



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

TEMA:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN PROGRAMABLE EN UN VEHÍCULO CHEVROLET CORSA WIND 1.4 PARA COMPETENCIAS DE RALLY”

Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero en Mantenimiento Automotriz

AUTORES:

POZO BENAVIDES MANUEL JESÚS

PUENTESTAR PALMA OSCAR GEOVANY

DIRECTOR:

ING. EDGAR MENA

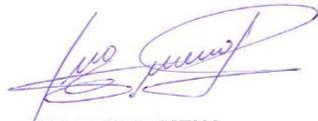
Ibarra, 2014

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Luego de haber sido designado por el honorable Consejo Directivo de la Facultad de Educación Ciencia y Tecnología de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, he aceptado con satisfacción participar como Director de la Tesis **"IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN PROGRAMABLE EN UN VEHÍCULO CHEVROLET CORSA WIND 1.4 PARA COMPETENCIAS DE RALLY"** trabajo realizado por los señores egresados: **POZO BENAVIDES MANUEL JESÚS – PUENTESTAR PALMA OSCAR GEOVANY**, Previo a la obtención del Título de Ingenieros en la especialidad Mantenimiento Automotriz.

A ser testigo presencial y corresponsable directo del desarrollo del presente trabajo de investigación, que reúne a los requisitos y méritos suficientes para ser sustentado públicamente ante el tribunal que sea designado oportunamente.

Esto es lo que puedo certificar por ser justo y legal.



ING. EDGAR MENA

DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Esta tesis en primer lugar está dedicada a Dios que me ha llenado de bendiciones y ha guiado por el camino del bien y cuidarme ante todo, a mis padres Mesías Puentestar y Elva Palma por darme fuerzas, apoyarme y por depositar toda su confianza en mí para seguir adelante impulsándome día a día a ser mejor, a mis hermanos que siempre han estado cuando más he necesitado de un mano amiga durante todo mi vida estudiantil.

Oscar Puentestar

DEDICATORIA

Dedico el fruto de mi trabajo primeramente a Dios quien fue el pilar fundamental para llegar a culminar mi carrera con éxito, ya que gracias a su bendición y protección en los momentos de obscuridad he podido salir en adelante.

En especial a mi Madre Lucita Benavides quien fue la promotora para que yo diera el primer paso hacia el éxito ya que gracias a su apoyo moral y económico pude concluir mi carrera profesional, a mi Padre Vicente Pozo por sus bendiciones y apoyo moral, a mis hermanas Carmen, Sara, Isabel, Pastora y Cristina por su apoyo incondicional y sincero, a mi hermano Patricio por su apoyo absoluto, también a mi Hermanita Andrea y mi tía Mercedes Pozo quienes partieron prematuramente de nuestro lado y sé que de cualquier parte donde se encuentren ellas me han sabido cuidar.

A mis familiares y amigos, por su paciencia y amistad absoluta.

Manuel Pozo

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a cada una de las personas que durante todo este tiempo nos han apoyado y ayudado a la realización de este proyecto de tesis hasta llegar a la culminación, al Ing. Edgar Mena que es nuestro director de tesis, al Sr Armando Palacios quien nos ayudó en la realización de la misma, al Ing. Carlos Mafla quien colaboro con sus conocimientos y sabiduría, ante todo a nuestras familias y amigos que nos apoyan incondicionalmente.

Ante todo estamos orgullosos de haber sido parte de esta casona universitaria como es la “Universidad Técnica del Norte” GRACIAS.

ÍNDICE DE CONTENIDO

TEMA:.....	i
ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR.....	ii
DEDICATORIA	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiv
Resumen	xv
Abstract.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	xvii
CAPÍTULO I.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 Planteamiento del problema.	2
1.3 Formulación del problema.....	3
1.4 Delimitación.	3
1.4.1 Delimitación espacial.	3
1.4.2 Delimitación temporal.....	3
1.5 Objetivos.	3
1.5.1 Objetivo General.	3
1.5.2 Objetivos Específicos.....	4
1.6 Justificación del problema.....	4
CAPÍTULO II.....	6
2.1 MARCO TEÓRICO.	6
2.1.1 Sistema de inyección electrónica a gasolina.....	6
2.1.2 Clasificación de los sistemas de inyección.	6
2.2.1 Según el lugar donde inyecta.....	7
2.2.1.1 Inyección indirecta.	7
2.1 Inyección Indirecta.	7
2.2.1.2 Inyección directa.	7
2.3 Según el número de inyectores.	8
2.3.1 Inyección mono punto.	8
2.3 Sistema de inyección Monopunto.	8
2.3.2 Inyección multipunto.	8
2.4 Inyección Multipunto.	9

2.4	Clasificación según su funcionamiento.	9
2.4.1	Motronic.	9
2.5	Sistema de inyección Motronic.	10
2.5	La unidad de control regula el tiempo de apertura de las válvulas inyección según los siguientes tres parámetros:	10
2.6	Información técnica del sistema de encendido de vehículo. .	11
2.6.1	Sensores.	12
2.6.1.1	Sensores externos.	12
2.6.1.2	Sensores internos.	12
2.6.2	Sensor que indica el giro del cigüeñal (CKP).	12
2.6	Sensor que indica el giro del cigüeñal (CKP).	14
2.6.3	Sensor MAP Sensor de presión absoluta en el múltiple - de admisión (MAP).	14
2.6.4	Sensor que indica la posición del pedal del acelerador (TPS). 15	
2.8	Sensor TPS.	16
2.6.5	Sensor que indica la detonación o pistoneo (KS).	16
2.9	Sensor KS.	17
2.6.6	Sensor que marca la temperatura del motor (ECT).	17
2.10	Sensor ECT.	18
2.6.7	Sensor que indica la temperatura del aire (IAT).	18
2.11	Sensor IAT.	19
2.6.8	Sensor de oxígeno (Sonda lambda) de un cable.	19
2.7	Actuadores.	21
2.7.1	Inyectores.	21
2.7.2	Válvula IAC.	22
2.7.3	Conexiones para motores pasó a paso.	22
2.7.4	Sistema de encendido estático DIS.	23
2.8	Sistema de inyección programable.	23
2.8.1	SDS.	24
2.8.2	HONDATA.	26
2.8.3	MOTEC M600.	27
2.8.4	Sistema de inyección programable HALTECH.	28
2.9	TORQUE Y POTENCIA.	30
2.9.2	POTENCIA.	31
CAPÍTULO III		34
3.1	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	34

3.1.1	Tipo De Investigación.....	34
3.1.1	Investigación bibliográfica.....	34
3.1.2	Investigación Tecnológica.....	34
3.2.-	Métodos.....	35
3.2.1	Analítico sintético.....	35
CAPITULO IV.....		36
4.1	PROPUESTA.....	36
4.1.1	Proceso de la propuesta.....	36
4.2	Proceso de selección de la ECU programable.....	36
4.2.1	Características constructivas.....	37
4.2.2	Facilidad de la programación.....	37
4.2.3	Fiabilidad.....	37
4.2.4	Facilidad de instalación.....	37
4.2.5	Conexión USB.....	38
4.2.6	Compatibilidad.....	38
4.2.7	Kit de accesorios de Haltech Sprint 500.....	38
4.3	Datos técnicos del Vehículo.....	39
4.4	Desmontaje de los componentes del vehículo corsa Wind. ...	40
4.4.1	Desmontaje del cableado y componentes.....	41
4.4.2	Desmontaje de la ECU original.....	42
4.4.3	Extracción del cableado del vehículo.....	42
4.5	Identificación de los componentes.....	43
4.6	Instalación del sistema Haltech Sprint 500.....	44
4.6.1	Descripción e interpretación del diagrama.....	45
4.6.2	Identificación de los grupos de cables.....	46
4.6.3	Proceso de instalación de la ECU programable.....	47
4.6.4	Conexión del cableado para los inyectores.....	47
4.6.5	Conexión del cableado para la bobina de encendido.....	48
4.6.6	Conexión para las señales de los indicadores de funcionamiento.....	49
4.6.7	Conexión del sensor CKP.....	50
4.6.8	Conexión para el árbol de levas.....	50
4.6.9	Conexión del TPS.....	51
4.6.10	Conexión del sensor MAP.....	51
4.6.11	Conexión para el limitador de revoluciones.....	52
4.6.12	Conexión del relay para la bomba de combustible.....	52

4.6.13	Conexión del sensor O2.....	52
4.6.14	Conexión de la señal de velocidad del vehículo.	53
4.6.15	Conexión del sensor IAT.....	53
4.6.16	Conexión del sensor de temperatura del refrigerante CTS.	54
4.6.17	Manera correcta de energizar la ECU Haltech.....	54
4.6.18	Instalación de relés.	55
4.6.18.1	Instalación.....	55
4.7	Resumen.....	57
4.8	Programación y encendido de la ECU Haltech Sprint 500.....	58
4.8.1	Menú de configuración principal.	58
4.8.1.1	Menú de sincronización.	59
4.8.1.2	Configuración de inyectores.....	61
4.8.1.3	Calibración del avance.....	62
4.8.2	Configuración avanzada.	63
4.8.2.1	Limitador de RPM.- este es utilizado para proteger al motor de - alcanzar RPM excesivas.	64
4.8.2.2	Aceleración transitoria.....	65
4.8.3	Configuración de las señales de salida.....	67
4.8.3.1	Configuración del tacómetro.	68
4.8.3.2	Configuración del ventilador.....	68
4.8.4	Configuración de señales de entrada.....	69
4.8.4.1	Limitador auxiliar de RPM.	69
4.8.4.2	Señal de velocidad.....	70
4.8.4.3	Calibración del TPS	70
4.8.4.4	Señales de entrada del sensor MAP.....	71
4.8.4.5	Señal de entrada del CTS.....	72
4.8.4.6	Señales de entrada del ATS.	73
4.8.4.7	Conexión del sensor banda ancha O2.....	74
4.8.5	Protocolo de comunicación.	75
4.9	GUIA DE PROGRAMACIÓN	76
4.9.1	Programación de mapas.....	76
4.9.2	Selección de celdas.	76
4.9.3	Des-seleccionando Celdas.	78
4.9.3.1	Modo de todos los rangos.....	78
4.9.3.3	Aumentar/disminuir valores en las celdas.....	80
4.9.3.4	Entrada directa.....	81

4.9.3.5	Cambio porcentual.....	81
4.9.3.6	Linearizado de celdas.	82
4.9.3.7	Copiar y pegar celdas.	82
4.9.3.8	Copia rápida.....	83
4.9.3.9	Agregar y borrar puntos en los ejes.	83
4.9.3.11	Configuración de ejes.	84
4.9.4	Programación de la inyección.	85
4.9.5	Mapas de inyección.	85
4.9.6	Para programar las tablas de inyección base.	86
4.9.7	Programación de baja (ralentí).....	87
4.9.8	Programación sin carga.	88
4.9.9	Aplicándole carga al motor.....	89
4.9.10	Opción de programación rápida.....	91
4.11	Programando la ignición.	94
4.11.1	Tablas de ignición.	94
4.11.2	Programando la ignición.	94
4.11.3	Programación de ralentí.....	95
4.12	PRUEBAS Y RESULTADOS	95
CAPÍTULO V.....		105
CONCLUSIONES.		105
RECOMENDACIONES.....		105
BIBLIOGRAFÍA.....		106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 2.1 Inyección Indirecta.....	7
Figura. 2.2 Inyección Directa.....	7
Figura. 2.3 Sistema de inyección Monopunto.....	8
Figura. 2.4 Inyección Multipunto.....	9
Figura. 2.5 Sistema de inyección Motronic.....	10
Figura. 2.6 Sensor que indica el giro del cigüeñal (CKP).....	14
Figura. 2.7 Sensor MAP.....	15
Figura. 2.8 Sensor TPS.....	16
Figura. 2.9 Sensor KS.....	17
Figura. 2.10 Sensor ECT.....	18
Figura. 2.11 Sensor IAT.....	19
Figura. 2.12 Sonda Lambda.....	20
Figura. 2.13 Motor pasó a paso IAC.....	22
Figura. 2.14 Sistema de encendido estático DIS.....	23
Figura. 2.15 Sistema de inyección programable SDS.....	26
Figura. 2.16 Sistema de inyección programable HONDATA.....	27
Figura. 2.17 Sistema de inyección programable MOTEC M600.....	28
Figura. 2.18 Sistema de inyección programable HALTECH.....	29
Figura. 2.19 ECU Haltech Sprint 500.....	30
Figura. 4.1 Motor Chevrolet.....	39
Figura. 4.2 Verificación de componentes.....	41
Figura. 4.3 Desmontaje del cableado y componentes.....	41
Figura. 4.4 Desmontaje de la ECU original.....	42
Figura. 4.5 Extracción del cableado del vehículo.....	43
Figura. 4.6 Guía de instalación Haltech.....	44
Figura. 4.7 Conexión del cableado para los inyectores.....	47
Figura. 4.8 Conexión del cableado para la bobina de encendido.....	48
Figura. 4.9. Tacómetro de revoluciones.....	49
Figura. 4.10 Ventilador accionado electrónicamente.....	49
Figura. 4.11 Vista del sensor CKP.....	50
Figura. 4.12 Vista del sensor TPS.....	51
Figura. 4.13 Vista del sensor MAP.....	51
Figura. 4.14 Vista del limitador de revoluciones del software Haltech. ...	52
Figura. 4.15 Vista del sensor O2 opcional.....	53
Figura. 4.16 Conexión del sensor IAT.....	53

Figura. 4.17	Conexión del sensor CTS.	54
Figura. 4.18	Instalación de relay.	55
Figura. 4.19	Instalación de relay.	57
Figura. 4.20	Menú de configuración principal.	59
Figura. 4.21	Menú de sincronización.	60
Figura. 4.22	Configuración de inyectores.	61
Figura. 4.23	Calibración del avance.	62
Figura. 4.25	Limitador de RPM.	64
Figura. 4.26	Aceleración transitoria.	65
Figura. 4.27	Corrección de inyección.	66
Figura. 4.28	Configuración de las señales de salida.	67
Figura. 4.29	Configuración del tacómetro.	68
Figura. 4.30	Configuración del ventilador.	68
Figura. 4.31	Configuración de señales de entrada.	69
Figura. 4.32	Limitador auxiliar de RPM.	69
Figura. 4.33	Señal de velocidad.	70
Figura. 4.34	Calibración del TPS.	71
Figura. 4.35	Señales de entrada del sensor MAP.	72
Figura. 4.36	Señal de entrada del CTS.	73
Figura. 4.37	Señales de entrada del ATS.	74
Figura. 4.38	Sensor O2 de cuatro cables.	75
Figura. 4.39	Protocolo de comunicación.	75
Figura. 4.40	Ventana de entrada directa.	81
Figura. 4.41	Ventana del cambio porcentual.	81
Figura. 4.42	Ventana de ejes nuevos.	83
Figura. 4.43	Ventana para borrar puntos de ejes.	84
Figura. 4.44	Configuración de los ejes.	85
Figura. 4.45	Mapa de mezcla objetivo.	92
Figura. 4.46	Prueba de emisión de gases contaminantes.	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 4.1	Kit de accesorios de Haltech Sprint 500.	38
Tabla. 4.2	Datos técnicos del vehículo.	39
Tabla. 4.3	Diagnóstico del vehículo.	40
Tabla. 4.4	Proceso de Diseño o Adaptación o Construcción.	40
Tabla. 4.5	Leyenda de colores.	45
Tabla. 4.6	Grupo de cables.	46
Tabla. 4.7	Color del cable para los inyectores.	47
Tabla. 4.8	Color del cable para la bobina de encendido.	48
Tabla. 4.9	Selección de celdas.	77
Tabla. 4.10	Tabla de selección todas las celdas.	77
Tabla. 4.11	Selección de todos rangos.	79
Tabla. 4.12	Tabla de selección de rangos.	79
Tabla. 4.13	Tabla de Celda en uso.	80
Tabla. 4.14	Linearizar.	82
Tabla. 4.15	Programación de la inyección.	89
Tabla. 4.16	Programación de la inyección a 30 Kpa y 1000 rpm.	90
Tabla. 4.17	Linearizar entre dos celdas programadas.	90
Tabla. 4.18	Opción Quicktune.	93
Tabla. 4.19	Resultados de pruebas de potencia.	99
Tabla. 4.21	Resultados de pruebas de torque.	100
Tabla. 4.23	Datos de las emisiones producidas por el vehículo Chevrolet corsa wind.	101
Tabla. 4.24	Consumo de combustible prueba 1.	102
Tabla. 4.25	Consumo de combustible prueba 2.	103
Tabla. 4.26	Diferencia de consumo de combustible.	103

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico. 2.1	Limites de operación de O ₂	20
Gráfico. 2.2	Impedancia de los inyectores.	21
Gráfico. 2.3	Curvas y características, torque y potencia.....	30
Gráfico. 4.24	Corte de inyección en desaceleración.....	63
Gráfico. 4.2	Torque y potencia datos estándar.	96
Gráfico. 4.3	Torque y potencia, 20% más de combustible.....	97
Gráfico. 4.4	Torque y potencia, 40% más de combustible.....	98
Gráfico. 4.5	Prueba de potencia.	99
Gráfico. 4.6	Prueba de torque.....	100
Gráfico. 4.7	Diferencia de consumo de combustible.....	104

RESUMEN

Debido a la necesidad de aumentar el torque y la potencia de un vehículo Chevrolet Corsa Wind 1.4 sin realizar trabajo mecánico en el motor los cuales: serian cepillado y aplanado del cabezote, rectificación del cigüeñal reemplazamiento de bielas, pistones y muchos accesorios que intervienen en la preparación, por lo tanto se realizó el estudio de sistemas de inyección programables llegando a la elección de la ECU HALTECH que supera en gran medida a las ECU convencionales ya que esta es de lazo abierto, es decir se puede realizar modificaciones en los mapas de inyección y encendido de un vehículo, además es compatible con todos los sensores y actuadores de nuestro vehículo lo que hace innecesario la realización de trabajos extras en el motor. El software de Haltech es fácil de utilizar y programar es muy didáctico y se puede controlar en cualquier PC portátil. Para realizar las configuraciones adecuadas simplemente es necesario manipular barras, gráficos e introducir datos en las pestañas que se despliegan mientras avanza calibrando la ECU, puede guardar las calibraciones realizadas en cualquier dispositivo de almacenamiento de datos electrónicos para después poderlos cargar a la ECU de acuerdo a la necesidad, el lugar y la finalidad para lo cual se realizó las calibraciones, Este tipo de ECU programable convierte a un automóvil en uno de doble propósito, los mapas pueden ser calibrados con el fin de ahorrar combustible, reducir los gases contaminantes que emiten los vehículos y ser utilizados para pasear dentro de la ciudad con un limitante de revoluciones que impide que conductores agresivos circulen a velocidades exageradas, o se puede realizar lo contrario y utilizar el vehículo para competencias de rally el cual es nuestro propósito, para esto se realizó un mapa con calibraciones diferentes al de la ECU original para comprobar el aumento tanto en potencia y de torque lo cual se comprobó en un dinamómetro obteniendo como resultado un 12,35%.

ABSTRACT

There is a need to increase the torque and power the Chevrolet Corsa Wind 1.4 without performing mechanical work on the engine. The lightening brushed and flattened cabezote replacement crankshaft (which rods, pistons and many accessories) involved in preparation, therefore the study of systems of programmable injection is performed reaching choosing the ECU HALTECH that far exceeds conventional ECU (as this is open loop and you can make changes to the maps and vehicle ignition) is also compatible with all the sensors and actuators of our vehicle making it unnecessary to have performing work on the motor. Haltech software is easy to use the program is very educational and can be controlled on any laptop PC. To perform the appropriate settings one simply needs to manipulate bar charts and enter data on the tabs are displayed calibrating the ECU, you can save the calibrations performed on any electronic device can be saved in data storage and then to downloaded to the ECU according to the need, place and purpose for which the calibrations are performed. This type of programmable ECU turns a car into dual-purpose maps can be calibrated in order to save fuel reduce polluting gases emitted by vehicles and prevent aggressive drivers from traveling at high speeds. However the vehicle is also used for rally competition including a map with ECU calibrations which are performed to check the increase in both power and torque which verified by a dynamometer which resulted in a 12.35%.

INTRODUCCIÓN

En este proyecto de tesis se emplean la mayoría de los conocimientos adquiridos durante todo el tiempo de duración de la carrera; las cuales son innovadores en el aspecto tecnológico en el área de mecánica automotriz, con la aplicación de estos conocimientos se desea implementar un sistema de inyección programable en un vehículo Chevrolet corsa Wind 1.4 cc para competencias de rally, con el fin aumentar la potencia y torque de este vehículo sin la necesidad de realizar modificaciones en el motor, lo que hace necesario retirar la ECU original que posee el vehículo debido a que esta es de lazo cerrado es decir no se puede realizar modificaciones en las calibraciones que posee este sistema, de igual forma se debe retirar el cableado, no es necesario que se retire los sensores y actuadores que posee este sistema debido a que son muy compatibles con el nuevo sistema, es necesario hacer un mantenimiento de estos y verificar su funcionamiento y volverlos a reinstalar y realizar la reconexión al nuevo sistema, característica que hace muy novedoso al sistema Haltech al ser una ECU universal que es capaz de trabajar con los mismos sensores y actuadores, solo basta instalarla, realizar las calibraciones con el sistema de inyección que gobierna en el motor y ponerla a funcionar, la instalación resulta un poco fácil gracias a la variedad de colores que posee el arnés de cables y la ayuda que se muestra en un diagrama de instalación que viene incluido en el kit de accesorios, el diagrama muestra el orden de la instalación a través de grupos y colores en los cables, por ejemplo el grupo J1 corresponde al grupo de inyectores con los siguientes colores de cables: azul corresponderá al inyector 1, azul/negro corresponderá al inyector 2, azul/café corresponderá al inyector 3, azul/rojo corresponderá al inyector 4, así de esta manera se indica todo el proceso de instalación para todo el sistema en el diagrama, las calibraciones se las realiza a través de una PC en la que se instala un software controlador del sistema ingresando los datos del motor, tipo de inyección, fuente de carga, tipo de chispa, orden de encendido, numero de cilindros y una serie de información extra

que se debe ingresar en cada pestaña que se abre en el menú de configuración principal, con todos los datos ingresados se procede a encender el motor por primera vez con el nuevo sistema, una vez realizado esto se procederá a modificar los parámetros de funcionamiento de la cartografía del tiempo inyección, la apertura del TPS dependiendo las RPM en las que esté trabajando el motor logrando así obtener el máximo rendimiento del motor, otro de los beneficios que brinda Haltech es controlar un motor sin turbo como es nuestro caso hasta incluso motores de alta gama con turbo o supercargados, este sistema moderno posee una opción en la que el usuario crea una infinidad de mapas con calibraciones diferentes que podrán ser utilizadas de acuerdo a la necesidad del conductor. Las pruebas de aumento de potencia y torque se las realizó con gran satisfacción en un dinamómetro de la Escuela Politécnica Nacional, en el CCICEV logrando cumplir uno de los objetivos específicos y con esto dar paso a las demás pruebas como son de consumo de combustible y contaminación.

CAPÍTULO I

1.1 Antecedentes.

Cuando se requiere incrementar la potencia en un vehículo hay que tomar en cuenta algunos parámetros, tanto en seguridad y confort respetando las reglas y normas que rigen en este País. Para empezar a realizar un aumento de potencia se debe escoger un motor que cumpla con un estándar de calidad como es resistencia y potencia.

En lo que se refiere a preparación del motor, hoy en día existen sistemas programables de inyección que reemplazan a los métodos rústicos y antiguos de preparación modificación que se pueden realizar en un motor, basándose únicamente en programaciones y modificaciones en el sistema de inyección con la ayuda de ECU programables, obteniendo así mejores resultados en aumento de potencia.

La ventaja que nos brinda este sistema, es la capacidad de almacenar distintos tipos de calibraciones, ya sean previamente programados de acuerdo a la necesidad del conductor y el medio geográfico en donde se encuentre y vayan a hacer utilizado, logrando así el buen funcionamiento del motor y con la seguridad que no falle.

Estos tipos de sistemas programables se han vuelto hoy en día muy novedosos y se los está utilizando mucho en el ámbito de las carreras profesionales, por los beneficios que ofrecen, el incremento de potencia de los motores con solo realizar modificaciones en los parámetros de

funcionamiento. En nuestro país este tipo de tecnología es poco usada por el costo que implica adquirirlo, es así que solo personas con interés y conocimiento de los beneficios que brindan este tipo de sistemas los adquieren.

El rally es un deporte que conlleva a buscar técnicos experimentados que puedan mejorar el rendimiento de los motores en el automovilismo por lo que los futuros profesionales automotrices de la Universidad Técnica del Norte tienen el reto de cumplir con estas necesidades que van ligadas a los autos, ya que en este deporte se pone a prueba la preparación y conocimiento en motores de alto rendimiento para lo cual se realizan las siguientes modificaciones en los puntos más importantes como es: preparación del motor, reforzar y reemplazar la suspensión, modificación de carrocería y seguridad.

1.2 Planteamiento del problema.

El objetivo de implementar un sistema de inyección programable en un motor es con la finalidad de sacarle la máxima potencia al motor sin la necesidad de realizar trabajo mecánico, ya que los motores estándar vienen diseñados para dar un cierto límite de revoluciones y potencia como factor de seguridad que impide que el motor llegue al máximo de su funcionamiento.

La preparación del motor involucra tener conocimiento de los puntos críticos en los elementos del motor a trabajar, realizando cálculos para mantenerse dentro del reglamento establecido y conocimiento del mejoramiento del llenado de los cilindros.

El manejo e implementación de un sistema electrónico programable como un marco general involucra tener conocimiento básico de sensores

automotrices, actuadores electrónicos, disponer de herramienta adecuada para mecanizar y adaptar los elementos que requiera el sistema, depender de instrumentación de diagnóstico automotriz que muestren lecturas en tiempo real, lo que se considera un problema grave, por los altos costos que estos tienen para las personas que preparan autos de competencia generándose el rechazo de esta tecnología, sin conocer el gran beneficio que ofrecen los sistemas electrónicos programables.

1.3 Formulación del problema.

¿Cómo implementar un sistema de inyección programable en el motor de un vehículo Chevrolet Corsa Wind 1.4 para competencias de rally?

1.4 Delimitación.

1.4.1 Delimitación espacial.

Este proyecto se lo realizara en los talleres de la Universidad Técnica del Norte al igual que en la Mecánica "Autoservicios Palacios" familiarizada con el tema.

1.4.2 Delimitación temporal.

Este proyecto se lo desarrollara desde mayo de 2013 a agosto de 2014.

1.5 Objetivos.

1.5.1 Objetivo General.

Implementar un Sistema de inyección programable en un vehículo Chevrolet Corsa Wind 1.4 para competencias de rally.

1.5.2 Objetivos Específicos.

- Investigación bibliográfica sobre los sistemas de inyección programable existentes en el medio.
- Elaborar una guía de programación del sistema programable Haltech.
- Realizar pruebas de torque, potencia, consumo de combustible y emisión de gases de escape.

1.6 Justificación del problema.

Los beneficiados de este proyecto de investigación serán todos los estudiantes de la carrera de Ingeniería en mantenimiento automotriz por ser un proyecto innovador. Además servirá de material didáctico, de respaldo y presentación para el club de automovilismo que hay en el área de la Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

Este sistema totalmente programable abre las puertas a la modificación y rendimiento prácticamente ilimitado y puesta a punto del vehículo.

Los sistemas programables permiten extraer todo el rendimiento del motor mediante la entrega de forma precisa de la cantidad necesaria de combustible y del encendido en el tiempo que su motor necesite para un rendimiento óptimo, en todas las condiciones.

La implementación de un sistema de inyección programable permitirá variar con facilidad los parámetros que gobiernan la inyección basándose en mapas bases que vienen previamente cargados o grabados en el software de control para empezar a cargar los parámetros adecuados de funcionamiento.

CAPÍTULO II

2.1 MARCO TEÓRICO.

2.1.1 Sistema de inyección electrónica a gasolina.

El suministro de combustible en un motor de combustión interna en los primeros automóviles era proporcionado por un conjunto de mecanismos que se denominaba carburador, este sistema era accionado mecánicamente para realizar la mezcla aire combustible. En 1981 los fabricantes de vehículos al ver algunas desventajas que ofrecía el carburador empezaron sus investigaciones para crear un avanzado sistema de entrega de combustible al motor, siendo el sistema de inyección indirecta, este sistema trabaja bajo el control mecánico y electrónico lo que lo hace más rentable ya que disminuye el consumo de combustible y a un más las emisiones contaminantes. Pero esto no quedo ahí, en los años 1995 se dio paso a la inyección directa netamente electrónica comandado por una ECU que optimiza una mezcla de combustible muy pobre la misma que reduce a un más el grado de contaminación ambiental.

2.1.2 Clasificación de los sistemas de inyección.

El sistema de inyección electrónica a gasolina se clasifica en:

1. Según el lugar donde inyecta.
2. Según el número de inyectores.

2.2.1 Según el lugar donde inyecta.

2.2.1.1 Inyección indirecta.

Este tipo de inyección es la más usada actualmente en los vehículos a gasolina, el funcionamiento se basa en realizar la mezcla aire combustible en el múltiple de admisión antes de ser ingresada al cilindro.

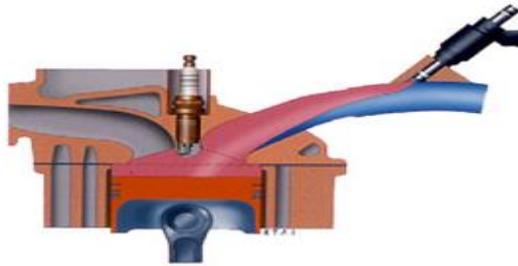


Figura. 2.1 Inyección Indirecta.

Fuente. (Richardo, Inyección Indirecta, 2013).

2.2.1.2 Inyección directa.

Este tipo de inyección se lo utiliza en los vehículos de alta gama y en motores diesel. El funcionamiento se basa en enviar el combustible desde el depósito por medio de una bomba de alta presión a un riel común, donde llega toda la presión de combustible que es de 100 bares, el cual se distribuye a cada inyector para que este luego lo ingrese directamente al cilindro para ser mezclado con el aire mediante un deflector que se encuentra en el pistón, y así obtener un mejor rendimiento en el motor.

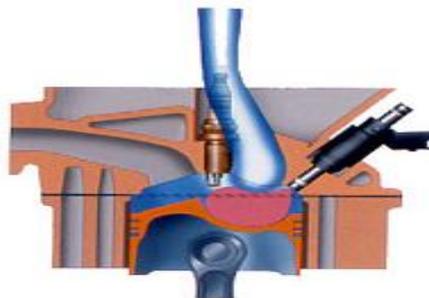


Figura.2.2 Inyección Directa.

Fuente. (Richardo, Inyección Directa, 2013).

2.3 Según el número de inyectores.

2.3.1 Inyección mono punto.

Este sistema posee un solo inyector localizado en el cuerpo de aceleración después de la mariposa de aceleración, el cual está inyectando combustible constantemente de acuerdo al funcionamiento del motor. El combustible es inyectado de forma continua en el múltiple de admisión a presión constante o variable anteriormente dosificada.

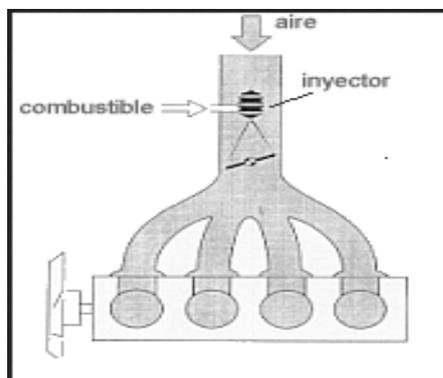


Figura. 2.3 Sistema de inyección Monopunto.

Fuente. (Romero, Sistema de inyección monopunto, 2012).

2.3.2 Inyección multipunto.

Este tipo posee un inyector por cada cilindro de los cuales se encuentre constituido el motor, puede ser de inyección directa o indirecta. El carburante es ingresado a la cámara de combustión cuando la válvula de admisión está abierta, por esta razón los inyectores funcionan sincronizada mente de acuerdo al orden de encendido que posea el motor.

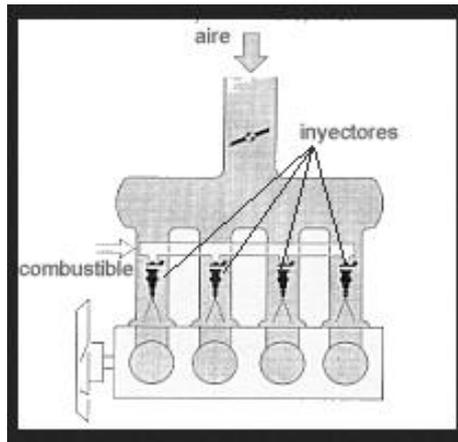


Figura. 2.4 Inyección Multipunto.

Fuente. (Romero, Inyección multipunto, 2012).

2.4 Clasificación según su funcionamiento.

2.4.1 Motronic.

Es una combinación del sistema de inyección con el del encendido, con esto se logra una entrega dosificada de combustible gracias a la gestión que realiza la ECU, considerándose así la parte más importante de este sistema ya que recibe todas las señales e información de los sensores, y se encarga de analizar estas señales y así enviarlas a los actuadores con órdenes precisas para el funcionamiento del motor.

Con este sistema se obtiene varias ventajas: consumo limitado de combustible, control de encendido, control de ralentí, aumento de potencia del motor, reducción de elementos contaminantes en los gases de escape.

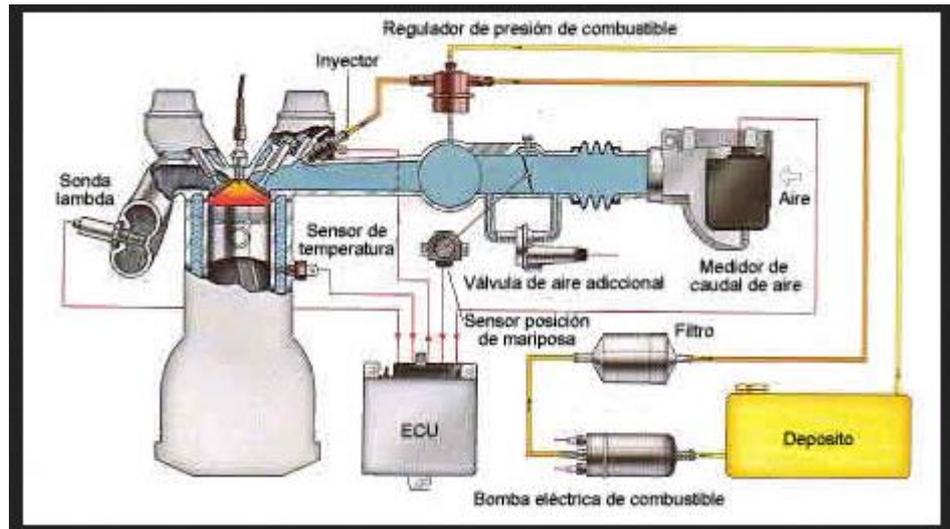


Figura. 2.5 Sistema de inyección Motronic.

Fuente. (meganeboy, 2014).

- El sistema Motronic está conformado por dos subsistemas:
- El primero controla todo el sistema de inyección de combustible.
- El segundo sistema controla el encendido del motor.
- La unidad de control recibe información de las siguientes magnitudes.

Magnitudes Básicas:

- R.P.M.
- Entrada de aire.

Magnitudes de corrección:

- Temperatura del aire.
- Posición de la mariposa de aceleración.
- Temperatura del motor.

2.5 La unidad de control regula el tiempo de apertura de las válvulas inyección según los siguientes tres parámetros:

- El número de R.P.M.
- Temperatura del motor.
- Temperatura de entrada de aire.

- Señales del sensor lambda (información de la mezcla de aire combustible).

La unidad de control regula el momento de encendido según los siguientes parámetros:

- El tiempo de carga y R.P.M.
- Señales de detonación.
- Temperatura del motor.

2.6 Información técnica del sistema de encendido de vehículo.

La unidad de control electrónica de este vehículo un sistema de control OBD II que optimiza las prestaciones y consumos a través de una respuesta en tiempo real de las distintas condiciones de funcionamiento, minimizando las emisiones contaminantes y realizando las siguientes funciones:

- Regulación de los tiempos de inyección.
- Regulación del encendido.
- Control de la presión de sobrealimentación.
- Control del arranque en frío y fase de calentamiento del motor.
- Control del enriquecimiento en fase de aceleración.
- Corte de combustible en fase de desaceleración.
- Control del ralentí.
- Limitación del régimen máximo del motor.
- Control de la combustión mediante sonda lambda.
- Reciclado de vapores de gasolina del depósito.
- Autodiagnóstico.

2.6.1 Sensores.

Un sensor es un dispositivo electrónico, eléctrico o mecánico que es capaz de convertir las magnitudes físicas como luz, magnetismo, presión, temperatura, etc., en valores medibles de dicha magnitud.

Para que la computadora pueda realizar la tarea adecuadamente se debe tener conocimientos tanto de su propio estado como del estado de su entorno.

Para nuestro caso tenemos dos tipos de sensores:

2.6.1.1 Sensores externos.

Dan información del entorno del vehículo como la velocidad, temperatura, presión, entre otras informaciones necesarias.

2.6.1.2 Sensores internos.

Integrados en la propia estructura mecánica de la ECU.

2.6.2 Sensor que indica el giro del cigüeñal (CKP).

Este sensor de tipo inductivo genera una onda alterna senoidal con una irregularidad cíclica producida por un faltante de dientes sobre una rueda fónica de excitación montada en un extremo del cigüeñal. Está constituido por una bobina sobre un núcleo de imán enfrentado a la rueda fónica.

Existen dos tipos de ruedas fónicas:

- En la mayoría de motores se tiene, 60 dientes menos 2 que sería igual a 58 dientes.
- En el caso de Ford 36 dientes menos 1 igual 35 dientes.

En el osciloscopio se puede observar el corte de la señal producido por el faltante de dientes, esto nos indica una proximidad en grados al punto muerto superior del 1 y 4 cilindro.

El sensor CKP posee dos cables de conexión correspondiente a los extremos de la bobina del sensor. Algunos CKP están constituidos por tres cables, siendo el tercero un mallado o blindaje a masa, este sirve para evitar interferencias parásitas del encendido. En la actualidad, se utiliza una señal generada por un sensor inductivo, el cual genera una señal de corriente alterna. Para ello se instala un sensor inductivo cercano a la rueda volante, la misma que tiene instalada la rueda dentada (cinta de volante) para recibir el movimiento del motor de arranque. Los dientes de la cinta pasan muy cerca del sensor inductivo y por cada diente se genera un pulso de corriente alterna, es decir que si la periferia de la cinta dentada tuviera 300 dientes, por ejemplo, en cada vuelta completa del cigüeñal se inducirían o generarían 300 pulsos en el sensor. Estos pulsos generados se envían a la computadora, la misma que traduce estos pulsos como números de vueltas del motor, siendo este sistema muy efectivo.

El único problema que se puede presentar en este caso es la presencia de desgaste en los dientes de la cinta o limallas de hierro que pueden producir un defecto o ausencia de señal.



Figura. 2.6 Sensor que indica el giro del cigüeñal (CKP).

Fuente. Autores.

2.6.3 Sensor de presión absoluta en el múltiple de admisión (MAP).

El sensor MAP provee a la unidad de control una señal correspondiente a la presión absoluta en el múltiple de admisión para calcular la carga motor. Si la presión es baja es decir mucho vacío, la carga del motor es pequeña y la ECU inyectara poco combustible.

Si en cambio la presión en el múltiple es alta (presión atmosférica o próxima a ella) la ECU interpretara que la carga al motor es grande e inyectara más combustible.

Este sensor MAP tienen 3 cables de conexión que corresponden:

- Alimentación: 5 V Masa. Señal: entre 0,6V y 4,7V.



Figura. 2.7 Sensor MAP.

Fuente. Autores.

2.6.4 Sensor que indica la posición del pedal del acelerador (TPS).

El sensor TPS informa a la unidad de control la posición de la mariposa de aceleración. Está compuesto por un potenciómetro de tres cables aunque en algunos sistemas se le agrega un cuarto cable correspondiente a un “CUT OFF” o Idle Switch.

La condición de la mariposa cerrada se suele representar por un voltaje bajo menor a 1V, mientras que la mariposa totalmente abierta se representa con un voltaje alto normalmente 4,5V, la señal del TPS es de tipo analógica y la señal del Idle Switch es de tipo todo o nada (OFF-ON). Los cables corresponden:

Alimentación: 5 V.

Masa

Señal: 0.5V a 4.5 V.



Figura. 2.8 Sensor TPS.

Fuente. Autores.

2.6.5 Sensor que indica la detonación o pistoneo (KS).

El sensor de detonación se sitúa en el bloque de cilindros del motor y se trata de un generador de voltaje. Tiene como objetivo recibir y controlar las vibraciones anormales producidas por el pistoneo, transformando estas oscilaciones en una tensión de corriente que aumenta si la detonación aumenta. Este captor informa a la ECU, cuando se produce una detonación en uno o más cilindros. Su funcionamiento se basa en el efecto piezoeléctrico que se produce en ciertos cristales, en estos al producirse una deformación mecánica generan una tensión eléctrica.

La ECU conoce en que cilindro se ha producido el encendido de la mezcla aire-combustible, por lo tanto si recibe información de que se ha generado el efecto de detonación, lo almacena en su memoria operativa (RAM) y para el próximo encendido del cilindro en cuestión, establece un atraso en el encendido de 10° hasta 15°; a partir de esto comienza lentamente a adelantar el encendido del cilindro.

Este sensor se encuentra situado de manera estratégica en el bloc de cilindros de tal modo que pueda captar las detonaciones en cualquier cilindro. La conexión eléctrica hacia la unidad de control electrónica se realiza mediante dos conductores blindados (bajo malla), uno de estos conductores toma masa en la ECU y el restante es el que conduce la señal producida por el captor.

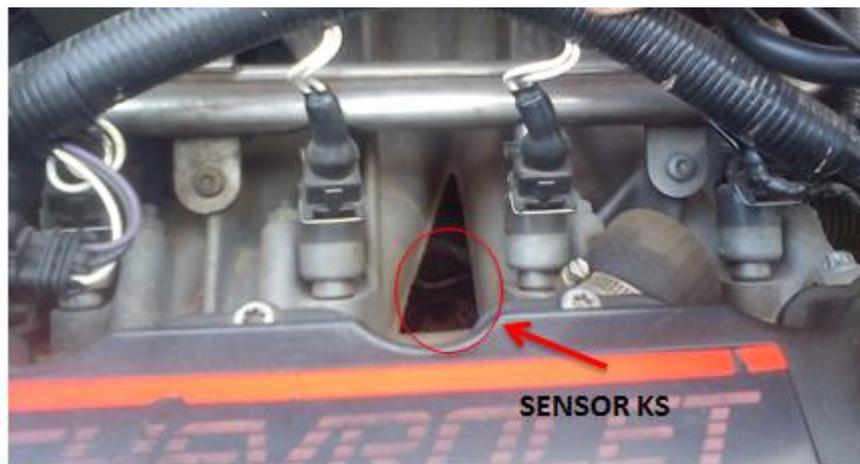


Figura. 2.9 Sensor KS.

Fuente. Autores.

2.6.6 Sensor que marca la temperatura del motor (ECT).

Este informante siempre está en contacto directo con el líquido refrigerante ya sea a la entrada o a la salida del motor, nunca puede estar ubicado en el radiador porque de taparse el termostato no va a pasar el líquido refrigerante al radiador por ende no puede medir la temperatura del motor.

Este sensor normalmente tendrá un coeficiente de temperatura negativo (NTC), lo que significa que la resistencia se reducirá a medida que aumenta la temperatura. Un sensor de coeficiente de temperatura positivo (PTC) no suele ser habitual, ya que el NTC y su resistencia reaccionarían a la temperatura de forma contraria.

Es un termistor NTC o termistor de coeficiente negativo el cual a mayor temperatura tiene menor voltaje, o puede ser un termistor PTC termistor

de coeficiente positivo el cual a mayor temperatura mayor resistencia, el termistor ya sea NTC o PTC no necesita alimentación por ende no tiene cable de alimentación, según sea su uso puede tener 1, 2, 3 cables.

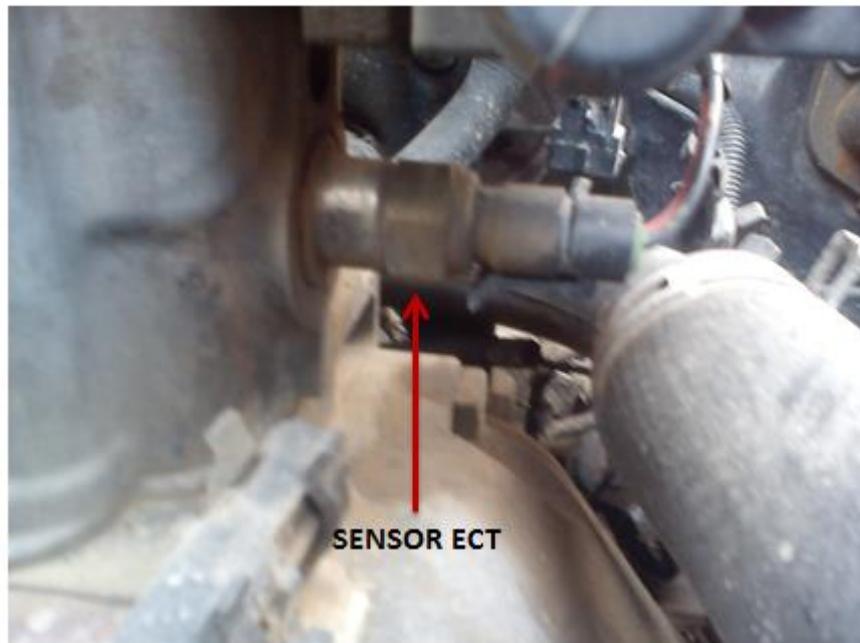


Figura. 2.10 Sensor ECT.

Fuente. Autores.

2.6.7 Sensor que indica la temperatura del aire (IAT).

Este sensor de temperatura del aire IAT por sus siglas en inglés (Intake Air Temperature) tiene como función, medir la temperatura del aire que ingresa al motor.

Se puede ajustar así la mezcla con mayor precisión, si bien este sensor es de los que tiene menor incidencia en la realización de la mezcla igualmente su mal funcionamiento acarrearía fallas en el motor. Posee una resistencia que aumenta su resistencia proporcionalmente al aumento de la temperatura del aire.

El sensor se encuentra situado en el ducto plástico de la admisión del aire, pudiéndose encontrar dentro o fuera del filtro de aire. Es importante verificar cada 30000 o 40000 km, se debe comprobar que no exista oxido en los terminales ya que los falsos contactos de este suele ser uno de los problemas más comunes en ellos.



Figura. 2.11 Sensor IAT.

Fuente. Autores.

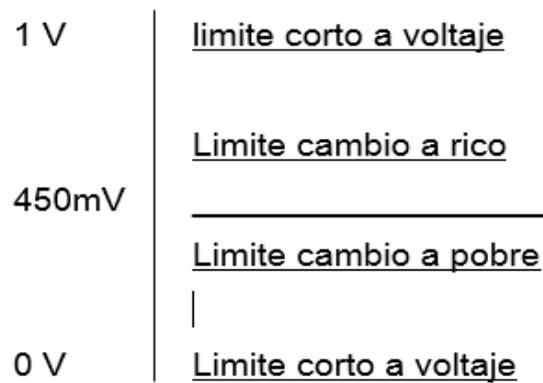
2.6.8 Sensor de oxígeno (Sonda lambda) de un cable.

Este sensor se encuentra por lo general muy cerca de la salida de los gases de escape, lo que permite que trabaje a alta temperatura, posee un solo cable por donde se envía la señal de salida a la ECU, para posterior análisis y corrección de la mezcla, la velocidad de respuesta del sensor de oxígeno es monitorear únicamente en el sensor de oxígeno anterior al catalizador y se determina por la pendiente de la curva generada por la señal del sensor la cual debe ser de 300mv/100ms o 3 v/s.

El tiempo de actividad se mide desde el instante en que se produce un arranque en frío hasta el momento en que el motor alcanza sus

condiciones normales de operación. Si el calentador ha fallado el tiempo en que el sensor generara se incrementa considerablemente. Por último la generación de voltaje del sensor anterior y posterior es establecida por los límites siguientes.

Gráfico 2.1 Límites de operación de O₂.



Fuente. Autores.



Figura. 2.12 Sonda Lambda.

Fuente. Autores.

2.7 Actuadores.

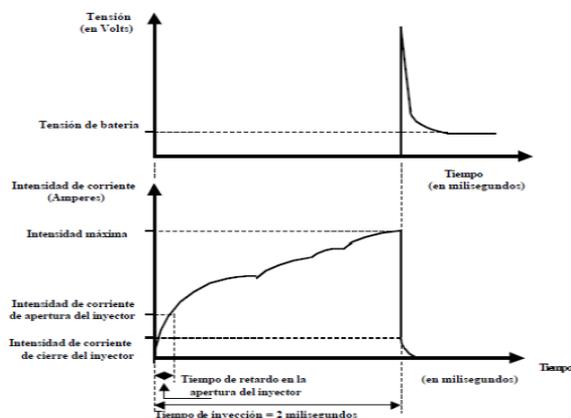
2.7.1 Inyectores.

Un inyector de nafta no es más que un electroimán desde el punto de vista eléctrico. Al hacer circular corriente eléctrica por el devanado de su bobina, esta genera un campo magnético que ejerce una determinada fuerza de atracción sobre la armadura, que en el caso de este componente constituye la aguja de obturación del paso de combustible.

La posición de la aguja de los inyectores tiene dos posiciones de activación bien definidas:

- a.- cuando la bobina no se encuentra activada, un resorte empuja la aguja sobre su asiento cerrando el paso de combustible.
- b.- cuando la bobina es activada, el electroimán que conforma el inyector atrae la aguja reteniéndola de su asiento y permitiendo así el paso de combustible. Por ser constante la presión de combustible, la cantidad de combustible inyectado depende exclusivamente del tiempo de apertura de la aguja permitiendo el paso de combustible.

Gráfico 2.2 Impedancia de los inyectores.



Fuente. Repositorio de la ESPOCH.

2.7.2 Válvula IAC.

Se sabe que un motor paso a paso son comandados por un circuito electrónico perteneciente a la computadora y su accionamiento es producido por pulsos positivos de forma rectangular que son aplicados a sus bobinas en una secuencia determinada, para que su vástago se extienda y en una secuencia inversa se retraiga.

Evidentemente sería muy laborioso e imperfecto tratar de comprobar su funcionamiento intentando emular cualquiera de esas secuencias manualmente.

2.7.3 Conexiones para motores pasó a paso.

En el pin del extremo izquierdo del conector y en el de alado se conectan los cables verdes y en los 2 pines siguientes se conectan los cables azules.

DATO: la resistencia de cada bobina 50-55 ohm.



Figura. 2.13 Motor pasó a paso IAC.

Fuente. Autores.

2.7.4 Sistema de encendido estático DIS.

DIS (Direct Ignition System) o llamado también, sistema de encendido sin distribuidor, permitiendo eliminar los elementos mecánicos que siempre estaban propensos a sufrir desgastes, además se pudo conseguir un gran control al momento de generar el chispazo reduciendo el porcentaje de fallas de encendido ya que dispone de una bobina independiente para cada cilindro.



Figura. 2.14 Sistema de encendido estático DIS.

Fuente. Autores.

2.8 Sistema de inyección programable.

(GONZALO, 2012) Un sistema de inyección programable es un controlador de inyección de combustible, esta puede controlar la forma en que los inyectores de un motor distribuyen el combustible y el avance de encendido para mejorar el rendimiento del motor. Estas computadoras son totalmente programables, la misma que posee una conexión serie- USB para poder configurarla con una PC portátil. Por lo que se han convertido en sistemas

independientes que no necesitan o dependen de la computadora actual del vehículo para funcionar.

Las ECU programables o sistemas de inyección programables al momento de adquirirlas poseen mapas con calibraciones básicas que permitirán establecer el encendido del motor.

Ventajas.

- Se obtiene un control preciso del punto de encendido.
- Se puede rastrear el punto de encendido, siempre logrando la máxima potencia.
- Se puede registrar el funcionamiento del motor en tiempo real ya que se puede conectar a una laptop mientras el vehículo está en funcionamiento.
- La ECU controla simultáneamente mapas de encendido e inyección que permiten mejorar la combustión del motor, logrando una alta eficiencia térmica.

En el mundo de las carreras automovilísticas los sistemas de inyección programables han ido evolucionando impresionantemente, en la actualidad existe gran variedad de sistemas, a continuación vamos a detallar los más comunes en nuestro medio.

2.8.1 SDS.

El sistema SDS es fácil de instalar y programar que cualquier otra unidad en el mercado. Todos los sistemas vienen con un plug-in,

cableado principal y arnés de inyectores para que no tenga que improvisar, además otras partes individuales.

Es un sistema capaz de controlar tanto la inyección y encendido en tiempo real, mejorado y optimizando el rendimiento del motor gracias a un cómodo y práctico programador LCD (pantalla de cristal líquido).

Este sistema incluye:

- ECU
- Pantalla programador LCD.
- Sensor de temperatura del aire.
- Sensor de temperatura de agua.
- Sensor de tipo Hall
- Módulo de encendido
- Bobinas
- Indicador de mezcla
- Cableado principal.

NOTA:

- SDS no está diseñado para su uso en motores con puertos de admisión en sistemas de TBI (menos de 1 inyector por cilindro).
- SDS no necesita un ordenador portátil o PC para la programación.
- SDS es utilizado en motores Mustang del 86-95 y Ford ya que era una alternativa mucho más potente para las conversiones de masa de aire.

(WMS, 2011) (SDS, sdsifi.com, 2009)



Figura. 2.15 Sistema de inyección programable SDS.

Fuente. (Jhon, 2012).

2.8.2 HONDATA.

El sistema HONDATA está diseñado para motores de vehículos Honda, este tipo de sistema de inyección viene hacer como un complemento de las ECU normal que poseen estos vehículos pero solo para modelos antes del 2006.

Características:

- Encaja dentro de la ECU. Sin necesidad de cableado externo.
- Limitador de velocidad
- Combustible sintonizable y mesas de ignición.
- Tablas de combustible y de ignición ampliadas para impulso.
- Tablas de combustible y de ignición rpm.
- Control de VTEC (no ajustables por el usuario).

- Limitador de revoluciones (no ajustables por el usuario).
- Control de nitroso. (Torrance, 2011)



Figura. 2.16 Sistema de inyección programable HONDATA.

Fuente. (LR, 2012).

2.8.3 MOTEC M600.

Este tipo de computadora programable es ideal para motores de 6 cilindros y con motores rotativos de triple rotor, control de distribución variable y acelerador electrónico.

Características:

Compatibilidad con sensores de sincronismo y referencia de autos de calle.

6 entradas de temperatura

8 entradas de voltaje

Control de inyectores Alta/Baja (2 inyectores por Cilindro).

4 entradas digitales (velocidad, funciones especiales).

6 drivers de inyectores.

6 drivers de ignición.

2 entradas de Sonda Lambda.

8 salidas auxiliares.

Control de carburación por lazo cerrado. (MOTEC, 2010).



Figura. 2.17 Sistema de inyección programable MOTEC M600.

Fuente. (Motec, 2010).

2.8.4 Sistema de inyección programable HALTECH.

Es una computadora programable en tiempo real de inyección de combustible y sistema de encendido, diseñado para controlar la mayoría de los motores de encendido, ya sea de 1, 3, 4, 6, 8, o 12 cilindros, 1-2 rotores, de aspiración natural, sobrealimentados o turboalimentados.

El sistema Haltech optimiza el rendimiento, aumento de torque y potencia del motor a través de las siguientes capacidades:

- Control de encendido estático.
- Control de combustible.

- Control de velocidad.

El sistema patentado HALTECH prácticamente elimina la entrada de números. Nosotros simplemente manipulamos gráficos de barras, presionando las flechas del PC (computadora personal) corriendo automáticamente la programación del software.

Al manipular las barras le permite aumentar o disminuir la capacidad de combustible entregado o avance de encendido en puntos de carga y RPM. El proceso se repite para todos los puntos de cargas en cada rango de rpm.

ACCESORIOS:

- ECU ordenador programable.
- Cable programador USB.
- Arnés de cables.
- Manual de instalación.
- CD de instalación del software para programación. (haltech, 2012)



Figura. 2.18 Sistema de inyección programable HALTECH.

Fuente. (HALTECH, 2012).

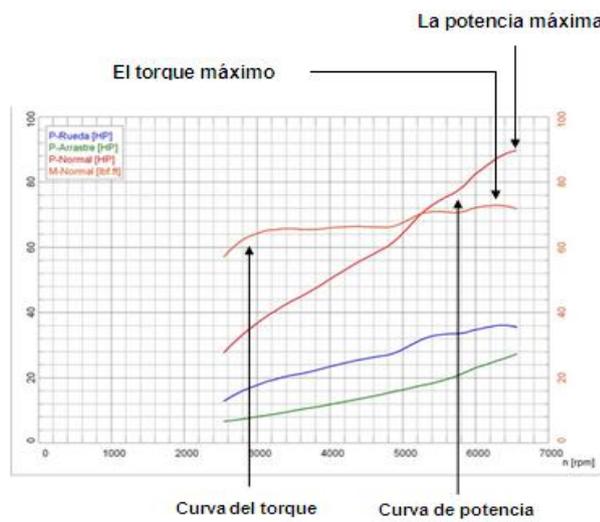


Figura. 2.19 ECU Haltech Sprint 500.

Fuente. Autores.

2.9 TORQUE Y POTENCIA

Gráfico.2.3 Curvas y características, torque y potencia.



Fuente. Dinamómetro MAHA LPS 3000 LKW.

2.9.1 TORQUE

Es la fuerza de giro que entrega el motor a través del cigüeñal, con la que el motor vence el punto de inercia al que se encuentra sometido el vehículo y se mide en Newton por metro (Nm).

El torque máximo.- llega a su límite cuando llega a un régimen en donde ya no tiene mucho tiempo para aspirar aire.

Curva del torque.- esta varia con el régimen del motor, ya que no en todo régimen del motor la cámara se llena.

2.9.2 POTENCIA

La potencia indica la rapidez con que puede trabajar el motor y esta se la obtiene en marcha directa y se expresa habitualmente en Kilovatios (Kw).

La potencia máxima.-se da cuando el régimen del motor no puede compensar la pérdida de torque.

Curva de potencia.- la potencia es el producto de régimen y torque, así que si el torque disminuye el régimen o velocidad lo compensa.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ECU.- Unidad de control electrónica de un vehículo.

Deflector.- Ranura diseñada en la cabeza del pistón para cambiar la dirección del fluido o del aire logrando así una buena mezcla de aire y combustible.

Sincronización.- Hacer coincidir en el tiempo dos o más movimientos o fenómenos producidos en un motor.

Sensor.- Dispositivo que detecta variaciones en una magnitud física y luego las convierte en señales útiles para un sistema de control.

Actuador.- Dispositivo que efectúa las señales del sistema de control.

OBD II.- Es un sistema de diagnóstico de motor y otros dispositivos a bordo de un vehículo.

Autodiagnosis.- Diagnóstico automático que se produce desde la ECU.

Cíclica.- Serie de fases en las que se produce un fenómeno ej. Ciclo Otto

Termistor.- Es un sensor resistivo que se basa en la resistividad que presenta un semiconductor con la temperatura.

Catalizador.- Dispositivo que ayuda a limpiar los gases de escape mediante catálisis.

TBI.- Inyección electrónica con un solo inyector en la garganta del múltiple de admisión.

MPFI.- Sistema de inyección electrónica con un inyector por cada cilindro que esté compuesto el motor.

Régimen.- es la velocidad a la que gira el motor y este cambia de acuerdo al cambio de marcha tanto en aceleración o desaceleración.

Impedancia.- Es la oposición al paso de la corriente alterna. A diferencia de la resistencia, la impedancia incluye los efectos de acumulación y eliminación de carga e/o inducción magnética. Baja Impedancia: de 1.7 a 3 ohm y alta Impedancia: de 10 a 16 ohm.

Latencia.- es un retardo en un proceso.

CAPÍTULO III

3.1 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo De Investigación.

Es una investigación de tipo bibliográfica y tecnológica.

3.1.1 Investigación bibliográfica.

Este tipo de investigación se denomina bibliográfica debido a que se utilizara fuentes bibliográficas para la recolección de información que nos ayudaran a entender las etapas y pasos de instalación y programación de Ecu programables en un motor, para evitar dañar en sus componentes.

3.1.2 Investigación Tecnológica.

Esta investigación se denomina tecnológica debido a que se realizará pruebas en el estado actual del vehículo (estándar) para encontrar una base a la investigación y así empezar a realizar las modificaciones pertinentes, en primera instancia se efectuaran pruebas de torque y potencia en un dinamómetro, de esta forma se obtendrá datos reales de la eficiencia del motor las cuales nos será de gran ayuda para cumplir con el objetivo.

3.2.- Métodos.

3.2.1 Analítico sintético.

En este trabajo se realizará la recolección de información que se encuentra en los manuales y catálogos de ECU programables para vehículos de competencia, libros correspondientes a mecánica y electricidad automotriz, al igual que en el internet y revistas asociadas con este tema, esta información ayudara a entender los beneficios que brinda las computadoras programables en la preparación de motores para competencia de rally.

CAPITULO IV

4.1 PROPUESTA.

4.1.1 Proceso de la propuesta.

- Adquirir el sistema de inyección programable Haltech Sprint 500.
- Adquirir un motor que sea compatible con el sistema Haltech (en este caso un motor Chevrolet corsa Wind 1.4 cc a inyección electrónica modelo 2001).
- Realizar el desmontaje del cableado y la ECU original que controla el motor.
- Identificación de los componentes.
- Instalación del cableado y la ECU programable.
- Programación y encendido de la ECU programable Sprint 500.
- Prueba del aumento de potencia en un dinamómetro.

4.2 Proceso de selección de la ECU programable.

Mediante una amplia investigación realizada en el capítulo anterior a cerca de los principales sistemas programables de inyección que existen en nuestro medio y los más utilizados, hemos llegado a la conclusión de optar por el sistema de inyección programable marca **HALTECH**, por ser uno de los sistemas más actuales y más utilizado en el ámbito de las carreras, los beneficios y prestaciones que nos brinda este sistema son múltiples.

4.2.1 Características constructivas.

Los accesorios principales de la Haltech son: sensores, arnés de cables, CD con software de programación, cable USB y ECU; los mismos que están contruidos con materiales resistentes a las vibraciones para evitar daños en los mismos.

4.2.2 Facilidad de la programación.

El sistema HALTECH utiliza un software que se instala en una computadora portátil. El mismo que nos permite ingresar datos y permite una programación fácil y rápida comprendiendo de manera sencilla la estructura de la programación.

4.2.3 Fiabilidad.

El sistema HALTECH es utilizado por grandes profesionales en las competencias automovilísticas como: El rally Dakar, F1, entre otras. Ya que este sistema nos garantiza un excelente funcionamiento en los regímenes del motor, consiguiendo un aumento de potencia de forma electrónica y sin estropear físicamente el motor.

4.2.4 Facilidad de instalación.

La variedad de colores que posee el mazo de cables que viene junto con la ECU programable, nos fue de gran ayuda para realizar la instalación en el motor del vehículo.

4.2.5 Conexión USB.

Posee una conexión serie-USB que permite observar el funcionamiento real del motor a través de una PC portátil, y realizar las calibraciones pertinentes en el software.

4.2.6 Compatibilidad.

Este sistema moderno y actualizado está diseñado para trabajar con los mismos sensores y actuadores del vehículo evitándonos la molestia de reemplazarlos y hacer modificaciones en el vehículo.

4.2.7 Kit de accesorios de Haltech Sprint 500.

Tabla. 4.1 Kit de accesorios de Haltech Sprint 500.

CD	Contiene el software del sistema de inyección programable.
Guía del sistema	Contiene información de uso y aplicación del sistema programable.
Cable USB	Permite la transferencia de datos entre la ECU programable y la PC.
ECU programable Haltech Sprint 500	Peso 195g (0.43lb) Dimensiones: Largo 134mm (154mm incluido el neplo del MAP interno) Ancho 64mm Espesor 28mm
Cableado	Peso 1020g (2.25lb) Longitud 2600mm

Fuente. Autores.

4.3 Datos técnicos del Vehículo.

Tabla. 4.2 Datos técnicos del vehículo.

Datos del motor	CHEVOLET CORSA WIND 1.4
Número de cilindros	4
Distribución	OHC
Cilindrada	1389cc
Relación de compresión	1: 10,5
Octanaje	95
Potencia	79.3 HP
Torque	100.6Nm a 6000 rpm
Velocidad máxima	132 km/h

Fuente. Autores.



Figura. 4.1 Motor Chevrolet.

Fuente. Autores.

Tabla 4.3 Diagnóstico del vehículo.

Máquina	Sistema/Parte	Estado	Medidas/características
Chevrolet Corsa Wind.	Motor	Bueno	Cilindraje 1.389 cc
	Combustible		Gasolina
	Distribución	Bueno	OHC
	Potencia		79.3 Hp
	Tipo de encendido		DIS

Fuente. Autores.

4.4 Desmontaje de los componentes del vehículo corsa Wind.

Verificamos los componentes como están constituidos y ubicados en el motor para proceder al desmontaje como indica en la figura. 4.2.

Tabla 4.4 Proceso de Diseño o Adaptación o Construcción.

Nº	Pieza/parte/sistema	Trabajo realizado	diagrama	Medidas/características
1	ECU GM	Cambio	Lazo cerrado	No programable
2	Cableado	Cambio		
3	Sensores	limpieza		
4	ECU Haltech	Instalación	Lazo abierto	Programable
5	Cableado Haltech	instalación		
6	Sensores	reinstalación		

Fuente. Autores



Figura 4.2 Verificación de componentes.

Fuente. Autores.

4.4.1 Desmontaje del cableado y componentes.

Cuando desconectamos el cableado original lo hicimos con mucho cuidado como indica en la figura. 4.3, tratando de no dañar las entradas hembras de los sensores y actuadores ya que utilizamos los mismos para esta nueva instalación de la Haltech programable.



Figura. 4.3 Desmontaje del cableado y componentes.

Fuente. Autores.

4.4.2 Desmontaje de la ECU original.

Para retirar la ECU original que viene de fábrica en el vehículo como indica en la figura. 4.4, se retiró la tapa metálica que viene cubriéndola como medida de seguridad tanto de robo, polvo, humedad, vibraciones y otros factores que pueden llegar a dañarla, ha esta la podemos encontrar en la parte inferior derecha del vehículo.

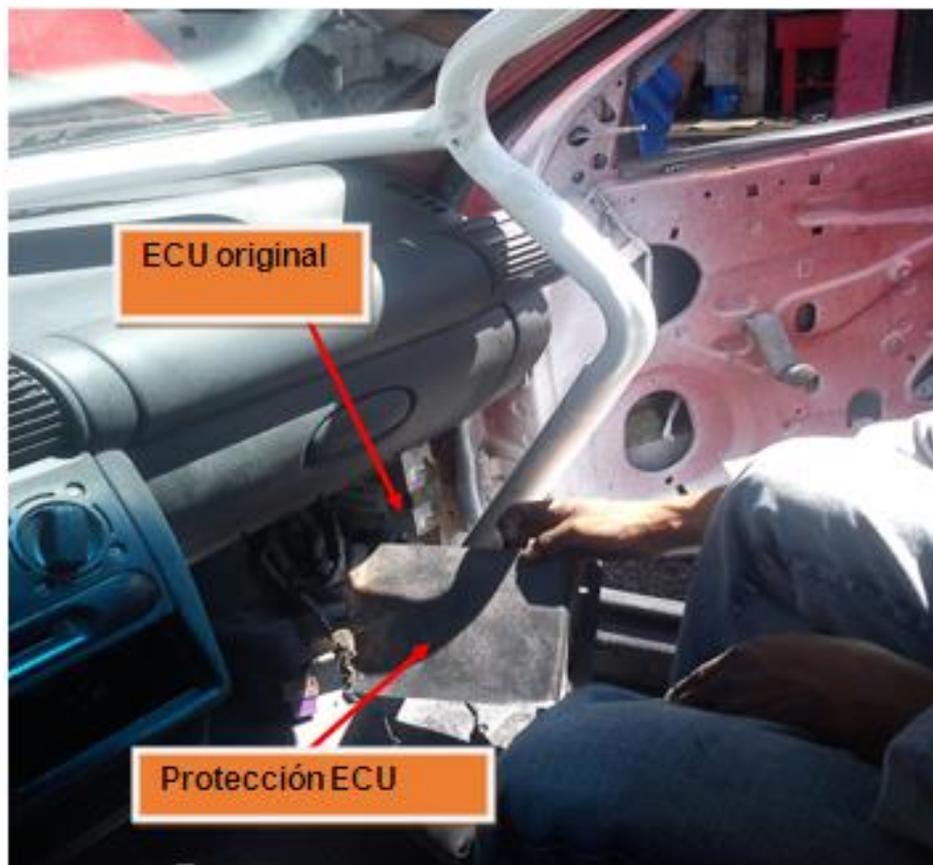


Figura. 4.4 Desmontaje de la ECU original.

Fuente. Autores.

4.4.3 Extracción del cableado del vehículo.

Se retiró el cableado original del vehículo para instalar el nuevo cableado como indica en la figura. 4.5, se instaló por el mismo lugar de donde se encontraba el cableado original que poseía este vehículo, para

instalar la ECU programable en la guantera del vehículo obteniendo la ventaja y la facilidad de que el copiloto pueda programar el vehículo estando en funcionamiento.



Figura. 4.5 Extracción del cableado del vehículo.

Fuente. Autores.

4.5 Identificación de los componentes.

De acuerdo con lo expuesto en el capítulo dos determinamos que la mayoría de sensores y actuadores son compatibles con el nuevo sistema de inyección programable.

4.6 Instalación del sistema Haltech Sprint 500.

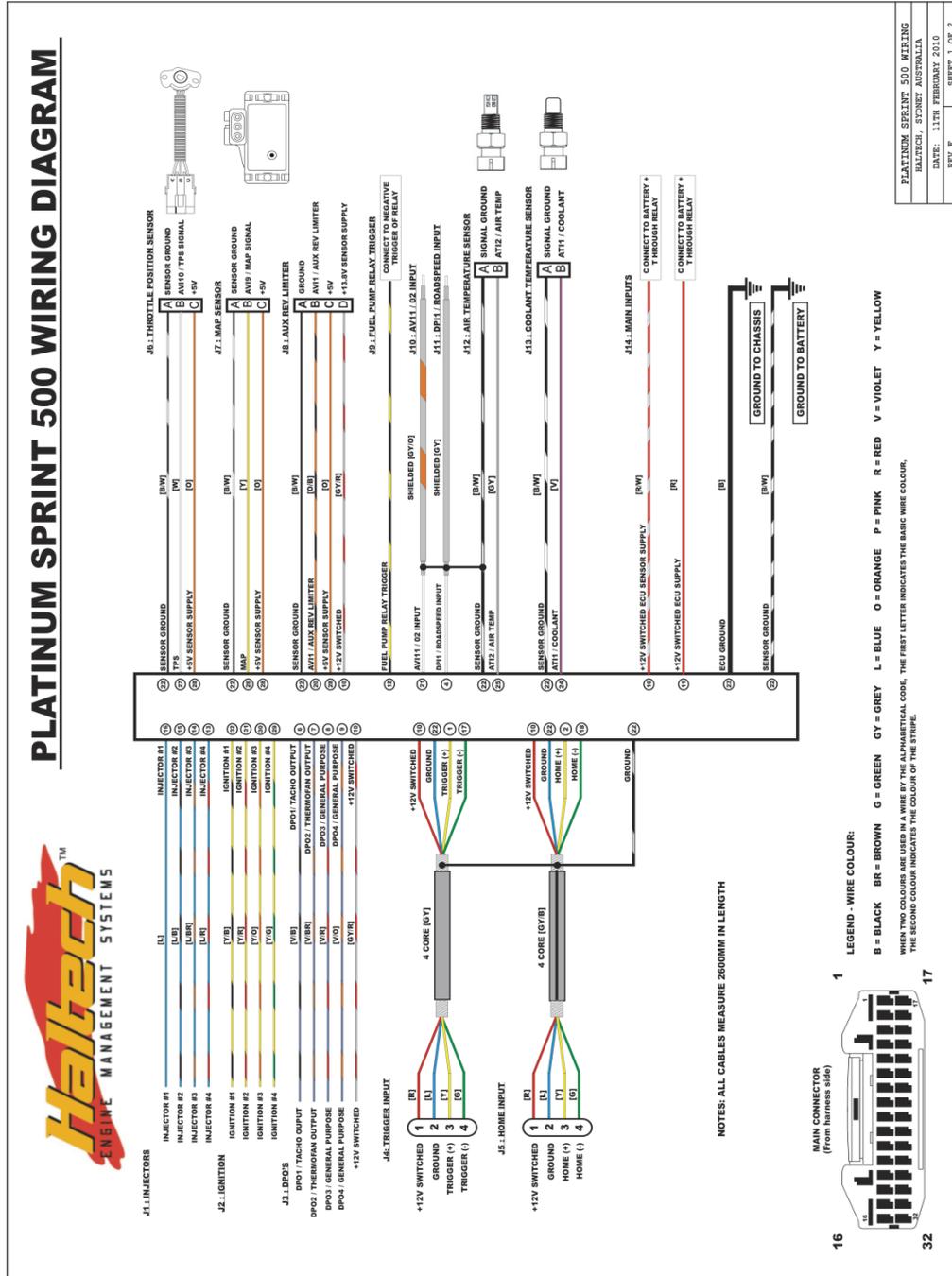


Figura 4.6 Guía de instalación Haltech.

Fuente. Haltech.

4.6.1 Descripción e interpretación del diagrama.

Tabla. 4.5 Leyenda de colores.

Símbolo	Ingles	Español
B	Black	Negro
BR	Brown	Café
G	Green	Verde
GY	Grey	Gris
L	Blue	Azul
O	Orange	Naranja
P	Pink	Rosa
R	Red	Rojo
V	Violet	Violeta
Y	Yellow	Amarillo
W	White	Blanco

Fuente. Autores.

4.6.2 Identificación de los grupos de cables.

Tabla. 4.6 Grupo de cables.

GRUPO	CONEXIÓN
J1	Inyectores
J2	Bobinas de encendido
J3	Indicadores de señales de funcionamiento
J4	Plug de entrada
J5	Plug de salida
J6	Conexión del sensor TPS
J7	Conexión del sensor MAP
J8	Auxiliar de limitador de revoluciones
J9	Relé de la bomba de combustible
J10	Entrada de información de revoluciones del motor
J11	Entrada de información de velocidad del vehículo
J12	Entrada del sensor IAT
J13	Entrada del sensor ECT
J14	Entradas principales: <ul style="list-style-type: none">• Conexión directa a la batería por medio de un relé• Conexión de Switch que energiza la ECU• Masa al chasis• Masa de batería

Fuente: Autores.

4.6.3 Proceso de instalación de la ECU programable.

Se verifico los diferentes colores de cables como indica en la tabla 4.7, misma que ayudan a realizar una correcta instalación tanto de sensores, actuadores y alimentación de la ECU, ya que de esta instalación dependerá que el sistema funcione correctamente y no ocasione fallas en el futuro.

4.6.4 Conexión del cableado para los inyectores.

Con el orden adecuado del cableado empezamos a realizar la instalación de los inyectores como indica en la tabla y figura 4.7.

Tabla. 4.7 Color del cable para los inyectores.

Color	Número de inyector
Azul	Inyector # 1
Azul y negro	Inyector # 2
Azul y café	Inyector # 3
Azul y rojo	Inyector # 4

Fuente. Autores.

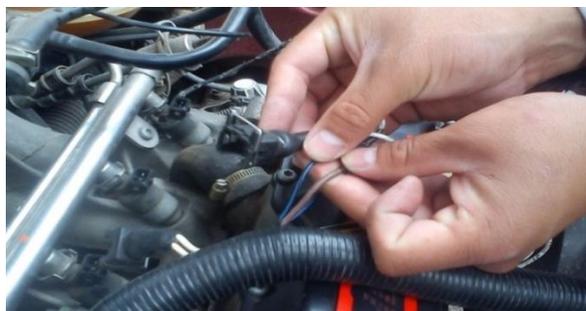


Figura 4.7 Conexión del cableado para los inyectores.

Fuente. Autores.

4.6.5 Conexión del cableado para la bobina de encendido.

Este es el orden adecuado para instalar las bobinas de encendido como indica en la tabla y figura 4.8.

Tabla. 4.8 Color del cable para la bobina de encendido.

Color	Número de bobina
Amarillo y negro	Conector # 1 de la bobina encendido
Amarillo y rojo	Conector # 2 de la bobina encendido
Amarillo y naranja	Conector # 3 de la bobina encendido
Amarillo y verde	Conector # 4 de la bobina encendido

Fuente. Autores.

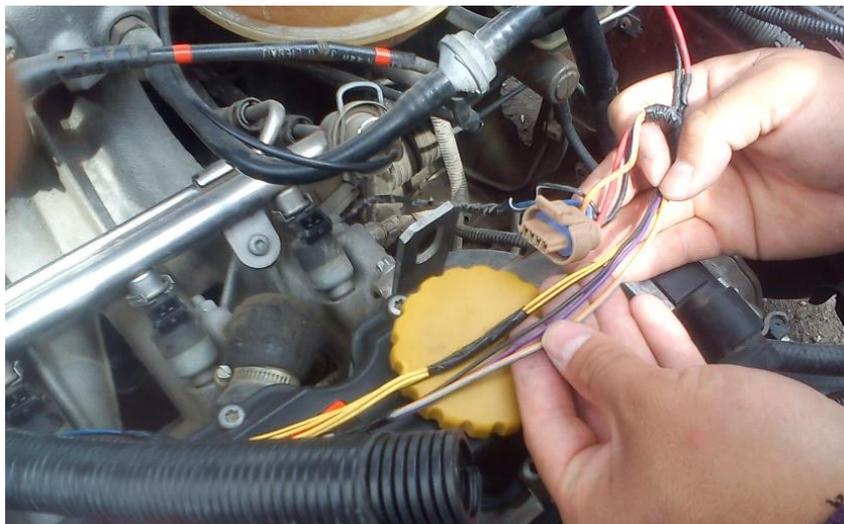


Figura 4.8 Conexión del cableado para la bobina de encendido.

Fuente. Autores.

4.6.6 Conexión para las señales de los indicadores de funcionamiento.

Se realizó la siguiente conexión del cableado para el buen funcionamiento de los indicadores que muestran las señales de alerta del vehículo como se muestra en la figura. 4.9. Para la salida del tacómetro de revoluciones el color del cable es violeta con negro.



Figura 4.9. Tacómetro de revoluciones.

Fuente. Autores.

Para accionar el ventilador el color del cable es violeta con café.



Figura 4.10 Ventilador accionado electrónicamente.

Fuente. Autores.

Nota: En el grupo J3 existe 2 salidas adicionales que permitirán implementar uno o dos ventiladores más si es necesario refrigerar más el motor.

4.6.7 Conexión del sensor CKP.

El sensor CKP directamente se lo conecto a la ECU con los cables que son de color rojo, azul, amarillo y verde previamente protegidos por una funda de color gris que impide la interferencia de otras señales electrónicas como se muestra en la figura 4.11.



Figura 4.11 Vista del sensor CKP.

Fuente. Autores

4.6.8 Conexión para el árbol de levas.

Este motor no posee un sensor de posición del árbol de levas, la señal de posición del motor la da el CKP por lo que no fue necesario que se lo conecte.

4.6.9 Conexión del TPS.

Los cables de color negro/blanco, blanco y tomate fueron los que se conectó al TPS.

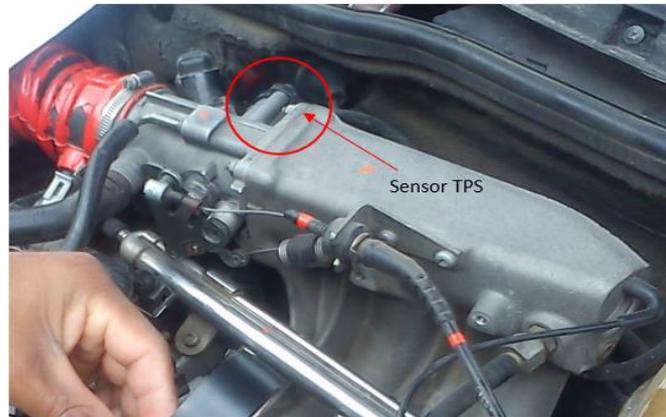


Figura 4.12 Vista del sensor TPS.

Fuente. Autores.

4.6.10 Conexión del sensor MAP.

En la figura 4.13 se indica los cables de color negro/blanco, amarillo y naranja son los que se conectó al sensor MAP.

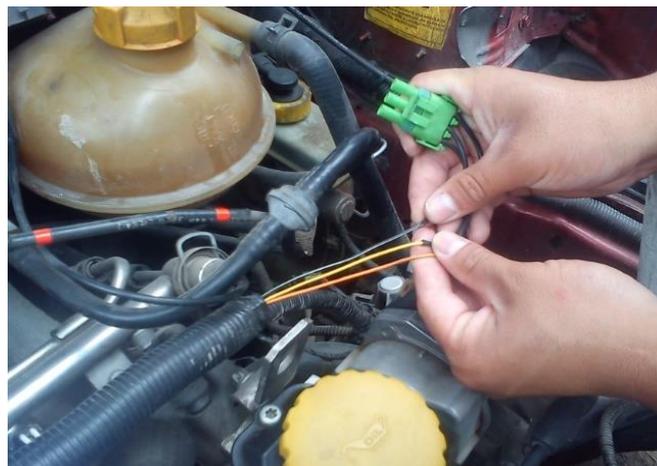


Figura 4.13 Vista del sensor MAP.

Fuente. Autores.

4.6.11 Conexión para el limitador de revoluciones.

El limitador de revoluciones está en el software de la Haltech, por lo que no fue necesaria la implementación.

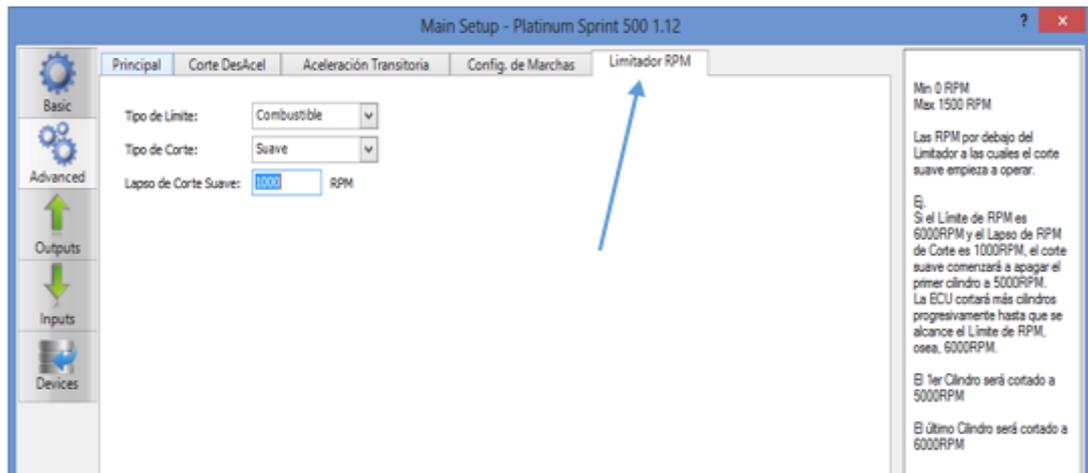


Figura 4.14 Vista del limitador de revoluciones del software Haltech.

Fuente. Software Haltech.

4.6.12 Conexión del relay para la bomba de combustible.

Este cable se conectara más adelante en el circuito de relay tanto de ignición como de inyectores y la ECU.

4.6.13 Conexión del sensor O2.

Es un sensor de banda ancha como se muestra en la figura 4.15, de cuatro cables que lleva la información a la ECU HALTECH, el cual determina si el motor está trabajando con mezcla rica o pobre en su alimentación.



Figura 4.15 Vista del sensor O2 opcional.

Fuente. Autores.

4.6.14 Conexión de la señal de velocidad del vehículo.

La señal que posee este tipo de vehículo es una señal de velocidad mecánica transmitida por cadena hacia el tacómetro de velocidad por lo que no fue necesario instalar el cable.

4.6.15 Conexión del sensor IAT.

El par de cables de color negro/café que se muestran en la figura 4,16 fueron los que se conectó al sensor IAT uno correspondiente a la señal de tierra y el otro de color gris que es de señal de entrada.



Figura 4.16 Conexión del sensor IAT.

Fuente. Autores.

4.6.16 Conexión del sensor de temperatura del refrigerante CTS.

Los cables de color negro/blanco corresponden al sensor CTS con su respectiva función, el uno es la señal de tierra y el otro de color violeta que es de señal de entrada como se indica en la figura 4.17.



Figura 4.17 Conexión del sensor CTS.

Fuente. Autores

4.6.17 Manera correcta de energizar la ECU Haltech.

Los cables rojo/blanco, rojo, negro, y negro/blanco, se deben conectar correctamente como indica la figura 4.18. El cable rojo/blanco va directamente conectado al switch de encendido, el cable rojo se conectara al relay que tiene energía directamente de la batería (borne positivo). Los otros dos cables como son el negro se conectó al chasis y el negro/blanco directamente a batería (borne negativo) consiguiendo de este modo no dañar a la ECU Haltech.

4.6.18 Instalación de relés.

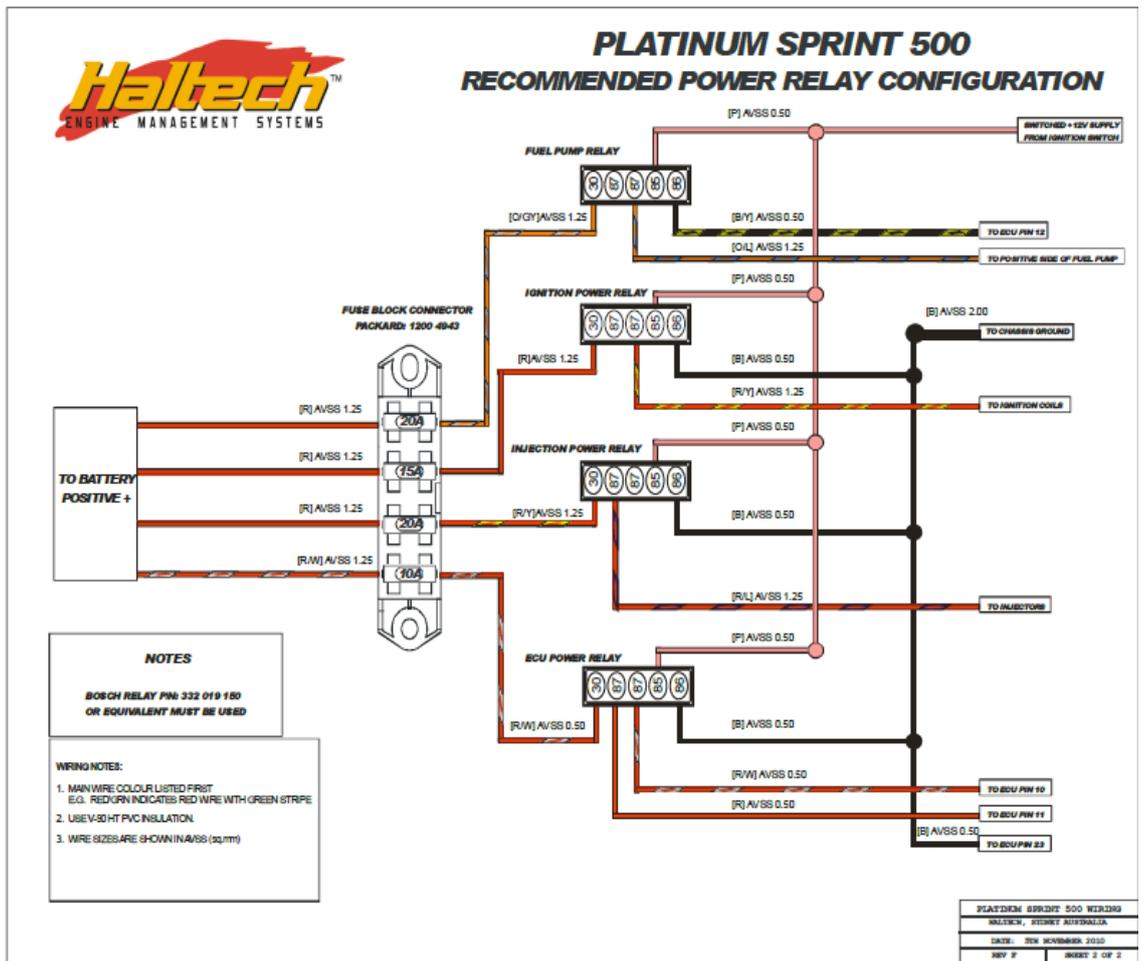


Figura 4.18 Instalación de relay.

Fuente. Haltech.

4.6.18.1 Instalación.

Modo de instalación de los relays, se lo hizo de la siguiente manera:

Se tomó 3 relays de 4 patas y uno de 5, una caja de fusibles de 4 servicios y fusibles de 20 A 2, 1 de 15 A y 1 de 10 A. Para conectar los relays se siguió el orden establecido en los relays. Para energizar el primer relay que corresponde a la bomba de combustible, se toma corriente directamente de la batería, la que pasara por medio de un fusible dependiendo el caso.

El relay que corresponde a la bomba de combustible se instaló de la siguiente manera: se toma corriente directo de la batería pasando por un fusible de 20 A que llega al terminal 30 del relay, la masa que energiza al relay sale directamente de la ECU Haltech del pin 12 el cual corresponde a un cable de color negro/amarillo que llega al terminal 86 del relay, para poner en funcionamiento el relay se conecta el terminal 85 del relay al switch de encendido del motor, el mismo que permite que funcione el relay el cual hace pasar la corriente del terminal 30 al 87 hasta llegar directamente a la bomba de combustible.

Para energizar el segundo relay que corresponde a la bobina de encendido, se toma corriente directamente de la batería de 12 V la misma que pasa por un fusible de 15 A el cual llega al terminal 30 del segundo relay, la masa que energiza al relay es directo del chasis, para poner en funcionamiento al relay se conecta del terminal 85 del relay al Switch de encendido del motor, de esta manera se pone en funcionamiento al relay y se pasa corriente a la bobina de encendido para obtener la chispa en la bujía.

Para energizar el tercer relay que corresponde a los inyectores de la misma forma que en los dos casos anteriores se toma corriente del positivo de la batería y pasa por un fusible de 20 A que llega al terminal 30 del relay, la masa se toma del chasis, para energizar el relay viene una fuente desde el switch de encendido del automóvil y de esta manera pasara la corriente a los inyectores.

Finalmente en el relay que corresponde a la fuente de alimentación de la ECU Haltech que es de 12 V se toma desde la batería que pasa por un fusible de 10 A hasta llegar al terminal 30 del relay, la masa se toma de igual forma del grupo de cables que van conectados al chasis, para

energizar al relay se toma del Switch de encendido del motor. Este relay tiene algo en particular dos salidas del relay llamadas 87 que corresponden al pin 10 y 11 del conector de la ECU Haltech.



Figura 4.19 Instalación de relay.

Fuente. Los autores

4.7 Resumen

Cuando se habla de la programación de la ECU Haltech Sprint 500 se tiene que tomar en cuenta los valores y principios de funcionamiento de todos los sensores y actuadores ya que necesitamos introducir estos valores en el software de programación de la ECU Haltech, si al momento de ingresar los datos no son compatibles con el sistema simplemente el motor no enciende.

Para poner a punto la calibración del motor, es opcional el uso del sensor de oxígeno, tomando en cuenta que un vehículo standard es indispensable el uso de sensor O2. Pero es recomendable utilizar el

sensor de oxígeno para la calibración, porque nos ayudara a optimizar la mezcla de aire combustible llegando a la mezcla ideal que es 14.7 a 1.

4.8 Programación y encendido de la ECU Haltech Sprint 500.

4.8.1 Menú de configuración principal.

Información del motor, el método de programación que se utilizó es por el tiempo de inyección, ya que hay dos opciones. El tiempo de inyección es utilizado por la ECU, se obtiene desde la tabla de inyección base, en la opción número de cilindros escogemos 4 ya que es de los que está constituido el motor. Para la fuente de carga de inyección utilizamos el TPS debido a que el motor no posee turbocargador o supercargador y es el TPS el que dará la señal de carga de inyección.

Para configurar la fuente de carga de avance se escogió el TPS, este se encarga de indicar la posición de la mariposa de aceleración, para la fuente MAP existen dos opciones: interno y externo. Se escogió la opción externa por que el MAP está en la parte externa del múltiple de admisión, RPM de arranque máximo (380 rpm), cuando las revoluciones están por debajo de esta valor, se considera que el motor está girando con el motor de arranque. Cuando las RPM excedan este valor se considera que el motor esta encendido, esto permite a la ECU saber cuándo es arranque inicial o funcionamiento normal, indicador de RPM máximo desde 0 a 16000 rpm. Para el motor corsa 1400 cc es recomendable utilizar un indicador de rpm máximo de 8000 todo esto se debe realizar tal y como muestra la figura 4.20

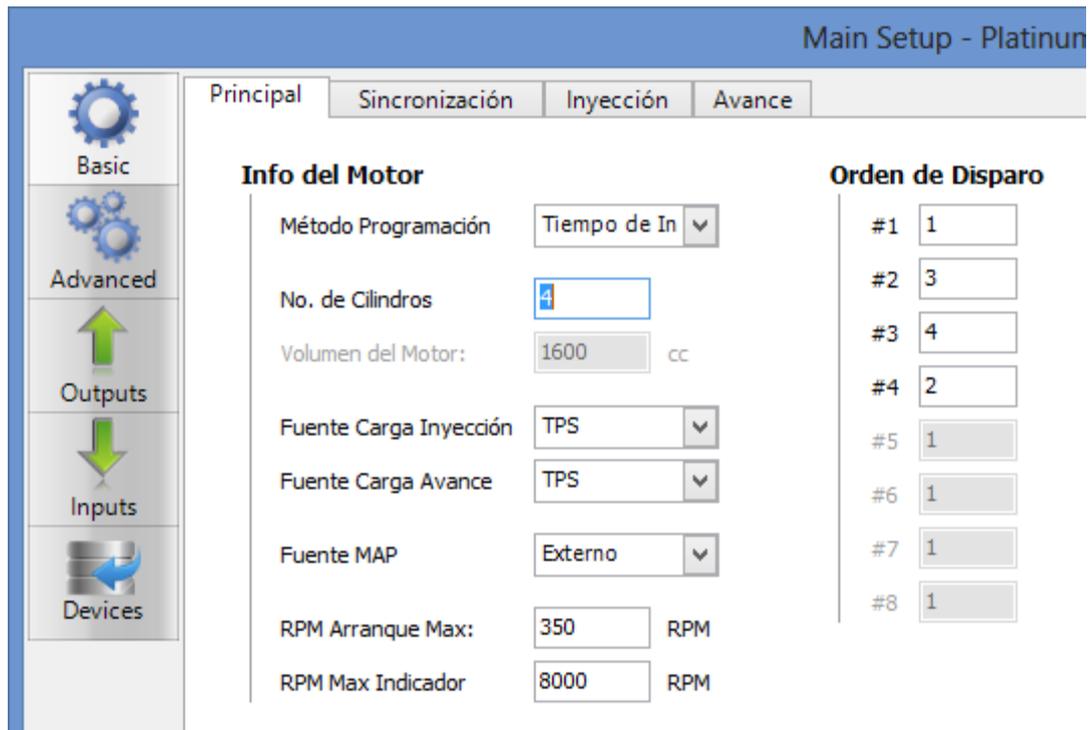


Figura 4.20 Menú de configuración principal.

Fuente. Haltech.

4.8.1.1 Menú de sincronización.

- Tipo de referencia indica el tipo de inyección del que está constituido el motor, Motronic 60 – 2 es decir tiene una rueda fónica de 60 dientes menos 2, total 58 dientes, los 2 dientes faltantes nos indican la señal de referencia indicando las rpm del motor.
- Angulo de referencia es el ángulo entre el sensor de referencia y el PM del pistón correspondiente. El ángulo debe ser un valor entre el avance máximo que se va a usar y el ángulo entre eventos de referencia.
- La opción de ángulo de referencia variable permite que el ángulo de referencia sea mapeado a lo largo de las rpm. La tabla de ángulo de referencias puede ser encontrada en el navegador de la ECU.
- Dientes de compensación es el número de dientes desde la señal de sincronización hasta el diente seleccionado como el diente de

referencia, el diente de referencia debe ser seleccionado de manera que el ángulo de disparo este dentro del rango.

- Señal de referencia: existen dos opciones ascendente y decreciente, se selecciona la opción ascendente por el tipo de sensor que se está usando.
- Tipo de sensor de referencia (reluctor) este sensor produce una señal de referencia de tipo magnética.
- Nivel de filtro de referencia y nivel de filtro de sincronización.- en esta opción se escogió el nivel 1 por la razón de la utilización de un sensor de tipo reluctor.
- La opción de referencia tierra (-) se activa cuando el terminal negativo del sensor está conectado directamente a tierra del vehículo, lo expuesto anteriormente se debe realizar tal y como indica la figura 4.21.

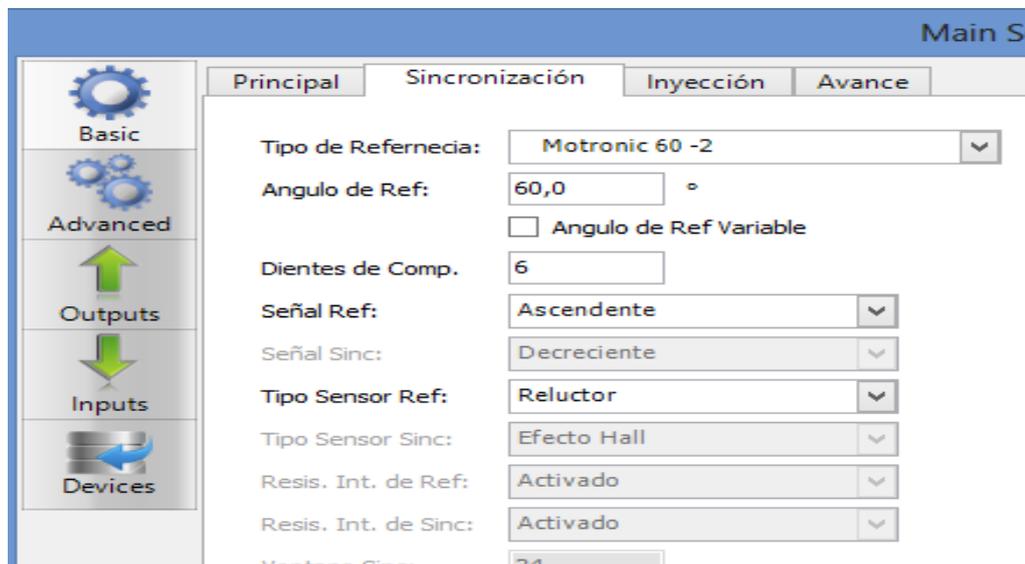


Figura 4.21 Menú de sincronización.

Fuente. Haltech.

4.8.1.2 Configuración de inyectores.

En la configuración de activar inyectores al momento de la calibración se deja esta opción inactiva hasta cargar todos los parámetros de funcionamiento.

- En el modo de inyección se tomó la opción semi-secuencial debido a que el motor corsa Wind 2001 funciona con este tipo de inyección.
- Invertir bomba de combustible.- Esta opción sirve para invertir la señal de la bomba de combustible cuando no esté operando y al momento de poner en funcionamiento el motor la opción es desactivada.
- Tiempo de activación de la bomba.- Esta opción indica el tiempo que la bomba se demora en ponerse en funcionamiento luego de activar el interruptor de encendido, hay un rango de 0 a 5 s, el valor sugerido es 3 segundos.
- Tipo de presión de combustible.- Esta opción nos indica el modo como la bomba va a trabajar si es a presión constante o variable.
- Presión del combustible base.- Indica la presión del combustible cuando el MAP este a cero KPa lo expuesto anteriormente se debe realizar tal y como indica la figura 4.22.

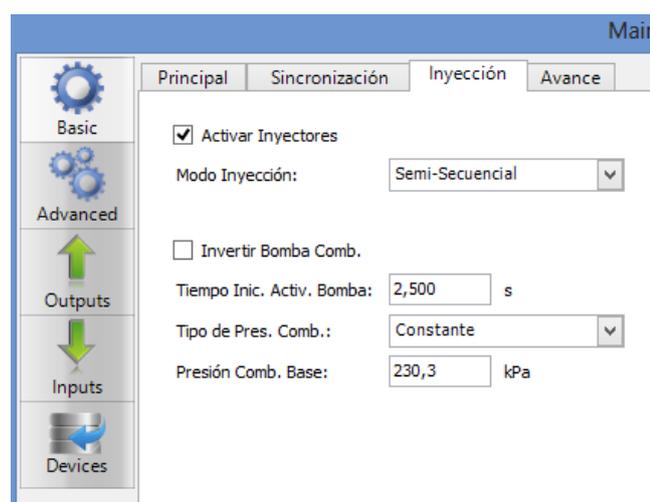


Figura 4.22 Configuración de inyectores.

Fuente. Haltech.

4.8.1.3 Calibración del avance.

- Modo de chispa.- Este modo debe ser utilizado para el tipo de sistema de ignición a emplearse en el motor.
- Señal de la chispa.- Se escogió la opción decreciente porque utiliza 0 voltaje mientras no está activa, subirá a 12 voltios para cargar y luego caerá a 0 voltios para disparar la chispa. La mayoría de los sistemas originales de fábrica utilizaran señal decreciente.
- Modo de carga.- Este modo de carga debe ser configurado para el módulo de ignición que se utilice, casi la totalidad de sistemas equipados en vehículos modernos utilizan un sistema de ignición de tipo carga constante.
- Tiempo de carga.- Es el tiempo para cargar las bobinas cuando se utiliza modo de carga constante existe un rango mínimo y máximo de 0 a 10 ms.
- Avance fijo.- Cuando este parámetro está activo el tiempo de avance se puede configurar lo expuesto anteriormente se debe realizar tal y como indica la figura 4.23.

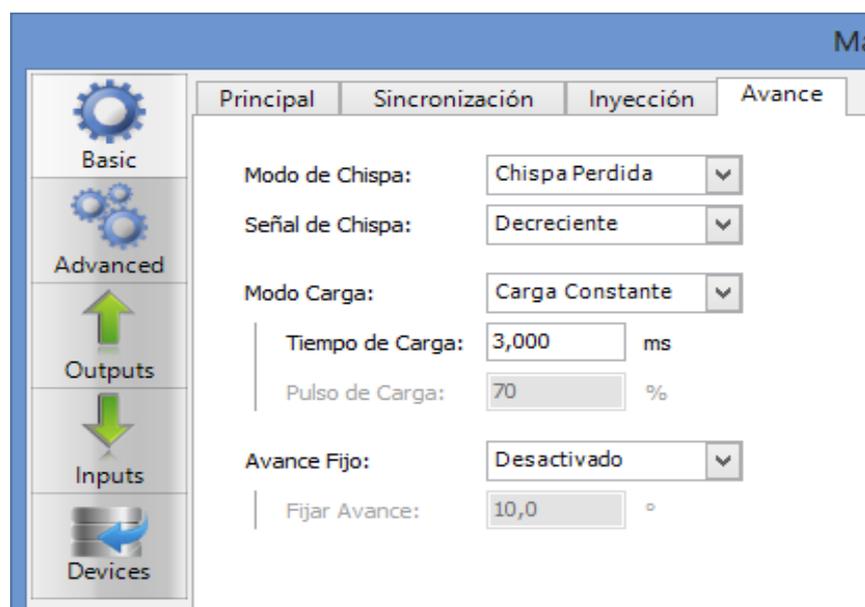


Figura 4.23 Calibración del avance.

Fuente. Haltech.

4.8.2 Configuración avanzada.

El Control O2 es el que determina la mezcla de combustible que está utilizando el motor, con estos datos la ECU corrige la mezcla logrando así el valor ideal que es de 14,7: 1, con esto logramos reducir el consumo de combustible y reducir las emisiones contaminantes.

Corte de inyección en desaceleración.- Esta función previene que los inyectores funcionen cuando la mariposa esta en cero y las rpm están por encima del valor de corte de inyección.

Gráfico 4.24 Corte de inyección en desaceleración.

a	RPM Reinic. Inyec.:	<input type="text" value="1700"/>	RPM
b	RPM de Reinic. Corte:	<input type="text" value="1900"/>	RPM
c	Temp. Corte DesAcel:	<input type="text" value="10"/>	°C
d	Pausa Corte:	<input type="text" value="0,100"/>	s
e	Retrasar:	<input type="text" value="2,0"/>	°
f	Enriq.:	<input type="text" value="4,00"/>	%

Fuente. Haltech.

- a.- La inyección no será cortada cuando las rpm estén por debajo de este punto.
- b.- Después del corte e inyección las rpm deben exceder el valor antes de que pueda ser cortado de nuevo.
- c.- La inyección no es cortada cuando las temperaturas del refrigerante estén por debajo de este valor.
- d.- Este es el tiempo en Segundo que la ECU iniciara el tiempo de corte en desaceleración luego de ver una condición de 0 acelerador.

- e.- La cantidad de retardo del avance utilizado para suavizar las transiciones a corte de inyección.
- f.- Luego de activar corte en desaceleración, las paredes del múltiple de admisión estarán secas. Este enriquecimiento eliminara cualquier situación de mezcla pobre cuando la inyección sea activada. Lo expuesto a anteriormente se debe realizar como se muestra en la figura 4.24.

4.8.2.1 Limitador de RPM.- este es utilizado para proteger al motor de alcanzar RPM excesivas.

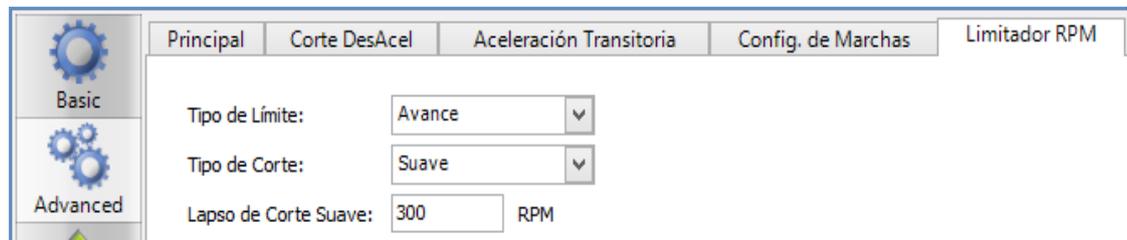


Figura 4.25 Limitador de RPM.

Fuente. Haltech.

4.8.2.1.1 Tipo de límite.- Se puede seleccionar por el corte de chispa o de inyección de combustible.

4.8.2.1.2 Tipo de corte.- Este puede ser duro o suave es decir, corte duro es un corte inmediato de la chispa o inyección y este se da al llegar al límite de revoluciones, el corte suave es un corte gradual o progresivo donde la ECU cortara la chispa o la inyección cilindro por cilindro hasta llegar al límite de revoluciones.

4.8.2.1.3 Lapso de corte suave.- Este parámetro nos indica que el corte será progresivo de acuerdo al valor que se considere adecuado min 0 y máx. 1500 RPM. Observe la figura 4.25.

4.8.2.2 Aceleración transitoria.

Activa las correcciones por aceleración mediante la adición de pulsos de inyección con el fin de mejorar la respuesta de aceleración cuando hay movimientos rápidos.

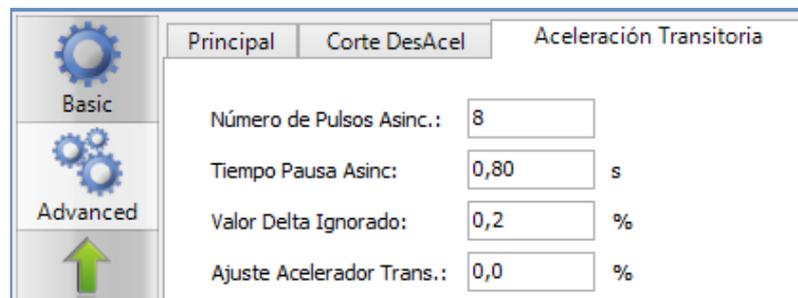


Figura 4.26 Aceleración transitoria.

Fuente. Haltech.

4.8.2.2.1 Número de pulsos asincrónicos.- Este es el número de pulsos extra que pueden ocurrir por salida de cada inyector durante un evento de suministro de combustible.

4.8.2.2.2 Tiempo de pausa asincrónico.- Este previene el enriquecimiento excesivo cuando se mueve el acelerador varias veces. Valor sugerido 0.8 sec.

4.8.2.2.3 Valor delta ignorado.- Un cambio de posición de acelerador activara un evento de enriquecimiento de combustible.

4.8.2.2.4 Ajuste Acelerador Transitorio.- Este valor modifica el enriquecimiento de la inyección. El 0% no realiza ningún cambio en el enriquecimiento. El 100% si modifica, agrega el 100% de enriquecimiento. Valor sugerido 0%. Lo expuesto a anteriormente se debe realizar como se muestra en la figura 4.26.

4.8.2.3 Corrección de inyección.



Figura 4.27 Corrección de inyección.

Fuente. Haltech.

a.- El combustible adicional en post arranque permitirá que el vapor dentro del riel sea purgado a través de los inyectores y que suficiente combustible sea inyectado al motor para permitir un funcionamiento estable, esto ayuda al enriquecimiento adicional cuando el motor este frio y así ayudar a su funcionamiento estable.

b.- Permite aumentar o disminuir en un porcentaje en la tabla de inyección base dependiendo de la temperatura del aire. Usualmente se requiere más combustible a menor temperatura. Cuando la temperatura aumenta hay menos oxígeno y se requiere menos combustible.

c.- Permite aumentar o disminuir en un porcentaje en la tabla de inyección base dependiendo de la temperatura del refrigerante. Usualmente

cuando el motor este frio requerirá de más combustible para mantener las rpm estables en ralentí.

- d.- Esta es una corrección porcentual a la tabla de inyección base. A medida que la presión barométrica aumenta el motor necesitara más combustible.
- e.- Esta tabla es un tiempo de inyección inicial vrs temperatura del refrigerante. Los motores necesitan una gran cantidad de combustible para realizar un arranque preciso cuando el motor esta frio. De la misma forma se requerirá menos combustible cuando el motor alcance su temperatura óptima de funcionamiento. Lo expuesto a anteriormente se debe realizar como se muestra en la figura 4.27.

4.8.3 Configuración de las señales de salida.

En esta opción se configura las señales de salida que sean necesaria utilizar para el buen funcionamiento del motor, se debe realizar tal y como indica la figura 4.28.

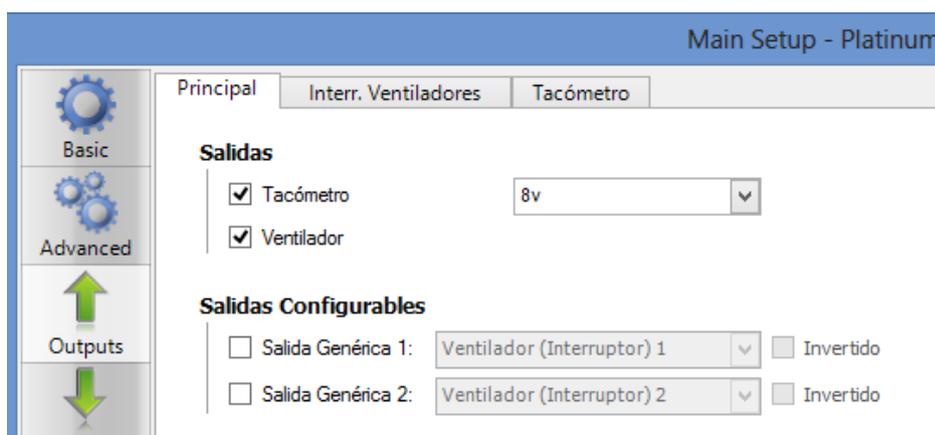


Figura 4.28 Configuración de las señales de salida.

Fuente. Haltech.

4.8.3.1 Configuración del tacómetro.

Indica el número de pulsos por ciclo del motor observar figura 4.29.

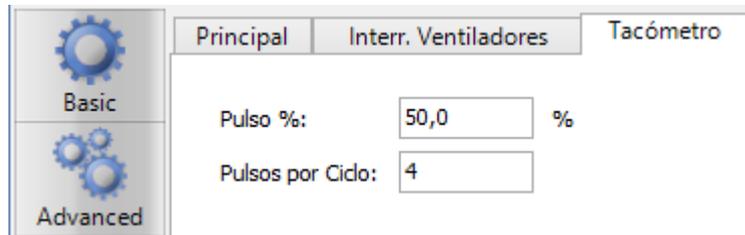


Figura 4.29 Configuración del tacómetro.

Fuente. Haltech.

4.8.3.2 Configuración del ventilador.

Se utiliza para hacer circular aire por el radiador cuando las temperaturas del refrigerante exceden el valor programado. Alimentación 12 V.

En esta opción se puede configurar el valor de activación y desactivación del ventilador. El valor de desactivación debe ser menor al valor de activación del ventilador, configurar tal como se muestra en la figura 4.30.

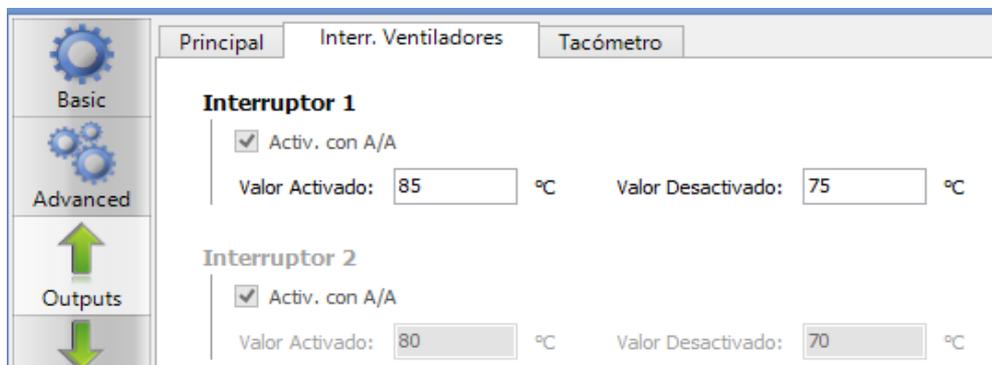


Figura 4.30 Configuración del ventilador.

Fuente. Haltech.

4.8.4 Configuración de señales de entrada.

En esta opción se configura las señales de entrada que sean necesaria utilizar para el buen funcionamiento del motor. Observe la figura 4.31.

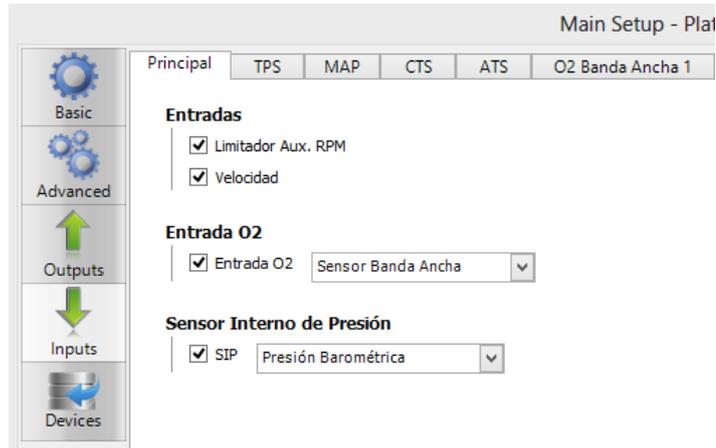


Figura 4.31 Configuración de señales de entrada.

Fuente. Haltech.

4.8.4.1 Limitador auxiliar de RPM.

Este limita la potencia disponible del motor para así minimizar el patinaje de las ruedas. Usualmente, se configura cuando el vehículo esta estático y acelerado el motor hasta ese límite que se desee configurar. Observe la figura 4.32.

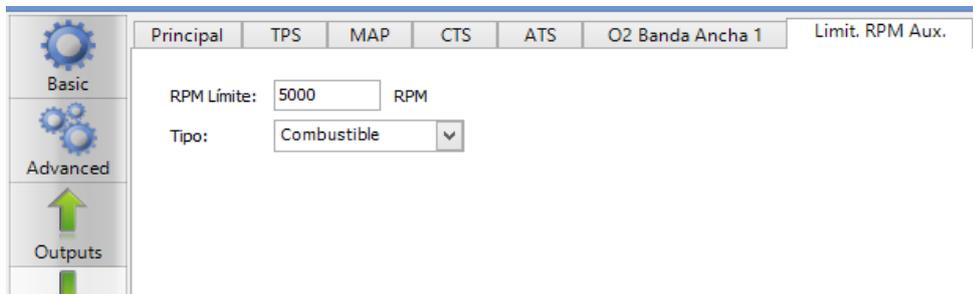


Figura 4.32 Limitador auxiliar de RPM.

Fuente. Haltech.

4.8.4.2 Señal de velocidad.

El sensor de velocidad del auto se utiliza para medir la velocidad del auto. Observe la figura 4.33.

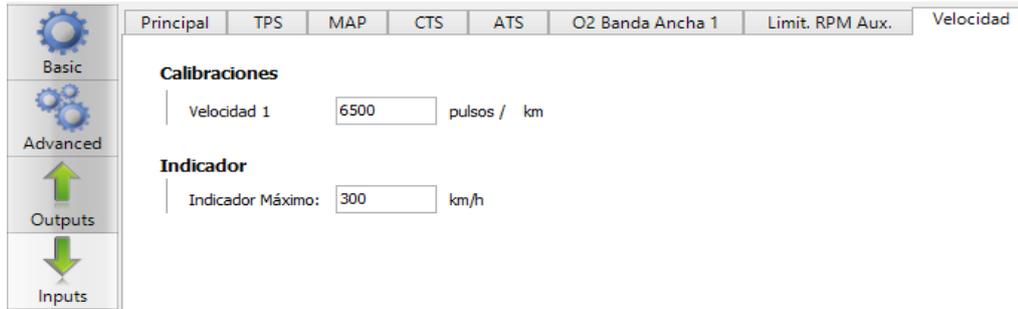


Figura 4.33 Señal de velocidad.

Fuente. Haltech.

4.8.4.3 Calibración del TPS

Sensor interno de presión.- la ECU está equipada con un sensor MAP con un rango de 22 psi (150 KPa). Este sensor puede ser utilizado como la referencia principal de carga cuando se programa por MAP, o como un sensor de presión barométrica cuando se programa por TPS.

4.8.4.3.1 Calibración del TPS.- para calibrar la posición de la mariposa de aceleración.

- Se posiciona la mariposa en 0% aceleración y se presiona leer voltaje.
- Se posiciona la mariposa en 100% de aceleración y se presiona leer voltaje.

Con estos valores se sabrá en qué posición esta la mariposa de aceleración.

4.8.4.3.2 Nivel del filtro del TPS.- Permite que la señal sea filtrada, esto puede ayudar en situaciones donde el sistema eléctrico sea muy ruidoso causando que la señal del TPS sea inestable. Si esto sucede podría causar que sea activada la compensación por aceleración transitoria causando que el motor funcione mal. Valor sugerido 5.

4.8.4.3.3 Valor cero aceleración.- En algunos casos tener una mariposa desgastada, gargantas múltiples o vibración del motor, podrían causar movimientos en la señal que podrían hacer que se encienda la corrección de acelerador, haciendo que haya una mezcla rica inesperada o poca carga. Lo expuesto anteriormente esta mostrado en la figura 4.34.

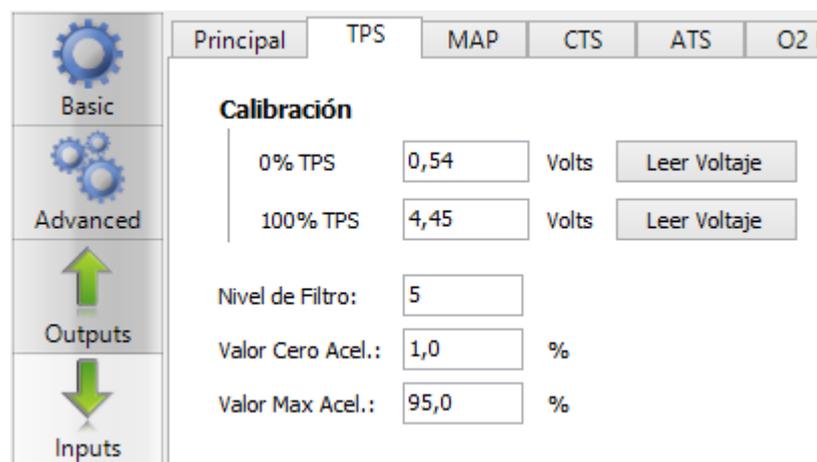


Figura. 4.34 Calibración del TPS.

Fuente. Haltech.

4.8.4.4 Señales de entrada del sensor MAP.

- Indicador mínimo.- Indica el valor mínimo del sensor mostrado en los indicadores.
- Indicador máximo.- Indica el valor máximo del sensor mostrado en los indicadores.

- Advertencia máxima.- Esta opción permite configurar una advertencia para la presión del múltiple máxima. Si la presión del múltiple excede este valor un indicador se iluminara.
- Diagnóstico del sensor MAP.- La opción de diagnóstico monitorea los valores del sensor si el valor sale del rango del voltaje mínimo la ECU indicara una falla, voltaje mínimo 0 valor máximo 5 y no se puede exceder estos valores si esto ocurre la ECU diagnosticara una falla en el sensor. Lo expuesto anteriormente se muestra en la figura .4.35.

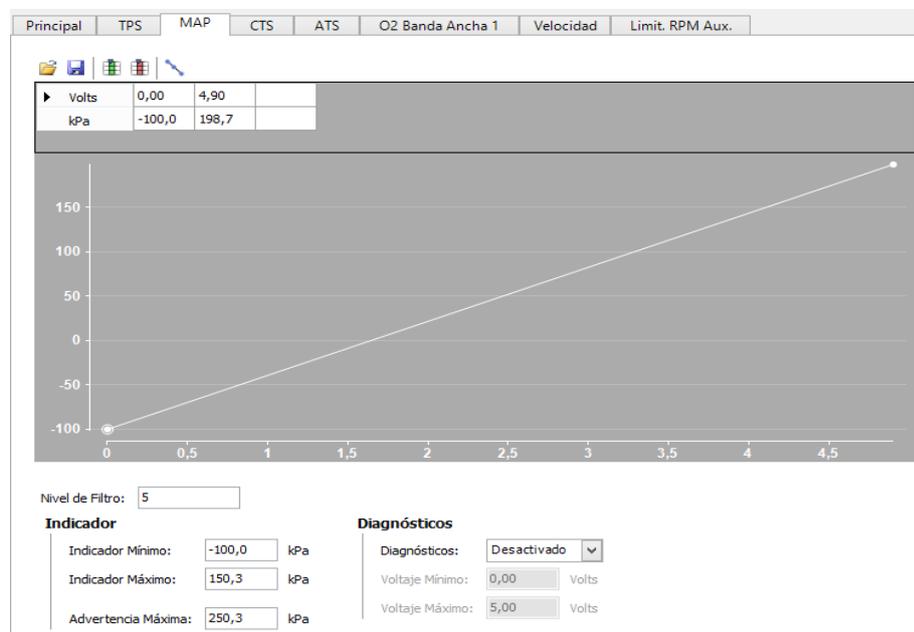


Figura. 4.35 Señales de entrada del sensor MAP.

Fuente. Haltech.

4.8.4.5 Señal de entrada del CTS.

Resistencia interna.- Se activa la resistencia interna para que permita la lectura del sensor. Si el sensor de temperatura del refrigerante se está compartiendo con la ECU original esta opción deberá ser desactivada, valor sugerido activado, en el indicador de advertencia existe un rango de mínimo y máximo de – 40 °C a 150 °C.

Diagnóstico del sensor CTS.- La opción de diagnóstico monitorea los valores del sensor, con esta información la ECU determina si el sensor está trabajando bien o si existe falla. El valor sugerido para este sensor es de mínimo 0 V y máximo 5 V, el valor fuera de rango es el que utilizara la ECU para realizar cálculos cuando se detecte falla. Lo expuesto anteriormente se muestra en la figura .4.36.

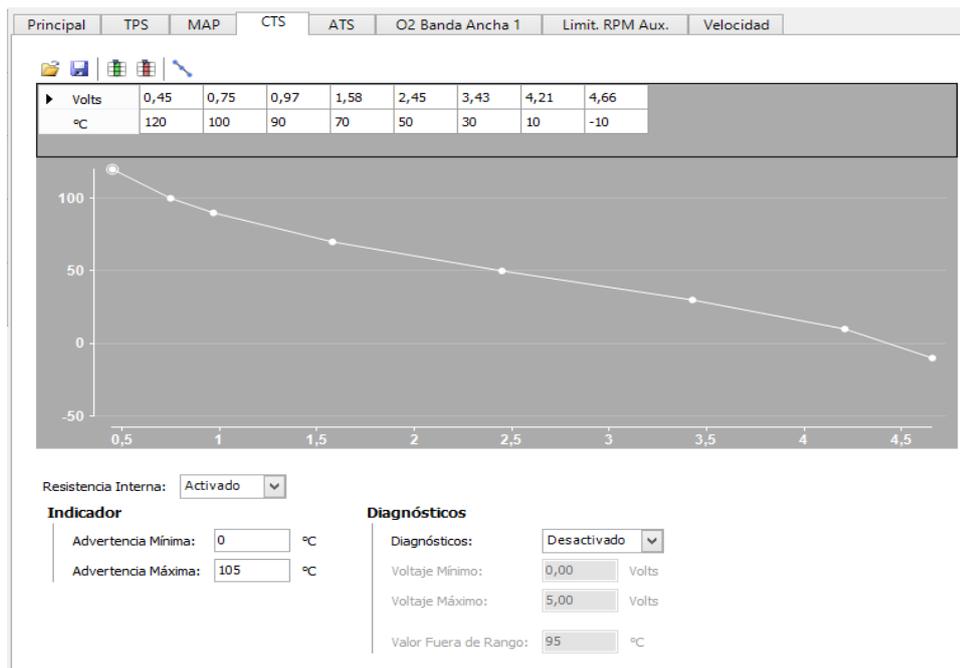


Figura. 4.36 Señal de entrada del CTS.

Fuente. Haltech.

4.8.4.6 Señales de entrada del ATS.

Resistencia interna.- Se activa la resistencia interna para que permita la lectura del sensor. Si el sensor de temperatura del Aire se está compartiendo con la ECU original esta opción deberá ser desactivada, valor sugerido activado.

Advertencia máxima.- Este valor está en el rango de -40 °C a 150 °C este valor permite diagnosticar una falla en su funcionamiento si el valor se excede un indicador se iluminara.

Diagnóstico del sensor ATS.- La opción de diagnóstico monitorea los valores del sensor, con esta información la ECU determina si el sensor está trabajando bien o si existe falla, el valor sugerido para este sensor es de mínimo 0 V y máximo 5 V. Lo expuesto anteriormente se muestra en la figura .4.37.

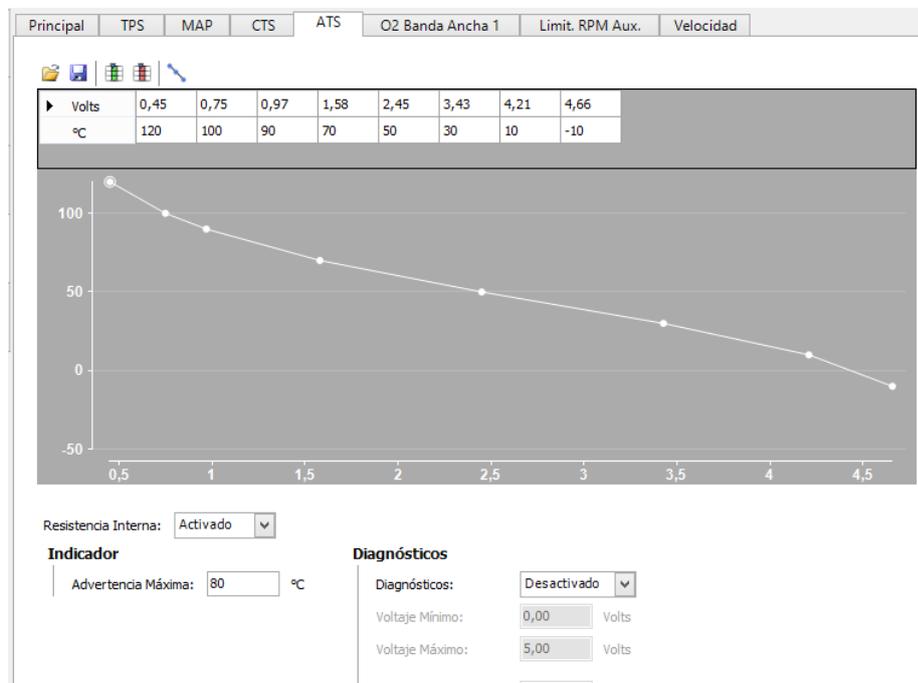


Figura. 4.37 Señales de entrada del ATS.

Fuente. Haltech.

4.8.4.7 Conexión del sensor banda ancha O2.

Para la conexión del sensor O2 de cuatro cables, se realiza de la siguiente manera:

- Cable negro correspondiente a masa.

- El cable blanco y plomo corresponden a voltaje.
- Cable morado correspondiente a señal.

El propósito del control en circuito cerrado es determinar si el motor está funcionando con un tipo de mezcla pobre o rico, para compensar el tiempo de inyección si es necesario. La ECU podría corregir un poco y luego poner la mezcla en un punto deseado.



Figura. 4.38 Sensor O2 de cuatro cables.

Fuente. Los autores.

4.8.5 Protocolo de comunicación.

Modo CAN.- en esta opción se toma la versión antigua como referencia de comunicación.

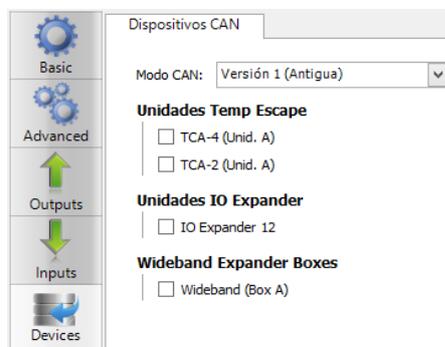


Figura. 4.39 Protocolo de comunicación.

Fuente. Haltech.

4.9 GUIA DE PROGRAMACIÓN

4.9.1 Programación de mapas.

Todas las tablas contenidas en el navegador de la computadora pueden ser modificadas. Cuando se selecciona una tabla pueden seleccionarse sus celdas y también modificarse. Los tiempos de inyección requeridos por el motor en cualquier punto determinado están contenidos en la ECU en tablas numéricas llamadas tablas de búsqueda. La computadora determina la carga y velocidad del motor y utiliza estos dos parámetros como ejes en dicha tabla. Esta tabla se le llama tabla de inyección base.

4.9.2 Selección de celdas.

Por defecto una celda siempre estará seleccionada en la tabla de programación. La celda seleccionada es de color azul y puede moverse por toda la tabla utilizando las teclas de las “flechas” en el teclado. Si es necesario múltiples celdas pueden ser seleccionadas utilizando la tecla de “**Shift**” y luego las teclas de las flechas. Observe la tabla 4.9.

Arriba “↑” Expandirá las celdas seleccionadas hacia arriba en la tabla.

Abajo “↓” Expandirá las celdas seleccionadas hacia abajo en la tabla.

Izquierda “←” Expandirá las celdas seleccionadas hacia a la izquierda.

Derecha “→” Expandirá las celdas seleccionadas hacia la derecha.

Tabla 4.9 Selección de celdas.

Inyección - Base ms		Carga - Inyección %										
		0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0
RPM	6500	2,796	2,448	4,064	5,402	6,044	6,384	6,772	7,020	7,204	7,388	7,432
RPM	6000	2,918	2,610	4,258	5,604	6,178	6,552	6,924	7,158	7,324	7,488	7,528
	5500	3,042	2,774	4,302	5,658	6,438	6,758	7,126	7,346	7,496	7,646	7,630
Objetivo	5000	3,042	2,940	4,600	5,960	6,620	6,710	7,110	7,312	7,482	7,552	7,720
	4500	3,050	3,102	4,994	6,364	6,602	6,810	7,194	7,376	7,532	7,590	7,754
	4000	3,610	4,466	5,188	6,508	6,598	6,902	7,282	7,500	7,590	7,628	7,790
	3500	3,500	3,744	5,526	6,706	6,734	7,010	7,384	7,534	7,650	7,666	7,826
	3000	3,500	4,074	5,918	6,654	6,868	7,084	7,390	7,532	7,668	7,708	7,866
	2500	3,550	4,146	5,906	6,550	6,950	7,106	7,296	7,502	7,422	7,444	7,362
	2000	1,860	3,800	5,748	6,496	6,802	7,044	7,174	7,248	7,324	7,208	7,166
Valor de	1500	1,200	3,800	5,880	6,314	6,670	6,880	6,970	7,060	6,964	6,794	6,756
	1000	1,800	4,138	5,644	6,086	6,348	6,400	6,456	6,482	6,508	6,480	6,428
	500	2,038	3,806	3,806	3,806	3,976	4,150	4,340	4,534	4,534	4,534	4,486
Dif AFR	0	2,208	3,456	3,456	3,456	3,626	3,800	3,990	4,184	4,184	4,184	4,136

Fuente. Haltech

“Ctrl + A” seleccionara todas las celdas en la tabla de programación.

Cuando todas las celdas estén seleccionadas, las modificaciones serán aplicadas a todas las celdas. Observe la tabla 4.10.

Tabla. 4.10 Tabla de selección todas las celdas.

Inyección - Base ms		Carga - Inyección %										
		0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0
RPM	6500	2,796	2,448	4,064	5,402	6,044	6,384	6,772	7,020	7,204	7,388	7,432
RPM	6000	2,918	2,610	4,258	5,604	6,178	6,552	6,924	7,158	7,324	7,488	7,528
	5500	3,042	2,774	4,302	5,658	6,438	6,758	7,126	7,346	7,496	7,646	7,630
Objetivo	5000	3,042	2,940	4,600	5,960	6,620	6,710	7,110	7,312	7,482	7,552	7,720
	4500	3,050	3,102	4,994	6,364	6,602	6,810	7,194	7,376	7,532	7,590	7,754
	4000	3,610	4,466	5,188	6,508	6,598	6,902	7,282	7,500	7,590	7,628	7,790
	3500	3,500	3,744	5,526	6,706	6,734	7,010	7,384	7,534	7,650	7,666	7,826
	3000	3,500	4,074	5,918	6,654	6,868	7,084	7,390	7,532	7,668	7,708	7,866
	2500	3,550	4,146	5,906	6,550	6,950	7,106	7,296	7,502	7,422	7,444	7,362
	2000	1,860	3,800	5,748	6,496	6,802	7,044	7,174	7,248	7,324	7,208	7,166
Valor de	1500	1,200	3,800	5,880	6,314	6,670	6,880	6,970	7,060	6,964	6,794	6,756
	1000	1,800	4,138	5,644	6,086	6,348	6,400	6,456	6,482	6,508	6,480	6,428
	500	2,038	3,806	3,806	3,806	3,976	4,150	4,340	4,534	4,534	4,534	4,486
Dif AFR	0	2,208	3,456	3,456	3,456	3,626	3,800	3,990	4,184	4,184	4,184	4,136

Fuente. Haltech.

4.9.3 Des-seleccionando Celdas.

Para des-seleccionar las celdas se pueden utilizar la tecla de **“Ctrl”**, luego con las teclas de las flechas en cualquier dirección.

Por ejemplo, presionando **“Ctrl” +→** una vez reducida la selección en una columna, deseleccionando la última columna de la izquierda, presionando **“Ctrl + barra de espacio”** o **“ESC”** Des-seleccionara todas las celdas activadas.

4.9.3.1 Modo de todos los rangos.

El modo de todos los rangos le permite al usuario expandir el área de la selección a lo largo de todas las filas, esto es útil cuando se está modificando una tabla por primera vez o cuando se necesita hacer un ajuste a lo largo de todas las filas.

- Para habilitar la opción de todos los rangos presione la tecla **“R”**.
- Para deshabilitar la selección presione la tecla **“R”** de nuevo.

Cuando esté utilizando el modo de todos los rangos si presiona la tecla **“A”** variara la forma en que la presión funciona. El área seleccionada solo se activara por encima de la posición actual. Observe la tabla 4.11, 4.12.

Tabla 4.11 Selección de todos rangos.

Inyección - Base ms		Carga - Inyección %										
		0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0
RPM	6500	2.796	2.448	4.064	5.402	6.044	6.384	6.772	7.020	7.204	7.388	7.432
	6000	2.918	2.610	4.258	5.604	6.178	6.552	6.924	7.158	7.324	7.488	7.528
	5500	3.042	2.774	4.302	5.658	6.438	6.758	7.126	7.346	7.496	7.646	7.630
Objetivo	5000	3.042	2.940	4.600	5.960	6.620	6.710	7.110	7.312	7.482	7.552	7.720
	4500	3.050	3.102	4.994	6.364	6.602	6.810	7.194	7.376	7.532	7.590	7.754
Valor de	4000	3.610	4.466	5.188	6.508	6.598	6.902	7.282	7.500	7.590	7.628	7.790
	3500	3.500	3.744	5.526	6.706	6.734	7.010	7.384	7.534	7.650	7.666	7.826
	3000	3.500	4.074	5.918	6.654	6.868	7.084	7.390	7.532	7.668	7.708	7.866
	2500	3.550	4.146	5.906	6.550	6.950	7.106	7.296	7.502	7.422	7.444	7.362
	2000	1.860	3.800	5.748	6.496	6.802	7.044	7.174	7.248	7.324	7.208	7.166
	1500	1.200	3.800	5.880	6.314	6.670	6.880	6.970	7.060	6.964	6.794	6.756
	1000	1.800	4.138	5.644	6.086	6.348	6.400	6.456	6.482	6.508	6.480	6.428
Dif AFR	500	2.038	3.806	3.806	3.806	3.976	4.150	4.340	4.534	4.534	4.534	4.486
	0	2.208	3.456	3.456	3.456	3.626	3.800	3.990	4.184	4.184	4.184	4.136

Fuente. Haltech.

Tabla 4.12 Tabla de selección de rangos.

Inyección - Base ms		Carga - Inyección %										
		0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0
RPM	6500	2.796	2.448	4.064	5.402	6.044	6.384	6.772	7.020	7.204	7.388	7.432
	6000	2.918	2.610	4.258	5.604	6.178	6.552	6.924	7.158	7.324	7.488	7.528
	5500	3.042	2.774	4.302	5.658	6.438	6.758	7.126	7.346	7.496	7.646	7.630
Objetivo	5000	3.042	2.940	4.600	5.960	6.620	6.710	7.110	7.312	7.482	7.552	7.720
	4500	3.050	3.102	4.994	6.364	6.602	6.810	7.194	7.376	7.532	7.590	7.754
Valor de	4000	3.610	4.466	5.188	6.508	6.598	6.902	7.282	7.500	7.590	7.628	7.790
	3500	3.500	3.744	5.526	6.706	6.734	7.010	7.384	7.534	7.650	7.666	7.826
	3000	3.500	4.074	5.918	6.654	6.868	7.084	7.390	7.532	7.668	7.708	7.866
	2500	3.550	4.146	5.906	6.550	6.950	7.106	7.296	7.502	7.422	7.444	7.362
	2000	1.860	3.800	5.748	6.496	6.802	7.044	7.174	7.248	7.324	7.208	7.166
	1500	1.200	3.800	5.880	6.314	6.670	6.880	6.970	7.060	6.964	6.794	6.756
	1000	1.800	4.138	5.644	6.086	6.348	6.400	6.456	6.482	6.508	6.480	6.428
Dif AFR	500	2.038	3.806	3.806	3.806	3.976	4.150	4.340	4.534	4.534	4.534	4.486
	0	2.208	3.456	3.456	3.456	3.626	3.800	3.990	4.184	4.184	4.184	4.136

Fuente. Haltech.

4.9.3.2 Celda en uso.

Cuando el motor está en marcha, la ECU utilizara valores de la tabla de programación. El valor específico utilizado es indicado con un marcador de referencia. Observe la tabla 4.13.

Tabla 4.13 Tabla de Celda en uso.

Inyección - Base ms		Carga - Inyección %										
		0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0
RPM	7500	2,546	2,120	3,320	4,648	5,424	6,110	6,548	6,848	7,082	7,258	7,274
RPM	7000	2,670	2,284	3,866	5,202	5,858	6,420	6,828	7,096	7,298	7,502	7,544
	6500	2,796	2,448	4,064	5,402	6,044	6,384	6,772	7,020	7,204	7,388	7,432
Objetivo	6000	2,918	2,610	4,258	5,604	6,178	6,552	6,924	7,158	7,324	7,488	7,528
	5500	3,042	2,774	4,302	5,658	6,438	6,758	7,126	7,346	7,496	7,646	7,630
	5000	3,042	2,940	4,600	5,960	6,620	6,710	7,110	7,312	7,482	7,552	7,720
	4500	3,050	3,102	4,994	6,364	6,602	6,810	7,194	7,376	7,532	7,590	7,754
	4000	3,610	4,466	5,188	6,508	6,598	6,902	7,282	7,500	7,590	7,628	7,790
	3500	3,500	3,744	5,526	6,706	6,734	7,010	7,384	7,534	7,650	7,666	7,826
	3000	3,500	4,074	5,918	6,654	6,868	7,084	7,390	7,532	7,668	7,708	7,866
Valor de	2500	3,550	4,146	5,906	6,550	6,950	7,106	7,296	7,502	7,422	7,444	7,362
3,005 ms	2000	1,860	3,800	5,748	6,496	6,802	7,044	7,174	7,248	7,324	7,208	7,166
	1500	1,200	3,800	5,880	6,314	6,670	6,880	6,970	7,060	6,964	6,794	6,756
Dif AFR	1000	1,800	4,138	5,644	6,086	6,348	6,400	6,456	6,482	6,508	6,480	6,428

Fuente. Haltech.

En cualquier momento se puede alinear la celda seleccionada con las que la computadora está utilizando, presionando la tecla de la barra de espacio.

4.9.3.3 Aumentar/disminuir valores en las celdas.

Una vez que sea seleccionada una celda, su valor puede ser modificado. A continuación esta como realizar estos cambios.

Los valores en las celdas pueden ser aumentados utilizando la tecla de **“Pg Up”**, los valores en las celdas pueden ser disminuidos utilizando la tecla de **“Pg Dn”**, si es necesario que el valor del cambio sea menor mantenga la tecla de **“Ctrl”** presionada mientras hace el ajuste, si el valor del cambio tiene que ser mayor entonces mantenga la tecla de **“Shift”** presionada mientras hace el ajuste.

4.9.3.4 Entrada directa

La celda puede ser modificada con un valor específico, simplemente escribiendo el valor. Una ventana para esto aparecerá mostrando los valores permitidos en cada tabla. Observe la figura 4.40.

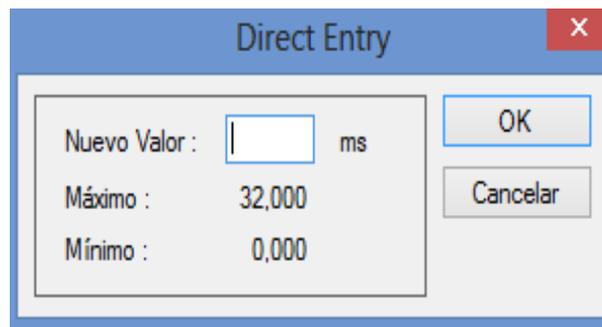


Figura. 4.40 Ventana de entrada directa.

Fuente. Haltech.

4.9.3.5 Cambio porcentual.

Los valores en las celdas pueden ser modificados en base a porcentaje si es necesario. Este cambio puede ser tanto negativo como positivo.

Para hacer el cambio porcentual se utiliza la tecla “P”. Observe la figura 4.41.

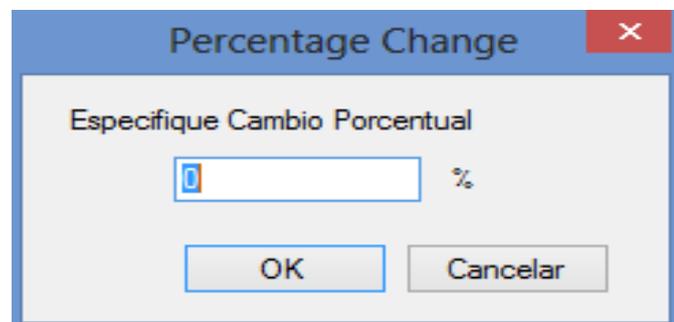


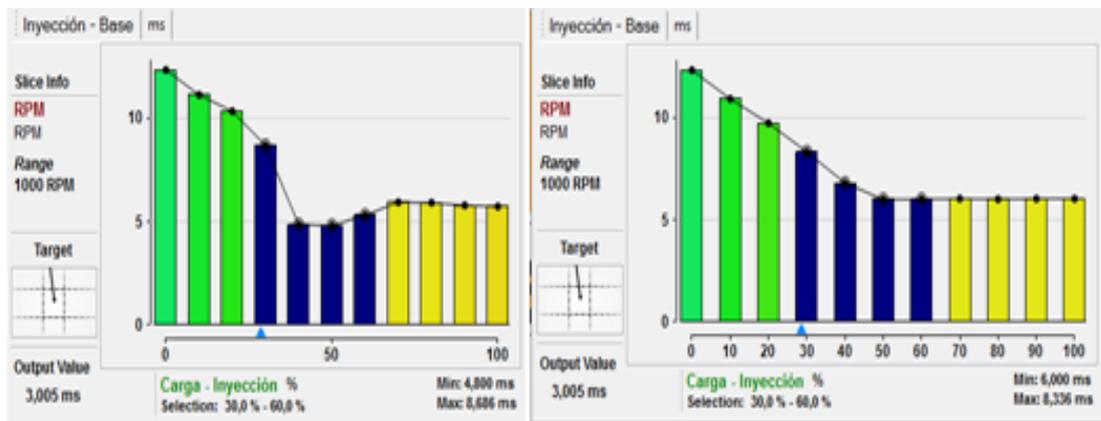
Figura. 4.41 Ventana del cambio porcentual.

Fuente. Haltech.

4.9.3.6 Linearizado de celdas.

Mientras se está programando, es de utilidad linearizar valores entre dos celdas. Esto hace que el rango entre dos celdas sea lineal. Esta función puede ser utilizada siempre que haya dos celdas seleccionadas presionando la letra “L”. La opción de linearizar puede ser utilizada en las tablas de texto y 2D aplique tal y como indica la tabla 4.14.

Tabla 4.14 Linearizar.



Fuente. Haltech.

4.9.3.7 Copiar y pegar celdas.

En cualquier momento usted puede copiar y pegar celdas igual que en cualquier otra aplicación de Windows.

Para copiar una celda seleccionada se usan las teclas “**Ctrl + C**”, para pegar la selección se utilizan las teclas “**Ctrl + V**”. Los valores de las celdas se pueden copiar de una tabla a otra siempre y cuando el área seleccionada sea del mismo tipo y con los mismos valores.

4.9.3.8 Copia rápida

Los valores de las celdas se pueden copiar rápidamente a las celdas próximas presionando “**Ctrl + Shif**” y las teclas de las flechas.

La dirección en que se desplace dictara cuales celdas sean copiadas. Esta función solo funcionara cuando la fila o la columna sea de una sola celda de ancho, por ejemplo, una selección de 6 x 1 o 1 x 6 funcionara, pero una selección de 6 x 2 o 2 x 6 no.

4.9.3.9 Agregar y borrar puntos en los ejes.

Los puntos de los ejes de las tablas de programación pueden agregarse y quitarse fácilmente utilizando las teclas de “**Ins**” y “**Del**”. Para agregar un punto presione la tecla de “**Ins**” y una ventana con opciones se abrirá, si hay ejes disponibles para agregar se le permitirá agregar una fila o columna nueva, y luego elegir el valor para dicho eje. Cuando este proceso se complete el nuevo eje aparecerá en la tabla de programación. Los valores de estas celdas nuevas serán promediados con los valores a ambos lados, cuando los puntos máximos permitidos en cada tabla hayan sido llenados completamente los botones de agregar y borrar aparecerá inactivos. Observe la figura 4.42.

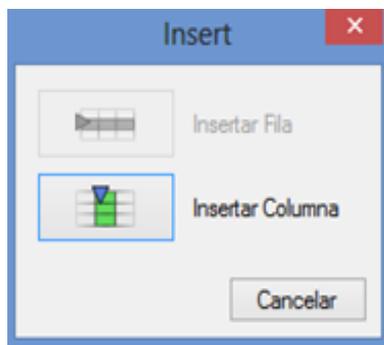


Figura. 4.42 Ventana de ejes nuevos.

Fuente. Haltech.

4.9.3.10 Borrando puntos de ejes existentes.

Para borrar un punto de eje, presione la tecla “Del”, la ventana de borrar puntos aparecerá. Le indicara si quiere borrar una fila o una columna, aplique como indica la figura 4.43.

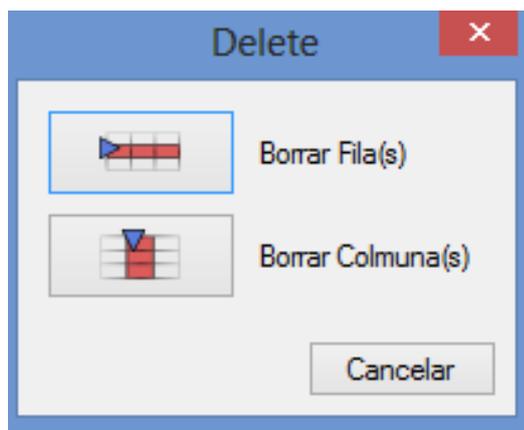


Figura. 4.43 Ventana para borrar puntos de ejes.

Fuente. Haltech.

4.9.3.11 Configuración de ejes.

Si es requerido modificar los ejes de las tablas de programación, pueden ser realizados en la ventana de configuración de ejes, y esto le permitirá hacer:

- Cambiar los valores de los ejes tanto para columnas como filas.
- Agregar o quitar puntos de ejes.
- Cargar o salvar unidades de referencias para cada eje.

Los puntos de ejes pueden ser aumentados hasta que se alcance el número máximo de cada tabla. El número máximo para cada tabla puede determinarse en esta ventana de configuración, para abrir la ventana de configuración de las ejes pueden hacerlo presionando la tecla de “F3” en

su teclado o dando “Clic derecho” con el mouse sobre la tabla de programación. Observe la figura 4.44.

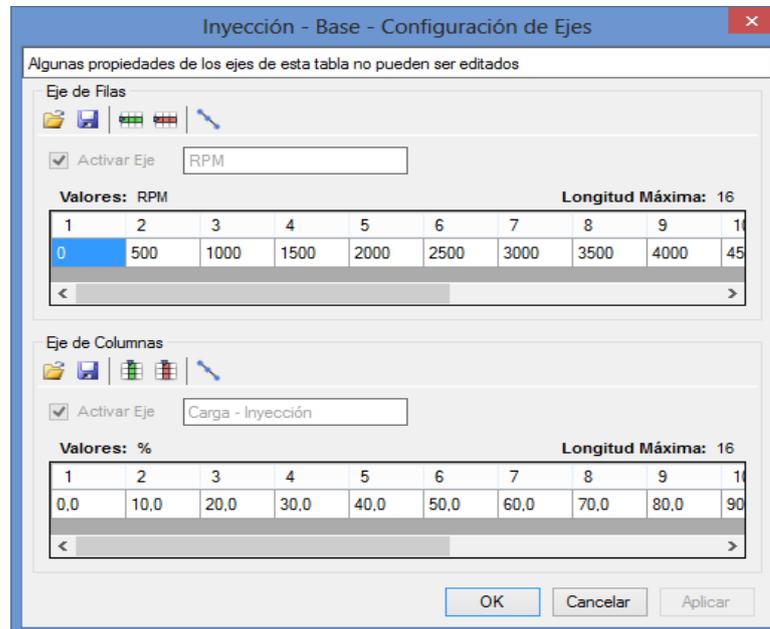


Figura. 4.44 Configuración de los ejes.

Fuente. Haltech.

4.9.4 Programación de la inyección.

Conducir un vehículo por tiempo prolongado con una programación incorrecta puede causar serios daños al motor. Para garantizar de que la programación de las tablas de inyección estén correctas, es recomendable utilizar un sensor de oxígeno banda ancha para asegurarse de que la relación de mezcla este correcta bajo todas las condiciones de operación del motor.

4.9.5 Mapas de inyección.

La ECU Haltech posee 2 tablas principales de las cuales la inyección puede ser calculada (“Fuel base 2”). Estos mapas contienen el tiempo de inyección base para la carga y rpm a las cuales operara. El mapa de

inyección es lo que influye mayormente las mezclas de aire/gasolina. El mapa que será utilizado se puede seleccionar en el menú de configuración avanzada, dentro de las opciones de tablas dobles, se puede alternar entre estos dos mapas configurando una de las entradas principales

4.9.6 Para programar las tablas de inyección base.

- Configurar el dispositivo para monitorear mezclas de aire/gasolina para el rango que será utilizado con el motor a programar. Verificar que mapa está siendo utilizado y vaya al mapa correspondiente en el software de ECU manager. Es recomendable que todas las tablas de corrección, como la de temperatura de agua y aire, estén desactivadas o en cero en este punto.
- Confirmar que el tiempo de avance inicial este correcto con un foco de tiempo (para más información vaya a la sección de calibración del tiempo de avance). Se recomienda que el tiempo de avance sea conservador para prevenir que haya detonación si se experimenta un momento de mezcla pobre.
- Se debe calentar el motor a su temperatura normal de operación.
- Verificar el ángulo de inyección para que la marcha del motor este lo más estable posible. Valores típicos de estos ángulos son alrededor de los 400° en el PMS.
- Ajustar el control de ralentí o el tornillo de ajuste de la mariposa para que el motor se mantenga a una velocidad ideal.
- Ajustar la marcha para ralentí – monitoreando las mezclas de aire/gasolina con algún medidor, trate de mantenerlas lo más cerca de 14.7 a 1, asegurándose de que el motor se mantiene estable sin ningún fallo.
- Mantener el motor sin carga, luego acelerar en neutro a lo largo del rango de RPM en el que este vaya a operar. Mantener las mezclas de

aire y gasolina cerca de 14.7: 1 en las partes donde no hay cargas en el mapa.

4.9.7 Programación de baja (ralentí).

La mezcla de ralentí es bastante sensible a los cambios de tiempo de inyección. Tiempos de inyección en ralentí son usualmente de 1.5 a 2.5 ms. Si el tiempo de inyección es menor que esto podría ser difícil establecer una mezcla adecuada para ralentí o condiciones de cruce. Los motores modernos con árboles de levas originales deberán de poder mantener una relación normal de 14.7: 1 sin problemas.

Si el motor está oscilando en ralentí, entonces la mezcla no está ideal para el rango de rpm y carga por la cual está cruzando el motor. Observe detalladamente el movimiento del indicador para corregir los puntos donde falte combustible.

Si la presión del múltiple varía excesivamente al utilizar un sensor MAP para determinar la carga, podría ser necesario utilizar el mapa de cero acelerador, tome en cuenta que las variaciones del sensor MAP podrían deberse a mezclas inestables, así que es bueno establecer cuál es la causa o efecto de esta falla antes de habilitar el mapa de cero acelerador. Usualmente, un motor realizado trabajo de árbol de levas necesitara del mapa de cero aceleradores para estabilizar la marcha en ralentí.

Recuerde que la computadora Haltech interpola en contra de tanta carga como rpm. Si el motor está en ralentí a 800 rpm, el tiempo de inyección será calculado utilizando el 60% de rango de 1000 rpm y 40% del rango de 500 rpm (suponiendo que las rpm estén organizadas en

incremento de 500 en 500), así que ambos rangos tendrán que ser ajustados para conseguir la mezcla correcta. Similarmente, el tiempo de inyección también es interpolado entre rangos de carga, siendo necesario ajustar valores a lo largo de estos para conseguir las mezclas deseadas, y luego ajustándolas individualmente.

4.9.8 Programación sin carga.

Se debe permitir que el motor alcance su temperatura operacional antes de empezar a programar las tablas base. Revise en la página de datos del motor que todos los sensores y señales de entrada estén dentro de sus rangos normales, y que las temperaturas del motor se han estabilizado antes de continuar.

Utilizando el acelerador únicamente, aumente la velocidad del motor hasta que este alcance el valor de la primera fila por encima de ralentí. Generalmente en 1000 rpm. Si el motor se mantiene en este punto exactamente, este es el único rango que tiene que ser ajustado.

Calíbrelo para alcanzar la mezcla estequiométrica, o lo más cerca posible a estequiométrica que permitan que el motor este estable sin fallas. Repita el proceso para las demás filas de rpm, 1500, 2000, 2500, 3000, etc.

El motor deberá ahora poder arrancar fácilmente y acelerar limpio con movimientos lentos del acelerador, mientras lo acelera a más altas rpm, observe el contador de revoluciones en el programa. Si se ven lecturas erráticas, o no muestran la cuenta correcta, revise la configuración de la sincronización.

4.9.9 Aplicándole carga al motor.

Para evitar daños en el motor, se debe programar una mezcla un poco rica para luego lentamente empobreciéndola hasta que se alcance la mezcla ideal, siempre es importante asegurarse de que el motor este en perfecto estado y funcionamiento antes de comenzar a programarlo, observe detenidamente las temperaturas del agua durante la programación ya que el motor está operando bajo mucha carga.

Si se detecta cualquier detonación, reduzca la carga (cierre la mariposa) inmediatamente, Si las mezclas se empobrecen mucho con carga, entonces redúzcala inmediatamente y corrija las tablas de inyección antes de volver a aplicar carga de nuevo. Observe la tabla 4.15.

Tabla 4.15 Programación de la inyección.

Inyección - Base ms		Carga - Inyección %										
		0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0
RPM	6500	2,796	2,448	4,064	5,402	6,044	6,384	6,772	7,020	7,204	7,388	7,432
	6000	2,918	2,610	4,258	5,604	6,178	6,552	6,924	7,158	7,324	7,488	7,528
	5500	3,042	2,774	4,302	5,658	6,438	6,758	7,126	7,346	7,496	7,646	7,630
Objetivo	5000	3,042	2,940	4,600	5,960	6,620	6,710	7,110	7,312	7,482	7,552	7,720
	4500	3,050	3,102	4,994	6,364	6,602	6,810	7,194	7,376	7,532	7,590	7,754
	4000	3,610	4,466	5,188	6,508	6,598	6,902	7,282	7,500	7,590	7,628	7,790
	3500	3,500	3,744	5,526	6,706	6,734	7,010	7,384	7,534	7,650	7,666	7,826
	3000	3,500	4,074	5,918	6,654	6,868	7,084	7,390	7,532	7,668	7,708	7,866
	2500	3,550	4,146	5,906	6,550	6,950	7,106	7,296	7,502	7,422	7,444	7,362
	2000	1,860	3,800	5,748	6,496	6,802	7,044	7,174	7,248	7,324	7,208	7,166
Valor de	1500	2,550	3,800	5,880	6,314	6,670	6,880	6,970	7,060	6,964	6,794	6,756
	1000	3,050	4,138	5,644	6,086	6,348	6,400	6,456	6,482	6,508	6,480	6,428
	500	3,538	3,806	3,806	3,806	3,976	4,150	4,340	4,534	4,534	4,534	4,486
Dif AFR	0	3,208	3,456	3,456	3,456	3,626	3,800	3,990	4,184	4,184	4,184	4,136

Fuente. Haltech.

Regrese el motor a ralentí. La mezcla para 1000 rpm en ralentí ya deberá estar programada para la mezcla correcta. Si no, repase la sección de programación sin carga antes de proceder.

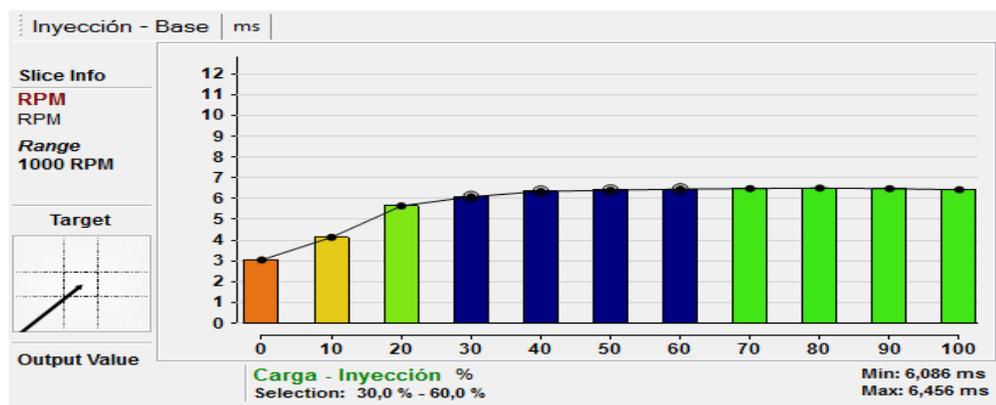
A hora es recomendable linearizar entre los dos puntos que han sido programados. Seleccione entre el punto que acaba de ajusta (30 KPa) y el punto en ralentí ya programado (60 KPa) y linearice las celdas entre estos. Observe las tablas 4.16, 4.17.

Tabla 4.16 Programación de la inyección a 30 KPa y 1000 rpm.

Inyección - Base ms		Carga - Inyección %										
		0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0
RPM	6500	2.796	2.448	4.064	5.402	6.044	6.384	6.772	7.020	7.204	7.388	7.432
RPM	6000	2.918	2.610	4.258	5.604	6.178	6.552	6.924	7.158	7.324	7.488	7.528
	5500	3.042	2.774	4.302	5.658	6.438	6.758	7.126	7.346	7.496	7.646	7.630
	5000	3.042	2.940	4.600	5.960	6.620	6.710	7.110	7.312	7.482	7.552	7.720
Objetivo	4500	3.050	3.102	4.994	6.364	6.602	6.810	7.194	7.376	7.532	7.590	7.754
	4000	3.610	4.466	5.188	6.508	6.598	6.902	7.282	7.500	7.590	7.628	7.790
	3500	3.500	3.744	5.526	6.706	6.734	7.010	7.384	7.534	7.650	7.666	7.826
	3000	3.500	4.074	5.918	6.654	6.868	7.084	7.390	7.532	7.668	7.708	7.866
	2500	3.550	4.146	5.906	6.550	6.950	7.106	7.296	7.502	7.422	7.444	7.362
	2000	1.860	3.800	5.748	6.496	6.802	7.044	7.174	7.248	7.324	7.208	7.166
Valor de	1500	2.550	3.800	5.880	6.314	6.670	6.880	6.970	7.060	6.964	6.794	6.756
	1000	3.050	4.138	5.644	6.086	6.348	6.400	6.456	6.482	6.508	6.480	6.428
Dif AFR	500	3.538	3.806	3.806	3.806	3.976	4.150	4.340	4.534	4.534	4.534	4.486
	0	3.208	3.456	3.456	3.456	3.626	3.800	3.990	4.184	4.184	4.184	4.136

Fuente. Haltech.

Tabla 4.17 Linearizar entre dos celdas programadas.



Fuente. Haltech.

Continúe poniendo más carga al motor, llevándolo hasta la columna de carga máxima. Cada vez que programe un punto se debe linearizar entre las celdas programadas. Acelere el motor a lo largo de estos puntos

aumentando los valores en cualquier área donde las mezclas estén más pobres de lo deseado.

El tiempo de inyección debe aumentar a medida que la carga aumenta. Al programar una celda, verifique que la próxima celda hacia la derecha tenga por lo menos un valor igual o mayor a la celda que se acaba de programar. Esto garantiza que cuando aumente la carga por lo menos tendrá una mezcla más rica.

A medida que las revoluciones aumentan y el motor se hace más eficiente, el tiempo de inyección también debe aumentar proporcionalmente. Sin embargo, esto no se mantendrá a lo largo de las revoluciones, pero garantiza que las partes sin programar del mapa estarán muy ricas y no muy pobres que es lo recomendable.

4.9.10 Opción de programación rápida.

La opción de programación rápida (Quicktune) es una función que permite corregir automáticamente la tabla de inyección basándose en la comparación de la tabla de mezcla objetivo y la mezcla monitoreada, para luego aplicar el ajuste al tiempo de inyección.

La opción de Quicktune puede ser utilizada únicamente cuando haya sido conectado un sensor de oxígeno banda ancha calibrado correctamente. La señal de este sensor de oxígeno banda ancha proviene de un controlador externo de oxígeno de O₂ similar al controlador producido por Haltech. Cualquier otro controlador banda ancha que tenga una señal de salida de 0 – 5 V calibrada puede ser utilizado.

Una vez que una entrada auxiliar en la Haltech haya sido configurada y calibrada para aceptar la señal de un sensor O2 (menú de configuración principal, entrada y habilite una entrada análoga como sensor de oxígeno banda ancha) con la que puede configurar la tabla de mezcla objetivo. Observe la figura 4.45.

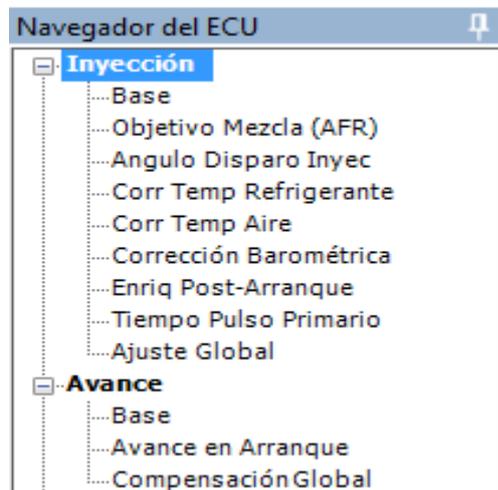


Figura. 4.45 Mapa de mezcla objetivo.

Fuente. Haltech.

Al tener un sensor de oxígeno banda ancha correctamente configurado, conectado y calibrado, y el mapa de mezcla objetivo activado con valores adecuados, la opción de Quicktune está lista para ser utilizada. Para utilizar la opción de Quicktune seleccione la tabla de inyección base que quiere programar.

Con la tabla seleccionada presione la letra "Q" en su teclado para activar el Quicktune y ajustar los valores del mapa de inyección para las celdas donde el motor se encuentre operando. La computadora compara las lecturas de las mezclas obtenidas con la de la tabla de mezcla objetivo. La relación entre estos valores es utilizada para aumentar y disminuir el tiempo de inyección en cantidades proporcionales a la diferencia en los valores de las mezclas.

Es importante resaltar que cuando se presiona la letra “Q” la computadora solo hace el ajuste al punto en carga y rpm en que el motor se encuentra operando sin importar cuantas celdas haya seleccionado. Por esta razón, los mejores resultados serán obtenidos cuando los puntos de rpm y carga se encuentran en el medio de la celda seleccionada al presionar la letra “Q”.

Presionar la “Q” múltiples veces resultara en resultados incorrectos ya que el sistema aplicara múltiples correcciones antes de que los primeros cambios sean enviados al sensor de O2. En cambio, para alcanzar la mezcla objetivo lo más rápido posible, mantenga la carga y revoluciones lo más cerca del centro de la celda seleccionada posible y luego presione la letra “Q”, esperando que la mezcla medida se establezca a la deseada antes de volver a presionar “Q” de nuevo.

La opción de Quicktune está limitada a un máximo de $\pm 30\%$ cada vez que se presiona la tecla, presionar la tecla “W” copia el valor de inyección calculado por el Quicktune a la próxima celda en la fila de carga a la derecha de la actual y las adyacentes en el próximo rango de rpm. Hacer referencia con la tabla 4.18.

Tabla 4.18 Opción Quicktune.

Inyección - Base ms		Carga - Inyección %										
		0,0	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0
RPM	6500	2.796	2.448	4.064	5.402	6.044	6.384	6.772	7.020	7.204	7.388	7.432
RPM	6000	2.918	2.610	4.258	5.604	6.178	6.552	6.924	7.158	7.324	7.488	7.528
	5500	3.042	2.774	4.302	5.658	6.438	6.758	7.126	7.346	7.496	7.646	7.630
Objetivo	5000	3.042	2.940	4.600	5.960	6.620	6.710	7.110	7.312	7.482	7.552	7.720
	4500	3.050	3.102	4.994	6.364	6.602	6.810	7.194	7.376	7.532	7.590	7.754
	4000	3.610	4.466	5.188	6.508	6.598	6.902	7.282	7.500	7.590	7.628	7.790
	3500	3.500	3.744	5.526	6.706	6.734	7.010	7.384	7.534	7.650	7.666	7.826
	3000	3.500	4.074	5.918	6.654	6.868	7.084	7.390	7.532	7.668	7.708	7.866
	2500	3.550	4.146	5.906	6.550	6.950	7.106	7.296	7.502	7.422	7.444	7.362
	2000	1.860	3.800	5.748	6.496	6.802	7.044	7.174	7.248	7.324	7.208	7.166
Valor de	1500	2.550	3.800	5.880	6.314	6.670	6.880	6.970	7.060	6.964	6.794	6.756
	1000	3.050	4.138	5.644	6.096	6.348	6.400	6.456	6.482	6.508	6.480	6.428
	500	3.538	3.806	3.806	3.806	3.976	4.150	4.340	4.534	4.534	4.534	4.486
Dif AFR	0	3.208	3.456	3.456	3.456	3.626	3.800	3.990	4.184	4.184	4.184	4.136

Fuente. Haltech.

4.11 Programando la ignición.

Manejar un vehículo con mapas mal programados puede llevar a fallas o daños al motor, antes de ajustar el avance, asegúrese de que los mapas de inyección proporcione una mezcla segura para operar el motor, cuando este programado el avance verifique que no haya detonación.

Siempre comience con valores de avance menores a los que se espera para la aplicación aumentándolos gradualmente hasta alcanzar el deseado.

4.11.1 Tablas de ignición.

La Haltech posee dos mapas de ignición desde los cuales el avance del motor puede ser calculado. Las tablas definen cual será el tiempo de avance para cada punto de rpm o carga en el que el motor opera. El mapa a ser utilizado puede ser seleccionado desde el menú avanzado en la configuración de tablas dobles.

El cambio de mapa 1 y 2 puede ser realizado mediante un interruptor en una de las entradas digitales.

4.11.2 Programando la ignición.

Asegúrese de que sus mapas de inyección han sido completamente programados antes de comenzar a programar el avance. Si no están correctamente configurados podría ocurrir detonación que no será por mala programación del avance.

4.11.3 Programación de ralentí.

Velocidad del motor en ralentí están entre 500 y 1000 rpm. Para asistir al mecanismo de control de la marcha a que mantenga una velocidad estable es recomendable que los valores de avance entre 500 y 1000 rpm sean similares sino iguales. Puede ser de utilidad programar el rango de 500 rpm un poco más alto que el de 1000 rpm para que cuando las revoluciones caigan este avance extra ayudan a que el motor vuelva a subir de velocidad. Esto ayudara al motor a mantener un equilibrio estable.

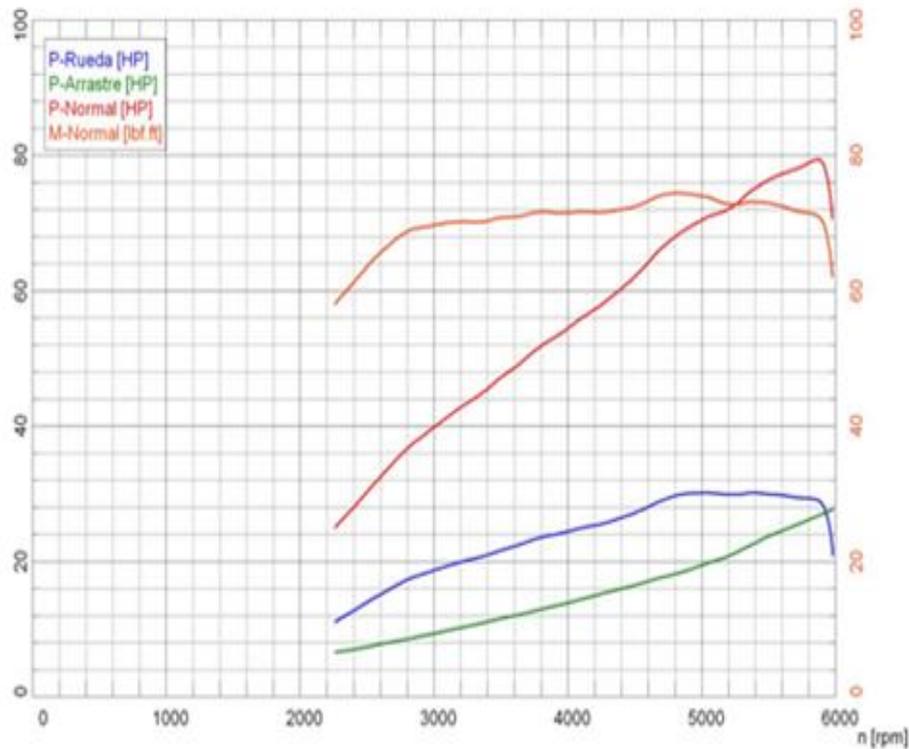
4.12 PRUEBAS Y RESULTADOS

Las pruebas de aumento de torque y potencia del vehículo realizado en el dinamómetro que se encuentra en la “Escuela Politécnica Nacional” EPN se los puede observar en los anexos de este trabajo

PRUEBAS

4.12.1 Datos de la primera prueba realizada en un dinamómetro con el vehículo con la ECU GM sin realizar modificación alguna.

Grafico 4.2 Torque y potencia datos estándar.



Fuente. Dinamómetro MAHA LPS 3000 LKW.

Resultado Prueba 1 con el vehículo estándar.

Potencia = 79.3 Hp a 6000 rpm (Curva color rojo).

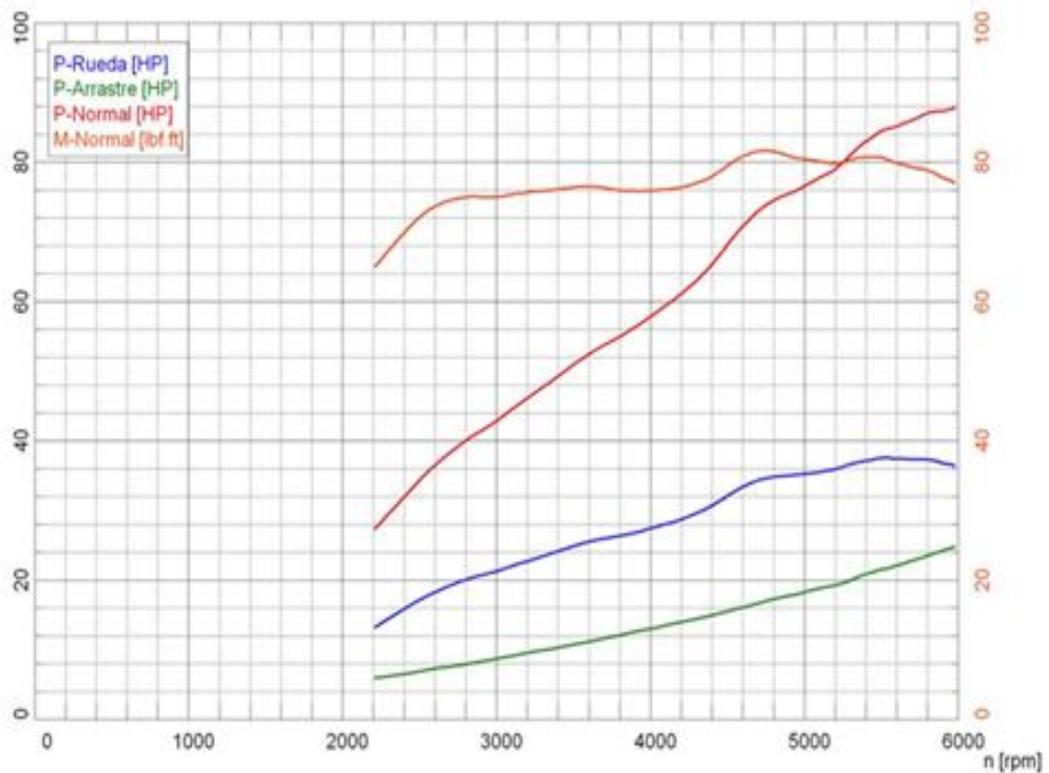
$$79.3 \text{ hp} \times 0,746 = 59.15 \text{ kw}$$

Torque o Par motor = 74.3 lbf.ft a 6000 rpm rpm (Curva color naranja).

$$74,3 \text{ lbf} \times \text{Pie} / 0.738 \text{ lbf} \times \text{Pie} = 100.6 \text{ Nm}$$

4.12.2 ECU HALTECH con un mapa configurado con un 20%de combustible más.

Gráfico 4.3 Torque y potencia, 20% más de combustible.



Fuente. Dinamómetro MAHA LPS 3000 LKW.

Prueba 2 con el aumento de combustible del 20%.

Potencia = 87.6 Hp a 6000 rpm rpm (Curva color rojo).

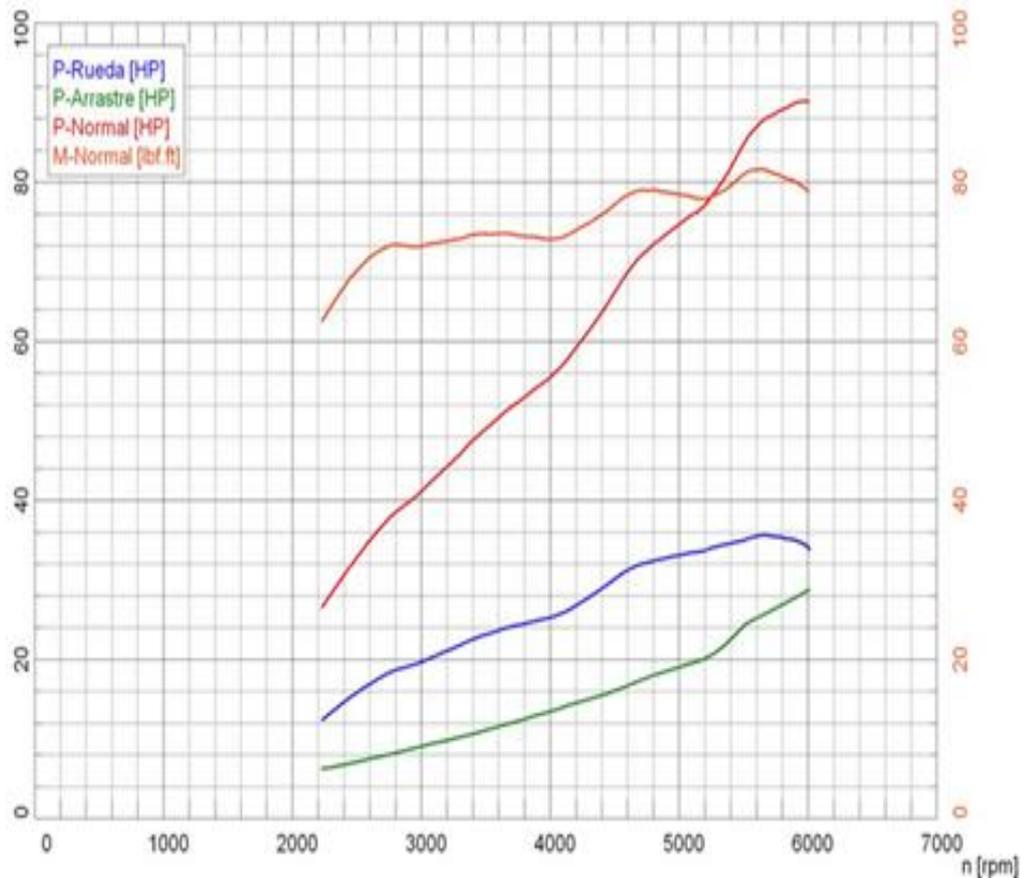
$$87.6 \text{ hp} \times 0,746 = 65.34 \text{ kw}$$

Torque o Par motor = 81.5lbf.ft a 6000 rpm rpm (Curva color naranja).

$$81.5 \text{ lbf} \times \text{Pie} / 0.738 \text{ lbf} \times \text{Pie} = 110.4 \text{ Nm}$$

4.12.3 ECU HALTECH con un mapa configurado con un 40% de combustible extra.

Gráfico. 4.4 Torque y potencia, 40% más de combustible.



Fuente. Dinamómetro MAHA LPS 3000 LKW.

Prueba 3 con el aumento de combustible del 40%.

Potencia = 90.1 Hp. a 6000 rpm rpm (Curva color rojo).

$$90.1 \text{ hp} \times 0,746 = 67.2 \text{ kw}$$

Torque o Par motor = 81.5 lbf. ft a 6000 rpm rpm (Curva color naranja).

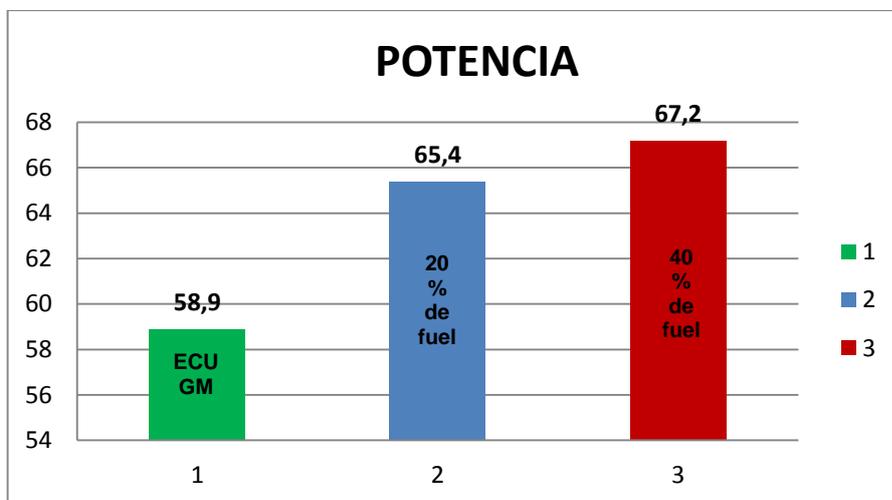
$$81.5 \text{ lbf} \times \text{Pie} / 0.738 \text{ lbf} \times \text{Pie} = 110.4 \text{ Nm}$$

Tabla 4.19 Resultados de pruebas de potencia.

Pruebas	Unidad de medida	Valor referencial	Aumento de potencia
Prueba 1 de potencia	Kw	58.9	
Prueba 2 de potencia	Kw	65.3	9.8 %
Prueba 3 de potencia	Kw	67.2	12.35 %

Fuente: Autores.

Gráfico. 4.5 Prueba de potencia.



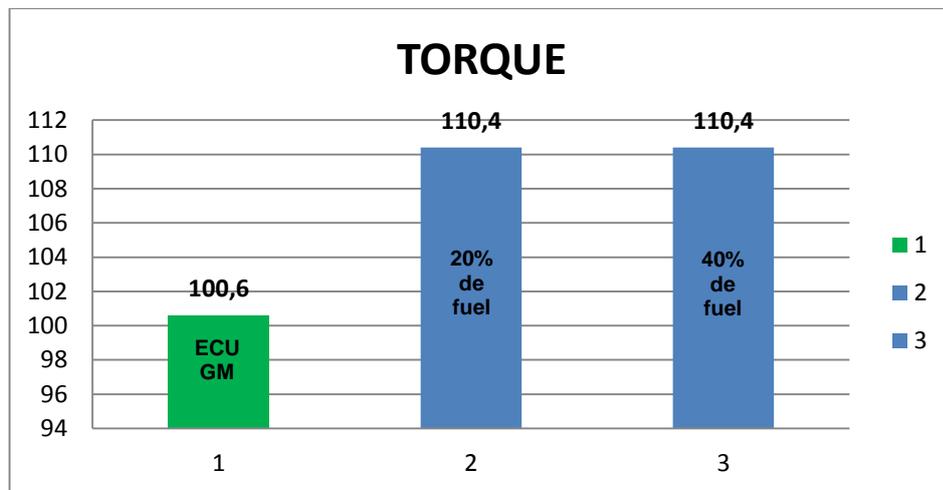
Fuente. Autores.

Tabla.4.21 Resultados de pruebas de torque.

Pruebas	Unidad de medida	Valor referencial	Aumento de torque
Prueba 1 de Torque	Nm	100.6	
Prueba 2 de Torque	Nm	110.4	8.87 %
Prueba 3 de Torque	Nm	110.4	8.87 %

Fuente. Autores.

Gráfico. 4.6 Prueba de torque.



Fuente. Autores.

4.12.6 Prueba de emisión de gases contaminantes

Para realizar el análisis de los gases de escape con el sistema de inyección programable Haltech, se acudió a los talleres de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz en donde se encuentran los

equipos marca "BRAIN BEE" destinados para el análisis de los agentes contaminantes que produce los vehículos.



Figura. 4.46 Prueba de emisión de gases contaminantes.

Fuente. Autores.

Resultado del análisis de gases.

Tabla. 4.23 Datos de las emisiones producidas por el vehículo Chevrolet corsa wind.

Valores	Calibración para alto rendimiento		Calibración para rendimiento bajo	
Placa	PXC - 0104		PXC - 0104	
Combustible	Gasolina		Gasolina	
Temperatura	96	[°C]	104	[°C]
RPM	1780	[1/min]	1870	[1/min]
CO	0,22	[%Vol]	0,14	[%Vol]
CO2	6,3	[%Vol]	5,2	[%Vol]
HC	2340	[ppmVol]	1211	[ppmVol]
O2	13,60	[%Vol]	12,79	[%Vol]
Lambda	2,017	[-]	2,352	[-]

Fuente. Brain Bee AGS-688.

4.12.7 Prueba de consumo de combustible del vehículo.

Para realizar la primera prueba se escogió un mapa con calibraciones bajas, se lo hizo con el tanque lleno desde la bomba de los Olivos hacia la laguna de Yahuarcocha de ida y regreso por un tiempo 45 minutos en una distancia de recorrido de 34 km a una velocidad promedio entre 60 y 70 km/h y al regresar se lo volvió a llenar para constatar el consumo de combustible.

Tabla. 4.24 Consumo de combustible prueba 1.

Tabla de datos obtenidos calibraciones		para bajo rendimiento
Velocidad (km/h)	Tiempo de prueba (min)	Distancia (km)
60-70 km/h	45 min	34 km

Fuente. Autores.

Consumo de combustible de la primera prueba con el mapa con calibraciones para bajo rendimiento = **0, 96 galones**

Para transformar de galones a litro.

$$1\text{gl} \dots\dots\dots 3,8\text{lbs}$$

$$0,96\text{gl} \dots\dots\dots X$$

$$X = 3,648\text{lbs}$$

Consumo de combustible, litros por kilómetro.

$$3,648\text{lt} / 34\text{km} = 0,107\text{lt.km}$$

Para realizar la segunda prueba se escogió un mapa con calibraciones altas, se lo hizo con el tanque lleno desde la bomba de los Olivos hacia la laguna de Yahuarcocha de ida y regreso por un tiempo 45 minutos en una distancia de recorrido de 34 km a una velocidad

promedio entre 60 y 70 km/h y al regresar se lo volvió a llenar para constatar el consumo de combustible.

Tabla. 4.25 Consumo de combustible prueba 2.

Tabla de datos obtenidos de calibraciones para alto rendimiento		
Velocidad (km/h)	Tiempo de prueba (min)	Distancia (km)
60-70 km/h	45 min	34 km

Fuente. Autores.

Consumo de combustible de la primera prueba con el mapa con calibraciones para alto rendimiento = **1,20 galones**

Para transformar de galones a litro.

$$1\text{gl} \dots\dots\dots 3,8\text{lt}$$

$$1,20\text{gl} \dots\dots\dots X$$

$$X = 4,56\text{lt}$$

Consumo de combustible, litros por kilómetro.

$$4,46\text{lt} / 34\text{km} = 0,134\text{lt.km}$$

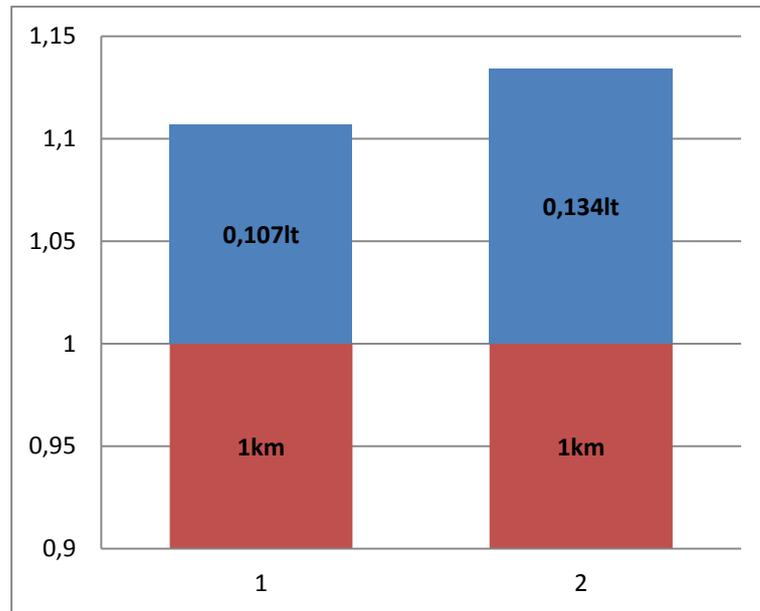
Tabla. 4.26 Diferencia de consumo de combustible.

Consumo de combustible		
Calibración para bajo rendimiento	Calibración para alto rendimiento	Diferencia del consumo en lt.km
0,107lt.km	0,134lt.km	0,027 lit.

Fuente. Autores.

Al realizar las pruebas con los mapas con diferentes calibraciones se obtuvo una diferencia considerable de consumo de combustible.

Grafico. 4.7 Diferencia de consumo de combustible.



Fuente. Autores.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES.

- Con la implementación del sistema de inyección programable HALTECH se obtuvo un incremento significativo del 12.35% en potencia de motor, dato que se obtuvo de las pruebas realizadas en el dinamómetro de la Escuela Politécnica Nacional de la ciudad de Quito.
- Gracias a este novedoso sistema el conductor puede controlar el consumo de combustible, siempre y cuando utilice mapas con calibraciones adecuadas.
- Las emisiones producidas por el vehículo no cumple con los datos permitidos por las normas INEN que rige en el país debido a que el vehículo no posee catalizador.

5.2 RECOMENDACIONES.

- Es recomendable no mantener el motor en altas revoluciones y carga mientras programa para evitar recalentamiento del motor y el estrés térmico.
- Se puede plantear una investigación avanzadas a futuro para diagnosticar la óptima configuración tanto en rendimiento del motor y el torque.
- Realizar modificaciones al motor (cepillado de cabezote, preparación del cigüeñal, cambio de bielas, pistones, aumento del diámetro de toberas).
- Acoplar accesorios Haltech (sensor de oxígeno).

BIBLIOGRAFÍA

Andrés, S. C. (12 de julio de 2013). *repositorio.utn.edu.ec*. Obtenido de MANUAL INGENIERÍA ELECTRÓNICA TECHSTREAM:

<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2256>

GONZALO. (2012). *psm-competicion.com.ar*. Recuperado el 2014, de <http://www.psm-competicion.com.ar/MEGASQUIRT2.htm>

HALTECH. (2012). <http://www.haltech.com>. Recuperado el 2014, de <http://www.haltech.com/product/software/>

HALTECH. (2012). www.haltech.com. Recuperado el 2014, de <http://www.haltech.com/product/software/>

Hernesto, P. P. (2014 de MAYO de 2014). *repositorio.utn.edu.ec*. Obtenido de UNIDAD DE CONTROL:

<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/3332>

LR, A. (2012). www.hondadata.com. Recuperado el 2014, de <http://www.stcolombia.com/portal/f75/hondadata-28182/>

meganeboy, d. (2014). *Sistema de inyeccion Motronic*. Recuperado el 22 de enero de 2014, de

http://www.aficionadosalamecanica.net/inyeccion_gasolina1.htm

Motec. (2010). *motecargentina*. Recuperado el 2014, de www.motecargentina.com.ar

MOTEC. (2010). *motecargentina*. Recuperado el 2014, de http://www.motecargentina.com/index.php?componente=12&task=amplia_producto&id_producto=8

Richardo, J. M. (2013). *Inyección Directa*. Recuperado el 2014, de http://www.km77.com/marcas/peugeot/motorhpi_00/0primera/sumario2.asp

Richardo, J. M. (2013). *Inyección Indirecta*. Recuperado el 2014, de http://www.km77.com/marcas/peugeot/motorhpi_00/0primera/sumario2.asp

Romero, J. M. (29 de abril de 2012). *Inyección multipunto*. Recuperado el 2014, de <http://electroaut.blogspot.com/2012/04/introduccion-la-inyeccion-electronica-o.html>

Romero, J. M. (29 de abril de 2012). *Sistema de inyección monopunto*. Recuperado el 2014, de <http://electroaut.blogspot.com/2012/04/introduccion-la-inyeccion-electronica-o.html>

SDS. (2012). <http://www.sdsefi.com>. Recuperado el 2014, de <http://www.sdsefi.com/specific.html>

SDS. (2009). [sdsifi.com](http://www.sdsefi.com). Recuperado el 2014, de <http://www.sdsefi.com/specific.html>

Torrance, C. S. (2011). [hondadata.com](http://www.hondadata.com). Recuperado el 2014, de <http://www.hondadata.com/aboutus.html>

WMS. (2011). <http://www.wmsracing.com>. Recuperado el 2014, de <http://www.wmsracing.com/wmsweb/sds.html>

ANEXOS



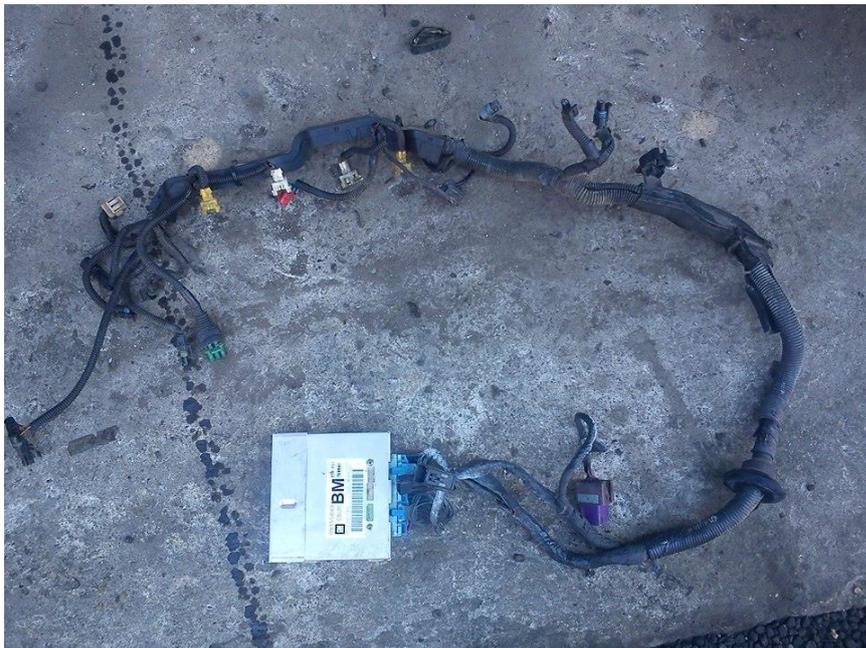
Anexo 1



Anexo 2



Anexo 3



Anexo 4



Anexo 5



Anexo 6

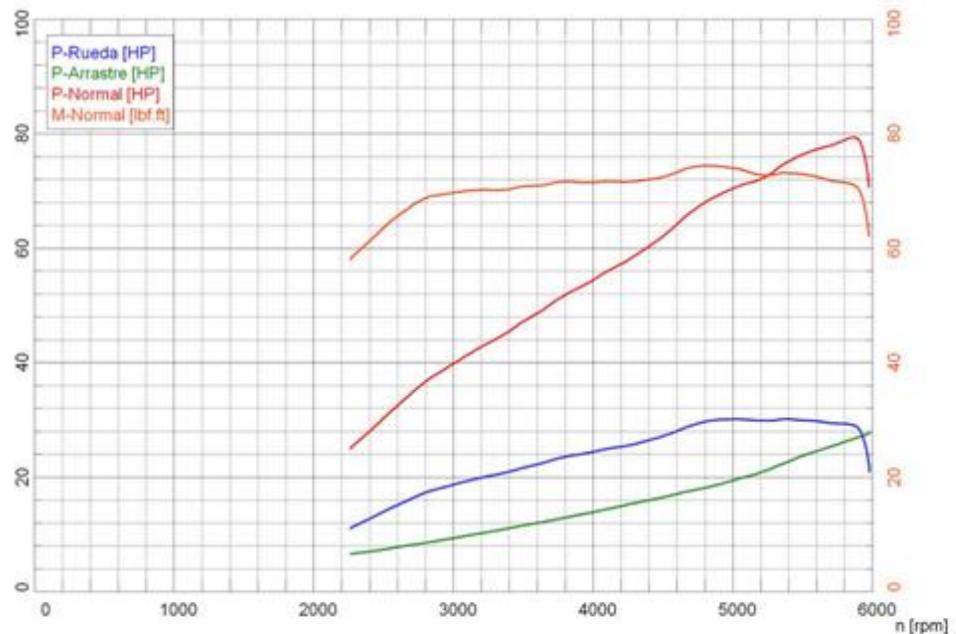
Vehículo: CORSA WIND 1.4
Matrícula: TESIS
Probador: A URBINA D LINCANGO

Motor Otto / Sin turbo
Caja Manual

PC SAE 1
4TA MARCHA

Fecha de la medición: 05 02 2014 (9:19)

Página 1



Valores de potencia	
Potencia normal ¹⁾	P_{Normal} 79,3 HP / 59,1 kW
Potencia motor	P_{Motor} 55,6 HP / 41,5 kW
Potencia ruedas	P_{Rueda} 29,0 HP / 21,6 kW
Potencia arrastre	$P_{Arrastre}$ 26,7 HP / 19,9 kW
Potencia máx.	5985 rpm / 79,7 mph
Par ¹⁾	M_{Normal} 74,3 lbf.ft
Par máx.	4830 rpm / 65,6 mph
RPM máx. alcanzado	5980 rpm / 81,3 mph

¹⁾ Corrección según SAE J 1349
Factor de corrección: $Q_v = 0,00 \%$

Valores del ambiente	
Temperat. ambiente	$T_{Ambiente}$ 68,5 F
Temperat. aire aspirado	$T_{Aire\ aspirado}$ 60,6 F
Humedad relativa del aire	H_{Aire} 60,5 %
Presión del aire	p_{Aire} 740,2 hPa
Presión del vapor	p_{Vapor} 14,4 hPa
Temperat. del aceite	T_{Aceite} 109,4 F
Temperat. carburante	$T_{Carburante}$ ---,--- F

Deslizamiento	
Velocidad sin carga	$V_{sin\ carga}$ ---,--- mph
Núm. de RPM sin carga	$n_{sin\ carga}$ ---,--- rpm
Velocidad plena carga	$V_{plena\ carga}$ ---,--- mph
Núm. de RPM plena carga	$n_{plena\ carga}$ ---,--- rpm
Deslizamiento	---,--- %

Masa rotatoria	
Acel. media en P. de inercia 1	a_1 ---,--- mph/s
Fza. frenado en P. de inercia 1	F_1 ---,--- lbf
Acel. media en P. de inercia 2	a_2 ---,--- mph/s
Fza. frenado en P. de inercia 2	F_2 ---,--- lbf
Fuerza de la masa rotatoria	$F_{rot\ total}$ ---,--- lbf
Masa rotatoria total	$m_{rot\ total}$ 1664,3 lb
Masa rotatoria LPS	$m_{rot\ LPS}$ 1532,0 lb
Masa rotatoria del vehículo	$m_{rot\ vehiculo}$ 132,3 lb



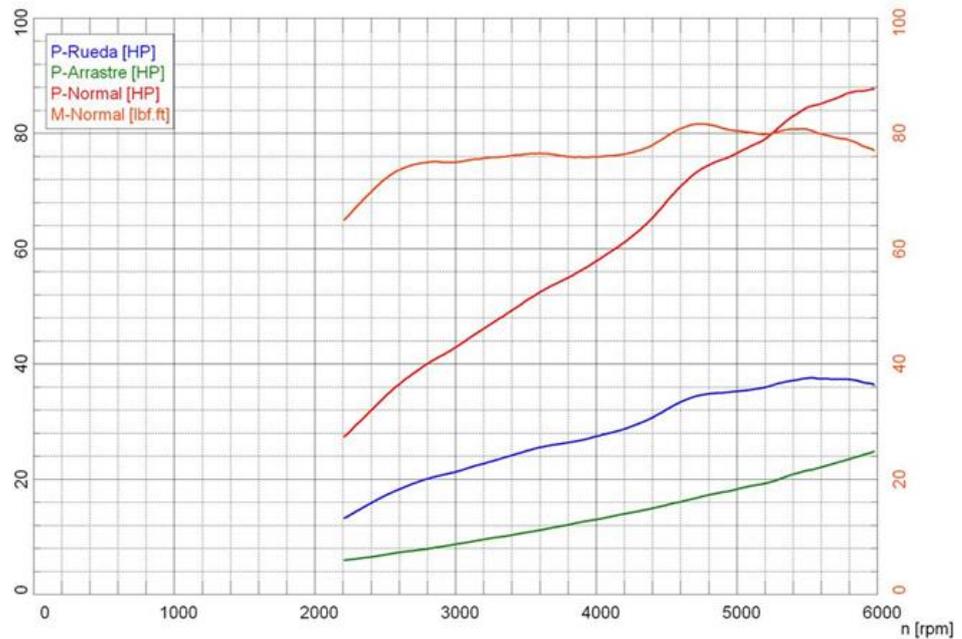
Vehículo: CHEVROLET CORSA WIND
Matrícula: 8Z1SC21Z21V303381
Probador: A URBINA D LINCANGO

Motor Otto / Sin turbo
Caja Manual

PC SAE 5
4TA MARCHA

Fecha de la medición: 16.04.2014 (11:57)

Página 1



Valores de potencia

Potencia normal ¹⁾	P_{Normal}	87,6 HP / 65,3 kW
Potencia motor	P_{Mot}	61,1 HP / 45,6 kW
Potencia ruedas	P_{Rueda}	36,4 HP / 27,2 kW
Potencia arrastre	$P_{Arrastre}$	24,7 HP / 18,4 kW
Potencia máx.		5970 rpm / 82,3 mph
Par ¹⁾	M_{Normal}	81,5 lbf.ft
Par máx.		4755 rpm / 65,5 mph
RPM máx. alcanzado		5975 rpm / 82,4 mph

¹⁾ Corrección según SAE J 1349
Factor de corrección: $Q_v = 0,00\%$

Valores del ambiente

Temperat. ambiente	$T_{Ambiente}$	74,5 F
Temperat. aire aspirado	$T_{Aire\ aspirado}$	65,7 F
Humedad relativa del aire	H_{Aire}	47,9 %
Presión del aire	p_{Aire}	739,4 hPa
Presión del vapor	p_{Vapor}	13,9 hPa
Temperat. del aceite	T_{Aceite}	114,8 F
Temperat. carburante	$T_{Carburante}$	---,- F

Deslizamiento

Velocidad sin carga	$V_{sin\ carga}$	---,- mph
Núm. de RPM sin carga	$n_{sin\ carga}$	---,- rpm
Velocidad plena carga	$V_{plena\ carga}$	---,- mph
Núm. de RPM plena carga	$n_{plena\ carga}$	---,- rpm
Deslizamiento		---,- %

Masa rotatoria

Accl.media en P.de inercia 1	a_1	---,- mph/s
Fza.frenado en P.de inercia 1	F_1	---,- lbf
Accl.media en P.de inercia 2	a_2	---,- mph/s
Fza.frenado en P.de inercia 2	F_2	---,- lbf
Fuerza de la masa rotatoria	$F_{rot-total}$	---,- lbf
Masa rotatoria total	$m_{rot-total}$	1664,3 lb
Masa rotatoria LPS	$m_{rot-LPS}$	1532,0 lb
Masa rotatoria del vehículo	$m_{rot-vehiculo}$	132,3 lb

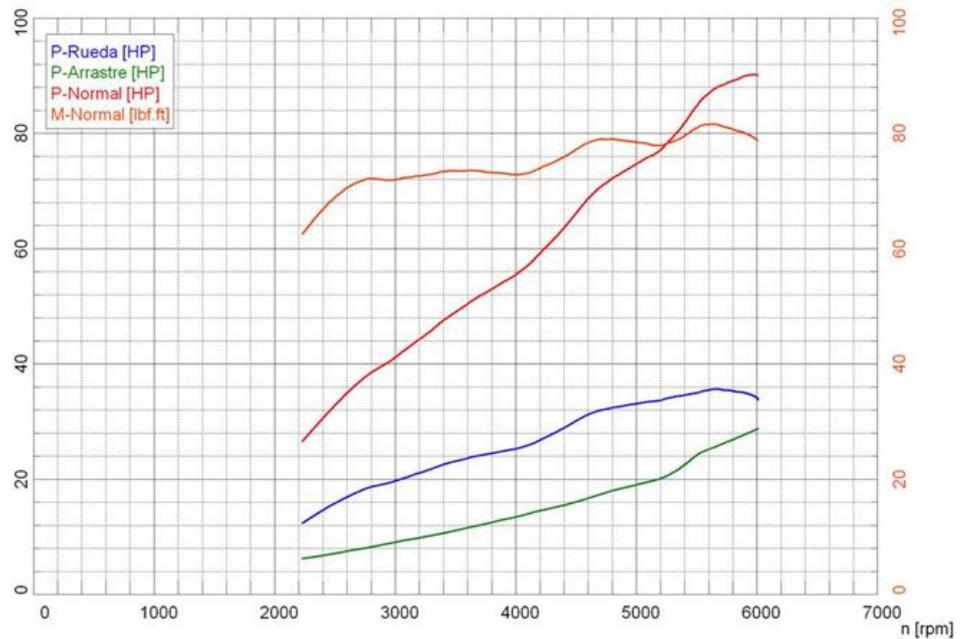
Vehículo: CHEVROLET CORSA WIND
Matrícula: 8Z1SC21Z21V303381
Probador: A URBINA D LINCANGO

Motor Otto / Sin turbo
Caja Manual

PC SAE 4
4TA MARCHA

Fecha de la medición: 16.04.2014 (11:53)

Página 1



Valores de potencia	
Potencia normal ¹⁾	P_{Normal} 90,1 HP / 67,2 kW
Potencia motor	P_{Mot} 62,8 HP / 46,8 kW
Potencia ruedas	P_{Rueda} 34,5 HP / 25,7 kW
Potencia arrastre	$P_{Arrastre}$ 28,3 HP / 21,1 kW
Potencia máx.	5960 rpm / 82,2 mph
Par ¹⁾	M_{Normal} 81,5 lbf.ft
Par máx.	5630 rpm / 77,6 mph
RPM máx. alcanzado	6010 rpm / 82,8 mph

¹⁾ Corrección según SAE J 1349
Factor de corrección: $Q_v = 0,00\%$

Valores del ambiente	
Temperat. ambiente	$T_{Ambiente}$ 74,3 F
Temperat. aire aspirado	$T_{Aire\ aspirado}$ 66,6 F
Humedad relativa del aire	H_{Aire} 48,2 %
Presión del aire	p_{Aire} 739,4 hPa
Presión del vapor	p_{Vapor} 14,0 hPa
Temperat. del aceite	T_{Aceite} 116,6 F
Temperat. carburante	$T_{Carburante}$ ---, - F

Deslizamiento	
Velocidad sin carga	$V_{sin\ carga}$ ---, - mph
Núm. de RPM sin carga	$n_{sin\ carga}$ ---, - rpm
Velocidad plena carga	$V_{plena\ carga}$ ---, - mph
Núm. de RPM plena carga	$n_{plena\ carga}$ ---, - rpm
Deslizamiento	---, - %

Masa rotatoria	
Accl. media en P. de inercia 1	a_1 ---, - mph/s
Fza. frenado en P. de inercia 1	F_1 ---, - lbf
Accl. media en P. de inercia 2	a_2 ---, - mph/s
Fza. frenado en P. de inercia 2	F_2 ---, - lbf
Fuerza de la masa rotatoria	$F_{rot-total}$ ---, - lbf
Masa rotatoria total	$m_{rot-total}$ 1664,3 lb
Masa rotatoria LPS	$m_{rot-LPS}$ 1532,0 lb
Masa rotatoria del vehículo	$m_{rot-vehiculo}$ 132,3 lb



Anexo 10



Anexo 11

VALORES MEDIDOS		VALORES MEDIDOS	
Temp.	: 104 [°C]	Temp.	: 96 [°C]
RPM	: 1870 [1/min]	RPM	: 1780 [1/min]
CO	: 0.14 [%Vol]	CO	: 0.22 [%Vol]
CO2	: 5.2 [%Vol]	CO2	: 6.3 [%Vol]
HC	: 1211 [ppmVol]	HC	: 2340 [ppmVol]
O2	: 12.79 [%Vol]	O2	: 13.60 [%Vol]
Lambda	: 2.352 [-]	Lambda	: 2.017 [-]
Fecha y hora 22.05.2014 17:51		Fecha y hora 22.05.2014 17:42	
Sello		Sello	
Examinador	GRUP01	Examinador	GRUP01
Firma		Firma	
α		α	
ANAL. GASES DE ESCAPE		ANAL. GASES DE ESCAPE	
BRAIN BEE		BRAIN BEE	
Tipo:	AGS-688	Tipo:	AGS-688
Version Software:	1.300	Version Software:	1.300
No. Serie:	110907001146	No. Serie:	110907001146
No. Aprobacion:	T10133	No. Aprobacion:	T10133
yyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyy yyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyy yyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyy yyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyy yyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyy		yyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyy yyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyy yyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyy yyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyy yyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyyy	
Placa:	PXC0104	Placa:	PXC0104
Tipo combustible:	GASOLINA	Tipo combustible:	GASOLINA

Anexo 12



Anexo 13



Anexo 14

Universidad Técnica del Norte
Facultad de Educación, Ciencia y Tecnología
Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz

Ibarra, 03 de Julio del 2014

CERTIFICADO

Yo Ing. Edgar Mena certifico:

Que los señores estudiantes egresados **PUENTESTAR PALMA OSCAR GEOVANY Y MANUEL JESUS POZO BENAVIDEZ** de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz cumplieron con la socialización del tema de Trabajo de Grado **"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN PROGRAMABLE EN UN VEHÍCULO CHEVROLET CORSA WIND 1.4 PARA COMPETENCIAS DE RALLY"** con los estudiantes de Décimo Semestre de la carrera en mención el día 10 de junio del 2014 a las 15h00.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente,



Ing. Edgar Mena

DIRECTOR DE TESIS



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	040160868-2		
APELLIDOS Y NOMBRES:	PUENTESTAR PALMA OSCAR GEOVANY		
DIRECCIÓN:	Atuntaqui, Barrio Santo Domingo calle Bolívar y Seliano Aguinaga		
EMAIL:	opuentestars@yahoo.com		
TELÉFONO FIJO:	062908901	TELÉFONO MÓVIL	0989644636

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN PROGRAMABLE EN UN VEHÍCULO CHEVROLET CORSA WIND 1.4 PARA COMPETENCIAS DE RALLY"
AUTOR (ES):	PUENTESTAR PALMA OSCAR GEOVANY, POZO BENAVIDES MANUEL JESÚS
FECHA: AAAAMMDD	2014/10/28
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Título de Ingeniero en la especialidad de Mantenimiento Automotriz.
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Edgar Mena

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, OSCAR GEOVANY PUENTESTAR PALMA, con cédula de identidad Nro. 040160868-2, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 28 días del mes octubre de 2014

EL AUTOR:

(Firma) 
Nombre: OSCAR GEOVANY PUENTESTAR PALMA
C.C. 040160868-2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, OSCAR GEOVANY PUENTESTAR PALMA, con cédula de identidad Nro.040160868-2 manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado titulado: **"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN PROGRAMABLE EN UN VEHÍCULO CHEVROLET CORSA WIND 1.4 PARA COMPETENCIAS DE RALLY"** que ha sido desarrollada para optar por el Título de Ingeniero en la Especialidad de Mantenimiento Automotriz en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 28 días del mes de octubre de 2014

(Firma)

Nombre: OSCAR GEOVANY PUENTESTAR PALMA

Cédula: 040160868-2



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

4. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	040156162-6		
APELLIDOS Y NOMBRES:	MANUEL JESÚS POZO BENAVIDES		
DIRECCIÓN:	Comunidad de Tesalia - Parroquia la Paz – Provincia del Carchi.		
EMAIL:	nuel_pozo@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	2979 327	TELÉFONO MÓVIL	0986234623

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN PROGRAMABLE EN UN VEHÍCULO CHEVROLET CORSA WIND 1.4 PARA COMPETENCIAS DE RALLY"
AUTOR (ES):	POZO BENAVIDES MANUEL JESÚS, PUENTESTAR PALMA OSCAR GEOVANY
FECHA: AAAAMMDD	2014/10/28
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Título de Ingeniero en la especialidad de Mantenimiento Automotriz.
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Edgar Mena

5. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, MANUEL JESÚS POZO BENAVIDES, con cédula de identidad Nro. 040156162-6, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

6. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 28 días del mes octubre de 2014

EL AUTOR:

(Firma) 
Nombre: MANUEL JESUS POZO BENAVIDES
c.c. 040156162-6



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, MANUEL JESUS POZO BENAVIDES, con cédula de identidad Nro. 040156162-6 manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor (es) de la obra o trabajo de grado titulado: **"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN PROGRAMABLE EN UN VEHÍCULO CHEVROLET CORSA WIND 1.4 PARA COMPETENCIAS DE RALLY"** que ha sido desarrollada para optar por el Título de Ingeniero en la Especialidad de Mantenimiento Automotriz en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 28 días del mes de octubre de 2014

(Firma).....
Nombre: MANUEL JESUS POZO BENAVIDES
Cédula: 040156162-6