3300	34,47	26,18	-4,111	13,35	54,89	41,7
3400	35,46	26,77	-4,113	13,24	54,80	41,4
3500	36,44	27,35	-4,114	13,17	54,71	41,1
3600	37,16	27,70	-4,116	13,13	54,27	40,5
3700	38,03	28,16	-4,118	13,05	54,04	40,0
3800	39,41	28,91	-4,123	12,88	53,83	39,5
3900	40,46	29,51	-4,126	12,81	53,88	39,3
4000	40,70	29,56	-4,128	12,77	53,52	38,9
4100	42,13	30,31	-4,134	12,68	53,41	38,4
4200	43,08	30,97	-4,138	12,64	53,95	38,8



4300	45,32	32,43	-4,152	12,51	54,81	39,2
4400	47,76	34,23	-4,167	12,46	56,44	40,4
4500	49,79	35,84	-4,172	12,46	58,14	41,9
4600	54,05	39,26	-4,178	12,50	61,71	44,8
4700	57,26	41,73	-4,182	12,56	63,98	46,6
4800	59,62	43,43	-4,181	12,57	65,23	47,5
4900	60,41	43,72	-4,182	12,56	64,75	46,9
5000	59,85	42,79	-4,180	12,49	62,87	44,9
5100	58,54	41,18	-4,174	12,36	60,31	42,4
5200	58,18	40,42	-4,168	12,19	58,82	40,9
5300	60,17	41,52	-4,165	12,02	59,13	40,8
5400	62,77	43,37	-4,167	12,00	60,55	41,8
5500	63,21	43,53	-4,171	12,03	60,41	41,6
5600	66,82	46,03	-4,178	12,15	62,15	42,8
5700	68,89	47,40	-4,178	12,26	62,96	43,3
5800	69,23	47,44	-4,180	12,32	62,72	43,0
5900	70,11	47,73	-4,181	12,42	62,45	42,5
6000	70,18	47,28	-4,181	12,46	61,48	41,4
6100	69,66	46,30	-4,183	12,44	60,05	39,9
6200	69,86	45,95	-4,185	12,41	59,26	39,0
6300	70,06	45,59	-4,187	12,37	58,50	38,1

Los máximos de potencia y torque mostrados en la gráfica se obtuvieron a una velocidad de 6000 RPM, como la zona marcada y la tabla muestran a continuación:

**Tabla 17**

**Valores Máximos “Segunda reprogramación”**

RPM	POTENCIA (HP)	TORQUE (ft - lb)
6000	70.18	61.48

#### 4.6 Análisis y Resultados

Se debe mencionar que cada una de las tablas de datos obtenidos en las pruebas representan distintos tipos de valores de potencia y torque; en

las tablas de datos se toman como valores representativos los numerales de "Est. Hp y Est. Torque" ya que ellos mencionan el valor de potencia y torque del motor netamente, los valores que se muestran junto con cada uno de ellos muestran el valor de potencia y torque a las ruedas motrices del vehículo, parámetro el cual el software del dinamómetro emplea.

#### 4.6.1 Análisis del "Mapa base"

De los valores obtenidos estos derivan las gráficas de las curvas de potencia y torque que se muestran a continuación:

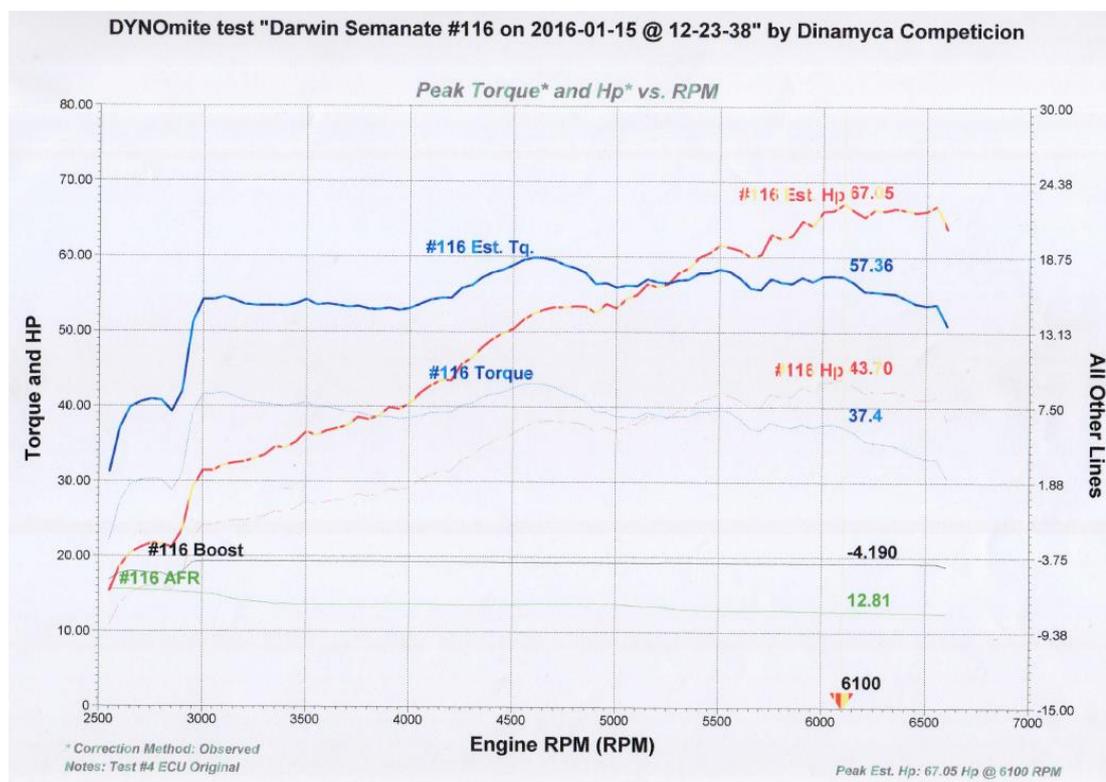


Figura 139 Curvas características "Mapa base"

La gráfica presente muestra un resumen detallado de la obtención de potencia y torque que el fabricante ha proporcionado en el motor del vehículo.

Las curvas de potencia que se obtuvieron del "mapa Base" representan un incremento de la misma, hasta aproximadamente **67.05 Hp**

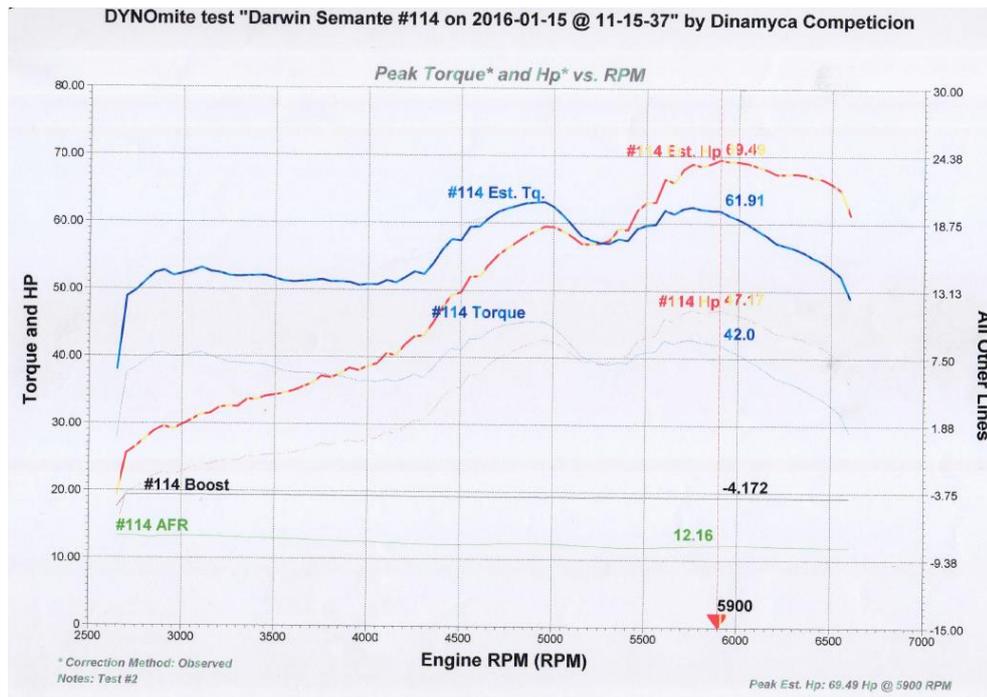
a **6100 RPM**, ésta presenta desfases mínimos en las diferentes zonas de velocidad del motor, esto se debe a las pérdidas generales que se producen durante las pruebas ya que siempre las pérdidas de energía se deben a los demás sistemas mecánicos que funcionan en el vehículo.

En un rango de (2600 - 3000) RPM, el mapa base presenta una disminución de potencia y torque en el motor, ya que el fabricante diseña estos mapas con la finalidad de ofrecer bajo consumo de combustible y confort en el manejo, por tanto que se debe la disminución de los elementos para aumentar dichos parámetros.

La curva de Torque obtuvo un valor de **57.36 ft-lb a 6100 RPM** presenta similares características a bajas velocidades, muestra falta de inyección de combustible. La relación AFR del motor consta básicamente en mezclas pobres a bajas revoluciones del motor de 15.58 AFR a 2600 RPM, que paulatinamente se incrementa hasta 12.54 AFR a 6600 RPM, con el aumento de velocidad del motor cuando exista mayor carga.

#### **4.6.2 Análisis de "Primera reprogramación"**

De los valores obtenidos estos derivan las gráficas de las curvas de potencia y torque que se muestran a continuación:



**Figura 140 Curvas características "Primera reprogramación"**

La gráfica presente muestra un resumen gráfico de la obtención de Potencia y Torque que se obtuvo una vez modificadas las curvas de Inyección e ignición y demás parámetros característicos del motor.

En la primera reprogramación realizada se obtuvo un incremento de potencia de **69.49 Hp a 5900 RPM**, y un incremento de en la curva de torque de **61.91 ft-lb a 5900 RPM**, cabe mencionar que en esta reprogramación se incrementó valores de inyección de combustible y avance al encendido en una zona de velocidad de (1300 - 3000) RPM para aumentar las curvas de potencia y torque en dicha zona.

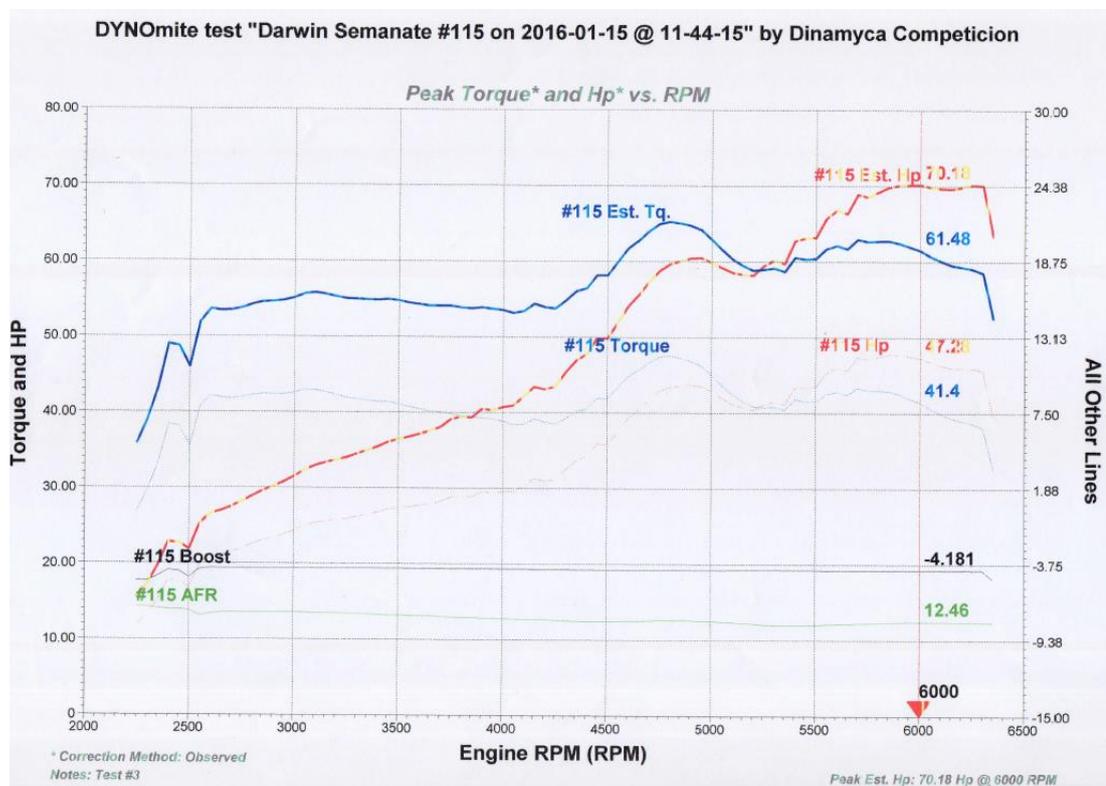
En la zona de velocidad de (5100 - 5400) RPM, se mostró una caída pronunciada en las curvas de potencia y torque debido a un exceso de inyección de combustible y grados de avance al encendido ya que al inyectar excesivamente no se produce la combustión total de la mezcla por tanto se presenta una ineficiencia del motor en ese rango de velocidad.

La relación AFR de la gráfica muestra un exceso de mezcla rica presente en el motor desde bajas velocidades de 13.36 AFR a 2700 RPM

hasta altas velocidades de 11.91 AFR a 6600 RPM, debido a que el vehículo no consta de una sonda lambda que pueda leer la mezcla (aire – combustible) por trabajar con lazo abierto "Open Loop", por tanto el mapa siempre trabajará con dichas características.

#### 4.6.3 Análisis de "Segunda reprogramación"

De los valores obtenidos se derivan las gráficas de las curvas de potencia y torque que se muestran a continuación:



**Figura 141 Curvas características "Segunda reprogramación"**

La presente gráfica muestra un resumen de la obtención de las curvas de potencia y torque que se obtuvieron una vez modificadas los mapas de inyección e ignición y demás parámetros característicos del motor.

De las curvas en la segunda reprogramación se obtuvieron un valor

de potencia incrementada de **70.18 Hp a 6000 RPM**, y un valor de torque incrementado en **61.48ft-lb a 6000 RPM**, dichos valores se obtuvieron del aumento en las zonas de los mapas de inyección e ignición desde bajas RPM, en un lapso de (1000 - 3000) RPM hasta altas RPM de (3400 - 7000) RPM, en estas zonas se incrementó tanto inyección de combustible como avance al encendido.

De igual manera que la primera reprogramación, esta presenta un desfase y un decremento en las curvas en la zona de (5100 - 5400) RPM ya que al no poseer sonda lambda no se pudo leer la mezcla estequiométrica que posee en ese instante, por lo tanto se dice que existe un exceso de mezcla rica.

La relación AFR de la gráfica muestra un exceso de mezcla rica disminuidas en relación a la primera reprogramación presente en el motor desde bajas velocidades de 14.23 AFR a 2300 RPM hasta altas velocidades de 12.31 AFR a 6300 RPM, debido a que el vehículo no consta de una sonda lambda que pueda leer la mezcla “aire – combustible” por trabajar con un lazo abierto “Open Loop”.

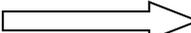
#### 4.6.4 Datos comparativos.

La tabla muestra los valores comparativos de la obtención de potencia y torque del motor durante las pruebas realizadas, tomados del mapa base así como las reprogramaciones, de allí se realizará procesos estadísticos para obtener y conocer la variación e incremento de las curvas características del motor.

**Tabla 18**

#### Valores comparativos

RPM	MAPA BASE		REPROG. 1		REPROG. 2	
	HP	TORQUE	HP	TORQUE	HP	TORQUE
<b>2700</b>	21,09	40,53	25,52	48,85	27,47	53,45
<b>2800</b>	21,61	40,77	27,69	51,11	28,89	54,20

CONTINÚA 

<b>2900</b>	23,42	41,97	29,57	52,71	30,15	54,60
<b>3000</b>	31,41	54,17	29,84	52,30	31,47	55,10
<b>3100</b>	32,16	54,51	31,33	53,13	32,90	55,74
<b>3200</b>	32,61	53,56	32,39	52,41	33,65	55,23
<b>3300</b>	33,50	53,36	32,55	51,88	34,47	54,89
<b>3400</b>	34,49	53,34	33,61	52,00	35,46	54,80
<b>3500</b>	36,58	54,18	34,30	51,56	36,44	54,71
<b>3600</b>	36,72	53,62	34,95	51,09	37,16	54,27
<b>3700</b>	37,42	53,20	36,07	51,29	38,03	54,04
<b>3800</b>	38,25	52,94	36,92	51,14	39,41	53,83
<b>3900</b>	39,86	53,08	38,33	51,07	40,46	53,88
<b>4000</b>	40,35	53,07	38,60	50,80	40,70	53,52
<b>4100</b>	42,77	54,21	40,52	51,41	42,13	53,41
<b>4200</b>	43,47	54,43	41,86	51,85	43,08	53,95
<b>4300</b>	46,46	56,16	43,23	52,30	45,32	54,81
<b>4400</b>	48,96	57,83	47,31	55,92	47,76	56,44
<b>4500</b>	50,36	58,80	49,64	57,36	49,79	58,14
<b>4600</b>	52,36	59,80	52,03	59,43	54,05	61,71
<b>4700</b>	53,22	59,50	55,15	61,63	57,26	63,98
<b>4800</b>	53,38	58,45	57,12	62,50	59,62	65,23
<b>4900</b>	52,50	56,34	58,76	62,99	60,41	64,75
<b>5000</b>	53,13	55,89	59,41	62,40	59,85	62,87
<b>5100</b>	54,90	56,08	57,95	59,71	58,54	60,31
<b>5200</b>	55,97	56,61	56,87	57,51	58,18	58,82
<b>5300</b>	57,81	56,84	57,40	56,96	60,17	59,13
<b>5400</b>	59,90	57,81	58,97	57,44	62,77	60,55
<b>5500</b>	61,55	58,32	63,02	59,70	63,21	60,41
<b>5600</b>	60,83	57,14	66,56	61,93	66,82	62,15
<b>5700</b>	60,29	55,65	68,03	62,18	68,89	62,96
<b>5800</b>	62,42	56,62	68,49	62,06	69,23	62,72
<b>5900</b>	64,77	57,27	69,49	61,91	70,11	62,45
<b>6000</b>	66,05	57,44	69,17	60,61	70,18	61,48
<b>6100</b>	67,05	57,36	68,46	59,02	69,66	60,05
<b>6200</b>	66,12	55,45	67,32	57,12	69,86	59,26
<b>6300</b>	66,24	55,24	67,42	56,31	70,06	58,50

Los valores marcados representan la potencia y torque de las pruebas en el dinamómetro cada una de ellas muestra su valor máximo en distintas velocidades del motor ya que según la aceleración en que se realizan las pruebas estas no se producirán al mismo tiempo.

Cabe recalcar que se toma los valores máximos de potencia cuando se produce en la más alta velocidad que el motor alcanza, sin embargo la curva de torque presentó valores altos no necesariamente en altas RPM que alcance el motor ya que dependiendo de las curvas estas se presentan en bajas RPM.

**Tabla 19**

**Valores de torque máximo**

<b>Valores de torque máximos alcanzados</b>	
<b>Mapa base</b>	59.80 ft-lb a 4600 RPM
<b>Primera reprogramación</b>	62.99 ft-lb a 4900 RPM
<b>Segunda reprogramación</b>	65.23 ft-lb a 4800 RPM

Se determinó el incremento total de las curvas de potencia y torque del motor desde los valores tomados directamente de las pruebas realizadas en el dinamómetro, así como también el determinar el porcentaje de incremento mediante las formulas propuestas:

**4.6.5 Resultados de porcentajes**

- **Incremento de porcentaje de potencia máxima:**

**Datos:**

**Mapa base:** 67.05 Hp

**Primera reprogramación:** 69.49 Hp

$$\Delta\% = \left( \frac{Hp \text{ final}}{Hp \text{ inicial}} - 1 \right) * 100$$

**Ecuación 9 Incremento de porcentaje de potencia**

$$\Delta\% = \left( \frac{69.49 \text{ Hp}}{67.05 \text{ Hp}} - 1 \right) * 100$$

$$\Delta\% = 3.639\%$$

- **Incremento de porcentaje de torque máximo:**

**Datos:**

**Mapa base:** 57.36 ft-lb

**Primera reprogramación:** 61.91ft-lb

$$\Delta\% = \left( \frac{Tq \text{ final}}{Tq \text{ inicial}} - 1 \right) * 100$$

**Ecuación 10 Incremento de porcentaje de torque**

$$\Delta\% = \left( \frac{61.91 \text{ ft} - \text{lb}}{57.36 \text{ ft} - \text{lb}} - 1 \right) * 100$$

$$\Delta\% = 7.932\%$$

- **Incremento de porcentaje de potencia máxima:**

**Datos:**

**Mapa base:** 67.05 Hp

**Segunda reprogramación:** 70.18 Hp

$$\Delta\% = \left( \frac{Hp \text{ final}}{Hp \text{ inicial}} - 1 \right) * 100$$

$$\Delta\% = \left( \frac{70.18 \text{ Hp}}{67.05 \text{ Hp}} - 1 \right) * 100$$

$$\Delta\% = 4.668\%$$

- **Incremento de porcentaje de torque máximo:**

**Datos:**

**Mapa base:** 57.36 ft-lb

**Segunda reprogramación: 61.48 ft-lb**

$$\Delta\% = \left( \frac{Tq_{final}}{Tq_{inicial}} - 1 \right) * 100$$

$$\Delta\% = \left( \frac{61.48 \text{ ft} - \text{lb}}{57.36 \text{ ft} - \text{lb}} - 1 \right) * 100$$

$$\Delta\% = 7.182 \%$$

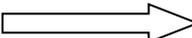
Los valores obtenidos permiten determinar el porcentaje en la ganancia de incremento de potencia y torque que se han obtenido mediante las reprogramaciones realizadas tomando como referencia el mapa base, pues de allí se partió para realizar la investigación.

**Tabla 20****Resultados finales 1**

	<b>Potencia (Hp)</b>	<b>Torque (ft-lb)</b>
<b>Mapa base</b>	67.05	57.36
<b>Primera reprogramación</b>	69.49	61.91
<b>Ganancia neta</b>	2.44	4.55
<b>Porcentaje de ganancia</b>	3.639 %	7.932 %

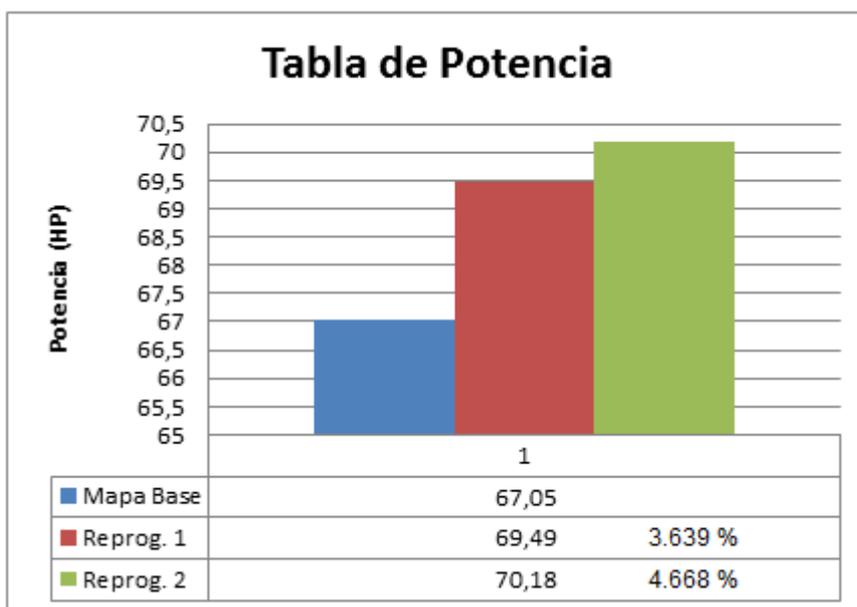
**Tabla 21****Resultados Finales 2**

	<b>Potencia (Hp)</b>	<b>Torque (ft-lb)</b>
<b>Mapa base</b>	67.05	57.36

CONTINÚA 

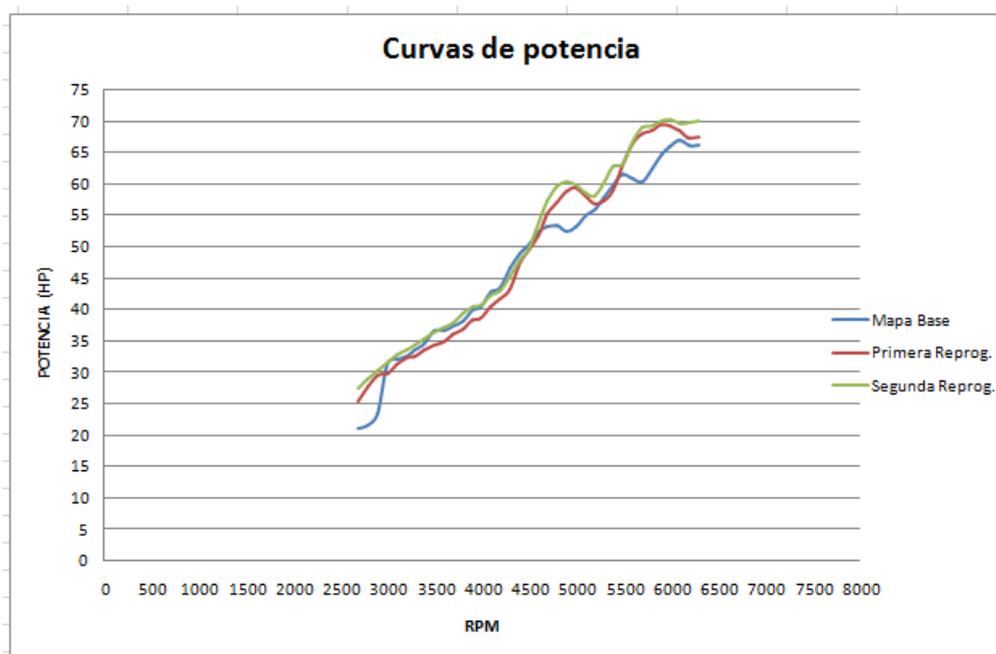
<b>Segunda reprogramación</b>	70.18	61.48
<b>Ganancia neta</b>	3.13	4.12
<b>Porcentaje de ganancia</b>	4.668 %	7.182 %

Las tablas de valores presentan un resumen de datos finales obtenidos que se han logrado mediante la reprogramación de la unidad de control, mencionando que se ha logrado obtener un incremento de potencia y torque mediante la variación de los parámetros y mapas de inyección de combustible y avance al encendido.



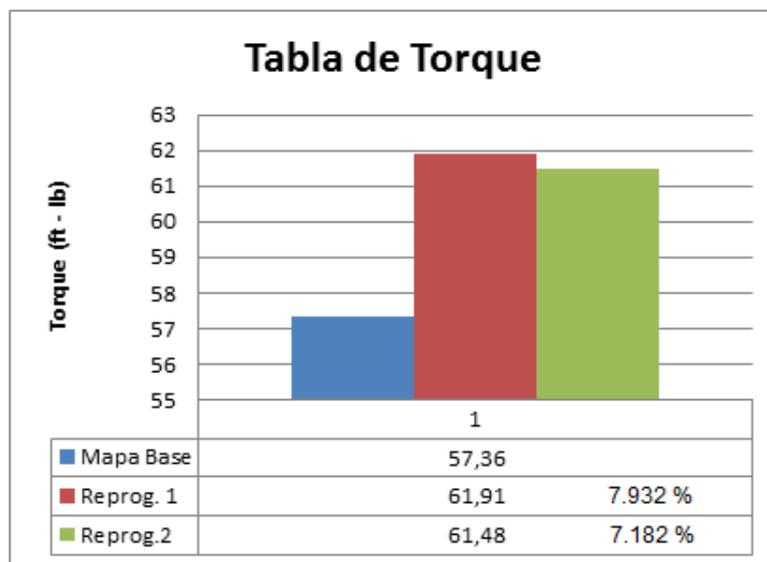
**Figura 142 Comparación de curvas de potencia por barras**

En la comparación de las barras indicadoras de potencia se puede determinar que se ha producido un visible incremento de potencia, en las pruebas realizadas en el dinamómetro no se han podido determinar la curva desde bajas velocidades.



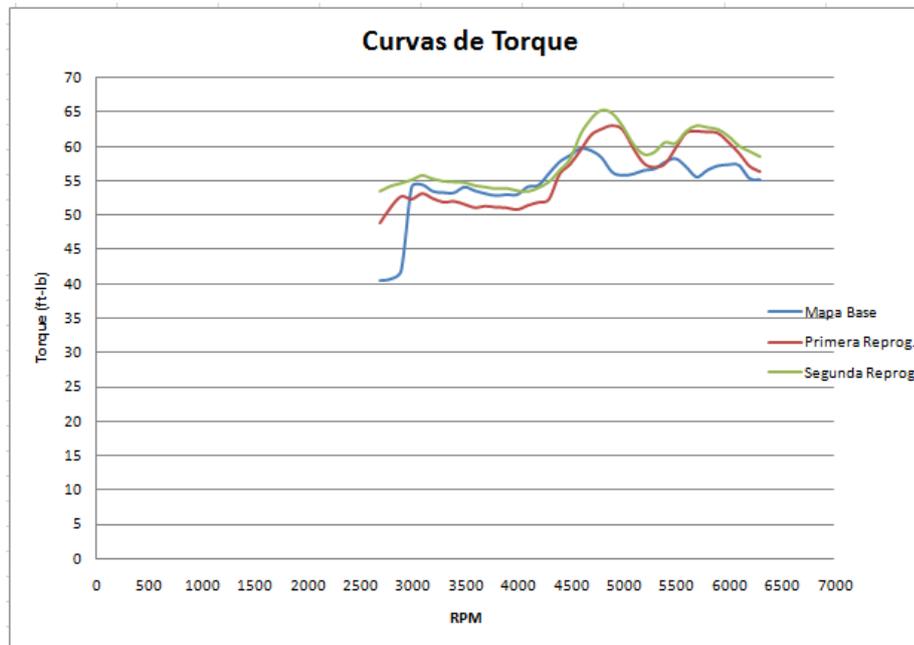
**Figura 143 Comparación de curvas de potencia**

La Figura 142. Muestra a la curva azul del mapa base en comparación de las siguientes reprogramaciones que la curvas roja y verde representan, estas mantienen similares valores de potencia hasta aproximadamente 4500 RPM, de allí en las dos siguientes reprogramaciones se presenta un incremento significativo de potencia hasta la máxima velocidad que el motor puede alcanzar.



**Figura 144 Comparación de curvas de torque por barras**

Las barras de torque muestran claramente un incremento de torque en la segunda reprogramación ya que se realizó el incremento de sus prestaciones desde bajas RPM del motor.



**Figura 145 Comparación de curvas de torque**

En las curvas de torque se puede visualizar notablemente que las curvas de las reprogramaciones realizadas se van incrementando desde bajas RPM, hasta las 4500 RPM aproximadamente muestran similares valores de torque, no obstante estas se van incrementando de acuerdo al aumento de la velocidad del motor.

#### 4.6.6 Prueba de consumo de combustible

Dentro de las pruebas de consumo combustible se tomó como referencia los valores de voltaje que proporciona la bomba de combustible en relación a la cantidad por galones con el que se cuenta en el depósito, al momento de realizar las pruebas se tomó en consideración recorrer una distancia de 27.4Km para determinar el gasto de combustible de acuerdo a los mapas reprogramados con los que se probó.

Cabe mencionar que circuito eléctrico de la bomba mostró un valor de voltaje mayor cuando la cantidad de combustible era menor, por tanto se observó que cuando la cantidad de combustible aumentó el valor de voltaje fue menor, esto se debe a que de acuerdo a la ley de ohm; cuando la bomba se recalienta su valor de resistencia incrementa por tanto el valor de voltaje de la misma manera, no obstante el combustible permite refrigerar a la bomba de combustible es decir si la resistencia disminuyó el valor de voltaje igual.

Antes de iniciar se determinó que la bomba consta de 3 cables: (negro - blanco = masa), (amarillo - negro = señal) y (rojo - verde = alimentación 12V).



**Figura 146 Conector de la bomba de combustible**

Se realizó la medición de voltaje de la bomba de combustible, el cual con un valor referencial de 1/4 de cantidad total del depósito se obtuvo un valor de 3.05 V, valor que se tomará de forma inicial.



**Figura 147 Voltaje a 1/4 de cantidad del depósito**

Antes de iniciar el recorrido el depósito fue abastecido de combustible con una cantidad de 3 galones más, para realizar la segunda medición de voltaje se obtuvo un valor de 1.78 V.



**Figura 148 Voltaje a 3/4 de cantidad del depósito**

Dentro del recorrido realizado se tomó el mapa de la primera reprogramación realizado, el cual permitió obtener un valor de voltaje de 2.62 V, valor que permitió determinar la cantidad de combustible consumido.



**Figura 149 Voltaje con la primera reprogramación**

Para determinar la cantidad de combustible que el motor consumió, se tomó en cuenta la capacidad total de almacenamiento del depósito el cual es de 45 litros = 11.88 galones, partiendo de la cantidad de combustible inicial de 1/4 de depósito = 2.97 galones.

$$(y_2 - y_1) = m(x_2 - x_1)$$

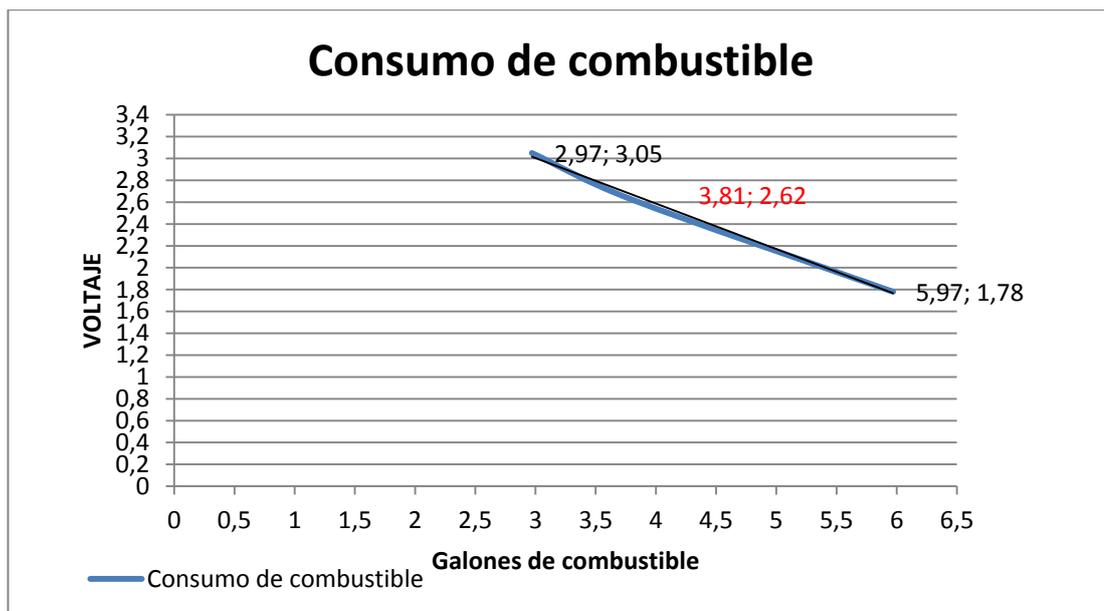
#### **Ecuación 11 Ecuación de la recta**

$$x_2 = \frac{(y_2 - y_1) + x_1}{m}$$

$$x_2 = \frac{(2.62 - 1.78)V + 2.97}{1}$$

$$x_2 = 3.81 \text{ galones}$$

De acuerdo a la ecuación de la recta, con los valores iniciales de combustible y los valores de voltaje obtenidos se puede determinar la cantidad de combustible consumido de 3.81 galones de acuerdo a la primera reprogramación usada.



**Figura 150 Tendencia 1 de la cantidad de combustible vs voltaje**

Con el uso de la segunda reprogramación y considerando la misma distancia recorrida se obtuvo un valor de 2.75 V, constante para determinar la cantidad de combustible final.



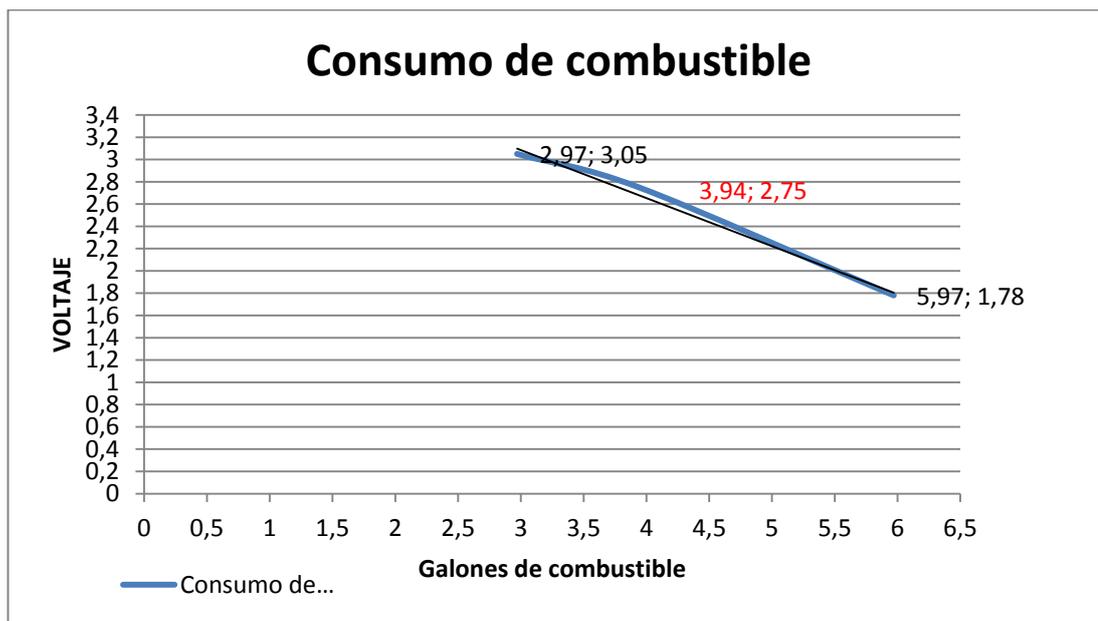
**Figura 151 Voltaje con la segunda reprogramación**

Con los valores iniciales de voltaje y la cantidad de combustible se obtuvo un valor de 3.94 galones de combustible consumidos.

$$x_2 = \frac{(y_2 - y_1) + x_1}{m}$$

$$x_2 = \frac{(2.75 - 1.78)V + 2.97}{1}$$

$$x_2 = 3.94 \text{ galones}$$



**Figura 152 Tendencia 2 de la cantidad de combustible vs voltaje**

De acuerdo a las pruebas de combustible realizadas: con la primera reprogramación la cantidad de combustible que se consumió fue de 3.81 galones, con la segunda reprogramación se obtuvo una cantidad de combustible consumida de 3.94 galones, tomando en consideración una distancia de 27.4 Km en ambos casos.

#### 4.6.7 Prueba de análisis de gases

El vehículo fue expuesto a pruebas de análisis de gases para determinar la cantidad de CO<sub>2</sub>, CO, O<sub>2</sub> y HC que el motor en funcionamiento produce, de acuerdo a los valores obtenidos se determinó su estado, tomando en relación los parámetros permitidos que debe tener

un motor que se encuentre en buenas condiciones.

**Tabla 22**

**Parámetros permitidos de gases de escape**

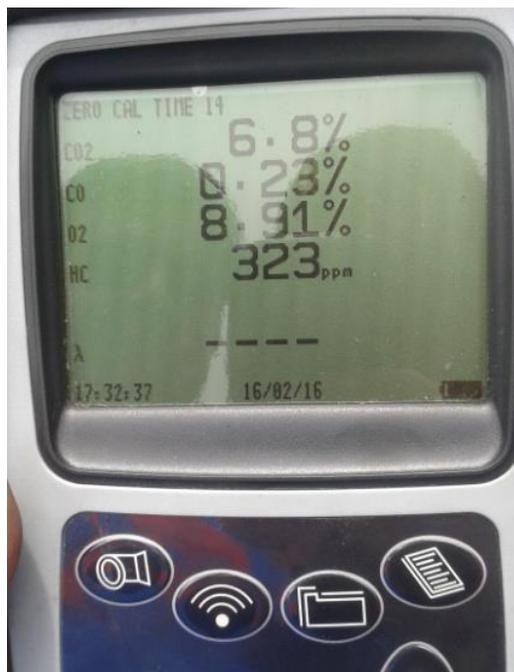
<b>CO</b>	Menor que 1%
<b>CO<sub>2</sub></b>	Mayor que 13%
<b>O<sub>2</sub></b>	Menor que 1%
<b>HC</b>	Menor que 150 ppm

De acuerdo a los valores permitidos de emisiones de escape se relacionó con los valores obtenidos en la prueba de análisis de gases, estos valores son datos reales que el motor posee de allí se puede determinar las condiciones de funcionamiento del motor del vehículo.

**Tabla 23**

**Parámetros de gases de escape “mapa base”**

<b>CO</b>	0.23 %
<b>CO<sub>2</sub></b>	6.8 %
<b>O<sub>2</sub></b>	8.91 %
<b>HC</b>	323 ppm



**Figura 153 Analizador de gases de escape**

**Tabla 24**

**Parámetros de gases de escape “primera reprogramación”**

<b>CO</b>	0.09 %
<b>CO2</b>	7.4 %
<b>O2</b>	9.26 %
<b>HC</b>	252 ppm

**Tabla 25**

**Parámetros de gases de escape “segunda reprogramación”**

<b>CO</b>	0.11 %
<b>CO2</b>	6.9 %
<b>O2</b>	10.27 %
<b>HC</b>	274 ppm

- Los valores de CO (monóxido de carbono); permite mostrar el estado en que se encuentra la eficiencia volumétrica y llenado del cilindro, relacionado con los elementos que intervienen como: cantidad de masa de aire, cantidad de combustible y chispa.
- Los valores de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono); muestran el estado en que se encuentran los componentes mecánicos del motor los cuales intervienen directamente en la eficiencia volumétrica en el cilindro como: filtro de aire, bujías, inyectores, etc.
- Los valores de O<sub>2</sub> (oxígeno); relacionan directamente la cantidad de oxígeno que se encuentra en las emisiones de gases de escape.
- Los valores de HC (hidrocarburos); están relacionados a la cantidad de hidrocarburos no combustionados en el interior de la cámara de combustión y están representados como ppm.

## CAPÍTULO V

### MARCO ADMINISTRATIVO

#### 5.1 Recursos

La utilización de recursos humanos, tecnológicos y materiales evidentemente son de uso relevante al momento de la realización del proyecto de investigación, ya que los mismos serán de gran utilidad al momento de alcanzar los objetivos planteados inicialmente de manera eficiente y coordinada.

##### 5.1.1 Recursos humanos

Los aspectos más importantes que se consideraron durante el proceso de realización del proyecto de investigación fueron: la recopilación de fuentes bibliográficas pertinentes así como el planteamiento de metodologías investigativas y la capacidad de desarrollo del mismo el señor Darwin Arturo Semanate Carrillo el cual tuvo el rol de investigador, analista de resultados y ejecutor del proyecto, contando con el asesoramiento de forma integral por parte del Ing. Germán Erazo en calidad de director del proyecto de investigación y ejecución del mismo.

**Tabla 26**

#### Recurso humano del proyecto

No.	NOMBRE	DETALLE
1	Darwin Semanate	Investigador
2	Ing. Germán Erazo	Director

### 5.1.2 Recursos tecnológicos

Para el desarrollo del proyecto de investigación y el cumplimiento de los procesos planteados fue de uso trascendental elementos tecnológicos como: el modulo lector Hondata S300 con su software SManager, los cuales permitieron la lectura de la información del "Mapa base" que se obtuvo de la memoria del microprocesador, así como distintos elementos convencionales como: internet, bibliotecas virtuales, multímetro, cámara fotográfica y computador portátil elementos que fueron de gran ayuda dentro del desarrollo del mismo.

**Tabla 27**

#### Recursos tecnológicos

No.	Recursos tecnológicos
1	Modulo lector Hondata S300
2	Software SManager
3	Integrado 74HC373
4	Adaptador memoria eprom
5	Adaptador CN2
6	Multímetro
7	Dinamómetro
8	cámara fotográfica
9	Computador portátil
10	Internet

### 5.1.3 Recursos Materiales

Dentro de los recursos materiales intervienen elementos tangibles que fueron utilizados con el fin de materializar el proyecto de investigación, los cuales permitieron la conexión del módulo en la unidad de control, así como herramientas y demás elementos a usar: vehículo Honda Civic, modulo lector de memoria Hondata S300, dinamómetro, etc.

**Tabla 28****Recursos materiales**

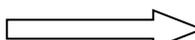
No.	Recursos materiales
1	Vehículo Honda Civic
2	Unidad de Control electrónica
3	Cable USB
4	Air Intake
5	Taladro pequeño
6	Cautín
7	Estaño

**5.2 Análisis de costos del proyecto de investigación.**

Dentro del análisis económico que se empleó en el presente proyecto de investigación mencionará acerca de la inversión en la obtención de elementos tecnológicos que influyeron en la lectura de información de la memoria original en la unidad de control, así como los elementos que se necesitaron adaptar para lograr la conexión del módulo lector, con la excepción de elementos que por ser propietario se obviaron dentro de la inversión como es el caso del vehículo en el cual se realizó dicha investigación.

**Tabla 29****Análisis de costos**

No.	Elemento	Descripción	Cantidad	Valor
1	Modulo lector	HONDATA S300	1	\$820
2	Circuito integrado	74HC373	1	\$12
3	Adaptador de memoria	28 pines 27256	1	\$10
4	Socket	CN2 de 4 pines	1	\$18

CONTINÚA 

5	Cable de conexión	USB	1	\$20
6	Pruebas de funcionamiento	Dinamómetro	1	\$70
7	Instalación de componentes	Soldaduras	3	\$30
8	Combustible	Gasolina Súper	20 G.	\$44
<b>TOTAL</b>				<b>\$1024</b>

### 5.2.1 Análisis costo – beneficio

Es considerable realizar el análisis costo - beneficio del proyecto de investigación "Reprogramación de la unidad de control electrónico para mejorar los parámetros característicos del motor de combustión interna", ya que por ser un tema de gran importancia dentro de la electrónica automotriz este podrá difundir nuevos conocimientos en esta área y dentro del ámbito profesional de igual manera ya que por no ser muy un tema muy a fin, los conocimientos y la mano de obra resulta ser costosa y dentro de esta se determinó diversas formas de lograr la reprogramación sin embargo en esta Investigación se usó dicho lector por la viabilidad que este proporciona.

### 5.2.2 Financiamiento

El costo y financiamiento en el desarrollo del proyecto tanto en recursos tecnológicos como materiales en su totalidad estuvo a cargo del Investigador: Darwin Semanate.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES

- Se reprogramó la unidad de control electrónico del vehículo Honda Civic SI, optimizando los parámetros característicos del motor de combustión interna.
- Se determinó las características generales de la unidad de control y sistema electrónico del vehículo.
- Se investigó los tipos de software y hardware dedicados que fueron compatibles con la memoria de la unidad de control electrónica del vehículo Honda Civic serie D16A9.
- Se seleccionó el software dedicado “SManager” y modulo lector de memoria “Hondata S300” de acuerdo a sus características principales, las cuales permitieron realizar la reprogramación de los parámetros característicos de la UEC, teniendo en cuenta criterios de funcionamiento del motor.
- Se desarrolló la reprogramación de los distintos parámetros del motor, ajustando cartografías, tablas de valores y mapas tridimensionales de inyección y encendido entre otras opciones adicionales.
- Se efectuó pruebas de funcionamiento en el dinamómetro de rodillos de acuerdo a la modificación realizada de los diferentes parámetros característicos, así como también pruebas de consumo de combustible y análisis de gases de escape.
- Se analizó los valores obtenidos antes y después de la reprogramación del sistema electrónico por medio de procesos estadísticos y matemáticos.
- Se comprobó la viabilidad de la modificación del sistema electrónico del vehículo en relación a las prestaciones que presenta el fabricante. .
- El modulo lector empleado y el software SManager facilita la lectura de la memoria flash o microprocesador de la ECU, sin necesidad de emplear métodos más complejos como montaje y desmontaje por medio de soldaduras.
- Mediante la reprogramación de la unidad de control electrónico es posible alcanzar la variación de los parámetros característicos del motor modificando los mapas de inyección y avance al encendido.

- Dentro de las reprogramaciones realizadas en los mapas tridimensionales se obtuvieron valores de potencia y torque máximos en relación al "mapa base" que tenía 67.05 hp a 6100 RPM y 59.80 ft-lb a 4600 RPM; en la "primera reprogramación" se obtuvo 69.49 hp a 5900 RPM y 62.99 ft-lb a 4900 RPM, en la "segunda reprogramación" un valor de 70.18 hp a 6000 RPM y 65.23 ft-lb a 4800 RPM.
- De acuerdo al análisis estadístico se adquirieron incrementos de valores porcentuales: en la "primera reprogramación" de 3.639 % en la curva de potencia y 7.932% en la curva de torque; en la "segunda reprogramación" de 4.668% en la curva de potencia y 7.182% en la curva de torque.
- Cuando se produce altos valores de mezclas ricas en diferentes zonas del motor, pueden ser compensados con grados de avance al encendido para que se produzca la quema total de la mezcla estequiométrica.
- El incremento de avance al encendido excesivo produce ineficiente al motor obteniendo pérdidas de energía útil reflejada en sobrecalentamiento del motor.
- Para una correcta modificación, es indispensable el uso de un sensor de oxígeno (Narrowband o wideband), ya que con ello se podrá realizar una puesta a punto de mejor manera para monitorear la mezcla estequiométrica ideal.
- A mayor tiempo de propagación de la chispa mediante el avance al encendido, mayor cantidad de inyección de combustible obtiene el motor por tanto mayor potencia y torque.
- Cuando se modifica el control de partida al retrasar el avance al encendido se obtiene un exceso de inyección sin existir una quema correcta de combustible, por tanto se obtendrán contra explosiones en el múltiple de escape.
- Se determinó que el mapa base mantiene un bajo consumo de combustible en bajas RPM desde el ralentí hasta aproximadamente 3000 RPM, con el objetivo de ahorrar combustible; de allí el pulso de Inyección incrementará.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda crear posteriores investigaciones relacionados a la investigación realizada, para ampliar nuevos conocimientos.
- Manejar con extremo cuidado y con la protección necesaria, en el ámbito del vehículo, reprogramaciones y pruebas realizadas.
- Se debe seleccionar el software y hardware adecuados para la correcta lectura de la información de la memoria.
- Para el montaje de los elementos electrónicos en la centralita del vehículo, se debe tener cuidado al momento de realizar la soldadura de los mismos para evitar daños en la placa.
- Cuando se realice la conexión del módulo enchufable con los adaptadores, se debe procurar que esté completamente conectado ya que la conexión no se realizará y la lectura de datos no se dará de la correcta manera.
- Es indispensable para cualquier tipo de reprogramación previamente obtener el mapa base del microprocesador de la centralita para tomar como base, para que al momento de la modificación no varíen abruptamente los mapas.
- Se debe realizar la modificación de los mapas de inyección y avance al encendido con los debidos conocimientos y criterios técnicos para evitar deterioros o daños en el funcionamiento del motor.
- Es importante realizar la reprogramación haciendo uso de un sensor de oxígeno para lograr una mezcla estequiométrica adecuada.
- Durante la modificación de los mapas se debe determinar las zonas de trabajo de funcionamiento de cada uno, para evitar pérdidas de combustible y energía para mantener la eficiencia del motor.
- Es recomendable durante la calibración de límite de revoluciones determinar hasta cuanta velocidad el motor puede soportar para evitar el deterioro del motor y una posible sobre revolución.
- En las pruebas en dinamómetro se debe tener extremo cuidado al momento de realizar las pruebas teniendo en cuenta la seguridad del vehículo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, J. M. (2007). INTRODUCCIÓN AL FUNCIONAMIENTO DE LAS COMPUTADORAS. En J. M. Alonso, TÉCNICAS DEL AUTOMOVIL. EQUIPO ELÉCTRICO (págs. 109 - 111). Madrid: Paraninfo, S.A.
- Alvarez, J. A. (2005). Avance del Encendido. En J. A. Alvarez, MOTORES ALTERNATIVOS DE COMBUSTIÓN INTERNA (pág. 158). Barcelona: Edicions UPC.
- Alvarez, M. P. (2010). Entradas y Salidas. En P. M. Alvarez, CONTROLADORES LÓGICOS (págs. 93 - 94 - 101). Barcelona: Ediciones MARCOMBO.
- Bosch, R. (1999). Dosificación de Combustible. En R. Bosch, SISTEMA DE INYECCIÓN DE GASOLINA K-JETRONIC (pág. 18). Alemania: Alemana.
- Bosch, R. (2000). Control del Motor de Gasolina. En R. Bosch, SISTEMA DE INYECCIÓN DE GASOLINA L-JETRONIC (pág. 4). Alemania: Alemana.
- Bosch, R. (2000). CORTE DE COMBUSTIBLE. En R. Bosch, SISTEMA DE INYECCIÓN DE GASOLINA L-JETRONIC (pág. 29). Alemania: Alemana.
- Bosch, R. (2000). Regulación de Encendido. En R. Bosch, SISTEMAS DE ENCENDIDO (págs. 4 - 5). Alemania: Alemana.
- Bosch, R. (2000). REGULACIÓN LAMBDA. En R. Bosch, SISTEMA DE INYECCIÓN DE GASOLINA L-JETRONIC (pág. 29). Alemania: Alemana.
- Bosch, R. (2002). Distribución de Valvulas completamente variable. En R. Bosch, GESTIÓN DEL MOTOR DE GASOLINA (pág. 24). Alemania: Alemana.
- Castiblanco, M. e. (2004). CENTRALES ELECTRÓNICAS. En M. Castiblanco, Electrónica automotriz (págs. 38 - 39). Bogota.
- Coello, E. (2005). LA COMPUTADORA DE CONTROL. En E. Coello, SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA (págs. 109 - 112). Quito: Ediciones América.

- Coello, E. (2005). SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA. En E. Coello, SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA DE GASOLINA (pág. 111). Quito: Ediciones America.
- De Castro, M. (1991). Maquinas Lógicas. En M. De Castro, INYECCIÓN DE GASOLINA (págs. 86 - 87 -148). Barcelona: EDICIONES CEAC, S.A.
- HONDA. (2002). Honda Civic 1992 - 1995 Service Manual . En Honda, Honda Civic 1992 - 1995 Service Manual (pág. 1218).
- Mejia, A. (2004). Direcciones de Entrada y Salida. En A. Mejia, GUÍA PRACTICA PARA MANEJAR Y REPARAR EL COMPUTADOR (pág. 99). Medellín: PANAMERICA FORMAS E IMPRESOS. S.A.
- Pallás, A. R. (2006). Señales eléctricas analógicas y digitales. En A. R. Pallás, INSTRUMENTOS ELECTRÓNICOS BÁSICOS (pág. 1). Barcelona: MARCOMBO S.A.
- Ribbens, W. (2008). Fundamentos del control electrónico del motor. En W. Ribbens, Electrónica Automotriz (págs. 157 - 158). México D.F.: Limusa.
- Ribbens, W. (2008). microprocesador. En W. Ribbens, Electrónica Automotriz (pág. 103). México D.F.: Limusa.
- Ribbens, W. (2008). Partes de la computadora. En W. Ribbens, Electrónica Automotriz (págs. 110 - 113). México D.F.: Limusa.
- Tocci, R., & Widmer, N. (2003). Memorias. En R. Tocci, & N. Widmer, SISTEMAS DIGITALES (págs. 665 - 666). México D.F.: PEARSON EDUCACIÓN.
- Tocci, R., & Widmer, N. (2003). Representaciones Numéricas. En R. Tocci, & N. Widmer, SISTEMAS DIGITALES (págs. 4 - 6). México D.F.: PEARSON EDUCACIÓN.
- Tocci, R., & Widmer, N. (2003). ROMs Programables. En R. Tocci, & N. Widmer, SISTEMAS DIGITALES (págs. 680 - 685). México D.F.: PEARSON EDUCACIÓN.
- Tokheim, R. (2002). memoria RAM. En R. Tokheim, ELECTRÓNICA DIGITAL (págs. 115 - 116). Barcelona: EDITORIAL REVERTÉ, S.A.
- TOYOTA MOTOR, C. (s.f.). EFI (Inyección Electrónica de Combustible). En C. TOYOTA MOTOR, EFI (Inyección Electrónica de Combustible) (págs. 61-71). Japon: Printed in Japan.

## NETGRAFÍA

- Alientech. (2015). ALIENTECH ELECTRONIC PERFORMANCE. Recuperado el 7 de Diciembre de 2015, de ALIENTECH ELECTRONIC PERFORMANCE: <http://www.alientech-to.it/index.php/es/prodotti-mainmenu-48/hondata-mainmenu-137/s300-mainmenu-142>
- Augeri, F. (2015). CISE Electronics. Recuperado el 30 de Diciembre de 2015, de CISE Electronics: <http://www.cise.com>
- Autodaewoospark. (2015). Recuperado el 24 de Noviembre de 2015, de Autodaewoospark: <http://autodaewoospark.com/principio-funcionamiento-sistema-inyeccion-electronico-chery.php>
- BATRONIX, P.-S. (1999 - 2016). BATRONIX Prog-Studio 9. Recuperado el 23 de Febrero de 2016, de BATRONIX Prog-Studio 9: <http://www.batronix.com/shop/software/prog-studio/>
- Cantillo, I. (12 de Junio de 2014). Auto Soporte. Recuperado el 16 de Noviembre de 2015, de Auto Soporte: <http://www.autosoporte.com/blog-automotriz/item/358-la-computadora-automotriz-y-sus-modulos-funciones-avanzadas>
- Cise. (2015). Cise Electronics. Recuperado el 2015 de Diciembre de 30, de Cise Electronics: <http://www.cise.com>
- Colombia, U. N. (2016). Electrónica Digital 1. Recuperado el 10 de Enero de 2016, de Electrónica Digital 1: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/2000477/lecciones/060401.htm>
- DATASHEET. (2003 - 2016). DATASHEET. Recuperado el 2016 de Febrero de 10, de DATASHEET: <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/11313/OKI/MSM66207.html>
- DATASHEET. (2003 - 2016). DATASHEET. Recuperado el 10 de Febrero de 2016, de DATASHEET: <http://www.alldatasheet.es/datasheet-pdf/pdf/11409/OKI/M82C55A.html>
- DATASHEET. (2003 - 2016). DATASHEET. Recuperado el 10 de Febrero de 2016, de DATASHEET: <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/15553/PHILIPS/74HC175.html>
- Electromotive. (2008). Electromotive Engine Controls. Recuperado el 2 de Febrero de 2016, de Electromotive Engine Controls: <http://www.electromotive-inc.com>

- electronic, E. (2016). EVC electronic. Recuperado el 23 de Febrero de 2016, de EVC electronic: <http://www.evc.de/en/product/ols/software/>
- Fernandez, S. (1 de Octubre de 2010). CISE electrónica. Recuperado el 2 de Febrero de 2016, de CISE electrónica: <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/174-introducci%C3%B3n-al-flash-y-reprogramaci%C3%B3n-j2534.html>
- Garzón, J. (17 de Febrero de 2013). EL AUTOMOVIL AL DESNUDO. Recuperado el 26 de Noviembre de 2015, de EL AUTOMOVIL AL DESNUDO: [http://jeroitim.blogspot.com/2013/02/motores-de-combustion-interna-en\\_17.html](http://jeroitim.blogspot.com/2013/02/motores-de-combustion-interna-en_17.html)
- Guide, P. (2013). Pinouts Guide. Recuperado el 10 de Enero de 2016, de Pinouts Guide: [http://pinoutsguide.com/CarElectronics/honda\\_datalog\\_obd\\_pinout.shtml](http://pinoutsguide.com/CarElectronics/honda_datalog_obd_pinout.shtml)
- Haltech. (2012). Haltech Engine Management Systems. Recuperado el 2016 de Febrero de 2, de Haltech Engine Management Systems: <http://www.haltech.com>
- HONDATA. (2003 - 2014). HONDATA Inc. Recuperado el 7 de Diciembre de 2015, de HONDATA Inc.: <http://www.hondadata.com>
- Hondata. (2016). Hondata. Recuperado el 24 de Febrero de 2016, de Hondata: <https://www.hondadata.com/tech-ecu-identification>
- J2 Motor Mecánica, Potenciación y Diagnósis. (2009). Recuperado el 30 de Noviembre de 2015, de J2 Motor Mecánica, Potenciación y Diagnósis: <http://www.j2motor.es/index.php/reprogramacion.html>
- Montoya, J. I. (26 de Febrero de 2015). Slideshare. Recuperado el 23 de Noviembre de 2015, de Slideshare: <http://es.slideshare.net/jaimikow/libro-reparacion-ecus>
- Motec. (2010). MoTeC Pty Ltd. Recuperado el 2 de Febrero de 2016, de MoTeC Pty Ltd.: <http://www.motec.com.au>
- motor.es. (26 de Noviembre de 2014). motor.es. Recuperado el 2 de Febrero de 2016, de motor.es: <http://www.motor.es/noticias/reprogramacion-centralita-aumento-potencia-201419090.html>
- nexus, m. . (2003 - 2015). mh - nexus. Recuperado el 2016 de Febrero de 23, de mh - nexus: <https://mh-nexus.de/en/hxd/>

- Nossovitch, P. (2006). NOSSO ELECTROPARTES. Recuperado el 23 de Noviembre de 2015, de NOSSO ELECTROPARTES: [http://www.nosso.com.ar/spanish/tech\\_topics/ecu\\_01.php](http://www.nosso.com.ar/spanish/tech_topics/ecu_01.php)
- Panadero, J. (3 de Julio de 2012). DiarioMotor TECMOVIA. Recuperado el 2 de Febrero de 2016, de DiarioMotor TECMOVIA: <http://www.diariomotor.com/tecmovia/2012/07/03/ecu-que-es-y-el-porque-de-su-existencia/>
- Serravalle, J. (11 de Febrero de 2011). CISE electrónica. Recuperado el 18 de Noviembre de 2015, de CISE electrónica: <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/327-bloques-de-trabajo-en-una-ecu-automotriz.html>
- Serravalle, J. (11 de Febrero de 2011). CISE Electrónica. Recuperado el 1 de Febrero de 2016, de CISE Electrónica: <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/327-bloques-de-trabajo-en-una-ecu-automotriz.html>
- Solvusoft. (2011 - 2016). Solvusoft. Corporation. Recuperado el 23 de Febrero de 2016, de Solvusoft. Corporation: <http://www.solvusoft.com/es/update/controladores/notebook/optima/ew2/sub-models/>
- TANAKA, H. (16 de Marzo de 2006). HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA. Recuperado el 30 de Noviembre de 2015, de HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA: <http://patentados.com/invento/sistema-de-control-de-arranque-para-motor.html>
- Tech.com, H. . (2008). Honda - Tech.com. Recuperado el 12 de Enero de 2016, de Honda - Tech.com: <http://honda-tech.com/honda-crx-ef-civic-1988-1991-3/honda-d-series-engine-2409260/>
- TechNet, F. (6 de Abril de 2006). FFS TechNet. Recuperado el 2016 de Febrero de 4, de FFS TechNet: <http://technet.fff-squad.com/wiring.obd1.htm>

## **ANEXOS**

**ANEXO A:** Diagrama de inyección del vehículo Honda Civic

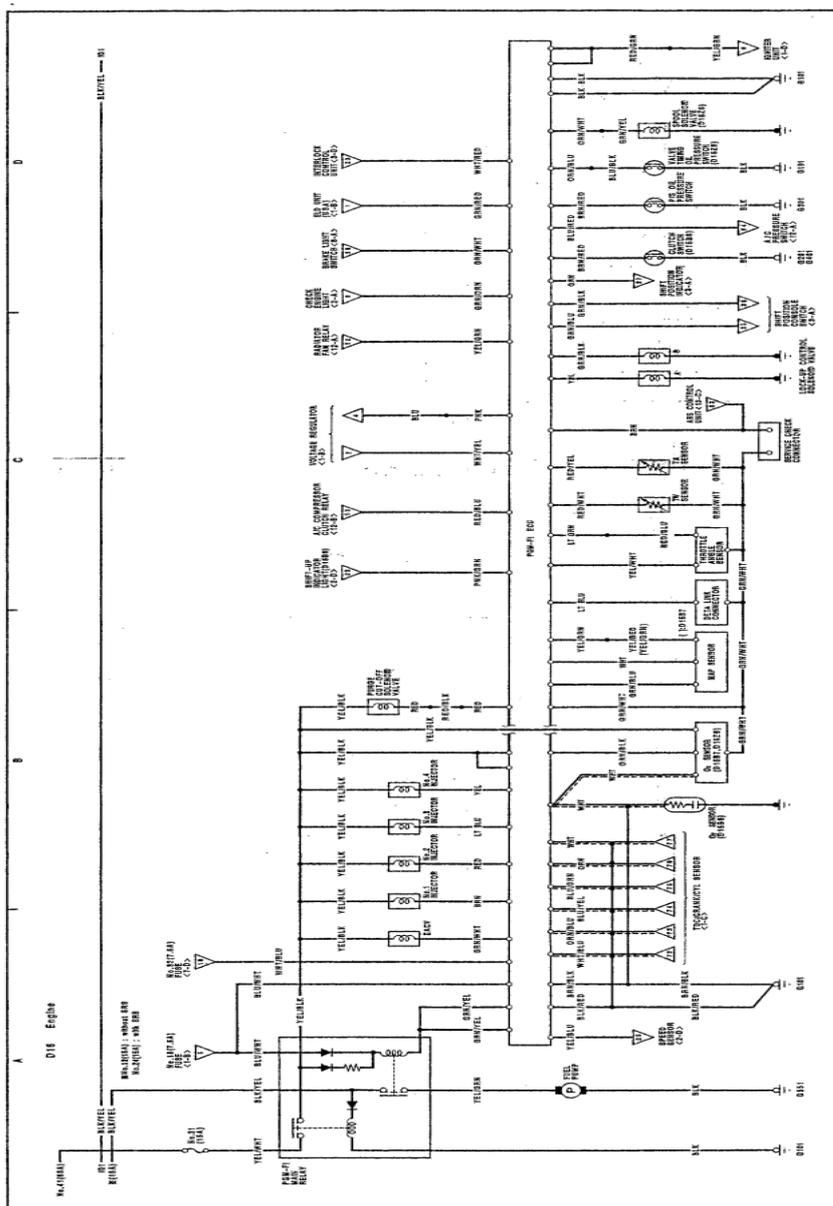
**ANEXO B:** Diagrama de ignición del vehículo Honda Civic

**ANEXO C:** Cronograma

**ANEXO D:** Artículo científico

## **ANEXO A**

**Diagrama de inyección del vehículo Honda Civic**

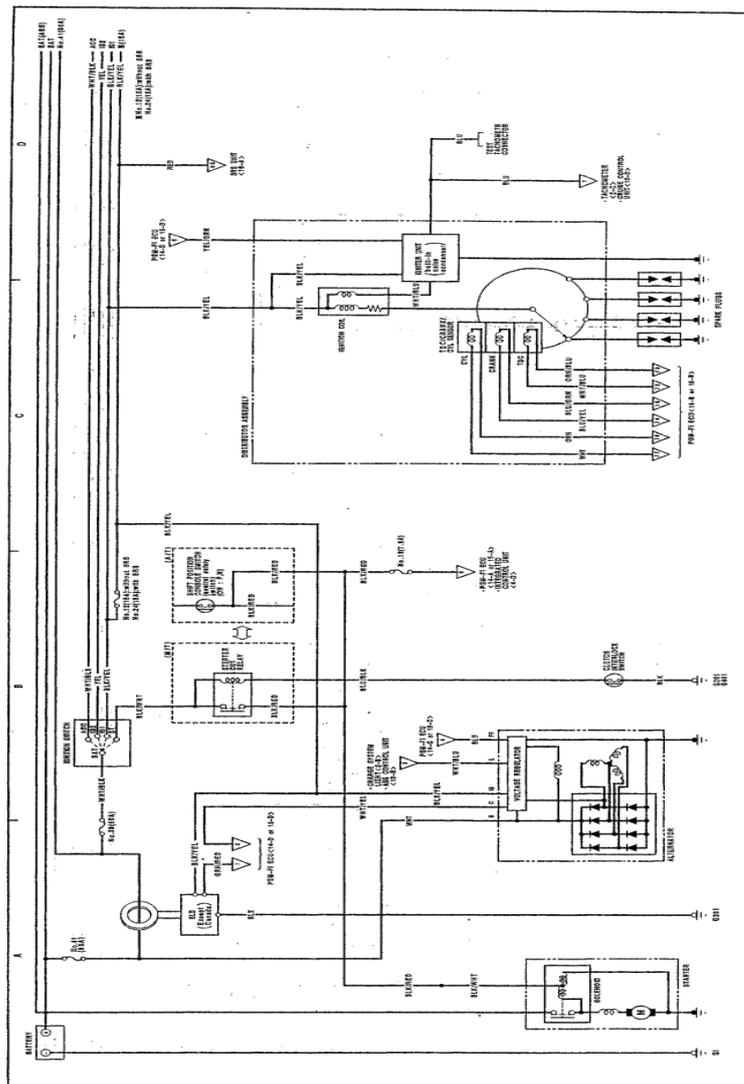


Anexo A Diagrama de inyección del vehículo Honda Civic

Fuente (HONDA, 2002)

## **ANEXO B**

**Diagrama de ignición del vehículo Honda Civic**



Anexo 2 Diagrama de ignición del vehículo Honda Civic

Fuente (HONDA, 2002)

## **ANEXO C**

### **Cronograma de actividades**

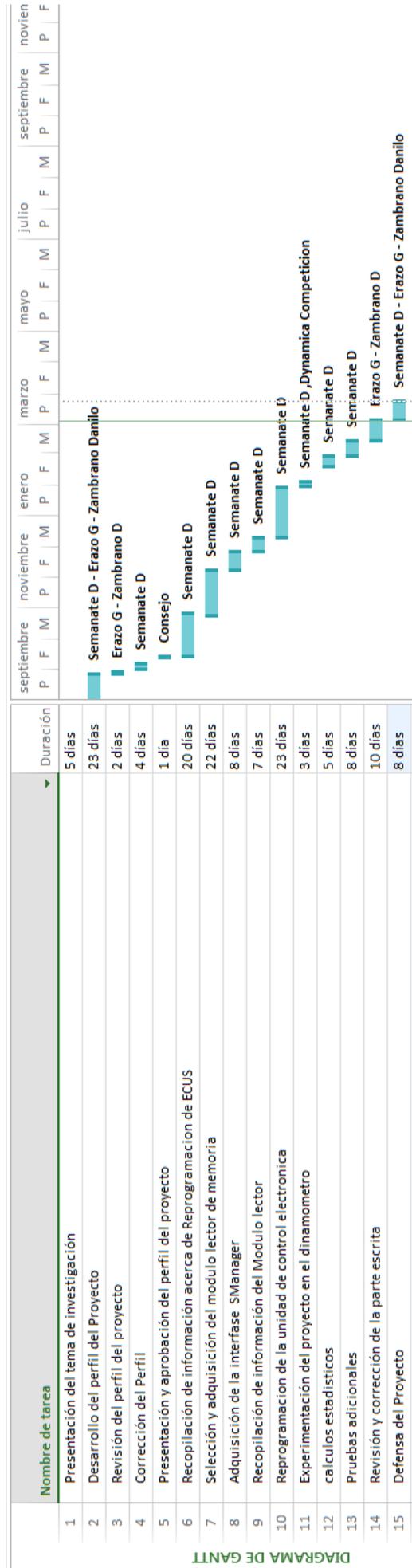


DIAGRAMA DE GANTT

## **ANEXO D**

**Artículo científico**

# REPROGRAMACIÓN DE LA UNIDAD DE CONTROL DEL VEHÍCULO HONDA CIVIC SI, PARA MEJORAR LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA SERIE D16A9

Sr. Darwin Semanate Carrillo  
Ing. Germán Erazo

Departamento de Ciencias de la Energía y mecánica, Universidad de las Fuerzas Armadas  
ESPE Extensión Latacunga

Quijano Ordoñez y Marqués de Maenza S/N Latacunga, Ecuador

Email: darsemacar@hotmail.com

wgerazo@espe.edu.ec

## RESUMEN

La realización del proyecto de investigación permitirá por medio de la reprogramación de la unidad de control electrónica del vehículo Honda Civic SI, optimizar e incrementar los parámetros y curvas características tanto de potencia y par motor, mediante la utilización de software y hardware dedicados compatibles con la memoria de almacenamiento de la unidad de control electrónica.

La modificación electrónica se realizará en tiempo real, por medio del uso de tablas de valores y mapas tridimensionales de inyección de combustible y avance al encendido así parámetros adicionales cómo: corte de revoluciones, luz indicadora de cambio de marchas, control de partida y elementos de protección del motor, etc.

Por último se realizarán pruebas en el dinamómetro de rodillos, obteniendo las nuevas curvas características y nuevos datos obtenidos para ser analizados estadísticamente para comprobar la viabilidad de dichas reprogramaciones.

## Palabras Clave:

Reprogramación, Parámetros, Curvas características, Mapas tridimensionales, Dinamómetro.

## ABSTRACT

The realization of the research project will allow through reprogramming the electronic control unit of the vehicle Honda Civic SI optimize and increase the parameters and characteristic curves for both power and torque, using software and dedicated hardware compatible with the storage memory of the electronic control unit.

The electronic modification will be performed in real time, through the use of tables of values and dimensional maps of fuel injection and ignition advance and additional parameters such as cutting speed, indicator light gearshift control starting and elements motor protection, etc.

Finally tests are performed on the roller dynamometer, obtaining new curves and

new data to be analyzed statistically to test the feasibility of such reprogramming.

**Keywords:**

Reprogramming, parameters, characteristic curves, three-dimensional maps, Dynamometer.

## I. INTRODUCCIÓN

En el área de la electrónica automotriz se puede observar la implementación de nuevos sistemas de inyección electrónica, entre los componentes más trascendentales que se debe tomar en cuenta es la UEC del vehículo ya que ellas variaran igualmente con los demás componentes electrónicos.

Por tanto se toma en cuenta la reprogramación y modificación de la información que poseen las memorias eprom en cada una de cada una de las centralitas, con el fin de mejorar el funcionamiento del motor para mantener el confort y en otras situaciones permitir el incremento de las prestaciones en el ámbito deportivo.

Dentro de este tema hasta la actualidad no se ha desarrollado coherentemente ya que no se tienen los conocimientos y criterios técnicos al momento de realizar dichas modificaciones, por lo tanto se debe considerar que se pudiesen obtener resultados beneficiosos como aumento de los parámetros y a su vez bajo consumo y disminución de emisiones contaminantes, y por otro lado se podría provocar un deterioro prematuro de las partes internas mecánicas del motor.

En el presente proyecto de investigación se podrá determinar las formas de lectura, procesamiento y modificación de la información de cada memoria, así como la obtención de nuevos resultados para determinar las ventajas y desventajas de la reprogramación de la unidad de control.

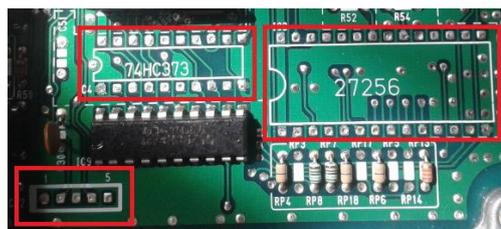
## II. INSTALACIÓN

Para la lectura de la información de la memoria eprom se empleó como hardware un módulo lector enchufable a la centralita original del vehículo Honda Civic, denominado Hondata S300, el cual por medio del uso del software dedicado SManager permitió obtener directamente los mapas base que contiene la UEC.



**Figura 1 Modulo lector instalado**

Previamente a la instalación del hardware se presentó la necesidad de instalar distintos elementos electrónicos que la centralita de fábrica no posee como son:



**Figura 2 Componentes electrónicos**

- **Circuito integrado 74HC373**

Estos dispositivos son los encargados de transmitir la secuencia de pulsos, este integrado contiene 8 Cerrojos tipo D con salidas triestado.

- **Adaptador de memoria eprom 27256**

Se soldó un adaptador de 28 pines, el cual permitió la conexión del módulo lector de la memoria flash.

- **Adaptador CN2**

El adaptador CN2 permite la conexión directa o CAN BUS entre el módulo lector y memoria flash de la unidad de control para conectarse con el software en el computador portátil.

Para la conexión del módulo lector hacia un computador portátil esta se lo realiza por medio de conexión USB y sistema operativo Windows.



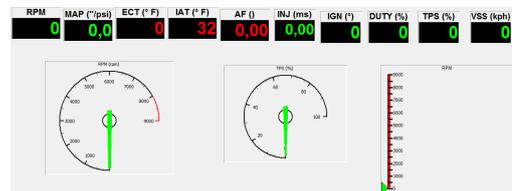
**Figura 3 Conexión del módulo por puerto USB**

### III. REPROGRAMACIÓN

Para la lectura de la información de la memoria se lo realizó por medio de la

utilización del software dedicado SManager, el cual permitió la obtención del mapa base de la UEC, para continuar con la reprogramación de la información, tomando como referencia dicho mapa para las siguientes modificaciones.

El software permite realizar la modificación de varios parámetros para el incremento de potencia y torque, ofrece muchas de las opciones amigables con el usuario:



**Figura 4 Interfaz del Software dedicado**

Para la reprogramación se emplean tablas de valores como mapas tridimensionales de inyección de combustible y avance al encendido, una vez obtenido el mapa base de la unidad de control del vehículo se realizó dos tipos de reprogramaciones cada una con distintas modificaciones de los parámetros con el objetivo de obtener distintos valores finales.

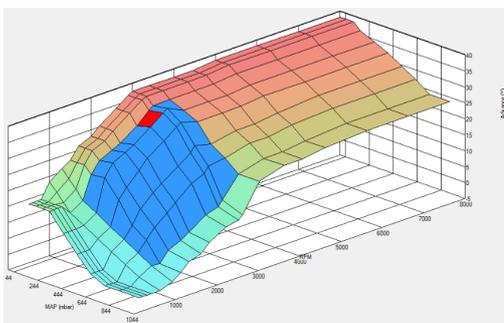
Se debe mencionar que cada uno de los mapas están considerados con la formación de planos coordenados x, y, z los cuales son indicadores de los grados de adelanto al encendido, valores de cantidades de inyección, carga del motor en relación a la apertura gradual de la mariposa de aceleración y velocidad de RPM mínimas y máximas.

En la **primera reprogramación** se realizó un incremento de avance al encendido, desde una velocidad de 1500 RPM hasta 3400 RPM, por tanto en este sector del mapa se incrementó 4° de avance al encendido en la columna (4 - 8) donde indica la depresión máxima como zona de trabajo del motor.

Col	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
mBar	886	714	600	485	370	256	141	84	26	30
500	18.50	18.50	18.50	18.50	13.00	8.00	3.25	0.00	-2.00	-3.00
600	18.50	18.50	18.50	18.50	13.00	8.00	3.25	0.00	-2.00	-3.00
700	18.50	18.50	18.50	18.50	13.00	8.00	3.25	0.00	-2.00	-3.00
800	18.50	18.50	18.50	18.50	13.00	8.00	3.25	0.00	-2.00	-3.00
1000	23.75	23.75	23.75	21.25	16.50	12.00	6.00	3.00	0.00	-1.00
1300	28.00	28.00	28.00	25.25	20.58	15.92	11.25	8.00	5.50	4.50
1500	30.25	30.25	30.25	32.00	26.83	21.67	16.50	9.50	7.50	7.00
1700	32.75	32.75	32.75	34.50	31.25	25.00	19.75	11.50	9.75	8.50
2000	34.50	34.50	34.50	36.25	33.25	29.00	23.50	14.75	11.50	9.50
2200	36.75	36.75	36.75	37.75	34.75	32.00	25.50	17.00	13.25	12.25
2600	40.50	40.50	40.50	41.25	38.50	35.50	29.00	21.25	16.75	15.25
2800	43.25	43.25	43.25	44.75	41.50	38.50	32.00	23.00	18.00	16.00
3000	44.00	44.00	44.00	45.75	42.50	39.50	33.75	24.75	19.75	17.25
3400	44.00	44.00	44.00	46.00	42.83	39.67	36.50	29.50	26.00	26.00
4000	44.00	44.00	44.00	42.00	39.33	36.67	34.00	31.50	28.25	28.25
4450	44.00	44.00	44.00	42.00	40.00	38.00	34.00	31.50	28.25	28.25
5000	44.75	44.75	44.75	42.75	40.75	38.75	35.00	32.75	29.25	29.25
6000	44.75	44.75	44.75	42.75	40.75	38.75	36.00	33.50	30.25	30.25
7000	44.75	44.75	44.75	42.75	40.75	38.75	36.00	33.50	30.25	30.25
8000	44.75	44.75	44.75	42.75	40.75	38.75	36.00	33.50	30.25	30.25

**Figura 5** Tabla de valores de avance al encendido

De acuerdo a la modificación en los mapas tridimensionales se observa:



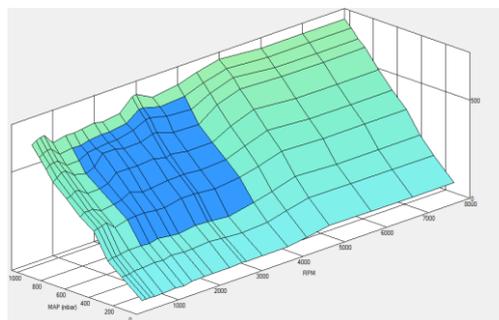
**Figura 6** Mapa tridimensional de avance al encendido

En la modificación de inyección de combustible de igual manera se incrementó valores de cantidad de combustible de acuerdo al incremento de la carga del motor y la velocidad del mismo por medio del incremento de RPM.

Col	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
mBar	886	714	600	485	370	256	141	84	26	30
500	4	89	144	273	320	389	450	503	550	603
600	4	89	153	278	336	396	465	518	561	615
700	4	89	153	285	336	412	483	523	572	624
800	4	96	159	293	338	410	483	523	572	627
1000	4	98	165	295	315	378	450	485	531	576
1300	8	104	165	272	326	380	434	488	539	591
1500	4	99	159	276	335	394	453	512	539	591
1700	14	110	171	277	358	432	507	520	550	594
2000	16	104	162	269	338	432	507	528	558	603
2200	17	105	159	268	342	432	496	528	556	594
2600	18	113	171	287	353	439	496	546	569	606
2800	20	107	168	284	353	421	517	578	619	669
3000	20	105	165	284	355	430	520	580	619	675
3400	20	101	159	276	347	417	488	559	594	630
4000	20	110	186	288	354	419	485	550	605	651
4450	34	135	209	311	392	468	553	598	641	681
5000	54	159	244	348	429	513	593	638	671	708
6000	53	157	233	339	415	495	583	615	657	690
7000	51	155	232	339	413	493	580	613	657	690
8000	52	155	234	341	413	493	583	615	657	690

**Figura 7** Tabla de valores de inyección de combustible

De acuerdo a la modificación en los mapas tridimensionales se observa:



**Figura 8** Mapa tridimensional de inyección de combustible

Cabe recalcar que las reprogramaciones se deben realizar en la zona de actividad y trabajo del motor para evitar que exista pérdida de recursos y producir ineficiencia transformadas en pérdidas de potencia y torque.

En segunda reprogramación efectuada de igual manera se modificaron zonas de trabajo en un rango de (800 a 1300) RPM un incremento de 3° y desde (1500 a 3000) RPM un incremento de 4° y finalmente en la zona final de la curva desde (3400 a 7000) RPM, 2° de avance al encendido.

Col	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
mBar	886	714	600	485	370	256	141	84	26	30
500	18.50	18.50	18.50	18.50	13.00	8.00	3.25	0.00	-2.00	-3.00
600	18.50	18.50	18.50	18.50	13.00	8.00	3.25	0.00	-2.00	-3.00
700	18.50	18.50	18.50	14.60	11.10	7.40	3.70	0.00	-2.00	-3.00
800	18.50	18.50	21.50	17.60	14.10	10.40	6.70	3.00	-2.00	-3.00
1000	23.75	23.75	26.75	24.25	19.50	15.00	9.00	6.00	0.00	-1.00
1300	28.00	28.00	31.00	28.25	24.50	19.25	14.25	11.00	5.50	4.50
1500	30.25	30.25	34.25	32.00	28.50	23.00	16.50	13.50	7.50	7.00
1700	32.75	32.75	36.75	34.50	31.25	25.00	19.75	15.50	9.75	8.50
2000	34.50	34.50	38.50	36.25	33.25	29.00	23.50	18.75	11.50	9.50
2200	36.75	36.75	40.75	37.75	34.75	32.00	25.50	21.00	13.25	12.25
2600	40.50	40.50	44.50	41.25	38.50	35.50	29.00	25.25	16.75	15.25
2900	43.25	43.25	47.25	44.75	41.50	38.50	32.00	27.00	18.00	16.00
3000	44.00	44.00	48.00	45.75	42.50	39.50	33.75	28.75	19.75	17.25
3400	44.00	44.00	46.00	44.00	42.00	40.00	34.50	31.50	26.00	26.00
4000	44.00	44.00	46.00	44.00	42.00	40.00	36.00	33.50	28.25	28.25
4450	44.00	44.00	46.00	44.00	42.00	40.00	36.00	33.50	28.25	28.25
5000	44.75	44.75	46.75	44.75	42.75	40.75	37.00	34.75	29.25	29.25
6000	44.75	44.75	46.75	44.75	42.75	40.75	38.00	35.50	30.25	30.25
7000	44.75	44.75	46.75	44.75	42.75	40.75	38.00	35.50	30.25	30.25
8000	44.75	44.75	46.75	44.75	42.75	40.75	38.00	35.50	30.25	30.25

Figura 9 Tabla de valores de avance al encendido

De acuerdo a la modificación en los mapas tridimensionales se observa:

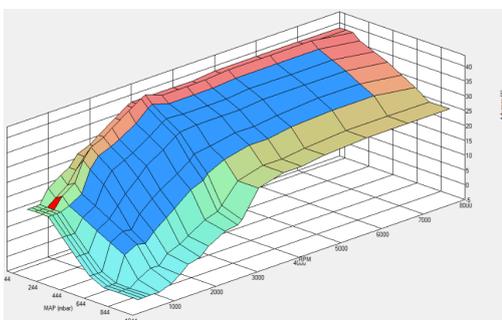


Figura 10 Mapa tridimensional de avance al encendido

En el mapa de inyección de combustible se emplearon valores de incremento igualmente en las zonas de trabajo y funcionamiento del motor.

Valores considerados para producir con el adelanto al encendido propuesto una mayor carga en el interior del cilindro y así producir la mayor quema de la mezcla posible.

En la zona de trabajo se incrementó un valor de 5% en un rango de (1000 a 3000) RPM y 10% en un rango de (3400 a 7000) RPM.

Col	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
mBar	886	714	600	485	370	256	141	84	26	30
500	4	89	144	273	320	389	450	503	550	603
600	4	89	153	278	336	396	465	518	561	615
700	4	89	153	285	336	412	483	523	572	624
800	4	96	159	232	304	377	450	523	572	627
1000	4	98	173	240	308	375	442	505	531	576
1300	8	104	173	285	353	411	475	512	539	591
1500	4	99	167	276	353	397	475	512	539	591
1700	14	110	180	277	358	432	507	520	550	594
2000	16	104	170	269	338	432	507	528	558	603
2200	17	105	167	269	342	432	496	528	556	594
2600	18	113	180	287	353	439	496	546	569	606
2900	20	107	176	284	353	421	517	578	619	669
3000	20	105	173	284	355	420	520	580	619	675
3400	20	101	178	289	370	454	532	597	634	690
4000	20	110	205	318	401	471	562	606	605	651
4450	34	135	230	342	432	516	609	659	641	681
5000	54	159	269	384	473	566	653	703	671	708
6000	53	157	257	374	457	546	642	678	657	690
7000	51	155	256	374	455	543	639	675	657	690
8000	52	155	256	375	455	543	642	678	657	690

Figura 11 Tabla de valores de inyección de combustible

De acuerdo a la modificación en los mapas tridimensionales se observa:

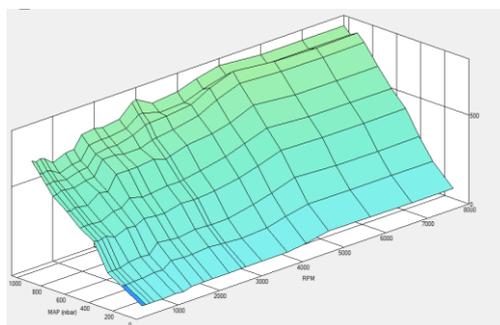


Figura 12 Mapa tridimensional de inyección de combustible

A continuación se detallan las curvas características obtenidas después de la realización de pruebas en el dinamómetro en el cual el vehículo estuvo expuesto.

Tabla 1  
Valores obtenidos 1era reprogramación

	Potencia (Hp)	Torque (ft-lb)
Mapa base	67.05	57.36
Primera reprogramación	69.49	61.91
Ganancia neta	2.44	4.55
Porcentaje de ganancia	3.639 %	7.932 %

Los valores obtenidos de la primera reprogramación están relacionados con los valores del mapa base del cual se partió para la modificación.

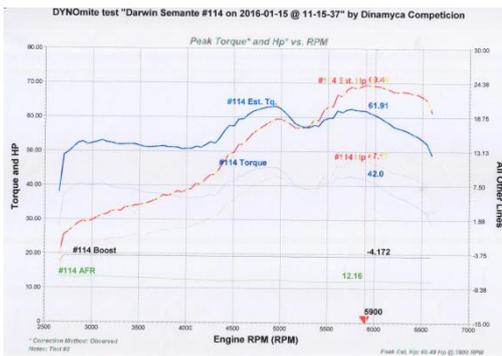


Figura 13 Curvas características 1

En la segunda reprogramación se obtuvieron los siguientes resultados de los datos obtenidos:

Tabla 2

Valores obtenidos 2da reprogramación

	Potencia (Hp)	Torque (ft-lb)
Mapa base	67.05	57.36
Segunda reprogramación	70.18	61.48
Ganancia neta	3.13	4.12
Porcentaje de ganancia	4.668 %	7.182 %

De acuerdo a la relación con el mapa base y la segunda reprogramación se obtuvieron las siguientes curvas características:

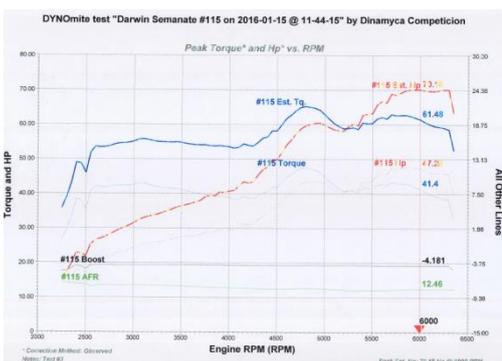


Figura 14 Curvas características 2

Con el uso del módulo lector de la memoria de la unidad de control se pueden realizar los incrementos y variaciones sin necesidad de desmontar dicho elemento, se pueden efectuar estas

modificaciones de acuerdo a la personalización de los mapas y demás parámetros que el software ofrece teniendo en cuenta el criterio del resultado que el usuario desea obtener.

#### IV. CONCLUSIONES

Se investigó y se seleccionó el software y hardware dedicados más factibles para obtener la información de la memoria para después ser modificada y reprogramada.

El modulo lector empleado y el software SManager facilita la lectura de la memoria flash o microprocesador de la UEC.

Mediante la reprogramación de la unidad de control electrónica es posible alcanzar la variación de los parámetros característicos del motor modificando los mapas de inyección y avance al encendido.

En el dinamómetro de rodillos se obtuvo un valor de potencia a freno que el motor produce antes y después de la reprogramación.

De acuerdo al análisis matemático se obtuvo valores de potencia y torque máximos en relación al "mapa base", determinando que se produce un incremento gradual en la realización de las reprogramaciones siguientes.

De acuerdo a la reprogramación que se realice en la UEC, se pueden obtener

diversos incrementos tanto de potencia y torque modificando los diferentes mapas tridimensionales, por tanto es factible dichas modificaciones.

MOTOR, *EFI (Inyeccion Electronica de Combustible)* (págs. 61-71). Japon: Printed in Japan...

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Alonso, J. M. (2007). INTRODUCCIÓN AL FUNCIONAMIENTO DE LAS COMPUTADORAS. En J. M. Alonso, *TÉCNICAS DEL AUTOMOVIL. EQUIPO ELÉCTRICO* (págs. 109 - 111). Madrid: Paraninfo, S.A.
- [2] Augeri, F. (2015). *CISE Electronics*. Recuperado el 30 de Diciembre de 2015, de CISE Electronics: <http://www.cise.com>
- [3] Cise. (2015). *Cise Electronics*. Recuperado el 2015 de Diciembre de 30, de Cise Electronics: <http://www.cise.com>
- [4] HONDATA. (2003 - 2014). *HONDATA Inc.* Recuperado el 7 de Diciembre de 2015, de HONDATA Inc.: <http://www.hondata.com>
- [5] Pallás, A. R. (2006). Señales eléctricas analógicas y digitales. En A. R. Pallás, *INSTRUMENTOS ELECTRÓNICOS BÁSICOS* (pág. 1). Barcelona: MARCOMBO S.A.
- [6] Ribbens, W. (2008). Fundamentos del control electrónico del motor. En W. Ribbens, *Electrónica Automotriz* (págs. 157 - 158). Mexico: Limusa.
- [7] Tocci, R., & Widmer, N. (2003). Memorias. En R. Tocci, & N. Widmer, *SISTEMAS DIGITALES* (págs. 665 - 666). Mexico: PEARSON EDUCACIÓN.
- [8] TOYOTA MOTOR, C. (s.f.). *EFI (Inyeccion Electronica de Combustible)*. En C. TOYOTA

## BIOGRAFÍA

Germán Erazo nació en Latacunga, Ecuador, es Ingeniero Automotriz, Ingeniero Industrial posee estudios de Posgrado en Autotrónica, Gerencia de Marketing, Gerencia de Proyectos, Diseño Curricular, Administración de Empresas y Magister en Gestión de Energías. Docente en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE desde 1993. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en mecánica y electrónica automotriz.



Darwin Semanate, nació en Ambato el 04 de Noviembre del 1987, Ecuador, es Bachiller en Ciencias Físico - Matemático título que lo obtuvo en el Instituto Tecnológico Superior "Bolívar" de la ciudad de Ambato. Es ingeniero automotriz, presta sus servicios profesionales como asesor en mecánica y electrónica automotriz.





**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICACIÓN**

Se certifica que el siguiente trabajo fue desarrollado por el Sr. Darwin Arturo Semanate Carrillo bajo nuestra supervisión.

Ing. Germán Erazo  
Director del Proyecto

Ing. Danilo Zambrano  
Director de Carrera

Dr. Juan Carlos Díaz A.  
Secretario Académico