

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE CUENCA**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

*Trabajo de titulación previo a la  
obtención del título de Ingeniero  
Mecánico Automotriz*

**PROYECTO TÉCNICO:**

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MULTIPUNTO CON CONTROL  
ELECTRÓNICO PROGRAMABLE PARA UN VEHÍCULO DATSUN 1200”**

**AUTORES:**

ÁNGEL ZEBEDEO ESPINOZA PALOMEQUE  
MILTON EMANUEL MOROCHO NAVAS  
JOHNNY PATRICIO ROMERO OLIVEROS

**TUTOR:**

ING. NÉSTOR DIEGO RIVERA CAMPOVERDE

CUENCA - ECUADOR

2012

## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Ángel Zebedeo Espinoza Palomeque con documento de identificación N° 0301515680, Milton Emanuel Morocho Navas con documento de identificación N° 0301528972 y Johnny Patricio Romero Oliveros con documento de identificación N° 0301264933, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MULTIPUNTO CON CONTROL ELECTRÓNICO PROGRAMABLE PARA UN VEHÍCULO DATSUN 1200”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero Mecánico Automotriz*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, diciembre del 2012.

Ángel Zebedeo Espinoza Palomeque

C.I. 0301515680

Milton Emanuel Morocho Navas

C.I. 0301528972

Johnny Patricio Romero Oliveros

C.I. 0301264633

## CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MULTIPUNTO CON CONTROL ELECTRÓNICO PROGRAMABLE PARA UN VEHÍCULO DATSUN 1200”**, realizado por Ángel Zebedeo Espinoza Palomeque, Milton Emanuel Morocho Navas y Johnny Patricio Romero Oliveros, obteniendo el *Proyecto Técnico*, que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, diciembre del 2012



Ing. Néstor Diego Rivera Campoverde

C.I. 0103898995

## DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Ángel Zebedeo Espinoza Palomeque con documento de identificación N° 0301515680, Milton Emanuel Morocho Navas con documento de identificación N° 0301528972 y Johnny Patricio Romero Oliveros con documento de identificación N° 0301264933, autores del trabajo de titulación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MULTIPUNTO CON CONTROL ELECTRÓNICO PROGRAMABLE PARA UN VEHÍCULO DATSUN 1200”**, certificamos que el total contenido del *Proyecto Técnico*, es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, diciembre del 2012

Ángel Zebedeo Espinoza Palomeque

C.I. 0301515680

Milton Emanuel Morocho Navas

C.I. 0301528972

Johnny Patricio Romero Oliveros

C.I. 0301264633

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de mi tesis se la dedico a mis hermanos que siempre han estado a mi lado apoyándome incondicionalmente, a mi Padre que me bendice desde el cielo cuidando siempre de mí brindándome su apoyo cuando se lo he pedido y en especial a mi Madre y Tías que han sido un pilar fundamental para culminar mis estudios y el presente proyecto.

**ANGEL ZEBEDEO ESPINOZA PALOMEQUE**

## **DEDICATORIA**

Primeramente, a Dios y la Virgen, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis Padres, Milton y Digna, por darme la vida, quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaron. Gracias por darme una carrera para mi futuro, todo esto les debo a ustedes.

A Mis abuelos, por quererme y apoyarme siempre, esto también se lo debo a ustedes.

Mis hermanos, Karina, Cristina y Jonnathan por estar conmigo y apoyarme siempre en mis buenos y malos momentos, los quiero mucho.

A mis primos, tíos, y amigos que siempre me apoyaron en todo este tiempo gracias por sus consejos y apoyo incondicional.

**MILTON EMANUEL MOROCHO NAVAS**

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de tesis va dedicado a mis padres quienes hicieron posible la culminación de mis estudios con su apoyo incondicional a mi madre que con su voz de aliento me impulsó a lograr el objetivo trazado, en sus oraciones me encomendaba a Dios para que me brindara su protección y amparo durante todo este tiempo.

A mis abuelitos por el apoyo brindado durante toda mi vida y en los momentos que más he necesitado, gracias por sus bendiciones y compartir sus experiencias para así formarme y llevar a mi familia por el camino del bien.

A mis hermanos verdaderos amigos con quienes he compartido momentos inolvidables.

A mi esposa e hijo quienes forman parte de mi diario vivir con ellos tendremos que superar todas las adversidades que se presenten a lo largo de nuestra existencia.

**JOHNNY PATRICIO ROMERO OLIVEROS**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi Dios que me ha bendecido y me ha apoyado en la culminación de mi proyecto de tesis, a mi Padre que desde el cielo me ha apoyado siempre y toda mi familia quienes han sabido apoyar en los grandes momentos de mi vida.

Un agradecimiento especial a Don Hernán Alvarado que nos ha brindado su ayuda incondicional en el presente proyecto y en especial al Ing. Diego Rivera por su paciencia y conocimientos dedicados hacia nosotros y que nos ayudó a la realización del presente tema.

**ANGEL ZEBEDEO ESPINOZA PALOMEQUE**



## **AGRADECIMIENTO**

El presente proyecto de tesis primeramente me gustaría agradecerte a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

A mi director de tesis, Ing. Néstor Rivera por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado concluir con este proyecto.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación. Para mis amigos compañeros de este proyecto por la dedicación de cada uno de ellos para terminar de la mejor manera con este tema.

Y, por supuesto, el agradecimiento más profundo y sentido va para mi familia. Sin su apoyo, colaboración e inspiración habría sido imposible llevar a cabo este proyecto. A mis padres, por su ejemplo de lucha y honestidad, a mis hermanos por su fuerza y apoyo.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga.

**MILTON EMANUEL MOROCHO NAVAS**

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento eterno a Dios y la Santísima Virgen, por las bendiciones recibidas todos los días y permitirme alcanzar una meta más propuesta en mi vida.

A mis padres por ser pilar fundamental que con sus sabios consejos me enseñaron a superar los obstáculos que se presentan en el diario vivir; por su apoyo incondicional ya que sin ello no hubiese podido culminar mis estudios.

A mis abuelitos base primordial y centro de unión de toda la familia, siempre con sus consejos y palabras de aliento.

A mi esposa e hijo por llenarme de felicidad, por su apoyo para hacer realidad lo que antes fue un futuro hoy es un presente que nos servirá para un mejor mañana.

A mis hermanos por compartir sus experiencias y contribuir con sus consejos para no desfallecer a lo largo de mi carrera.

A todos quienes aportaron de una u otra forma con sus conocimientos para lograr el objetivo trazado y así poder servir a la sociedad con honestidad.

**JOHNNY PATRICIO ROMERO OLIVEROS**

## **AGRADECIMIENTO GENERAL**

Un agradecimiento profundo a nuestro Director de Tesis Ing. Néstor Rivera por el apoyo incondicional brindado, contribuyendo con sus conocimientos y equipos de diagnóstico durante el desarrollo del proyecto, de igual manera a Talleres Rivera, al Señor Hernán Alvarado bodeguero del Taller Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana y a todas las personas que de una u otra forma apoyaron en la consecución del presente tema.

**ÁNGEL, EMANUEL, JOHNNY**

## INDICE

<b>CAPITULO I .....</b>	<b>1</b>
<b>ESTUDIO DEL SISTEMA DE ALIMENTACION DEL MOTOR NISSAN A – 12 .....</b>	<b>1</b>
1.1 Generalidades del motor Nissan A – 12.....	1
1.1.1 Especificaciones.....	1
1.2 Depurador.....	2
1.2.1 Filtro de Aire.....	2
1.2.2 Materiales del Filtro.....	3
1.2.3 Propiedades del Filtro.....	4
1.3 Sistema de Repartición de Combustible.....	5
1.3.1 Función del Sistema de Repartición de Combustible.....	6
1.3.2 Disposición.....	6
1.3.3 Depósito de Combustible.....	7
1.3.4 Bomba de Combustible.....	8
1.3.5 Bomba de Membrana con Accionamiento de Palanca.....	9
1.3.5.1 Carrera de Aspiración.....	10
1.3.5.2 Carrera de Presión.....	10
1.3.6 Tuberías de Combustible.....	11
1.4 Carburador.....	12
1.4.1 Carburador Modelo DCG306.....	12
1.4.2 Características del Carburador.....	13
1.4.3 Descripción de los Sistemas del Carburador.....	13
1.4.4 Estructura y Operación.....	14
1.5 Etapas de Dosificación de la Mezcla.....	16
1.5.1 Sistema Primario.....	16
1.5.2 Sistema Secundario.....	17
1.5.3 Sistema de Lenta y de Vacío.....	20
1.5.4 Circuito de Ralentí.....	20
1.5.5 Mecanismo de Aceleración.....	21

1.5.6	Mecanismo de Arranque en Frio.....	23
1.5.7	Mecanismo de la Válvula de Potencia .....	24
1.6	Ajustes.....	25
1.6.1	Ajuste de Vacío .....	25
1.6.2	Ajuste del Nivel de Combustible .....	26
1.6.3	Ajuste de la Abertura de la Válvula de Interconexión de Arranque .....	27
1.6.4	Ajuste de la Varilla de la Abertura de Interconexión de las Válvulas de Obturación del Sistema Primario y Secundario .....	28
<b>CAPITULO II.....</b>		<b>29</b>
<b>ESTUDIO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN MULTIPUNTO PROGRAMABLE .....</b>		<b>29</b>
2.1	Generalidades.....	29
2.2	Soporte del Filtro de Aire.....	29
2.2.1	Filtro de Aire .....	30
2.2.2	Características y Beneficios de los Filtros .....	31
2.2.3	Eficiencia del Filtro de Aire.....	31
2.3	Alimentación de Combustible.....	32
2.3.1	Sistema de Inducción de Aire .....	32
2.4	Depósito de Combustible.....	33
2.4.1	Pre filtro .....	33
2.5	Bomba de Combustible.....	34
2.6	Regulador de Presión.....	35
2.7	Cañerías de Combustible.....	36
2.8	Filtro de Combustible.....	37
2.9	Componentes del Sistema de Inyección.....	38
2.9.1	Riel de Inyectores.....	39
2.9.2	Inyector de Combustible .....	39
2.9.3	Relé de la Bomba de Combustible.....	41
2.9.4	Sensor de Presión Absoluta del Múltiple (MAP).....	41
2.9.4.1	Circuito sensor MAP.....	43
2.9.5	Sensor de Posición de Mariposa (TPS).....	43

2.9.5.1 Conexiones del sensor con la computadora.....	45
2.9.6 Sensor de Temperatura de Aire (IAT / ATS).....	45
2.9.6.1 Circuito eléctrico del sensor IAT.....	47
2.9.7 Sensor de Temperatura de Agua (WTS / CTS).....	47
2.9.7.1 Circuito Eléctrico del sensor CTS.....	49
2.9.8 Sensor de Oxígeno .....	49
2.9.8.1 Circuito Eléctrico del Sensor de Oxígeno.....	51
2.9.9 Sensores de Posición de Cigüeñal (CKP).....	51
2.9.9.1 Esquema Eléctrico del Sensor CKP .....	53
2.10 Módulos de Ignición y Bobinas.....	53
2.11 Unidad de Control (ECU).....	55
2.11.1 Condiciones de Funcionamiento.....	58
2.11.2 Estructura .....	58
2.12 Etapas de Funcionamiento del Sistema de Inyección.....	59
2.12.1 Arranque en Frio .....	59
2.12.2 Ralentí .....	60
2.12.3 Media y Plena Carga .....	60
2.12.4 Aceleración y Desaceleración .....	61
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>62</b>
<b>IMPLEMENTACION Y ADECUACION DEL SISTEMA MULTIPUNTO AL MOTOR NISSAN A-12.....</b>	<b>62</b>
3.1 Generalidades.....	62
3.2 Selección de los Elementos a Utilizar.....	62
3.3 Filtro de Aire.....	63
3.4 Sistema de Inducción de Aire.....	63
3.5 Depósito de Combustible.....	65
3.6 Pre filtro de la Bomba de Combustible.....	66
3.7 Bomba de combustible.....	66
3.8 Regulador de Presión.....	68
3.9 Cañerías de Combustible.....	68

3.10 Filtro de Combustible.....	72
3.11 Componentes del Sistema de Inyección.....	73
3.11.1 Riel de Inyectores.....	73
3.11.2 Inyector de combustible.....	74
3.11.3 Relé de la Bomba de Combustible.....	76
3.11.4 Sensor de Presión Absoluta del Múltiple (MAP).....	78
3.11.5 Sensor de Posición de Mariposa (TPS).....	80
3.11.6 Sensor de Temperatura de Aire (IAT / ATS).....	81
3.11.7 Sensor de Temperatura de Agua (WTS / CTS).....	82
3.11.8 Sensor de Oxígeno.....	84
3.11.9 Sensor CKP.....	85
3.11.10 Fusibles.....	87
3.12 Computadora (ECU).....	87
3.12.1 Programación de la Computadora Haltech Sprint 500.....	90
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>103</b>
<b>REALIZACION DE LAS PRUEBAS DE TORQUE POTENCIA Y EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES TANTO A CARBURADOR E INYECCION.....</b>	<b>103</b>
4.1 Generalidades.....	103
4.2 Manejo del Banco Dinamométrico.....	103
4.3 Analizador de Gases.....	108
4.4 Pruebas Realizadas a Carburador.....	110
4.4.1 Emisiones de Gases.....	112
4.4.1.2 Monóxido de Carbono (CO).....	114
4.4.1.3 Hidrocarburos (HC).....	116
4.4.1.4 Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ).....	117
4.4.1.5 Oxígeno (O <sub>2</sub> ).....	118
4.5 Pruebas Realizadas a Inyección.....	120
4.5.1 Monóxido de Carbono (CO).....	125
4.5.2 Hidrocarburos (HC).....	126
4.5.3 Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ).....	127

4.5.4 Oxígeno .....	128
<b>CAPITULO V .....</b>	<b>130</b>
<b>ANALISIS DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE TORQUE POTENCIA Y GASES DE ESCAPE .....</b>	<b>130</b>
5.1 Generalidades.....	130
5.2 Variación en las Concentraciones de Emisiones Contaminantes.....	130
5.2.1 Monóxido de Carbono (CO) .....	130
5.2.2 Hidrocarburos (HC) .....	132
5.2.3 Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) .....	133
5.2.4 Oxígeno (O) .....	134
5.3 Variación de la Curva de Potencia.....	135
5.4 Variación de la Curva de Par.....	136
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>137</b>



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Depurador .....	2
Figura 1.2 Filtro de aire típico seccionado para .....	3
Figura 1.3 Depurador y filtro de combustible. ....	4
Figura 1.4 Circuito de alimentación combustible .....	6
Figura 1.5 Configuración tanque combustible .....	8
Figura 1.6 Corte en sección de la bomba de combustible mecánica.....	9
Figura 1.7 Partes de la bomba mecánica .....	10
Figura 1.8 Tuberías de combustible .....	11
Figura 1.9 Carburador DCG306.....	12
Figura 1.10 Estructura del Carburador.....	15
Figura 1.11 Sistema Primario.....	17
Figura 1.12 Sistema del Secundario.....	18
Figura 1.13 Sistema Secundario y Primario.....	19
Figura 1.14 Marcha Lenta .....	21
Figura 1.15 Marcha de Aceleración .....	21
Figura 1.16 Diagrama de Aceleración .....	22
Figura 1.17 Mecanismo de Arranque.....	23
Figura 1.18 Mecanismo Arranque en Frio .....	24
Figura 1.19 Ajuste de Vacío.....	25
Figura 1.20 Ajuste nivel de Combustible.....	26
Figura 1.21 Abertura de la válvula de interconexión de arranque .....	27
Figura 1.22 Ajuste de la varilla de la apertura de interconexión de las válvulas de obturación del sistema primario y secundario.....	28
Figura 2.1 Soporte del filtro de Aire .....	30
Figura 2.2 Filtro de Aire.....	30
Figura 2.3 Esquema Alimentación de Combustible.....	32
Figura 2.4 Admisión del Aire .....	33
Figura 2.5 Pre filtro .....	34
Figura 2.6 Partes de la Bomba .....	35
Figura 2.7 Partes del Regulador .....	36
Figura 2.8 Líneas de Combustible .....	37
Figura 2.9 Partes del Filtro.....	38
Figura 2.10 Riel de Inyectores .....	39
Figura 2.11 Partes del Inyector .....	40
Figura 2.12 Relee de 4 terminales.....	41
Figura 2.13 Sensor MAP.....	42

Figura 2.14 Forma de onda del sensor MAP .....	42
Figura 2.15 Circuito del Sensor MAP.....	43
Figura 2.16 Sensor de Posición de Mariposa (TPS) .....	44
Figura 2.17 Señal del TPS.....	44
Figura 2.18 Conexiones del sensor .....	45
Figura 2.19 Sensor de Temperatura de Aire .....	46
Figura 2.20 Curva del sensor IAT.....	46
Figura 2.21 Circuito del IAT.....	47
Figura 2.22 Sensor de Temperatura de Agua.....	48
Figura 2.23 Curva del sensor de temperatura del refrigerante .....	48
Figura 2.24 Circuito del sensor CTS.....	49
Figura 2.25 Sensor de Oxígeno.....	50
Figura 2.26 Ondas del Sensor de Oxígeno.....	50
Figura 2.27 Circuito eléctrico del sensor de oxígeno.....	51
Figura 2.28 Sensor CKP.....	52
Figura 2.29 Onda del Sensor CKP .....	52
Figura 2.30 Circuito Eléctrico del Sensor CKP .....	53
Figura 2.31 Funcionamiento del sistema de Bobina .....	54
Figura 2.32 Esquema eléctrico del sistema de encendido.....	54
Figura 2.33 Esquema de entrada y salida de señales a la ECU.....	56
Figura 2.34 Posición de la Mariposa en el Arranque en Frio.....	59
Figura 2.35 Posición de la Mariposa en Ralentí .....	60
Figura 2.36 Posición de la Mariposa en los diferentes estados de funcionamiento.....	61
Figura 2.37 Funcionamiento en la fase de aceleración y desaceleración.....	61
Figura 3.1 Esquema general de los elementos adaptados al vehículo.....	62
Figura 3.2 Acople para la entrada al cuerpo motorizado y filtro .....	63
Figura 3.3 Múltiple de Admisión sin modificación .....	64
Figura 3.4 Múltiple de admisión modificado, cuerpo motorizado, riel de inyectores e inyectores .....	64
Figura 3.5 Analisis del Multiple de Admisión.....	65
Figura 3.6 Elementos Acoplados en el Tanque de Combustible .....	65
Figura 3.7 Prefiltro de Combustible.....	66
Figura 3.8 Bomba de Combustible.....	67
Figura 3.9 Circuito del Conexionado Eléctrico de la Bomba .....	67
Figura 3.10 Conexión del Regulador de Presión .....	68
Figura 3.11 Cañerías de Combustible .....	69
Figura 3.12 Filtro de Combustible .....	73
Figura 3.13 Ubicación del Filtro de Combustible.....	73

Figura 3.14 Riel de Inyectores e Inyectores.....	73
Figura 3. 15 Montaje de la Riel e Inyectores en el Múltiple de Admisión .....	74
Figura 3. 16 Inyectores de Combustible .....	75
Figura 3 17 Esquema eléctrico de conexión .....	75
Figura 3.18 Caudal entregado por los inyectores.....	76
Figura 3. 19 Relé de Cinco Contactos.....	77
Figura 3. 20 Ubicación de los Relés.....	77
Figura 3. 21 Circuito eléctrico de la bomba de Combustible y su Relé.....	77
Figura 3.22 Sensor MAP Integrado en la Ecu.....	78
Figura 3 23 Computadora con la conexión del Sensor MAP.....	78
Figura 3. 24 Acople de Conexión del Sensor MAP en el Múltiple de Admisión .....	79
Figura 3. 25 Gráfica del Sensor MAP .....	79
Figura 3. 26 Sensor TPS .....	80
Figura 3. 27 Ubicación del Sensor TPS en el Cuerpo Motorizado .....	81
Figura 3. 28 Conexión Eléctrica del Sensor TPS .....	81
Figura 3.29 Ubicación del Sensor IAT .....	82
Figura 3.30 Conexión eléctrica del sensor IAT .....	82
Figura 3. 31 Acople del Sensor CTS .....	82
Figura 3. 32 Ubicación del Sensor CTS .....	83
Figura 3.33 Conexión del Sensor CTS .....	83
Figura 3.34 Gráfica del Sensor CTS.....	83
Figura 3.35 Acople Para el Sensor de Oxígeno en el Escape .....	84
Figura 3.36 Ubicación del Sensor de Oxígeno.....	85
Figura 3. 37 Conexión Eléctrica del Sensor .....	85
Figura 3.38 Acople y Ubicación de la Rueda Fónica.....	86
Figura 3.39 Acople para la ubicación del sensor CKP.....	86
Figura 3.40 Ubicación del Sensor CKP .....	86
Figura 3.41 Conexión eléctrica del Sensor CKP.....	87
Figura 3 42 Caja de Fusibles.....	87
Figura 3.43 Ecu Haltech.....	88
Figura 3.44 Ubicación de la Ecu en el Vehículo.....	89
Figura 3.45 Esquema de funcionamiento de la ECU .....	90
Figura 3.46 Icono de Acceso al Programa .....	90
Figura 3.47 Colocando la Opción Para Abrir el Mapa Base.....	91
Figura 3.48 Abriendo la carpeta Mapa Base.....	91
Figura 3.49 Damos clic en el mapa Sprint_500-109_default.....	92
Figura 3.50 Configuración de Parámetros .....	93
Figura 3.51 Configuración de Parámetros .....	93
Figura 3. 52 Configuración de Parámetros .....	94

Figura 3.53 Configuración de Parámetros .....	94
Figura 3.54 Configuración de las Opciones Avanzadas .....	95
Figura 3. 55 Configuración de Outputs.....	96
Figura 3. 56 Configuración de Inputs .....	97
Figura 3.57 Visualización de las Curvas de los Sensores .....	98
Figura 3.58 Visualización del Mapa Base de Gasolina.....	99
Figura 3.59 Visualización del Mapa de Corrección de la Temperatura.....	100
Figura 3. 60 Visualización del Mapa del Disparo de la Inyección .....	100
Figura 3.61 Visualización del Base Map de Ignición .....	101
Figura 3.62 Visualización del OverallTrimm .....	102
Figura 4.1 Banco Dinamométrico .....	104
Figura 4.2 Pantalla de Configuracion de Datos .....	105
Figura 4.3 Pantalla de sincronizacion de RPM .....	105
Figura 4.4 Pantalla de sincronizacion de RPM .....	106
Figura 4.5 Curva de Par .....	106
Figura 4.6 Curva de Potencia .....	107
Figura 4.7 Curva de Potencia en las Ruedas .....	107
Figura 4.8 Curva de Potencia de Arrastre .....	107
Figura 4.9 NGA-6000 NEXTECH.....	108
Figura 4.10 Principio de Funcionamiento .....	109
Figura 4.11 Especificaciones Técnicas .....	110
Figura 4.12 Curvas Caracteristicas del Motor.....	111
Figura 4.13 Curvas Caracteristicas del Motor.....	111
Figura 4.14 Lamda .....	112
Figura 4.15 Lambda vr. RPM .....	114
Figura 4.16 Monoxido de Carbono .....	115
Figura 4.17 Hidrocarburos .....	117
Figura 4.18 Dioxido de Carbono (Co2) .....	118
Figura 4.19 Oxigeno (O).....	119
Figura 4.20 Curvas Caracteristicas del Motor.....	120
Figura 4.21 Configuracion de Parametros y Curvas Caracteristicas del Motor.....	122
Figura 4.22 Configuracion de Parametros y Curvas Caracteristicas del Motor.....	124
Figura 4.23 Monoxido de Carbono (CO).....	126
Figura 4.24 Hidrocarburos (HC).....	127
Figura 4.25 Dioxido de Carbono (CO2) .....	128
Figura 4.26 Oxigeno (O2).....	129

Figura 5.1 Monóxido de Carbono .....	131
Figura 5.2 Hidrocarburos (HC) .....	132
Figura 5.3 Dióxido de Carbono (Co2) .....	133
Figura 5.4 Oxígeno (O2) .....	134
Figura 5.5 Variación de la Curva de Potencia .....	135
Figura 5.6 Variación de la Curva de Par .....	136
Figura 5.7 Rendimiento Km/Gl .....	139
Figura 5.8 Costo \$/Km .....	139

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Especificaciones principales del motor.....	1
Tabla 2.1 Valores de temperatura y resistencias.....	46
Tabla 2.2 Valores de temperatura y resistencias.....	49
Tabla 3.1 Presiones y Caudales de la Bomba de Combustible.....	67
Tabla 3.2 Cálculos del número de Reynolds.....	70
Tabla 3.3 Valores obtenidos de $f$ y $V$ .....	71
Tabla 4.1 Lamda.....	113

## CAPITULO I

### ESTUDIO DEL SISTEMA DE ALIMENTACION DEL MOTOR NISSAN A – 12

#### 1.1 Generalidades del motor Nissan A – 12

El motor NISSAN A-12 Otto, con sistema de alimentación a carburador posee las siguientes especificaciones.

La información que se describe se refiere solamente al motor a analizar.

##### 1.1.1 Especificaciones

Modelo del Motor	A-12
Numero de cilindros en línea	4
Disposición	Válvula sobre culata
Calibre mm(in)	73(2,874)
Carrera mm(in)	70(2,756)
Cilindrada cc(cu in)	1.171(71,5)
Ratio de compresión	9,0:1
Capacidad del recogedor de aceite (*) Litros (qts. US. qts. Imper )	2,7(27/8, 2 3/8 )
Carburador	Modelo DCG306

**Tabla 1.1 Especificaciones principales del motor.**

**Fuente: Manuales de Servicio Modelo A12 / NISSAN MOTOR CO., LTD .PDF**

## 1.2 Depurador

Consiste en una caja metálica de forma circular que sirve de soporte para el filtro de aire y se encuentra generalmente ubicado en la parte superior del cuerpo del carburador.



**Figura 1: Depurador**

Fuente: <http://www.google.com.ec/imagenes/depurador filtro de aire>

### 1.2.1 Filtro de Aire

El filtro de aire (depurador) es de vital importancia en la protección eficaz de las partes internas del motor.

El aire aspirado por el motor lleva polvo y partículas silíceas (arena), si no se dispone de un sistema de filtrado estas partículas se depositan sobre las paredes de los cilindros, mezclándose con el aceite de lubricación formando una pasta abrasiva capaz de producir un rápido desgaste del cilindro por acción de esmerilado y las partículas más finas son retenidas en la superficie exterior del

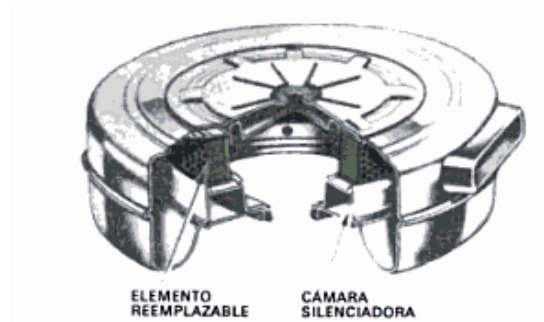


material filtrante, por esta razón es necesario sustituir periódicamente (cada 15,000 Km) dependiendo las condiciones de uso.<sup>1</sup>

### 1.2.2 Materiales del Filtro

La parte principal de este contiene un anillo de material filtrante (malla fina de hilos metálicos o cintas, papel especial, fibra celulosa o poliuretano) a través del cual debe pasar el aire.

Este material presenta al aire un tupido laberinto en el que quedan retenidas las partículas de polvo.



**Figura 1.2 Filtro de aire seccionado**

**Fuente:** <http://autos-mecanica.blogspot.com/2009/11/filtro-de-aire.html>

---

<sup>1</sup> <http://autofan.mx/2011/12/06/caracteristicas-de-los-filtros-de-aire-para-unidades-a-gasolina/>

El elemento del limpiador de aire es de papel viscoso y no necesita una limpieza cualquiera hasta que se cambia el mismo.



**Figura 1.3** Depurador y filtro de combustible.  
Fuente: Manuales de Servicio Modelo A12 / NISSAN MOTOR CO., LTD .PDF

Nunca se debe cepillar o limpiar con un chorro de aire antes de cambiarlo.

### **1.2.3 Propiedades del Filtro**

Para hablar de las propiedades del filtro se debe tener en cuenta lo siguiente:

**Eficiencia filtrante:** Debe retener un elevado porcentaje de impurezas.

**Buen poder acumulador:** Posibilidad de funcionar largos periodos de tiempo sin necesidad de limpieza ni cambio de los elementos filtrantes.

**Baja pérdida de carga:** Escasa resistencia al paso del aire.

**Sonoridad:** Mínima emisión de ruidos.

El filtrado debe lograrse sin restringir el paso del aire, con la finalidad de que el volumen del mismo suministrado al motor sea el suficiente para que éste pueda desarrollar la potencia máxima. El filtro de aire actúa también como silenciador, reduciendo o eliminando el ruido producido por el aire que entra al motor. El carácter pulsante del flujo de aire producido por la succión en las aspiraciones, es la causa del llamado “zumbido de la aspiración”. La carcasa del filtro y el tubo de entrada del aire debidamente dimensionado, constituyen cámaras de resonancia que eliminan el zumbido de aspiración.

El filtro de aire actúa también como cortafuegos, evitando la propagación al exterior de eventuales llamaradas que pueden producirse en la boca del carburador, como consecuencia de falsas explosiones (plena carga y falta de gasolina), también cuando existe un adelanto exagerado del salto de la chispa en los cilindros.<sup>2</sup>

### **1.3 Sistema de Repartición de Combustible**

El sistema de un automóvil comprende los órganos destinados a llevar la mezcla de aire y combustible hasta los cilindros.

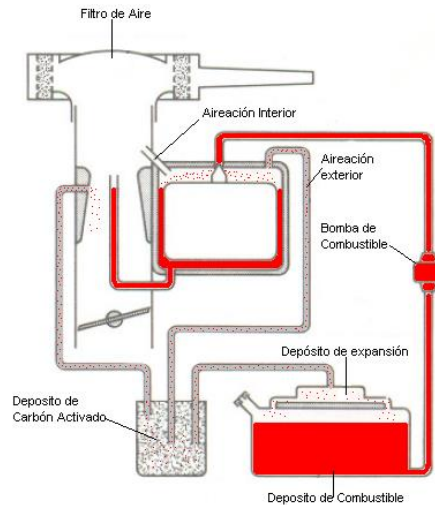
El aire se toma del exterior y el combustible de un depósito alejado del motor.

---

<sup>2</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Filtro\\_de\\_aire](http://es.wikipedia.org/wiki/Filtro_de_aire)

### 1.3.1 Función del Sistema de Repartición de Combustible

La alimentación de combustible tiene la función de alimentar suficientemente el carburador en todos los estados de funcionamiento del motor.



**Figura 1.4 Circuito de alimentación combustible**  
Fuente: Tecnología práctica para la técnica del automóvil: serie GTZ

### 1.3.2 Disposición

La instalación de alimentación de combustible se compone de:

- Filtro de aire
- Depósito de combustible
- Bomba de alimentación
- Carburador o un sistema de inyección
- Colector de admisión

- EVAP (sistema de emisiones evaporativas): Además incluye un dispositivo que evita que los gases del combustible sean expulsados al ambiente.

### **1.3.3 Depósito de Combustible**

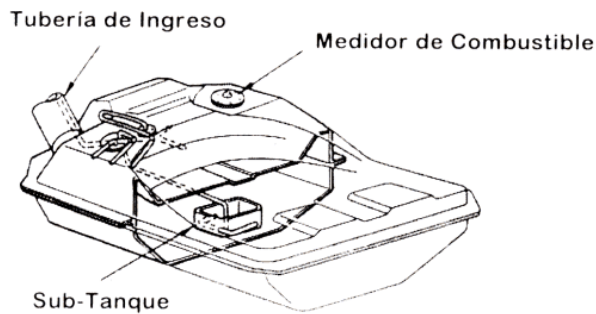
Se fabrica generalmente de chapa de acero. Para evitar la corrosión está pintado por el interior, emplomado y recubierto con una laca especial, también pueden emplearse depósitos de plástico o de aleación de aluminio. Los depósitos grandes se subdividen generalmente con tabiques estabilizadores (tabiques separadores perforados), que actúan contra el corrimiento del combustible al frenar y en las curvas. En la parte más baja del depósito a menudo se dispone de un orificio con tapón roscado para vaciarlo.

En el tapón del depósito hay normalmente un orificio para la ventilación. De este modo no se puede formar en el depósito ninguna depresión, que impediría la aspiración del combustible por la bomba, ni tampoco ninguna presión por calentamiento del combustible, como cuando se deja el vehículo al sol.

Para reducir la contaminación del aire hay que evitar que el combustible evaporado pase de la instalación de alimentación al exterior. Puesto que el depósito debe tener ventilación, esto puede hacerse por medio de un equipo de filtrado. El tapón de llenado no tiene en este caso ningún orificio.

En el depósito de combustible está situado el transmisor para el indicador del nivel de combustible. Generalmente tiene la forma de palanca o de tubo sumergido. Ambos transmisores están provistos de un flotador que sube o baja

con el nivel del combustible en el depósito. El movimiento de elevación del flotador hace que varíe la resistencia y por tanto la intensidad de corriente en el circuito, a través de una serie de contactos o un sistema de palancas. La escala del indicador está tarada según el nivel de combustible. La función del depósito es la de acumular el combustible que será aspirado por la bomba de gasolina y llevarlo hacia el cilindro para su posterior combustión.<sup>3</sup>



**Figura 1.5 Configuración tanque combustible**

Fuente: [http://afinautos.over-blog.com/pages/Equipo\\_de\\_combustible-1438528.html](http://afinautos.over-blog.com/pages/Equipo_de_combustible-1438528.html)

### 1.3.4 Bomba de Combustible

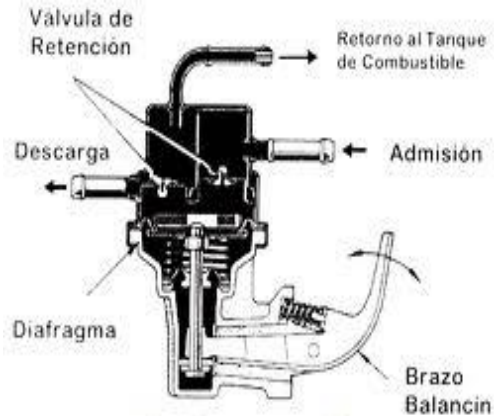
La bomba de combustible tiene la misión de transportar combustible del depósito, situado en una posición baja, al carburador que está más alto. La presión de descarga de la bomba está generada por la fuerza del resorte de membrana y limitada por la presión de cierre de la válvula del flotador. De esta forma se consigue un nivel constante de combustible en el recipiente del flotador.

Las bombas de gasolina deben estar ajustadas de forma que el caudal que llega al carburador se interrumpa tan pronto como se alcance el nivel de combustible correcto, es decir, tan pronto como la válvula del flotador cierre. La bomba debe

---

<sup>3</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Dep%C3%B3sito\\_de\\_combustible](http://es.wikipedia.org/wiki/Dep%C3%B3sito_de_combustible)

poder suministrar una cantidad de combustible superior al consumo máximo del motor. Las bombas de membrana se distinguen solamente por el tipo de accionamiento, pudiéndose montar con palanca a través de levas o con palanca a través de varilla de empuje, o también con taqués.



**Figura 1.6** Corte en sección de la bomba de combustible mecánica  
Fuente: [http://www.google.com.ec/imgres/bomba mecánica de gasolina](http://www.google.com.ec/imgres/bomba%20mec%C3%A1nica%20de%20gasolina)

### 1.3.5 Bomba de Membrana con Accionamiento de Palanca

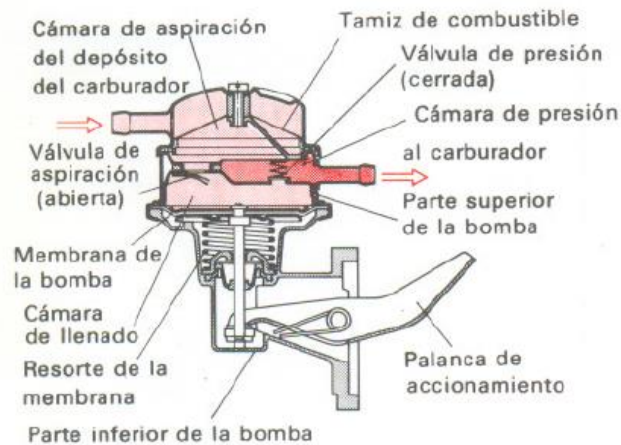
Este tipo de bomba que se analiza es la que se utiliza actualmente en el vehículo, el cuerpo de bomba se compone de la parte superior y la parte inferior. Entre las superficies de cierre de ambas partes se encuentra fijada la membrana. La parte superior, de chapa estampada, va engatillada en el reborde de la parte inferior, que es de fundición. En la parte superior se encuentran alojadas las válvulas de aspiración y de presión, además de la conexión para la tubería de presión.

La parte superior está cerrada con una tapa de chapa roscada, que tiene incorporada la conexión para la tubería de aspiración. Debajo de la tapa hay un filtro de combustible. En la parte inferior se encuentra la varilla de la membrana, así como el resorte y la palanca de accionamiento.

### 1.3.5.1 Carrera de Aspiración

En el recorrido de entrada de la leva sobre la palanca de accionamiento, la membrana es impulsada hacia abajo contra la fuerza del resorte de la membrana.

Por la ampliación de la cámara una depresión en la cámara de llenado, se abre la válvula de aspiración y el combustible fluye desde el depósito a la cámara de llenado a través de la tubería de combustible.



**Figura 1.7 Partes de la bomba mecánica**

**Fuente: Tecnología práctica para la técnica del automóvil: serie GTZ**

### 1.3.5.2 Carrera de Presión

En el recorrido de salida de la leva sobre la palanca de accionamiento, la membrana es impulsada hacia arriba por la acción del resorte que posee la misma.

La válvula de aspiración se cierra por la acción del resorte, abriéndose la de presión, al mismo tiempo que el combustible fluye desde la cámara de llenado a



la de presión, y desde allí a la tubería de presión del carburador. Si el carburador es alimentado suficientemente con combustible, se cierra la válvula del flotador por la fuerza ascensional del flotador. A consecuencia de esto, el combustible no puede salir de la bomba, la membrana está parada y la palanca de accionamiento se suelta de la varilla (carrera libre). Mediante esta carrera libre se limita la carrera de presión y el caudal se adapta a las necesidades. Con un funcionamiento normal, la membrana se mueve sólo unas décimas de milímetro.<sup>4</sup>

### 1.3.6 Tuberías de Combustible

Las tuberías son de metal o de manguera flexible; las primeras de aleación recosida de aluminio, mientras que las otras se fabrican de caucho sintético y de tejido. El grosor de las cañerías o mangueras depende del régimen de consumo del motor.



**Figura 18 Tuberías de combustible**

**Fuente:** [http://www.google.com.ec/imgres/tuberias de combustible de gasolina](http://www.google.com.ec/imgres/tuberias+de+combustible+de+gasolina)

---

<sup>4</sup> Tecnología práctica para la técnica del automóvil: serie GTZ

## 1.4 Carburador

Es el dispositivo que se encarga de preparar la mezcla de aire-combustible en los motores de gasolina. A fin de que el motor funcione más estequiométricamente y obtenga la mayor potencia de salida, es importante que la gasolina esté mezclada con el aire en las proporciones óptimas. Estas proporciones, denominadas factor lambda, son de 14,7 partes de aire en peso, por cada 1 parte de gasolina; es lo que se llama "mezcla estequiométrica"; pero en ocasiones se necesitan otras dosificaciones, lo que se llama mezcla rica (factor lambda menor de 1).

### 1.4.1 Carburador Modelo DCG306



**Figura 1.9 Carburador DCG306**

**Fuente: Manuales de servicio modelos series A10 y A12 / PDF**

Estos son carburadores de tiro hacia abajo para aumentar la potencia y el mecanismo de arranque. A más de ello presentan distintas características físicas distintivas para el propietario de vehículo.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Manuales de servicio modelos series A10 y A12 / PDF

## **1.4.2 Características del Carburador**

Las más importantes son:

- La válvula de obturación secundaria es accionada por la palanca de obturación.
- Se logra gran potencia y aceleración con una combinación de válvula auxiliar.
- La bomba de aceleración proporciona una aceleración excelente.
- El mecanismo de la válvula de potencia, llamado tipo de esfuerzo por actuación al vacío, mejora la marcha a gran velocidad (MOTOR A-12).

## **1.4.3 Descripción de los Sistemas del Carburador**

Las partes más importantes son:

### **SISTEMA PRIMARIO**

- Sistema principal del primario
- Sistema de lenta y de vacío
- Mecanismo de aceleración
- Mecanismos de arranque
- Mecanismos de la válvula de potencia
- 

### **SISTEMA SECUNDARIO**

- Sistema principal del secundario
- Sistema gradual
- Mecanismos de interconexión del secundario

## SISTEMA DEL FLOTADOR

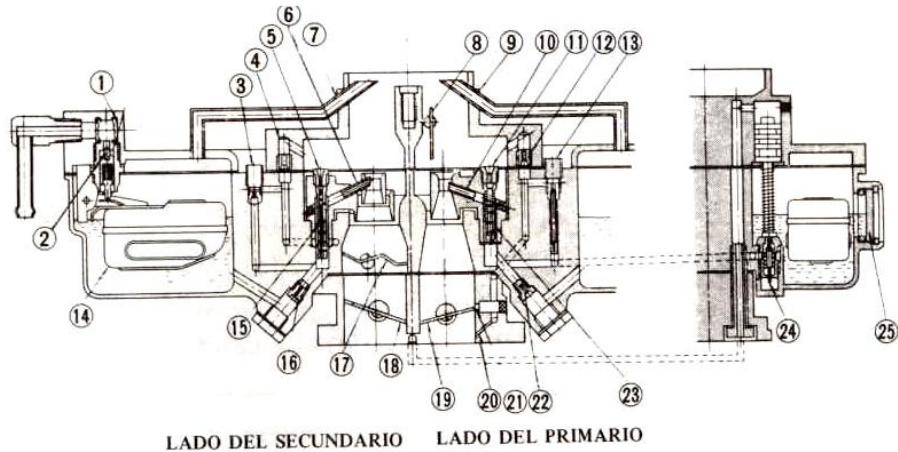
### Ajuste

- Ajuste de vacío
- Ajuste del nivel de combustible
- Ajuste de la abertura de la válvula de la interconexión de arranque
- Ajuste de la abertura de interconexión de las válvulas de obturación del sistema primario y secundario

### **1.4.4 Estructura y Operación**

Este carburador consta del sistema primario para la marcha normal y el sistema secundario para la marcha a carga total. El sistema de flotador que se usa comúnmente con los sistemas primario y secundario, el mecanismo de intercambio secundario, etc, también van acoplados.

En este tipo se usa el mecanismo de válvula de potencia, este carburador es del tipo de dos barriles y tiro hacia abajo.



- |   |   |
|---|---|
| 1.- Filtro  | 14.- Flotador                             |
| 2.- Válvula de agujas                             | 15.- Tubo de emulsión del secundario      |
| 3.-Sustidor de lenta del secundario               | 16.- Surtidor principal del secundario    |
| 4.- Toma de aire de lenta del secundario          | 17.- Válvula auxiliar                     |
| 5.- Toma de aire principal del secundario         | 18.- Válvula de obturación del secundario |
| 6.- Boquilla principal de secundario              | 19.- Válvula de obturación del primario   |
| 7.- Tubería de ventilación de aire del secundario | 20.- Orificio de vacío                    |
| 8.- Válvula de estrangulación                     | 21.- Orificio de derivación               |
| 9.- Tubería de ventilación de aire del primario   | 22.- Surtidor principal del primario      |
| 10.- Boquilla principal del primario              | 23.- Tubo de emulsión del primario        |
| 11.- Toma de aire principal del primario          | 24.- Válvula de potencia                  |
| 12.- Toma de aire de lenta del primario           | 25.- Medidor de nivel.                    |

**Figura 1.10 Estructura del Carburador**  
**Fuente: Manuales de Servicio Modelo A12 / NISSAN MOTOR CO., LTD .PDF**

## **1.5 Etapas de Dosificación de la Mezcla**

Existen diferentes etapas de formación de la mezcla de acuerdo a las necesidades que presenta el motor de combustión interna en los diferentes regímenes de giro que se analizarán a continuación.

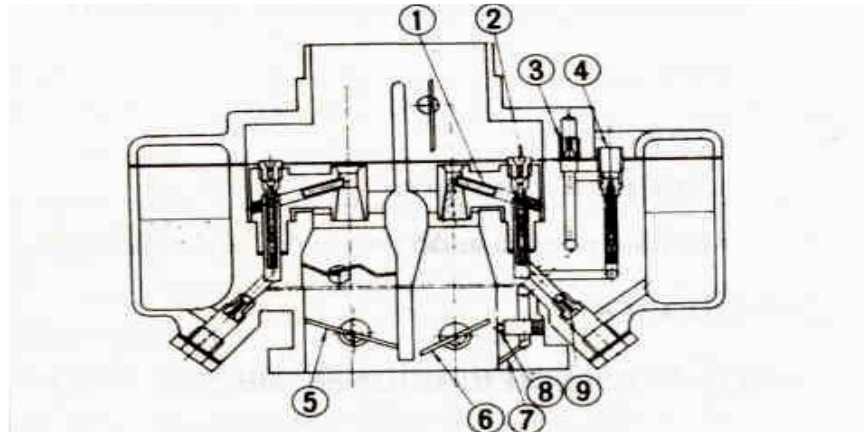
### **1.5.1 Sistema Primario**

El combustible que fluye saliendo por los pasos en la parte interior de la cámara del flotador pasa a través del surtidor principal primario, y se mezcla con el aire que viene de la toma de aire principal. La mezcla de gasolina es inyectada al vénturi a través de la boquilla principal.

Cuando la válvula de la obturación está totalmente abierta y el motor necesita una gasolina de mezcla densa, la bomba de aceleración abre su válvula de potencia, desde la que el combustible fluye también al sistema principal.<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Manuales de Servicio Modelo A12 / NISSAN MOTOR CO., LTD .PDF



#### LADO DEL PRIMARIO

- 1.- Boquilla principal del primario.
- 2.- Toma de aire principal del primario.
- 3.- Toma de aire de lenta del primario.
- 4.- Surtidor de lenta del primario.

#### LADO DEL SECUNDARIO

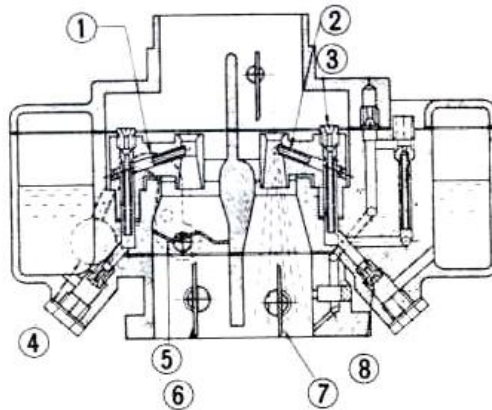
- 5.- Válvula de la obturación del Secundario.
- 6.- Válvula de la obturación del primario.
- 7.- Orificio de vacío.
- 8.- Orificio de derivación.
- 9.- surtidor principal del primario.

**Figura 1.11 Sistema Primario**

**Fuente: Manuales de Servicio Modelo A12 / NISSAN MOTOR CO., LTD .PDF**

### 1.5.2 Sistema Secundario

Además de la función de carburación normal, el combustible que sale por el paso en la parte inferior de la cámara del flotador pasa a través del surtidor principal del secundario y se convierte en gotas pequeñas. El combustible se mezcla se mezcla con el aire que viene de la toma de aire principal y la mezcla pasa al vénturi a través de la boquilla principal.



LADO DEL SECUNDARIO

- 1.- Palanca del contrapeso.
- 2.- Boquilla principal del primario.
- 3.- Toma de aire principal del primario.
- 4.- Contrapeso.

LADO DEL SECUNDARIO

- 5.- Válvula auxiliar.
- 6.- Válvula de obturación del secundario.
- 7.- Válvula de obturación del primario.
- 8.- Surtidor principal del primario.

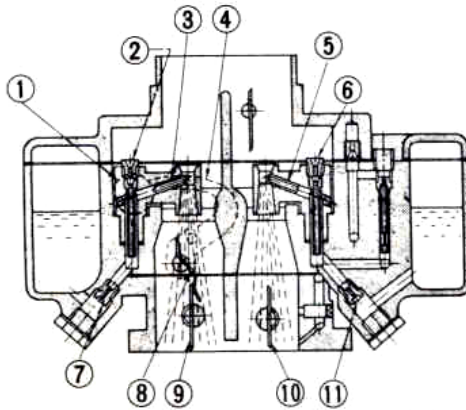
**Figura 1.12 Sistema del Secundario**  
**Fuente Manuales de Servicio Modelo A12 / NISSAN MOTOR CO., LTD .PDF**

Cuando la válvula de obturación del carburador normal se abre completamente y el motor produce mayor potencia, la válvula de obturación del carburador de potencia comienza a abrirse por la articulación sincronizada.

Sin embargo, en la potencia máxima, la válvula de obturación del carburador funciona como válvula auxiliar que no se abre a baja velocidad con una carga pesada debido a la carga del contrapeso conectado al árbol de la válvula de la obturación.



Cuando el motor aumenta todavía más sus revoluciones, se abre la válvula auxiliar contra la carga del contrapeso y el carburador de potencia comienza a funcionar para una potencia alta. Cuando la válvula de obturación del carburador normal se encuentra en una posición totalmente abierta, la válvula de obturación del carburador de potencia está también abierta totalmente.



#### LADO DEL SECUNDARIO

- 1.- Contrapeso
- 2.- Toma de aire principal del secundario
- 3.- Boquilla principal del secundario
- 4.- Palanca del contrapeso
- 5.- Boquilla principal del primario
- 6.- Toma de aire principal del primario

#### LADO DEL PRIMARIO

- 7.- Surtidor principal del secundario
- 8.- Válvula auxiliar
- 9.- Válvula de obturación del secundario
- 10.- Válvula de obturación del primario
- 11.- Surtidor principal del primario

**Figura 1.13 Sistema Secundario y Primario**  
**Fuente: Manuales de Servicio Modelo A12 / NISSAN MOTOR CO., LTD .PDF**

### **1.5.3 Sistema de Lenta y de Vacío**

Pasando a través del surtidor principal, el paso de combustible se separa de la línea principal, el combustible fluye a través del surtidor de lenta: toma de aire de lenta del primario y toma de aire de lenta del secundario, y es expulsada por los orificios de derivación y los de vacío.

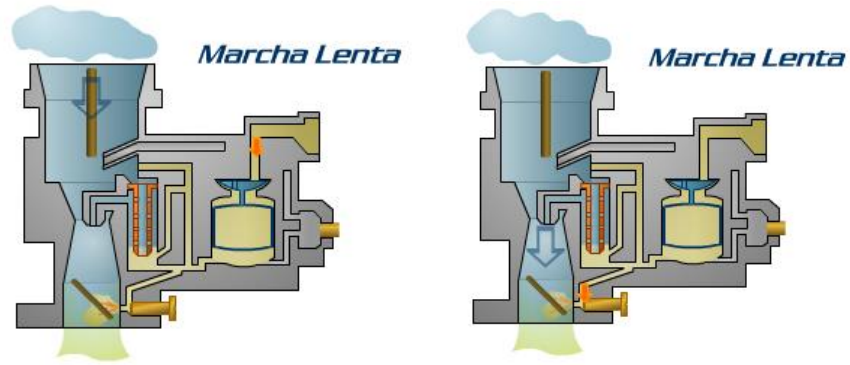
### **1.5.4 Circuito de Ralentí.**

Vierte la gasolina directamente más abajo de la mariposa, única zona en la que existe una depresión suficiente (en amarillo) para pulverizar la gasolina.

Así cómo es posible valerse de surtidores fijos para formar la mezcla de funcionamiento habitual, la mezcla para el ralentí necesita ajuste para cada motor. Para ello, hay un tornillo en la salida de funcionamiento lento. Se puede apretarlo para reducir el flujo desde el circuito o aflojarlo para aumentarlo. Se logra la mezcla más conveniente mediante pruebas, fijándose en qué posición del tornillo se obtiene el ralentí más rápido y más suave.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> [www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/2001766/Temas/Alimentacion/02.htm](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/2001766/Temas/Alimentacion/02.htm)

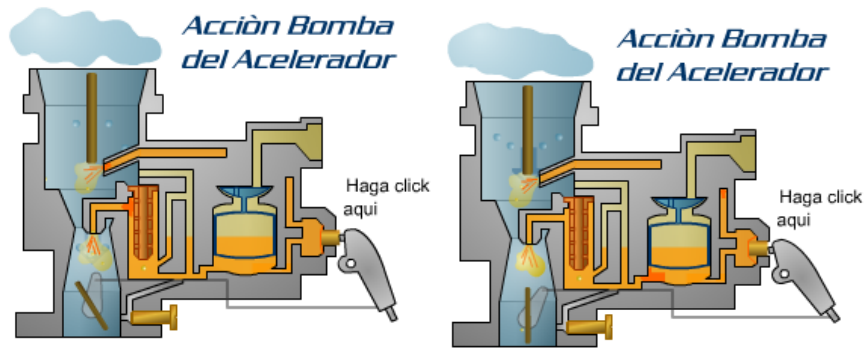


**Figura 1.14 Marcha Lenta**

Fuente: [www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/2001766/Temas/Alimentacion/02.htm](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/2001766/Temas/Alimentacion/02.htm)

### 1.5.5 Mecanismo de Aceleración

Se usa una bomba de aceleración mecánica sincronizada por la válvula de obturación. Cuando se cierra la válvula de obturación, la varilla del pistón se empuja hacia arriba con la articulación, que empuja el pistón a través del resorte amortiguador.

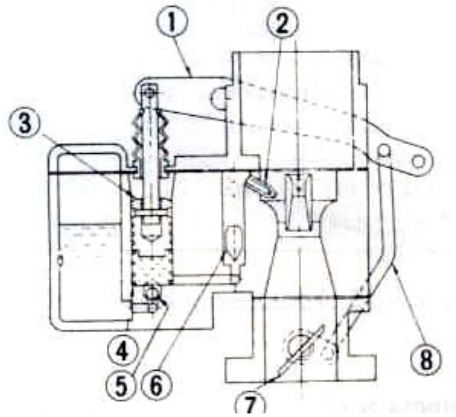


**Figura 1.15 Marcha de Aceleración**

Fuente: [www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/2001766/Temas/Alimentacion/02.htm](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/2001766/Temas/Alimentacion/02.htm)

Cuando el pistón baja, la válvula de comprobación de admisión se cierra, la válvula de comprobación de salida se abre, y el combustible dentro de la bomba sale por el surtidor de la bomba mediante el resorte amortiguador comprimido. El combustible golpea contra la pared lateral del venturi pequeño, convirtiéndose en pequeñas gotas y compensando la falta momentánea del combustible.

La cantidad de pulverización del combustible se puede variar seleccionando dos orificios en el brazo de la bomba a los que está conectada la varilla de conexión.



1.- Palanca de la bomba

2.- Boquilla de la bomba

3.- Pistón

4.- Resorte del pistón

5.- Válvula de admisión

6.- Válvula de salida

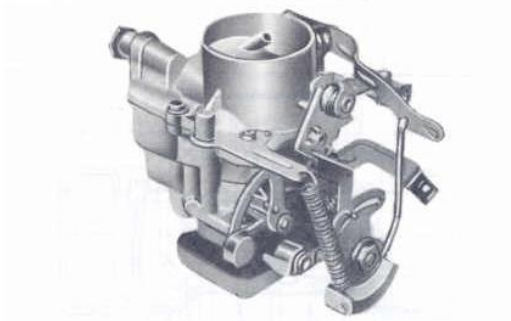
7.- Válvula de la obturación del primario

8.- Varilla de conexión de la bomba

**Figura 1.16 Diagrama de Aceleración**

**Fuente: Manuales de Servicio Modelo A12 / NISSAN MOTOR CO., LTD .PDF**

### 1.5.6 Mecanismo de Arranque en Frio



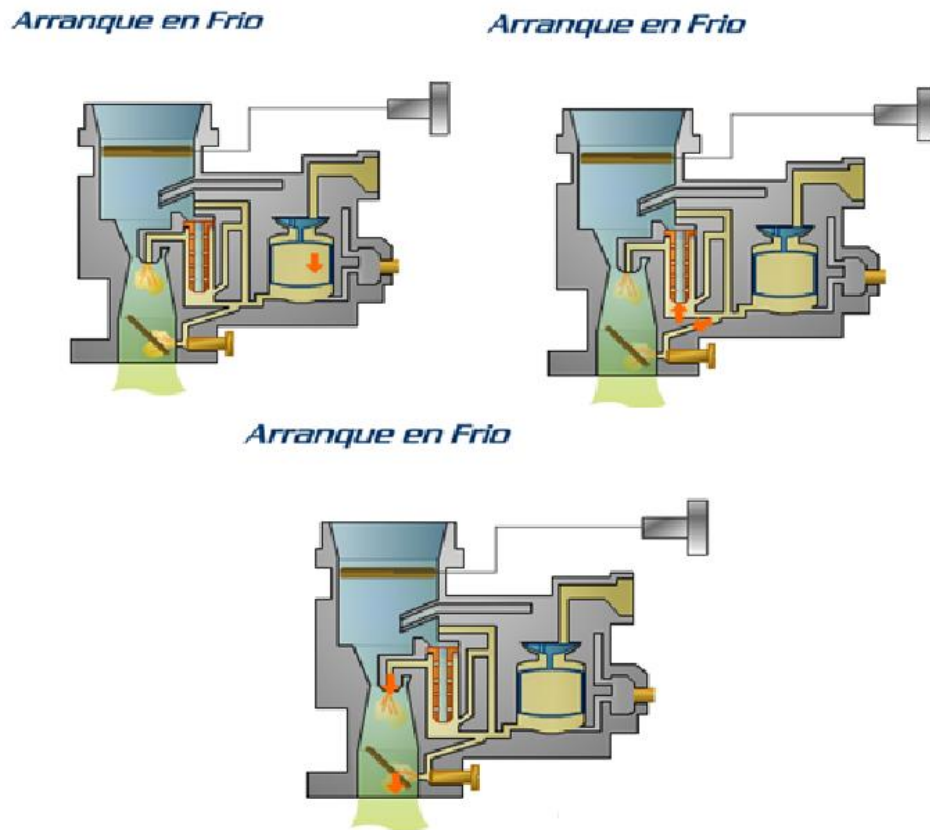
**Figura 1.17 Mecanismo de Arranque**  
**Fuente: Manuales de Servicio Modelo A12 / NISSAN MOTOR CO., LTD .PDF**

La válvula de estrangulación está provista con un resorte, instalado excéntricamente en el dispositivo de carburación normal y sincronizada en la válvula de obturación.

Cuando se cierra totalmente la estrangulación, se abre la válvula de la obturación 14 grados desde la posición totalmente cerrada. Este es el mejor momento para arrancar el motor. La sincronización de la válvula de estrangulación y de la válvula de obturación se puede mantener correctamente después de haber arrancado el motor.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Manuales de Servicio Modelo A12 / NISSAN MOTOR CO., LTD .PDF



**Figura 1.18 Mecanismo Arranque en Frio**

Fuente: [www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/2001766/Temas/Alimentacion/03.htm](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/2001766/Temas/Alimentacion/03.htm)

### 1.5.7 Mecanismo de la Válvula de Potencia

El mecanismo de la válvula de potencia, llamado del tipo de refuerzo actuado por vacío, usa la fuerza de tracción hacia debajo de la corriente de aire de debajo de la válvula de obturación. Cuando la válvula de obturación está ligeramente abierta durante la marcha con carga ligera, se crea un gran vacío en el colector de admisión.

El vacío tira del pistón de vacío hacia arriba contra la fuerza del resorte, dejando cerrada la válvula de potencia. Cuando el vacío de debajo de la válvula de obturación disminuye durante la carga total o la marcha de aceleración, el resorte empuja el pistón de vacío hacia abajo abriendo la válvula de potencia para echar combustible.

## 1.6 Ajustes

### 1.6.1 Ajuste de Vacío

El ajuste de vacío se hace mediante el tornillo de ajuste de la obturación y el tornillo de ajuste de vacío como se muestra en la figura.



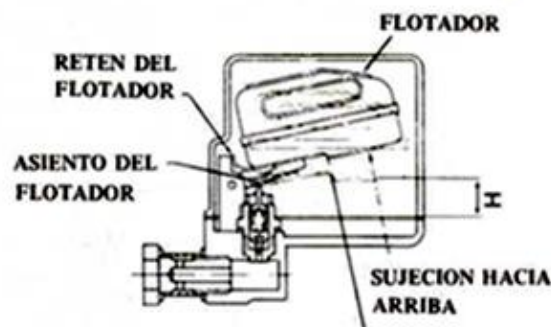
**Figura 1.19 Ajuste de Vacío**  
**Fuente: Manuales de servicio modelos series A10 y A12 / PDF**

Dele al tornillo de ajuste de vacío aproximadamente tres vueltas, comenzando desde la posición totalmente cerrada. Enrosque el tornillo de ajuste de la obturación dos o tres vueltas y arranque el motor.

Desenrosque suavemente el tornillo de ajuste de la obturación hasta que el motor comience a girar sin uniformidad después de que la velocidad del motor disminuya gradualmente. Enrosque el tornillo de ajuste de vacío hasta que el motor marche suavemente a la velocidad más alta.

Vuelve a ajustar el tornillo de la obturación para disminuir la velocidad del motor. Repita estas operaciones hasta que se obtenga una velocidad del motor suave de aproximadamente 600 rpm.<sup>9</sup>

### 1.6.2 Ajuste del Nivel de Combustible



**Figura 1.20 Ajuste nivel de Combustible**  
**Fuente: Manuales de servicio modelos series A10 y A12 / PDF**

Gire hacia abajo la cámara del flotador para dejar que el flotador entre en contacto con la válvula de agujas y mida la "H" de la figura. Cuando "H" es aproximadamente 12.0 mm (0.472in), la posición del flotador arriba es correcta. La posición del flotador arriba se puede ajustar doblando el asiento del flotador.

Ajuste la posición del flotador de tal manera que la holgura entre el asiento del

---

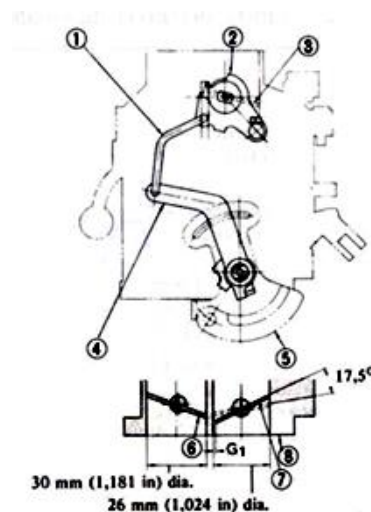
<sup>9</sup> Manuales de servicio modelos series A10 y A12 / PDF



flotador y el vástago de la válvula de agujas sea 1.3 a 1.7 mm (0.0512 a 0.0669 in) cuando el flotador está completamente levantado. Doble el retén del flotador correctamente según sea necesario.

### 1.6.3 Ajuste de la Abertura de la Válvula de Interconexión de Arranque

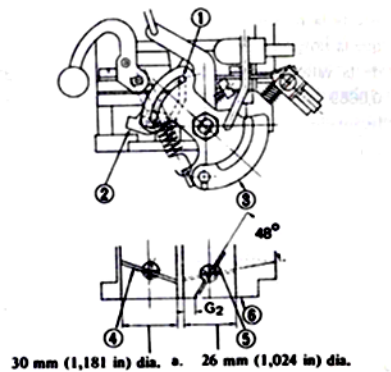
Cierre totalmente la válvula de estrangulación y mida la holgura entre la válvula de obturación del lado del primario y el interior de la cámara de obturación. Con estas condiciones, la abertura de la válvula de obturación del primario deberá ser 17.5 °. Cuando sea necesario el ajuste, doble correctamente la varilla de conexión de estrangulación de tal manera que la holgura “G1” mostrada en la figura.



- |   |  |
|---|--|
| 1.- Palanca de conexión del secundario    | 5.- Palanca de obturación                |
| 2.- Palanca de estrangulación             | 6.- Válvula de obturación del secundario |
| 3.- Válvula de estrangulación             | 7.- Válvula de obturación del primario   |
| 4.- Palanca de conexión de estrangulación | 8.- Cámara de obturación                 |

**Figura 1.21 Abertura de la válvula de interconexión de arranque**  
**Fuente: Manuales de Servicio Modelo A12 / NISSAN MOTOR CO., LTD .PDF**

### 1.6.4 Ajuste de la Varilla de la Abertura de Interconexión de las Válvulas de Obturación del Sistema Primario y Secundario



- |  |  |
|--|--|
| 1.- Varilla de conexión                | 4.- Válvula de obturación              |
| 2.- Palanca de conexión del secundario | 5.- Válvula de obturación del primario |
| 3.- Palanca de obturación              | 6.- Cámara de obturación               |

**Figura 1.22 Ajuste de la varilla de la apertura de interconexión de las válvulas de obturación del sistema primario y secundario**

**Fuente: Manuales de Servicio Modelo A12 / NISSAN MOTOR CO., LTD .PDF**

Al abrir la válvula de obturación del lado del primario  $48^{\circ}$  de la posición totalmente cerrada, medimos la holgura entre la válvula de obturación y la pared inferior de la cámara de obturación como se indica en la figura 1.22. Nos aseguramos de que el anillo del árbol de válvula de obturación se encuentra en una posición relativa con la palanca de la obturación del lado del primario como se muestra en la figura 1.22, y medimos el tamaño “G2” es 5.83 mm (0.2295 in).<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Manuales de Servicio Modelo A12 / NISSAN MOTOR CO., LTD .PDF

## **CAPITULO II**

### **ESTUDIO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN MULTIPUNTO PROGRAMABLE**

#### **2.1 Generalidades**

El uso de una computadora programable en el motor Nissan A- 12 permitirá el control preciso en (avance del tiempo de encendido, pulso de inyección de combustible, mezcla estequiometria, presión de admisión, temperaturas de aire y líquido refrigerante, etc.)

En el motor NISSAN A-12 veremos los elementos que intervienen en el sistema de Inyección Electrónica multipunto, se analizara los sensores, tipos de señales que dan los mismos para que sean interpretadas por la ECU y de acuerdo a eso mande la acción correspondiente a ejecutarse en los actuadores, analizaremos los elementos mecánicos que forman parte de este sistema con su correspondiente función.

#### **2.2 Soporte del Filtro de Aire**

Es un elemento cuadrado fabricado de plástico donde se encuentra ubicado el filtro. Al ingresar el aire por esta toma pasa a través del filtro donde se alojan todas las impurezas que contenga para que de esta manera el aire ingresado sea

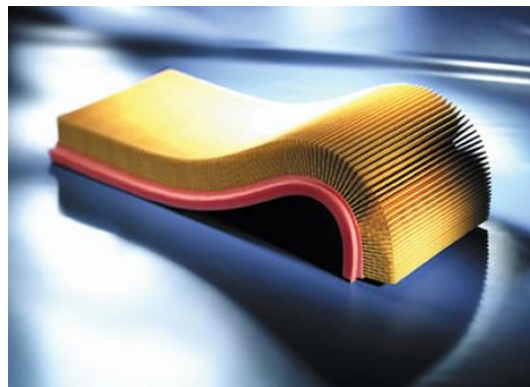
limpio y pueda realizar la respectiva mezcla con el combustible que será inyectado.



**Figura 2.1 Soporte del filtro de Aire**  
Fuente: <http://www.google.com.ec/imgres/soporte filtro de aire>

### 2.2.1 Filtro de Aire

Al igual que el filtro para gasolina, este puede ser de fibra celulosa o plástico, su porosidad está comprendida entre las 4 y 10 micras, cabe destacar que su posición es antes de la aleta del acelerador.



**Figura 2.2 Filtro de Aire**  
Fuente <http://www.google.com.ec/imgres/filtro de aire>

### **2.2.2 Características y Beneficios de los Filtros**

Las más importantes son las siguientes:

- Papel filtrante que proporciona una excelente retención de partículas, proporcionando elevado grado de separación de impurezas y reducción de la resistencia al flujo.
- Mayor resistencia a la rotura y a la humedad.
- Mayor resistencia mecánica, química, térmica de la carcasa y del medio filtrante.
- Estabilidad y estanqueidad absolutas.
- Asegura mejor rendimiento del motor, generando mayor ahorro del combustible.
- Mayor eficiencia de filtración y larga vida útil: mejor costo y beneficio.

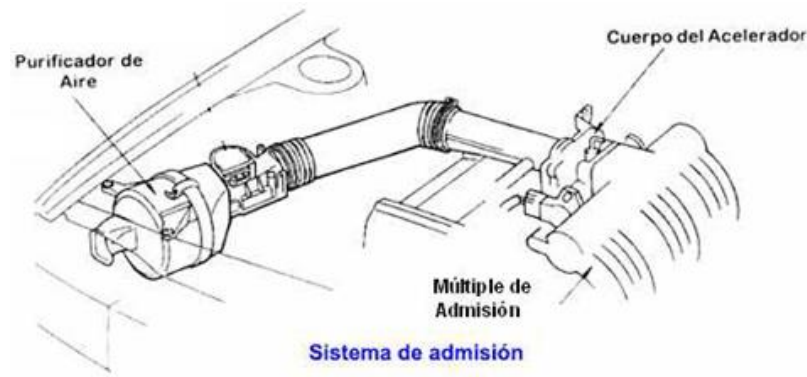
### **2.2.3 Eficiencia del Filtro de Aire**

La eficiencia de los filtros se determina por:

- Tipo de papel celulosa utilizado en el filtro.

- Capacidad de retención de impurezas más elevado que el filtró para un sistema a carburador.<sup>11</sup>

### 2.3 Alimentación de Combustible



**Figura 2.3 Esquema Alimentación de Combustible**

Fuente: [http://www.google.com.ec/imgres/sistema de alimentación de combustible](http://www.google.com.ec/imgres/sistema%20de%20alimentaci3n%20de%20combustible)

#### 2.3.1 Sistema de Inducción de Aire

Se denomina también como sistema de “admisión de aire”.

La misión del mismo consiste en conducir a los cilindros la cantidad de aire completamente limpio, a través de este sistema se mide el caudal aspirado. Los ductos denominados también como “colector de admisión”, estos son diseñados de manera diferente, pues se debe crear una alta turbulencia en el aire de entrada para provocar la unión con el combustible.

---

<sup>11</sup> <http://www.emagister.com/curso-motores-combustion-interna/alimentacion-aire>



**Figura 2.4 Admisión del Aire**

Fuente: [http://www.google.com.ec/multiple de admisión sistema carburador](http://www.google.com.ec/multiple%20de%20admisión%20sistema%20carburador)

## **2.4 Depósito de Combustible**

Se diseña de forma específica para cada vehículo una vez que el diseño es determinado, dado que han de optimizar el espacio libre disponible, presenta características similares al depósito mencionado anteriormente.

### **2.4.1 Pre filtro**

Este dispositivo va instalado antes de la entrada de la bomba para evitar que las impurezas de la gasolina ingresen a la bomba y dañe la misma, este dispositivo no se puede reemplazar ya que se corre el riesgo de quemar la bomba.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> <http://www.boschecuador.com/assets/tecnova/Bombas%20de%20gasolina%20y%20prefiltros.pdf>



**Figura 2.5 Pre filtro**

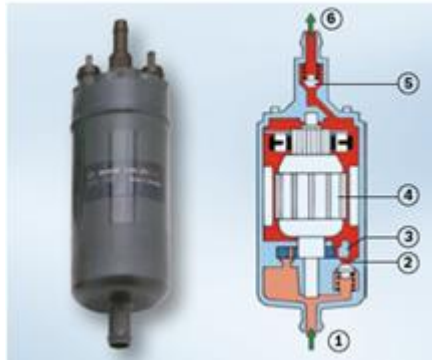
**Fuente:** <http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF>

## **2.5 Bomba de Combustible**

El combustible es aspirado del tanque por una bomba eléctrica, que lo suministra bajo caudal a un tubo distribuidor donde se encuentran las válvulas de inyección, provee más combustible que lo necesario, para mantener en el sistema un caudal constante en todos los regímenes de funcionamiento, lo que sea excedente retorna al tanque, no presenta ningún riesgo de explosión, porque en su interior no hay ninguna mezcla en condiciones de combustión. En la bomba no hay mantenimiento es una pieza sellada. Debe de ser probada y reemplazada si es necesario. Dependiendo del sistema de inyección, la bomba puede estar instalada dentro del tanque de combustible (bomba In Tank).



### Bomba de combustible IN TANK



- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. Lado de aspiración   | 4. Inducido             |
| 2. Limitador de presión | 5. Válvula de retención |
| 3. Bomba de rodillos    | 6. Lado de presión      |

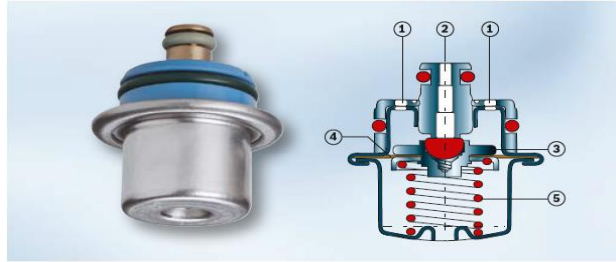
**Figura 2.6 Partes de la Bomba**

**Fuente:** <http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF>

## 2.6 Regulador de Presión

El regulador mantiene el combustible bajo presión constante en el circuito de alimentación, incluso en las válvulas de inyección, es instalado en el tubo distribuidor o en el circuito junto con la bomba, es un regulador con flujo de retorno.

El garantiza presión uniforme y constante en el circuito de combustible, lo que permite que el motor tenga un funcionamiento perfecto en todos los regímenes de revoluciones, cuando se sobrepasa la presión existe una liberación en el circuito de retorno, el combustible retorna al tanque sin presión.



1. Entrada de combustible

2. Retorno de combustible

3. Soporte de la válvula

4. Diafragma

5. Resorte de presión

**Figura 2.7 Partes del Regulador**

**Fuente: <http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF>**

## **2.7 Cañerías de Combustible**

Las tuberías de combustible deben estar diseñadas de forma que se adapten a los retorcimientos del vehículo y a los movimientos del motor. Como tuberías se emplean tubos de acero o cobre o también tubos o mangueras de plástico de difícil combustión y resistentes al combustible.



**Figura 2.8 Líneas de Combustible**

**Fuente:** <http://www.google.com.ec/imgres/deposito de combustible gasolina>

Las tuberías de combustible deben tenderse de forma que estén protegidas contra daños mecánicos y que vayan ascendiendo continuamente desde el depósito hasta el carburador, con el fin de que no se retengan burbujas de aire o vapor. Para evitar la formación de burbujas de vapor, las tuberías no deben pasar por las proximidades de piezas calientes. Si esto no puede evitarse, deben aislarse estos puntos. Las tuberías tienen la función de llevar el combustible bajo presión hacia el riel de inyectores para su posterior inyección en el cilindro.

## **2.8 Filtro de Combustible**

El filtro está instalado después de la bomba, reteniendo posibles impurezas contenidas en el combustible, posee un elemento de papel, responsable por la limpieza del combustible y después se encuentra una tela para retener posibles partículas del papel del elemento filtrante. Este es el motivo principal que el combustible tenga una dirección indicada en la carcasa del filtro, y debe ser mantenida, de acuerdo con la flecha. En su mayoría, los filtros están abajo del

vehículo, cerca del tanque. Por no estar visible, su reemplazo muchas veces se olvida, lo que produce una obstrucción del circuito.



1. Elemento de papel
2. Malla
3. Soporte

**Figura 2.9 Partes del Filtro**

**Fuente:** <http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF>

## **2.9 Componentes del Sistema de Inyección**

Los componentes se detallan a continuación:

### 2.9.1 Riel de Inyectores

El combustible presurizado por la bomba llega hasta el tubo distribuidor, la presión del trabajo es garantizada por el regulador de presión para poder atender todos los regímenes de trabajo del motor para alimentar los inyectores.<sup>13</sup>



**Figura 2.10 Riel de Inyectores**

Fuente: [www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF](http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF)

### 2.9.2 Inyector de Combustible

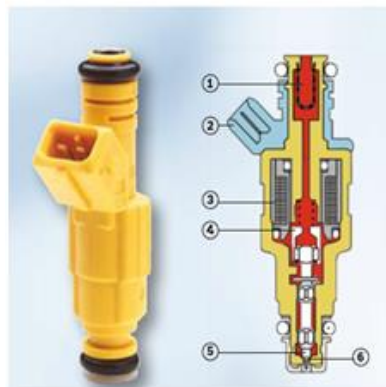
En los sistemas de inyección multipunto, cada cilindro utiliza una válvula de inyección que pulveriza el combustible antes de la válvula de admisión del motor, para que el combustible pulverizado se mezcle con el aire, produciéndose la mezcla que producirá la combustión.

---

<sup>13</sup> <http://es.scribd.com/doc/62576881/44/Riel-de-Inyectores>

Las válvulas de inyección son comandadas electromagnéticamente, abriendo y cerrando por medio de impulsos eléctricos provenientes de la unidad de comando. Para obtener la perfecta distribución del combustible, sin pérdidas por condensación, se debe de evitar que el chorro de combustible toque en las paredes internas de la admisión.

Por tanto el ángulo de inyección de combustible difiere de motor en motor así como también el número de orificios de la válvula.



- |                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| 1. Malla              | 4. Inducido     |
| 2. Conexión eléctrica | 5. Aguja        |
| 3. Bobina magnética   | 6. Perno Cónico |

**Figura 2.11 Partes del Inyector**  
**Fuente:** <http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF>

### 2.9.3 Relé de la Bomba de Combustible

El Relé de comando es el responsable para mantener la alimentación eléctrica de la batería para la bomba de combustible y otros componentes del sistema, si ocurre un accidente, el relé interrumpe la alimentación de la bomba de combustible, evitando que la bomba siga funcionando con el motor apagado.

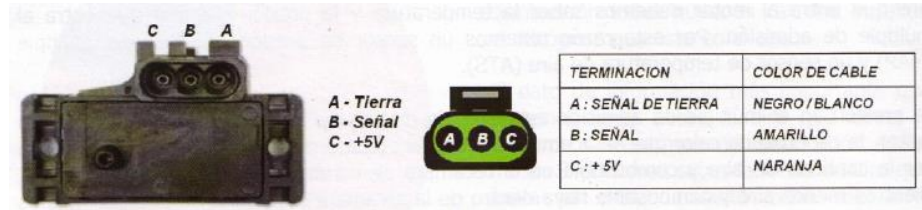
La interrupción ocurre cuando el relé no recibe más la señal de revoluciones, proveniente de la bobina de encendido. Es un componente que cuando está dañado puede parar el motor del vehículo.



**Figura 2.12**Relee de 4 terminales  
Fuente: <http://www.google.com.ec/imgres/reles>

### 2.9.4 Sensor de Presión Absoluta del Múltiple (MAP)

El sensor MAP se utiliza para convertir la presión en el múltiple a una señal electrónica para que la computadora la pueda interpretar. El sensor funciona con presión absoluta, por esta razón su calibración no es afectada por cambios en presión barométrica.



**Figura 2.13 Sensor MAP**  
Fuente: HALTECH

Los sensores MAP funcionan variando el voltaje de salida basado en la presión de aire que el sensor tiene en la toma de aire. Internamente están compuestos de un diafragma flexible y una serie de calibradores de tensión internos. Cuando la presión se aplica en la toma de aire el diafragma se mueve y el calibrador de tensión pegado al diafragma varía su voltaje dependiendo de la tensión.

Estos sensores llevan un voltaje (casi siempre 5V), una tierra y una señal de salida. El sensor debe ser instalado en un punto alto en la pared de fuego dentro del compartimento del motor fijado con dos tornillos y con la toma de aire apuntando hacia delante.<sup>14</sup>



**Figura 2.14 Forma de onda del sensor MAP**  
Fuente: Carman Scan

<sup>14</sup> “Programación Básica en motores de alto rendimiento utilizando sistemas programables haltech”, *Manual exclusivo para proveedores de Haltech*, Australia.



### 2.9.4.1 Circuito sensor MAP

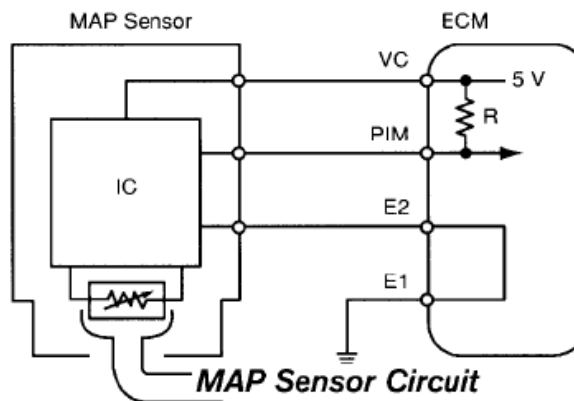


Figura 2.15 Circuito del Sensor MAP

Fuente: Tesis Facultad Técnica del Norte “CONVERSIÓN DE UN MOTOR DATSUN 1200cc DE UN SISTEMA DE CARBURADOR A UN SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA MONO PUNTO” /PDF

### 2.9.5 Sensor de Posición de Mariposa (TPS)

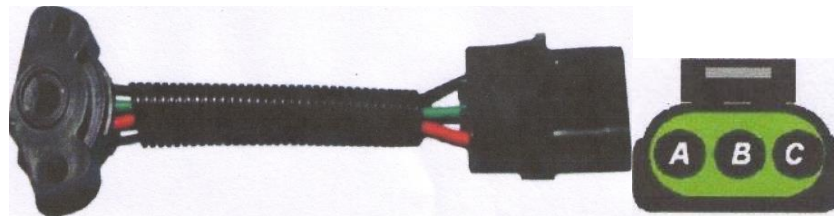
Este sensor se le conoce como un potenciómetro lineal (o simplemente resistencia variable). Se supe el sensor con 5V y el voltaje de salida varia proporcionalmente al recorrido del elemento dentro del sensor. En este caso el elemento gira con la mariposa en vez de en una dirección lineal.

El TPS está normalmente conectado a la varilla de la mariposa, midiendo la rotación de la misma, mientras más abierta esta la mariposa menor es la resistencia en el potenciómetro y por consiguiente más alto el voltaje de salida.

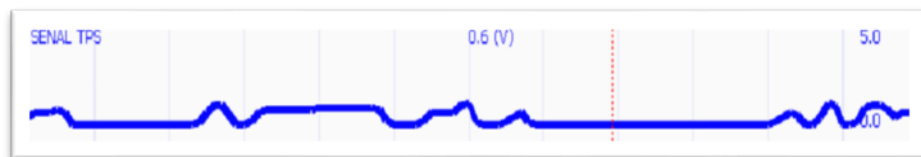
Cuando la mariposa se abre bruscamente una gran cantidad de aire entra al motor en un corto período de tiempo. Ya que el aire es más liviano que el combustible líquido este puede acelerarse más rápido, causando una breve condición pobre.

Para poder evitar este problema la computadora mide este movimiento de la mariposa en un tiempo específico, y si este movimiento es significativamente más rápido en un corto tiempo se puede agregar combustible extra para compensar esta condición de empobrecimiento de la mezcla.

Otro uso para el TPS es durante la desaceleración. Para ahorrar combustible y reducir el estrés térmico en la recámara de combustión, la computadora es capaz de apagar los inyectores completamente cuando el motor está en desaceleración y con la mariposa cerrada. Esta función se llama "corte de desaceleración" (decelcutoft). El TPS posee 3 cables, 5V de alimentación, tierra y señal de salida la cual se conecta a la computadora.<sup>15</sup>



**Figura 2.16 Sensor de Posición de Mariposa (TPS)**  
Fuente: HALTECH



**Figura 2.17 Señal del TPS**  
Fuente: Carman Scan

---

<sup>15</sup> “Programación Básica en motores de alto rendimiento utilizando sistemas programables haltech”, *Manual exclusivo para proveedores de Haltech*, Australia.

### 2.9.5.1 Conexiones del sensor con la computadora

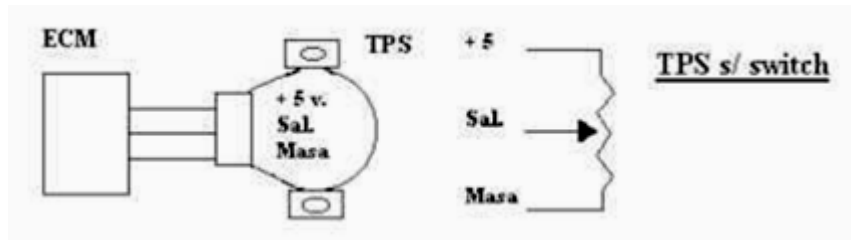


Figura 2.18 Conexiones del sensor

Fuente: Tesis Facultad Técnica del Norte “CONVERSIÓN DE UN MOTOR DATSUN 1200cc DE UN SISTEMA DE CARBURADOR A UN SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA MONO PUNTO” .pdf

### 2.9.6 Sensor de Temperatura de Aire (IAT / ATS)

El sensor de temperatura de aire es un resistor del tipo NTC. El sensor está compuesto de un material que esencialmente varía su resistencia con relación a su temperatura. A medida que la temperatura aumente, la resistencia eléctrica de la sustancia disminuye. El sensor está compuesto de 2 cables, por uno de ellos la computadora aplica una mínima corriente, y por el otro se conecta a tierra. La computadora monitorea la variación de corriente que regresa del sensor para determinar la temperatura del flujo del aire.

Nota: El sensor de temperatura tiene un rango de hasta 1200 °C (284° F) y las temperaturas por encima de este valor serán interpretadas como condición de falla. Las temperaturas después de un turbo o supercargador pueden exceder estos valores. Si esto ocurre con su aplicación es recomendable que utilice un intercooler para reducir las temperaturas y mejorar la densidad del aire.



TEMPERATURA °F	TEMPERATURA °C	RESISTENCIA	Voltaje en el cable de señal
212	100	180	.46
176	80	350	.78
140	60	600	1.33
104	40	1700	2.13
68	20	3400	3.07
50	10	6000	3.51

Tabla 2.1 Valores de temperatura y resistencias  
 Figura 2.19 Sensor de Temperatura de Aire  
 Fuente: HALTECH

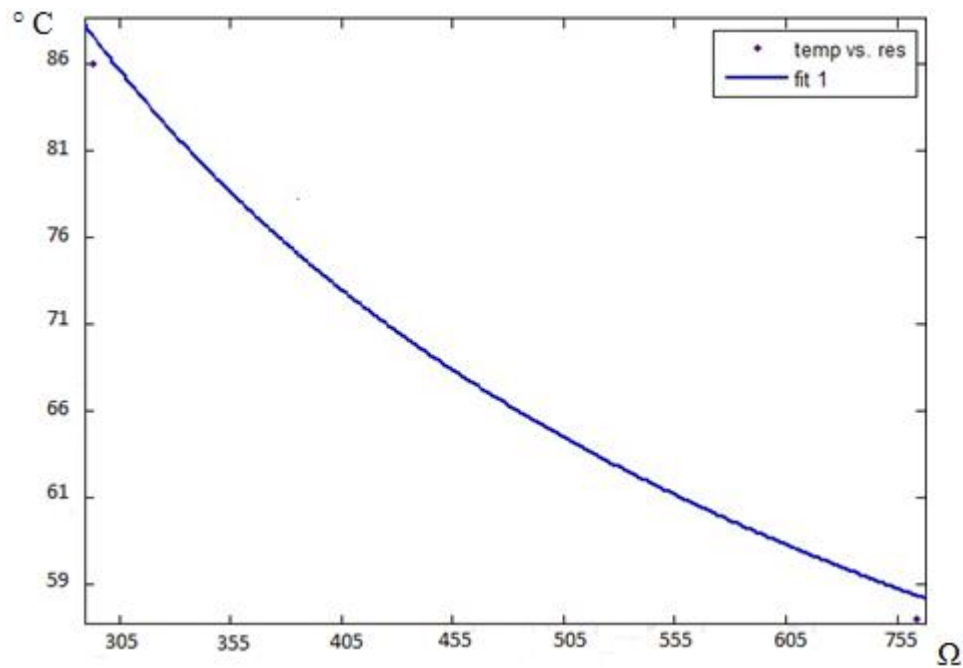


Figura 2.20 Curva del sensor IAT  
 Fuente: Los Autores

### 2.9.6.1 Circuito eléctrico del sensor IAT

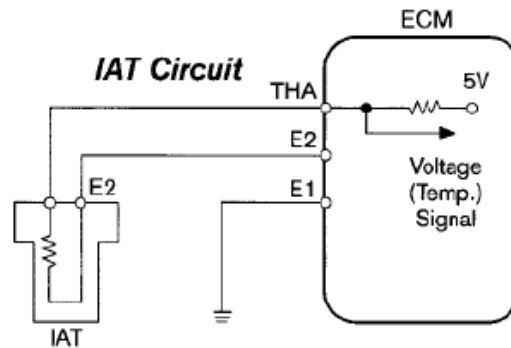


Figura 2.21 Circuito del IAT

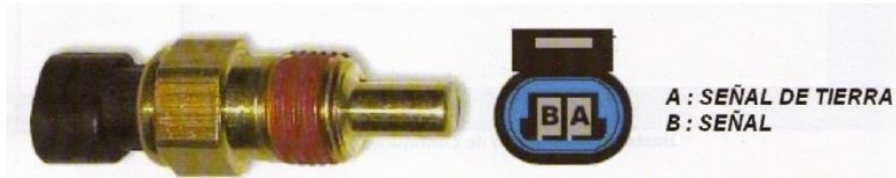
Fuente: Tesis Facultad Técnica del Norte “CONVERSIÓN DE UN MOTOR DATSUN 1200cc DE UN SISTEMA DE CARBURADOR A UN SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA MONO PUNTO” / PDF

### 2.9.7 Sensor de Temperatura de Agua (WTS / CTS)

El sensor de temperatura de agua posee una punta de bronce sólida que detecta la temperatura. Dentro de esta punta hay un elemento idéntico al del sensor de temperatura de aire la cual altera su resistencia con la temperatura.

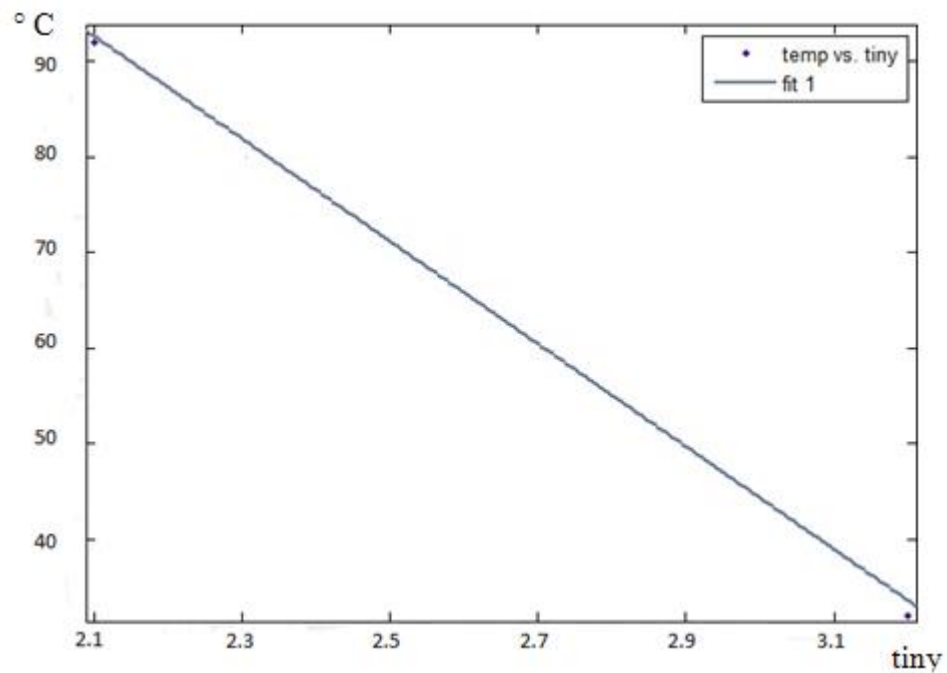
El sensor de temperatura de agua está diseñado para ser enroscado en un agujero para penetrar en el flujo de refrigerante. Para los motores enfriados por aire, el sensor puede también ser enroscado en el bloque para medir la temperatura del aceite.

Debe ser ubicado antes del termostato para poder dar una indicación real de la temperatura del bloque del motor. El sensor tiene 2 cables, por uno de ellos la computadora aplica una mínima corriente, y por el otro se conecta a tierra. La computadora monitorea la variación de voltaje que recibe para determinar la temperatura del motor.



**Figura 2.22 Sensor de Temperatura de Agua**  
**Fuente: HALTECH**

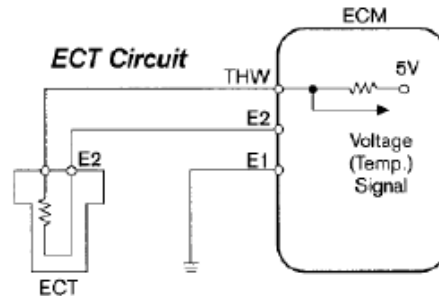
**Ubicación:** Este sensor se encuentra ubicado cerca de la conexión de la manguera superior, que lleva agua del motor al radiador.<sup>16</sup>



**Figura 2.23 Curva del sensor de temperatura del refrigerante**  
**Fuente: Los Autores**

<sup>16</sup> “Programación Básica en motores de alto rendimiento utilizando sistemas programables haltech”, *Manual exclusivo para proveedores de Haltech*, Australia.

### 2.9.7.1 Circuito Eléctrico del sensor CTS



TEMPERATURA	TEMPERATURA	RESISTENCIA	Voltaje en el cable de señal
°F	°C		
212	100	180	.46
176	80	350	.78
140	60	600	1.33
104	40	1700	2.13
68	20	3400	3.07
50	10	6000	3.51

Tabla 2.2 Valores de temperatura y resistencias

Figura 2.24 Circuito del sensor CTS

Fuente: Tesis Facultad Técnica del Norte “CONVERSIÓN DE UN MOTOR DATSUN 1200cc DE UN SISTEMA DE CARBURADOR A UN SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA MONO PUNTO” /PDF

### 2.9.8 Sensor de Oxígeno

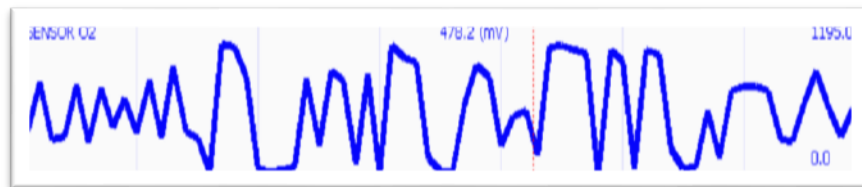
El sensor de oxígeno opcional puede ser instalado en el sistema de escape cerca de los headers o extractores, usualmente después del colector. El sensor utiliza los gases de escape para determinar si el motor está rico o pobre. Muchos motores modernos ya están equipados con sensores de oxígeno, permitiendo que el sensor pueda ser instalado con facilidad en el mismo lugar. Algunos sistemas ponen el sensor hasta metro y medio (2 pies) más allá de los headers.

Si el sistema de escape no tiene un lugar para poner el sensor una tuerca para el mismo deberá ser soldada a la tubería. Cuando se esté tendiendo el cableado del sensor procure no dejar tocar el tubo de escape ya que el calor los dañará.<sup>17</sup>



**Figura 2.25 Sensor de Oxígeno**  
Fuente: HALTECH

### Forma de Onda del Sensor de Oxígeno



**Figura 2.26 Ondas del Sensor de Oxígeno**  
Fuente: Carman Scan

---

<sup>17</sup> “Programación Básica en motores de alto rendimiento utilizando sistemas programables haltech”, *Manual exclusivo para proveedores de Haltech*, Australia.



### 2.9.8.1 Circuito Eléctrico del Sensor de Oxígeno

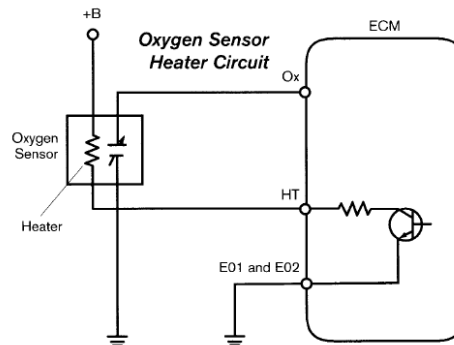


Figura 2 27 Circuito eléctrico del sensor de oxígeno

Fuente: Tesis Facultad Técnica del Norte “CONVERSIÓN DE UN MOTOR DATSUN 1200cc DE UN SISTEMA DE CARBURADOR A UN SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA MONO PUNTO”/PDF

### 2.9.9 Sensores de Posición de Cigüeñal (CKP)

Este sensor trabaja mediante el principio de generación de un voltaje alterno: una rueda dentada, la cual gira, se aproxima a una determinada distancia fija, a una bobina con su respectivo núcleo. Se producirá la siguiente secuencia

Al “aproximarse” un diente a esta bobina (sensor CKP), se comienza a generar un voltaje positivo, a medida que el diente se aproxima al sensor el voltaje se hace cada vez más positivo. Pero una vez que el diente está justo al frente del sensor el voltaje se aproxima a 0 volts. A medida que el diente se “aleja” del sensor ahora se induce un voltaje negativo y así el ciclo se repite una y otra vez obteniendo un voltaje alterno.

Dicho voltaje aumenta su frecuencia y amplitud proporcionalmente a la velocidad de la rueda dentada.

Probablemente el sensor más importante del motor es de la posición de cigüeñal, o también conocido como sensor de velocidad del motor, sin la ayuda de este sensor la computadora no sabría que el motor está en movimiento y no dispararía la chispa ni el combustible.

La computadora recibe la información de los sensores de posición de cigüeñal y leva en forma de impulsos eléctricos en un período de tiempo. Cuando la computadora sabe que señales tiene que esperar puede compararlas con las que recibe y determinar la velocidad y posición del motor en cualquier momento.



**Figura 2.28 Sensor CKP**

**Fuente:** [http://www.google.com.ec/imgres/sensor inductivo ckp](http://www.google.com.ec/imgres/sensor%20inductivo%20ckp)



**Figura 2.29 Onda del Sensor CKP**

**Fuente:** Carman Scan

### 2.9.9.1 Esquema Eléctrico del Sensor CKP

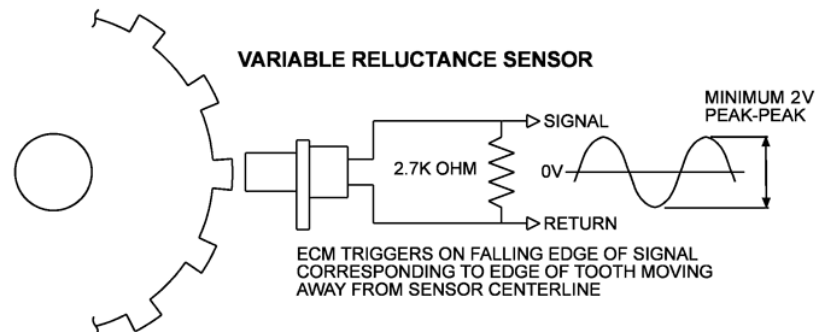
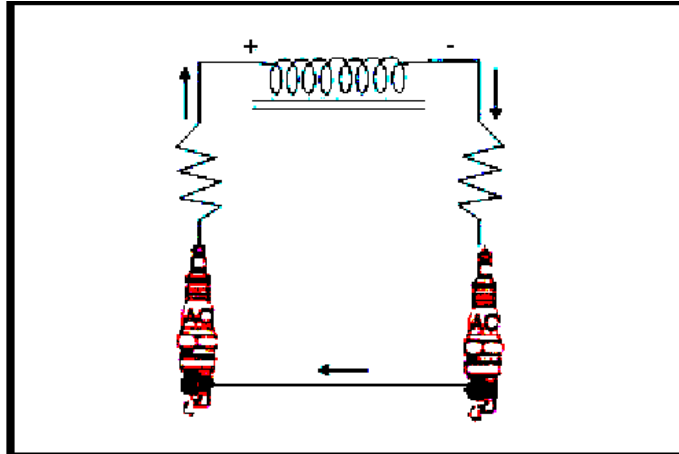


Figura 2.30 Circuito Eléctrico del Sensor CKP

Fuente: <http://tijuiliando.com/topic/11649-sistemas-de-encendido-dis/>

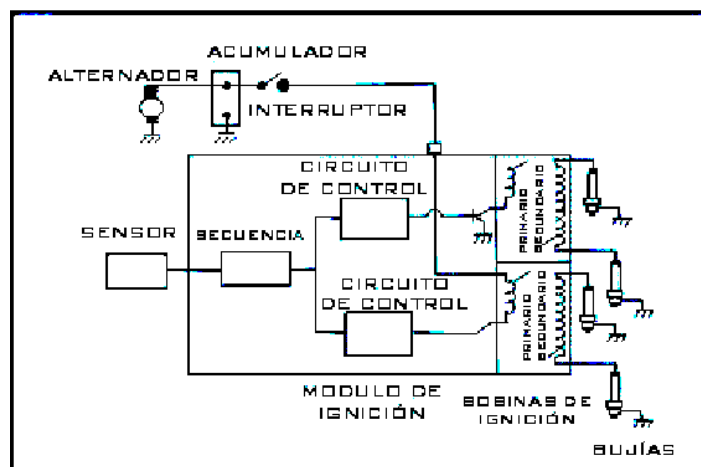
## 2.10 Módulos de Ignición y Bobinas

El sistema hace uso de la teoría de la chispa perdida, semejante a los encendidos que se usaron durante muchos años atrás. Cada extremo de un secundario de bobina se conecta con una bujía. Las dos bujías se encuentran en cilindros que son par pistón. Cuando la bobina dispara la chispa que va al cilindro en compresión enciende la mezcla. La chispa del otro cilindro se desecha al final de la carrera de escape. El orden de encendido de la bobina se determina y se mantiene mediante el módulo de encendido. Cuando una bobina dispara, una bujía enciende con polaridad positiva y la otra bujía enciende con polaridad negativa, al mismo tiempo. La polaridad y la presión del cilindro determinan la caída de Voltaje a través de cada bujía. Desde luego, la bujía en el cilindro de compresión necesita más Voltaje para crear una chispa entre los electrodos que está en escape.



**Figura 2.31 Funcionamiento del sistema de Bobina**  
 Fuente: <http://es.scribd.com/doc/7044399/Sistemas-de-Inyeccion-y-Encendido>

Un circuito de control de modulo, maneja el flujo de la corriente primaria y su tiempo de ángulo de contacto. El devanado de la bobina primaria tiene una resistencia muy pequeña (menor a 1 ohm). Cuando se aplica un Voltaje de 14 volts circula una corriente teórica mayor que 14 amperes, lo cual ayuda a disminuir el tiempo de saturación; sin embargo, para evitar daños en los componentes del sistema, el flujo máximo de la corriente se debe mantener entre 8.5 a 10 amperes. El modulo emplea una forma de ciclo cerrado de control de intervalo.



**Figura 2.32 Esquema eléctrico del sistema de encendido**  
 Fuente: <http://es.scribd.com/doc/7044399/Sistemas-de-Inyeccion-y-Encendido>

Se vigila la corriente máxima de la bobina en el ciclo previo. Si no alcanzó su valor máximo, el módulo aumenta al tiempo de intervalo para permitir la saturación completa de la bobina. Si alcanzó la corriente máxima, el módulo disminuye el tiempo de ángulo de contacto para reducir la potencia consumida por el sistema.

El sistema sin distribuidor se diseñó para reemplazar al sistema mecánico HZ de gran éxito en los primeros automóviles que se crearon, sin embargo en sin número de fabricantes Europeos y Asiáticos han incorporado dicho sistema.<sup>18</sup>

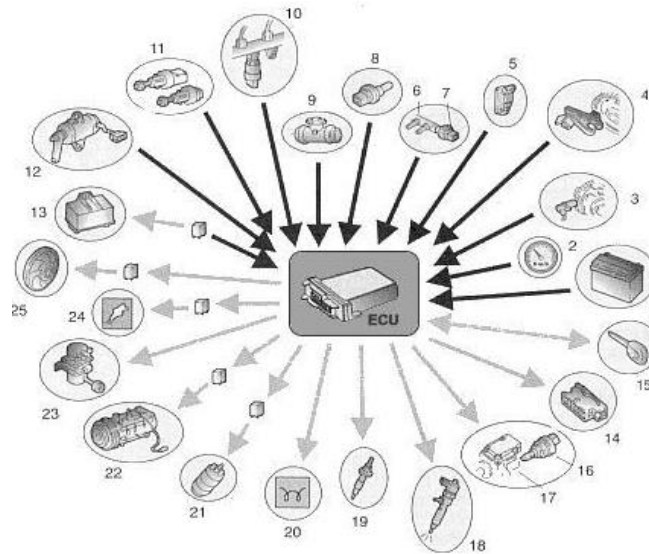
### **2.11 Unidad de Control (ECU)**

La ECU avalúa las señales de los sensores externos y las limita al nivel de tensión admisible.

Los microprocesadores calculan a partir de estos datos de entrada y según campos característicos almacenados en memoria, los tiempos de inyección y momentos de inyección y transforman estos tiempos en desarrollos temporales de señal que están adaptados al movimiento del motor. Debido a la precisión requerida y al alto dinamismo del motor, es necesaria una gran capacidad de cálculo.

---

<sup>18</sup> <http://es.scribd.com/doc/7044399/Sistemas-de-Inyeccion-y-Encendido>



- |  |  |
|--|--|
| 1- Batería   | 13- Cajetín electrónico de precalentamiento              |
| 2- Velocímetro   | 14- Toma de diagnóstico                                  |
| 3- Sensor de rpm del cigüeñal                                | 15- Equipo de cierre antirrobo                           |
| 4- Sensor de fase  | 16- Regulador de presión en la bomba                     |
| 5- Sensor de sobrepresión                                    | 17- Bomba de alta presión                                |
| 6- Conducto de paso de combustible                           | 18- Inyectores   |
| 7- Sensor de control de la temperatura del gasóleo           | 19- Bujías de espiga incandescente (calentadores)        |
| 8- Sensor de la temperatura del líquido refrigerante         | 20- Luz testigo de aviso de calentadores funcionando     |
| 9- Caudalímetro  | 21- Electrobomba de combustible de baja presión          |
| 10- Rampa de inyección con sensor de presión del combustible | 22- Compresor de AC                                      |
| 11- Interruptores del pedal de freno y de embrague           | 23- Válvula EGR  |
| 12- Potenciómetro del pedal del acelerador                   | 24- Luz testigo de funcionamiento del equipo electrónico |
|  | 25- Electro ventilador                                   |

**Figura 2.33 Esquema de entrada y salida de señales a la ECU**

**Fuente: Tesis Facultad Técnica del Norte “CONVERSIÓN DE UN MOTOR DATSUN 1200cc DE UN SISTEMA DE CARBURADOR A UN SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA MONO PUNTO”/PDF**

Con las señales de salida se activan las etapas finales que suministran suficiente potencia para los actuadores de regulación de presión de la riel y para la desconexión del elemento, además se activan también actuadores para las funciones del motor (ejemplo: la retroalimentación de gases de escape, actuador de presión de sobrealimentación, relé para la electrobomba de combustible) y otras funciones auxiliares (ejemplo: relé del ventilador, relé de calefacción adicional, relé de incandescencia, acondicionador de aire). Las etapas finales están protegidas contra cortocircuitos y destrucción debida a sobrecargas eléctricas. El microprocesador recibe retroinformación sobre anomalías de este tipo así como sobre cables interrumpidos. Las funciones de diagnóstico de las etapas finales para los inyectores reconocen también desarrollos deficientes de señal. Adicionalmente se retransmiten algunas señales de salida, a través de interfaces, a otros sistemas del vehículo. Dentro del marco de un campo de seguridad, la unidad de control supervisa también el sistema de inyección completo. La activación de los inyectores plantea exigencias especiales a las etapas finales. La corriente eléctrica genera en una bobina con núcleo magnético una fuerza magnética que actúa sobre el sistema hidráulico de alta presión en el inyector. La activación eléctrica de esta bobina debe realizarse con flancos de corrientes muy pronunciados, para conseguir una tolerancia reducida y una elevada capacidad de reproducción del caudal de inyección. Condición previa para ello son tensiones elevadas que se almacenan en memoria de la unidad de control. Una regulación de corriente divide la fase de actuación de corriente (tiempo de inyección) en una fase de corriente de excitación y una fase de retención. La regulación debe funcionar con tal precisión que el inyector funcione en cada margen de servicio inyectado de nuevo de forma reproducible y debe además reducir la potencia de pérdida en la unidad de control y en el inyector.<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> Tesis Facultad Técnica del Norte “CONVERSIÓN DE UN MOTOR DATSUN 1200cc DE UN SISTEMA DE CARBURADOR A UN SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA MONO PUNTO”/PDF

### **2.11.1 Condiciones de Funcionamiento**

A la unidad de control se le plantean altas exigencias en lo referente a

- La temperatura del entorno (en servicio de marcha normal, -40...+85 °C)
- La capacidad de resistencia contra productos de servicio (aceite, combustible, etc.)
- La humedad del entorno
- Solicitaciones mecánicas

Igualmente son muy altas las exigencias a la compatibilidad electromagnética (CEM) y a la limitación de la irradiación de señales perturbadoras de alta frecuencia.

### **2.11.2 Estructura**

La unidad de control se encuentra dentro de un cuerpo metálico. Los sensores, los actuadores y la alimentación de corriente, están conectados a la unidad de control a través de un conector multipolar. Los componentes de potencia para la activación directa de los actuadores están integrados en la caja de la unidad de



control, de forma tal que se garantiza una buena disipación térmica hacia la caja. La unidad de control existe tanto con caja sellada, como también con caja no sellada.

## **2.12 Etapas de Funcionamiento del Sistema de Inyección**

La ECU actúa de acuerdo a la información que le envía los sensores, interpreta la misma y da la activación a los actuadores como se analizara a continuación:

### **2.12.1 Arranque en Frio**

La ECU detecta la señal enviada desde los sensores ECT e IAT, si la diferencia entre los 2 valores es menor que  $11^{\circ}\text{C}$  se considera arranque en frio, por lo que la ECU toma la estrategia de enriquecer la mezcla para superar el efecto de la película de pared.

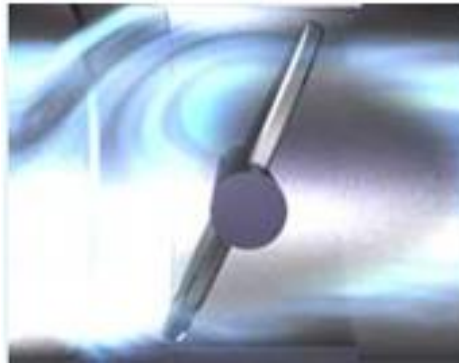


**Figura 2.34 Posición de la Mariposa en el Arranque en Frio**

Fuente [http://www.google.com.ec/imgres/posici3n de la mariposa en el arranque en frio](http://www.google.com.ec/imgres/posici3n%20de%20la%20mariposa%20en%20el%20arranque%20en%20frio)

### 2.12.2 Ralentí

Se reconoce por varias señales, la señal del sensor TPS, el porcentaje de apertura de la mariposa debe de ser menor al 5%, la presión del múltiple de admisión no debe superar los 34 KPa y en función de la temperatura del refrigerante la ECU calcula el régimen de giro, cuando está más frío se acelera para que el motor gane temperatura más rápido y emita menos contaminantes.

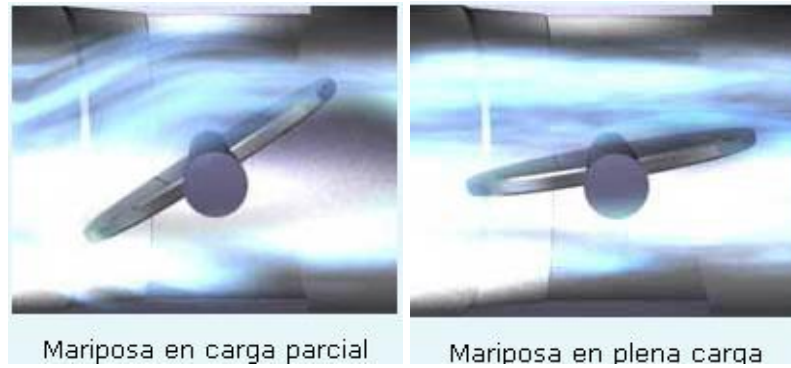


**Figura 2.35 Posición de la Mariposa en Ralentí**  
Fuente: [http://www.google.com.ec/imgres/posicion aleta mariposa](http://www.google.com.ec/imgres/posicion+aleta+mariposa)

### 2.12.3 Media y Plena Carga

Con la señal del sensor TPS y la presión en el múltiple de admisión se reconoce que está a media carga, se calcula el tiempo de inyección por el principio de los gases ideales.

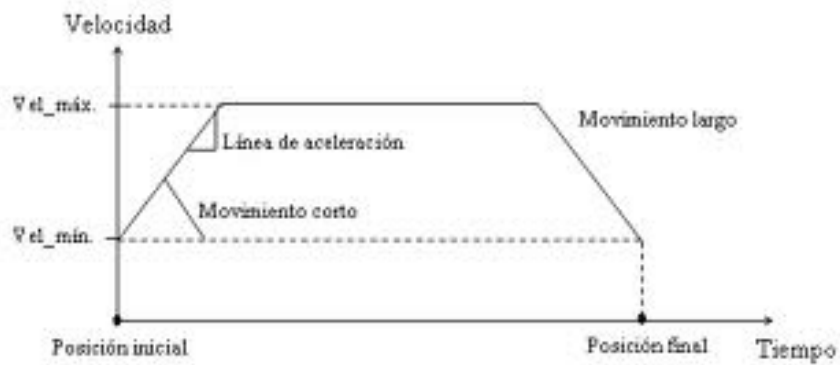
$$P \cdot V = m \cdot R \cdot T$$



**Figura 2.36 Posición de la Mariposa en los diferentes estados de funcionamiento**  
**Fuente:** [http://www.google.com.ec/imgres/posicion aleta mariposa](http://www.google.com.ec/imgres/posicion+aleta+mariposa)

#### 2.12.4 Aceleración y Desaceleración

La ECU toma la derivada de la lectura de señal del sensor TPS, derivada positiva está en la fase de aceleración, la mezcla se enriquece y la derivada negativa significa que está en la fase de desaceleración la mezcla se elimina quedando solo aire en el interior del cilindro.



**Figura 2.37 Funcionamiento en la fase de aceleración y desaceleración**  
**Fuente:** [http://www.google.com.ec/imgres/funcionamiento aceleración desaceleración inyección gasolina](http://www.google.com.ec/imgres/funcionamiento+aceleración+desaceleración+inyección+gasolina)

## **CAPITULO III**

### **IMPLEMENTACION Y ADECUACION DEL SISTEMA MULTIPUNTO AL MOTOR NISSAN A-12.**

#### **3.1 Generalidades**

En el motor NISSAN A-12, adecuamos elementos mecánicos e implementamos sensores, actuadores, sistema eléctrico y de seguridad para que la inyección multipunto programable funcione de una manera eficiente, logrando así los objetivos planteados en el presente proyecto de tesis. Previo a esto se realizó el análisis respectivo en cuanto a calidad de los elementos a utilizar y los que se acoplan de mejor manera al sistema y al vehículo.

#### **3.2 Selección de los Elementos a Utilizar**

La selección de los diferentes elementos utilizados en esta modificación se la realizó en base a un criterio técnico y bajo el principio de funcionamiento del sistema de inyección Haltech.



**Figura 3.1 Esquema general de los elementos adaptados al vehículo**  
**Fuente: Los Autores**

### 3.3 Filtro de Aire

El filtro de aire a utilizar es del tipo deportivo (tuning), se escogió este tipo de filtro por las siguientes características:

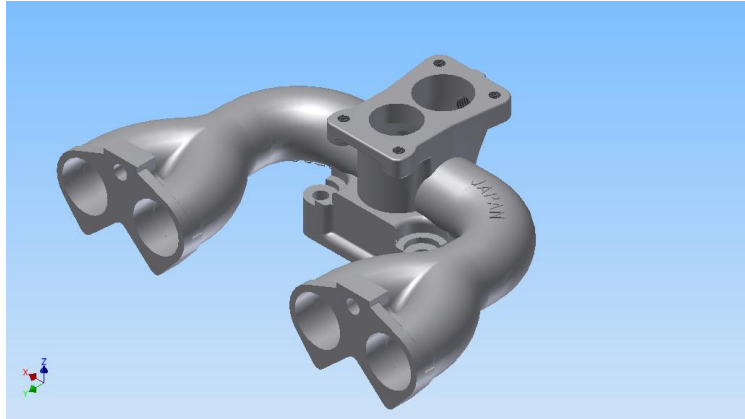
- Por la eficiencia de retener partículas superiores a 10 micras.
- Facilidad de montaje.
- Baja oposición al paso del aire



**Figura 3 2 Acople para la entrada al cuerpo motorizado y filtro**  
**Fuente: Los Autores**

### 3.4 Sistema de Inducción de Aire

El colector de admisión utilizado es del propio vehículo, modificado en su estructura, se realizó perforaciones simétricas para colocar los inyectores, eliminando tomas de vacío que producían entradas de aire excesivas, y por último se acoplo el cuerpo de aceleración, el motor paso a paso, el sensor TPS, riel de inyectores e inyectores.

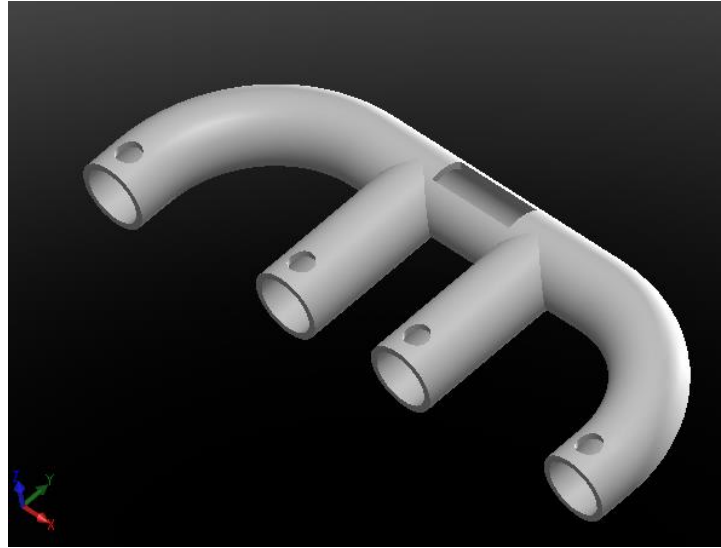


**Figura 3.3 Múltiple de Admisión sin modificación**  
**Fuente: Los Autores**



**Figura 3.4 Múltiple de admisión modificado, cuerpo motorizado, riel de inyectores e inyectores**  
**Fuente: Los Autores**

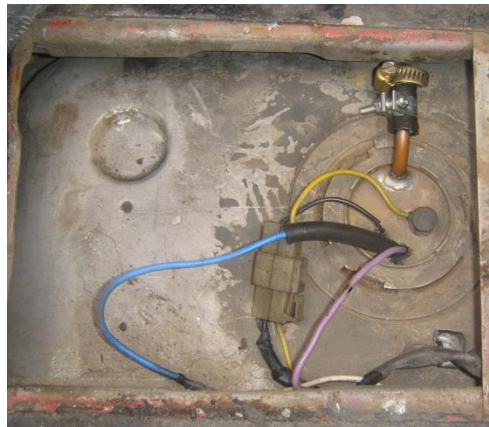
Con las modificaciones se realizó un análisis computarizado del flujo de aire que pasa por los ductos manteniendo las distancias en la alimentación de aire hacia los cilindros y restringiendo el flujo másico como se verá en el análisis.



**Figura 3.5 Análisis del Múltiple de Admisión**  
**Fuente: Los Autores**

### **3.5 Depósito de Combustible**

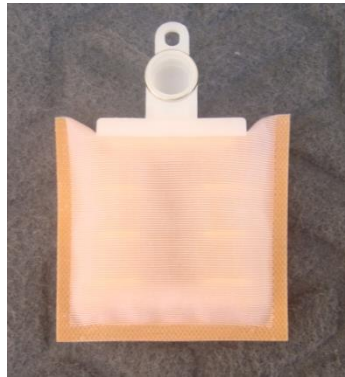
El depósito que utilizamos es el propio del vehículo, introduciendo dentro del mismo la bomba de combustible, regulador de presión y su respectiva cañería para el suministro de combustible al sistema.



**Figura 3.6 Elementos Acoplados en el Tanque de Combustible**  
**Fuente: Los Autores**

### 3.6 Pre filtro de la Bomba de Combustible

El pre filtro va adosada a la bomba de combustible, la función del mismo es de evitar el ingreso de partículas extrañas a la bomba y a los inyectores, es un filtro secundario que cumple la función de retener las partículas de 0.30 mm de micras que se alojan en el depósito.



**Figura 3.7 Prefiltro de Combustible**  
**Fuente: Los Autores**

### 3.7 Bomba de combustible

Un sistema de inyección electrónica de 4 inyectores, para un motor 1200 cc, por lo general trabaja con presión de 2.5 a 3 bares, esta presión por lo general es estándar y existen variaciones en distintas marcas. La bomba a utilizar es una del tipo eléctrica de la marca Bosch de 4 bares, la cual nos garantiza un funcionamiento normal.

Esta va acoplada sobre un soporte que se sujeta a la boya de combustible en el interior del tanque y se refrigera por medio del combustible almacenado en el interior del mismo.



Marcas de bombas	Presión (Bar)	Caudal (Q)(Lt/seg)
Bosch (Germany)	4	0.0462
Bosch (Brasil)	4	0.0420
Avicar	3.5	0.0378

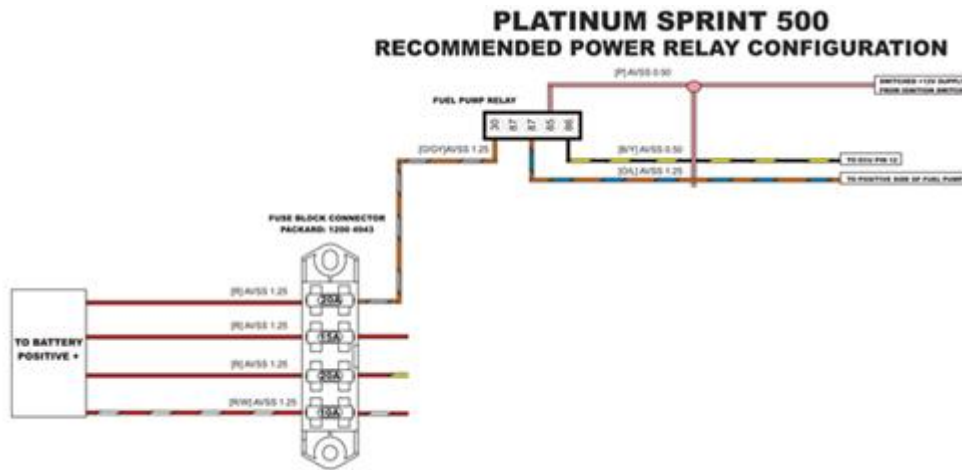
**Tabla 3 1 Presiones y Caudales de la Bomba de Combustible**

**Fuente: Los Autores**



**Figura 3.8 Bomba de Combustible**

**Fuente: Los Autores**



**Figura 3.9 Circuito del Conexionado Eléctrico de la Bomba**

**Fuente: Haltech**

### 3.8 Regulador de Presión

El regulador de presión utilizado es de la marca Bosch, está en el interior del tanque de combustible, tiene una presión constante independiente de la carga del motor, a diferencia de los otros que tiene control de vacío del colector de admisión este se controla mediante los mapas de la Ecu, regula presiones de 3.9 bar.



**Figura 3.10 Conexión del Regulador de Presión**  
**Fuente: Los Autores**

### 3.9 Cañerías de Combustible

El acople que se da es el de realizar el retorno del combustible para que el mismo regrese al depósito de combustible, son cañerías flexibles propias para el paso de combustible que soportan presiones de 10 Bar.



**Figura 3.11 Cañerías de Combustible**  
**Fuente: Los Autores**

Con las modificaciones hechas se realizaron los cálculos para saber la cantidad de combustible que va a transcurrir por la cañería.

Se obtuvieron datos previos para realizar el cálculo y se detallan a continuación:

$Z_2$  = Distancia de la riel de inyectores al piso 0.685 mt.

$Z_1$  = Distancia de la manguera del depósito al piso 0.64 mt.

$L$  = distancia total de la manguera de combustible a la riel de inyectores 1.68 mt.

$D$  = diámetro interior de la tubería 0.67 cm.

$P_1 = P_2$  = No hay perdidas en el sistema se considera un sistema lineal la presión de la bomba es igual a 60 PSI que se transforma a 19.300 Kpa.

$f$  = Coeficiente dimensional de restricción al paso del fluido.

Datos obtenidos para el cálculo

	Perdidas de Accesorios	K
1	Entrada redondeada a un tubo circular	0.25
2	Reentrada del Filtro	0.8
3	T. Estándar	1.8
4	Entrada de un tubo circular	0.25
	TOTAL	3.1

Tabla 3.2 Cálculos del número de Reynolds  
Fuente: Los Autores

Calculamos la velocidad del fluido

Ecuación de energía de Bernoulli entre la entrada y la salida del sistema tenemos:

$$\frac{P_1 - P_2}{\delta * g} = (Z_2 - Z_1) + \frac{f * L}{D} * \frac{V^2}{2 * g} + K_1 \frac{V^2}{2 * g} + K_2 \frac{V^2}{2 * g} + K_3 \frac{V^2}{2 * g} + K_4 \frac{V^2}{2 * g}$$

$$\frac{P_1 - P_2}{\delta * g} - (Z_2 - Z_1) = \left( \frac{f * L}{D} + K_1 + K_2 + K_3 + K_4 \right) \frac{V^2}{2 * g}$$

$$\frac{19.300}{680 * 9.81} - (0.685 - 0.64) = \left( \frac{f * 3.06}{0.0067} + 0.25 + 0.8 + 1.8 + 0.25 \right) \frac{V^2}{2 * 9.81}$$

$$2.8482 = (456.71 * f + 3.1) \frac{V^2}{19.62}$$

$$\frac{55.88}{(456.71 * f + 3.1)} = V^2 \text{ Ecuación N}^\circ 1$$

Calculamos la velocidad cinemática del fluido

$$v = \frac{\mu}{\rho}$$

$$v = \frac{0.00045 \text{ Pa s}}{680 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$\nu = 6.61 * 10^{-07}$$

Calculamos el número de Reynolds (REL)

$$REL = \frac{V * D}{\nu}$$

$$REL = \frac{V * 0.0067}{6.61 * 10^{-07}}$$

$$REL = 10136.12 * V \text{ Ecuación 2}$$

Puesto que  $f$  y  $V$  son desconocidos es necesario trabajar simultáneamente con el diagrama del factor fricción para obtener la solución, se realizó las iteraciones y se obtiene los siguientes valores:

V (supuesto)	REL	$f$ (supuesto)	V
3	30408.36	0.023	2.0267
5	50680.6	0.0202	2.1292
7	70952.84	0.019	2.1782
8	81088.96	0.019	2.1782

**Tabla 3.3 Valores obtenidos de  $f$  y V**  
Fuente: Los Autores

Sacamos el numero Reynolds

$$Rel = \frac{V * D}{\nu}$$

$$Rel = \frac{2.1782 * 0.0067}{6.61 * 10^{-07}}$$

$$Rel = 22.078$$

El número de Reynolds nos indica que es un caso especial del flujo de transición. También se puede analizar el resultado en base a la longitud y diámetro de la cañería.

$$\frac{x}{D} > 10$$

$$\frac{3.06}{0.0067} = 456.71$$

Cuando la relación es mayor a 10 estamos hablando de un flujo completamente desarrollado.

Ahora calculamos el caudal

$$Q = A * V$$

$$Q = \frac{1}{4} * \pi * (0.0067)^2 * 2.1782$$

$$Q = (0.000067 m^3 | s) = (4.6 lts | min)$$

### 3.10 Filtro de Combustible

En esta modificación el filtro a utilizar es Bosch que elimina incluso las micro impurezas inferiores a 0,006 mm y de este modo evita irregularidades en la dosificación del combustible, garantizando la vida útil de los componentes.

Este va ubicado luego de la bomba de combustible en nuestro caso será instalado en el lugar del filtro anterior.



**Figura 3.12 Filtro de Combustible**  
Fuente: Los Autores



**Figura 3.13 Ubicación del Filtro de Combustible**  
Fuente: Los Autores

### 3.11 Componentes del Sistema de Inyección

#### 3.11.1 Riel de Inyectores

Se tuvo que realizar la construcción del riel para poder acoplar los inyectores a la misma y a su vez al múltiple de admisión de vehículo.



**Figura 3.14 Riel de Inyectores e Inyectores**  
Fuente: Los Autores



**Figura 3. 15 Montaje de la Riel e Inyectores en el Múltiple de Admisión**  
**Fuente: Los Autores**

### **3.11.2 Inyector de combustible**

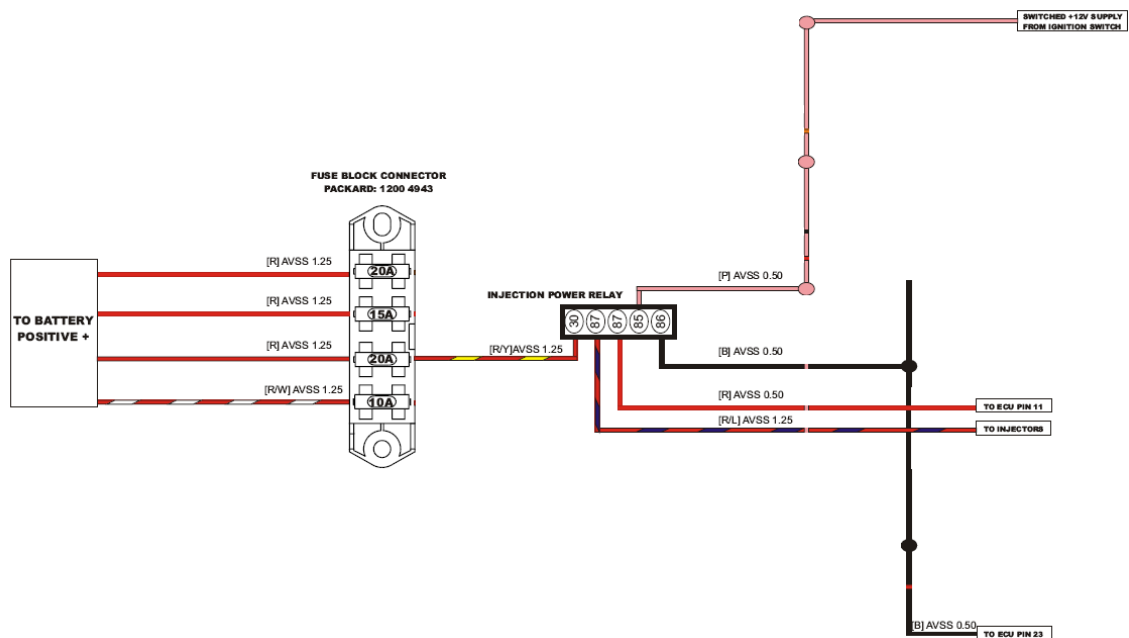
Se adquirió Inyectores de alta impedancia utilizados en las competencias automovilísticas y que poseen una mejor pulverización a los convencionales.





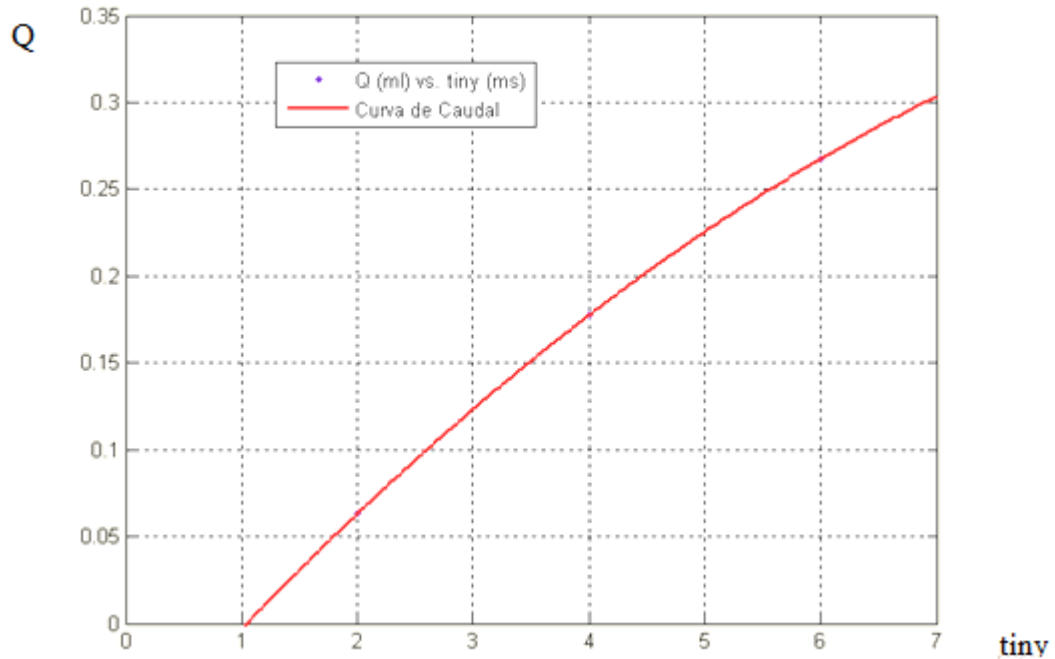


**Figura 3. 16 Inyectores de Combustible**  
**Fuente: Los Autores**



**Figura 3 17 Esquema Eléctrico de Conexión**  
**Fuente: Haltech**

Con los inyectores funcionando se obtuvo el flujo másico que da cada inyector.



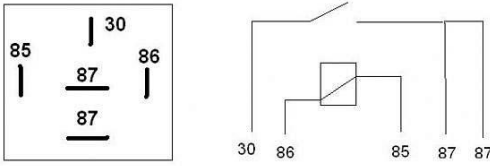
$$Q_{(tiny)} = -0.003031tiny^2 + 0.07531tiny - 0.07525$$

Numero	Caudal	Tiempo
1	0.06325	2 ms
2	0.1775	4 ms
3	0.2675	6 ms

**Figura 3.18 Caudal entregado por los inyectores**  
Fuente: Los Autores

### 3.11.3 Relé de la Bomba de Combustible

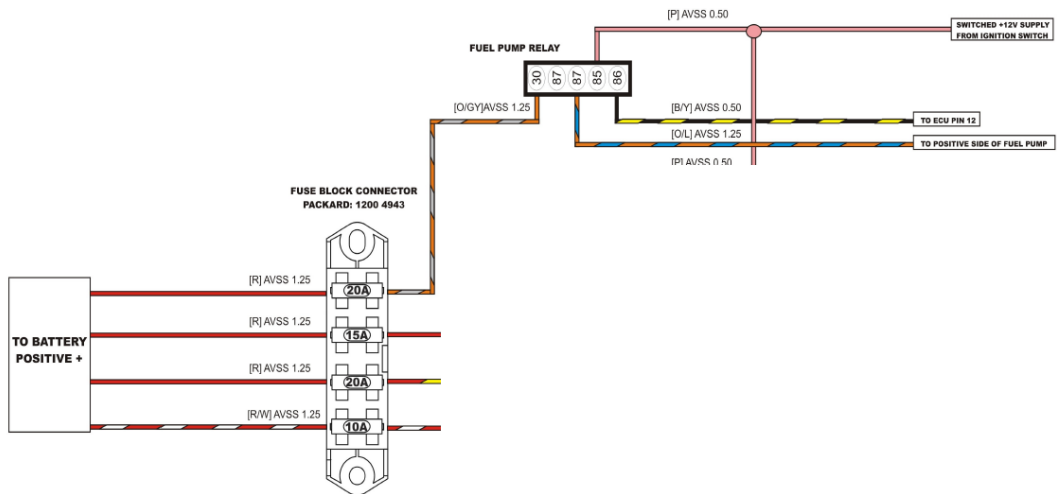
El relé que comanda a la bomba es de 5 contactos marca Flosser. Este relé va ubicado en la parte delantera del vehículo junto con los demás relés para una mejor manipulación en caso de que uno de estos posea algún defecto.



**Figura 3. 19 Relé de Cinco Contactos**  
**Fuente:** [http://www.google.com.ec/imagenes/rele 5 contactos](http://www.google.com.ec/imagenes/rele+5+contactos)



**Figura 3. 20 Ubicación de los Relés**  
**Fuente:** Los Autores



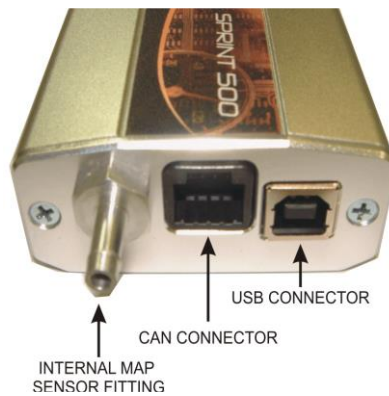
**Figura 3. 21 Circuito eléctrico de la bomba de Combustible y su Relé**  
**Fuente:** Haltech

### 3.11.4 Sensor de Presión Absoluta del Múltiple (MAP)

Utilizamos el sensor MAP que viene incluido en la computadora Haltech, este dispositivo soporta una presión de 0 a 1.5 bar.



**Figura 3.22 Sensor MAP Integrado en la Ecu**  
Fuente: Los Autores



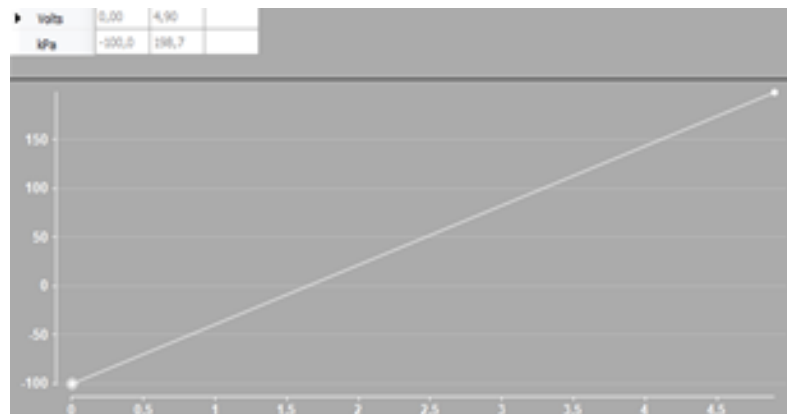
**Figura 3 23 Computadora con la conexión del Sensor MAP**  
Fuente: Haltech

Ubicación  
del Sensor



**Figura 3. 24 Acople de Conexión del Sensor MAP en el Múltiple de Admisión**  
**Fuente: Los Autores**

Se escogió ese punto en el múltiple de admisión para conectar con el sensor MAP puesto que se encuentra por debajo de la mariposa del cuerpo de aceleración y a su vez queda exidistante de los 4 cilindros para una lectura correcta de la presión.



**Figura 3. 25 Gráfica del Sensor MAP**  
**Fuente: Haltech**

### 3.11.5 Sensor de Posición de Mariposa (TPS)

El TPS está ubicado en el cuerpo de aceleración, convierte el ángulo de la mariposa de aceleración en una señal eléctrica, a medida que la mariposa se abre el voltaje de la señal se incrementa.

La computadora Haltech usa la información de la posición de la mariposa para determinar si se encuentra en ralentí, carga media y plena carga.

Se escogió el sensor de acuerdo al cuerpo de aceleración que se utiliza y presenta las siguientes características:

- Tipo potenciómetro.
- Marca Delphi.
- Rango de voltaje (0 – 5) v.
- Rango de resistencia (520 – 1300  $\Omega$ )



**Figura 3. 26 Sensor TPS**

**Fuente: <http://www.google.com.ec/imagenes/sensorTPS>**



**Figura 3. 27 Ubicación del Sensor TPS en el Cuerpo Motorizado**  
**Fuente: Los Autores**

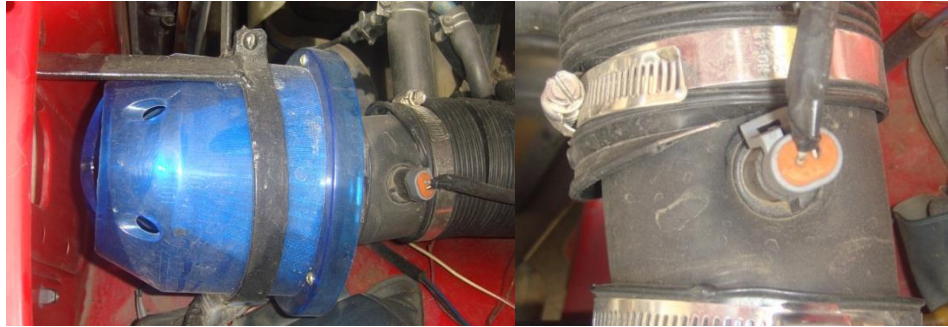


**Figura 3. 28 Conexión Eléctrica del Sensor TPS**  
**Fuente: Haltech**

### 3.11.6 Sensor de Temperatura de Aire (IAT / ATS)

La función de este sensor es monitorear la temperatura del aire de admisión a través de una resistencia NTC, emite una señal de voltaje a la computadora para que esta pueda modificar la inyección de combustible, tiempo de encendido, su resistencia varía de acuerdo a la temperatura es así que (a mayor temperatura, menor resistencia y voltaje).

Se colocó el sensor de temperatura de aire (IAT), en un acople de caucho que sale del filtro de aire como se puede ver en la figura 3.30.



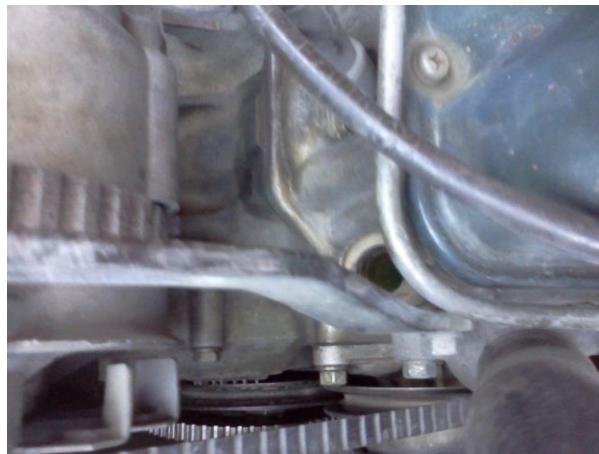
**Figura 3.29 Ubicación del Sensor IAT**  
**Fuente: Los Autores**



**Figura 3.30 Conexión eléctrica del sensor IAT**  
**Fuente: Haltech**

### 3.11.7 Sensor de Temperatura de Agua (WTS / CTS)

El uso del sensor de temperatura de agua CTS, sirve para monitorear la temperatura del motor a partir del líquido refrigerante que se encuentra dentro del sistema de refrigeración, la información que este sensor envíe a la computadora será para regular la mezcla de combustible, se encuentra ubicado en la culata después del termostato, se realizó un acople para la rosca del sensor como se puede observar en la siguiente figura:



**Figura 3. 31 Acople del Sensor CTS**  
**Fuente: Los Autores**

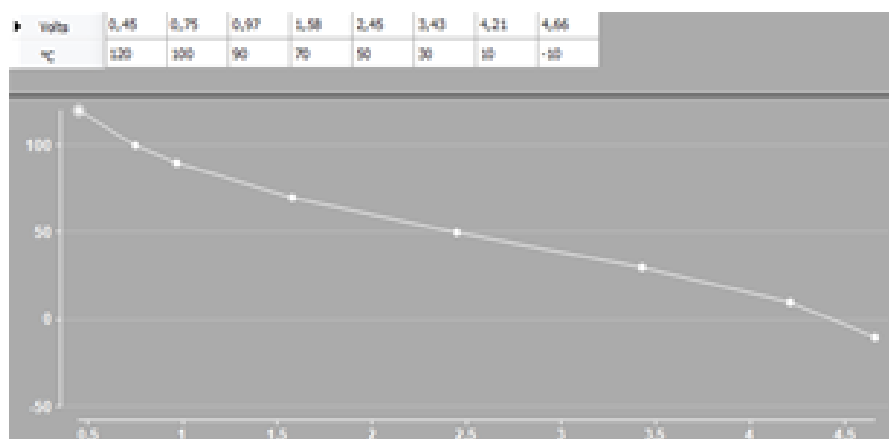




**Figura 3. 32 Ubicación del Sensor CTS**  
Fuente: Los Autores



**Figura 3.33 Conexión del Sensor CTS**  
Fuente: Haltech



**Figura 3.34 Gráfica del Sensor CTS**  
Fuente: Haltech

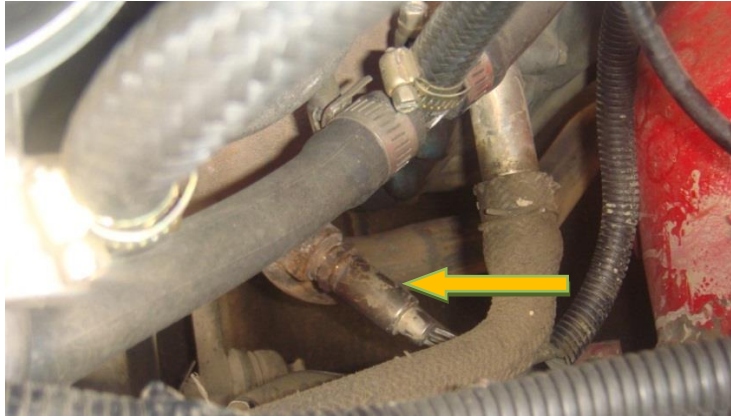
### 3.11.8 Sensor de Oxígeno

Este sensor solo corrige el valor del tiempo de inyección en un rango muy pequeño entre +/- 25% pero con gran precisión. Los sensores de oxígeno tienen un lado expuesto al flujo de los gases de escape y el otro lado está expuesto al aire libre. La diferencia en la cantidad de oxígeno en el tubo de escape, comparado con la cantidad de oxígeno en el medio ambiente, provocará que el sensor genere una variación de voltaje.

Se realizó el correspondiente acople en el tubo de escape, se lo puso después del colector de escape donde se une en un orificio todas las salidas de los cilindros lo que ayuda a una mejor lectura, se utilizó la sonda de zirconio de 4 cables de lo cual los 2 cables de color blanco son terminales del calefactor de la sonda para aumentar la temperatura a 300°C.



**Figura 3.35 Acople Para el Sensor de Oxígeno en el Escape**  
Fuente: Los Autores



**Figura 3.36 Ubicación del Sensor de Oxígeno**  
Fuente: Los Autores

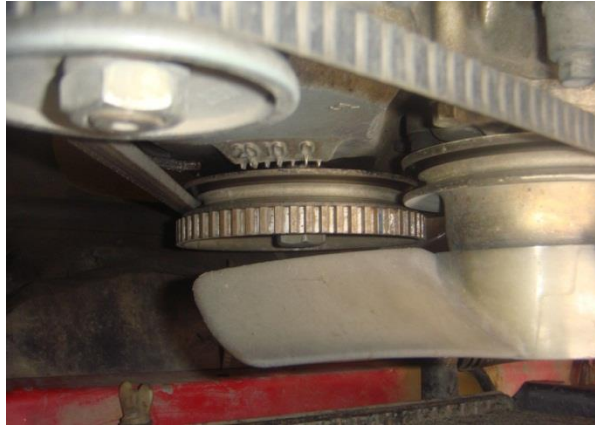


**Figura 3.37 Conexión Eléctrica del Sensor**  
Fuente: Haltech

### 3.11.9 Sensor CKP

El sensor es utilizado para determinar la posición del cigüeñal y la velocidad del motor, es un sensor del tipo inductivo, posee la configuración de 60 – 2 dientes en la rueda fónica.

Se realizó un acople en la rueda fónica para colocar en la polea original del motor, se ubicó el pistón número 1 en el punto muerto superior (PMS), para sincronizar, la muesca de la rueda fónica quedó desplazada 11 dientes del sensor CKP para el adelanto o retraso del encendido según los requerimientos del sistema.



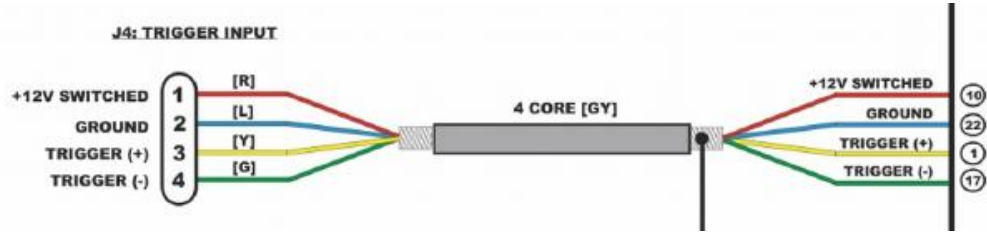
**Figura 3.38 Acople y Ubicación de la Rueda Fónica**  
**Fuente: Los Autores**



**Figura 3.39 Acople para la ubicación del sensor CKP**  
**Fuente: Los Autores**



**Figura 3.40 Ubicación del Sensor CKP**  
**Fuente: Los Autores**



**Figura 3.41** Conexión eléctrica del Sensor CKP  
Fuente: Haltech

### 3.11.10 Fusibles

Los fusibles están ubicados en el cofre motor con su respectiva caja y protección.



**Figura 3 42** Caja de Fusibles  
Fuente: Los Autores

### 3.12 Computadora (ECU)

Para la programación y funcionamiento de nuestro proyecto se utiliza una computadora de Competencia marca HALTECH PLATINUMSPRINT 500.



**Figura 3.43 Ecu Haltech**  
**Fuente: Los Autores**

Se escogió esta computadora puesto que es la adecuada para obtener los objetivos planteados al empezar este proyecto, mediante su software se puede controlar (pulso de inyección, avance al encendido, rpm, consumo de combustible, temperatura del motor, etc).

Además tiene la capacidad de:

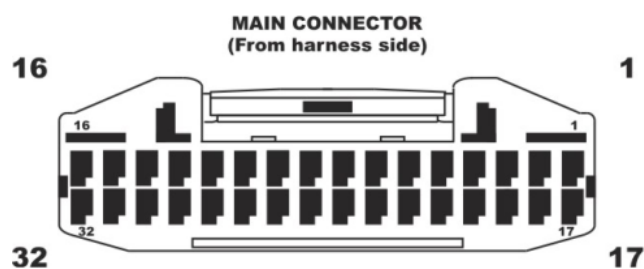
- Control de 1 a 8 cilindros.
- Puede trabajar con presiones normales de aspiración o con un turbo.
- Se manipula la sensibilidad de los sensores TPS y MAP.
- Trabaja con diferentes tipos de Inyección: Secuencial, Semi- Secuencial entre otras.
- Trabaja con el sistema DIS o con Bobinas Individuales.
- Trabaja con diferentes tipos de señales provenientes de los Sensores.
- Visualización de las señales de los Sensores en tiempo real.

Como se puede ver tiene múltiples funciones de las cuales destacamos las más importantes que necesitamos para implementar en el sistema.



**Figura 3.44 Ubicación de la Ecu en el Vehículo**

**Fuente: Los Autores**



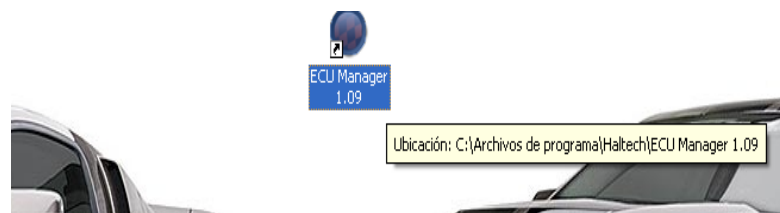
Pin #	Wire Colour	Connection
1	Y (4 CORE GY)	TRIGGER +
2	Y (4 CORE GY/B)	HOME +
3	-	-
4	GY(SHD)	VEHICLE SPEED INPUT (DPI1)
5	-	-
6	V/B	TACHO OUTPUT (DPO1)
7	V/BR	THERMOFAN OUTPUT (DPO2)
8	V/R	GENERAL PURPOSE OUTPUT 1(DPO3)
9	V/O	GENERAL PURPOSE OUTPUT 2(DPO4)
10	GY/R	+12V SWITCHED
11	R	+12V SWITCHED
12	B/Y	FUEL PUMP RELAY TRIGGER
13	L/R	INJECTOR #4
14	L/BR	INJECTOR #3
15	L/B	INJECTOR #2
16	L	INJECTOR #1
17	G (4 Core GY SHD)	TRIGGER -

18	G (4 Core GY/B SHD)	HOME -
19	-	-
20	O/B	AUX REV LIMITER (AVI1)
21	GY/O(SHD)	O2 SENSOR INPUT
22	B/W	SIGNAL GROUND
23	B	POWER GROUND
24	V	COOLANT TEMPERATURE (ATI1)
25	GY	AIR TEMPERATURE (ATI2)
26	Y	MAP
27	W	TPS
28	O	+5V
29	Y/G	IGNITION OUTPUT #4
30	Y/O	IGNITION OUTPUT #3
31	Y/R	IGNITION OUTPUT #2
32	Y/B	IGNITION OUTPUT #1

**Figura 3.45 Esquema de funcionamiento de la ECU**  
Fuente: Haltech

### 3.12.1 Programación de la Computadora Haltech Sprint 500

Con todos los elementos físicos conectados y comprobando que no estén bien las conexiones realizadas, procedimos a instalar el software de la Ecu en una Pc y empezamos dando click en el acceso directo que se crea en nuestro escritorio.



**Figura 3.46 Icono de Acceso al Programa**  
Fuente: Los Autores

Se procede a abrir el mapa base para cargar en la computadora que se encuentra instalada en el vehículo. En este mapa base podemos configurar los parámetros

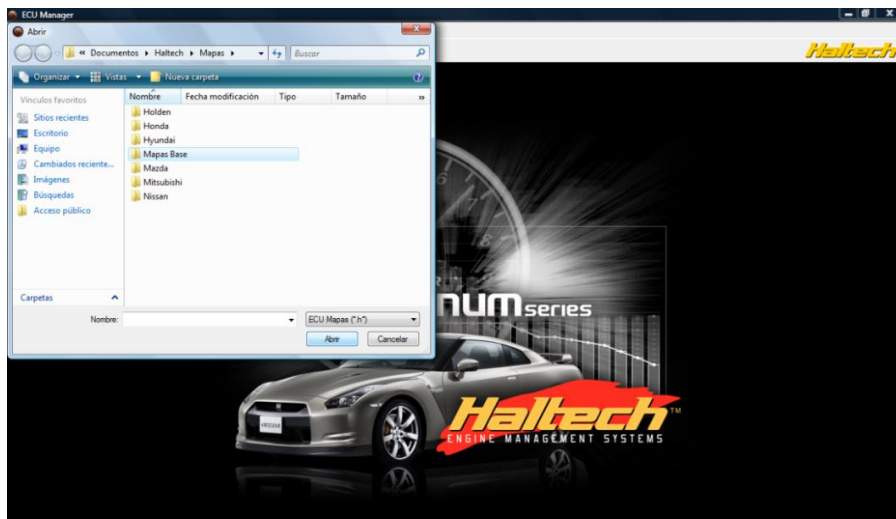


necesarios, para modificar y obtener los resultados planteados en nuestro proyecto.



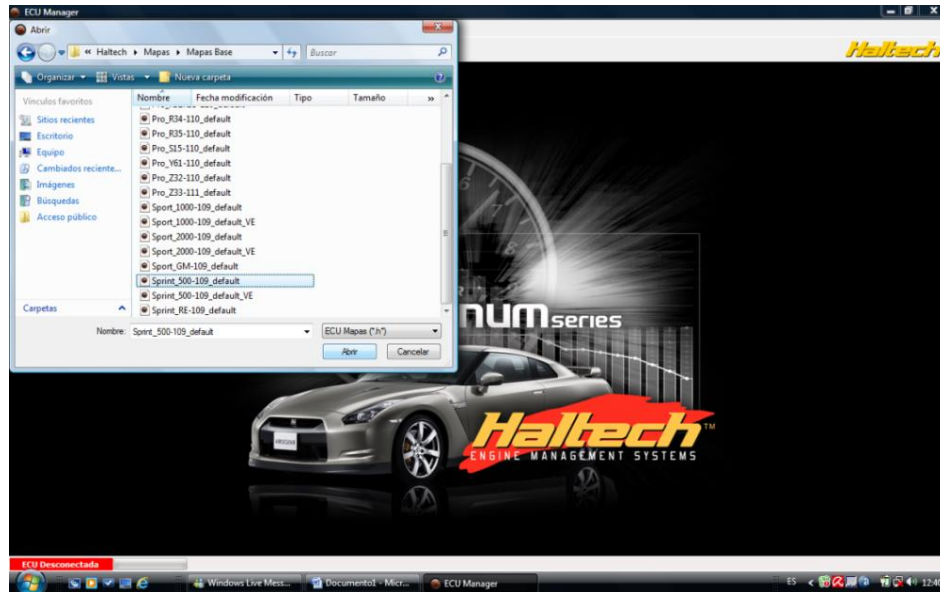
**Figura 3.47** Colocando la Opción Para Abrir el Mapa Base  
Fuente: Los Autores

Después de dar clic se nos presenta una pantalla donde escogemos la opción que se muestra en la figura (Mapas Base).



**Figura 3.48** Abriendo la carpeta Mapa Base  
Fuente: Los Autores

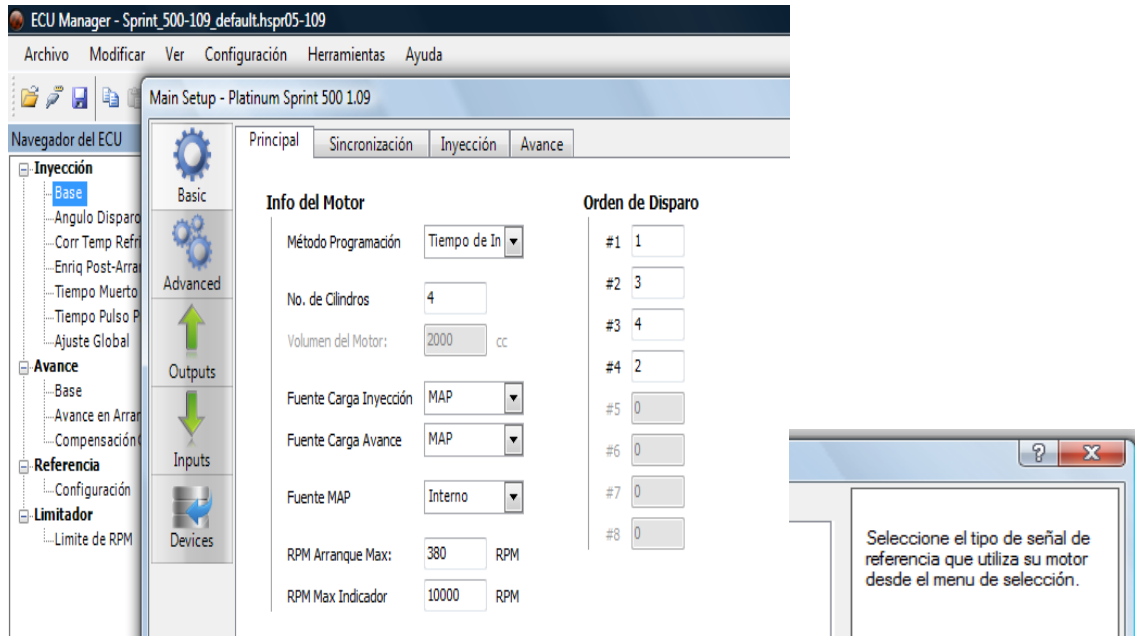
Al abrir la carpeta se nos presenta varios mapas, entre las tantas opciones escogemos la del modelo de nuestra Ecu Sprint\_500-109\_default.



**Figura 3.49** Damos clic en el mapa Sprint\_500-109\_default  
Fuente: Los Autores

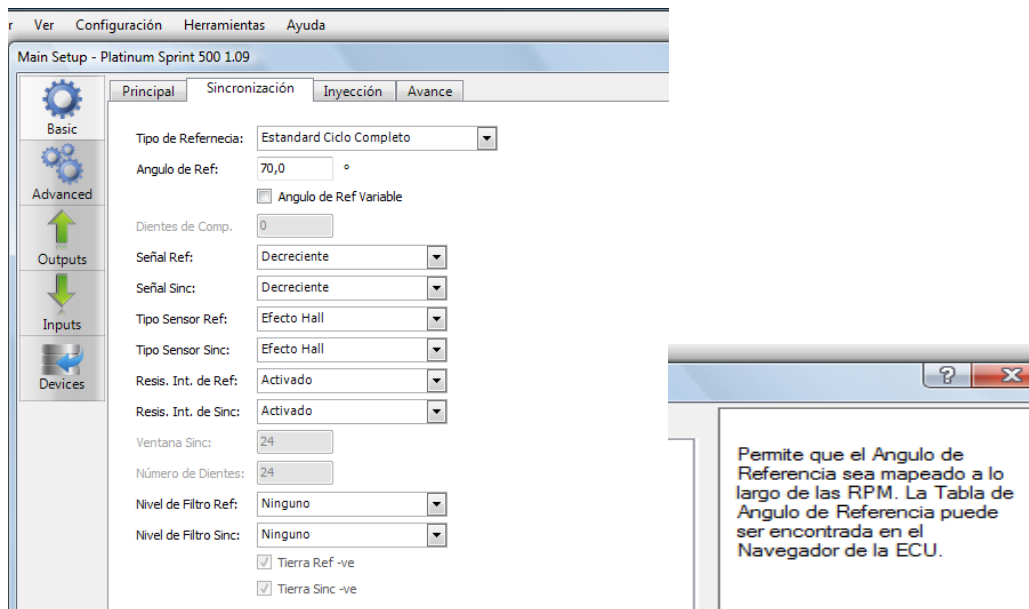
Antes de configurar las curvas y mapas bases se debe configurar ingresando los datos del motor y sensores que se utilizaron en este vehículo.

3.12.1.1 Se ingresa el orden de encendido, tipo de inyeccion y el tipo de señal que utiliza el vehículo.



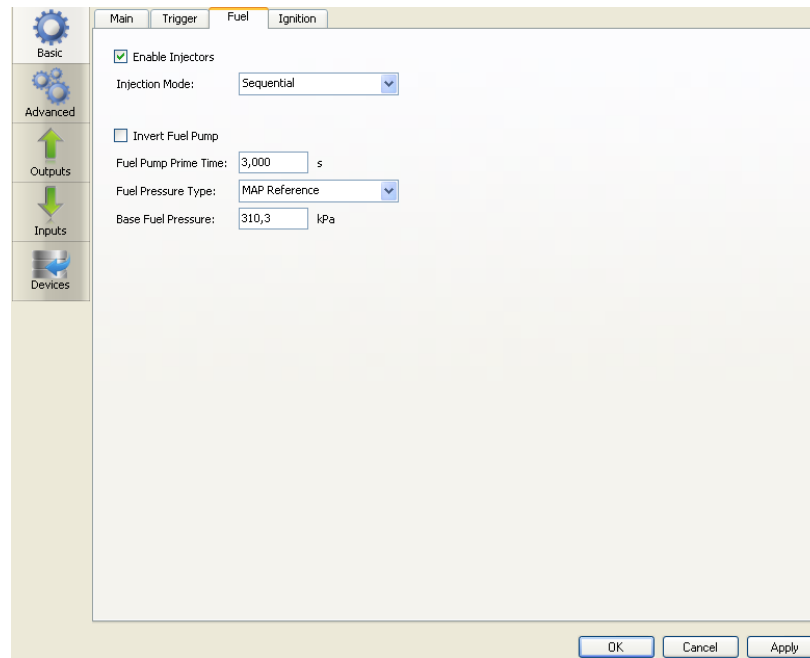
**Figura 3.50 Configuración de Parámetros**  
Fuente: Los Autores

### 3.12.1.2 Ingresamos el tipo de sensor CKP que vamos a utilizar



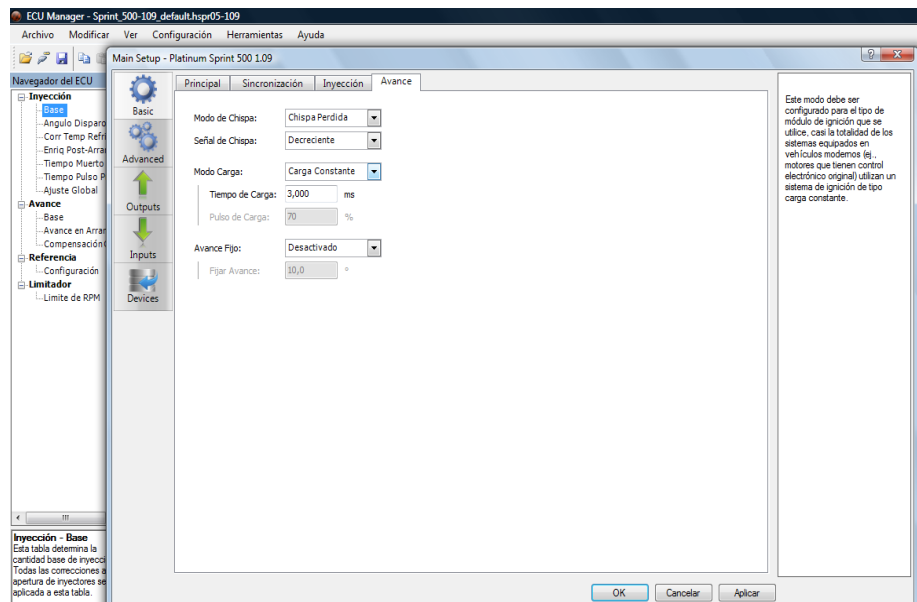
**Figura 3.51 Configuración de Parámetros**  
Fuente: Los Autores

### 3.12.1.3 Ingresamos el tipo de inyección y presión de la bomba de combustible.



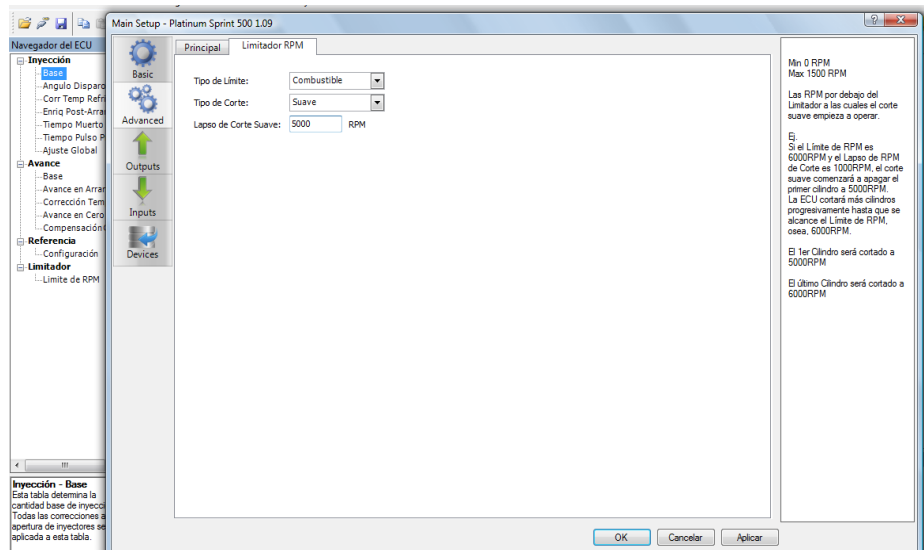
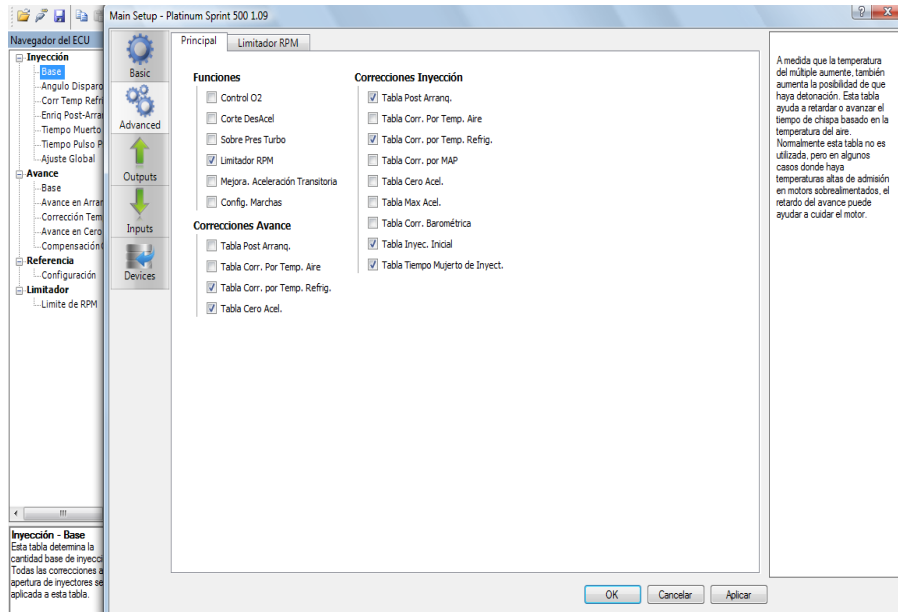
**Figura 3.52 Configuración de Parámetros**  
Fuente: Los Autores

### 3.12.1.4 Se ingresa el tipo de chispa y tiempo de carga.



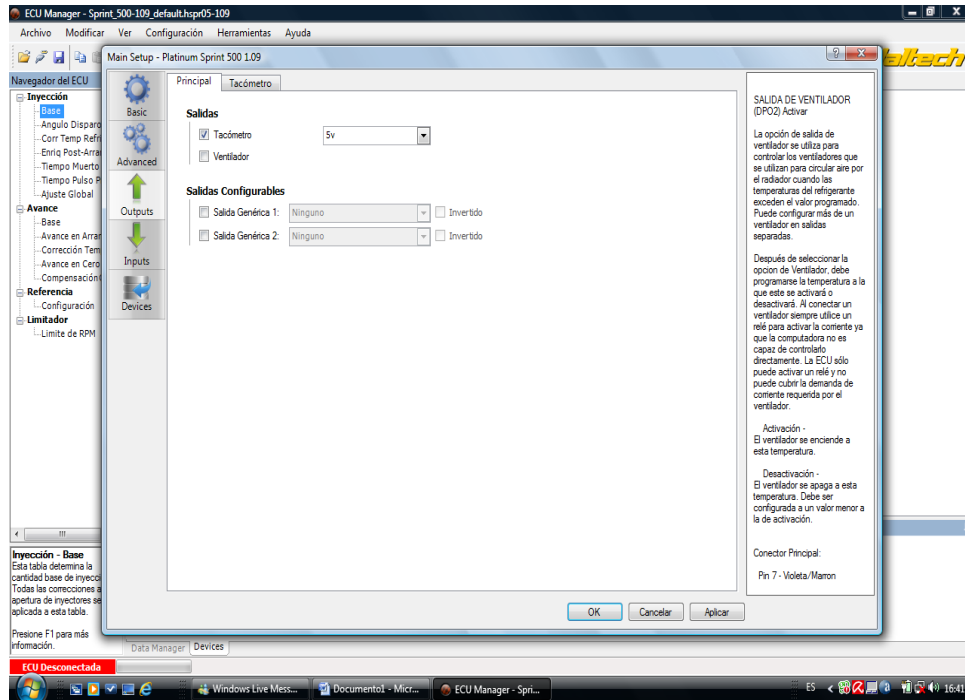
**Figura 3.53 Configuración de Parámetros**  
Fuente: Los Autores

3.12.1.5 Una vez que se acabaron de configurar las opciones básicas se nos presenta en el menú de opciones avanzadas a lado izquierdo de la pantalla donde podemos configurar más parámetros y las vamos a analizar a continuación.



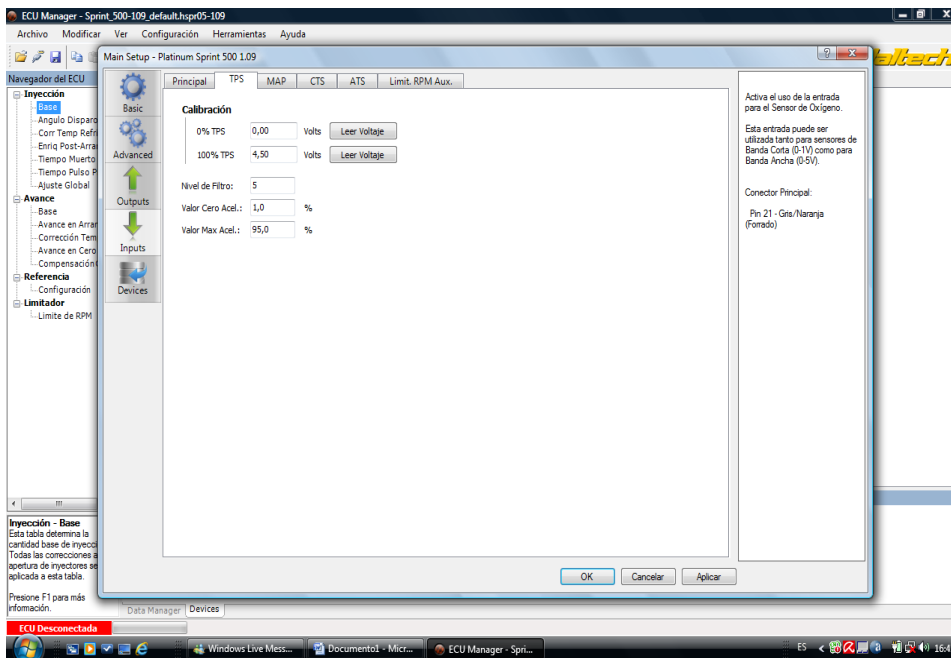
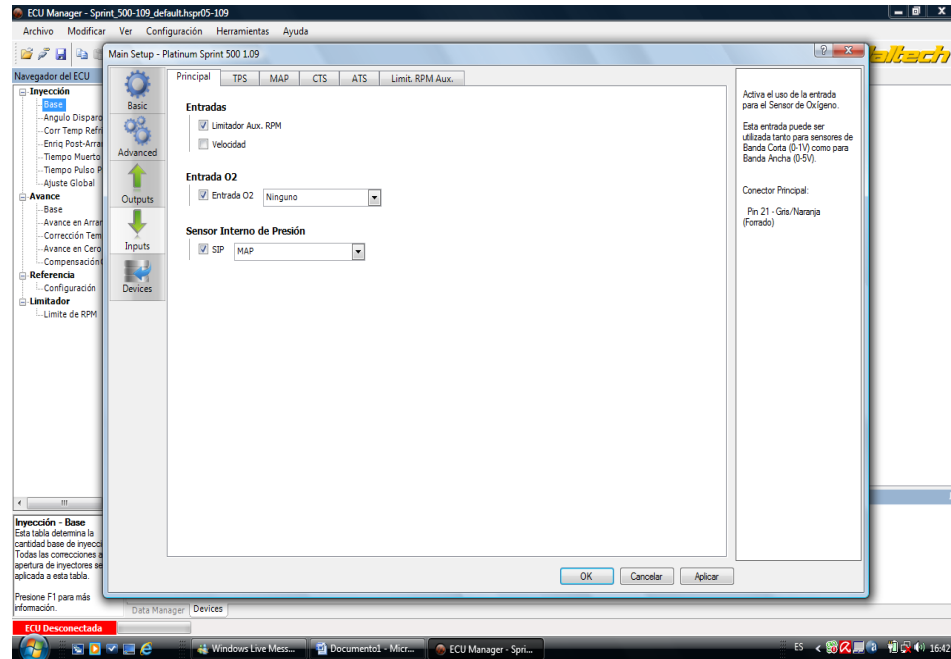
**Figura 3.54 Configuración de las Opciones Avanzadas**  
Fuente: Los Autores

3.12.1.6 Ahora pasamos al menú de Outputs, en este menú se configuran las opciones de salida de información como la que se puede ver ahí que es la función de tacómetro que la estamos activando y que va a trabajar con un voltaje de 5v.



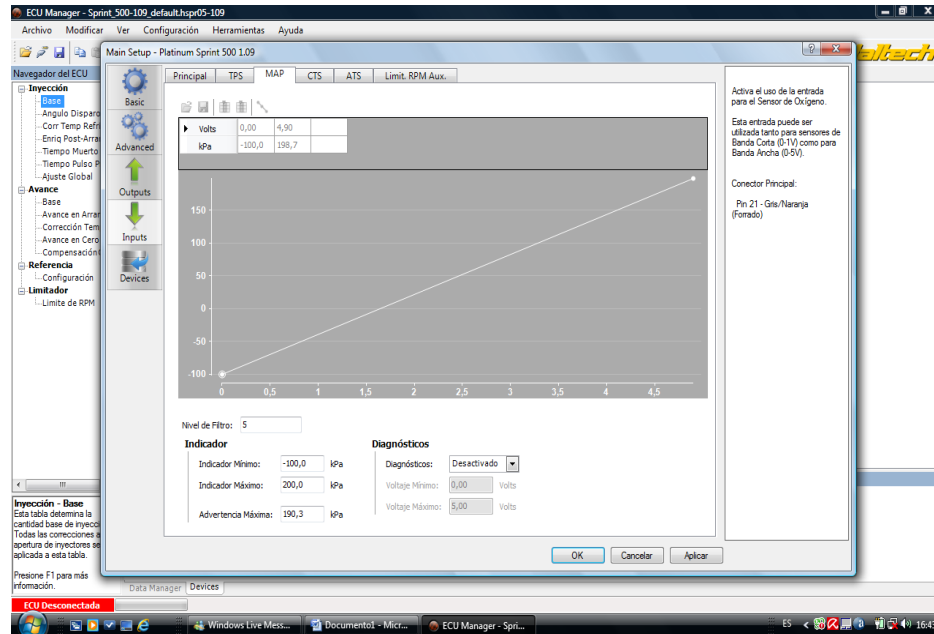
**Figura 3.55 Configuración de Outputs**  
**Fuente: Los Autores**

3.12.1.7 Nos dirigimos al menú de los Inputs donde se manejan varios parámetros como la función del limitador de RPM que nos ayudara al corte de Inyección en el momento que llegue al número de RPM planteado como límite, también configuramos la opción del sensor Lambda indicando que tipo de sensor estamos utilizando, también se presenta la opción de configurar el tipo de sensor para medir la presión en el múltiple de admisión que puede ser externo o interno como es nuestro caso.



**Figura 3. 56 Configuración de Inputs**  
Fuente: Los Autores

Además se nos presenta la opción de indicarnos ciertas curvas cuando el motor del vehículo este trabajando, son datos en tiempo que nos representan las características físicas y eléctricas del sensor.



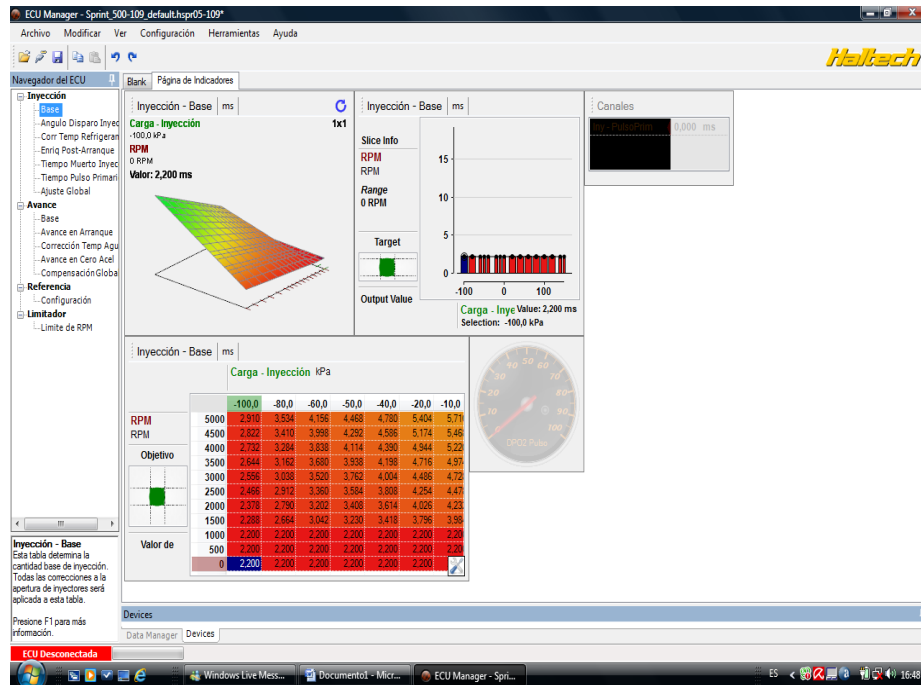
**Figura 3.57 Visualización de las Curvas de los Sensores**  
**Fuente: Los Autores**

Una vez que configuramos todos los parámetros empezamos a actuar en los mapas bases que se presentan en el programa para lo cual vamos a la pantalla general del programa y en el lado izquierdo se nos presentan los diferentes mapas bases, empezamos en el mapa base de combustible.

Los valores que se presentan en la tabla poseen diferentes colores como el rojo que significa un valor bajo, naranja un valor intermedio y el verde un valor alto, a medida que se modifican estos valores van cambiando de color, lo que se puede observar en la gráfica en 3D, la que nos ayuda para posicionarnos en la tabla de valores y verificar que estos están en desfase pudiendo modificarlos.

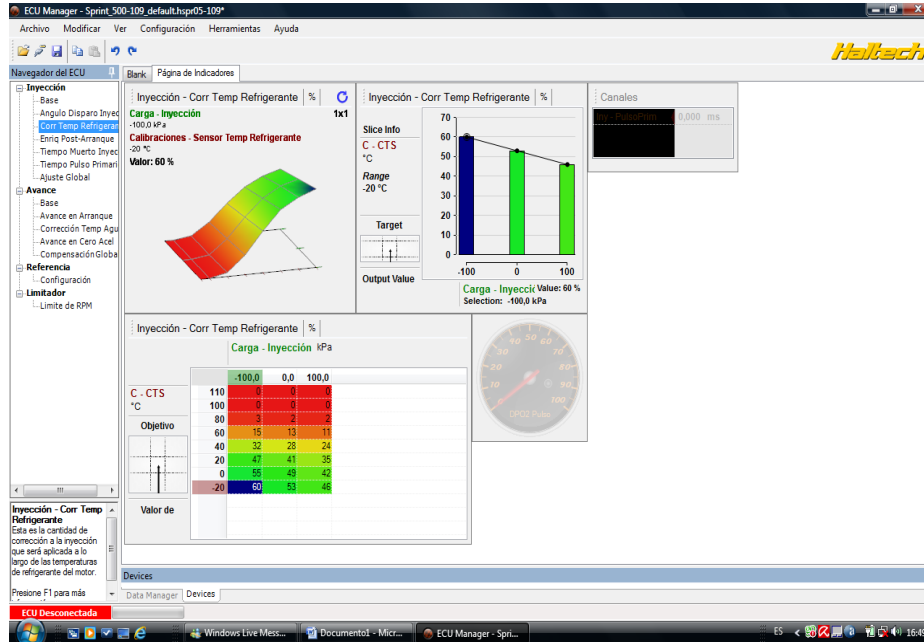


Tenemos valores de rpm ubicados en el eje de las Y, los valores de presión que se generan en el motor se representan en el eje de las X, con el motor del vehículo encendido y en comunicación con la computadora el cursor interactivo se sitúa en la posición de trabajo en tiempo real este valor se puede variar hasta lograr un equilibrio entre rpm, presiones, tiempo de inyección y consumo de combustible.



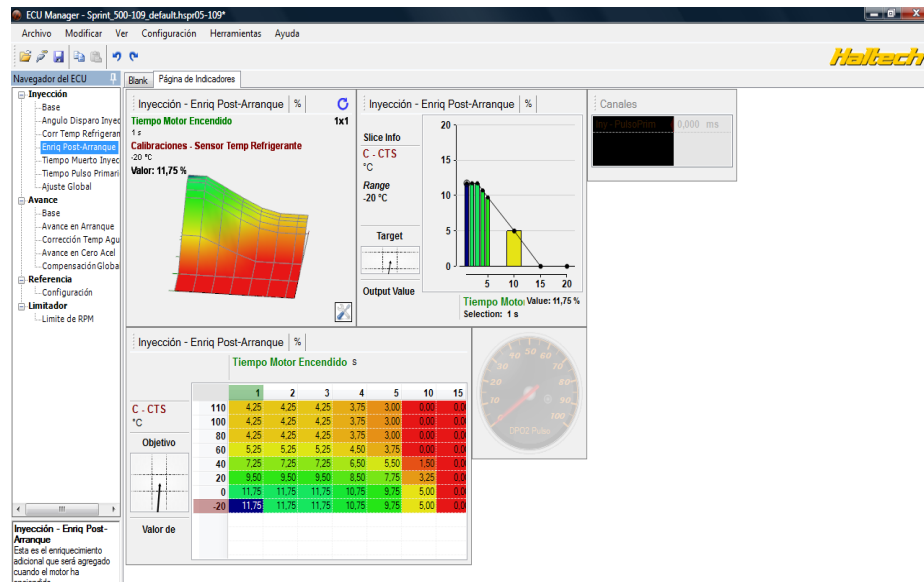
**Figura 3.58 Visualización del Mapa Base de Gasolina**  
Fuente: Los Autores

El siguiente mapa es el de corrección del tiempo de inyección con respecto a la temperatura del líquido refrigerante, tiene una influencia en disminuir las emisiones contaminantes, se modificó este mapa con la ayuda del analizador de gases, de acuerdo a los valores que vayamos modificando en la tabla interactiva las emisiones van aumentando o disminuyendo, esta se configura en tiempo real y se siente un aumento o disminución en la eficiencia del motor a medida que vamos dándole carga al pedal del acelerador.



**Figura 3.59 Visualización del Mapa de Corrección de la Temperatura**  
Fuente: Los Autores

A continuación tenemos el mapa es el de enriquecimiento de la mezcla, en este se modificó los valores en tiempo real según la posición del pedal del acelerador, aumenta o disminuye el tiempo de Inyección que tiene relación directa con el consumo de combustible.



**Figura 3. 60 Visualización del Mapa del Disparo de la Inyección**  
Fuente: Los Autores

Ahora tenemos el mapa “Ignition Base Map” nos ayuda a disminuir las emisiones contaminantes y darle más potencia al motor del vehículo para su mejor desempeño.

Los valores se modifican de acuerdo a las depresiones y rpm a las que este se encuentre, todos estos valores se manipulan en tiempo real.

Además tenemos la posibilidad de insertar manómetros que nos indican como varia el tiempo de inyección, temperaturas, adelanto de encendido, consumo de combustible, etc.

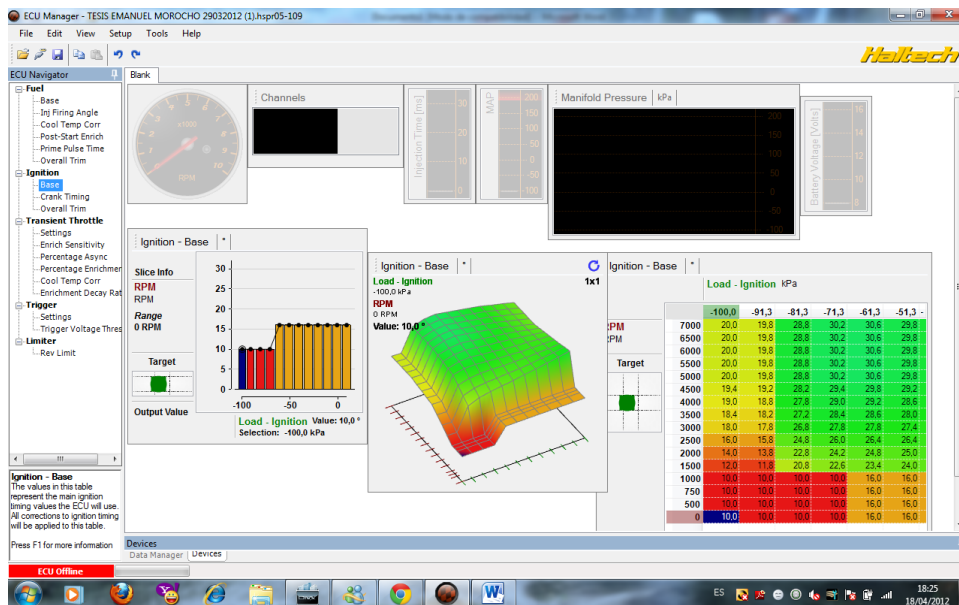
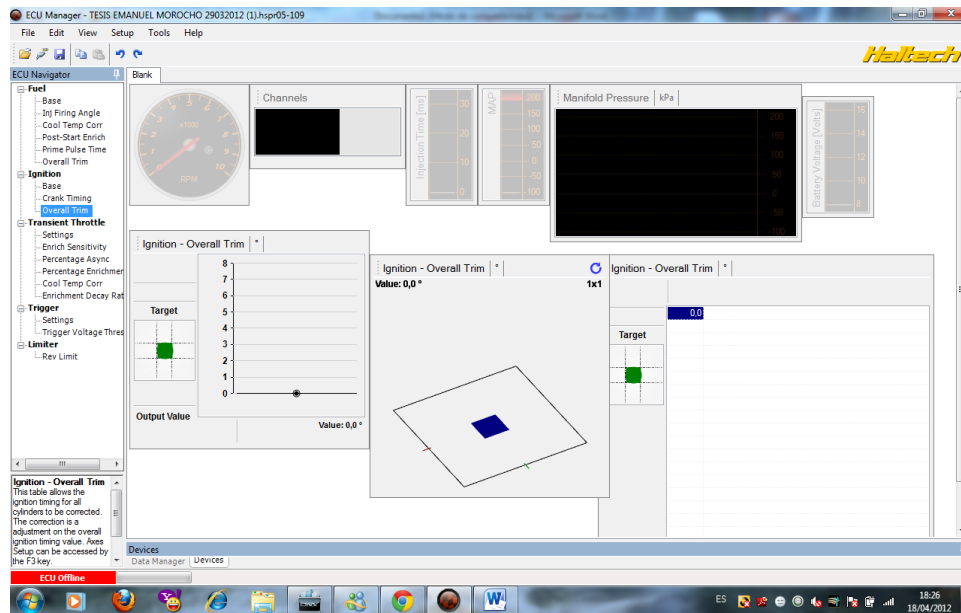


Figura 3.61 Visualización del Base Map de Ignición  
Fuente: Los Autores

El que sigue es el mapa del “OverallTrimm”, nos ayuda a compensar en función de la cantidad de gasolina que está inyectando al cilindro aumentando o disminuyendo su cantidad, es una herramienta importante para la puesta a punto del motor del vehículo ya que este sistema compensa la falta del motor paso a paso IAC que no se utiliza en la implementación de este sistema.



**Figura 3.62 Visualización del OverallTrimm**  
**Fuente: Los Autores**

## **CAPITULO IV**

### **REALIZACION DE LAS PRUEBAS DE TORQUE POTENCIA Y EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES TANTO A CARBURADOR E INYECCION**

#### **4.1 Generalidades**

Las pruebas realizadas en el vehículo con el sistema a carburador e inyección nos sirven para analizar de forma gráfica y numérica la potencia, par y consumo de combustible, utilizando un banco dinamométrico se obtendrán resultados que nos ayudaran a configurar las curvas características que se generan cuando funciona el motor NISSAN A-12.

#### **4.2 Manejo del Banco Dinamométrico**

Para obtener las curvas de torque y par utilizaremos el Banco Dinamométrico que posee las instalaciones de la UPS en la ciudad de Cuenca. Este banco nos presenta diversas opciones para obtener resultados como las enumeradas a continuación:

- Temperatura del aceite del motor
- Torque del motor
- Par Motor
- Potencia de arrastre

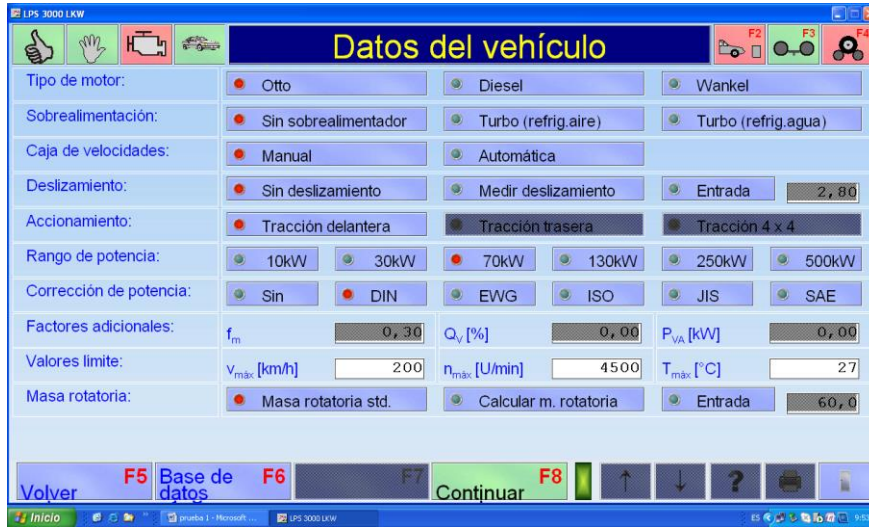
- Potencia en las ruedas



**Figura 4.1 Banco Dinamométrico MAHA**  
**Fuente: Los Autores**

Con el vehículo ubicado en la fosa correspondiente al Banco Dinamométrico, colocamos el arnés de seguridad en la funda del diferencial con respecto al suelo, se presenta una pantalla donde podemos escoger la tracción del vehículo y la velocidad máxima que alcanzara el mismo.

Los demás valores que se ven en esta opción no se modificaron ya que son datos específicos recomendados por el software.



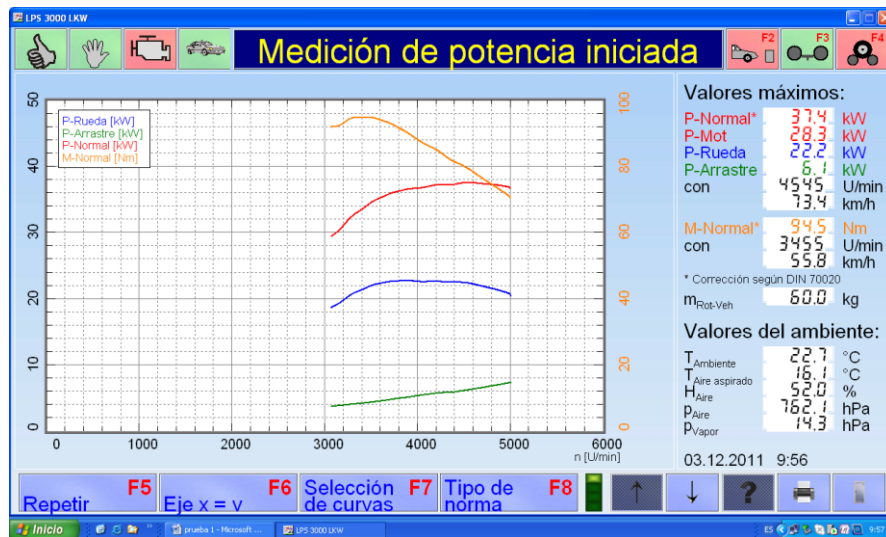
**Figura 4.2 Pantalla de Configuración de Datos**  
Fuente: Los autores

La siguiente pantalla es de acondicionamiento de RPM del vehículo respecto a las RPM del banco para lo cual se hizo girar los neumáticos posteriores en los rodillos y se igualo las RPM de las ruedas con las RPM que mide el software como se ve en las imágenes.



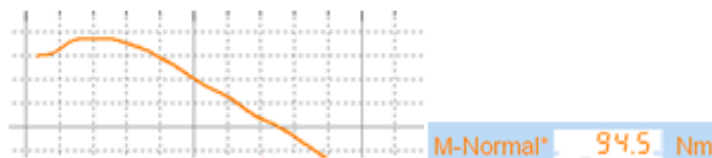
**Figura 4.3 Pantalla de sincronización de RPM**  
Fuente: Los Autores

Colocamos en la marcha directa del vehículo en este caso la 4 marcha y poco a poco se empezó a hacer girar los neumáticos hasta que el tacómetro que posee el software llegue a las máximas RPM y de la indicación de desacelerar el vehículo dejando que las ruedas se detengan por si solas para poder obtener la curva de arrastre de las ruedas como se ve en las gráficas.



**Figura 4.4 Pantalla de sincronización de RPM**  
Fuente: Los Autores

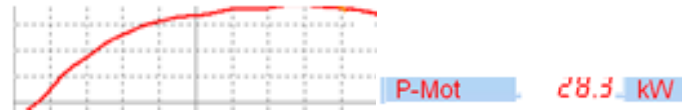
La primera curva que se ve en la gráfica corresponde a la curva del Par Motor se mide en N.m.



**Figura 4.5 Curva de Par**  
Fuente: Los Autores

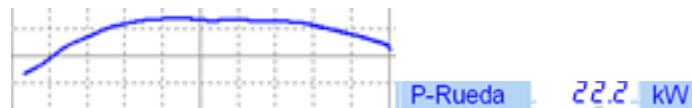


La segunda curva es la Potencia del Motor, es el trabajo por unidad de tiempo que desarrolla el motor, se mide en KW.



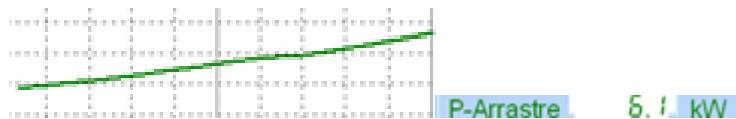
**Figura 4.6 Curva de Potencia**  
Fuente: Los Autores

La tercera curva es la Potencia de la Rueda, es la que sale en la rueda después de pasar las diferentes desmultiplicaciones en la transmisión y el grupo diferencial, se mide el KW.



**Figura 4.7 Curva de Potencia en las Ruedas**  
Fuente: Los Autores

La última curva corresponde a la potencia de arrastre de la rueda, que nos indica las pérdidas mecánicas de la transmisión el Banco calcula después que se deja de actuar sobre el pedal del acelerador hasta que las ruedas motrices se detienen por completo, se mide en KW.



**Figura 4.8 Curva de Potencia de Arrastre**  
Fuente: Los Autores

### 4.3 Analizador de Gases

El Banco Dinamométrico posee un analizador de gases que esta por el momento fuera de servicio por lo que utilizaremos un analizador “NGA-6000 NEXTECH” que se describe a continuación:



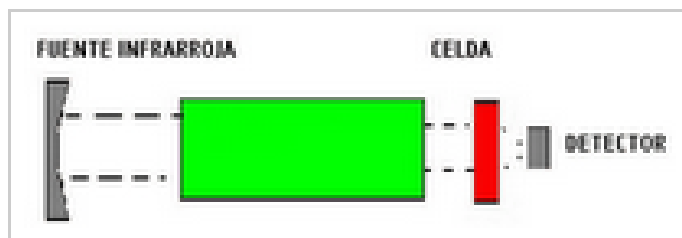
**Figura 4.9 NGA-6000 NEXTECH**  
Fuente: Nextech

Es posible detectar la presencia de un gas, por medición del equivalente de la luz infrarroja absorbida en una onda particular de energía infrarroja que pasa a través de las células contenidas en la mezcla de un gas. Si un gas absorbe un espectro de luz infrarroja, este espectro es característico y específico de dicho gas, entonces la indicación de esta absorción puede ser usada como la concentración de dicho gas. La concentración de un gas que se quiere medir puede ser expresada porcentualmente de acuerdo a la absorción de IR que pasa a través de una celda que contenga ese gas en una mezcla de gases.

El método frecuentemente usado en analizadores de gases de escape para poder medir la concentración de los gases presentes en la mezcla, consiste en hacer pasar luz infrarroja por una celda que contiene el gas, y detectar la energía absorbida por cada uno de los gases con detectores apropiados. Estos detectores

consisten en un filtro óptico formado por un lente que permite solo pasar las longitudes de onda del espectro infrarrojo correspondientes al gas cuya concentración se quiere medir.

Luego de este filtro, la luz es censada por un sensor óptico electrónico (fotodiodo o fototransistor).



**Figura 4.10 Principio de Funcionamiento**  
Fuente: Nextech

Entre la celda de medición y el emisor de infrarrojo existe un disco ranurado que deja pasar la luz infrarroja en intervalos irregulares (CHOPPER), en el caso el analizador de gases sea de dos gases existe un filtro para cada uno de estos gases, la celda de medición es también sometida a una leve temperatura que es controlada por un dispositivo. Los sensores ópticos, así constituidos envían señales eléctricas a circuitos electrónicos amplificadores, los cuales terminan marcando en un display los valores de cada uno de los gases que son censados por estos dispositivos.<sup>20</sup>

---

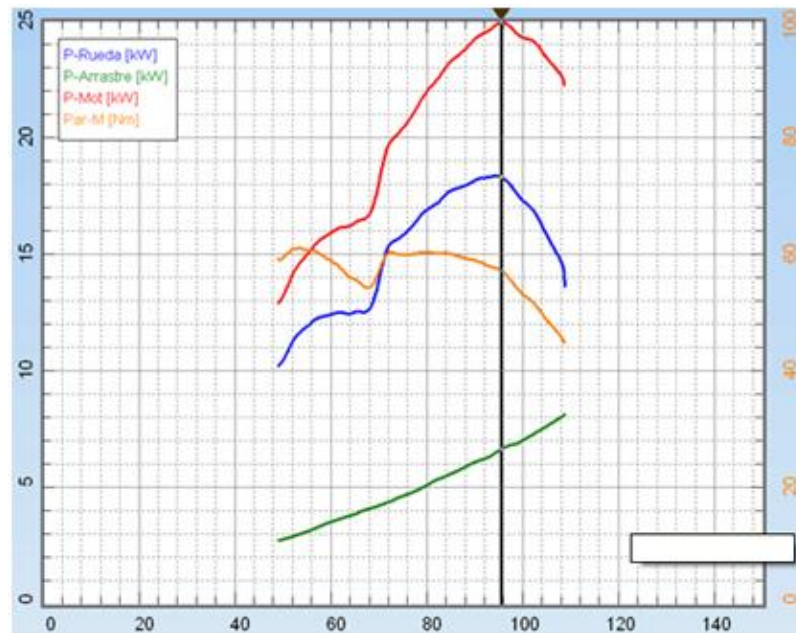
<sup>20</sup><http://http://spanish.alibaba.com/product-free/nga-6000-gas-analyzer--109860365.html>

Artículo de medición	CO, HC, CO2, $\lambda$ (tarifa de sobra) del aire, AFR, Nox (opcional)						
Medición	CO, HC, CO2: Método de NDIR						
Método	O2, Nox: Célula electroquímica						
Medidas	CO	HC	CO2	O2	Lambda ( $\lambda$ )	AFR	Nox
Gama de medición	0.00~0.99%	0~9.999 o 20,000ppm	0.0 ~ 20.0%	0.00 ~25.00%	0~2.000	0.0 ~ 99.0	0 ~ 5,000ppm
Resolución	0.01%	1ppm	0.10%	0.01%	0.001	0.1	1ppm
Exhibición	Dígito 4 Segmento 7 LED	dígito 4 o 5 Segmento 7 LED	Dígito 4 Segmento 7 LED	Dígito 4 Segmento 7 LED	Dígito 4 Segmento 7 LED	Dígito 4 Segmento 7 LED	Dígito 4 Segmento 7 LED
Tiempo de reacción	En el plazo de 10 segundos (más el de 90%)						
Capacidad de repetición	Menos el de $\pm 2\%$ FS		Energía		AC11V solamente o CA 220V el solamente $\pm 10\%$ , 60Hz		
El calentarse	Cerca de 2~8 l/min		Consumo de energía		Sobre 50W		
Bomba Flujo	4~6 l/min		Temp. de Opreating		0 ~ 40		
Dimenstions	420 (W) x 298 (D) x 180 (H) milímetro		Peso		Cerca de 6.9		

**Figura 4.11 Especificaciones Técnicas**  
Fuente: Nextech

#### 4.4 Pruebas Realizadas a Carburador

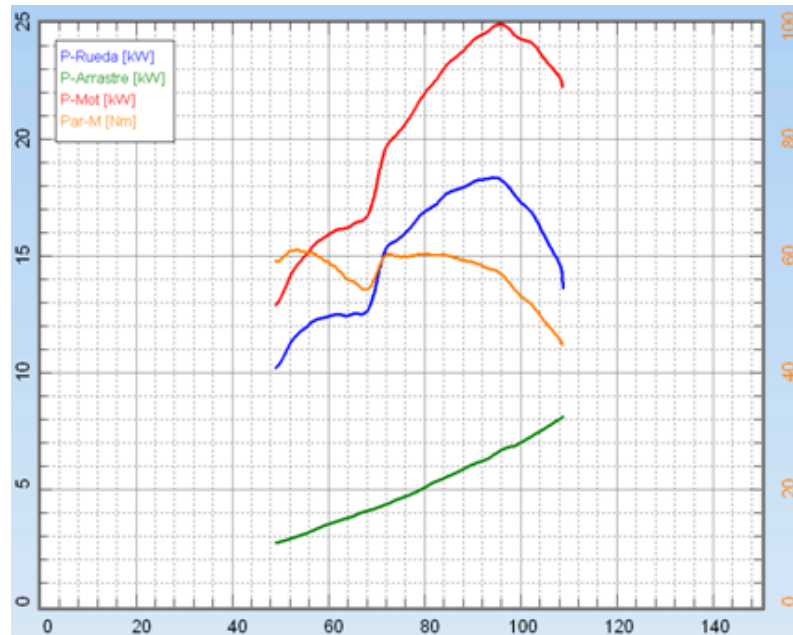
Empezamos realizando un afinamiento en el motor del vehículo, se ubicó en el Banco Dinamométrico y se obtuvo las curvas características de funcionamiento.



Parámetros	Valor Medido	Unidades de Medición
Potencia del Motor máx.	24.87	KW
Potencia de la Rueda máx.	18.27	KW
Potencia de Arrastre	6.60	KW
M-Normal(Par Motor)	57.0	N.m

**Figura 4.12 Curvas Características del Motor**  
Fuente: Los Autores

Como se puede ver se obtiene una potencia máxima de 24.87 KW medida a una velocidad de 95 Km/h y para verificar que la lectura es correcta realizamos otra medición obteniendo las siguientes curvas características.



Parámetros	Valor Medido	Unidades de Medición
Potencia del Motor máx.	24.90	KW
Potencia de la Rueda máx.	18.2	KW
Potencia de Arrastre	6.6	KW
M-Normal(Par Motor)	60.9	N.m

**Figura 4.13 Curvas Características del Motor**  
Fuente: Los Autores

Existe una variación en cuanto a la potencia y par motor ya que esta medición se la obtuvo en la marcha directa y se obtienen resultados más reales.

#### 4.4.1 Emisiones de Gases

Esta prueba se realizó con el motor trabajando a su temperatura normal, se introdujo el sensor de gases en el tubo de escape y se procedió a visualizar los resultados en la pantalla.

##### 4.4.1.1 Variación del Factor Lambda en Función del Régimen de Giro del Motor

La combustión requiere que el aire y el combustible se hallen mezclados en una proporción determinada, esta proporción entre el aire y el combustible es lo que se llama "relación AFR". En un motor de gasolina la relación ideal es de 14,7:1, es decir son necesarios 14,7 gramos de aire por cada gramo de combustible para realizar una combustión perfecta.

En automoción se habla de factor lambda o relación "lambda" cuando quiere definirse la relación entre la cantidad de aire necesaria para producir una combustión completa, en relación estequiométrica y la cantidad de aire real que aspira el motor.

$$\text{Lambda } (\lambda) = \frac{\text{Masa real de aire}}{\text{Masa teórica del aire}}$$

Figura 4.14 Lamda

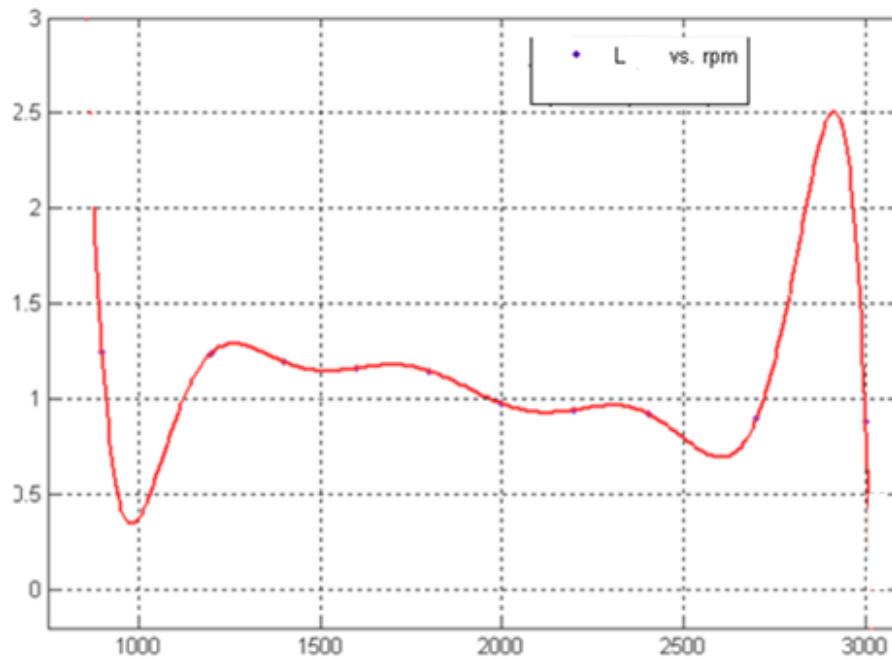
Fuente: <http://aficionadosalamecanica.com/sonda-lambda.htm>

El coeficiente Lamda se determina en 3 intervalos:

$\lambda$	$< 1$	Mezcla Rica
$\lambda$	$= 1$	Mezcla Ideal
$\lambda$	$> 1$	Mezcla Pobre

**Tabla 4.1 Lamda**  
**Fuente: Los Autores**

Se realizaron las mediciones a diferentes numeros de RPM obteniendose la siguiente grafica.<sup>21</sup>



$$\lambda(\eta) = - 3.648e^{-026}\eta^9 + 6.32e^{-022}\eta^8 - 4.792e^{-018}\eta^7 + 2.086e^{-014}\eta^6 - 5.741e^{-011}\eta^5 + 1.035e^{-007}\eta^4 - 0.0001222\eta^3 + 0.09107\eta^2 - 38.81\eta + 7205$$

<sup>21</sup> <http://aficionadosalamecanica.com/sonda-lambda.htm>

RPM	LAMDA
900	1.244
1200	1.242
1400	1.195
1600	1.161
1800	1.147
2000	0.975
2200	0.942
2400	0.925
2700	0.896
3000	0.88

**Figura 4.15 Lambda vr. RPM**  
**Fuente: Los Autores**

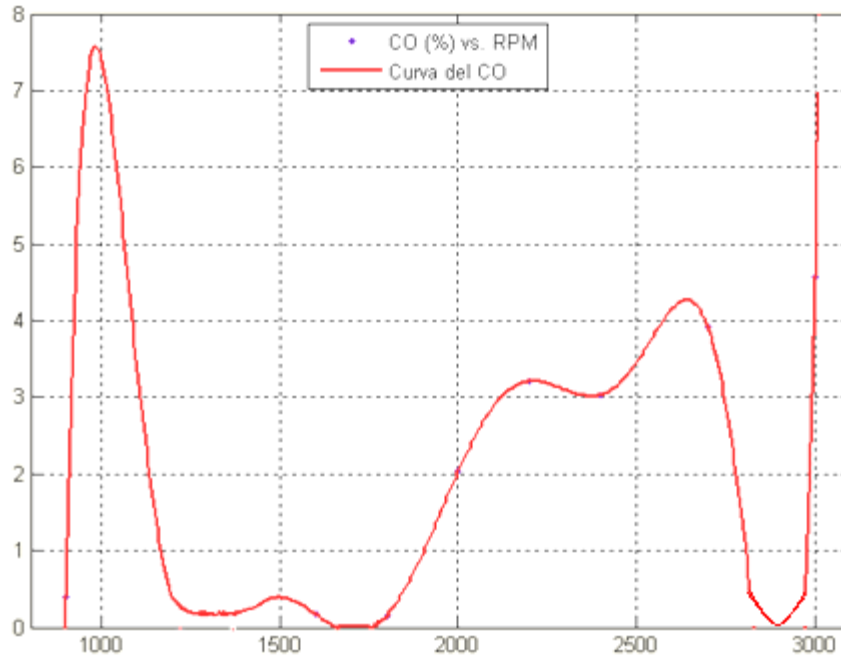
Como se observa en la gráfica existe una mezcla rica hasta la 1200 RPM, debido a que la mariposa de aceleración está parcialmente cerrada se inyecta más combustible por el circuito del primario y ciclón de bajas, de 1200 hasta las 2700 RPM trabaja con una mezcla estequiométrica ideal con valores cercanos a 1, cuando se encuentra a plena carga existe una mezcla pobre, a medida que pisamos el acelerador la válvula de aceleración está totalmente abierta y el motor necesita una gasolina de mezcla rica, la bomba de aceleración abre su válvula de potencia, desde la que el combustible fluye también al sistema principal y se ayuda con los ciclos de bajas y de altas alimentando de combustible al sistema.

#### **4.4.1.2 Monóxido de Carbono (CO)**

Es un gas tóxico y se forma de acuerdo a la combustión en el interior del motor, tiende a ser incoloro e inodoro, limita la capacidad de absorción de oxígeno en la sangre, una concentración de un 0,3 % en volumen de CO en el aire que respiramos, es mortal en 30 minutos.



Se obtuvo la medición en 3 etapas de RPM que fueron en ralentí, media carga y plena carga obteniéndose la siguiente curva.



$$CO_{(\eta)} = 1.277e^{-005}\eta^2 - 0.03677\eta + 25.9 \text{ [%]}$$

RPM	CO (%)
800	4.66
1200	0.17
2000	3.45

**Figura 4.16 Monóxido de Carbono (CO)**  
Fuente: Los Autores

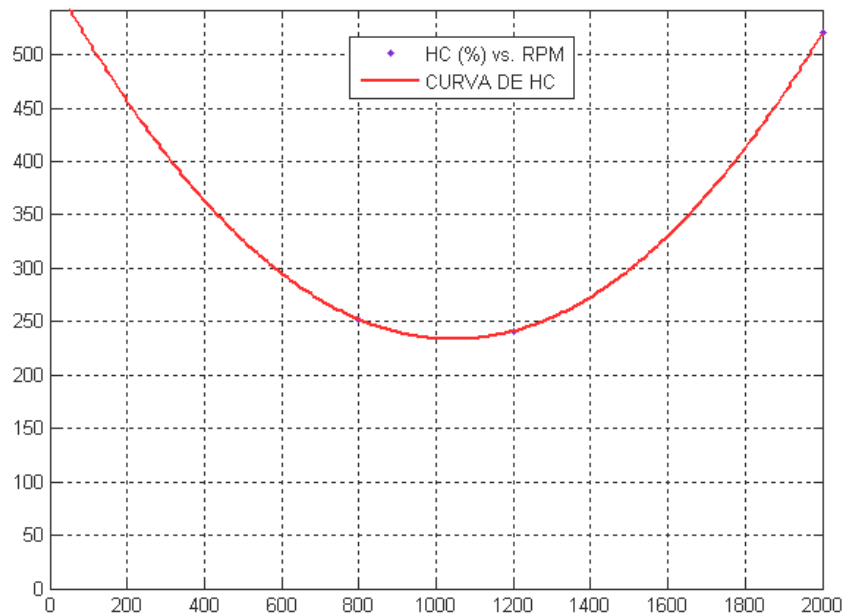
Se observa el comportamiento de la gráfica que a menor número de R.P.M se presenta una mezcla rica que puede ser por una combustión incompleta, a media que aumentan las R.P.M la mezcla tiende a hacerse pobre, estos valores no deben

superar el 4.5%, mientras más baja sea su concentración se tiene mejor combustión.

#### 4.4.1.3 Hidrocarburos (HC)

Son restos derivados del petróleo que salen por el tubo de escape, así como vapores de gasolina o aceites, los motores siempre producen un exceso de HC ya que parte de la gasolina se queda sin quemarse cuando ha sido enfriada por la pared del cilindro, generalmente se miden en P.P.M.

De la misma manera se realizó a distinto número de R.P.M y se obtuvo el siguiente valor.



$$HC_{(\eta)} = 0.0003135\eta^2 - 0.6546\eta + 575 \text{ [ppm]}$$

RPM	HC (ppm)
800	252
1200	241
2000	520

**Figura 4.17 Hidrocarburos (HC)**

**Fuente: Los Autores**

Se observa en la grafica para bajas R.P.M se tiene valores de hidrocarburos dentro de los parametros normales.

A medida que aumentan las revoluciones los HC se elevan pudiendo ser por 2 causas, una mezcla rica o una mezcla pobre.

Lo ideal sera que la curva a partir de las 1200 R.P.M se mantenga decreciente cosa que en el sistema a carburador no sucede.

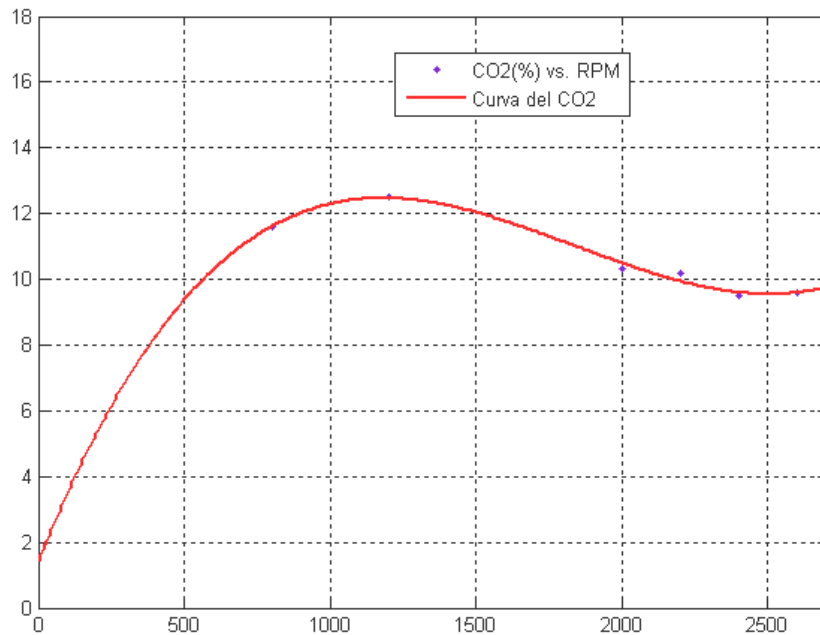
A medida que el coeficiente Lambda se mantiene con una mezcla rica los HC tienden a ser bajos, si el coeficiente Lambda empobrece sucede lo contrario.

#### **4.4.1.4 Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)**

Es un resultado de la reacción entre el C y el O<sub>2</sub>, no es tóxico en concentraciones pequeñas, el motor funciona correctamente cuando el CO<sub>2</sub> está a su nivel más alto.

Este valor porcentual se ubica entre el 12 y 15 %. Es un excelente indicador de eficiencia en la combustión.

Los datos obtenidos son representados en la siguiente figura.



$$CO_2 (\eta) = -4.167 \times 10^{-6} \eta^2 + 0.01058 \eta + 5.8 \text{ [%]}$$

RPM	CO <sub>2</sub> (%)
800	11.6
1200	12.5
2000	10.3

**Figura 4.18 Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)**

**Fuente: Los Autores**

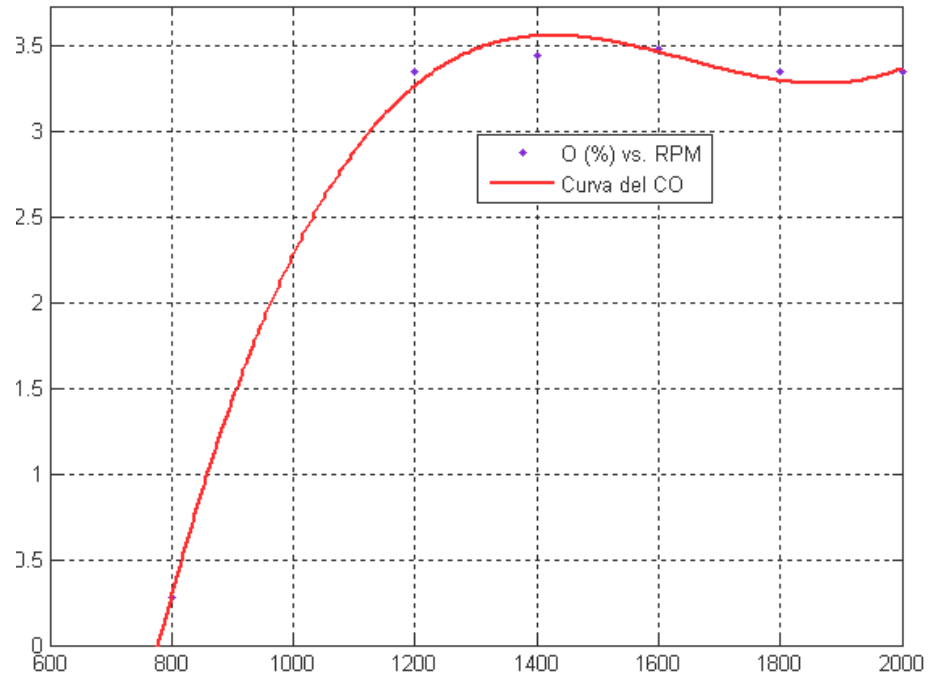
En la gráfica se deduce que a valores pequeños de RPM el CO<sub>2</sub> está cerca del nivel óptimo, a medida que aumentan las RPM aumenta el nivel del CO<sub>2</sub> señal de que se produce una mejor eficiencia en la combustión, mientras más alto sea este valor nos garantiza una mejor combustión, los valores de CO<sub>2</sub> tienen que ser mayores al 10%.

#### 4.4.1.5 Oxígeno (O<sub>2</sub>)

Existe en la atmosfera que respiramos en una concentración del 21% del volumen total al nivel del mar, y en menor proporción a mayor altitud, Un valor de

Oxígeno elevado puede producirse por una mezcla pobre, combustiones que no se producen o que el tubo de escape este roto.

Los datos obtenidos se muestran a continuación.



$$O_{(\eta)} = -6.875e^{-006}\eta^2 + 0.02143\eta - 12.46 \text{ [%]}$$

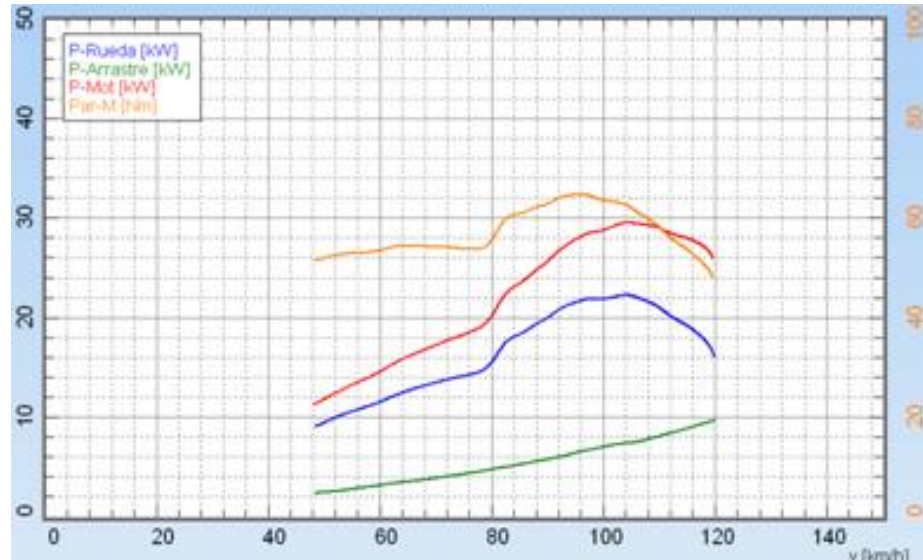
RPM	O <sub>2</sub> (%)
800	0.28
1200	3.35
2000	2.89

**Figura 4.19 Oxígeno (O<sub>2</sub>)**  
Fuente: Los Autores

A medida que aumentan las R.P.M la cantidad de oxígeno también lo hace produciendo una mezcla pobre, si el valor del oxígeno sale de su valor límite de 2%, puede ser que exista una fisura en el tubo de escape o producto de una mezcla pobre.

## 4.5 Pruebas Realizadas a Inyección

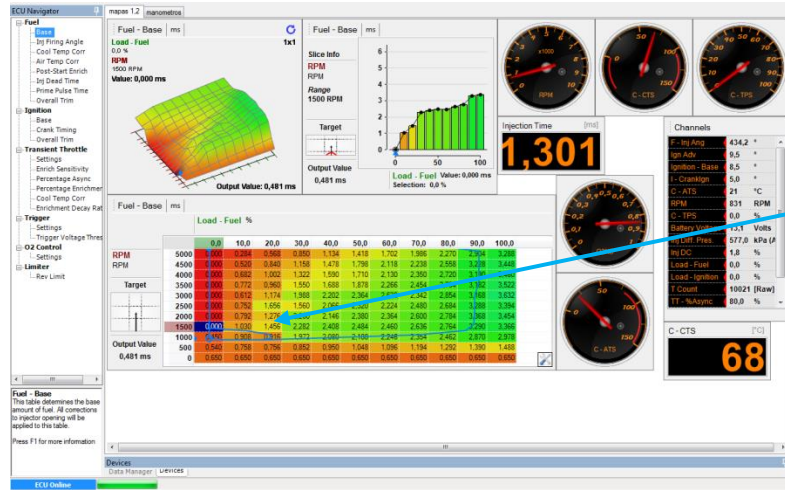
De la misma forma que ha carburador se realizó las pruebas con el sistema de inyección obteniendo las curvas características del motor.



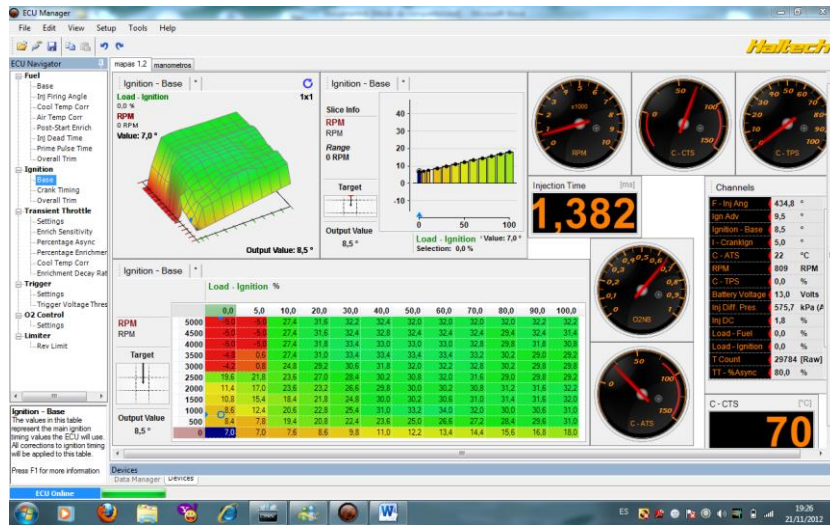
Parámetros	Valor Medido	Unidades de Medición
Potencia del Motor máx.	29.4	KW
Potencia de la Rueda máx.	22.1	KW
Potencia de Arrastre	7.3	KW
M-Normal(Par Motor)	64.5	N.m

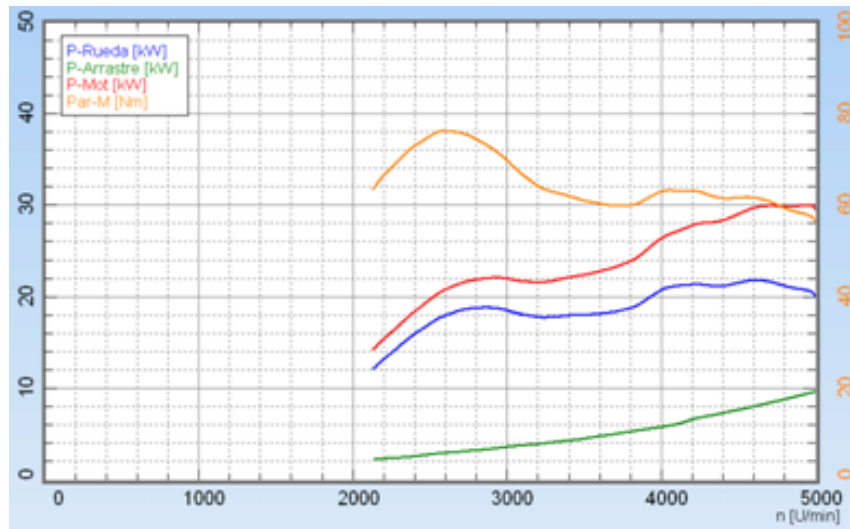
**Figura 4.20 Curvas Características del Motor**  
Fuente: Los Autores

Con los resultados obtenidos realizamos una reconfiguración de parámetros en el “fuel base map”, el “ignition base map” y “enrichsensitivity” no lo modificamos para ver los resultados que arrojaban el banco.



Aumentan valores



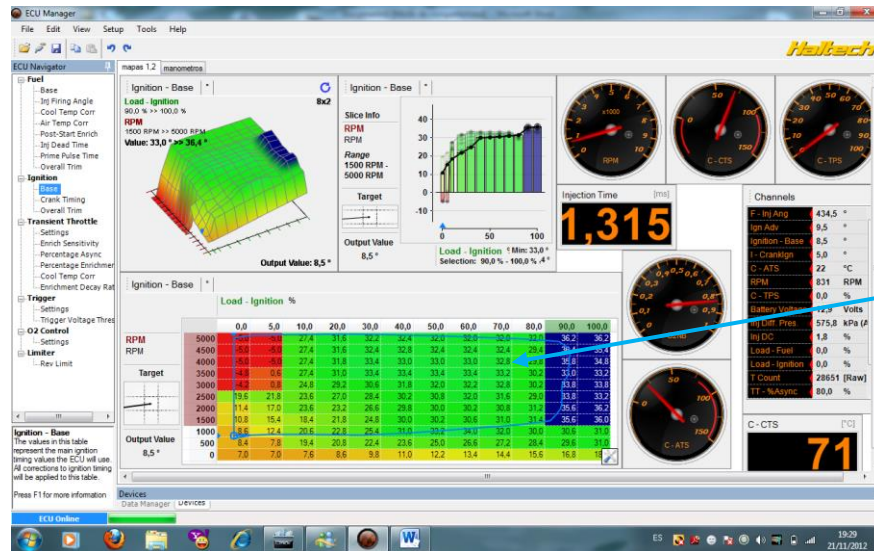


Parámetros	Valor Medido	Unidades de Medición
Potencia del Motor máx.	29.8	KW
Potencia de la Rueda máx.	20.5	KW
Potencia de Arrastre	9.3	KW
M-Normal(Par Motor)	75.9	N.m

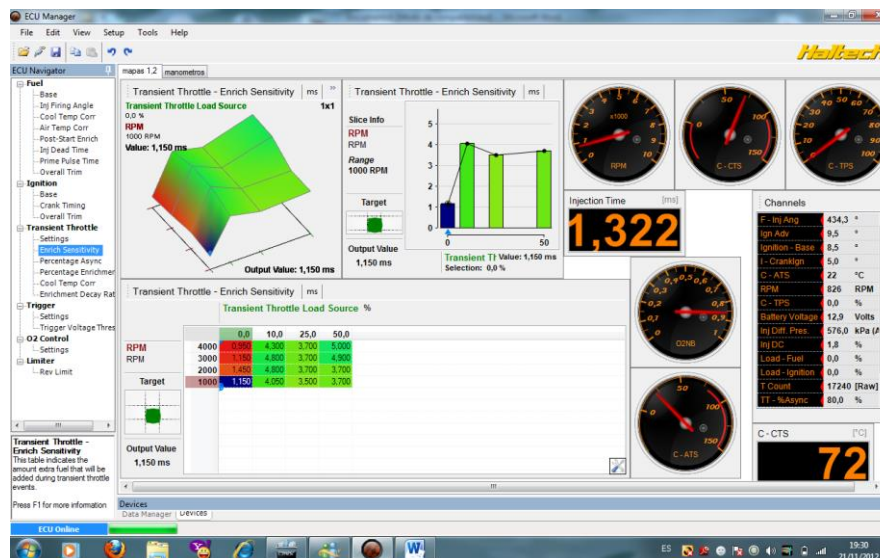
Figura 4.21 Configuración de Parámetros y Curvas Características del Motor  
Fuente: Los Autores

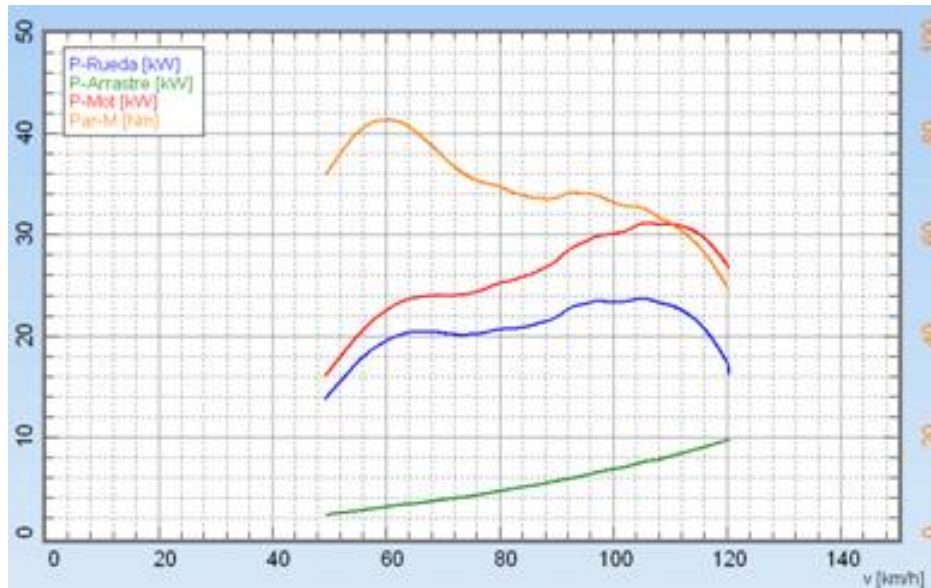
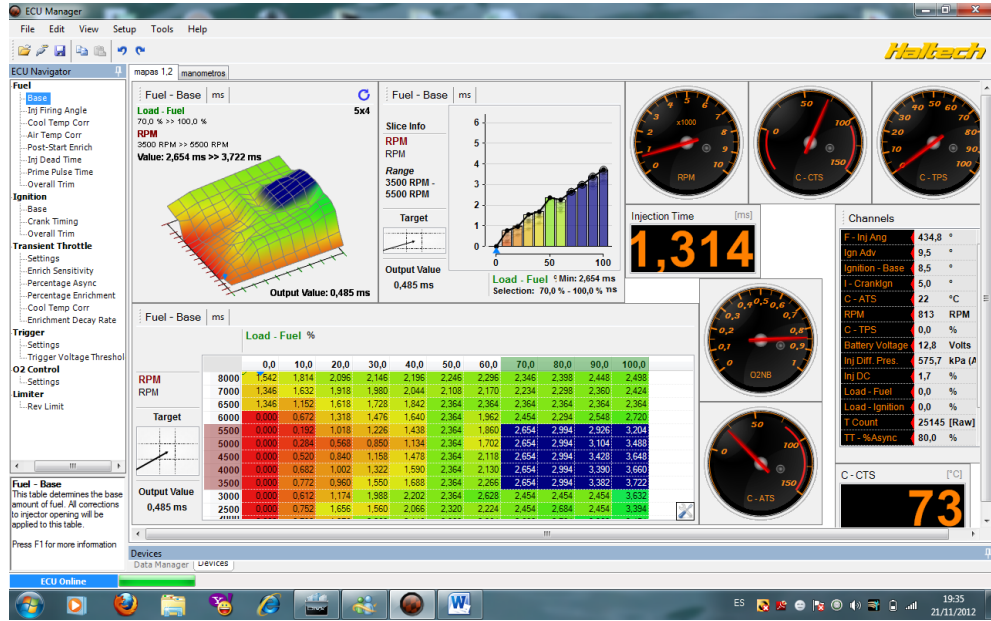


Como se ve existe un aumento significativo en las curvas por lo que realizamos otro reajuste actuando en el “ignition base map”, enrichsensitivity “y el “ignition base map” se dejó sin modificación, a su vez verificamos que el tiempo de inyección no pase los 4ms, se realizó otra medición y se obtuvo lo siguiente:



Aumentan Valores





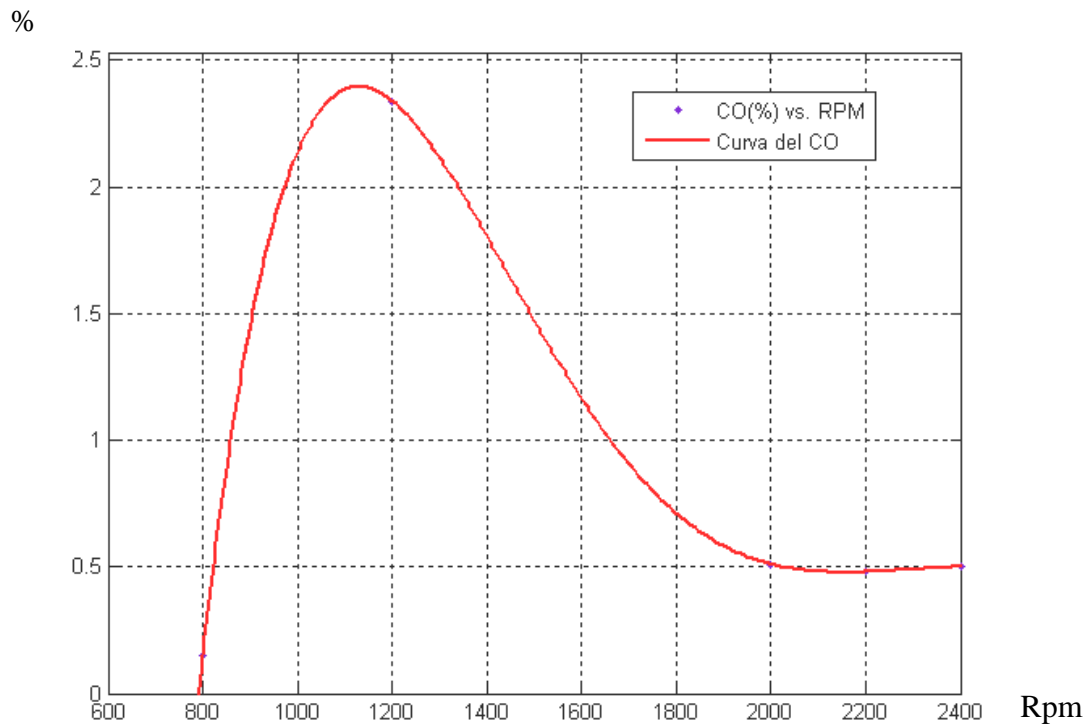
Parámetros	Valor Medido	Unidades de Medición
Potencia del Motor máx.	31	KW
Potencia de la Rueda máx.	23.5	KW
Potencia de Arrastre	7.5	KW
M-Normal(Par Motor)	82.4	N.m

Figura 4.22 Configuración de Parametros y Curvas Características del Motor  
Fuente: Los Autores

Los valores de par y potencia aumentaron considerablemente, se realizaron otras pruebas en el banco pero no sobrepasaban los valores obtenidos en la última medición, por lo que se optó que esta calibración quede grabada en la ECU.

#### 4.5.1 Monóxido de Carbono (CO)

Con el motor en su temperatura de trabajo se obtuvo la medición en 3 etapas de R.P.M que serían en ralentí, media carga y plena carga obteniéndose la siguiente curva.



$$CO(\eta) = - 6.469 \times 10^{-6} \eta^2 + 0.01841 \eta - 10.44 \text{ [%]}$$

RPM	CO (%)
800	0.15
1200	2.34
2000	0.51

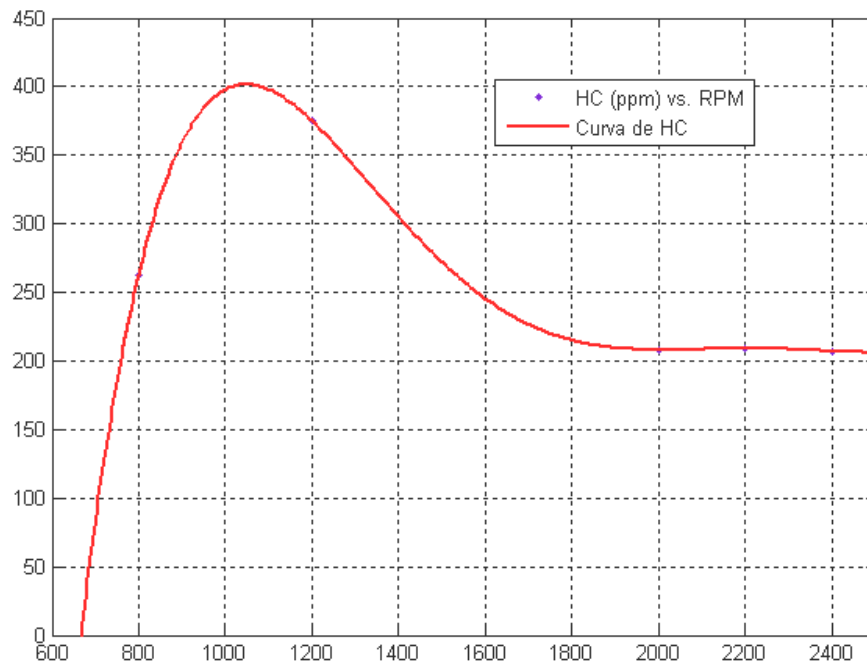
**Figura 4.23 Monóxido de Carbono (CO)**

**Fuente: Los Autores**

Se observa en la gráfica que a 800 RPM se mantienen valores bajos, a medida que aumentan las RPM los valores aumentan pero en cantidades mínimas, esto se controla gracias a la ayuda de la inyección electrónica.

#### 4.5.2 Hidrocarburos (HC)

De la misma manera se realizó a distinto número de R.P.M y se obtuvo la gráfica siguiente



$$HC_{(\eta)} = - 0.0004073\eta^2 + 1.095\eta - 352 \text{ [ppm]}$$

RPM	HC (ppm)
800	263
1200	375
2000	208

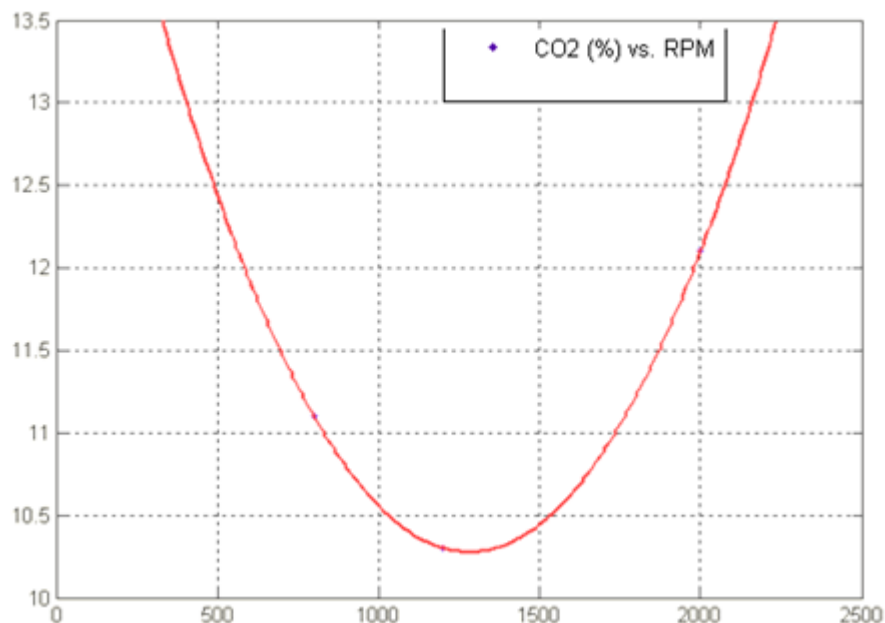
**Figura 4.24 Hidrocarburos (HC)**

**Fuente: Los Autores**

Se observan valores de HC que están dentro de los parámetros normales, se observa que los valores aumentan a medida que las RPM suben pero en cantidades mínimas por lo que se evitan mezclas ricas y así un ahorro de combustible.

### 4.5.3 Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)

Los datos obtenidos son representados a continuación



$$CO_{2(\eta)} = 3.542e^{-006}\eta^2 - 0.009083\eta + 16.1 \text{ [%]}$$

RPM	CO <sub>2</sub> (%)
800	11.1
1200	10.3
2000	12.1

**Figura 4.25 Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)**

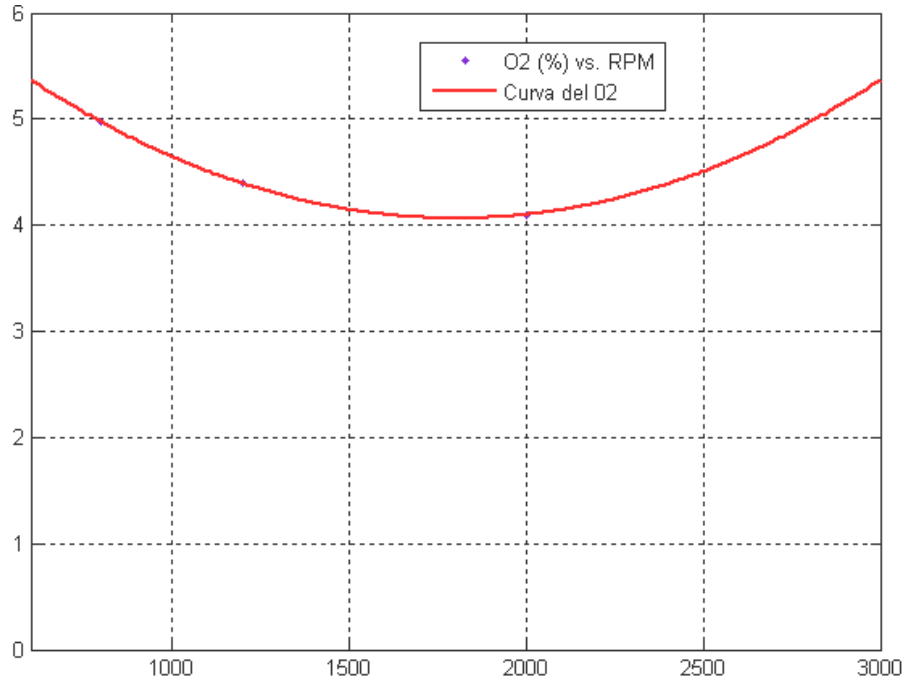
**Fuente: Los Autores**

En la siguiente grafica se ven valores de CO<sub>2</sub> altos en los diferentes regímenes de giro del motor, siendo una buena perspectiva de que se producen mezclas estequiométricas más eficientes dentro del motor, esto se logra gracias a la ayuda de la inyección electrónica.

#### **4.5.4 Oxigeno (O<sub>2</sub>)**

Se observa que a medida que aumentan las RPM la concentración de oxigeno va disminuyendo produciéndose una mezcla más pobre, señal de que se produce una combustión más eficiente y el enlace químico se cierra correctamente.

Los datos obtenidos se grafican a continuación



$$O_{(\eta)} = 9.063e^{-007}\eta^2 - 0.003263\eta + 7 \text{ [%]}$$

RPM	O <sub>2</sub> %
800	4.97
1200	4.39
2000	4.01

**Figura 4.26 Oxigeno (O<sub>2</sub>)**  
**Fuente: Los Autores**

## **CAPITULO V**

### **ANALISIS DE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE TORQUE POTENCIA Y GASES DE ESCAPE**

#### **5.1 Generalidades**

Para una mejor visualización de las pruebas realizadas, incluiremos gráficas comparativas de las diferentes mediciones de gases con el sistema a carburador e inyección, el análisis nos indicara la variación en la concentración de gases y de esto dependerá la factibilidad de la implementación del sistema a inyección.

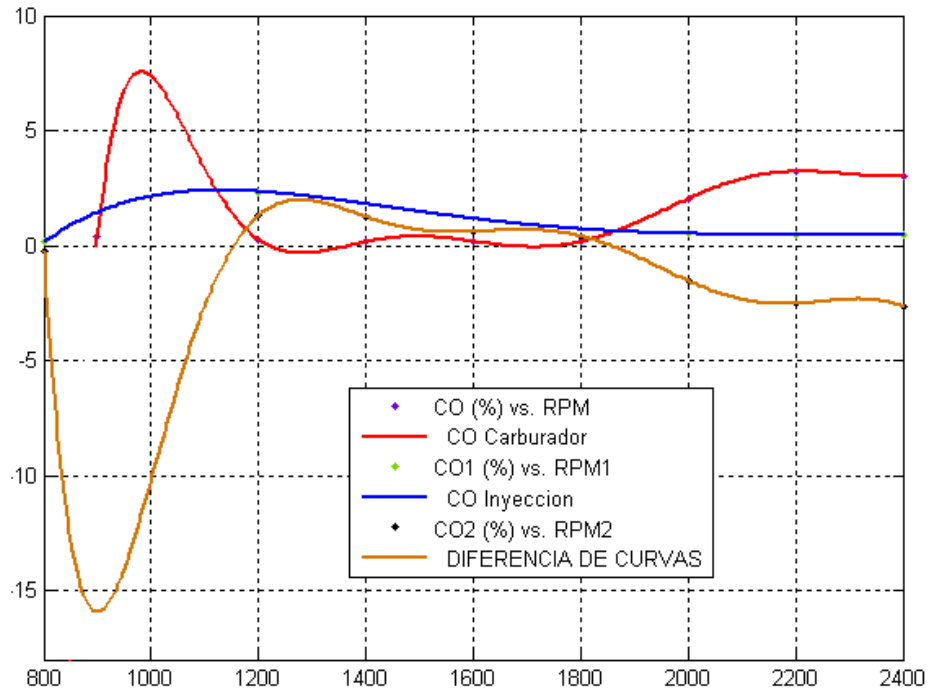
#### **5.2 Variación en las Concentraciones de Emisiones Contaminantes**

Vamos a realizar una diferencia entre las emisiones de gases en el sistema a carburador e inyección mediante las diferentes graficas que se muestran a continuación:

##### **5.2.1 Monóxido de Carbono (CO)**

Con los resultados obtenidos a carburador e inyección se va obtener la diferencia de estos valores y se lo representa de forma gráfica.





$$CO_{(\eta)} = 4.072e^{-022}\eta^8 - 5.802e^{-018}\eta^7 + 3.559e^{-014}\eta^6 - 1.227e^{-010}\eta^5 + 2.595e^{-007}\eta^4 - 0.0003446\eta^3 + 0.2799\eta^2 - 127\eta + 2.457e^{+004} [\%]$$

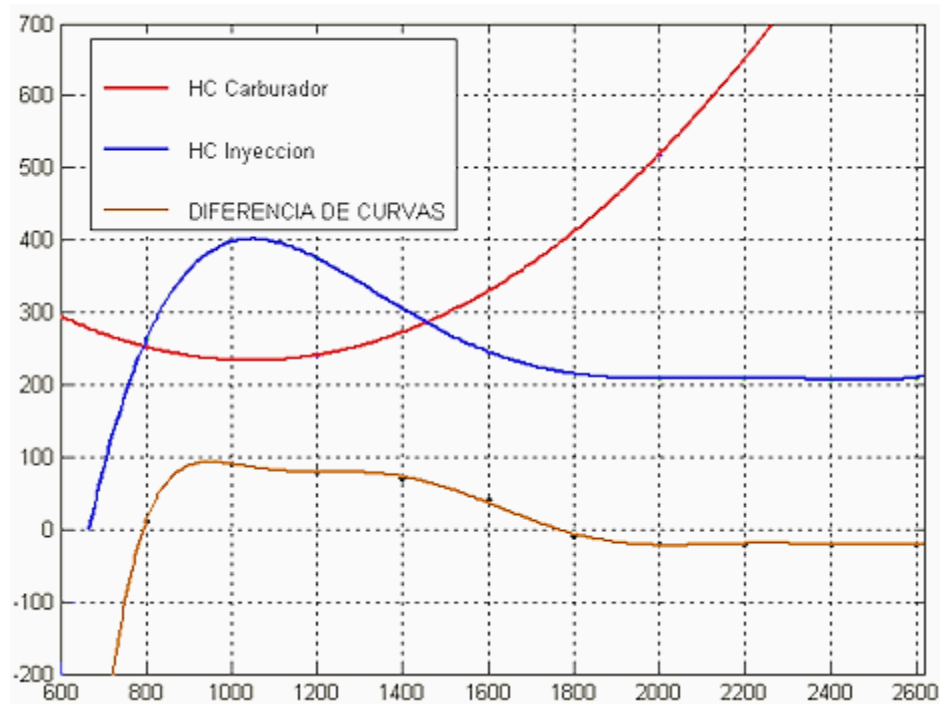
RPM	CO (%)
800	1
1200	2
2000	-2.58

**Figura 5.1 Monóxido de Carbono (CO)**  
**Fuente: Los Autores**

Se observa en la gráfica la disminución del CO desde las 800 hasta la 1200 RPM, en el rango de 1200 a 1800 RPM tienden a aumentar debido a que se produce una mezcla estequiométrica ideal para el funcionamiento del motor y desde las 1800 RPM en adelante tiende a disminuir producto de una deficiencia en la mezcla este aire combustible.

### 5.2.2 Hidrocarburos (HC)

Se obtuvieron las respectivas curvas como se muestra en la gráfica:



$$HC_{(\eta)} = -0.0007208\eta^2 + 1.749\eta - 927 \text{ [ppm]}$$

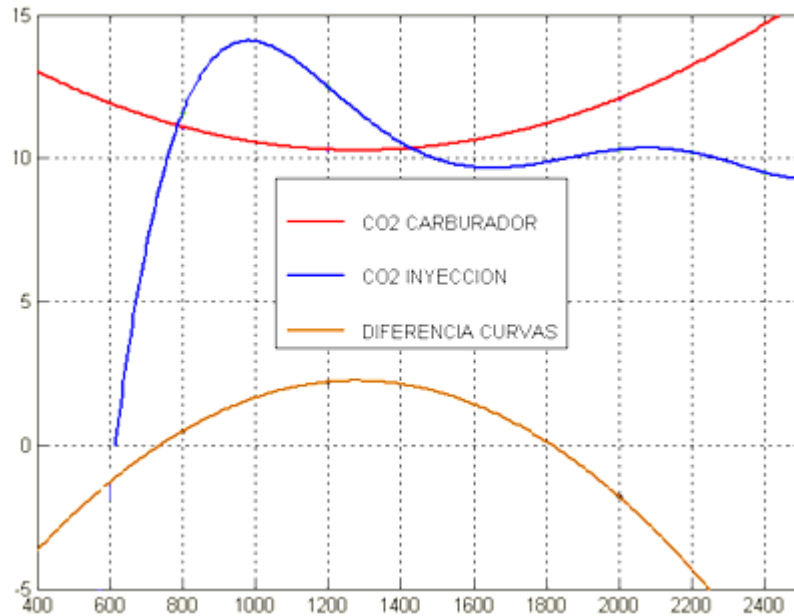
RPM	HC (ppm)
800	11
1200	134
2000	-312

**Figura 5.2 Hidrocarburos (HC)**  
Fuente: Los Autores

Se observa en la gráfica que existe una disminución en los HC, la curva resultante tiende a irse a negativo en los regímenes de ralentí y plena carga indicándonos que los HC son controlados con la gestión electrónica, en el régimen de 800 y 1200 RPM se nota un incremento, producto de una mezcla aire combustible rica que se forma para que el motor gane potencia, según vaya aumentando las RPM los HC van disminuyendo.

### 5.2.3 Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)

Las curvas obtenidas se detallan a continuación:



$$CO_{2(\eta)} = -7.708e^{-006}\eta^2 + 0.01967\eta - 10.3 \text{ [%]}$$

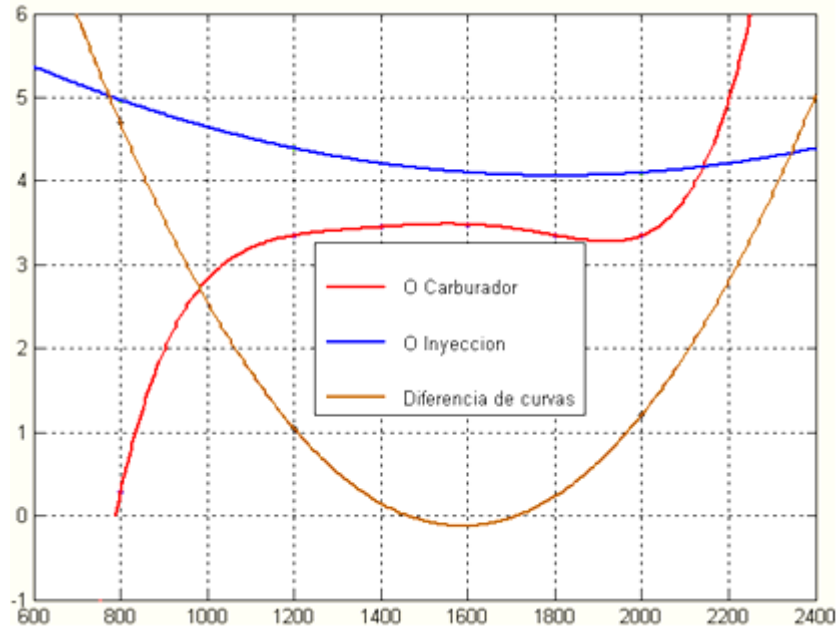
RPM	CO <sub>2</sub> (%)
800	0.5
1200	2.2
2000	-1.8

**Figura 5.3 Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)**  
Fuente: Los Autores

Se observa que la curva resultante del CO<sub>2</sub> en la zona de trabajo entre las 800 y 1200 RPM tiende a elevarse un poco indicándonos de que se produce una buena combustión, cuando sale de este régimen, tiende a decaer mostrando que existe una disminución en las emisiones de gases contaminantes gracias al sistema de inyección.

### 5.2.4 Oxígeno (O<sub>2</sub>)

Las curvas se representan en la siguiente gráfica:



$$O_{(\eta)} = 7.781 \cdot 10^{-6} \eta^2 - 0.02469 \eta + 19.46 \text{ [%]}$$

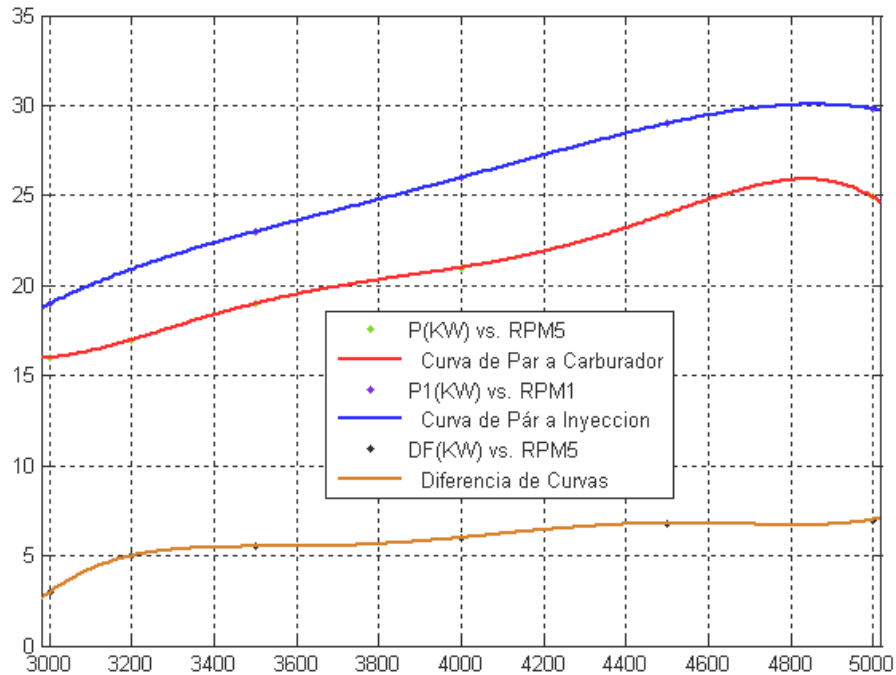
RPM	O <sub>2</sub> (%)
800	4.69
1200	1.04
2000	1.21

**Figura 5.4 Oxígeno (O<sub>2</sub>)**  
Fuente: Los Autores

La curva resultante tiene orientación hacia la parte negativa indicando que se están disminuyendo las emisiones de O<sub>2</sub>, en los estados de ralentí la mezcla estequiométrica que se produce no es buena y a plena carga tiende a elevarse, producto de que se produce una mezcla pobre o  $\lambda > 1$ .

### 5.3 Variación de la Curva de Potencia

De la misma manera se obtuvo la diferencia de las curvas de carburador e Inyección y se muestran en la siguiente gráfica:



$$P_{(\eta)} = 1.267e^{-012}\eta^4 - 1.5e^{-008}\eta^3 + 5.608e^{-005}\eta^2 - 0.05725\eta - 27.6$$

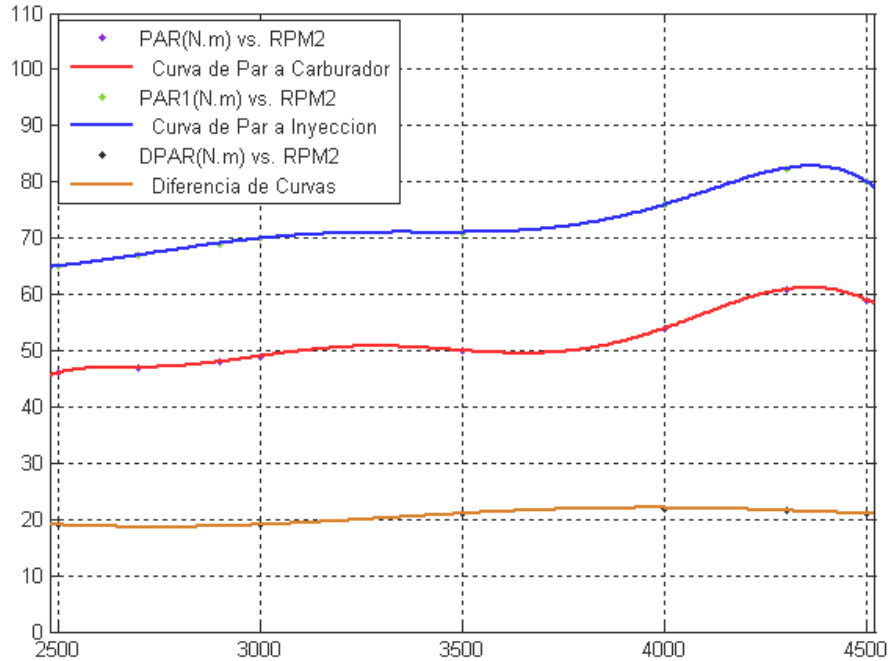
RPM	POTENCIA (KW)
3000	3
3200	5
3500	5.5
4000	6
4500	6.8
5000	7

**Figura 5.5 Variación de la Curva de Potencia**  
Fuente: Los Autores

Se observa un aumento de 7 KW en la potencia del motor gracias al sistema de Inyección electrónica, que contrala mejor los adelantos y retrasos del tiempo de encendido y una dosificación correcta del combustible de acuerdo a las diferentes RPM del motor.

## 5.4 Variación de la Curva de Par

Se obtuvo la diferencia de las curvas de Par como se muestra en la gráfica:



$$M(\eta) = 1.075e^{-015}\eta^5 - 1.749e^{-011}\eta^4 + 1.091e^{-007}\eta^3 - 0.0003233\eta^2 + 0.4512\eta - 214.2 \text{ [N.m]}$$

RPM	PAR (N.m)
2500	19
3000	19
3500	21
4000	22
4500	21.5
5000	21

Figura 5.6 Variación de la Curva de Par

Fuente: Los Autores

Se observa que existe un aumento de 25.4 N.m en el par motor, gracias a un llenado homogéneo de los 4 cilindros lo que no sucede en el sistema carburador ya que solo los cilindros 2 y 3 tienen una mezcla estequiométrica ideal, la diferencia ganada se ve reflejada al momento de conducir el vehículo en carretera y pendientes positivas.

## CONCLUSIONES

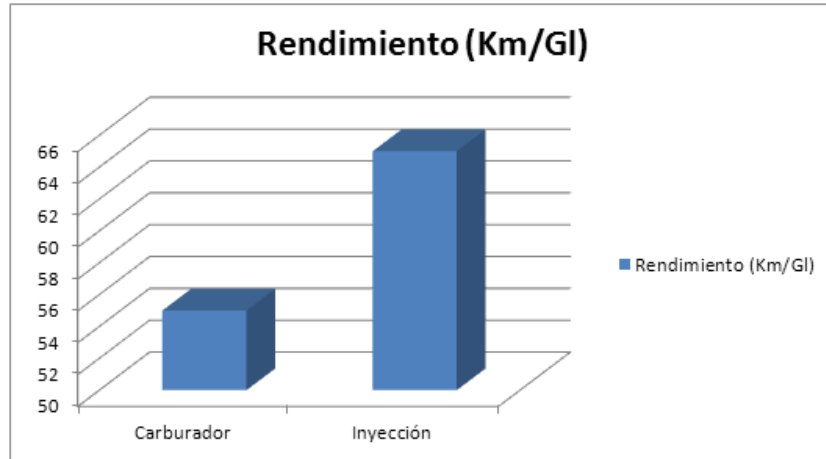
Al finalizar la investigación se realizaron las respectivas pruebas de par, potencia y emisión de gases, se puede concluir lo siguiente:

- Con la ayuda del analizador de gases se determinó que el Monóxido de Carbono (CO) disminuyó de manera considerable hasta un 85%, ayudando así al medio ambiente en la disminución de contaminantes perjudiciales para la salud.
- De la misma manera los Hidrocarburos (HC) no combustionados disminuyó en forma considerable en un 60% producto de un ajuste en el encendido y una mezcla estequiométrica eficiente.
- El Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) aumentó con el sistema de Inyección Electrónica producto de que se produjo una combustión eficiente en el interior del motor, se logró subir en un 16% su concentración.
- El Oxígeno (O<sub>2</sub>) aumentó un 29% con el sistema a Inyección Electrónica lo que indicó que el enlace químico se ha cerrado correctamente y que la combustión se dio de manera ideal, garantizando unas emisiones más inofensivas para el medio ambiente.
- La potencia aumentó considerablemente de 24 KW a 31 KW lo que nos da una mejora de un 23% y se vio reflejado en el rendimiento del vehículo.
- El par motor también aumentó de 60.9 N.m a 82,4 N.m lo que se notó en una mejora del 26% en el desempeño del motor.

- Con la adecuación del sistema de Inyección Electrónica se logró una mejora en el arranque en frío ayudando a que llegue a su temperatura de trabajo en menor tiempo lo que se consiguió con un aporte mayor de combustible controlada por la ECU.
- Al mejorar la potencia y el par motor del vehículo se puede tener seguridad en los viajes por carretera.
- Los calibraciones y ajustes del sistema MPFI programable se los realizó con gasolina extra hasta llegar a un equilibrio en la mezcla aire/combustible, sin necesidad de usar gasolina súper ya que no se modificó las Rc (relación de compresión) del motor.
- Con el sistema a Carburador se tuvo un consumo de combustible de \$136,36 en 5000 Km, con el sistema a Inyección Electrónica se tiene un consumo de \$ 115,38 en mismo kilometraje por lo que obtuvimos un ahorro de \$20,98 que constituye un valor significativo en la economía del usuario.
- Al necesitar menos combustible para recorrer el mismo Kilometraje estamos siendo amigables con el medio ambiente al reducir la emisión de gases nocivos para la salud de los seres vivos.

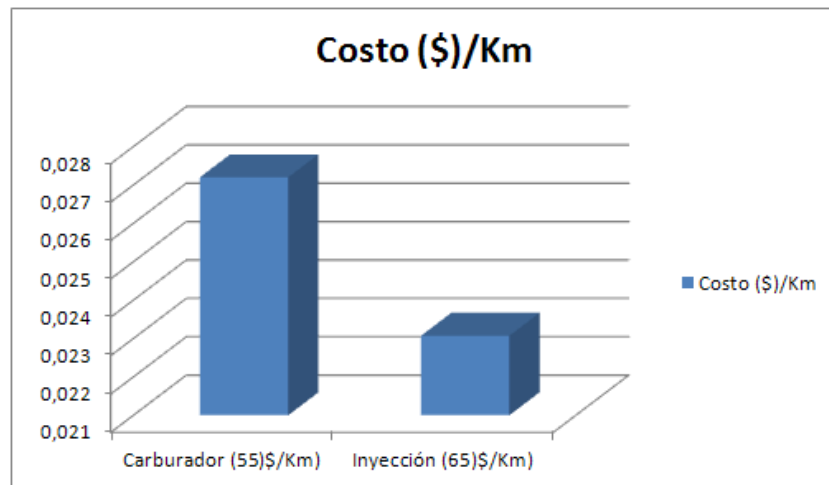


	Carburador	Inyección
Rendimiento (Km/Gl)	55	65



**Figura 5.7 Rendimiento Km/Gl**  
Fuente: Los Autores

	Carburador (55\$)/Km	Inyección (65\$)/Km
Costo (\$)/Km	0,0272	0,02307



**Figura 5.8 Costo \$/Km**  
Fuente: Los Autores

## **RECOMENDACIONES**

- Para diagnosticar las posibles fallas que puedan existir en el sistema MPFI nos ayudamos con la conexión a una computadora que tenga instalado el software de la ECU, para visualizar las mismas, interpretar y proceder a su corrección.

## **BIBLIOGRAFIA**

HALTECH ENGINE MANAGEMENT SYSTEMS, “Programación Básica en motores de alto rendimiento utilizando sistemas programables haltech”, *Manual exclusivo para proveedores de Haltech*, Australia.

NISSAN MOTOR CO LCD, “Manual de Servicio modelos serie A10 y A12 MOTORES”, *Manual para los talleres Nissan*, Tokio 1974.

PANCHI Franklin y SALAZAR Diego, *Adaptación de un Sistema de Inyección Electrónica de combustible multipunto MPFI en un vehículo Lada modelo 2104 fabricado en el año 1994*, tesis de la Facultad de Ingeniería de la Escuela Politécnica del Ejército sede Latacunga, 2007.

Manual tomado de la NISSAN el 13 de Julio del 2012

[http://e-auto.com.mx/manual\\_detalle.php?manual\\_id=214](http://e-auto.com.mx/manual_detalle.php?manual_id=214)

Filtros de Aire y características de los mismos tomado el 9 de Mayo del 2012 de

<http://www.google.com.ec/imgres?q=filtro+de+aire+del+vehiculo+carburador&um=1&hl=es&sa=N&tbo=d&biw=1280&bih=675&tbm=isch&tbnid=B6lckOoVjug-xM:&imgrefurl=http://articulo.mercadolibre.cl/MLC-405724224-filtro-de-aire-bmw-modelos-con-carburador-JM&docid=J2MV4hlw3ur0GM&imgurl=http://img2.mlstatic.com/filtro-de-aire-bmw->

[modelos-con-carburador MLC-O-33933641\\_2356.jpg&w=500&h=500&ei=nVvLUOzKPI\\_29gTAKoCwDg&zoom=1&iact=rc&dur=1&sig=105108877677278347223&page=1&tbnh=147&tbnw=147&start=0&ndsp=20&ved=1t:429,r:6,s:0,i:104&tx=115&ty=440](http://www.google.com/imgres?q=modelos-con-carburador+MLC-O-33933641+2356.jpg&w=500&h=500&ei=nVvLUOzKPI_29gTAKoCwDg&zoom=1&iact=rc&dur=1&sig=105108877677278347223&page=1&tbnh=147&tbnw=147&start=0&ndsp=20&ved=1t:429,r:6,s:0,i:104&tx=115&ty=440)

Cañerías de Combustible tomado el 14 de Mayo del 2012 de

[http://www.google.com/imgres?q=tuberias+de+combustible+gasolina&start=84&hl=es&sa=X&tbo=d&biw=1280&bih=675&tbm=isch&tbnid=eXzYCYlfhkivYM:&imgrefurl=http://www.ipartes.com/tienda/es/repuestos-ford-escape/14205-tuberia-de-gasolina.html&docid=BUJXGdsOS-zDuM&imgurl=http://www.ipartes.com/tienda/12394-thickbox/tuberia-de-gasolina.jpg&w=600&h=600&ei=u1zLUMTmB4\\_U9ASPtDYCQ&zoom=1&iact=hc&vpx=524&vpy=54&dur=1497&hovh=225&hovw=225&tx=108&ty=89&sig=105108877677278347223&page=4&tbnh=151&tbnw=150&ndsp=26&ved=1t:429,r:6,s:100,i:22](http://www.google.com/imgres?q=tuberias+de+combustible+gasolina&start=84&hl=es&sa=X&tbo=d&biw=1280&bih=675&tbm=isch&tbnid=eXzYCYlfhkivYM:&imgrefurl=http://www.ipartes.com/tienda/es/repuestos-ford-escape/14205-tuberia-de-gasolina.html&docid=BUJXGdsOS-zDuM&imgurl=http://www.ipartes.com/tienda/12394-thickbox/tuberia-de-gasolina.jpg&w=600&h=600&ei=u1zLUMTmB4_U9ASPtDYCQ&zoom=1&iact=hc&vpx=524&vpy=54&dur=1497&hovh=225&hovw=225&tx=108&ty=89&sig=105108877677278347223&page=4&tbnh=151&tbnw=150&ndsp=26&ved=1t:429,r:6,s:100,i:22)

Tipos de Filtros de Aire obtenido el 15 de Mayo del 2012 de

[http://es.wikipedia.org/wiki/Filtro\\_de\\_aire](http://es.wikipedia.org/wiki/Filtro_de_aire)

Catálogo de la Bosch obtenido el día 15 de Mayo del 2012 de

<http://www.boschecuador.com/assets/tecnova/Bombas%20de%20gasolina%20y%20prefiltros.pdf>

Sistemas de encendido tomado el 17 de Mayo del 2012 de

<http://es.scribd.com/doc/7044399/Sistemas-de-Inyeccion-y-Encendido>

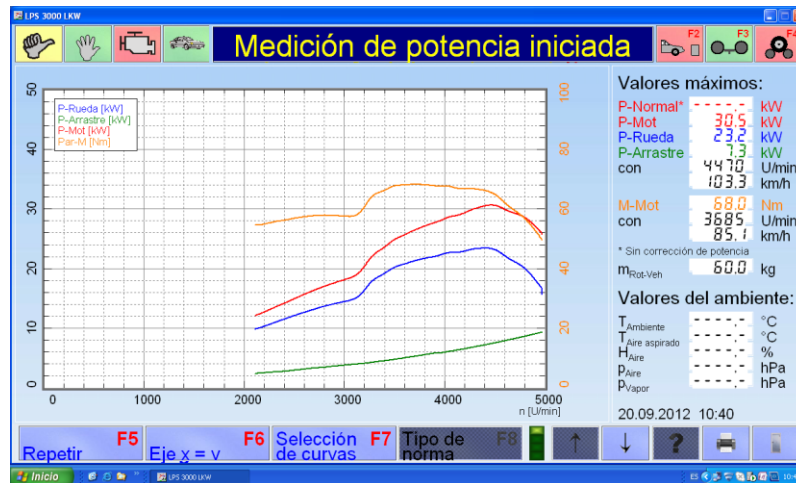
Tipos de Prefiltros obtenido el 23 de Mayo del 2012 de

<http://www.boschecuador.com/assets/tecnova/Bombas%20de%20gasolina%20y%20prefiltros.pdf>

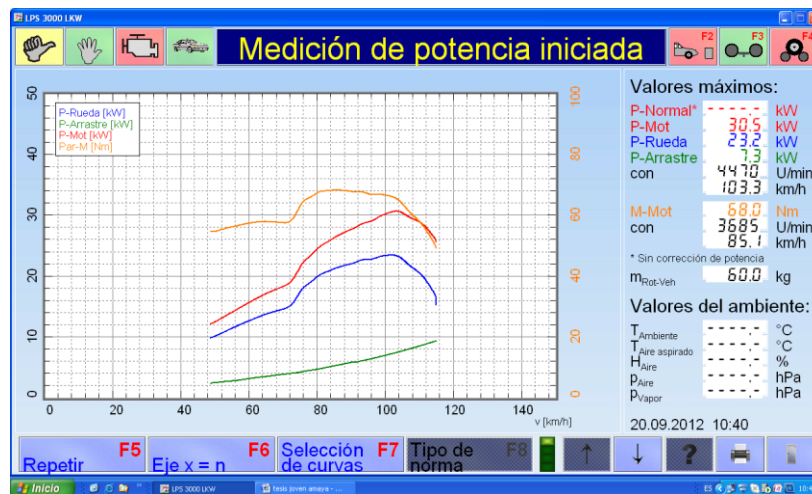
# ANEXOS

## 1. Curvas de Potencia y Par Obtenidas en el Banco Dinamométrico

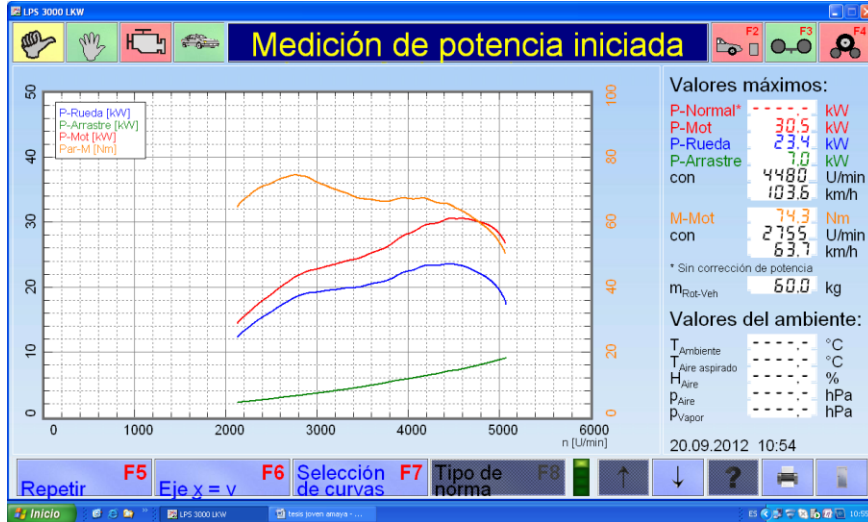
### Primera Calibración



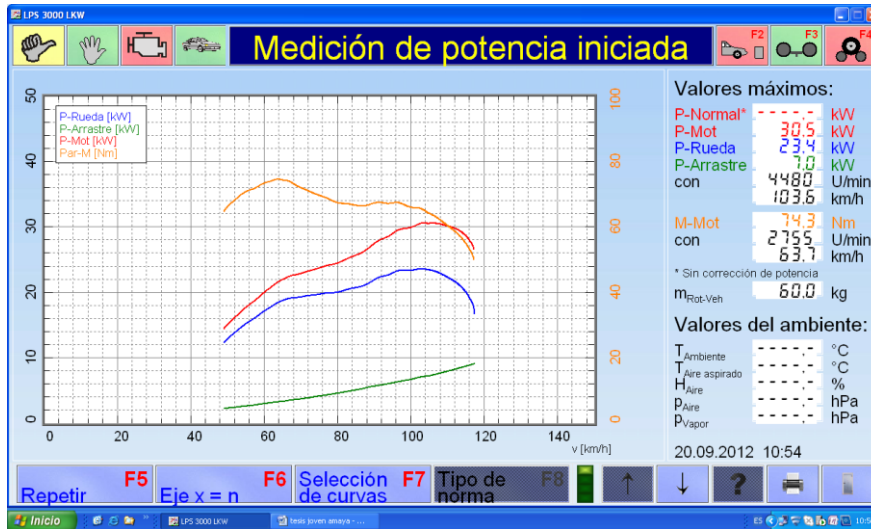
### Segunda Calibración



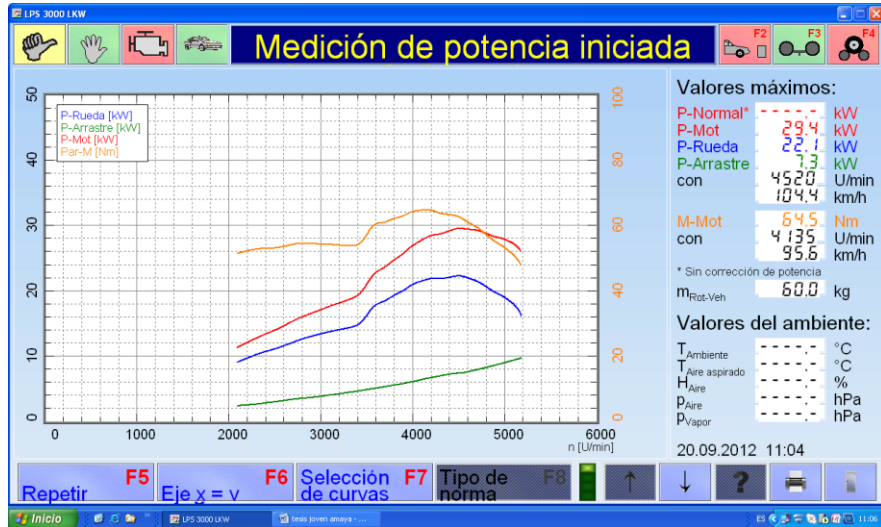
### Tercera Calibración



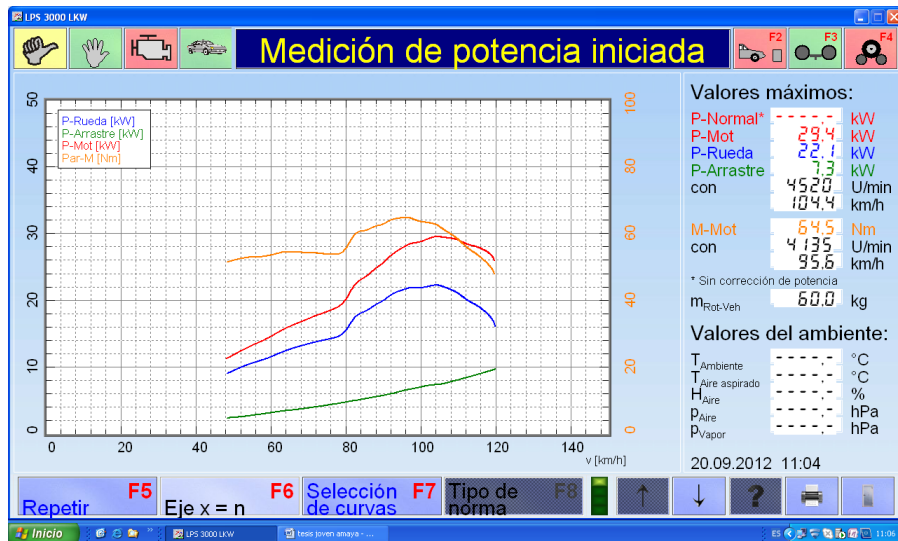
### Cuarta Calibración



## Quinta Calibración

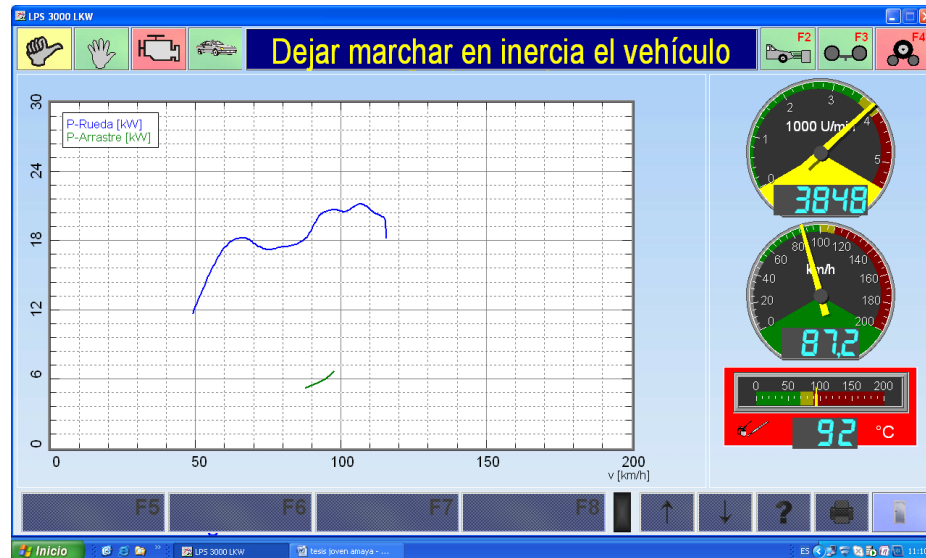


## Sexta Calibración

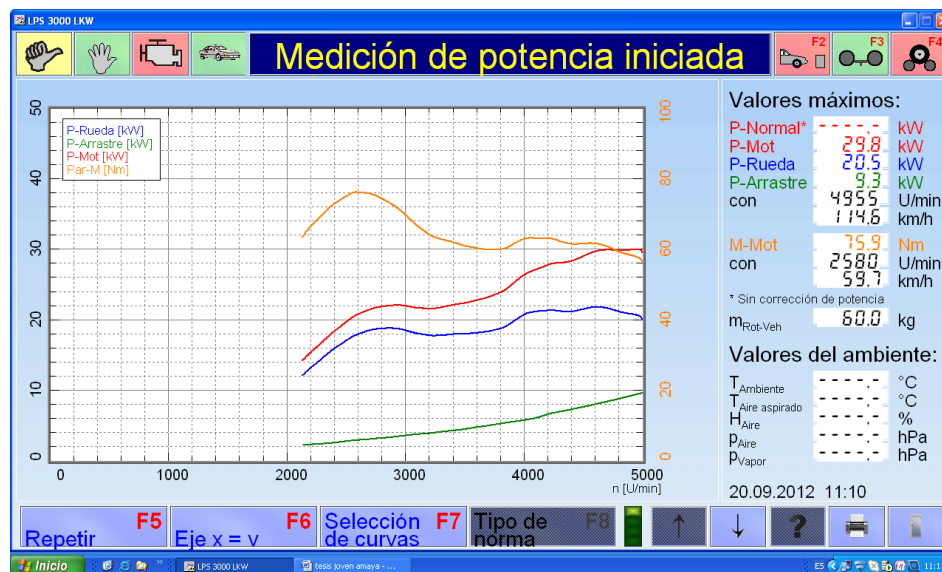




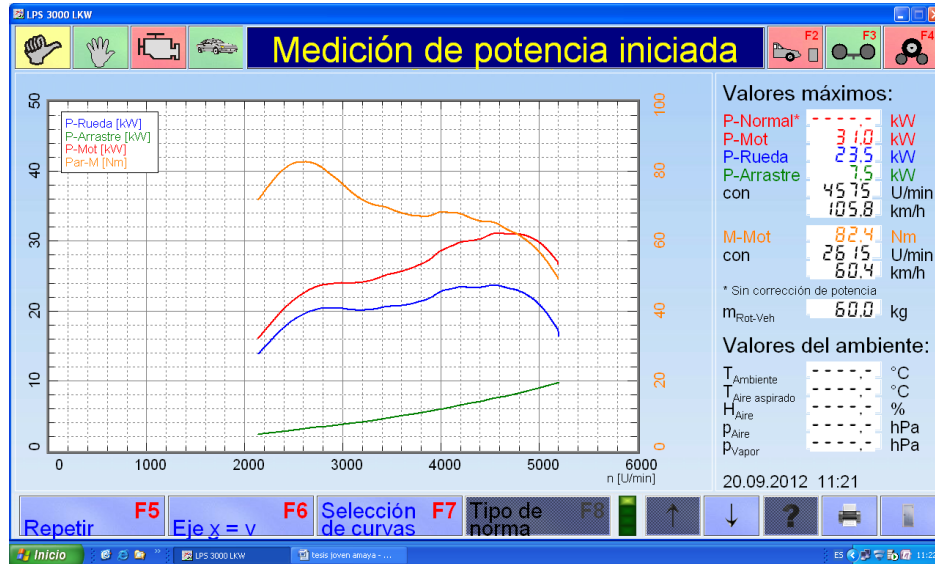
## Séptima Calibración



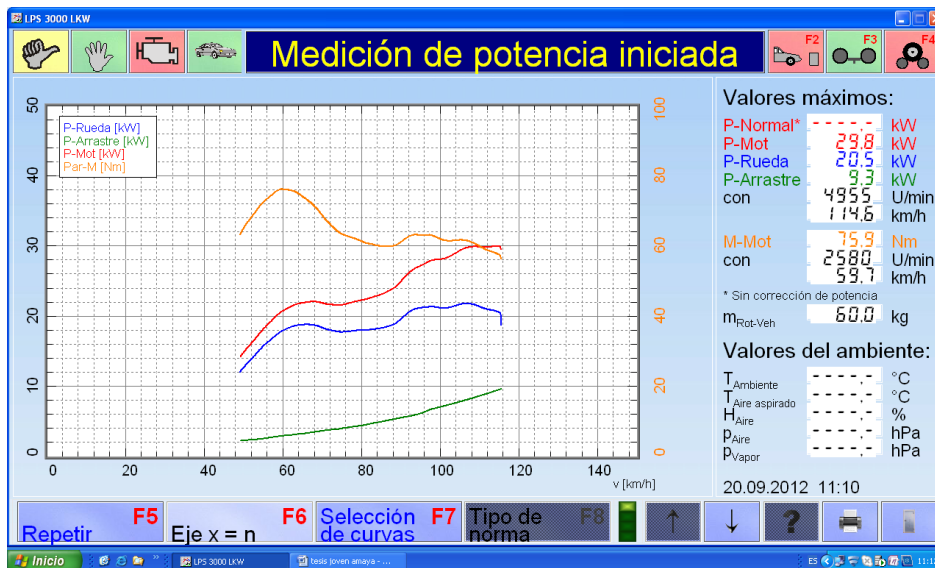
## Octava Calibración



## Novena Calibración



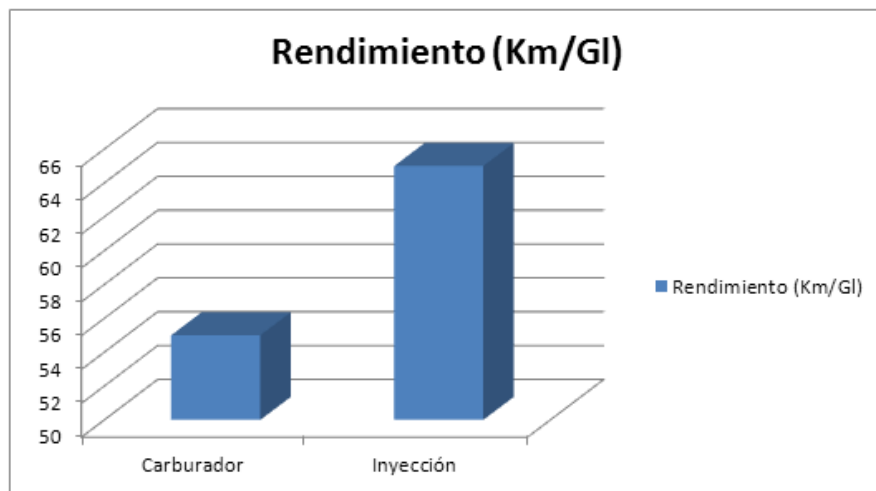
## Décima Calibración



## ANEXO 2

Gráficas de las Curvas de Rendimiento (km) y Consumo (\$) obtenidas en el vehículo.

	Carburador	Inyección
Rendimiento (Km)	55	65



	Carburador (55)Km/Gl)	Inyección (65)Km/Gl)
Costo (\$)	2,18	1,84

