

UNIVERSIDAD POLTECNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERIAS

CARRERA DE INGENIERIA MECANICA AUTOMOTRIZ

Tesis previo a la obtención del

Título de Ingeniero Mecánico

Automotriz.

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE
ENTRENAMIENTO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN
ELECTRÓNICA REPROGRAMABLE A GASOLINA Y ANÁLISIS
DE RENDIMIENTO CON VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS**

DIRECTOR: ING. PAUL NARVAEZ.

AUTORES: ORDOÑEZ MORA JUAN PABLO.

ULLOA RODAS PABLO AGUSTIN.

CUENCA - ECUADOR

2011

RESPONSABILIDAD

Los temas, subtemas, ideas e investigaciones, expuestas en la elaboración de la presente Tesis, son de exclusiva responsabilidad de sus autores.

F.....

Juan Pablo Ordóñez M.

F.....

Pablo Agustín Ulloa R.

Cuenca, 21 de julio de 2011.

Yo, Ing. Paúl Narváez, Director de Tesis de los alumnos Pablo Ordóñez y Pablo Ulloa,

C E R T I F I C O:

Que el presente Trabajo de Investigación fue realizado bajo mi supervisión y control.

Es todo cuanto puedo decir en honor a la verdad, facultando la presente a los Sres., Pablo Ordóñez y Pablo Ulloa, hacer el uso en lo que más convenga.

ATENTAMENTE

.....
Ing. Paul Narváez
DIRECTOR DE TESIS

Cuenca, 21 de julio de 2011.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios y a la Virgen del Cisne por haberme dado salud para la culminación de mi Carrera Universitaria.

Agradezco de igual forma al Ingeniero Paúl Narváez, profesor de la Universidad Politécnica Salesiana por habernos guiado en el proceso de investigación.

Un agradecimiento a la Universidad Politécnica Salesiana quien nos brindó la oportunidad de haber cursado sus aulas y habernos apoyado económicamente.

Finalmente agradezco a todas las personas quienes me apoyaron incondicionalmente en el desarrollo de esta investigación.

Pablo Ordoñez M.

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a dios por bendecirme y permitir culminar mis estudios universitarios. Agradezco a todas las autoridades y docentes de la UPS en especial quisiera agradecer al Ing. Fabricio Espinoza director de la carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz que de una u otra manera nos brindo el apoyo y las ganas de ayudarnos para el desarrollo de este proyecto de tesis de grado.

Quisiera hacer llegar un sincero agradecimiento al Ing. Paul Narvález, nuestro director de tesis que nos brindo todo el apoyo durante la realización de la tesis donde nos brindo su apoyo, conocimientos y ganas para sacar en adelante este proyecto de tesis.

Agradezco también a mi compañero de tesis Juan Pablo Ordoñez Mora, por el apoyo y ganas que brindo para salir en adelante con el proyecto pese a todos los problemas que se nos presentaron durante la realización de nuestra tesis.

Pablo Ulloa.

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación dedico en primer lugar a Dios y a la Virgen Del Cisne por haber sido los guías espirituales en cada paso de mi formación académica.

Dedico también este trabajo a mis padres quienes con esfuerzo y sacrificio supieron encaminarme hacia esta meta.

Dedico de forma especial a mi esposa Sandra que supo ayudarme en todos los momentos que lo necesitaba, para poder salir adelante juntos

Pablo Ordoñez M.

DEDICATORIA:

Quiero dedicar este proyecto de tesis de graduación Primeramente a Dios por darme la oportunidad de contar con la vida. A mis padres Claudio Ulloa y Yolanda Rodas Por haberme brindado la oportunidad de Realizar mis estudios universitarios y apoyarme en todas las metas que me propuesto.

A mis hermanos Darío y Sofía Ulloa Rodas por el apoyo incondicional que siempre estuvieron conmigo en los buenos y malos momentos en donde me brindaron todo el apoyo de ellos hacia mí, durante la vida universitaria para poder salir en adelante.

Quiero dedicar este proyecto de tesis en especial a mi Padre Claudio Ulloa que sacrifico muchos años de su vida para cumplir con su sueño de ver a sus hijos culminar los estudios universitarios, mil gracias a toda mi familia.

Pablo Ulloa.

INDICE.

CAPITULO I: ANÁLISIS DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DEL MOTOR DOHC DAEWOO.

	Página
1.1 ESPECIFICACIONES DEL MOTOR.....	1
1.2 COMPONENTES DEL MOTOR DAEWOO	
1.2.1 Componentes mecánicos del motor.....	2
1.3 ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DEL MOTOR DAEWOO DOHC	
1.3.1 Sistema de refrigeración del motor.....	3
1.3.2 Sistema de alimentación del motor.....	8
1.3.3 Sistema de lubricación.....	13
1.3.4 Sistema de admisión.....	14
1.3.5 Sistema de escape.....	15
1.3.6 Sistema de encendido.....	17
1.3.7 Sistema de Carga.....	20
1.3.8 Sistema de Arranque.....	21
1.4 RECONOCIMIENTO DEL ESTADO DEL MOTOR	
1.4.1 Sistema de refrigeración del motor.....	22
1.4.2 Sistema de admisión.....	23
1.4.3 Sistema de lubricación.....	23
1.4.4 Sistema de escape.....	23
1.4.5 Sistema de encendido.....	24
1.4.6 Sistema de alimentación.....	24

CAPITULO II: DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL BANCO DE ENTRENAMIENTO.

2.1 DISEÑO DEL BANCO.....	25
2.1.1 Cálculo y Dimensionamiento.....	25
2.1.2Calculo de cada una de las partes que conforman el Caballete.....	27

2.1.3 Aplicaciones y Utilidad.....	48
2.2 CONSTRUCCION DEL BANCO	
2.2.1 Proceso Constructivo.....	50
2.2.1.2 Soporte para el Radiador.....	53
2.2.1.3. Soporte para el Tablero de Control.....	54
2.2.1.4 Acoplamiento del Motor.....	54
2.3 RAZÓN DE LA UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS EN EL BANCO DE ENTRENAMIENTO.	
2.3.1 Disposición de los Elementos en la Maqueta Didáctica.....	56
2.3.1.1 Motor.....	56
2.3.1.2 Batería.....	57
2.3.1.3 Tubo de Escape.....	58
2.3.1.4 Caja de Fusibles y Relés.....	59
2.3.1.5 Tablero de Instrumentos.....	59
2.3.1.6 Tanque de Combustible.....	60
2.3.1.7 Bomba y filtro de combustible.....	61

CAPITULO III: IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA REPROGRAMABLE EN EL BANCO DE ENTRENAMIENTO.

3.1 Generalidades.....	62
3.2 Ventajas.....	62
3.3 COMPUTADORAS REPROGRAMABLES.	
3.3.1 Race pro.....	63
3.3.2 Sistema msd.....	64
3.3.3. Sistema digital simple (s.d.s.).....	65
3.3.4 Sistema reprogramable haltech platinum sport 1000.....	66
3.4 SELECCIÓN DEL SISTEMA REPROGRAMABLE.	
3.4.1 Calidad en su construcción:.....	68

3.4.2	Facilidad de programación.....	68
3.4.3	Fiabilidad.....	68
3.4.4	Diseño.....	68

3.5 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ENCENDIDO.

3.5.1	Rueda dentada motronic en el cigüeñal.....	70
3.5.2	Sensor de revoluciones.....	70
3.5.3	Bobinas de encendido.....	71
3.5.4	Cables de encendido.....	72
3.5.5	Unidad de control ECU.....	73

3.6 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA REPROGRAMABLE.

3.6.1	Sensor de Presión Absoluta del Múltiple (MAP).....	74
3.6.2	Sensor de Posición de la Mariposa (TPS).....	75
3.6.3	Sensor de Posición del Cigüeñal.....	76
3.6.3.1	Sensor de Resistencia Variable (Reluctores).....	77
3.6.3.2	Trigger.....	78
3.6.3.3	Home.....	79
3.6.3.4	Angulo de disparo (Trigeer Angle).....	79
3.6.3.5	Relación entre el Tooth Offset y Trigger Angle.....	80
3.6.4	Módulos de Ignición y Bobinas.....	81
3.6.5	Señal de Disparo de Chispa.....	81
3.6.5.1	Disparo con señal decreciente (Falling).....	81
3.6.5.2	Disparo con señal Ascendente (Rising).....	82
3.6.6	Modo de Carga (Dwell Mode).....	82
3.6.7	Inyectores de Combustible.....	83
3.6.8	Sensor de Temperatura de Aire (IAT / ATS).....	84
3.6.9	Sensor de Temperatura de Agua (WFS / CTS).....	85
3.6.9	Sensor de Oxígeno.....	87

3.7 PROGRAMACIÓN Y MANIPULACIÓN DEL SOFTWARE HALTECH.

3.7.1	Programación.....	88
3.7.1.1	Programación básica en el <i>Main Setup</i>	89
3.7.1.2	Programación del Trigger.....	92

3.7.1.3 Programación Fuel.....	94
3.7.1.4 Programación Ignition.....	95
3.7.2 Programación Advanced Setup.....	97
3.7.3 Programación de los outputs.....	99
3.7.3.1 Idle Control.....	100
3.7.3.2 Thermo Fan Switches.....	101
3.7.3.3 Tacho.....	102
3.7.4 Programación de los INPUTS.....	102
3.7.4.1 Programación del TPS.....	103
3.7.4.2 Programación del MAP.....	104
3.7.4.3 Programación del CTS.....	105
3.7.4.4 Programación del ATS.....	106
3.7.4.5 Programación del Aux Rev Limit.....	107
3.7.4.6 Programación del Narrowband.....	108
3.7.5 Calibrar el Tiempo de Avance (Tiempo Base)	108
3.7.6 Programación de las Tablas.....	110
3.7.6.1 Selección de Celdas.....	110
3.7.6.2 Modo de Todos los Rangos (<i>All Ranges</i>).....	112
3.7.6.3 Celda En Uso.....	114
3.7.6.4 Aumentar o Disminuir Valores en la Celda.....	115
3.7.6.5 Entrada Directa.....	115
3.7.6.6 Cambio Porcentual.....	116
3.7.6.7 Linearizando Celdas.....	117
3.7.6.8 Copiar y Pegar Celdas.....	117
3.7.6.9 Copia Rápida.....	118
3.7.6.10 Agregar y Borrar Puntos en los Ejes.....	118
3.7.6.11 Borrando puntos de Eje Existentes.....	119
3.7.6.12 Configuración de Ejes.....	119
3.7.7 Programación de la Inyección.....	120
3.7.7.1 Mapas de Inyección.....	120
3.7.7.2 Programación de la Baja (Ralentí).....	122
3.7.7.3 Programación Sin Carga.....	123
3.7.7.4 Aplicándole Carga al Motor.....	123
3.7.7.5 Programación Precisa del Motor.....	126

3.7.7.6 Opción de Programación Rápida (<i>Quicktune</i>).....	126
3.7.8 Programacion de la Ignición.....	128
3.7.8.1 Tablas de Ignición	128
3.7.8.2 Programando la Ignición.....	128
3.7.8.3 Programación en Ralentí.....	129
3.7.8.4 Aplicando Carga	130

3.8 INSTALACIÓN BÁSICA Y CABLEADO.

3.8.1 Principios Generales de Cableado.....	130
3.8.2 Caídas de Voltaje.....	130
3.8.3 Tierra de las Bobinas.....	131
3.8.4 Carga de Batería.....	131

3.9 ANALISIS DE GASES Y RESULTADOS.

3.9.1 Análisis de emisión con la programación estándar.....	132
3.9.1.1 Análisis de gases a 2500 RPM.....	133
3.9.1.2 Análisis de gases en ralentí.....	133
3.9.2 Análisis de gases aumentado 5% de combustible.....	134
3.9.3 Análisis de resultados.....	135

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES.

ANEXOS.

INTRODUCCION

El control de funcionamiento de un motor de combustión interna a través de una computadora reprogramable ha venido siendo una de las alternativas más interesantes en los últimos años, razón por la cual nosotros hemos visto importante la implementación de un sistema reprogramable en un motor DAEWOO DOHC; para de esta manera nosotros analizar las opciones y beneficios que nos presenta este sistema con unidad de control (ECU) reprogramable de control electrónico en el proceso de inyección y encendido.

Para el desarrollo de este proyecto de tesis primeramente se desarrollara, en el primer capítulo el análisis de cada uno de los sistemas de funcionamiento del motor Daewoo DOHC con inyección electrónica multipunto, se verificara el estado de cada uno de los elementos y así verificar su correcto funcionamiento del motor al momento de poner en funcionamiento.

Posteriormente en el segundo capítulo se desarrollara el diseño y construcción del banco de entrenamiento en donde será acoplado el motor Daewoo DOHC con todos sus sistemas de funcionamiento, teniendo en cuenta las dimensiones y pesos que va a soportar el banco de entrenamiento, tanto del motor y de los elementos auxiliares que ayudan para el funcionamiento del motor.

Una vez que se ha logrado diseñar el banco de entrenamiento para el motor Daewoo DOHC, en el tercer capítulo se desarrollara la implementación del sistema reprogramable, donde se realizara el estudio de las diferentes opciones y marcas de las unidades de control (ECU) para la adquisición de la unidad. También se implementara un nuevo sistema de encendido del motor para obtener un funcionamiento óptimo del mismo, se desarrollara la programación del software de acuerdo a las características que nos presenta nuestro banco de entrenamiento. Una vez realizado la programación del software procedemos a realizar la puesta a punto del motor para poner en funcionamiento el motor, se prosigue al mapeo y calibración del motor para su funcionamiento adecuado del banco de entrenamiento.

Finalmente en nuestra ultimo capitulo se elaborara el material multimedia de nuestro trabajo de tesis de grado, en donde se explicara los temas de cada uno de los capítulos realizados en los capítulos anteriores, también se explicara el manejo y programación del software que utilizamos para la manipulación de la unidad de control (ECU) que esta implementada a nuestro banco de entrenamiento.

CAPITULO I

ANÁLISIS DE LOS DIFERENTES SISTEMAS DEL MOTOR DOHC DAEWOO

1.1 ESPECIFICACIONES DEL MOTOR

ESPECIFICACIONES	DESCRIPCIÓN
Tipo de motor	4 cilindros en línea
Cilindrada	1498 cc
Diámetro	76.5 mm
Carrera	81.5 mm
Relación de compresión	9,2:1
Alimentación	Inyección electrónica multipunto
Orden de Encendido	1 3 4 2

TABLA 1.1 ESPECIFICACIONES DEL MOTOR DAEWOO

Fuente: Manual de Servicio Daewoo Motor

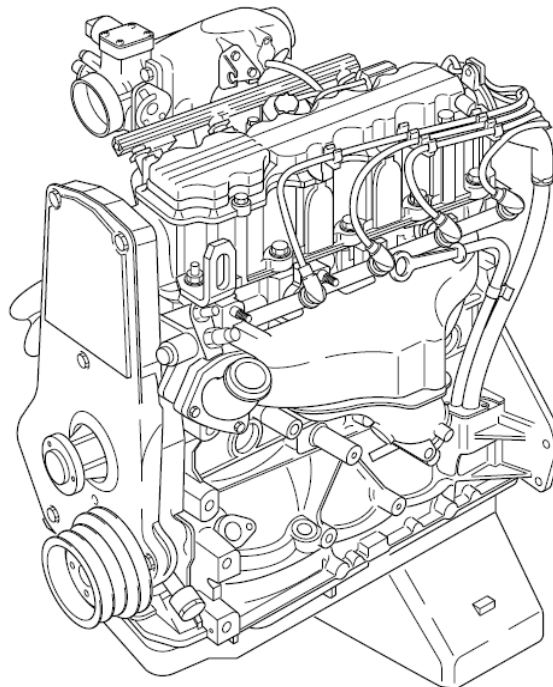


FIGURA 1.1 MOTOR DAEWOO

Fuente: Manual de Servicio Daewoo Motor

1.2 COMPONENTES DEL MOTOR DAEWOO

1.2.1 Componentes mecánicos del motor

La Culata.

La culata de aluminio fundido que esta situada en la parte superior del motor donde aloja a las válvulas y los conductos que canalizan la admisión y el escape.- Cierra los cilindros.

Las válvulas.

Las válvulas que al abrir y cerrar se encargan de dar paso a la entrada de los gases (admisión) y dar salida a los gases quemados de la combustión (escape).

Eje de levas.

El eje de levas hecho de hierro fundido es soportado por cinco superficies de cojinetes en un culatin de aluminio, ubicado en la parte superior de la culata. Un piñón de hierro sinterizado, ubicado en el frente del eje de levas, es conducida por piñón del cigüeñal a través de una correa de distribución de goma reforzada con fibra de vidrio.

Los cilindros.

El cilindro es la superficie donde se desliza el pistón, tiene las características de resistencia al desgaste, resistencia superficial, bajo coeficiente de rozamiento y conductibilidad térmica.

Bloque de cilindros.

El bloque de cilindros es de hierro fundido y tiene cuatro cilindros dispuestos en línea, se ubican las bancadas y se asienta el cigüeñal.

Pistones y bielas.

Los pistones están fabricados de aleación de aluminio. Se emplean dos anillos de compresión y un anillo de control de aceite.- Las bielas están hechas de hierro fundido, que transmiten el movimiento de los pistones al cigüeñal.

El cigüeñal.

El cigüeñal construido de hierro fundido modular, que recibe la fuerza de los pistones por medio de la biela y la transforma en movimiento giratorio.

Múltiple de admisión.

El múltiple de admisión es de aluminio de cuatro derivaciones, que se encarga de canalizar los gases de entrada hacia los cilindros.

Múltiple de escape.

El múltiple de escape esta fabricado de fundición de hierro, que es un material altamente resistente a las temperaturas, además conduce los gases quemados de la combustión desde la culata al exterior.

1.3 ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DEL MOTOR DOHC DAEWOO.

1.3.1 Sistema de refrigeración del motor.

Descripción general.

El sistema de refrigeración mantiene la temperatura del motor en un nivel eficaz durante todas las condiciones de operación del mismo. Cuando el motor esta frio, el motor no refrigera o lo hace lentamente, para permitirle al motor calentarse en forma rápida.

El sistema de refrigeración incluye un radiador, subsistema de recuperación, un ventilador, un termostato, bomba de agua y la correa de transmisión.

La operación del sistema de refrigeración requiere del correcto funcionamiento de todos sus componentes. Una bomba de agua extrae el refrigerante desde el radiador, el cual circula a través de las camisas de enfriamiento del bloque del motor, el múltiple de admisión y la culata, para luego dirigirse nuevamente al radiador, donde se enfría.

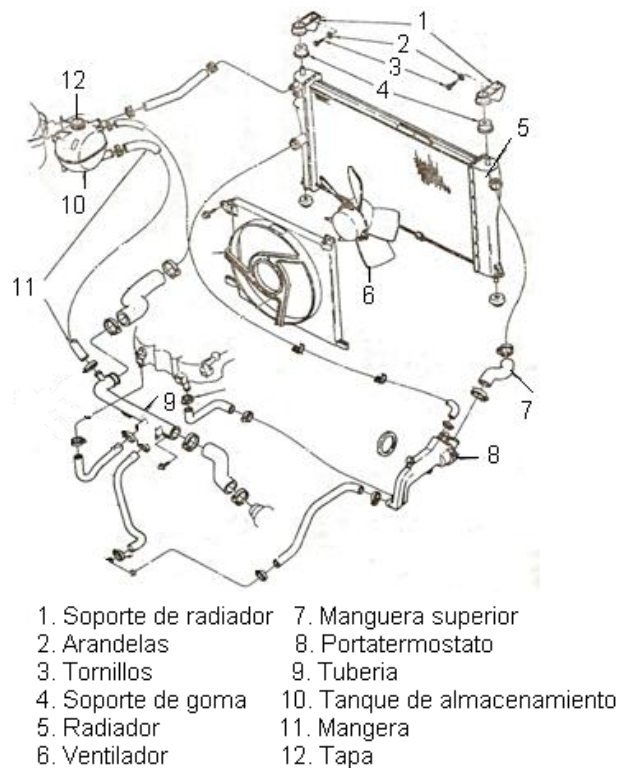


FIGURA 1.1 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Fuente: Manual de Servicio Daewoo Motor

Radiador.

Se utiliza un radiador de flujo transversal, los depósitos en este tipo de radiador se ubican a la derecha del núcleo y no encima o debajo, este radiador utiliza un núcleo de aluminio.

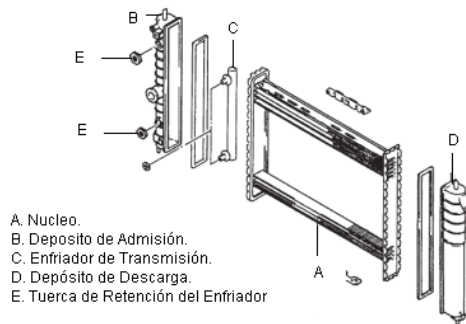


FIGURA 1.3 RADIADOR

Fuente: Manual de Servicio Daewoo Motor

El diseño de flujo transversal esta construido por grupos de pequeños tubos horizontales que logran hacer una gran superficie de refrigeración dando una mayor disipación de temperatura.

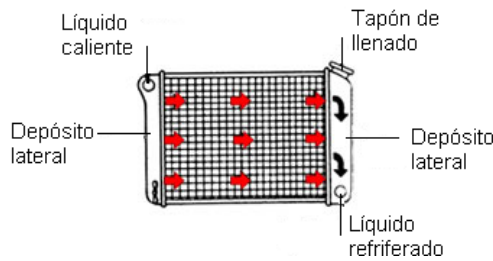


FIGURA 1.4 RADIADOR CON FLUJO TRANSVERSAL

Fuente: Manual de Servicio Daewoo Motor

Ventilador eléctrico.

El ventilador tiene un tamaño de 360mm de diámetro, el cual posee cinco aspas que ayudan a que el aire circule a través del radiador.- El ventilador es accionado por un motor eléctrico, que va unido a la carcasa del radiador. El motor del ventilador se activa mediante un interruptor de enfriamiento de temperatura.



FIGURA 1.5 VENTILADOR

Fuente: Manual de Servicio Daewoo Motor

Termostato.

Se utiliza un termostato en el conducto exterior del refrigerante, para controlar el flujo de refrigerante, asegurar el calentamiento rápido del motor y regular las temperaturas de refrigerante. El termostato permanece cerrado cuando el refrigerante esta frio, lo cual evita que el líquido circule a través del radiador. En estas condiciones, el refrigerante solo puede circular a través del motor para calentarlo rápidamente y en forma pareja.

A medida que el motor se calienta, el termostato se abre para permitir que el refrigerante circule por el radiador, donde el calor se disipa a través de las paredes de este último.

El hecho que el termostato pueda abrirse y cerrarse permite la entrada de la cantidad adecuada de refrigerante al radiador, a fin que el motor mantenga los límites de temperatura apropiados.

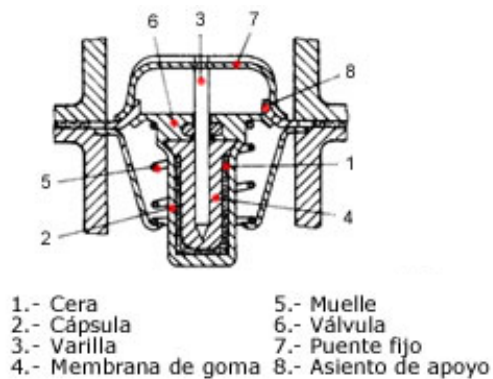


FIGURA 1.6 TERMOSTATO

Fuente: Manual de Servicio Daewoo Motor

Bomba de agua.

La bomba de agua es una bomba centrífuga accionada por el motor mediante una correa. La capacidad de la bomba de agua debe ser suficiente para proporcionar la circulación del refrigerante.

Esta bomba se utiliza para hacer circular el líquido refrigerante por todas las partes del circuito de refrigeración del motor



FIGURA 1.7 BOMBA DE AGUA

Fuente: CAMPOS, Guillermo, Sistema de Inyección Electrónica a Gasolina

Sistema de recuperación del refrigerante.

El sistema de recuperación de refrigerante está diseñado para mantener el motor a una temperatura de trabajo apropiada.

Traen un depósito de recuperación, la función de este depósito consiste en recibir el agua que el radiador expulsa cuando el sistema se calienta y lo recupera cuando lo requiere, si no tuviera este depósito el agua se perdería y tendríamos que estar reponiéndolo constantemente.

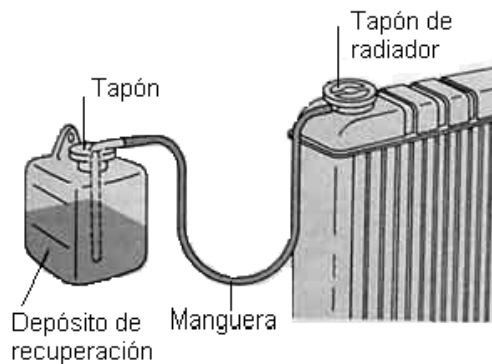


FIGURA 1.8 SISTEMA DE RECUPERACION DE REFRIGERANTE

Fuente: Manual de Servicio Daewoo Motor

Es importante ponerle cuidado, a este depósito, pues un mal funcionamiento, debido a roturas, o goteras puede originar un sobrecalentamiento del motor.

La explicación es la siguiente: cuando el agua se calienta aumenta su volumen; este exceso de volumen se traslada hacia el depósito de recuperación, luego cuando el agua se enfría se forma un vacío en el sistema de enfriamiento este vacío absorbe o succiona el agua que se encuentra en el depósito de recuperación cumpliéndose así el recorrido constante del agua o refrigerante.

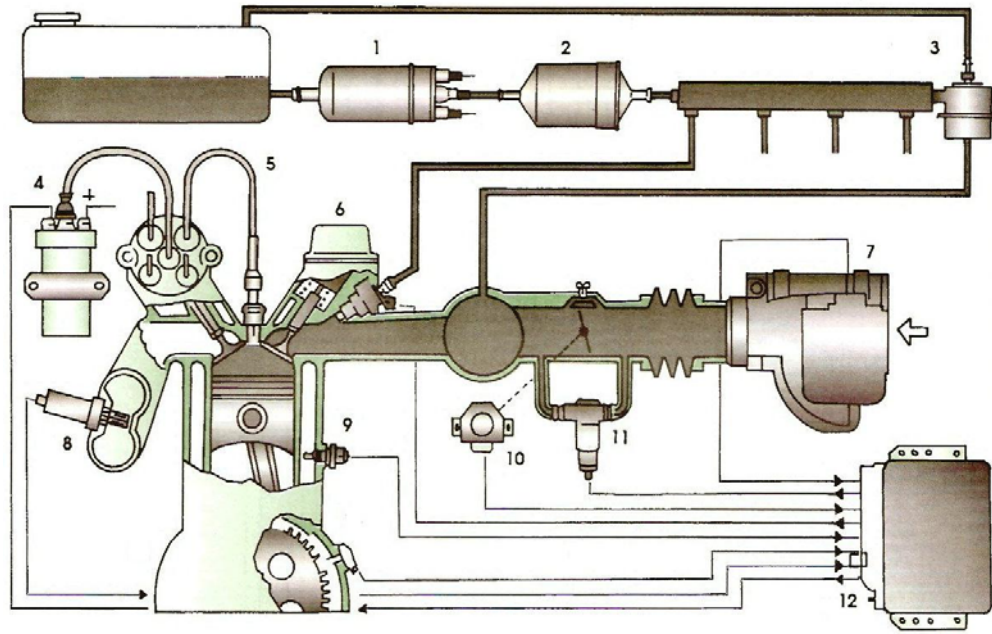
1.3.2 Sistema de alimentación del motor.

Descripción general.

La finalidad que cumple el sistema de alimentación, es la de preparar y hacer llegar hacia el interior de los cilindros la cantidad de fluido activo necesario para el funcionamiento del motor en sus distintos regímenes de potencia y velocidad.

Una bomba de combustible accionada eléctricamente impulsa el combustible desde el depósito con una elevada presión, que pasa a través de un filtro, procediendo después hacia el tubo distribuidor del cual se reparten hacia los inyectores.

Como el sistema de alimentación bombea combustible constantemente del que el motor requiera, el regulador de presión devuelve el combustible sobrante sin presión al depósito de combustible.



- | | | |
|-------------------------|----------------------|--------------------------|
| 1. Bomba | 5. Bujía | 9. Sensor de temperatura |
| 2. Filtro | 6. Inyector | 10. Mariposa |
| 3. Regulador de presión | 7. Caudalímetro | 11. Válvula de ralenti |
| 4. Bobina | 8. Sensor de oxígeno | 12. Central electrónica |

FIGURA 1.9 SISTEMA DE ALIMENTACION

Fuente: CAMPOS, Guillermo, Sistema de Inyección Electrónica a Gasolina

Tanque de combustible.

El tanque de combustible se ubica generalmente debajo de la parte trasera del vehículo y existen varias formas y tamaños, dependiendo del uso.

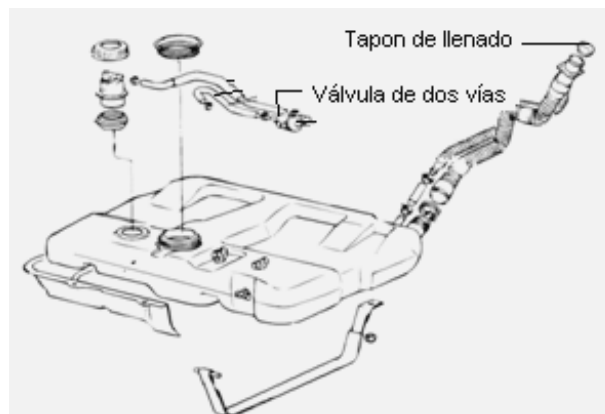


FIGURA 1.10 TANQUE DE COMBUSTIBLE

Fuente: Manual de Servicio Daewoo Motor

Bomba de combustible.

La bomba de combustible eléctrica se ubica dentro del tanque de combustible, la misma suministra combustible a alta presión al *rail* en todos los márgenes de funcionamiento del motor. La bomba está diseñada para proporcionar combustible alrededor de 125 KPa.

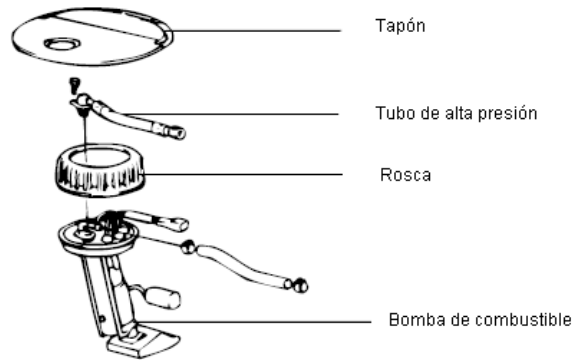


FIGURA 1.11 BOMBA DE COMBUSTIBLE
Fuente: Manual de Servicio Daewoo Motor

Filtro de combustible.

El filtro de combustible se encuentra instalado a continuación de la bomba, que impide la entrada de impurezas en el tubo de combustible y también impide el paso de agua.

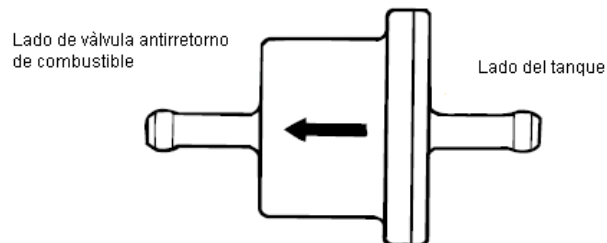


FIGURA 1.12 FILTRO DE COMBUSTIBLE
Fuente: Manual de Servicio Daewoo Motor

Rampa de combustible.

La rampa de alimentación se fija en la culata, tiene la misión de almacenar combustible a alta presión, esta construido de acero forjado, además sirve para fijar los inyectores y el regulador de presión de gasolina cuando este último está sujeto a la carga del motor.

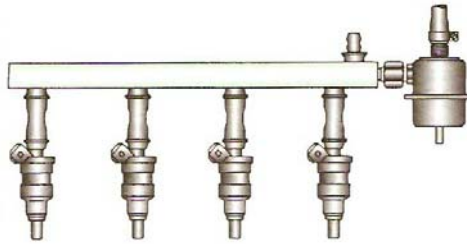


FIGURA 1.13 RAMPA DE COMBUSTIBLE

Fuente: CAMPOS, Guillermo, Sistema de Inyección Electrónica a Gasolina

Inyectores.

Son los encargados de inyectar el combustible en forma de aerosol en cada uno de los distintos tubos de admisión, es una refinada electroválvula que reacciona muy rápidamente al pulso eléctrico que la acciona.

Los inyectores se encuentran ubicados en unos alojamientos a 45° con respecto a los conductos de aspiración de aire, en su parte superior se encuentra la riel porta inyectores que aseguran estas válvulas a los conductos.

En la siguiente figura se halla un esquema de la constitución interna del inyector, se puede ver que esta en posición de cerrado.

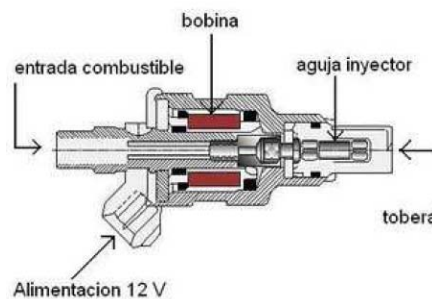


FIGURA 1.14 INYECTOR

Fuente: Manual de Servicio Daewoo Motor

Los inyectores empleados en el motor Daewoo Dohc presentan las siguientes características.

INYECTOR	
Marca	Bosch
Resistencia	12 - 16 Ohm
Caudal	280 cm ³
V. de Alimentación	12 v

TABLA 1.2 ESPECIFICACIONES DEL INYECTOR

Fuente: Manual de Servicio Daewoo Motor

Regulador de presión.

El regulador de presión define la presión de gasolina en el sistema de alimentación, modulando el retorno del combustible hacia el tanque.

Existen 2 montajes:

Sujeto a la depresión del motor y

Montado en la rampa de inyección

El motor daewoo lleva el regulador de presión montado en la rampa de inyección, como se puede observar en la fig. 1.13



FIGURA 1.15 REGULADOR DE PRESION

Fuente: CAMPOS, Guillermo, Sistema de Inyección Electrónica a Gasolina

1.3.3 Sistema de lubricación.

Descripción general.

Este sistema es el que mantiene lubricadas todas las partes móviles de un motor, a la vez que sirve como medio refrigerante.

La función es la de permitir la creación de una capa fina de aceite lubricante en las partes móviles, evitando el contacto metal con metal, además produce la refrigeración de las partes con alta temperatura.

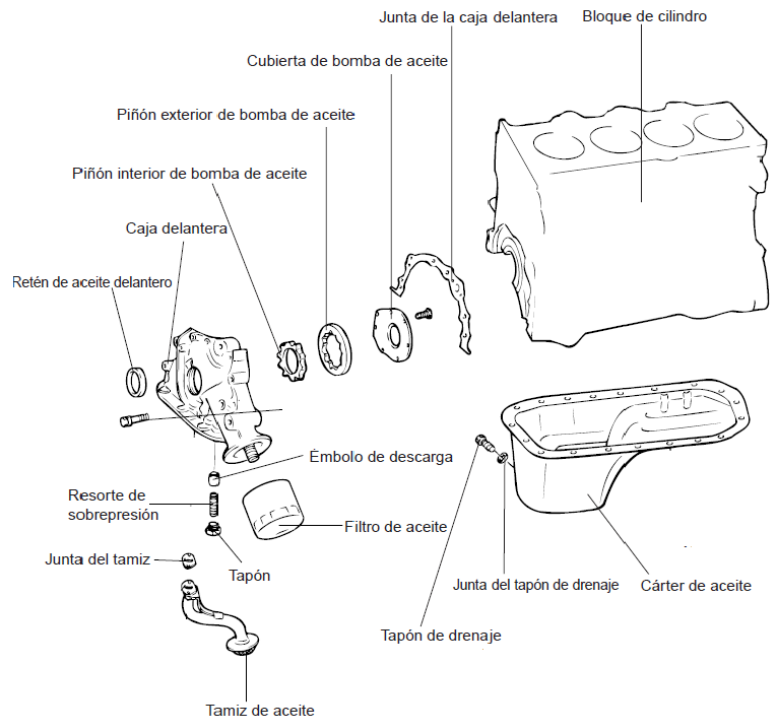


FIGURA 1.16 SISTEMA DE LUBRICACION

Fuente: Manual de Servicio Daewoo Motor

Bomba de aceite.

El centro del sistema de lubricación es la bomba de aceite, cuya función es proporcionar un flujo y presión constante de aceite limpio a todos los componentes que tienen fricción durante el funcionamiento del motor.

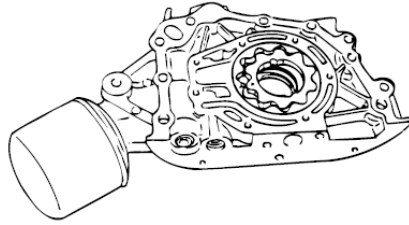


FIGURA 1.17 BOMBA DE ACEITE
Fuente: Manual de Servicio Daewoo Motor

Filtro de aceite.

El filtro de aceite remueve las partículas de metal desgastadas de las piezas del motor por fricción, así como la suciedad y otras impurezas.

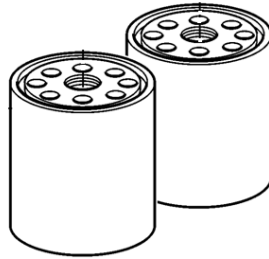


FIGURA 1.18 FILTRO DE ACEITE
Fuente: Manual de Servicio Daewoo Motor

1.3.4 Sistema de admisión.

Filtro de aire.

Se encuentra ubicado en la entrada del circuito de admisión y tiene la misión de detener las impurezas que tiene el aire antes de ser ingresado al cilindro.

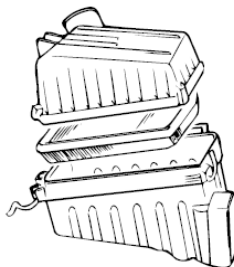


FIGURA 1.19 FILTRO DE AIRE
Fuente: Manual de Servicio Daewoo Motor

Válvula de estrangulación.

La válvula de estrangulación de aire va conectada a la unión del pedal del acelerador, para controlar el flujo de aire.

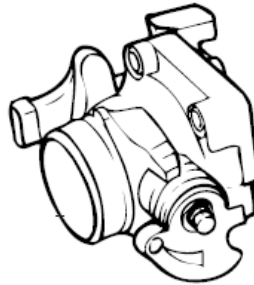


FIGURA 1.20 VALVULA DE ESTRANGULACION
Fuente: Manual de Servicio Daewoo Motor

Colector de admisión.

Es el encargado de canalizar los gases frescos de admisión hacia las válvulas situadas en la culata, cuentan también con un importante acabado superficial para no producir pérdidas de carga.

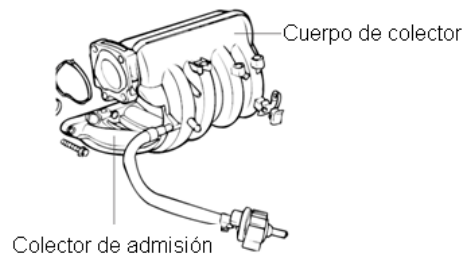


FIGURA 1.21 COLECTRO DE ADMISION
Fuente: Manual de Servicio Daewoo Motor

1.3.5 Sistema de escape.

Colector de escape.

El colector de escape es el encargado de canalizar la salida de los gases quemados desde la culata al exterior, tiene un diseño adecuado para no crear contrapresiones en

los gases y facilitar su salida, han de estar fabricados con material altamente resistente a las temperaturas (fundición de hierro o acero)

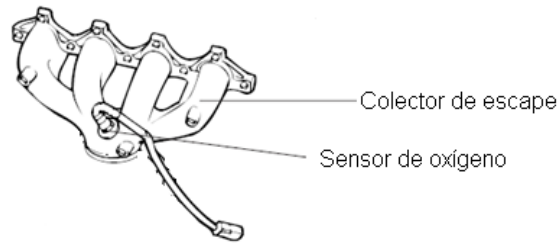


FIGURA 1.22 COLECTOR DE ESCAPE
Fuente: Manual de Servicio Daewoo Motor

Convertidor catalítico.

El convertidor catalítico es un dispositivo instalado en la salida del múltiple de escape, En nuestro caso, utilizamos catalizadores sólidos metálicos para catalizar reacciones de los gases tóxicos antes de que salgan por el tubo de escape del automotor. Los gases que debemos eliminar principalmente son el monóxido de carbono (CO), el óxido de nitrógeno (N_2O_3) y los hidrocarburos degradados producto de la combustión incompleta o ineficiente.

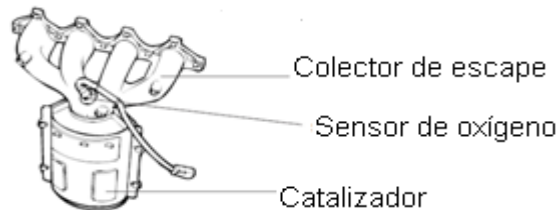


FIGURA 1.23 CONVETIDOR CATALICO
Fuente: Manual de Servicio Daewoo Motor

Sensor de Oxígeno.

Este sensor es un compuesto de zirconio, su función es medir la cantidad de oxígeno en los gases de escape, en función de esto se emite una señal eléctrica para que la unidad de mando pueda variar la cantidad de combustible inyectado, garantizando una mezcla aire/combustible ideal, este sensor se encuentra instalado en el múltiple de escape como se puede observar en la figura 1.23

1.3.6 Sistema de encendido.

Descripción general.

El impulso necesario para que en el momento adecuado la chispa tenga lugar entre los electrodos de la bujía y se genere la explosión en el interior de la cámara de combustión es generado por el sistema de encendido.

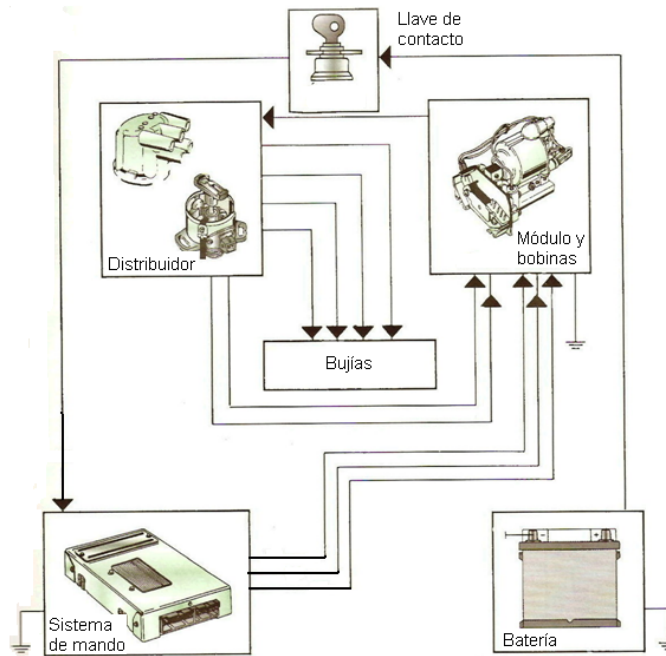


FIGURA 1.24 SISTEMA DE ENCENDIDO

Fuente: CAMPOS, Guillermo, Sistema de Inyección Electrónica a Gasolina

Llave de contacto.

El interruptor permite que al cerrarlo circule la corriente, o al momento de abrirlo deje de circular la corriente.



FIGURA 1.25 LLAVE DE CONTACTO

Fuente: CAMPOS, Guillermo, Sistema de Inyección Electrónica a Gasolina

Batería.

La batería desempeña tres funciones principales en el sistema eléctrico: en primer lugar, la batería suministra energía para arrancar el motor; segundo, la batería actúa como un estabilizador de voltaje en el sistema eléctrico; y por último, durante un tiempo limitado puede suministrar energía cuando la demanda de esta supera el suministro del generador.

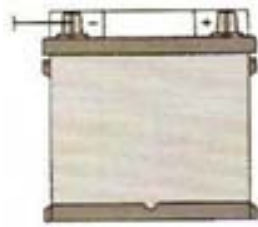


FIGURA 1.26 BATERIA

Fuente: CAMPOS, Guillermo, Sistema de Inyección Electrónica a Gasolina

Distribuidor.

El distribuidor tiene un conjunto captador magnético interno, que tiene un imán permanente, una pieza polar con dientes internos y una bobina de captación.

Un núcleo dentado de sincronización gira dentro de la pieza polar, cuando los dientes del núcleo del distribuidor de encendido se alinean con los dientes de la pieza polar, se induce un voltaje en la bobina de captación que da una señal al módulo electrónico para que active el circuito primario de la bobina. La corriente del primario se interrumpe y se induce un alto voltaje en el secundario de la bobina de encendido, este voltaje se dirige a través del rotor y cables a las bujías produciéndose el chispazo dentro del cilindro inflamando la mezcla.



FIGURA 1.27 DISTRIBUIDOR

Fuente: CAMPOS, Guillermo, Sistema de Inyección Electrónica a Gasolina

Módulo y bobina.

El módulo de potencia controlado por la central electrónica del sistema tiene como misión controlar el tiempo de conducción llamado también ángulo *dwell*, mientras que la bobina eleva la tensión eléctrica a partir de una baja tensión, para conseguir la diferencia de tensión que creara la chispa en el electrodo de la bujía.



FIGURA 1.28 MODULO Y BOBINA

Fuente: CAMPOS, Guillermo, Sistema de Inyección Electrónica a Gasolina

Bujías.

La bujía transmite energía eléctrica que convierte al combustible en un sistema de energía, una cantidad suficiente de voltaje se debe de proveer a la bujía para que pueda generar la chispa y producir la inflamación del combustible dentro del cilindro, la bujía esta formada por un cuerpo metálico que se enrosca en la culata, las bujías están protegidas por una cubierta aislante, fabricada de material especial resistente al calor.



FIGURA 1.29 BUJÍA

Fuente: Manual de Servicio Daewoo Motor

Cables de bujía.

Los cables de bujía conducen el alto voltaje producido por la bobina, el cable tiene un conductor sintético, que se avería fácilmente, en su interior.



FIGURA 1.30 CABLES DE BUJÍA

Fuente: Manual de Servicio Daewoo Motor

1.3.7 Sistema de Carga.

Regulador de voltaje.

El regulador funciona para ajustar el voltaje generado por el alternador a un voltaje constante (aproximadamente 14-15V). El regulador puede tener cualquier tipo de contacto regulador, el cual mantenga un voltaje constante por abertura y cierre de puntos, que controla la corriente usando un circuito integrado.



FIGURA 1.31 REGULADOR DE VOLTAJE

Fuente: Los Autores

Alternador.

El alternador no funciona solamente para suministrar energía eléctrica a varios dispositivos durante el manejo, sino también para mantener la batería cargada para que éste pueda suministrar energía. El alternador tiene una bobina que es conectada

directamente a la polea y que es girada a través de una correa por medio de un motor. El alternador tiene también una bobina reactiva que genera energía de corriente alterna. Esta corriente alterna es convertida a corriente continua por un rectificador.

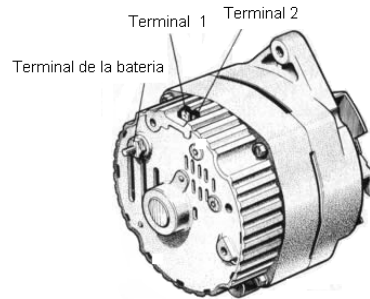


FIGURA 1.32 ALTERNADOR
Fuente: Manual de Servicio Daewoo Motor

1.3.8 Sistema de Arranque.

Motor de arranque.

Puesto que un motor es incapaz de arrancar sólo, su cigüeñal debe ser girado por una fuerza externa a fin de que la mezcla aire-combustible sea tomada, para dar lugar a la compresión y para que luego de inicio a la combustión es necesario de un motor de arranque que va montado en el bloque de cilindros, que empieza a funcionar cuando se enciende el interruptor de arranque.



FIGURA 1.33 MOTOR DE ARRANQUE
Fuente: Los Autores

1.4 RECONOCIMIENTO DEL ESTADO DEL MOTOR.

Al reconocer el estado del motor Daewoo DOHC se observó que no se pudo hacer funcionar, ya que el mismo no constaba con todos sus elementos por lo que a continuación se detalla cada elemento en qué estado se encontraba.

SISTEMA DE REFRIGERACIÓN		
Componentes	Verificación	
	Estado	Observaciones
Radiador	Buenas condiciones	
Ventilador eléctrico	Su funcionamiento es correcto	
Termostato	Sin funcionamiento	Se reemplazo, ya que el anterior mostraba anomalías en altas temperaturas.
Bomba de agua	Funcionamiento normal	
Mangueras	Malas condiciones	Se cambiaron todas, éstas presentaban cortes.

TABLA 1.3 SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Fuente: Los Autores

SISTEMA DE ADMISION		
Componentes	Verificación	
	Estado	Observaciones
Filtro de aire	Sucio	Fue sustituido por un nuevo filtro
Válvula de estrangulación	Buen estado	
Colector de admisión	Perfectas condiciones	

TABLA 1.4 SISTEMA DE ADMISIÓN

Fuente: Los Autores

SISTEMA DE LUBRICACION		
Componentes	Verificación	
	Estado	Observaciones
Bomba de aceite	Funcionamiento correcto	
Filtro de aceite	Sucio	Fue sustituido.

TABLA 1.5 SISTEMA DE LUBRICACIÓN

Fuente: Los Autores

SISTEMA DE ESCAPE		
Componentes	Verificación	
	Estado	Observaciones
Colector de escape	Perfectas condiciones	
Convertidor catalítico	Buen estado	

TABLA 1.6 SISTEMA DE ESCAPE

Fuente: Los Autores

SISTEMA DE ENCENDIDO		
Componentes	Verificación	
	Estado	Observaciones
Llave de contacto	Mal estado	Fue sustuido por un nuevo.
Batería	Mal estado	Se compro una nueva
Distribuidor	Buenas condiciones	
Modulo y bobina	Funcionamiento correcto	
Cables de bujías	Deterioradas	Sustituidos por cables nuevos
Bujías	Defectuosas	Fueron cambios por nuevas bujías

TABLA 1.7 SISTEMA DE ENCENDIDO

Fuente: Los Autores

SISTEMA DE ALIMENTACION		
Componentes	Verificación	
	Estado	Observaciones
Tanque de combustible	Regular	Se encontraba con golpes.
Bomba de combustible	Defectuosa	Relé de la bomba no funciona por lo que se reemplazo todo el conjunto.
Filtro de combustible	Taponado	Presentaba suciedad, se procedió a cambiarlo.
Rampa de combustible	Sin anomalías	Se verificó que la presión requerida es la correcta.
Inyectores	Funcionamiento normal	Se comprobó que todos los inyectores funcionaban correctamente.
Regulador de presión	Buenas condiciones	

TABLA 1.8 SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

Fuente: Los Autores

CAPITULO II

DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL BANCO DE ENTRENAMIENTO.

2.1 DISEÑO DEL BANCO

Para el diseño del banco se tomara en cuenta las normas básicas de seguridad estática y de funcionalidad, en donde los estudiantes puedan realizar las prácticas de laboratorio de la una manera cómoda y segura.

Los valores para el diseño, han sido calculados de acuerdo a las dimensiones promedio de una persona normal y se ha tomado en cuenta factores de seguridad para su utilización.

Otro de los factores a considerar en primera instancia fue el peso del motor, ya que es un factor muy importante para la construcción de la estructura del banco de entrenamiento. La estructura también debe soportar los componentes auxiliares del motor.

2.1.1 Cálculo y Dimensionamiento

Para el desarrollo del cálculo y dimensionamiento del banco, su estructura y su tablero se han tomado en cuenta factores importantes como son el peso de los elementos que componen el sistema, también la funcionalidad y comodidad en su utilización; la estructura resultante no sobrepasa el 1.50m de altura, que es la medida estándar de una persona normal. Las dimensiones del banco serán de 100cm de largo por 86cm de ancho, logrando así un modulo metálico que permita la incorporación de seguridades en los lugares de riesgo para el estudiante.

Entonces obtendremos un banco funcional y seguro para su funcionamiento.

Peso promedio de componentes	250Kg
Altura máxima	50cm
Largo	84cm
Ancho	55cm

TABLA 2.1 DIMENSIONES DEL CABALLETE

Fuente: Manual de Servicio Daewoo

Elaboración: Los Autores

A continuación se detalla cada una de las partes del caballete con sus dimensiones para realizar el cálculo.

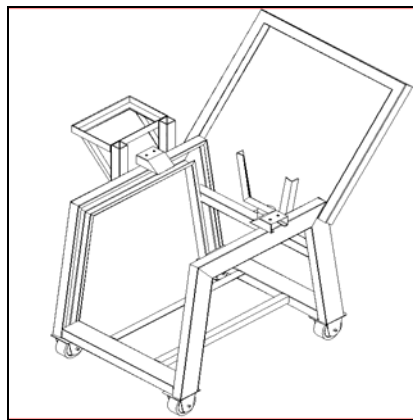


FIGURA 2.1 CABALLETE

Fuente: Los Autores

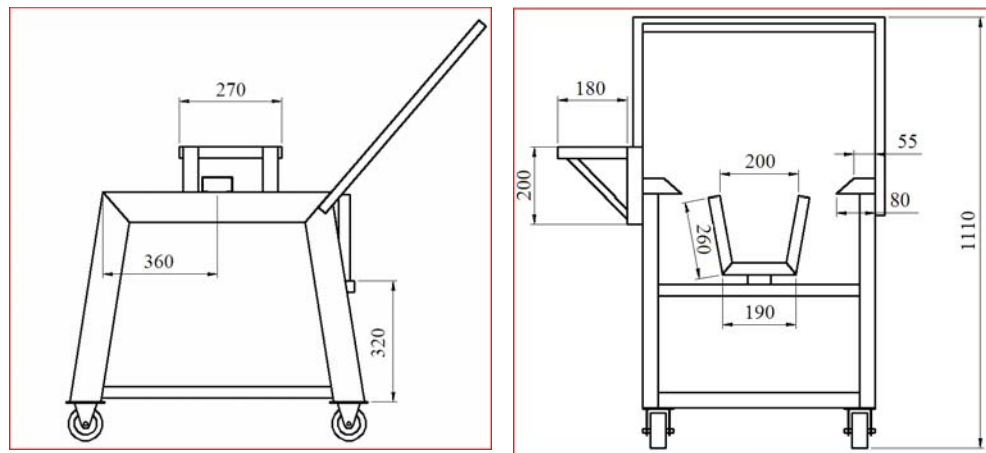


FIGURA 2.2 DIMENSIONES DEL CABALLETE

Fuente: Los Autores

2.1.2 Cálculo de cada una de las partes que conforman el Caballete.

Denominación:

E	Modulo de elasticidad del material
a , b	Constante, distancia
A,B,C	Puntos
σ_{per}	Esfuerzo permisible
P	Carga concentrada
L	Longitud
R	Reacción
F	Fuerza
M	Momento flector
x,y,z	Coordenadas rectangulares, distancia, desplazamiento, deflexiones
V	Esfuerzo cortante
I	Momento de inercia
C_1, C_2, \dots	Constantes de integración
S	Modulo elástico de sección
F.S.	Factor de seguridad
Θ	Pendiente
σ_{cr}	Esfuerzo critico

TABLA 2.2 DENOMINACION DE NOMENCLATURAS

Fuente: Los Autores

En la realización del cálculo en el caballete se procederá a realizarlo por partes en algunos casos una sola vez debido a la simetría en la que dos partes tienen las mismas dimensiones.

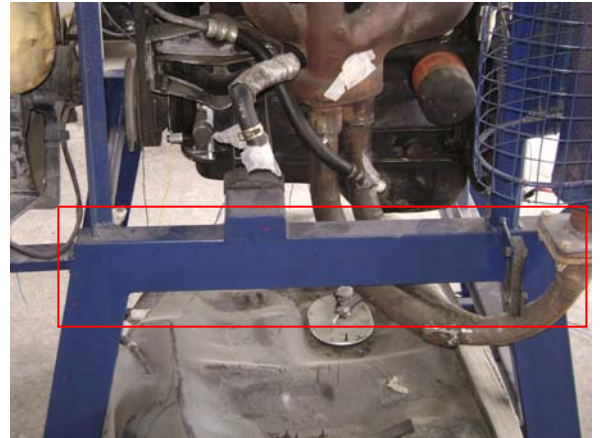
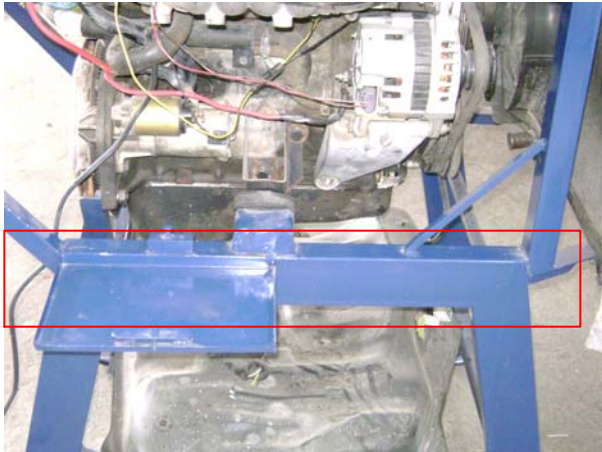


FIGURA 2.3 PARTES A ANALIZAR DEL CABALLETE

Fuente: Los Autores

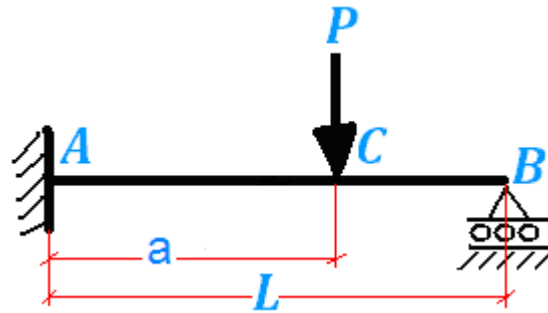


FIGURA 2.4 DIAGRAMA DE FUERZAS

Fuente: Los Autores

Datos:

Material: Acero estructural

$E=200Gpa$

$\sigma_{per} = 250Mpa = 2530 Kg / cm^2$

$P=83.333Kg$

$L=63cm$

$a = 36cm$

Condiciones de frontera: en el esquema se muestra las tres condiciones de frontera que deben satisfacerse.

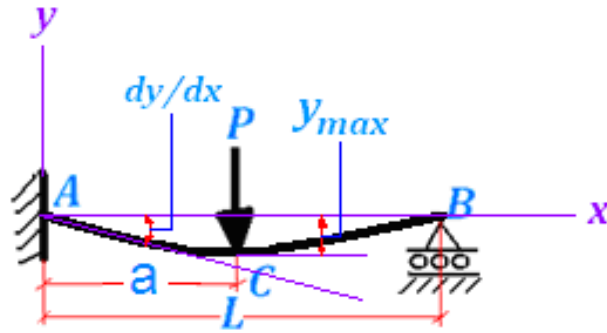


FIGURA 2.5 DIAGRAMA DE DEFORMACIÓN DE LA CURVA ELÁSTICA

Fuente: Los Autores

$$[x = 0, y = 0]$$

$$\left[x = 0, \frac{dy}{dx} = 0 \right]$$

$$[x = L, y = 0]$$

$$+\uparrow \sum F_y = 0 \quad R_A + R_B - P = 0 \quad R_A = P - R_B$$

$$+\curvearrowright \sum M_A = 0 \quad -M_A + P(a) + R_B(L) = 0 \quad M_A = R_B(L) - P(a)$$

Tramo AC

$$0 < x < a$$

$$M = M_A + R_B * x$$

Luego utilizamos la ecuación diferencial ordinaria, lineal de segundo orden; que es la ecuación ordinaria que gobierna la curva elástica.

Luego notando que la rigidez a flexión EI es constante, esta ecuación se integra dos veces en x para obtener la deflexión (y)

$$EI \frac{d^2 y}{dx^2} = M = M_A + R_A x$$

$$EI \frac{dy}{dx} = M_A x + \frac{R_A x^2}{2} + C_1$$

$$EI y = M_A \frac{x^2}{2} + R_A \frac{x^3}{6} + C_1 x + C_2$$

Con las condiciones iniciales planteadas al principio encontramos el valor de C_1 y C_2

$$[x = 0, y = 0]$$

$$\left[x = 0, \frac{dy}{dx} = 0 \right]$$

$$[x = L, y = 0]$$

$$EI(0) = M_A(0) + \frac{R_A(0)^2}{2} + C_1$$

$$C_1 = 0$$

$$EI(0) = M_A \frac{(0)^2}{2} + R_A \frac{(0)^3}{6} + C_1(0) + C_2$$

$$C_2 = 0$$

Tramo AB

$$a < x < L$$

$$M = M_A + R_A x - P \langle x - a \rangle$$

$$EI \frac{d^2 y}{dx^2} = M = M_A + R_A x - P \langle x - a \rangle$$

$$EI \frac{dy}{dx} = M_A x + \frac{1}{2} R_A x^2 - \frac{1}{2} P \langle x - a \rangle^2 + C_3$$

$$EI y = \frac{1}{2} M_A x^2 + \frac{1}{6} R_A x^3 - \frac{1}{6} P \langle x - a \rangle^3 + C_3 x + C_4$$

Las constantes C_3 y C_4 se determinan de las condiciones de frontera o de las condiciones impuestas en la viga por sus apoyos.

$$\left[x = 0, \frac{dy}{dx} = 0 \right] \quad 0 + 0 + 0 + C_1 = 0 \Rightarrow C_3 = 0$$

$$[x = 0, y = 0] \quad 0 + 0 + 0 + 0 + C_2 = 0 \Rightarrow C_4 = 0$$

$$[x = L, y = 0] \quad \frac{1}{2} M_A L^2 + \frac{1}{6} R_A L^3 - \frac{1}{6} P \left\langle \frac{L}{2} \right\rangle^3 + 0 + 0 = 0$$

$$\frac{1}{2}(R_B L - Pa)L^2 + \frac{1}{6}(P - R_B)L^3 - \frac{1}{6}P(L - a)^3 = 0$$

$$R_B L^3 \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{6} \right) = P \left[\left(\frac{1}{2} a L^2 - \frac{1}{6} L^3 \right) + \frac{1}{6} (L - a)^3 \right]$$

$$\frac{1}{3} R_B L^3 = P \left[\left(\frac{1}{2} a L^2 - \frac{1}{6} L^3 \right) + \frac{1}{6} (L^3 - 3L^2 a + 3La^2 - a^3) \right]$$

$$\frac{1}{3} R_B L^3 = Pa^2 \left(\frac{L}{2} - \frac{1}{6} a \right)$$

$$R_B = \frac{Pa^2}{2L^3} (3L - a)$$

$$L = 63$$

$$a = \frac{4}{7} L = 36$$

$$R_B = \frac{99}{250} P$$

$$\underline{R_B = 32.999Kg}$$

$$R_A = P - R_B = P - \frac{99}{250} P = \frac{151}{250} P$$

$$\underline{R_A = 50.333Kg}$$

$$M_A = R_B L - Pa$$

$$M_A = \frac{99}{250} PL - Pa = \frac{99}{250} (83.333 * 63) - (83.333 * 36)$$

$$\underline{M_A = -920.996.1423Kg \times cm}$$

Deflexión máxima a la distancia a de la viga en el punto C:

$$X = a = \frac{4}{7} L = 36cm$$

$$EIy_c = \frac{1}{2}M_Ax^2 + \frac{1}{6}R_Ax^3 - \frac{1}{6}P(x-a)^3 + C_3x + C_4$$

$$y_c = \frac{1}{EI} \left\{ \frac{1}{2}M_A \left(\frac{4}{7}L \right)^2 + \frac{1}{6}R_A \left(\frac{4}{7}L \right)^3 - \frac{1}{6}P \left(\frac{4}{7}L - \frac{4}{7}L \right)^3 + 0 + 0 \right\}$$

$$y_c = \frac{1}{EI} \left\{ \frac{16}{98}L^2(R_B L - Pa) + \frac{64}{2058}L^3(P - R_B) \right\}$$

$$y_c = \frac{1}{EI} \left\{ \frac{16}{98}L^2 \left(\frac{99}{250}PL - P \frac{4}{7}L \right) + \frac{64}{2058}L^3 \left(P - \frac{99}{250}P \right) \right\}$$

$$y_c = \left(-\frac{1268}{128625} \right) \frac{PL^3}{EI}$$

$$y_c = -\frac{205415.1783 \text{ Kg} \cdot \text{cm}^3}{EI}$$

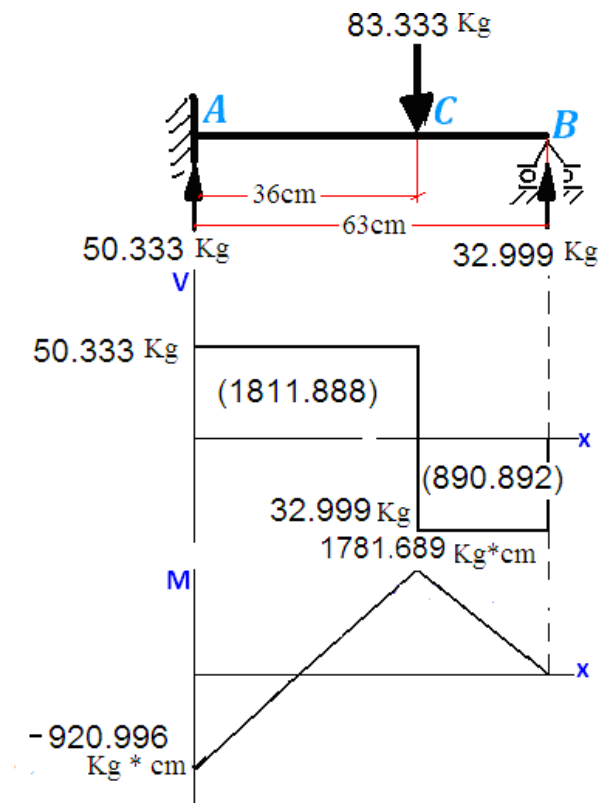


FIGURA 2.6 DIAGRAMA DE ESFUERZO CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR
Fuente: Los Autores

$$V_{\max} = 50.333Kg$$

$$M_{\max} = 1811.888Kg \times cm$$

$$\sigma_{perm} = 250MPa = 2530Kg / cm^2$$

Módulo de la Sección, calculamos “ S_{\min} ” para encontrar las dimensiones del perfil de un acero estructural ASTM A36 con un esfuerzo permisible de 250MPa (2530Kg/cm²).

$$S_{\min} = \frac{|M|_{\max}}{\sigma_{per}} = \frac{1811.888Kg \times cm}{2530Kg / cm^2}$$

$$S_{\min} = 0.7161cm^3 = 716.1612mm^3$$

Según los tubos estructurales de perfil rectangular con S_{\min} de 0.7161cm³ tenemos un tubo rectangular de 80 x 40mm con un modulo de elasticidad de 200GPa y el espesor de 2mm que es el que ocupamos para la construcción de nuestro banco de entrenamiento, un momento de inercia de 40.51cm⁴

$$perfil\ rectangular\ 80X40 \Rightarrow I = 40.51cm^4$$

$$y_c = -\frac{205415.1783 \text{ Kg} \times \text{cm}^3}{EI}$$

$$y_c = -\frac{205415.1783 \text{ Kg} \times \text{cm}^3}{(200 \times 10^9 \text{ Pa})(40.51 \text{ cm}^4)}$$

$$y_c = -2.5353 \times 10^{-10} \text{ cm}$$

$$\underline{y_c = -2.5353 \times 10^{-9} \text{ mm} \downarrow}$$

Luego procedemos a realizar el respectivo cálculo de la misma manera para las vigas restantes con sus respectivas condiciones de frontera. Para esta parte del banco de entrenamiento esta construido por un perfil C con lo cual tenemos otros datos del esfuerzo permisible, la inercia ya que no es el mismo valor que anteriormente utilizamos.

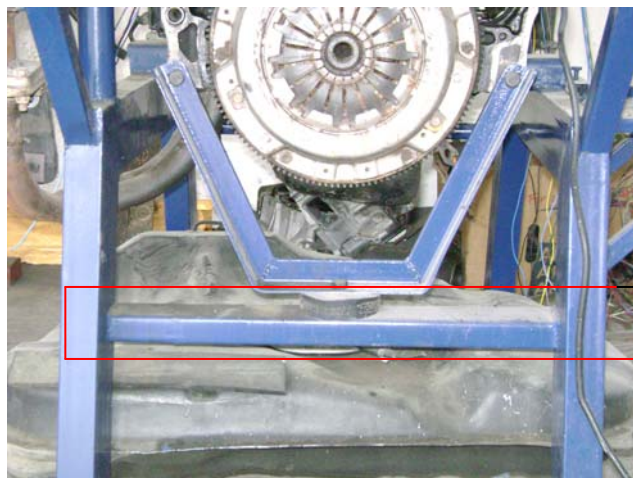


FIGURA 2.7 PARTE A ANALIZAR DEL CABALLETE

Fuente: Los Autores

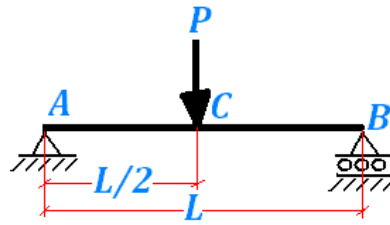


FIGURA 2.8 DIAGRAMA DE CARGAS

Fuente: Los Autores

Datos:

Material: Acero estructural

$E=200Gpa$

$\sigma_{per} = 450 Mpa$

$P=83.333Kg$

$L=63cm$

Condiciones de frontera: En el esquema se muestra las tres condiciones de frontera que deben satisfacerse.

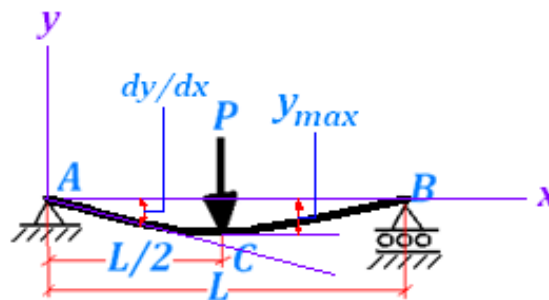


FIGURA 2.9 DIAGRAMA DE DEFORMACIÓN DE LA CURVA ELÁSTICA

Fuente: Los Autores

$$[x = 0, y = 0]$$

$$\left[x = \frac{L}{2}, \frac{dy}{dx} = 0 \right]$$

Debido a la simetría $\frac{dy}{dx} = 0$ en $x = \frac{L}{2}$

Reacción en A:

$$R_A = \frac{1}{2}P = \frac{1}{2}(83.333Kg) = 41.666Kg$$

$$R_A = R_B = 41.666Kg$$

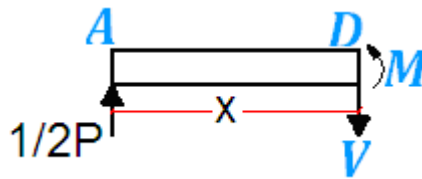


FIGURA 2.10 DIAGRAMA DE MOMENTOS

Fuente: Los Autores

La parte A-C, usando el cuerpo libre A-D:

$$\sum M_D = 0 \quad -\frac{1}{2}Px + M = 0$$

$$M = \frac{1}{2}Px$$

$$EI \frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{1}{2}Px$$

$$EI \frac{dy}{dx} = \frac{1}{4}Px^2 + C_1$$

$$\left[x = \frac{L}{2}, \frac{dy}{dx} = 0 \right] \quad 0 = \frac{1}{4} P \left(\frac{L}{2} \right)^2 + C_1 \quad ; \quad C_1 = -\frac{1}{16} PL^2$$

$$EIy = \frac{1}{12} Px^3 + C_1x + C_2$$

$$[x = 0, y = 0] \quad 0 = 0 + 0 + C_2 \quad C_2 = 0$$

Ecuación de la curva elástica:

$$y = \frac{P}{EI} \left(\frac{1}{12} x^3 - \frac{1}{16} L^2 x \right)$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{P}{EI} \left(\frac{1}{4} x^2 - \frac{1}{16} L^2 \right)$$

La pendiente en el extremo de la viga: $\frac{dy}{dx} = \theta$ en $x=0$

$$\theta_A = \frac{P}{EI} \left(0 - \frac{1}{16} L^2 \right) = -\frac{PL^2}{16EI} \Rightarrow \theta_A = -\frac{(83.333\text{Kg})(47\text{cm})^2}{16EI}$$

$$\theta_A = -\frac{11505.1623\text{Kg} * \text{cm}^2}{EI}$$

$$\theta_A = -\frac{11505.1623 \text{Kg} \times \text{cm}^2}{(200 \text{Gpa})(27.6 \times 10^6) \text{mm}^4}$$

$$\theta_A = -2.084 \times 10^{-8} \text{cm}$$

$$\theta_A = 2.08 \times 10^{-8} \text{cm} \downarrow$$

Deflexión en el centro de la viga en el punto C: y en $x = \frac{L}{2}$

$$y_c = \frac{P}{EI} \left\{ \frac{1}{12} \left(\frac{L}{2} \right)^3 - \frac{1}{16} L^2 \left(\frac{L}{2} \right) \right\} = \frac{PL^3}{EI} \left\{ \frac{1}{96} - \frac{1}{32} \right\} = -\frac{PL^3}{48EI}$$

$$y_c = -\frac{(83.333 \text{Kg})(47 \text{cm})^3}{48EI}$$

$$y_c = -\frac{180247.5428 \text{Kg} \times \text{cm}^3}{EI}$$

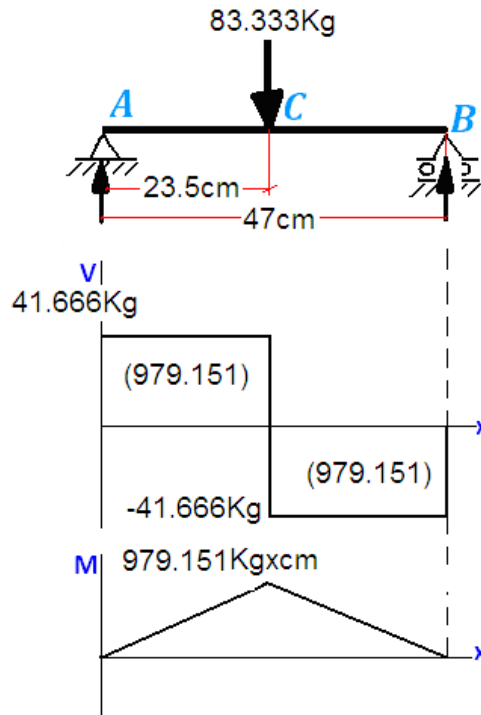


FIGURA 2.11 DIAGRAMA DE ESFUERZO CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR
Fuente: Los Autores

$$V_{\max} = 41.666 \text{Kg}$$

$$M_{\max} = 979.151 \text{Kg} \times \text{cm}^2$$

Modulo de la Sección:

$$S_{\min} = \frac{|M|_{\max}}{\sigma_{\text{per}}} = \frac{979.151 \text{Kg} \times \text{cm}^2}{450 \text{Mpa}}$$

$$S_{\min} = 217.589 \text{mm}^3$$

$$\text{perfil } C250 \times 22.8 \Rightarrow I = 27.6 \times 10^6 \text{mm}^4$$

$$y_c = -\frac{180247.5428Kg \times cm^3}{EI}$$

$$y_c = -\frac{180247.5428Kg \times cm^3}{(200Gpa)(27.6 \times 10^6 mm^4)}$$

$$y_c = -3.2653 \times 10^{-8} mm$$

$$y_c = 3.2653 \times 10^8 mm \downarrow$$

A continuación realizamos el cálculo de la parte inferior del banco donde va el tanque de combustible por lo que esta parte tiene una carga distribuida.



FIGURA 2.12 PARTE A ANALIZAR DEL CABALLETE

Fuente: Los Autores

Mediante el diagrama de carga distribuida, transformamos a un diagrama de carga puntual para facilitar los cálculos.

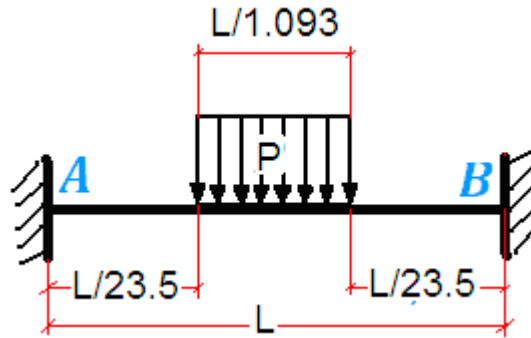


FIGURA 2.13 DIAGRAMA DE CARGA DISTRIBUIDA

Fuente: Los Autores

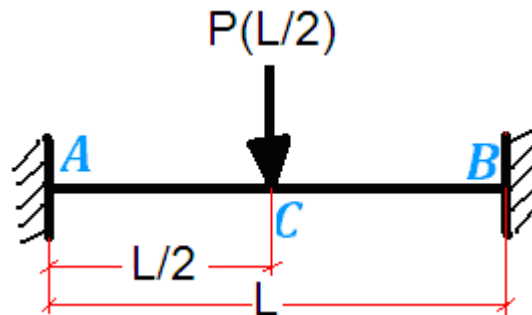


FIGURA 2.14 DIAGRAMA DE CARGA PUNTUAL

Fuente: Los Autores

Datos:

Material: Acero estructural

$E=200Gpa$

$\sigma_{per} = 450 Mpa$

$P=40Kg/cm$

$L=47cm$

Condiciones de frontera: En el esquema se muestra las tres condiciones de frontera que deben satisfacerse.

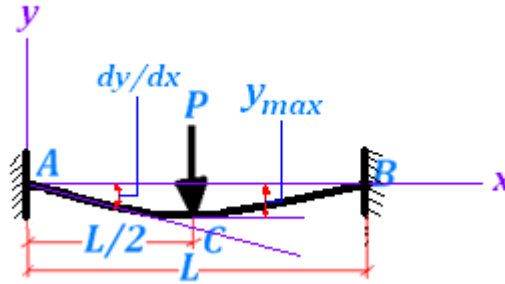


FIGURA 2.15 DIAGRAMA DE DEFORMACIÓN DE LA CURVA ELÁSTICA
Fuente: Los Autores

$$[x = 0, y = 0]$$

$$\left[x = 0, \frac{dy}{dx} = 0 \right]$$

$$\left[x = L, \frac{dy}{dx} = 0 \right]$$

Por simetría $R_A = R_B$ y $\frac{dy}{dx} = 0$ en $x = \frac{L}{2}$

$$+\uparrow \sum F_y = 0 \quad R_A - \frac{1}{2}PL + R_B = 0 \quad R_A = R_B = \frac{1}{2}PL$$

Las reacciones son estáticamente indeterminadas:

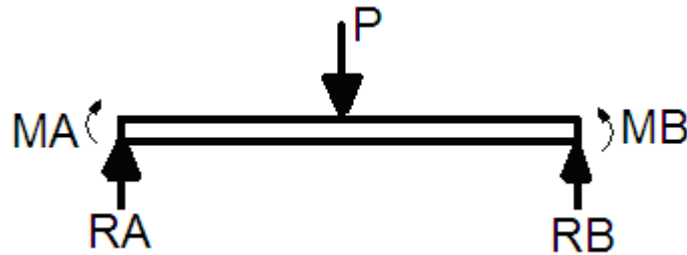


FIGURA 2.16 DIAGRAMA DE MOMENTOS
Fuente: Los Autores

$$0 \leq x \leq \frac{L}{2} \quad M = M_A + R_A x = M_A + \frac{1}{2} PLx$$

$$EI \frac{d^2 y}{dx^2} = M_A x + \frac{1}{4} PLx^2 + C_1$$

$$\left[x = 0, \frac{dy}{dx} = 0 \right] \quad 0 - 0 + C_1 = 0 \Rightarrow C_1 = 0$$

$$\left[x = \frac{L}{2}, \frac{dy}{dx} = 0 \right] \quad M_A \left(\frac{L}{2} \right) + \frac{1}{4} PL \left(\frac{L}{2} \right)^2 + 0 = 0$$

$$M_A \left(\frac{L}{2} \right) + \frac{1}{16} PL^3 = 0 \Rightarrow M_A = -\frac{\frac{1}{16} PL^3}{\frac{L}{2}}$$

$$M_A = -\frac{2PL^2}{16} = -\frac{1}{8} PL^2 \Rightarrow M_A = \frac{1}{8} PL^2 \quad \curvearrowright$$

$$M_A = \frac{1}{8} (40 \text{ Kg/cm})(47 \text{ cm})^2 \Rightarrow M_A = 235 \text{ Kg} \times \text{cm} \quad \curvearrowright$$

Por simetría MB=MA:

$$M_B = M_A = 235 \text{ Kg} \times \text{cm} \quad \curvearrowright$$

$$M_C = M_A + \frac{1}{2} PL \left(\frac{L}{2} \right)$$

$$M_C = -\left(\frac{1}{8} \right) PL^2 + \frac{1}{4} PL^2 \Rightarrow M_C = \frac{1}{8} PL^2$$

$$M_C = 11045 \text{ Kg} \times \text{cm}$$

Deflexión en el centro de la viga en el punto C: y en $x = \frac{L}{2}$

$$EIy_c = \frac{1}{2}M_A x^2 + \frac{1}{12}PLx^3 + C_1x + C_2$$

$$[x=0, y=0] \quad 0=0+0+0+C_2 \quad C_2=0$$

$$EIy_c = \frac{1}{2}M_A x^2 + \frac{1}{12}PLx^3 + 0+0$$

$$EIy_c = \frac{1}{2}M_A x^2 + \frac{1}{12}PLx^3$$

$$EIy_c = \frac{1}{2}\left(-\frac{1}{8}PL^2\right)\left(\frac{L}{2}\right)^2 + \frac{1}{12}PL\left(\frac{L}{2}\right)^3$$

$$EIy_c = -\frac{1}{64}PL^4 + \frac{1}{96}PL^4 \Rightarrow EIy_c = -\frac{1}{192}PL^4$$

$$y_c = -\frac{PL^4}{192EI} = -\frac{(40Kg/cm)(47cm)^4}{192EI}$$

$$y_c = -\frac{1016600.208Kg \times cm^3}{EI}$$

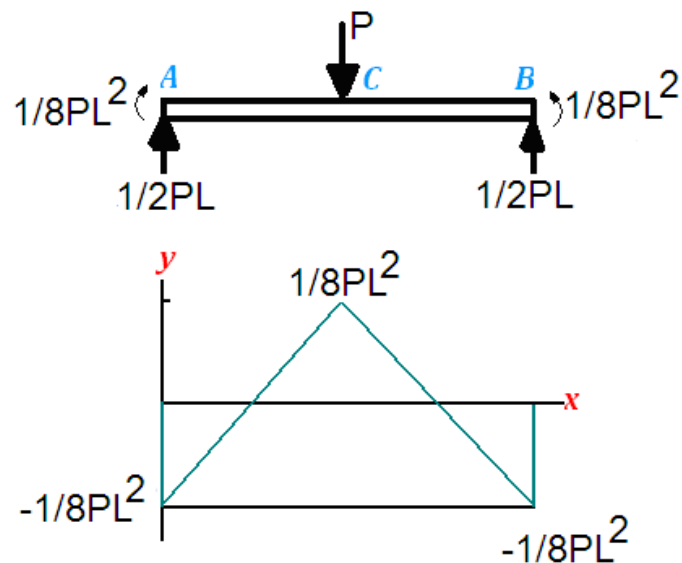


FIGURA 2.17 DIAGRAMA DE ESFUERZO CORTANTE

Fuente: Los Autores

$$M_{\max} = 11045 \text{ Kg} \times \text{cm}$$

Modulo de la sección:

$$S_{\min} = \frac{|M|_{\max}}{\sigma_{\text{per}}} = \frac{11045 \text{ Kg} \times \text{cm}^2}{450 \text{ Mpa}}$$

$$S_{\min} = 2454.44 \text{ mm}^3 \Rightarrow I = 27.6 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$y_c = -\frac{1016600 \text{ Kg} \times \text{cm}^3}{EI}$$

$$y_c = -\frac{1016600 \text{ Kg} \times \text{cm}^3}{(200 \text{ Gpa})(27.6 \times 10^6 \text{ mm}^4)}$$

$$y_c = -1.8416 \times 10^{-7} \text{ mm}$$

$$y_c = 1.8416 \times 10^{-7} \text{ mm} \downarrow$$

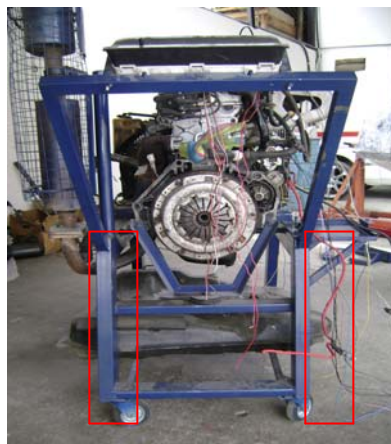


FIGURA 2.18 PARTE A ANALIZAR DEL CABALLETE

Fuente: Los Autores

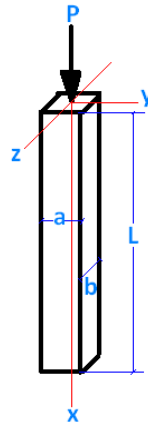


FIGURA 2.19 DIAGRAMA DE CARGAS
Fuente: Los Autores

Datos:

Material: Acero estructural

$P=83.333Kg$

$L=50cm$

$F_s=2.5$

$E=200Gpa$

$a=40mm=4cm$

$b=80mm=8cm$

Pandeo en el plano xy con $L_e = 0.7L$

$$I_x = \frac{1}{12} ba^3$$

$$I_z = Ar_z^2 \quad r_z^2 = \frac{I_z}{A} = \frac{\frac{1}{12} ba^3}{ab} = \frac{a^2}{12} \quad r_z = \frac{a}{\sqrt{12}}$$

$$\frac{L_e}{r_z} = \frac{0.7L}{\frac{a}{\sqrt{12}}}$$

Pandeo en el plano xz con $L_e=2Ly$ $r_y = \frac{b}{\sqrt{12}}$

$$\frac{L_e}{r_y} = \frac{2L}{b} \Rightarrow \frac{0.7L}{\sqrt{12}} = \frac{2L}{\sqrt{12}} \Rightarrow \frac{a}{b} = \frac{0.7}{2} \Rightarrow \frac{a}{b} = 0.35$$

Carga critica con $F_s=2.5$

$$P_{cr} = (F_s)P = (2.5)(83.333Kg) = 208.3325Kg$$

$$\underline{P_{cr} = 208.3325Kg}$$

$$a = 0.35b \Rightarrow A = ab = 0.35b^2$$

Esfuerzo critico

$$\sigma_{cr} = \frac{P_{cr}}{A} = \frac{208.3325Kg}{0.35b^2} = \frac{208.3325Kg}{0.35(8cm)^2} = 9.30055 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\underline{\sigma_{cr} = 9.30055 \frac{Kg}{cm^2}}$$

2.1.3 Aplicaciones y Utilidad.

Aplicación:

En el banco de entrenamiento del motor Daewoo DOHC con el sistema reprogramable, tendrá la aplicación en el laboratorio de motores de inyección electrónica a gasolina para las prácticas y el aprendizaje de los estudiantes en este sistema.

El motor con el sistema reprogramable tiene tecnología muy actualizada, en cuanto al sistema de encendido electrónico tiene este un sistema de encendido semi-secuencial, también en este banco se podrá observar el comportamiento del motor al momento que este se encuentre en funcionamiento con las facilidades que nos presenta el sistema reprogramable y de esta manera poder capacitar a los alumnos para que puedan aplicar sus conocimientos teóricos en prácticos.

Utilidad:

La utilidad del banco de entrenamiento del motor Daewoo, estará determinada por factores que intervienen directamente en su manejo, como son:

- El método de enseñanza que se aplique a este banco, es decir, dependerá de la importancia que le den los docentes a la enseñanza práctica del sistema reprogramable del motor a inyección electrónica a gasolina para los estudiantes.
- El sistema reprogramable implementado en el motor que se utilice como apoyo en las prácticas.

Si bien sabemos, la enseñanza teórica dictada por los docentes se debe consolidar con la enseñanza práctica lograda en los laboratorios, del área automotriz, en donde la practica lograda en el mismo, no siempre va de la mano con el proceso logrado en el aula. Es por esto que debemos poner más énfasis en lo que podemos lograr en los laboratorios.

El laboratorio de la universidad no cuenta con el equipo adecuado para prácticas en el sistema de inyección electrónica con un sistema reprogramable del motor, es por esto, que se ha creado la necesidad de construir el “Banco de entrenamiento de sistema de inyección electrónica reprogramable a gasolina” el mismo que será de gran utilidad para realizar prácticas en las que se obtendrán datos reales a distintos regímenes y condiciones de funcionamiento. Puesto que el banco ha sido diseñado para lograr que el

alumno pueda experimentar el comportamiento del motor a diferentes rangos de programación, que según el estudiante crea lo más conveniente para un funcionamiento óptimo del motor logrando de esta manera llevar a la par los conocimientos adquiridos en lo teórico con la parte práctica.

2.2 CONSTRUCCION DEL BANCO

El banco de entrenamiento del motor Daewoo DOHC, es un sistema compuesto básicamente por un motor que funcionara en condiciones reales y que va montado sobre una estructura metálica construida por un acero estructural de sección rectangular, cuyas uniones en el modulo inicial son realizadas con suelda convencional 60-11; el banco se moverá gracias a la disposición de cuatro ruedas industriales en sus puntos de apoyo con el suelo.

Los distintos componentes del banco, están constituidos por los materiales siguientes:

Estructura Soportante	Soporte para el Radiador	Tablero de Control
<ul style="list-style-type: none"> • Tubos estructura ASTM A500 sección rectangular 80x40mm. • Suelda 60-11 en uniones • 4 ruedas industriales • Fondo y pintura 	<ul style="list-style-type: none"> • Platina de acero • Suelda 60-11 • Fondo y pintura • Pernos 	<ul style="list-style-type: none"> • Tool de 1/16'' • Tubo cuadrado 3/4'' • Elementos eléctricos de control • Pernos

TABLA 2.2 COMPONENTES DEL BANCO DE ENTRENAMIENTO

Fuente: Los Autores

2.2.1 Proceso Constructivo

La estructura soportante se ha construido de tubos y perfiles de uso estructural de una sección rectangular; está diseñado con el fin de realizar las prácticas en el motor y que exista accesibilidad y facilidad de poder realizar sin problemas de comodidad los trabajos en el banco. El banco consta de algunas piezas de tubos y perfiles de uso estructura con una sección rectangular de acero de las cuales se encuentran soldadas entre sí con electrodos AGA 60-11, tiene cuatro puntos de apoyo sobre el piso, con el objeto de trasladar la estructura de un lugar a otro, estas están colocadas en las bases de la estructura que son ruedas industriales en cada una de las esquinas, dos de ellas son ruedas locas que nos ayuda a seguir la trayectoria deseada del banco.



FIGURA 2.20 CABALLETE

Fuente: Los Autores

A continuación se describe cada uno de los componentes de la estructura metálica principal:

- Una base de forma rectangular como se muestra en la figura, está compuesta por dos tubos cuadrados de acero y dos tubos y perfiles de uso estructural sección

rectangular de acero de las cuales se encuentran soladas entre sí con electrodos AGA 60.11

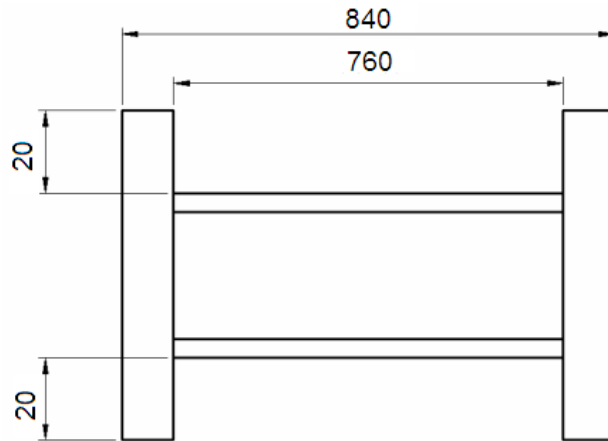



FIGURA 2.21 BASE DEL CABALLETE

Fuente: Los Autores

- Una estructuras de perfil C de acero, soldada en las columnas de apoyo soporta el elemento en forma de 

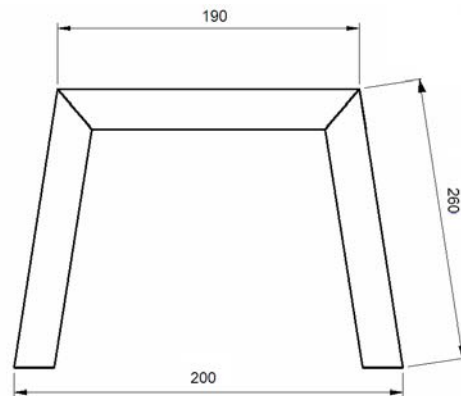



FIGURA 2.22 SOPORTES DEL MOTOR

Fuente: Los Autores

- El siguiente elemento está construido por ángulos de acero en forma de  , este sirve para apoyo del motor.

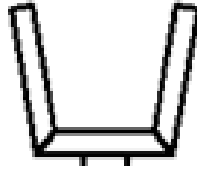


FIGURA 2.23 SOPORTE DEL MOTOR

Fuente: Los Autores

Estos componentes van soldados entre sí para formar la estructura metálica donde va asentado el motor.

2.2.1.2 Soporte para el Radiador.

Luego de haber construido el soporte principal, se procedió a colocar el motor sobre la estructura y determinar la posición del radiador, para así calcular la estructura de platina que sujetara con ayuda de tornillos al elemento de refrigeración, esta se apoyara sobre la estructura principal en dos puntos como se observa en la siguiente figura.

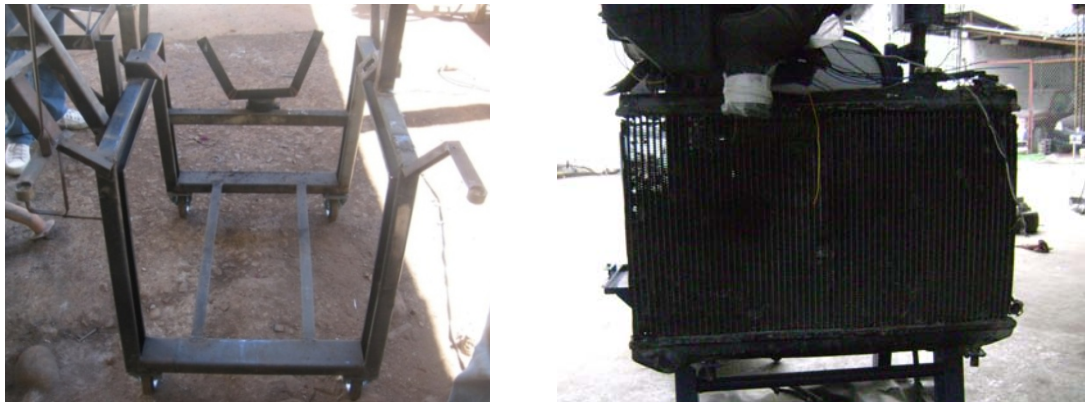


FIGURA 2.24 SOPORTE DEL RADIADOR

Fuente: Los Autores

2.2.1.3. Soporte para el Tablero de Control

Está constituido de una caja con una estructura metálica y tool en donde encontramos los elementos de control y sus respectivas conexiones eléctricas, esta se apoya sobre la estructura principal en dos puntos de apoyo.



*FIGURA 2.25 SOPORTE DEL TABLERO DE CONTROL
Fuente: Los Autores*

2.2.1.4 Acoplamiento del Motor.

El banco de entrenamiento construimos de acuerdo a las necesidades, dimensiones y peso del motor, además teniendo en cuenta normas de seguridad, estética y funcionalidad para que los estudiantes puedan realizar las prácticas sin dificultad alguna.

El motor esta acoplado al banco por tres puntos de apoyo, con tres bases de goma para de esta forma evitar vibraciones en el momento de funcionamiento del motor en el banco, Así evitaríamos molestias para los estudiantes al momento que vayan a realizar sus prácticas de aprendizaje.



FIGURA 2.26 ACOPLAMIENTO DEL MOTOR

Fuente: Los Autores

2.3 RAZÓN DE LA UBICACIÓN DE LOS ELEMENTOS EN EL BANCO DE ENTRENAMIENTO.

La ubicación de los componentes en el banco de entrenamiento es una de las partes mas importantes, ya que debemos tener presente los siguientes aspectos:

- Seguridad
- Operatividad
- Comodidad

2.3.1 Disposición de los Elementos en la Maqueta Didáctica.

2.3.1.1 Motor

El motor junto a sus sistemas auxiliares como son:

- Sistema de inyección.

- Sistema de alimentación de aire.
- Sistema de encendido.
- Sistema de distribución.
- Sistema de refrigeración.
- Sistema de lubricación.

Forman el conjunto más importante de nuestro proyecto de tesis, incluyendo el sistema reprogramable. En tal virtud, la disposición de este elemento en nuestro banco de entrenamiento, debe realizarse de la forma mas adecuada para que cada uno de estos subsistemas tengan su desempeño ideal, garantizando así de esta manera la vida útil mas larga de nuestro proyecto de tesis. En la figura 2.27 se ilustra la disposición del motor en la maqueta junto sus sistemas auxiliares.



FIGURA 2.27 DISPOSICIÓN DE LAS PARTES DEL MOTOR

Fuente: Los Autores

2.3.1.2 Batería

La ubicación de la batería como se ilustra en el grafico, fue designada principalmente por la proximidad a los diferentes elementos y por lo cual facilitar la alimentación de los elementos eléctricos y electrónicos que se emplearon en la realización del banco,

ayudándonos también a reducir la resistencia de los cables de alimentación y de esta manera optimizamos el rendimiento del sistema de encendido de nuestro motor.

Podemos observar también, que la ubicación de la batería se encuentra próxima al múltiple de admisión, lo que garantiza que no haya presencias de temperatura en este elemento, también es importante señalar que la sujeción de la batería en el banco es similar a la presente en los motores de producción en serie, eliminando de esta manera vibraciones u oscilaciones producidas por los elementos móviles del motor.

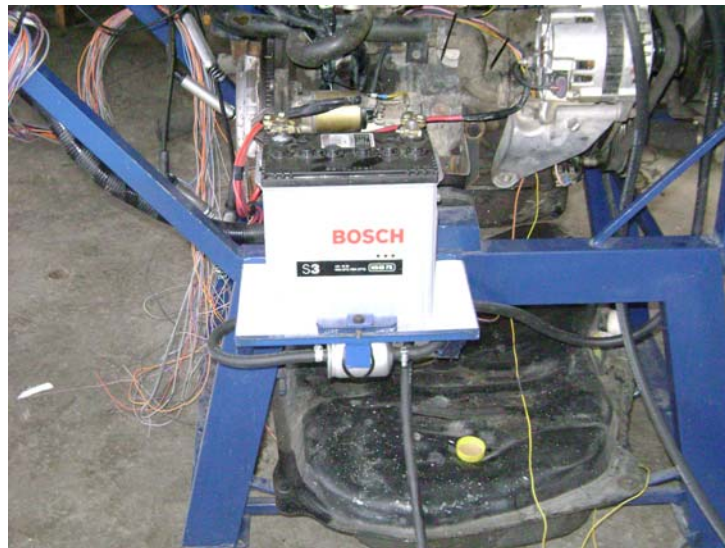


FIGURA 2.28 DISPOSICIÓN DE LA BATERIA

Fuente: Los Autores

2.3.1.3 Tubo de Escape

En la ubicación del tubo de escape en nuestro banco de entrenamiento, tuvimos especial precaución, con los elementos que podían estar en contacto directo con el sistema de escape, tales como, cables, sensores, elementos electrónicos, y de manera especial con los estudiantes al momento de realizar las practicas con el motor en funcionamiento, por lo cual vimos conveniente protegerlo con una malla desde la zona que puede ser peligrosa para los estudiantes etc. Otro aspecto importante del sistema de

escape es que debido a la corta longitud del mismo, los gases residuales tuvimos que emanar hacia la parte delantera, lo que nos permite también mejorar el rendimiento y la potencia del motor ya que los gases experimentan poca resistencia al momento de salir al ambiente.



FIGURA 2.29 DISPOSICIÓN DEL TUBO DE ESCAPE

Fuente: Los Autores

2.3.1.4 Caja de Fusibles y Relés

Por la razones de facilidad de acceso y el reemplazo de estos elementos, como se observa en el grafico la ubicación de fusibles y relés del sistema de encendido con el sistema reprogramable está ubicada convenientemente para ingresar a ellos de forma directa, en el caso de existir averías en los mismos. Es importante también señalar que en la parte del tablero de instrumentos del banco esta ubicada la ECU Platinum sport 1000 cerca de los fusibles con los relés, por la razón que nos facilita la conexión con la

computadora que observaremos el comportamiento del motor durante su funcionamiento, en la parte posterior de estos elementos se encuentra el cableado principal de los relés de mando (arranque) por razones de estética y para aprovechar adecuadamente el espacio existente, los fusibles principales, fueron colocados lo más cerca posible del tablero de instrumentos.



FIGURA 2.30 DISPOSICIÓN DE LA CAJA DE FUSIBLES PRINCIPAL

Fuente: Los Autores

2.3.1.5 Tablero de Instrumentos

La ubicación del tablero de instrumentos se encuentra en la parte mas accesible del banco para poder manipular y observar cada uno de los mandos que se encuentran en este, en el tablero de instrumentos se encuentran los mandos que gobiernan cada una de la funciones que realiza el motor, es conveniente e indispensable que el acceso a este instrumento sea cómodo,



FIGURA 2.31 DISPOSICION DEL TABLERO DE INSTRUMENTOS

Fuente: Los Autores

2.3.1.6 Tanque de Combustible

Tomando en cuenta dos factores principales; el primero que es la seguridad para los operarios del banco en todas etapas del funcionamiento del motor, y la segunda razón que es la interferencia del sistema de alimentación de combustible con los demás sistemas del motor, consideramos que lo más conveniente fue colocar el tanque de combustible en la parte inferior de nuestro banco de entrenamiento.



FIGURA 2.32 DISPOSICIÓN DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE

Fuente: Los Autores

2.3.1.7 Bomba y filtro de combustible

La ubicación de la bomba y filtro de combustible en nuestro banco de entrenamiento, como podemos observar en la figura esta ubicada en la parte inferior de la base de la batería, por la razón de que la dirección que toman la cañería de alimentación de combustible para el sistema pasaría por este lugar, de esta manera vimos lo mas conveniente esta ubicación para el perfecto funcionamiento de estos elementos en el banco de entrenamiento.

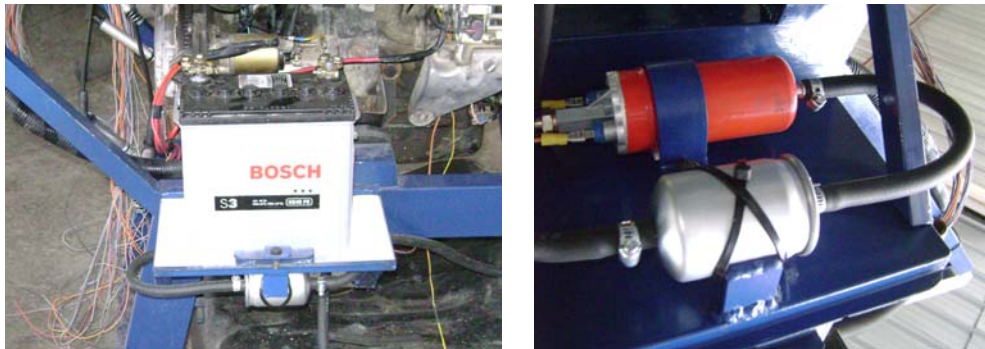


FIGURA 2.33 DISPOSICIÓN DE LA BOMBA Y FILTRO DE COBUSTIBLE

Fuente: Los Autores

CAPITULO III

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA REPROGRAMABLE EN EL BANCO DE ENTRENAMIENTO.

3.1 GENERALIDADES.

En la implementación del sistema de inyección y encendido reprogramable que nos permite variar con mucha facilidad los parámetros o tablas que gobiernan tanto la inyección como el encendido. Esta clase de sistemas no poseen cartografía ni programa alguno gravado inicialmente en la unidad de control. Por lo cual previo al encendido del motor en el banco de entrenamiento se debe ingresar los parámetros de funcionamiento normal para la puesta en funcionamiento del motor en lo cual posteriormente realizaremos las modificaciones para el control de funcionamiento que se lo requiera en el motor.

En el sistema no cartográfico los estados transitorios (ralentí), suelen ser menos contaminantes que los cartográficos, dependiendo del ajuste de los parámetros debido a que los pulsos no se incrementan bruscamente sino en la magnitud previamente ajustable. En estados acelerados y ralentí, la computadora toma las señales de distintos sensores que están ubicados sobre el motor, para que el funcionamiento de este sea el óptimo.

Un estado transitorio depende de las condiciones iniciales y que desaparecen al cabo de cierto tiempo.

Mediante la información de las revoluciones del motor y la presión de aire en el colector de admisión, el sistema detecta un estado transitorio del motor o en su defecto un estado estacionario, lo cual permite tener un control en los distintos estados de funcionamiento del motor.

3.2 VENTAJAS.

La implementación de un sistema reprogramable en un motor de inyección electrónica multipunto nos presenta las siguientes ventajas:

- La unidad electrónica de control (ECU), controla mapas de encendido e inyección de combustible mejorando la combustión en el interior de los cilindros del motor y así permitiendo un alto rendimiento del motor durante su funcionamiento.
- Todas las tablas contenidas en el navegador del computador pueden ser modificadas o ajustadas para afinar el motor según su estado de funcionamiento.
- Se puede controlar el punto de encendido, utilizando todas las señales entregadas por los sensores que actúan en el motor.
- Con la unidad electrónica de control y el navegador del computador, nos permite mapear el punto de encendido, así logrando la máxima potencia y economía durante el funcionamiento del motor.
- Con un computador a bordo tenemos varios parámetros de información sobre el funcionamiento del motor basadas en el tiempo real.

3.3 COMPUTADORAS REPROGRAMABLES.

En el mercado nacional e internacional existen una gran variedad de computadoras reprogramables que nos ayudan a controlar el sistema de inyección y el de encendido en los motores de inyección electrónica, pero por motivo de disponibilidad y economía se analizaran las que están más accesibles para nosotros.

3.3.1 Race Pro.

El sistema RACE PRO, es un sistema de inyección y encendido 100% reprogramable sin PC, ya que este posee un display en español el cual permite introducir los parámetros y monitorear las funciones en tiempo real, fig. 3.1 el sistema de programación es cómodo, versátil y manejable.

El sistema puede controlar motores de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 cilindros. Puede controlar por medio de los sensores del MAP (medidor de presión de aire) o por medio del TPS (sensor de posición de la mariposa), de la misma manera la corrección de encendido e inyección se da por medio de los sensores mencionados anteriormente, la temperatura del refrigerante y aire, controla la inyección por uno o dos canales.



FIG. 3.1 COMPUTADORA REPROGRAMABLE RACE PRO.
Fuente: www.crespocompeticion.com/Fueltech/RacePro/RaceProHome.html

3.3.2 Sistema MSD.

El paquete MSD del sistema reprogramable incluye el software *InGenius*, para la afinación del motor que da a cualquier usuario el control total de la MEFI (*Monitorización Electronic Fuel Injection*) de calibraciones. Al igual que otros sistemas la MEFI 4 se puede ajustar en tiempo real por lo que los cambios que se pueden realizar o darse durante la ejecución o funcionamiento de los motores.

El software *InGenius*, tiene ajuste a un nivel de simplicidad que incluye menús desplegables y las imágenes para identificar: bobinas, cigüeñal, distribuidores. Etc.

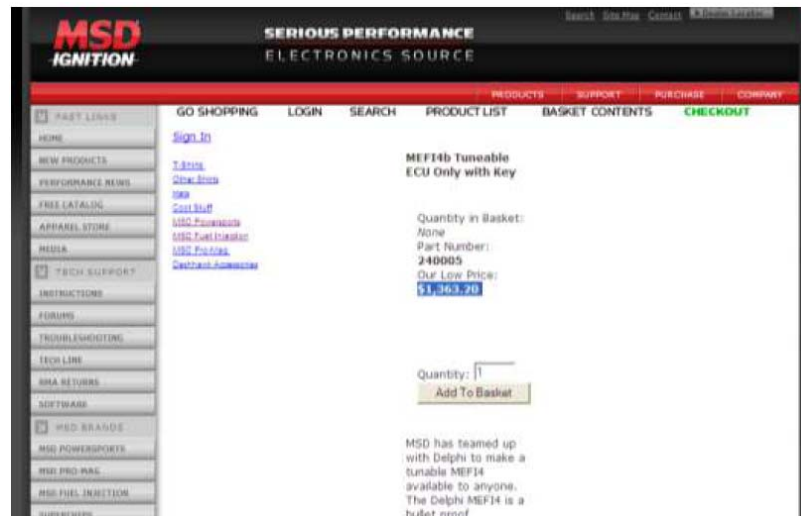


FIGURA 3.2 DATOS DE LA COMPUTADORA REPROGRAMABLE MSD.
Fuente: [://www.msdition.com](http://www.msdition.com)

3.3.3. Sistema Digital Simple (S.D.S.)

El sistema S.D.S. está diseñado para ser fácil de instalar y programar como 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. Fig. 3.3.

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

El sistema reprogramable incluye:

- ECU.
- Pantalla programadora LCD.
- Sensor de temperatura del aire.
- Modulo de encendido.
- Bobinas.
- Indicador de mezcla.
- Cableado principal.



FIGURA 3.3 KIT COMPLETO DE LA COMPUTADORA REPROGRAMABLE S.D.S.
 Fuente: www.sdsefi.com/specific.

3.3.4 Sistema Reprogramable Haltech Platinum Sport 1000

El Sport 1000 Sistema de combustible tiene mapas ajustables cada uno con 32 barras de carga y 32 rangos de RPM. El sport 1000 se ejecutara hasta 16.000 rpm, manteniendo una excelente precisión y resolución.

Características:

- Apto para el control de Motores de pistón: 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 8 cilindros.
- Motores de Rotary.
- Número máximo de revoluciones de funcionamiento: 16000rpm.
- Variable en revoluciones por minuto.

Tipo de señal de disparo:

- Sensor de efecto Hall.
- Sensor óptico.
- Reductor magnético inductivo.

Inyector Modo de disparo:

- Secuencial
- Multipunto

Instalación opcional

Accesorios:

- Salida de cables de plomo telar con 4 relés de potencia
- Comunicación
- Cable USB
- Software de programación de CD
- Sensor de temperatura
- Sensor de temperatura del refrigerante
- Sensor de posición del acelerador

Aplicaciones:

- La conversión de carburación a inyección de combustible
- Control de la inyección de combustible y de encendido en motores modificados
- Aplicaciones de rally de todo tipo
- Uso educativo de las universidades y colegios

Especificaciones:

Requisitos de energía

Fuente de alimentación: 8,6 a 16,5 voltios de corriente continua.

Especificaciones físicas

Ancho 160mm, largo 104mm.

Peso 400 g (0,88 libras).



*FIGURA 3.4 ECU. REPROGRAMABLE PLATINUM SPORT1000.
Fuente: www.haltech.com.au*

3.4 SELECCIÓN DEL SISTEMA REPROGRAMABLE.

Una vez que se analizó los principales sistemas reprogramables que existen en el mercado, se ha optado por la implementación del sistema reprogramable que nos presenta la Haltech Platinum Sport 1000 por razones tales como:

3.4.1 Calidad en su construcción:

La construcción de la ECU presentada por la Haltech Platinum Sport 1000, es una de las mejores ya que esta es realizada para soportar altas vibraciones que se nos presenta en el vehículo durante su funcionamiento, en donde nuestro caso es el de soportar las vibraciones que se nos presenta en nuestro banco de entrenamiento que no son muy altas, por lo cual no tendríamos mayores problemas en ese caso. La ECU está cubierta con una robusta carcasa de Aluminio en donde este es un material altamente resistente que nos permite una correcta fijación en el banco evitando daños que pudiese causar durante el funcionamiento del motor en el banco de entrenamiento.

3.4.2 Facilidad de programación.

El sistema reprogramable de la Platinum Sport 1000 que nos presenta es muy sencillo ya que por medio de los menús principales y las tablas que contienen en el navegador podemos configurar o modificar los valores con los que vamos a controlar

nuestro motor, todo esto nos ayudamos con una computadora que con el programa instalado tenemos una comunicación directa por medio de un cable de comunicación entre la computadora y la ECU sport 1000, con los parámetros y rangos de funcionamiento del motor que nos den un funcionamiento óptimo del mismo.

3.4.3 Fiabilidad.

El sistema reprogramable que nos presenta la haltech platinum sport 1000, al estar fabricado con componentes de alto rendimiento, estos nos garantiza un correcto funcionamiento de la ECU como controlador del motor Daewoo en el banco de entrenamiento, ya que este posee en el cableado principal un recubrimiento extra en los cables principales en donde estos evitan que exista la presencia de corrientes parasitas que pueden ocasionar un defectuoso funcionamiento del sistema, la ECU puede ser protegida por medio de una contraseña en el software.

3.4.4 Diseño.

El diseño del sistema reprogramable de la platinum sport 1000, está diseñado para mejorar en rendimiento del motor en condiciones estándar, por lo cual no es necesario realizar ninguna modificación del motor, esto ha sido comprobado en laboratorios y en pruebas de carretera, obteniendo resultados óptimos.

El diseño de este sistema es interesante ya que no es diseñado para una sola clase de motores donde pueden ser adaptados, por lo cual el sistema puede ser manipulado y adaptado en un motor que cumpla con las condiciones que nos presenta el sistema, para así lograr un mejoramiento dentro del funcionamiento del motor y también realizar un estudio de las partes y componentes que influyen con mayor importancia en el rendimiento del motor para así demostrar nuestros conocimientos adquiridos.

3.5 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ENCENDIDO:

En el banco de entrenamiento con el motor Daewoo DOHC se realizó la implementación de un nuevo sistema de encendido, que nos ayudara a la programación correcta en el sistema reprogramable que estudiaremos más adelante.

El sistema de encendido que tenía el motor era el sistema electrónico *HEI (High Energy Ignition)*, que fue sustituido por el sistema de encendido *DIS (Direct Ignition)*

Sistem), también llamado sistema de encendido sin distribuidor. Con este nuevo sistema de encendido garantizamos un funcionamiento óptimo del motor en el banco, los elementos que componen este sistema son.

3.5.1 Rueda dentada motronic en el cigüeñal.

Con el sensor tipo motronic en el cigüeñal, el cual posee 60 dientes equidistantes con dos dientes faltantes (así que solo hay 58 dientes en la rueda) por lo cual es utilizado como un sensor que nos ayuda a determinar de velocidad del motor y posición, porque los dientes faltantes ayudan a la Haltech a identificar un punto en particular en la rotación del cigüeñal.

Dientes faltantes



FIGURA 3.5 RUEDA MOTRONIC 60-2

Fuente: Los Autores

3.5.2 Sensor de revoluciones.

Para el sistema de encendido sin distribuidor (encendido estático) la función del distribuidor fue remplazada por el sensor de revoluciones, conjuntamente con la unidad de control ECU.

El sensor revolución, que es un sensor magnético que está instalado cerca de la polea del cigüeñal en donde está adaptada una rueda dentada motronic 60-2 dientes, que sirve para captar e informar a la unidad de control en que posición se encuentran los pistones dentro del cilindro.

A través de esa información es que se produce y “dispara” la chispa de alta tensión.



FIGURA 3.6 SENSOR DE EVOLUCIONES
Fuente: Los Autores

3.5.3 Bobinas de encendido.

Las bobinas de encendido utilizadas en este sistema son aquellas que tienen dos salidas, a este sistema de encendido se le denomina también de "chispa perdida" debido a que salta la chispa en dos cilindros a la vez, (por ejemplo el 1 y el 4), cuando la computadora manda la señal de salto de chispa lo hace en los dos cilindros.

En el momento de salto de la chispa los dos cilindros se encuentran en dos etapas del ciclo del motor que son compresión y escape, la corriente fluye con más intensidad donde exista mayor resistencia del aire y esa condición la ofrece la carrera de compresión donde se producen unos 45000V, cuando salta esa chispa inmediatamente salta la que está en la carrera de escape (unos 5000V – 10000 V), donde termina de inflamar la gasolina restante para ser enviada al tubo de escape, contribuyendo así con el medio ambiente ya que disminuye los hidrocarburos contaminantes en el entorno.

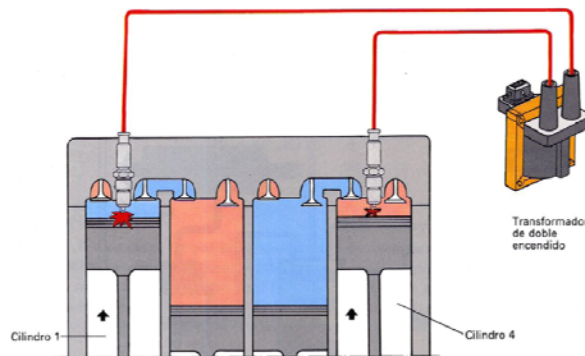


FIGURA 3.7 ESQUEMA DE CHISPA PERDIDA.
Fuente: Los Autores

Las bobinas de encendido están colocadas en el lugar que se ubicaba el distribuidor ya que por medio de un tapón con su respectivo empaque logramos taponar el orificio que nos quedaba, para luego adaptar en ese lugar las bobinas que están sujetadas por medio de tornillos hacia el cabezote del motor.



FIGURA 3.8 BOBINAS DE ENCENDIDO.

Fuente: Los Autores

3.5.4 Cables de encendido.

Los cables de encendido tienen la misión de conducir la alta tensión producida por las bobinas hasta las bujías de encendido sin permitir fugas de corriente, por lo cual garantizan que exista una combustión sin fallas.

Los cables de encendido también poseen las características de eliminar las interferencias electromagnéticas, producida por la alta tensión (chispa), ya que esas interferencias pueden perjudicar el funcionamiento de los componentes electrónicos como la unidad de comando de la inyección electrónica, etc.



FIGURA 3.9 CABLES DE ENCENDIDO.

Fuente: Los Autores

3.5.5 Unidad de control ECU.

La unidad de control en este sistema de encendido, es la que recibe la señal del sensor de revoluciones para saber a cuantas revoluciones se encuentra el motor durante su funcionamiento y también para determinar la posición en la que se encuentra el pistón dentro del cilindro, ya que por medio de los dientes faltantes en la rueda motronic que son las que ayudan a identificar a la ECU un punto en particular en la rotación del cigüeñal.

El sensor de revoluciones da la información a la ECU, en la cual procesa y produce el disparo de la chispa de alta tensión hacia las bujías así produciendo una eficiente combustión dentro del cilindro.



FIGURA 3.10 UNIDAD DE CONTROL ECU.

Fuente: Los Autores

Además la unidad de control Platinum Sport 1000 viene con su determinado cableado que nos ayudara a la conexión con cada uno de los elementos que se requiere para su correcto funcionamiento, en el Anexo uno se observa cada especificación de estos cables.

3.6 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA REPROGRAMABLE.

Para la implementación del sistema reprogramable, en el banco de entrenamiento se comprobó que todos sus sistemas se encuentren funcionando correctamente para así

garantizar el funcionamiento del sistema implementado. A continuación se detalla cada uno de los componentes que forman parte de este nuevo sistema.

3.6.1 Sensor de Presión Absoluta del Múltiple (MAP).

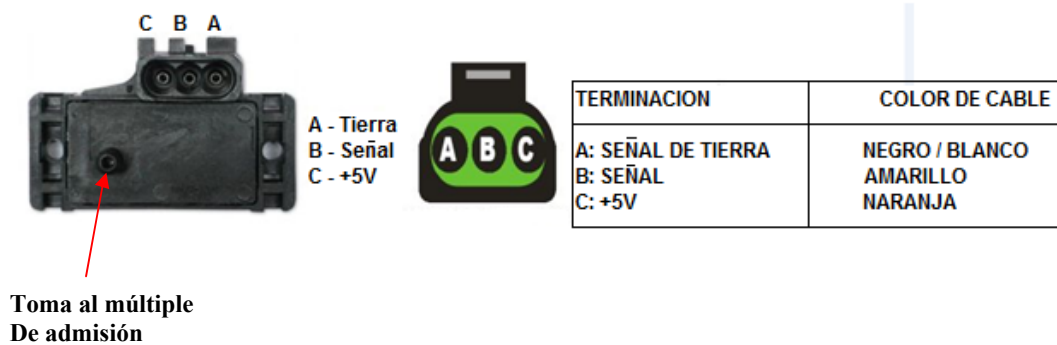


FIGURA 3.11 SENSOR MAP.
Fuente: www.haltech.com

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

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

Estos sensores llevan un voltaje casi siempre +5V, una a masa y otra señal de salida, cada una de estas designaciones viene indicado mediante colores de los cables que llevan estos como se indica en la Fig.3.11.

El sensor está instalado en un punto alto en la pared de fuego dentro del comportamiento del motor está fijado con dos tornillos y con la toma de aire apuntando hacia adelante. El sensor está conectado al múltiple de admisión con una manguera de vacío corta.

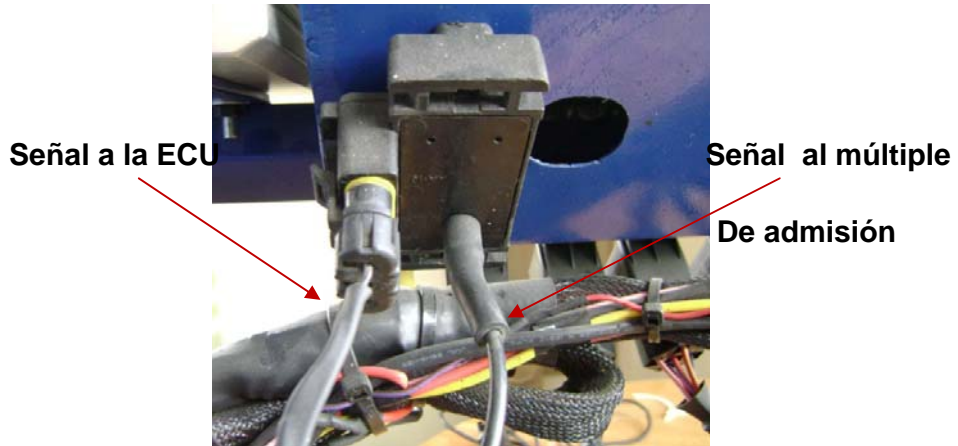


FIGURA 3.12 UBICACIÓN DEL SENSOR MAP.
Fuente: Los Autores

3.6.2 Sensor de Posición de la Mariposa (TPS)



FIGURA 3.13 SENSOR TPS.
Fuente: www.haltech.com

El sensor de posición de mariposa (TPS) es un dispositivo que le indica a la computadora que tan abierta o cerrada esta la mariposa y que tan rápido cambia de una posición a otra, el sensor está conectada a la varilla de la mariposa para medir su rotación. El mecanismo interno del sensor gira junto con la varilla. El TPS está fijado con dos tornillos, de manera que tanto el sensor como la varilla giren libremente.

Este sensor se lo conoce como un potenciómetro lineal que se supe el sensor con 5V y el voltaje de salida varia proporcionalmente al recorrido del elemento dentro del sensor. En este caso el elemento gira con la mariposa en vez de una dirección lineal.

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

Cuando la mariposa se abre bruscamente una gran cantidad de aire entra en el motor en un corto periodo de tiempo. Ya que el aire es mas liviano que el combustible liquido este puede acelerarse más rápido, causando un mezcla pobre, para poder evitar este problema la ECU mide este movimiento de la mariposa en un tiempo especifico, y si este movimiento es significativamente más rápido en un corto tiempo se puede agregar combustible extra para compensar esta condición de empobrecimiento de la mezcla. El TPS posee tres cables como se indica en la fig. 3.13 uno de +5V de alimentación, otro de masa y la de señal de salida la cual se conecta a la computadora.

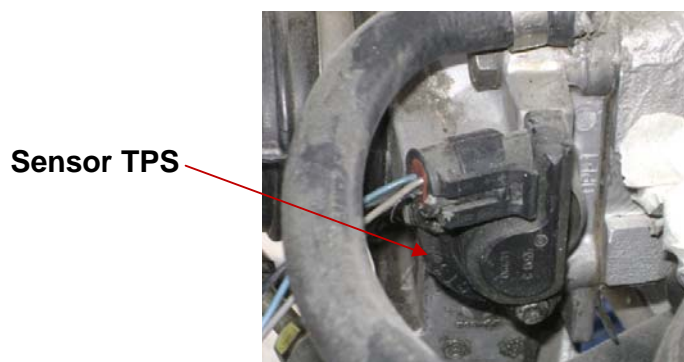


FIGURA 3.14 UBICACIÓN DEL SENSOR TPS.

Fuente: Los Autores

3.6.3 Sensor de Posición del Cigüeñal.

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

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

3.6.3.1 Sensor de Resistencia Variable (Reluctores)

El sensor de resistencia variable es el que utilizamos en nuestro caso para poder determinar la posición del cigüeñal, este tipo de sensor produce una señal de salida de onda sinusoidal.

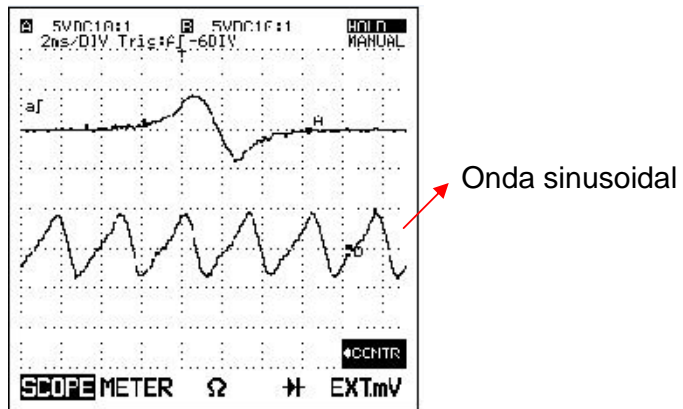


FIGURA 3.15 SEÑAL DEL SENSOR RELUCTOR.
Fuente: www.haltech.com

Los sensores de tipo Reluctor no requieren de corriente para funcionar, tendrán un cable de señal y uno de tierra solamente, la forma en la que operan es casi contrario de un motor eléctrico con una sola escobilla donde un sensor tiene un imán dentro con un bobinado de alambre envuelto a su alrededor. Cuando el material ferroso pasa frente al imán del campo magnético es afectado y un pico de voltaje es creado en el bobinado alrededor del imán produciendo una onda sinusoidal. Esta señal es la que envía a la computadora.

La computadora no puede interpretar esta señal directamente así que se debe procesar convirtiéndola en una señal digital antes de que se pueda utilizar como información. Los componentes de la computadora que procesan esta señal se lo llaman como “*reluctor adapter*”, o adaptador de señal del reluctor.

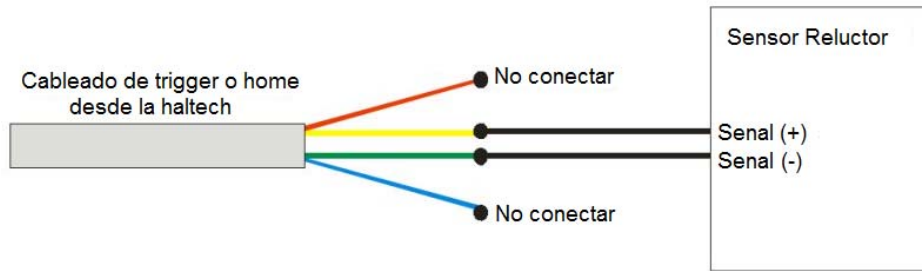


FIGURA 3.16 CABLEADO DEL SENSOR TIPO RELUCTOR.
Fuente: www.haltech.com

3.6.3.2 Trigger.

Cuando hablamos del término *trigger* nos referimos especialmente al sensor de velocidad del motor, más comúnmente al sensor de posición del cigüeñal. El sensor es utilizado para determinar la velocidad del motor y en algunos casos la posición también. En el caso de un sensor tipo *motronic* en el cigüeñal como es en nuestro caso, el cual posee 60 dientes equidistantes con dos dientes faltantes (así que hay solo 58 dientes en la rueda). En nuestro caso el *trigger* es utilizado como sensor de velocidad del motor y posición, porque los dientes faltantes ayudan a la *haltech* a identificar un punto en particular en la rotación del cigüeñal.



FIGURA 3.17 POSICIÓN DEL DIENTE TRIGGER.
Fuente: Los Autores

3.6.3.3 Home.

Cuando nos referimos al *Home* hablamos específicamente del sensor de posición del motor, aunque comúnmente este sensor está colocado en la leva generalmente es un pulso que se repite una vez por ciclo del motor, es posible también que este colocado en el cigüeñal. Esta señal provee a la *Haltech* un punto de referencia conocido para determinar la posición del motor, la *Haltech* en nuestro caso el evento *Home* lo determina por medio del sensor tipo *Motronic* de dientes faltantes.

Como el motor está controlado con una inyección semi-secuencial y disparo de chispa perdida o desperdicio, la señal del home no es necesario que esté presente ni que provenga de un sensor de leva, ya que esta señal para la computadora se obtiene por medio de la rueda *Motronic* con dientes faltantes.

3.6.3.4 Angulo de disparo (*Trigeeer Angle*).

El ángulo de disparo es simplemente el ángulo antes del punto muerto superior (APMS). El dispositivo empleado debe producir por lo menos un evento por disparo de ignición y cada evento debe ocurrir a un ángulo constante antes de PMS. Este valor debe ser mayor que el avance máximo que usted quiera usar por lo menos por 10 grados. Si vamos a utilizar no más de 40 grados de avance entonces el ángulo de trigger debe ser aproximadamente de 50 grados. Si este valor es muy bajo, el tiempo de ignición no podrá alcanzar el avance máximo dado en las tablas de ignición.

En las figuras que siguen, la polea del cigüeñal puede verse en dos posiciones la primera a 70 grados APMS (antes del punto muerto superior), coincidiendo con el motor que está a 70 grados APMS es la referencia de alineación del cilindro #1 con el sensor. El ángulo de disparo (dado en el menú de configuración del *trigger*) en nuestro caso es de 70 grados.

En la configuración del ángulo del Trigger es de 70° por la razón de que la rueda *motronic* 60-2, por la cual posee 60 dientes equidistantes respectivamente, si nosotros dividimos 360° para 60 dientes de la rueda *motronic* nos da 6° que representaría cada diente, por lo cual nosotros calibramos y tomamos referencia de 12 dientes desde los dientes faltantes para seleccionar el diente *trigger* que nos representaría 72° de ángulo de disparo, en lo cual nosotros lo adaptamos para los 70°

en la polea para posteriormente ser montada en el cigüeñal. Nótese que únicamente el evento para el momento en que se produce el *trigger* para el cilindro #1 está siendo mostrado.

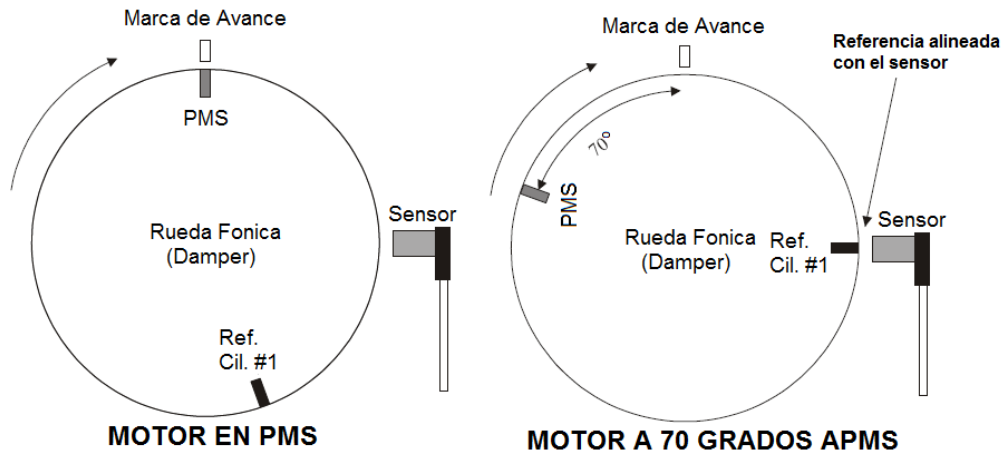


FIGURA 3.18 REPRESENTACIÓN VISUAL DEL ANGULO DE DISPARO.

Fuente: Los Autores

3.6.3.5 Relación entre los Dientes Faltantes y el Ángulo Trigger (*Tooth Offset y Trigger Angle*).

El *Tooth Offset* es el número de dientes entre la sección del *Home* y el diente del *trigger* que es seleccionado como una sección PMS, en nuestro caso sería los 12 dientes que contamos para seleccionar el diente *trigger*. La sección de home son los dientes faltantes en la rueda dentada. El ángulo del *trigger* es el ángulo que está entre el diente del *trigger* y el PMS. Por lo cual, el *tooth offset* más el ángulo del *trigger* es igual al ángulo entre la sección del home y PMS.

El ángulo *trigger* es simplemente el ángulo antes del PMS en el cual sucede el evento *trigger*. El valor del ángulo del *trigger* debe ser mayor que el avance máximo que se quiera tener, así que, si el avance máximo que quiera darle al motor será 40 grados.

El valor del ángulo del *trigger* necesita ser por lo menos 40 grados. Si el ángulo del *trigger* sería muy bajo, no podrá ser avanzado el avance máximo dado en las tablas de ignición que explicaremos más adelante. Al seleccionar el diente correcto para el *trigger* como *tooth offset* esto siempre será posible.

3.6.4 Módulos de Ignición y Bobinas

Las computadoras *Haltech* requieren de amplificadores externos de ignición (también conocidos como módulos de ignición, o transistor de potencia). Las bobinas implementadas en nuestro sistema poseen estos módulos de ignición integrados dentro de las mismas, por lo cual no necesitamos de módulos de ignición o transistores de potencias externos.

Se puede decir como regla general que bobina con solo 2 cables no posee el módulo integrado, y se necesitará un módulo de ignición externo para controlarlos.

Un módulo de ignición no es más que un *relay* que actúa muy rápidamente, se cablea entre la computadora y la bobina.

La computadora *Haltech* no es capaz de controlar bobinas directamente, se requiere utilizar un módulo externo de algún tipo para que la alta corriente requerida para controlarlas no tenga que pasar a través de la computadora, debemos tener precaución al configurar los parámetros de configuración en la ignición en el programa *Haltech* ya que una configuración incorrecta podría causar daños al módulo, dejándolo inservible.

3.6.5 Señal de Disparo de Chispa

La señal de disparo de chispa (o "*Edge*" en el software) define de forma la señal del módulo se utiliza para disparar la chispa también se puede definir esto como el estado normal de la señal de ignición. Esta señal de salida se puede configurar como ascendente o decreciente (*Rising* o *Falling*, en el software).

3.6.5.1 Disparo con señal decreciente (*Falling*).

La mayoría de los módulos originales son disparados con señal decreciente. Estos módulos esperan una señal baja de voltaje. Cuando el voltaje sube a 12V, la bobina se está cargando. Cuando el voltaje regresa a 0V, se dispara la chispa y la bobina regresa a estado normal hasta que el voltaje desde el módulo sea llevado a 12V de nuevo.

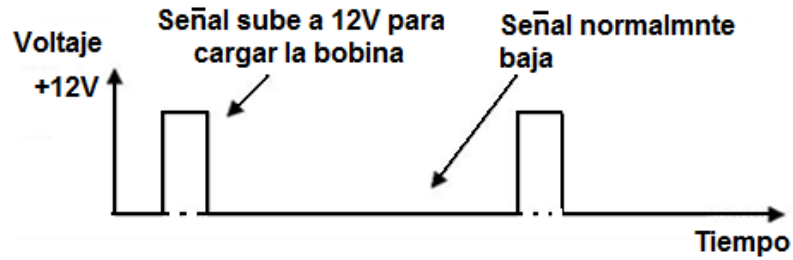


FIGURA 3.19 SEÑAL DE DISPARO DECRECIENTE (FALLING).

Fuente: Los Autores

3.6.5.2 Disparo con señal Ascendente (Rising).

Estos módulos esperan una señal normalmente alta, cuando la señal cae a cero voltios el módulo carga la bobina y cuando la señal regresa a 12 voltios la chispa es disparada.

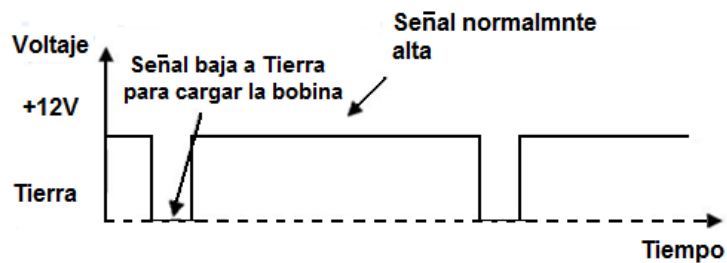


FIGURA 3.20 SEÑAL DE DISPARO ASCENDENTE (RISING).

Fuente: Los Autores

3.6.6 Tiempo de Carga de las Bobinas (Dwell Mode).

Esta función del módulo es la de disparar la bobina mediante el transistor de potencia, el cual es parte del módulo de ignición que en el caso de las bobinas que utilizamos lo llevan interiormente el módulo de ignición. Hay dos tipos de módulo de ignición, trabajo constante (*Constant Duty*) o carga constante (*Constant Charge*), la utilizada en nuestra programación es la segunda mencionada.

Los módulos de trabajo constante determinan por si solos el tiempo de carga para la bobina. La computadora entonces los dispara utilizando un ciclo de trabajo fijo con relación a la velocidad del motor (este tipo de señal es equivalente a la de un distribuidor de platinos).

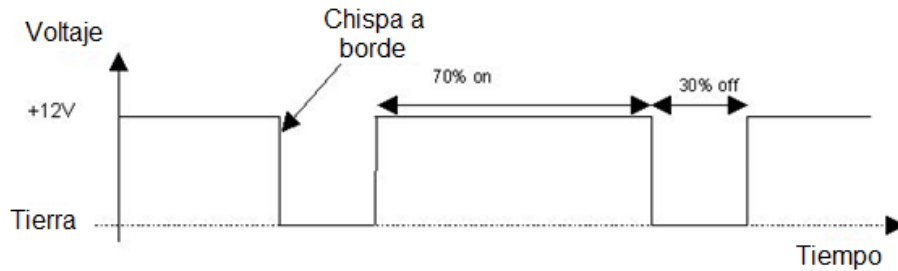


FIGURA 3.21 Forma de carga por periodo constante – el por ciento del ciclo de trabajo se mantiene constante a lo largo del rango de RPM.
Fuente: Los Autores

Los módulos de carga constante requieren que la computadora sea quien calcule el tiempo de carga para las bobinas. Para un módulo de carga constante con señal de disparo decreciente (*Falling*), con 4ms (milisegundos) de tiempo de carga, la señal de la salida de ignición deberá verse como la gráfica a continuación.

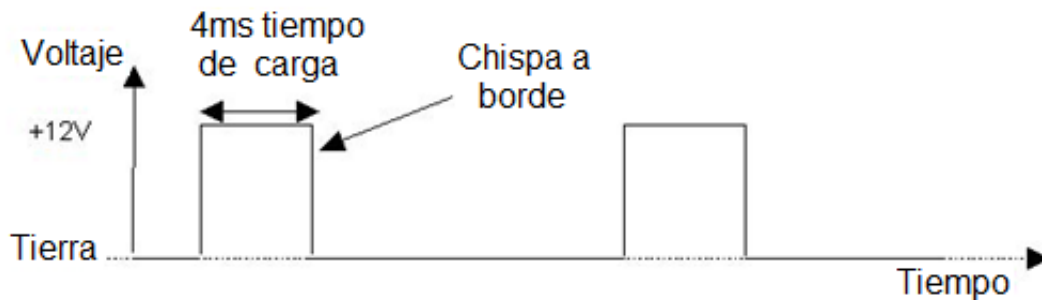


FIGURA 3.22 Modo de carga constante.
Fuente: Los Autores

3.6.7 Inyectores de Combustible.

Los inyectores suplen el combustible al motor, hay dos tipos principales de inyectores, de alta impedancia y de baja impedancia. Es importante reconocer que inyectores se está utilizando ya que la computadora *Haltech* usa distintas estrategias para cada uno de estos tipos, para nuestro banco de entrenamiento durante la configuración debemos tener en cuenta el tipo de inyectores que nos presenta este, tomando las precauciones que posteriormente indicamos.

Para determinar la impedancia que tienen los inyectores en nuestro banco de

entrenamiento, utilizamos un multímetro para medir la resistencia entre los dos pines del conector del inyector. Según lo investigado el inyector que indique una lectura de más de 10 ohmios será de alta impedancia, cualquier valor menor a este es considerado de baja impedancia.

La medición realizada en los inyectores del motor Daewoo nos dio 18 ohmios, por lo que son de alta impedancia.

3.6.8 Sensor de Temperatura de Aire (IAT / ATS)

El sensor de temperatura de aire es utilizado para compensar por cambios en la densidad del aire debido a variaciones de temperatura. El aire frío es más denso que el aire caliente y esto causa que se requiera un mayor volumen de combustible para mantener la misma relación de aire y combustible.



FIGURA 3.23 SENSOR TEMPERATURA DE AIRE.

Fuente: www.haltech.com

La Computadora *Haltech* automáticamente compensará utilizando la señal recibida por el sensor de temperatura (una vez que la tabla de corrección por temperatura de aire sea activada y configurada en el programa).

El sensor debe ser instalado en el lugar donde mejor indique la temperatura real del aire que entra al motor. El sensor debe estar frente al flujo del aire para mejorar el tiempo de respuesta y reducir los efectos de absorción de calor. Tome en cuenta que en algunas situaciones colocar el sensor en el múltiple de admisión, especialmente en la parte trasera, podría causar problemas de absorción de calor en el sensor. En nuestro caso el sensor de aire se encuentra luego del filtro como se indica en la figura

inferior, por lo que podemos decir que este se encuentra al frente del flujo de aire en donde nos entregara valores reales de temperatura que entran al interior del motor para que la *Haltech* analice y así lograr un correcto funcionamiento del motor.



FIGURA 3.24 POSICIÓN DEL SENSOR TEMPERATURA DE AIRE

Fuente: Los Autores

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

3.6.9 Sensor de Temperatura de Agua (WFS / CTS)

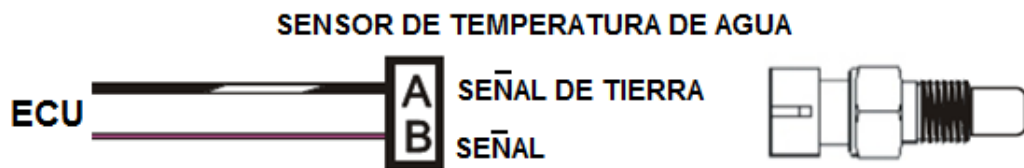


FIGURA 3.25 SENSOR TEMPERATURA DE AGUA

Fuente: www.haltech.com

Para facilitar el arranque de un motor que esta frío es necesario inyectar más combustible. La razón de esto es porque una buena cantidad del combustible que entra por el múltiple de admisión no se vaporiza, esto dificulta la entrada del combustible a la cámara de combustión porque la velocidad del aire es baja y las

gotas de combustible son grandes. Las gotas de combustible que si llega a entrar a la cámara de combustión aún son de gran tamaño, o no se vaporizan, disminuye las oportunidades de que haya una buena combustión, agregar más combustible durante estas situaciones garantiza que por lo menos haya suficiente para encender la mezcla dentro de la cámara de combustión, también el calor creado en la combustión ayuda a vaporizar el resto del combustible en la cámara.

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

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

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



FIGURA 3.26 POSICIÓN DEL SENSOR DE TEMPERATURA DE AGUA
Fuente: Los Autores

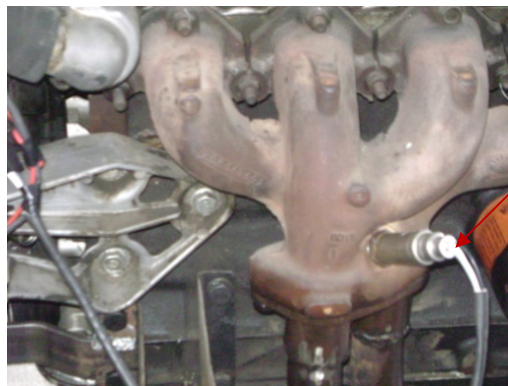
3.6.10 Sensor de Oxígeno



FIGURA 3.27 SENSOR DE OXIGENO

Fuente: www.haltech.com

El sensor de oxígeno está instalado en el sistema de escape, usualmente después del colector de escape como se puede observar en la *figura 3.28*. El sensor utiliza los gases de escape para determinar si el motor durante su funcionamiento nos presenta una mezcla de aire - combustible enriquecida o una mezcla empobrecida. Algunos de los motores modernos ya están equipados con sensores de oxígeno, permitiendo que el sensor *Haltech* pueda ser instalado con facilidad en el mismo lugar. Cuando se esté tendiendo el cableado del sensor debemos procurar no dejarlos tocar el tubo de escape ya que el calor los dañará.



Salida a la ECU.

FIGURA 3.28 UBICACIÓN DEL SENSOR DE OXIGENO.

Fuente: Los Autores

3.7 Programación y Manipulación del Software *Haltech*.

Luego de haber realizado cada una de las instalaciones y acoplamientos del sistema de inyección y encendido en nuestro motor Daewoo DOHC, procedemos a la programación del sistema reprogramable de la unidad de control en el motor.

Antes de poner en marcha el motor es necesario conocer ciertos elementos, términos y parámetros que deben ser ingresados a través del sistema reprogramable para un correcto funcionamiento del sistema tanto en el sistema de encendido como en el de inyección de combustible.

3.7.1 Programación.

Una vez que se encuentra instalado el programa en su computadora y conectado el cable de comunicación del motor hacia la ECU hacemos doble click en el icono del Software que tiene la siguiente figura.



FIGURA 3.29 ICONO DE PROGRAMA
Fuente: Los Autores

De inmediato da por iniciar el programa que a primera instancia aparecerá la ventana principal del programa.

Al momento que se cargue el programa por completo debemos abrir el interruptor de encendido del motor y realizar la comunicación entre estos dos por medio del icono que se encuentra en la pantalla o directamente con F5.



FIGURA 3.30 PANTALLA PRINCIPAL DEL PROGRAMA.
Fuente: Los Autores

3.7.1.1 Configuración básica en el *Main Setup*.

Procedemos a realizar la configuración haciendo click en el icono *Setup* o directamente con F4.

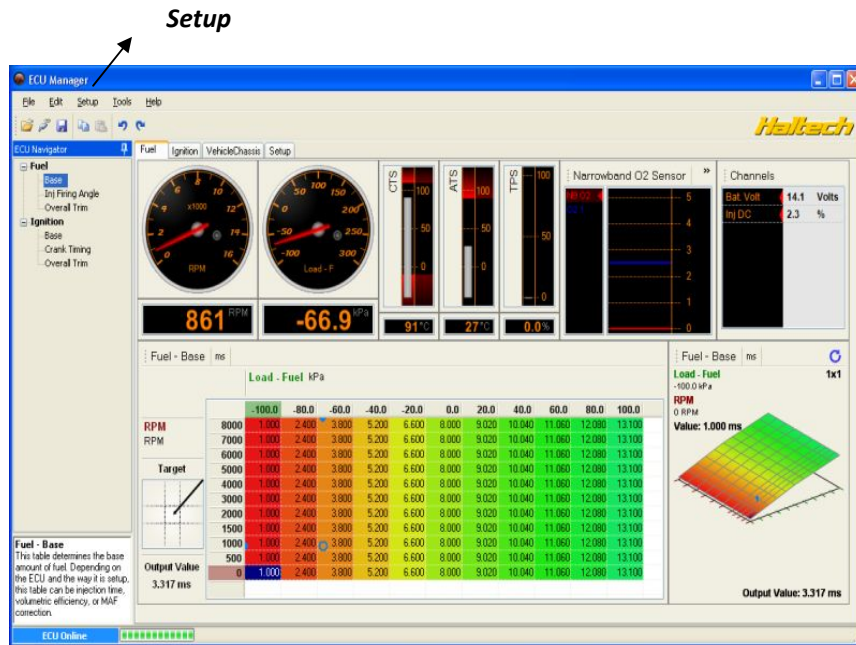


FIGURA 3.31 PANTALLA *SETUP*.

Fuente: Los Autores

En la ventana del *Main Setup* nos muestra algunas opciones en las que nosotros podemos ir configurando a nuestra necesidad y parámetros deseados.

Nuestra programación consiste en cuatro parámetros principales y estas se subdividen a la vez, cada una será explicada detalladamente a continuación.

➤ **Basic**

- Main
- Trigger
- Fuel
- Ignition

➤ **Advanced**

- Advanced Functions
- Ignition Corrections
- Fuel Corrections

➤ **Outputs**

- Digital Pulsed Outputs (DPO)

➤ **Inputs**

- Analogue Voltage Inputs (AVI)
- Digital Switched Input (DSI)
- Digital Pulsed Input (DPI)

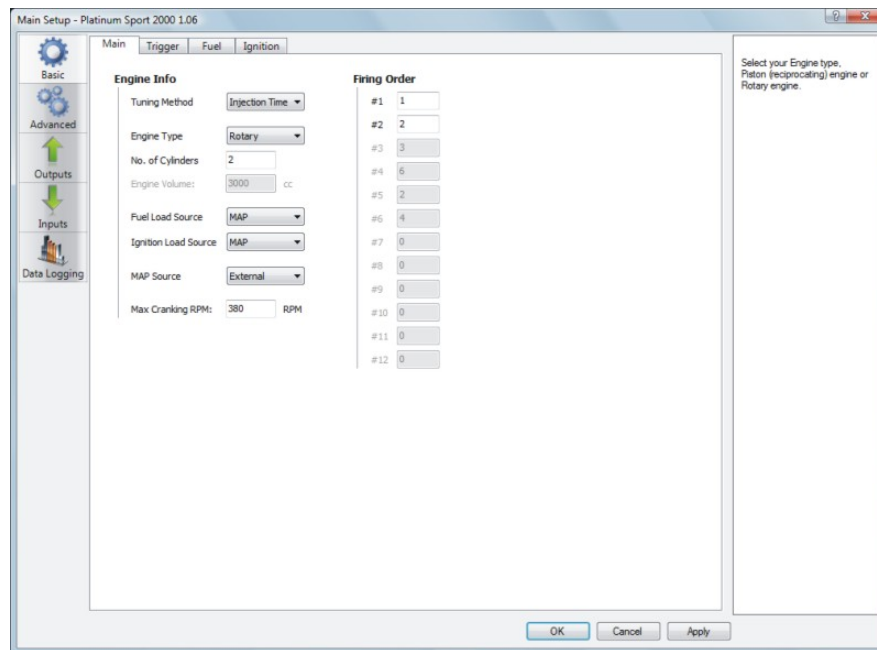


FIGURA 3.32 PANTALLA DE PROGRAMACIÓN DEL MAIN SETUP.

Fuente: Los Autores

Engine Info

➤ *Tuning method.*

Determina el método de afinación o tuneo del motor que usted desea usar, este icono nos da dos opciones de trabajo que son.

- Eficiencia Volumétrica
- Tiempo de Inyección.

Nosotros seleccionaremos por tiempo de inyección ya que con esta alternativa podemos ir variando el tiempo de inyección según los requerimientos del motor.

➤ *Engine Type.*

Nos ayuda a seleccionar el tipo de motor en el que estamos trabajando, para nuestro caso seleccionaremos un motor alternativo.

➤ *Number of Cylinders.*

Permite seleccionar el número de cilindros que tiene el motor, para nuestra programación seleccionaremos cuatro cilindros.

➤ *Engine Volume.*

Debemos colocar la cilindrada de nuestro motor en cm^3 la cual nos ayudara para realizar cálculos cuando utilicemos la opción de Eficiencia Volumétrica, la cilindrada del motor Daewoo es de 1498 cm^3 .

➤ *Fuel Load Source.*

Esta opción nos presenta la forma con la que vamos a trabajar en la carga de combustible, para nuestro caso presentaremos la opción de trabajo con el sensor TPS.

➤ ***Ignition Load Source.***

Esta opción nos presenta la forma con la que vamos a trabajar mediante la carga de la ignition o chispa, para nuestro caso también trabajaremos con el sensor TPS.

➤ ***MAP Source.***

Selecciona la ubicación del sensor MAP ya que la ECU posee internamente este sensor y como el motor también posee este, debemos seleccionar con cuál de los dos vamos a trabajar en nuestra programación, para facilitar la programación vamos a seleccionar el sensor que tiene la ECU.

➤ ***Max Cranking RPM.***

Son las revoluciones que nosotros queramos dar al momento de arrancar al motor Daewoo por lo cual debemos colocar en este icono, las revoluciones que programaremos será de 650 rpm.

Firing Order

Es el orden de encendido de nuestro motor Daewoo el mismo que tiene el siguiente orden 1 3 4 2.

3.7.1.2 Programación del Trigger

Una vez terminado la programación de *Main Setup* se continúa con la programación del Trigger, para realizar la programación de esta opción se da *click* en el icono Trigger

Icono Trigger

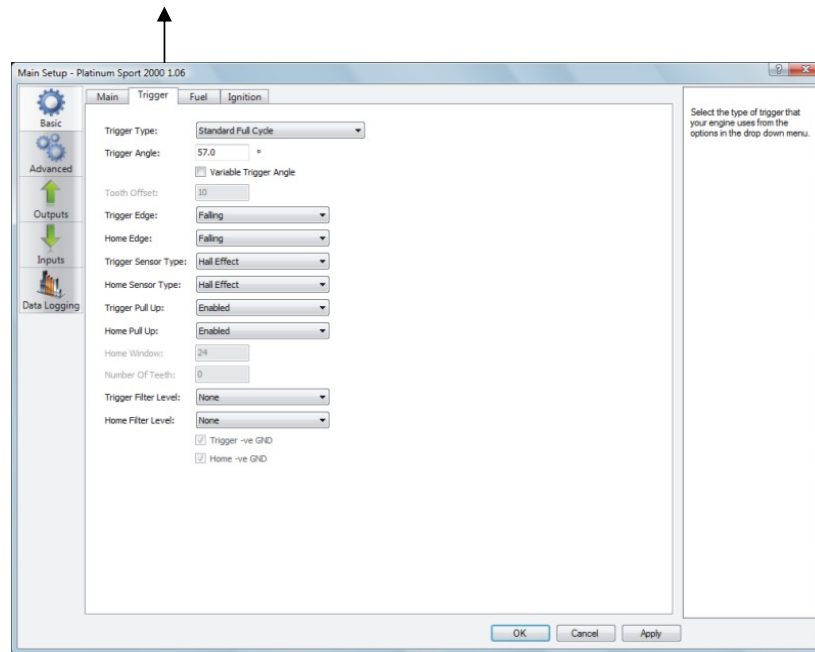


FIGURA 3.33 PANTALLA DE PROGRAMACIÓN DEL TRIGEER

Fuente: Los Autores

Tenemos las siguientes opciones.

➤ **Trigger Type**

Seleccionamos que tipo de trigger instalamos en nuestro motor, en el menú desplegable se encuentra algunas opciones en la que nosotros seleccionaremos *Motronic 60-2*, es la que se instaló en el motor Daewoo.

➤ **Trigger Edge y Home Edge**

En Esta opción se deberá seleccionar *Falling* por las razones ya explicadas anteriormente.

➤ **Trigger Sensor Type**

Esta opción nos da a seleccionar que tipo de sensor estamos utilizando, en nuestro caso es *reductor* por lo que enseguida se deshabilitan las siguientes opciones que quedan.

3.7.1.3 Programación Fuel

Continuando con la programación de nuestra ECU, vamos a realizar la programación del Fuel haciendo click en el icono correspondiente.

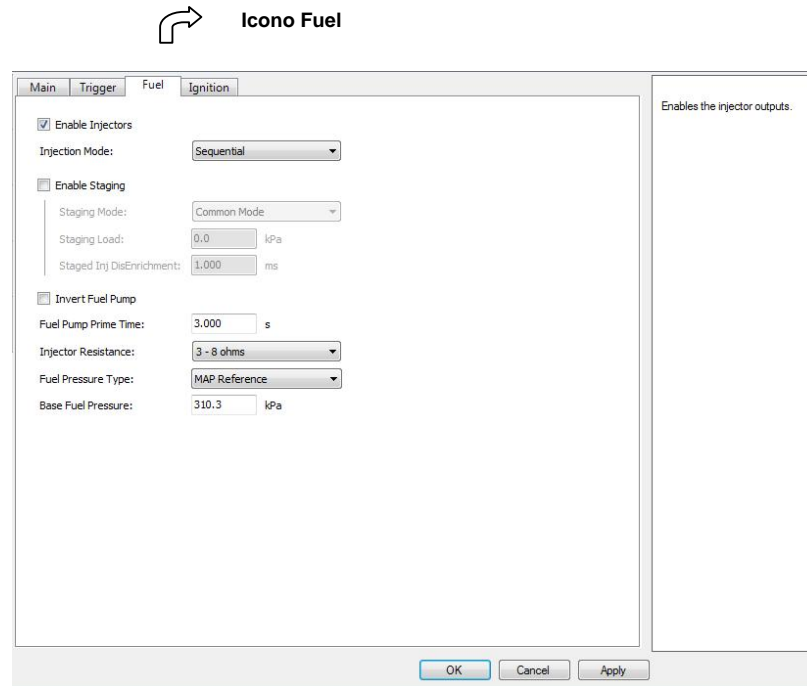


FIGURA 3.34 PANTALLA DE PROGRAMACIÓN DEL FUEL

Fuente: Los Autores

➤ Enable Injectors

Injection Mode

Esta ventana nos permite elegir el modo de inyección que tiene nuestro motor, entre las opciones tenemos

- El modo secuencial
- Semi-secuencial
- El modo del lote (motor rotativo)
- El modo de Multipunto

Dentro de estas opciones debemos seleccionar una, en nuestro caso particular seleccionaremos semi-secuencial

➤ ***Enable Staging***

Esta opción nos ayuda a controlar el caudal de los inyectores, en algunos casos particulares hay motores muy grandes y es necesario que poseen dos inyectores por cilindro, entonces entra en función esta opción permitiendo seleccionar que inyector es primario o secundario para que cada uno pueda inyectar el caudal necesario y en el tiempo apropiado.

➤ ***Invert Fuel Pump***

Esta opción nos ayuda habilitar el funcionamiento de la bomba de combustible, al instante de realizar un click nos permite realizar otras configuraciones como son:

Fuel Pump Prime Time

Es el tiempo inicial que prende la bomba de combustible, este tiempo viene dado en segundos.

Injector Resistance

Esta opción permite seleccionar la resistencia que tiene nuestros inyectores, por lo que se tuvo que medir la resistencia en cada uno de los inyectores.

Fuel Pressure Type

Esta opción nos permite establecer que presión de combustible tiene nuestro motor, el motor Daewoo tiene una presión constante, si no tuviera una presión constante tendríamos que instalar un sensor de presión de combustible en el motor Daewoo.

Base Fuel Pressure

Es la presión del combustible en Kilo Pascales.

3.7.1.4 Programación Ignition

En este icono nos permite programar la inyección del motor.

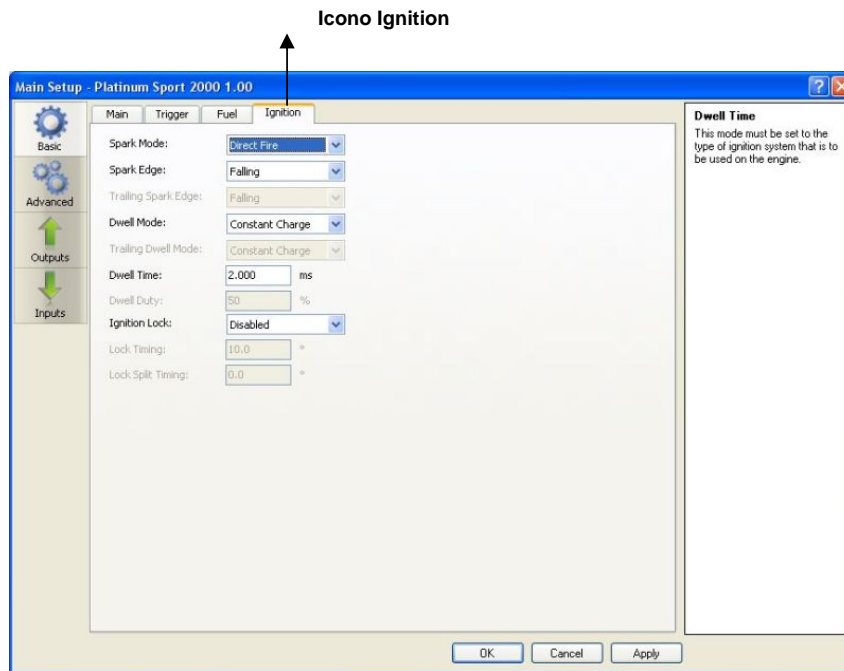


FIGURA 3.35 PANTALLA DE PROGRAMACIÓN DEL IGNITION

Fuente: Los Autores

➤ **Spark Mode**

Es el tipo de sistema que se tiene para realizar la chispa dentro del cilindro, en este icono nos da algunas opciones las cuales son:

Direct Fire.- Es una bobina por cada cilindro

Waste Spark.- Es el sistema que tiene bobinas dobles, en nuestro caso particular es este sistema que implementamos en nuestro motor Daewoo.

Distributor por.- En caso de haber distribuidor se seleccionaría esta opción.

Twin Distributor.- Este es cuando el sistema o el motor es rotativo, esta opción es muy especial.

➤ **Spark Edge**

Es una señal que permite el corte de la chispa en nuestro caso es de voltaje constante el cual debemos seleccionar *filling*

➤ **Dwell Mode**

Controla la cantidad de tiempo de carga de voltaje que se enviara al inyector.

➤ **Ignition loock**

Es para calibrar el tiempo inicial que se encuentra el motor al momento de encenderlo. Por lo cual podemos comprobar con una lámpara de tiempo.

3.7.2 Programación *Advanced Setup*

En este parámetro nos ofrece varias opciones de programación en el cual vamos ir citando las más importantes.

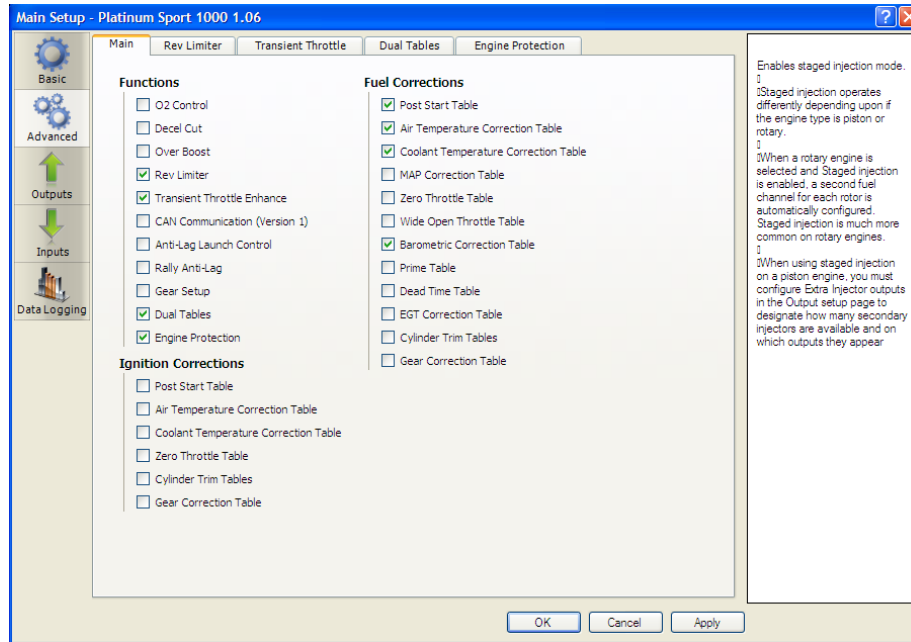


FIGURA 3.36 PANTALLA DE PROGRAMACIÓN DEL ADVANCE

Fuente: Los Autores

➤ **Functions.**

Rev Limiter.

Nos permite dar un límite a las revoluciones del motor, también nos sirve como sistema de seguridad para no sobre revolucionar a nuestro motor

Can Communications.

La ECU tiene un puerto de comunicación en el cual podemos recibir y mandar señales de sensores.

Dual Tables.

Nos permite que el motor trabaje con diferentes tablas las mismas que se puede programar con diferentes parámetros y ponerlas en funcionamiento cuando el operador lo desee.

Engine protección.

Permite proteger el motor, hace referencia a lo que es la temperatura, si la temperatura del motor sube entonces esta opción va a cortar las rpm del motor protegiendo de esta forma el motor.

➤ *Fuel corrections.*

Post Start Table.

Al momento de dar arranque al motor y llegue a las rpm de ralentí programada esta opción nos ayuda a que aporte más combustible en ese instante ayudándonos así que el arranque en ralentí sea más eficaz.

Air Temp Correction Table.

Corrección de temperatura por aire esta tabla nos ayuda a visualizar la temperatura del aire en que se encuentra para así poder mandar más o menos combustible según la temperatura del aire.

Coolant Temperature Correction Table.

Ayuda a controlar la eficiencia volumétrica en cada uno de los cilindros permitiéndonos hacer correcciones en cada uno de ellos.

En cada una de las opciones existen diferentes aplicaciones, en este caso hemos explicado las que más se usan, pero sin embargo el operario puede ir haciendo los cambios a su necesidad de funcionamiento de su motor.

3.7.3 PROGRAMACIÓN DE LOS OUTPUTS

Luego de haber realizado la programación en el menú de configuración avanzada (Advanced Setup), se procede a realizar la configuración en el menú de Outputs como podemos observar en la figura.

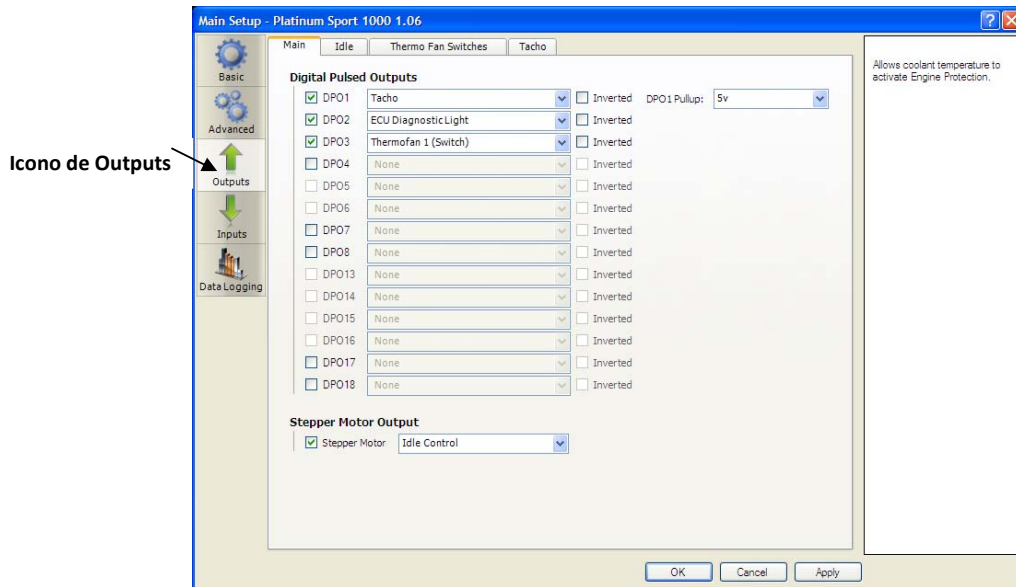


Fig. 3.37 MENÚ DE CONFIGURACIÓN OUTPUTS

Fuente. Los Autores.

En esta ventana nos presenta varias opciones como en el Digital *Pulsed* Outputs que depende según las opciones que vamos activándole para el control de diferentes elementos en el motor, dependiendo de las elecciones que realicemos estas se nos va presentando opciones o ventanas que tendremos que configurar.

En nuestro caso tenemos activado tres opciones en Digital *Pulsed* Outputs que son el DPO1 con la opción Tacho, el DPO2 con la opción ECU *Diagnostic Light* y el DPO3 que es el control del Thermofan 1 (*switch*). Una opción en *Stepper* Motor Outputs que es el de *Stepeer* Motor en donde escogemos la opción de Idle Control.

3.7.3.1 Idle Control.

Luego de haber realizado la respectiva programación en la ventana que nos presenta del *Main*, procedemos a realizar la programación según las pestañas que nos presentó al momento de accionar cada una de las opciones anteriores.

Como se podrá observar en la siguiente figura la elección que se realizó anteriormente en la sección del *Stepper Motor Outputs* que fue el de *Idle Control* son:

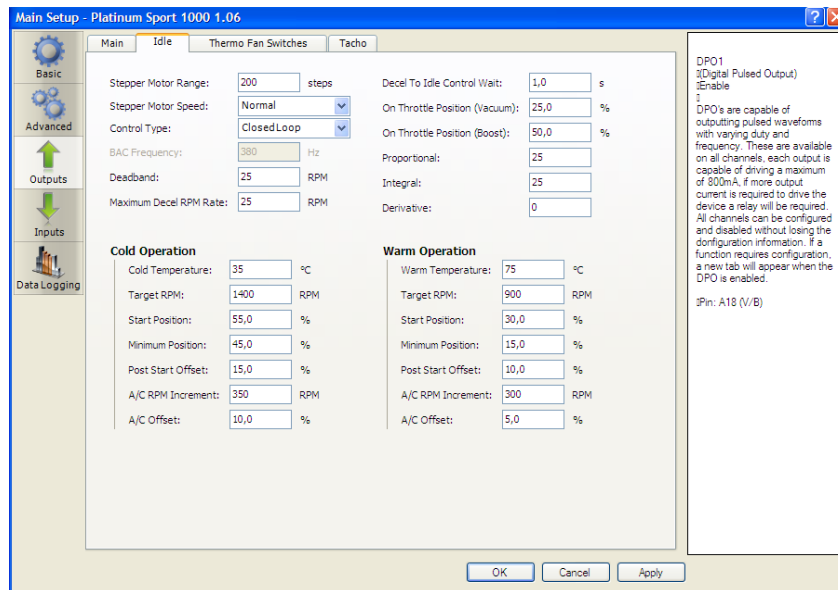


Fig. 3.38 MENÚ DE CONFIGURACIÓN DEL IDLE CONTROL

Fuente. Los Autores.

En esta ventana nos presenta todas las opciones que podemos activar en el momento de la programación como se puede observar en la fig 3.38.

En esta ventana nos presenta el rango de operación del motor cuando este está frío como en caliente también. Cuando está en frío nosotros podemos designar la forma en la que actúe el motor o cuando esté caliente como queremos que funcione el motor, en la ventana podemos observar los opciones que nos presenta por ejemplo en frío el motor tiene que trabajar en un régimen de 1400rpm hasta una temperatura de 35 grados centígrados, con un *start Position* de un 55% y un *Minimum Position* de 45% *Post Start Offset* con un 15%, para arrancar el motor programamos con un

incremento de 350rpm para que el arranque en frio sea de la mejor manera.

3.7.3.2 Thermo Fan Switches.

Así mismo programamos para cuando el motor haya obtenido la temperatura adecuada de funcionamiento en este caso tenemos a 75grados centígrados en donde las rpm de funcionamiento en ralentí disminuimos a 900rpm, y también las otras opciones mencionadas anteriormente.

Luego de haber programado la pestaña del *Idle*, procedemos a la siguiente pestaña que es la del *Thermo Fan Switches* como podemos observar en la siguiente figura.

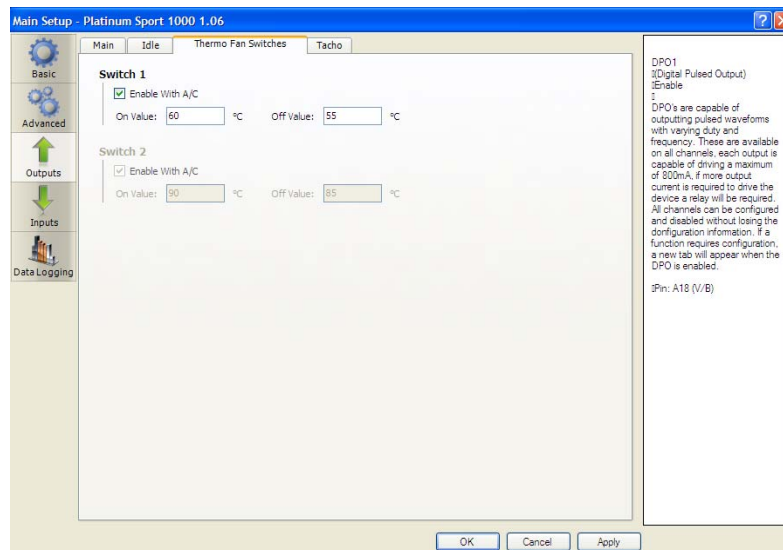


FIG. 3.39 MENÚ DE CONFIGURACIÓN DEL THERMO FAN SWITCHES
Fuente. Los Autores.

En nuestro caso tenemos un *Switch 1* que vamos a controlar el ventilador, esta opción nos presenta alternativas que nosotros podemos ir dando valores en el momento que nosotros queramos que se encienda o se apague el ventilador, en este caso tenemos que el ventilador se va encender cuando el motor alcance una temperatura de 60 grados centígrados y que se apague al momento que llega a los 55 grados centígrados como se puede observar en la ventana. En cada una de las pestañas que nosotros vamos realizando cambios nosotros debemos ir haciendo un click en la parte inferior derecha que es la de *OK*, Y por último un click en *Apply*, que es la de aplicar al sistema.

3.7.3.3 Tacho.

En la última pestaña que se nos presentó en nuestro caso fue la de *Tacho*, en esta ventana activamos la opción de la Duty Cycle en un 50% y el *Pulse Per Cycle* de 6 y luego hacemos clic en *OK* y *Apply* para que se grabe los cambios realizados.

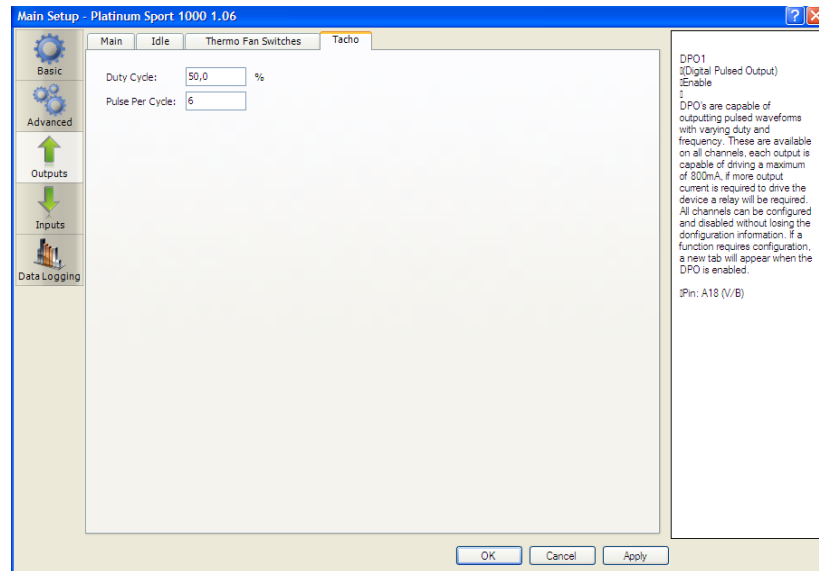


FIG. 3.40 MENÚ DE CONFIGURACIÓN TACHO

Fuente. Los Autores.

3.7.4 Programación de los *INPUTS*

Una vez realizado la programación con lo que tiene que ver con los *Outputs*, procedemos a realizar la programación de las señales de entrada que son los *Inputs* como observamos en la figura.

En esta ventana nos presentan los *Analogue Voltage Inputs* que tenemos activado una de las diferentes opciones que nos presentan que es la *AV13*.

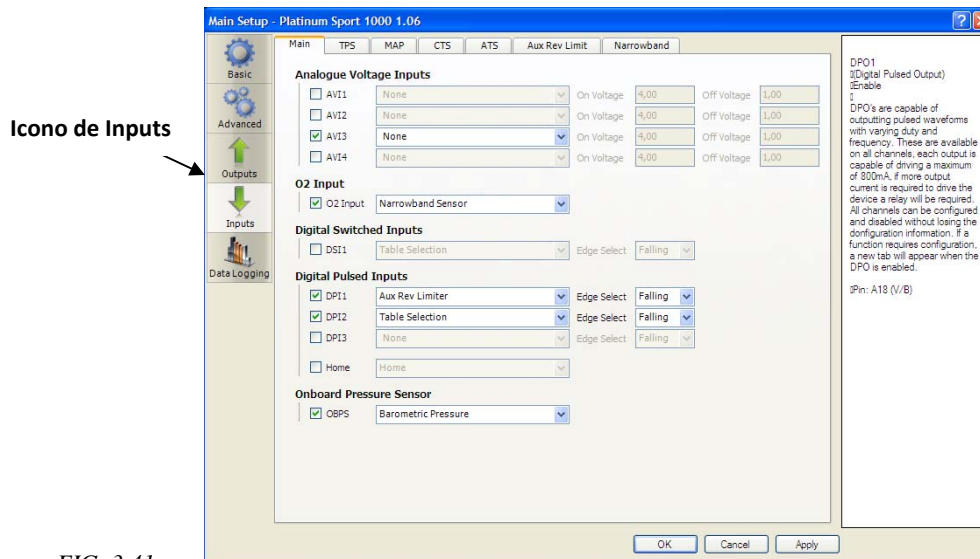


FIG. 3.41

MENÚ DE CONFIGURACIÓN DE LOS INPUTS

Fuente. Los Autores.

También tenemos lo que tiene que ver con el *O2 Input* con la opción que activamos el de *Narrowband sensor* que hace referencia al tipo de sensor de oxígeno que utilizamos en nuestro banco de entrenamiento, como en nuestro caso no vamos a controlar el *switched Inputs* de forma digital, no procedemos a seleccionar, entonces seleccionaremos las siguientes opciones que es el de *Digital Pulsed Inputs*, en lo tenemos activado el *DPI1* y *el DPI2* con las opciones de *Aux Rev Limiter* y *Table Selection* respectivamente. También tenemos seleccionado el sensor que se encuentra en el interior de la ECU que podía servir como MAP, pero como mencionamos anteriormente lo teníamos en la parte exterior de la unidad de control, por lo cual este sensor que se encuentra en la parte interior se puede ocupar como un sensor Barometrico, por lo cual tenemos activado en la opción de *Onboard Pressure Sensor (OBPS)*.

3.7.4.1 Programación del TPS.

En la siguiente pestaña que nos presenta la ventana de programación tenemos la del sensor *TPS* como podemos observar en la figura inferior,

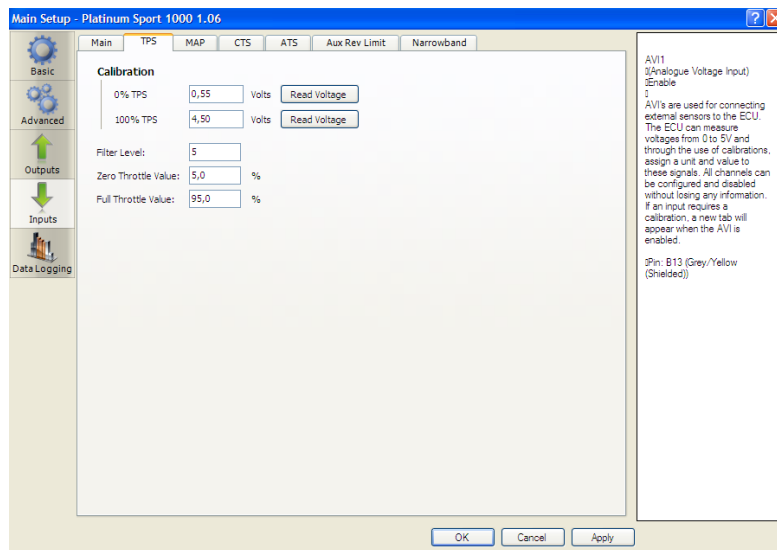


FIG. 3.42 MENÚ DE CONFIGURACIÓN DEL TPS

Fuente. Los Autores.

En esta opción de la pestaña del sensor *TPS* nos presenta la calibración del sensor, como podemos observar en la figura. Esta calibración está relacionada con el porcentaje en el que se encuentra la mariposa del acelerador y el voltaje que recibe el sensor, como habíamos indicado anteriormente este sensor actúa como un potenciómetro de resistencia variable. El sensor al estar en un 0% de apertura es decir no aceleramos el motor nos da un voltaje de 0,55V y con un 100% con una aceleración a fondo de apertura de la mariposa el voltaje será 4.5V, en la parte inferior nos presenta valores límites que se pueden obtener en este caso como en el de *Full Throttle Value* que tenemos en un 95% cuando está el pedal a fondo, esto realizamos para proteger el sensor que no exista problemas de lectura.

3.7.4.2 Programación del MAP.

La siguiente pestaña nos presenta la calibración del sensor *MAP* que es la que mide la presión de aire en el múltiple de admisión, en esta opción nosotros podemos ir haciendo la gráfica poniendo los valores o rangos que deseamos que nos dé, por ejemplo a 0V cuanto se requiere y a 5V cuanto se requiere también de presión de aire.

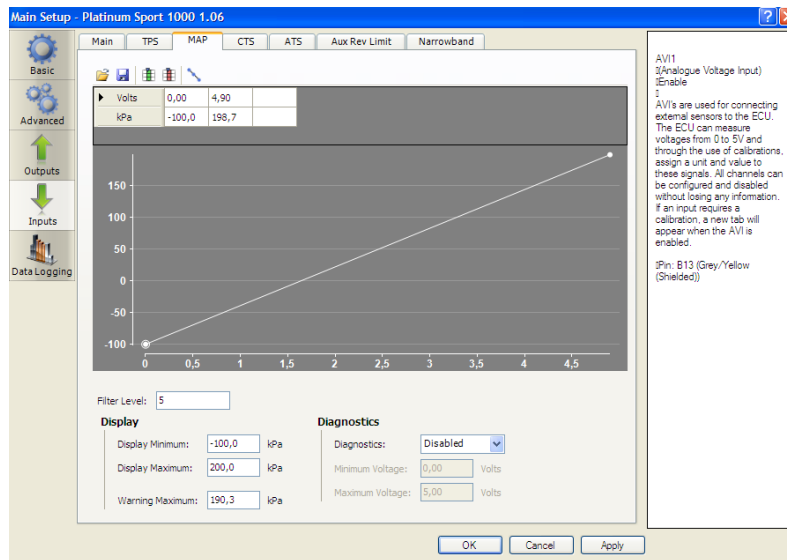


FIG. 3.43 MENÚ DE CONFIGURACIÓN DEL MAP
Fuente. Los Autores.

Esta nos ayuda a controlar valores de presión desde -100kPa a 200kPa con un voltaje de 0 a 5V como indicamos en la programación de la ventana de la figura anterior.

3.7.4.3 Programación del CTS

En esta pestaña tenemos la gráfica del sensor CTS que nos indica los valores y rangos de voltaje y de la temperatura del sensor para brindar información a la ECU, como se puede observar en la gráfica inferior.

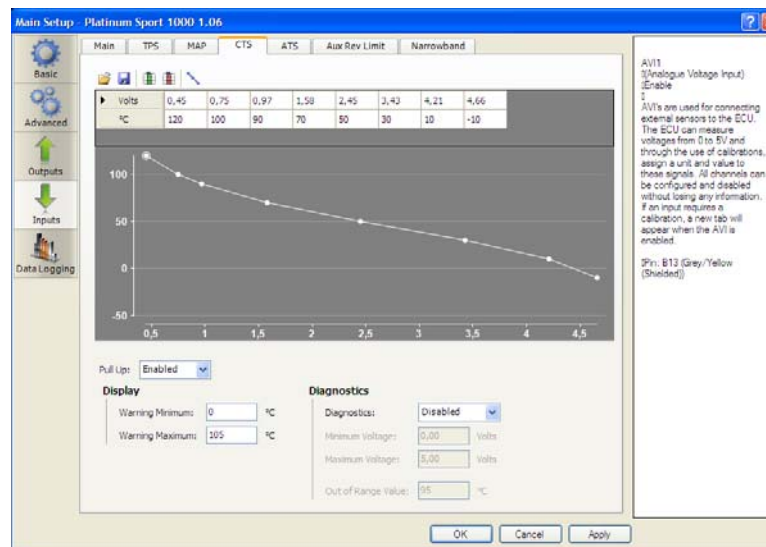


FIG. 3.44 MENÚ DE CONFIGURACIÓN DEL CTS
Fuente. Los Autores.

Esta grafica viene dada en algunos casos dependiendo del tipo de sensor que está montado en el motor en lo cual ya viene dada para cada tipo de sensor, esto se puede tener cada una de las curvas dependiendo del vehículo solo abriendo la carpeta amarilla en la parte superior izquierda de la imagen.

En el caso que no se tenga la curva de sensor lo más lógico es el de introducir en un recipiente de agua y calentarlo y por medio de un multímetro y un termómetro iremos sacando los valores tanto de temperatura y voltaje respectivamente y así obtener una curva ideal del sensor que se esté utilizando, mientras más datos sean los tomados más precisa será la curva del sensor *CTS*.

3.7.4.4 Programación del ATS

Posteriormente analizaremos la pestaña que nos presenta sobre el sensor *ATS* que es el encargado de medir la temperatura de aire que entra al múltiple de admisión, para luego ser introducido al interior del cilindro.

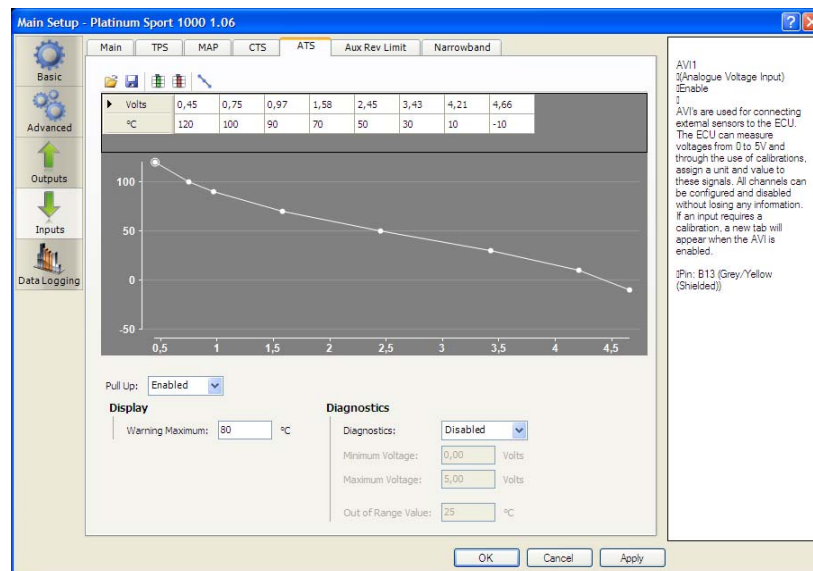


FIG. 3.45 MENÚ DE CONFIGURACIÓN DEL ATS
 Fuente. Los Autores.

En esa ventana de trabajo con el sensor *ATS* se puede decir que es casi similar a la curva analizada anteriormente, en este el rango de funcionamiento de este es desde

los -10grados centígrados que en referencia en nuestro medio es difícil que llegemos a este estado, pero en si hay que tener presente estos rangos para otros estados geográficos que tal vez pueden llegar a alcanzar estas temperaturas. El máximo valor que puede tomar el aire a la entrada del múltiple estamos tomando la referencia de 80grados centígrados.

3.7.4.5 Programación del Aux Rev Limit

Siguiendo con la programación de los *inputs* en la siguiente pestaña tenemos el de *Aux Rev Limit* que por medio de un interruptor nosotros cortamos la inyección de combustible al momento que llegue el motor a un numero de rpm que se le haya programado en la ventana que podemos observaren la figura de la parte inferior.

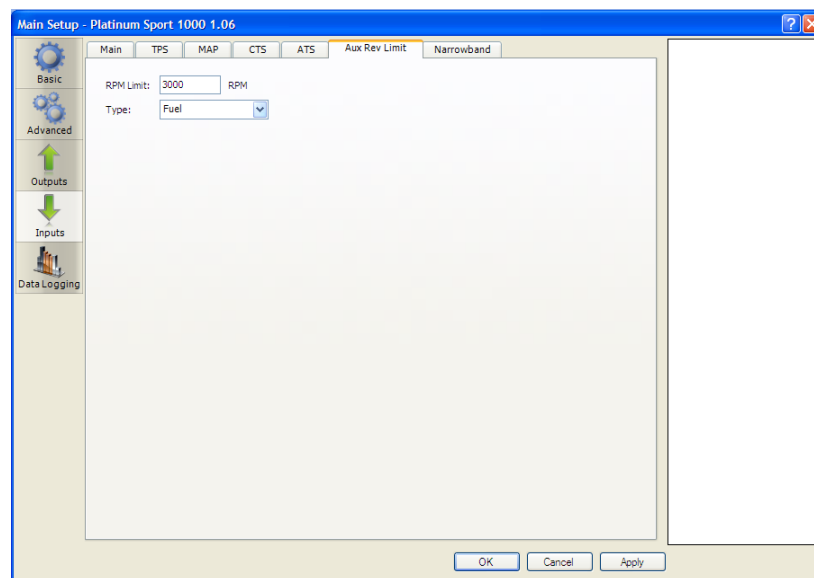


FIG. 3.46 MENÚ DE CONFIGURACIÓN DEL AUX REV LIMIT

Fuente. Los Autores.

Como podemos observar en la figura superior el límite de RPM está programado hasta las 3000rpm que llegue el motor y el tipo de corte que se va a realizar es por medio de corte del combustible, ya que este también se puede realizar por medio del corte de ignición, pero es más conveniente realizar por medio del corte del combustible sino el auto o motor en este caso se ahogaría.

3.7.4.6 Programación del *Narrowband*

Por último de las pestañas con lo que se refiere a los *Inputs* en nuestra programación tenemos la pestaña del *Narrowband* que hace referencia al sensor de oxígeno que utilizamos para nuestro motor.

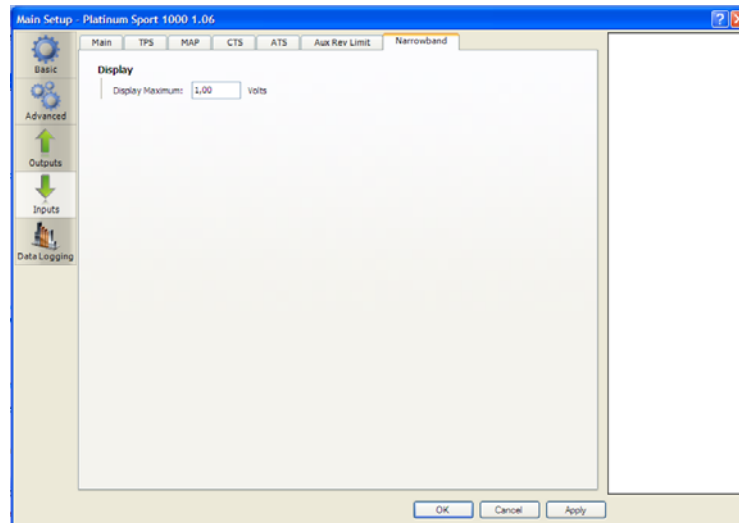


FIG. 3.47 MENÚ DE CONFIGURACIÓN DEL NARROWBAND

Fuente. Los Autores.

En esta ventana del *Narrowband* del sensor de oxígeno se define el voltaje con el que va a trabajar el sensor de oxígeno.

3.7.5 Calibrar el Tiempo de Avance (Tiempo Base)

Cuando ya se hayan configurado los menús principales, de inyección, *trigger* e ignición correctamente para su aplicación el motor está casi listo para ser arrancado.

Antes de arrancar el motor debemos de realizar algo muy importante, calibrar el tiempo de avance base, si no se realiza esto correctamente ninguno de los parámetros colocados en la configuración de la computadora anteriormente funcionarían correctamente. Configurar el tiempo de avance base es el proceso donde sincronizamos la computadora y sus operaciones con el motor. Esto se realiza para que la computadora sepa exactamente lo que el motor está haciendo en cualquier

momento dado. Es un requerimiento para que haya una inyección de combustible y disparo de la chispa adecuada.

Primero se debe ir al menú de configuración de la inyección y deshabilitar los inyectores (en este punto no es necesario que intentemos arrancar el motor).

El primer paso durante el arranque inicial es asegurarse que la computadora *Haltech* este procesando las señales de RPM correctamente, la forma más eficiente de hacer esto es utilizando la página de diagnóstico de los *triggers*.

Para minimizar el estrés en el motor de arranque es también aconsejable quitar las bujías para que el motor gire libremente al tratar de configurar el tiempo base. Debemos tener cuidado al hacer esto verificando que no haya corriente en las bobinas, ya que podría ocasionar alguna lesión o herida por shock eléctrico.

Asegurarse de que ha configurado correctamente el tipo de *trigger* y las RPM se presentan estables de velocidad consistente.

Si la señal de RPM está bien entonces posteriormente se debería revisar la señal del home si lo tuviéramos adaptado, como no lo tenemos el sensor home en nuestro banco de entrenamiento ya que esta función lo cumple el sensor *motronic* con los dientes faltantes que nos ayuda a que esté operando correctamente.

Posteriormente encienda el *Ignition Lock* (bloque de avance) y configure el *Lock Timing* a un valor que pueda visualizar en la polea del cigüeñal utilizando la lámpara de tiempo. Usualmente este valor es de 10 grados como el que utilizamos en nuestro banco de entrenamiento. De lo contrario, cualquier marca que esté disponible podrá ser utilizada, ya sea de 0 o 5 grados, etc.

El valor del *Tooth Offset* dará cambios grandes en el avance, el ángulo del Trigger es utilizado para el ajuste preciso del avance exactamente con la referencia del valor de *Lock Timing* (en este caso 10 grados).

Si en la aplicación requiriera que sea ajustado el *Tooth Offset*, debemos comenzar con un valor de Cero y el Angulo Trigger 70 grados. Ajuste el *Tooth Offset* hasta que la marca de avance este visible y cerca del punto de referencia mientras se le va

arrancar al motor. Después ajuste el Angulo Trigger hasta que la marca coincida con el valor del *Lock Timing* indicado en el menú de configuración de Ignición.

El *trigger* no requiriera de ajustes el *Tooth Offset*, entonces colocamos un valor en el Angulo Trigger de 70 grados y mientras ponemos el motor a girar con la lámpara de tiempo conectada al cable de bujía del cilindro #1. Ajuste el Angulo Trigger hasta que la marca en la polea indica el valor configurado en el *Lock Timing* (10 grados en nuestro caso).

Si el valor del Angulo Trigger resulta ser menor que el avance máximo que usted quiere utilizar, será necesario ajustar el *Tooth Offset* para permitir este ángulo mayor. Si el *Trigger* no utilizaría el parámetro de *Tooth Offset* (como lo son los *triggers* Standard), entonces podría ser necesario modificar la posición de su sensor de posición de cigüeñal para conseguir el ángulo deseado. Estos valores típicos oscilan los 60-75 grados APMS. Valores mayores o menores son posibles, pero deben regirse por las reglas definidas en el menú de configuración del *Trigger*.

3.7.6 Programación de las Tablas.

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 computadora 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.

Las Tablas de Avance también funcionan de una forma similar, excepto que el valor contenido en ellas es el tiempo de ignición y no de inyección.

3.7.6.1 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**' del teclado como podemos observar en la figura inferior.

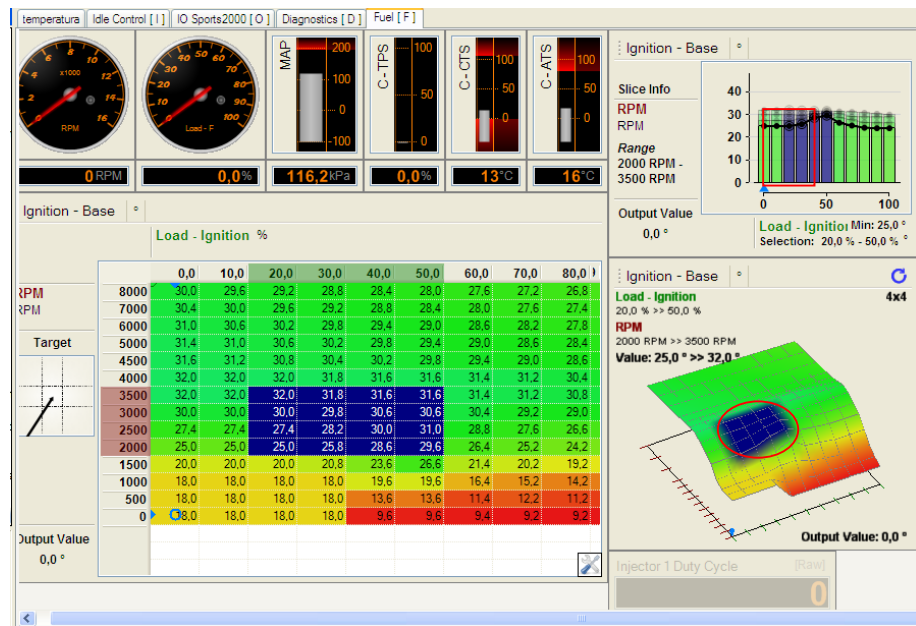


FIG. 3.48 SELECCIÓN DE TABLAS.

Fuente. Los Autores.

En la figura. 3.48 podemos observar la selección de celdas en el mapa de *Ignition Base* de 4x4, también podemos observar la parte seleccionada en los mapa de 2D y 3D respectivamente en la figura.

Si es necesario múltiples celdas pueden ser seleccionadas utilizando la tecla de 'Shift' y luego las teclas de las flechas.

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 la izquierda.

Derecha '→' Expandirá las celdas seleccionadas hacia la derecha.

'Ctrl + A' Seleccionará todas las celdas en la tabla de programación.

Cuando todas las celdas estén seleccionadas, las modificaciones serán aplicadas a todas las celdas.

Des-seleccionando Celdas

Para des-seleccionar las celdas se puede utilizar la tecla de 'Ctrl', luego con las teclas de las flechas en cualquier dirección.

Por ejemplo, presionando 'Ctrl + →' una vez reducirá la selección en una columna, des-seleccionando la última columna de la izquierda.

'Ctrl + Barra de Espacio' o 'ESC' Des-seleccionara todas las celdas activas.

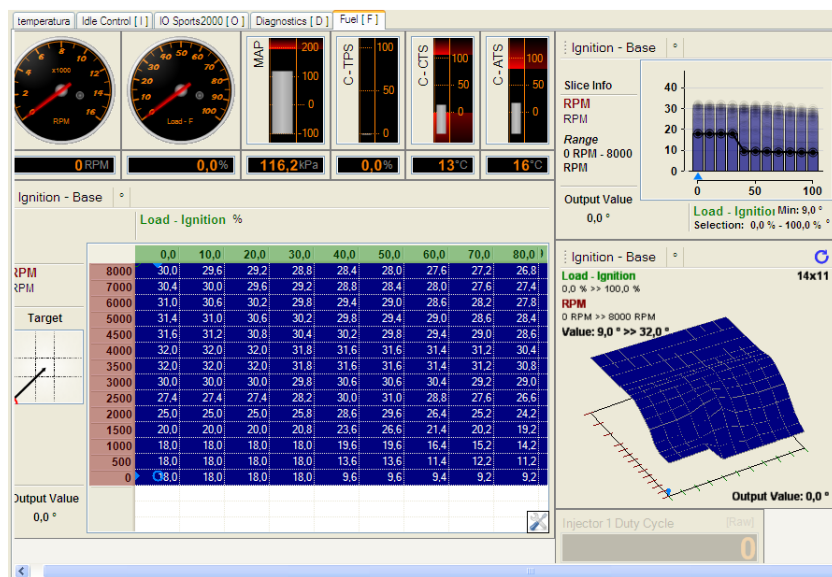


FIG. 3.49 SELECCIÓN DE TODA LA TABLA.

Fuente. Los Autores.

En la figura 3.49 se puede observar claramente la selección de todas las celdas de la tabla de programación tanto en el mapa de 2D y el de 3D, que están de color azul como indicamos anteriormente.

3.7.6.2 Modo de Todos los Rangos (All Ranges).

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 se debe presionar la tecla 'R'.

Para deshabilitar la selección se debe presionar la tecla 'R' de nuevo.

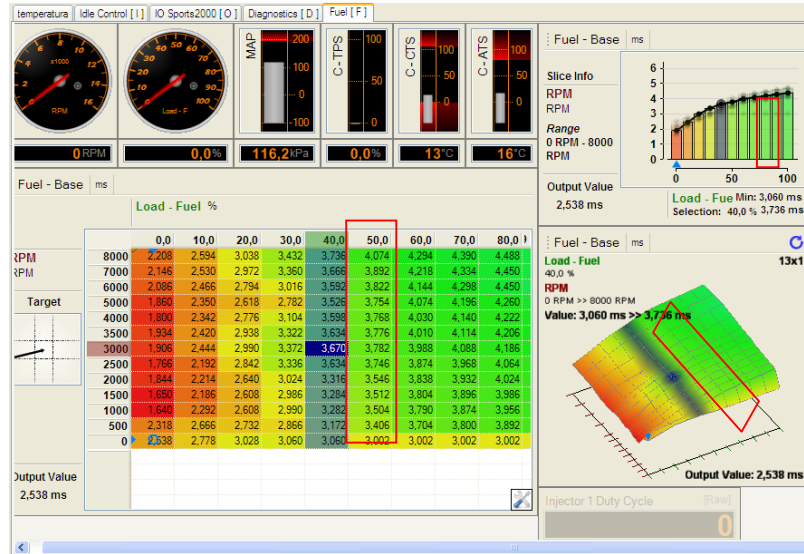


FIG. 3.50 TABLA CON TODOS LOS RANGOS.

Fuente. Los Autores.

En la figura 3.50 se puede observar claramente la selección de todo el rango en el mapa de programación como en los mapas 2D y 3D respectivamente, esta selección se realizó como ya se explicó anteriormente.

Cuando se esté utilizando el modo de Todos los Rangos, si presiona la tecla 'A' variará la forma en que la opción funciona. El área seleccionada sólo se activara por encima de la posición actual como se indica en la figura 3.51, tanto en los mapas de 2D y 3D como en la tabla de programación.

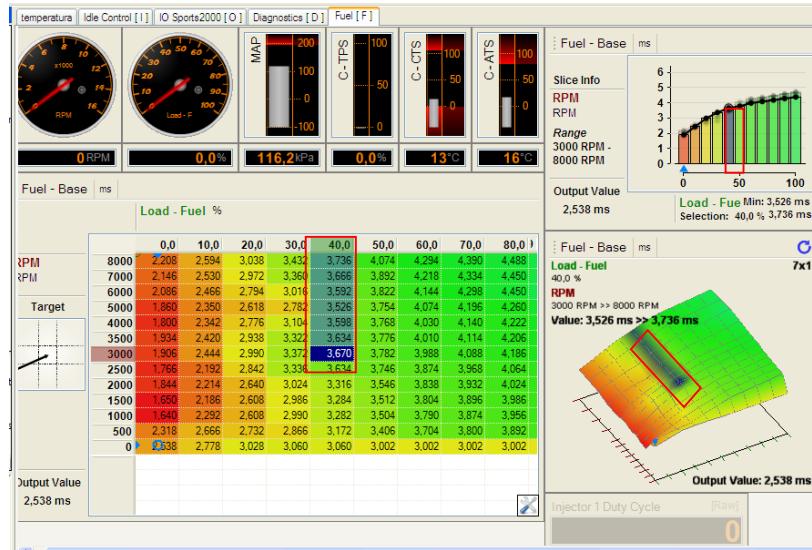


FIG. 3.51 TABLA CON TODOS LOS RANGOS ARRIBA.

Fuente. Los Autores.

3.7.6.3 Celda En Uso.

Cuando el motor está en marcha, la computadora utilizará valores de la tabla de programación. El valor específico utilizado es indicado con un marcador de referencia.

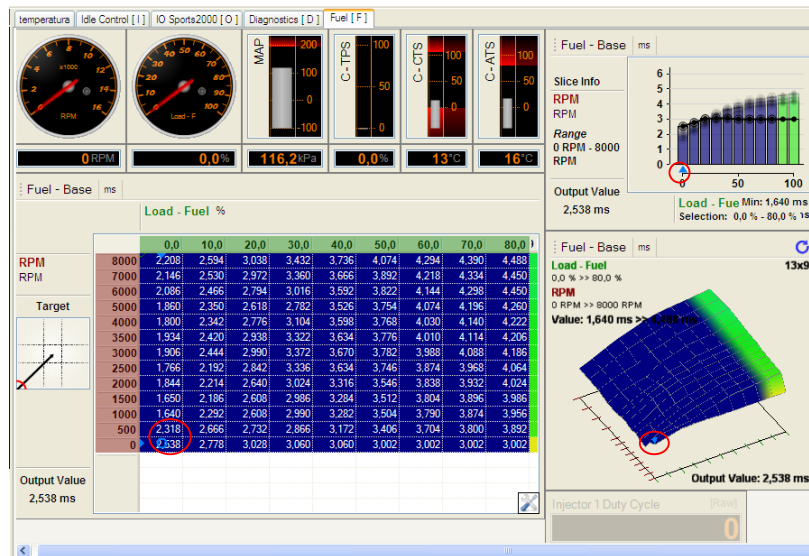


FIG. 3.52 MARCADOR DE REFERENCIA.

Fuente. Los Autores.

Como observamos en la figura 3.52 en este caso la marca de referencia se encuentra en la posición de cero ya que el motor no está en funcionamiento, a medida que el

motor se encuentre en funcionamiento esta marca ira tomando posición diferente según el rango de funcionamiento tanto en la tabla de programación como en los mapas que se observa en la figura.

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

3.7.6.4 Aumentar o Disminuir Valores en la Celda.

Una vez que sea seleccionada una celda, su valor puede ser modificado, que indicaremos a continuación 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.

3.7.6.5 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.

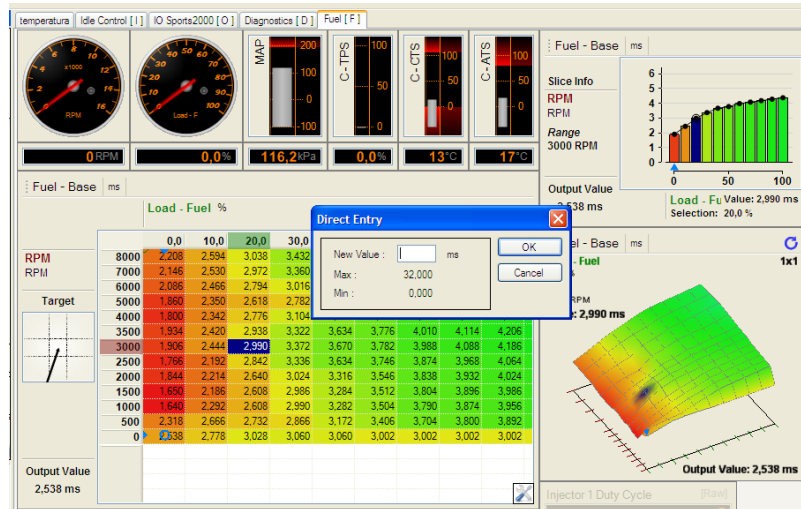


FIG. 3.53 VENTANA DE ENTRADA DIRECTA.

Fuente. Los Autores.

En la figura podemos observar la ventana que nos aparece para entrar directo y poder modificar el valor de la celda seleccionada, también podemos ver el rango que nos da para poder modificar tanto el máximo como el mínimo valor.

3.7.6.6 Cambio Porcentual.

Los valores en las celdas pueden ser modificados en base a por ciento si es necesario. Este cambio puede ser tanto negativo como positivo. Para hacer el cambio porcentual se utiliza la tecla 'P'.

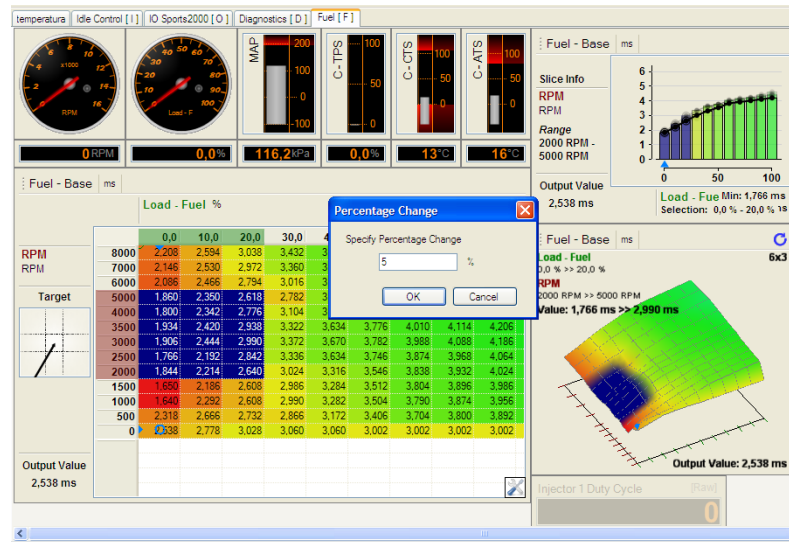


FIG. 3.54 VENTANA DE CAMBIO PORCENTUAL.

Fuente. Los Autores.

Una vez seleccionada las celdas que se desee modificar nosotros al presionar la letra “P” podemos modificar el valor que tengan estos, como se ve en la figura el valor que vamos a modificar en las celdas seleccionadas es la del 5% más, y así se puede realizar con valores negativos también.

3.7.6.7 Linearizando 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 2 celdas seleccionadas presionando la letra 'L'.

La opción de linearizar puede ser utilizada en las tablas de texto y 2D.

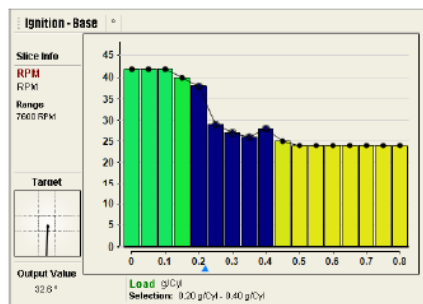


FIG. 3.55 ANTES DE LINEARIZAR.

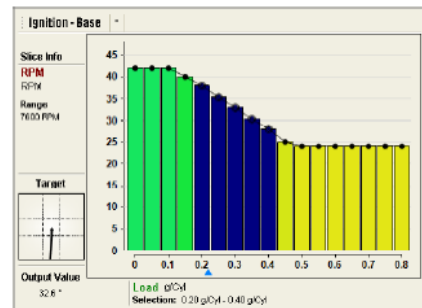


FIG. 3.56 DESPUÉS DE LINEARIZAR.

Fuente. Los Autores.

3.7.6.8 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 usa las teclas de ‘Ctrl + C’, Para pegar la selección se utiliza 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.

3.7.6.9 Copia Rápida.

Los valores de las celdas se pueden copiar rápidamente a las celdas próximas presionando 'Ctrl + Shift' y las teclas de las flechas. La dirección en que se desplace dictará 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 6x1 o 1x6 funcionará, pero una selección de 6x2 o 2x6 no funcionara.

3.7.6.10 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.

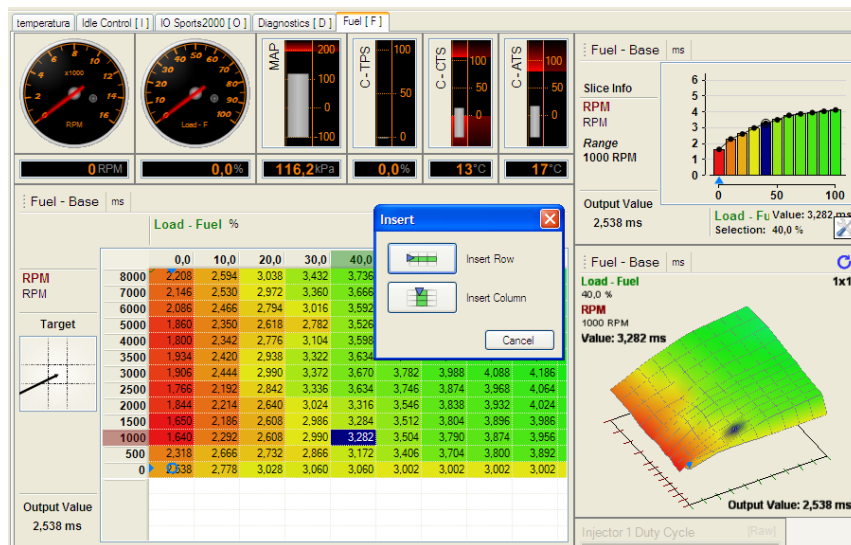


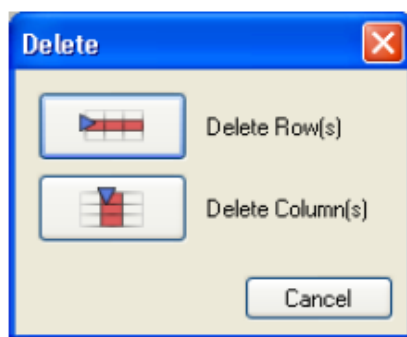
FIG. 3.57 AGREGAR PUNTO DE EJE NUEVO.

Fuente. Los Autores.

Cuando los puntos máximos permitidos en cada tabla hayan sido llenados completamente los botones de agregar y borrar aparecerán inactivos.

3.7.6.11 Borrando puntos de Eje 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.



*FIG. 3.58 BORRAR PUNTO DE EJE.
Fuente. Los Autores.*

3.7.6.12 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 referencia 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 los Ejes puede hacerla presionando la tecla de '**F3**' en su teclado o dando '**click derecho**' con el mouse sobre la tabla de programación como se puede ver en la figura siguiente.

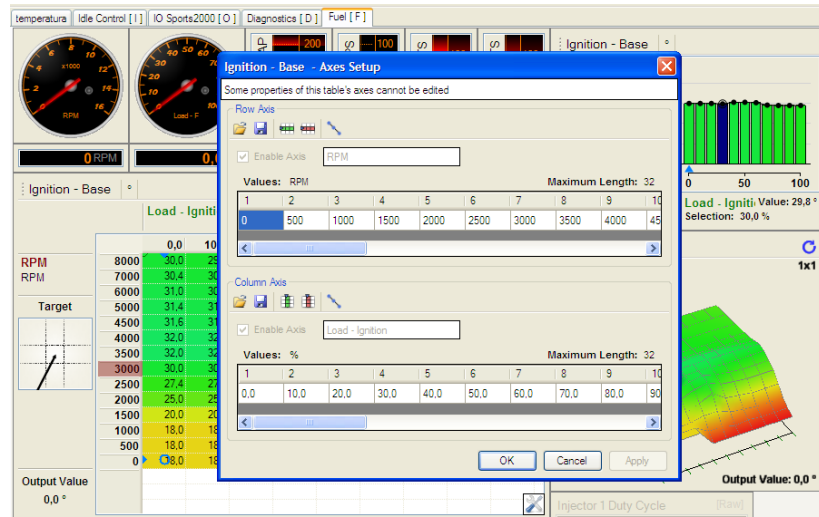


FIG. 3.59 CONFIGURACIÓN DE LOS EJES.
Fuente. Los Autores.

3.7.7 Programación de la Inyección.

Al tener un motor en funcionamiento por tiempo prolongado con una programación inadecuada puede causar serios daños. Para garantizar de que la programación de las tablas de inyección estén correctas, es recomendable utilizar un sensor de Oxígeno *Wideband* para asegurarse de que la relación de mezcla este correcta bajo todas las condiciones de operación del motor.

3.7.7.1 Mapas de Inyección.

La Computadora Haltech posee 2 tablas principales de las cuales la inyección puede ser calculada (*'Fue/ Base'* y *'Fue/ Base 2'*). Estos mapas contienen el tiempo de inyección base para la carga de combustible en porcentaje y RPM en las que se encuentre el motor, a las cuales el motor operará. El mapa de inyección es la que tiene influencia 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 *Dua/Tables* (tablas dobles). Se puede alternar entre estos dos mapas configurando una de las entradas Digitales.

Para programar las tablas de inyección base:

- Configure su dispositivo para monitorear mezclas de aire/gasolina para el rango que será utilizado con el motor a programar. Verifique cual 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.
- Confirme que el tiempo de avance inicial este correcto con un foco o lámpara 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.
- Caliente el motor a su temperatura normal de operación
- Verifique su Angulo de Inyección para que la marcha del motor este lo más estable posible. Valores típicos de estos ángulos son alrededor de los 400^o APMS.
- Ajuste el control de ralentí o el tornillo de ajuste de la mariposa para que el motor se mantenga a una velocidad ideal.
- Ajuste la marcha para ralentí, Monitoreando las mezclas de aire/gasolina con algún medidor, trate de mantenerlas lo más cerca de 14.7: 1 AFR asegurándose de que el motor se mantiene estable sin ningún fallo.
- Manteniendo el motor sin carga, acélelo en neutro a lo largo del rango de RPM en el que este vaya a operar. Mantenga las mezclas cerca de 14.71: 1 en las partes donde no hay carga en el mapa
- Con la ayuda de un dinamómetro o algún método alterno de mantener carga, repase el rango de carga a lo largo de cada punto de revoluciones ajustando sus mezclas para cada uno.

3.7.7.2 Programación de la 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 2.5ms. Si el tiempo de inyección es menor que estos podría ser difícil establecer una mezcla adecuada para ralentí o condiciones de cruce.

Los motores modernos con árboles de levas originales deberían 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 fluctúa excesivamente al utilizar un sensor MAP para determinar la carga, podría ser necesario utilizar el Mapa de Cero Acelerador (*Zero Throttle Map*). Tome en cuenta que las fluctuaciones del sensor MAP podrían deberse a mezclas inestables, así que es bueno establecer cuál es la causa o efecto de esta fluctuación antes de habilitar el mapa de cero acelerador. Usualmente, un motor con perfil de levas agresivas necesitará del mapa de cero acelerador para estabilizar la marcha en ralentí.

Recuerde que la computadora *Haltech* interpola en contra de tanto Carga como RPM. Si el motor está en ralentí a 800 RPM, el tiempo de inyección será calculado utilizando el 60% del rango de 1000 RPM Y 40% del rango de 500 RPM (suponiendo que las RPM estén organizadas en incrementos 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.

3.7.7.3 Programación Sin Carga

Se debe permitir que el motor alcance su temperatura operacional antes de empezar a programar las tablas base. Revise en el “*Engine Data Page*” 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 estequiométrico 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 debería 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 del *Trigger*.

3.7.7.4 Aplicándole Carga al Motor

Para evitar daños en el motor se debe programar una mezcla un poco rica para luego lentamente empobrecerlo hasta que se alcance la mezcla ideal.

Siempre es de asegurarse que el motor este en perfecto estado y funcionamiento antes de comenzar a prolongarlo.

Observe detenidamente las temperaturas del agua durante la programación ya que el motor puede estar 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.

Cuando el motor haya sido ya programado bajo condiciones sin carga es posible comenzar a aplicarle carga al motor. El mejor método de aplicarle carga a un motor es utilizando un dinamómetro, pero en nuestro caso no contamos con esta facilidad por lo cual el principio de programación para la computadora Haltech son los mismos.

Lleve las RPM del motor a un punto cualquiera en la tabla. Para este ejemplo utilizaremos 1000 RPM. Aplique un poco de carga y ajuste la celda para este punto de carga en el rango de 1000 RPM.

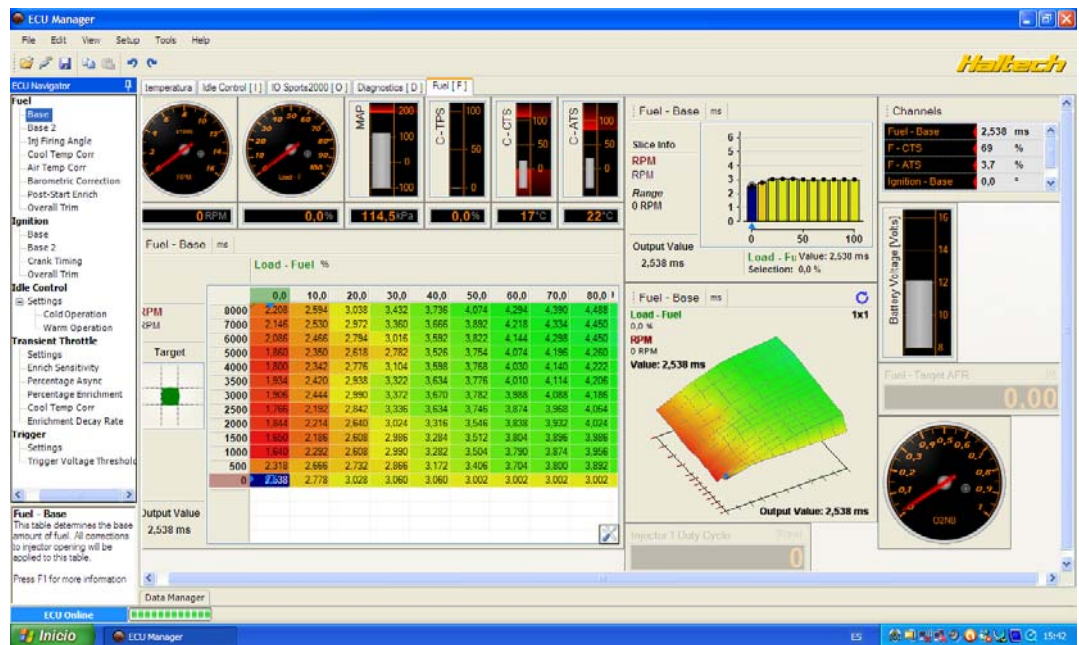


FIG. 3.60 CONFIGURACIÓN DE LOS EJES.
Fuente. Los Autores.

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.

Ahora es recomendable linearizar entre los dos puntos que han sido programados. Seleccione entre el punto que acaba de ajustar (-30kPa) y el punto en ralentí ya

programado (-60kPa) y linearice las celdas entre estos.

Esto proporciona una aproximación para los valores de las celdas entre las que se programaron. Estas celdas deben ser verificadas, pero la programación de cada celda individual podría no ser práctico dado que se tomará más tiempo con el motor/vehículo encima del dinamómetro si lo tuviéramos, y se podría causar daños al motor.

Continúe poniendo más carga al motor, Llevándolo hasta la columna de carga máxima. Cada vez que programe un punto 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.

Como regla básica, el tiempo de inyección debe aumentar a medida que la carga aumenta. Al programar una celda, verifique que la próxima celda hacia la derecha (más carga) 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.

Como regla similar, 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.

Tenga precaución con los motores turbo o supercargados, ya que el aumento en la inyección podría ser mucho más brusco a medida que aumenta la carga. En estos casos, mantenga los puntos de carga cerca para no tener que linearizar a lo largo de amplios cambios.

Este método debería producir resultados bastante cerca de la curva de inyección requerida. Repita esto para los demás puntos restantes de revoluciones, 1500, 2000, 2500, etc., el motor debería ser manejable en este punto.

3.7.7.5 Programación Precisa del Motor.

Cuando la programación haya terminado podría. Ser necesario realizar ajustes mínimos para hacer que el motor se comporte mejor durante el manejo normal en condiciones reales. Al realizar este tipo de programación en la carretera las mismas reglas aplican.

Bajo toda la carga en todos los rangos de RPM las mezclas de aire/combustible deben ser más ricas que estequiométricas.

En vehículos aspirados, mezclas de aire/combustible entre 12.5:1 y 13.5:1 son ideales.

En motores con turbo o supercargados, las mezclas podrían ser hasta de 10.5, y no deben exceder los 12.5. Estos motores podrían generar más potencia con mezclas más pobres, pero el excesivo calor dentro de la recámara del combustión podría causar serios daños al motor.

En velocidad crucero (cargas bajas o medias) las mezclas deberían ser lo más cerca de estequiométrico posible y en condiciones de desaceleración pueden ser pobres para conservar combustible. Esto hace que las tablas tengan una forma específica.

Como nota podemos decir que todos los mapas para cualquier motor deben mantenerse relativamente parejos. Un mapa con cambios bruscos, o escalonado, estará incorrecto. Si cuando haya terminado la programación el mapa tiene estas características, es recomendable suavizar cualquier pico, tanto altos como bajos, para que el motor trabaje parejo siempre.

3.7.7.6 Opción de Programación Rápida (*Quicktune*).

La opción de Programación Rápida 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 sensor de O2 similar al controlador producido por Haltech. Cualquier otro controlador *wideband* que tenga una señal de salida de 0-5V calibrada puede ser utilizado. Todos estos poseen esta opción.

Una vez que una entrada auxiliar en la Haltech haya sido configurada y calibrada para aceptar la señal de un sensor O2 (*vaya al Setup > Main Setup > Inputs, y habilite una entrada análoga como sensor de Oxígeno Wideband*) puede configurar la tabla de mezcla objetivo. Esta se encuentra en el menú de navegación bajo.

Al tener un sensor de oxígeno wideband 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 las de la tabla de mezcla objetivo. La relación entre estos valores es utilizada para aumentar o 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 sólo 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 resultará en resultados incorrectos ya que el sistema

aplicará múltiples correcciones antes de que los primeros cambios sean enviados al sensor de 02. 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 estabilice 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.

3.7.8 PROGRAMACION DE LA IGNICIÓN.

3.7.8.1 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 (*Dual Tables*).

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

3.7.8.2 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 sea por mala programación del avance.

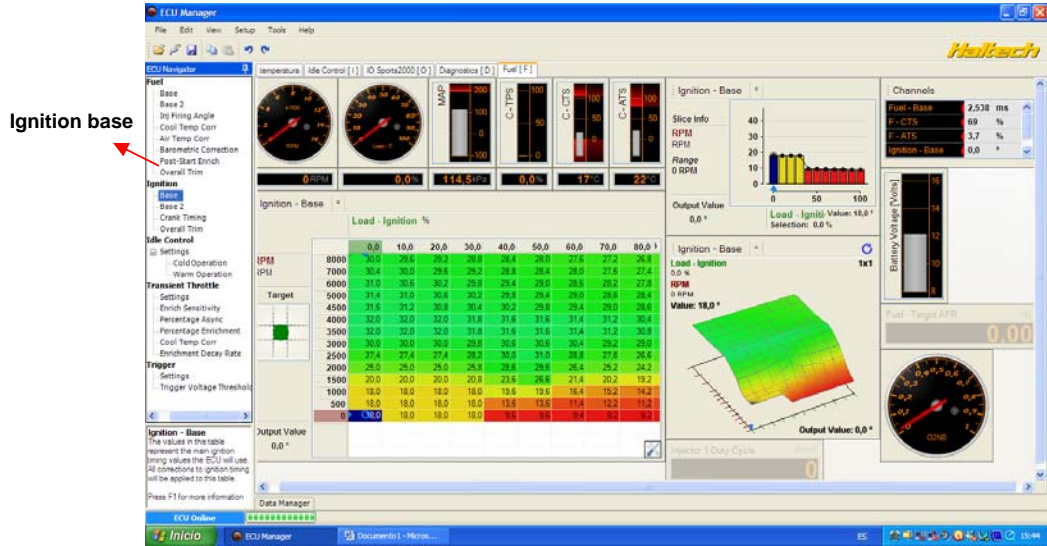


FIG. 3.61 PROGRAMACIÓN DE LA IGNITION EN PORCENTAJE (%) DEL MAPA BASE.

Fuente. Los Autores.

3.7.8.3 Programación en Ralentí.

Velocidades 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 ayudará al motor a mantener un equilibrio estable.

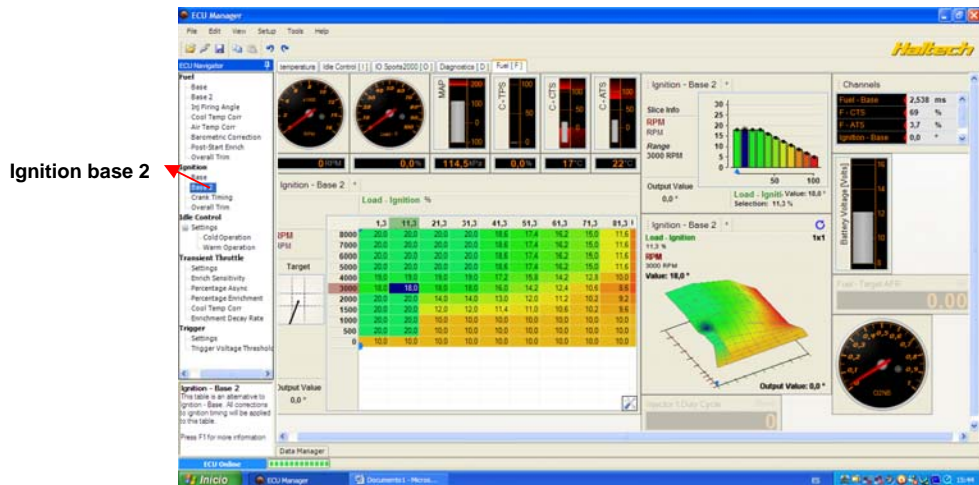


FIG. 3.62 PROGRAMACIÓN DE LA IGNITION EN PORCENTAJE (%) DEL MAPA BASE 2.

Fuente. Los Autores.

3.7.8.4 Aplicando Carga

Si se tuviese acceso a un dinamómetro, utilícelo aplicando carga al motor para ir aumentando el avance desde un punto mínimo hasta donde se alcance el pico de torque para cada punto de RPM y carga.

El proceso de programación de los puntos de RPM y carga es similar al de programar la inyección. Pero en vez de buscar buenas mezclas, se quiere el mejor torque posible para todos los puntos donde el motor opere con el mínimo de avance.

Alcanzara la potencia máxima buscando el mejor torque posible en todo el rango de velocidad del motor.

Como referencia, un motor requerirá de menos avance a medida que la carga aumenta. También aceptará más avance cuando las revoluciones aumenten.

Si es capaz de producir el torque máximo sobre un rango de valores de avance, entonces siempre utilice la mínima cantidad de avance para alcanzar ese torque máximo.

Usualmente, habrá un buen margen entre el pico de torque y la detonación. Pero, sin embargo, si ese margen es estrecho, u ocurre detonación, es recomendable sacrificar un poco de torque para que el motor corra más seguro.

3.8 INSTALACIÓN BÁSICA Y CABLEADO.

3.8.1 Principios Generales de Cableado.

Para prevenir que surjan problemas inesperados y ocasionar daños a la Computadora y a los componentes del motor hay unas cuantas pautas de seguridad y precauciones que se deben tomar en cuenta a todo momento cuando se realiza la instalación de un sistema Haltech en cualquier vehículo. Estas incluyen, pero no están limitadas a:

3.8.2 Caídas de Voltaje.

Siempre trate de minimizar las caídas de voltaje lo mejor posible, esto significa utilizar el calibre de cableado necesario para el dispositivo que se esta conectando con suficiente factor de seguridad tomando en cuenta las condiciones que rodean la

instalación. Esto significa que no sólo debe asegurarse de que las conexiones se hagan, sino que también haya una buena conexión.

Si sospecha de que hay caída de voltaje en una conexión en particular puede utilizar un multímetro y medir el voltaje desde un punto a otro. Por ejemplo, si una bomba de combustible esta comportándose inestablemente utilizando un multímetro para medir el voltaje entre las terminales positiva y negativa de la bomba cuando ocurre el problema, si hay variación en el voltaje tome nota de cuál es la variación, esta será la caída de voltaje.

Si se sospecha de que la tierra del motor está mal, tome el multímetro y mida entre el bloque y el terminal negativo de la batería el voltaje que aparezca en el multímetro es la caída de voltaje.

Caídas de voltaje en el circuito de tierra son comunes cuando la batería ha sido movida a otro lugar del vehículo (parte trasera). Cualquier componente que su tierra dependa de la del bloque sufrirá al reubicar la batería (esto incluye el sistema de ignición).

Cuando la batería sea reubicada una conexión desde el bloque directamente a la terminal negativa de esta es requerida.

3.8.3 Masa o Tierra de las Bobinas.

Cuando una bobina de ignición requiere de tierra SIEMPRE es recomendable de que este aterrizada en la cabeza (culata). Esto minimiza la resistencia en el circuito de alta tensión. El no conectar esta tierra en la cabeza puede causar que se genere interferencia en la computadora y posiblemente dañarla o algún componente del sistema de ignición. Esto es más importante en el caso de los vehículos modernos con sistemas multi-bobina, o bobinas individuales.

3.8.4 Carga de Batería.

Nunca haga arrancar un motor con un cargador de batería aun conectado. Un cargador de batería convierte corriente 110/220VAC a 10A a 12 VDC a 30A (max), en términos generales esto es lo que un cargador de batería debe hacer. Cuando no

hay corriente siendo extraída de la batería esto es lo que sucede.

3.9 ANÁLISIS DE GASES Y RESULTADOS.

Para el análisis referente a la emisión de gases de emisión generados por un motor Daewoo DOHC, se ha considerado realizar en primer lugar las pruebas dentro de una programación estándar es decir que el motor se encuentra con valores normales para su funcionamiento, para posteriormente realizar con una segunda programación y poder analizar los resultados.

El equipo que utilizamos para realizar las pruebas fue pedido al Consorcio Danton, este equipo nos permite dar lectura de manera fiable y eficaz la concentración de Monóxido de Carbono (**CO**), Dióxido de Carbono (**CO₂**), Oxígeno (**O₂**), Hidrocarburos (**HC**), y óxidos de Nitrógeno (**NO_x**) así como el valor de **CO** corregido y la relación aire combustible “ λ ” en los vehículos con motor de gasolina, pudiendo llevar un control de la emisión de gases,

De este modo, se consigue regular el factor contaminante de cada vehículo dentro de los límites establecidos, así como a la detección y localización de los problemas de los diferentes sistemas.

Los rangos establecidos, para realizar las pruebas de emisión de gases en los vehículos viene dado por la empresa EMOV, quien es la encargada de establecer los rangos permitidos, los valores establecidos por la empresa viene dada según el año de fabricación de los vehículos

Para nuestro motor Daewoo no tomaremos ningún año de fabricación ya que no sabemos con exactitud su año de fabricación.

3.9.1 Análisis de emisión con la programación estándar.

La programación estándar hace referencia a cada una de la programación establecida anteriormente, cuando se indicaba la manipulación del software, en este punto se iba explicando cada parámetro de programación que iba a tener nuestro motor Daewoo.

3.9.1.1 Análisis de gases a 2500 RPM

Para realizar esta prueba se hace que el motor llegue a 2500 RPM, durante 30 segundos entonces el analizador durante este tiempo va tomar los datos.



FIG. 3.63 ANALISIS DE GASES A 2500RPM.
Fuente. Los Autores.

3.9.1.2 Análisis de gases en ralenti.

El motor debe estar dentro del rango de 500 RPM a 1200 RPM, para poder realizar la prueba.



FIG. 3.64 ANALISIS DE GASES EN RALENTI.
Fuente. Los Autores.

Una vez realizada las pruebas de emisiones se obtiene los resultados.

Resultados emisión de gases				
	Ralenti		Ralenti elevado	
CO	5.24	% Vol.	9.99	% Vol.
CO ₂	10.62	% Vol.	6.69	% Vol.
CO ₂ corregido	4.956	% Vol.	9.052	% Vol.
HC	714	ppm	762	ppm
O ₂	0.63	% Vol.	0.72	% Vol.
NO _x	----	ppm	----	ppm
Lambda	0.852		0.707	
Temperatura		°C		°C
Nº rpm	920	min ⁻¹	2580	min ⁻¹
AFR	---	%	---	%
Temp. aceite	24	°C	25	°C

FIG. 3.65 RESULTADOS EMISION DE GASES.

Fuente. Los Autores.

3.9.2 Análisis de gases aumentando 5% de combustible.

Para esta prueba de gases aumentamos un 5% de combustible en nuestra programación, para luego realizar el mismo procedimiento que se realizó con la programación estándar.

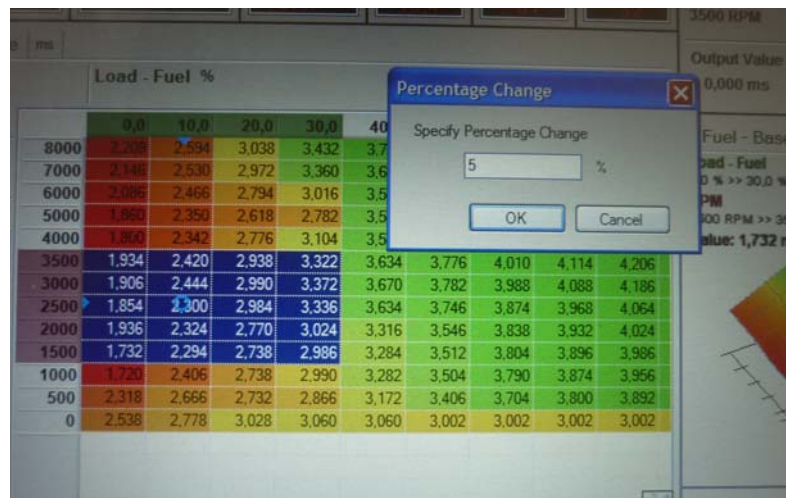


FIG. 3.66 AUMENTO DE 5 % DE COMBUSTIBLE.

Fuente. Los Autores.

Una vez realizado la nueva programación se obtuvo los siguientes resultados.

	Ralenti		Ralenti elevado	
CO	9.03	% Vol.	9.66	% Vol.
CO ₂	7.50	% Vol.	7.00	% Vol.
CO corregido	-----	% Vol.	-----	% Vol.
HC	639	ppm	469	ppm
O ₂	1.04	% Vol.	0.72	% Vol.
NO _x	----	ppm	----	ppm
Lambda	0.757		0.729	
Temperatura		°C		°C
Nº rpm	990	min-1	2470	min-1
AFR	---	%	---	%
Temp. aceite	25	°C	25	°C

FIG. 3.67 RESULTADOS EMISION DE GASESAUMENTADO 5% DE COMBUSTIBLE.

Fuente. Los Autores.

3.9.3 Análisis de resultados.

Una vez realizado las pruebas con las diferentes programaciones notamos que en la segunda prueba se obtuvo menos gases contaminantes, lo que hace referencia al CO corregido y los Hidrocarburos

Al realizar un aumento del 5% de combustible, el motor por ende va consumir más combustible, sin embargo no es un inconveniente, ya que este tipo de programación se utiliza constantemente para vehículos de competencia, por lo que no importara el consumo sino aumentar la potencia del motor y al mismo tiempo estaríamos aportando una menor contaminación.

CONCLUSIONES:

Luego de haber desarrollado este proyecto de graduación, podemos establecer el siguiente grupo de conclusiones que nos ha dejado cada uno de los capítulos durante su desarrollo.

Conseguimos saber de ciertas marcas y proveedores de computadoras reprogramables disponibles para el campo automotriz; conjuntamente con sus ventajas y aplicaciones de cada una de ellas.

Además pudimos realizar un estudio profundo de las señales de los sensores del motor que se utilizan para la reprogramación de la unidad de control.

Con este proyecto se logró el acceso a un computador reprogramable *Haltech*, en el cual tuvimos la oportunidad de poner en práctica cada uno de los conocimientos recibidos durante el tiempo de estudiante.

Una vez analizado todo el sistema de inyección electrónica programable se ha llegado a la conclusión que es un sistema innovador incluso para vehículos de serie que ya poseen inyección electrónica, por cuanto al modificar la programación en la ECU, se pueden obtener mejores resultados, es decir resulta conveniente para personas que gustan del trucaje de motores, además el sistema resulta bastante didáctico.

En cuestión de costos se concluye que dicho sistema de inyección programable es bastante accesible para personas que necesitan mejorar el rendimiento de su vehículo, es decir el sistema es bastante recomendado para sistema de inyección normal que desean aprovechar mejor el rendimiento del vehículo.

Finalmente el conocimiento en la programación de las computadoras reprogramables nos abre un nuevo campo de trabajo dentro del campo automotriz.

Recomendaciones.

Concluida la realización de la tesis recomendamos que antes de llevar a cabo la implementación de una computadora reprogramable se debe procurar realizar un estudio previo de mercadeo y costo; con el fin de analizar ventajas y desventajas de múltiples opciones existentes en el mercado automotriz.

Será importante que antes de la incorporación del sistema escogido leer completamente el manual de instalación entregado por la empresa fabricante del producto, con el fin de evitar desperfectos en el equipo.

Se debe realizar todas las modificaciones necesarias para que el nuevo sistema pueda trabajar con normalidad estando entre las más importantes la calidad de los conductos de combustible, disposición de los sensores y el cableado de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA:

- Crouse, Anglin “Puesta a Punto y Rendimiento del Motor”, 3ra Edición, Alfa y Omega Editorial, Impreso en México, 2003.
- Ediciones Técnicas RT, “Manual Técnicas del Automóvil Tomo 5” Primera edición, Impreso en Argentina, 2006.
- Programación Básica en Motores de Alto Rendimiento, Impreso en Australia, 2002.
- Manual Técnico del Motor Daewoo.

BIBLIOGRAFÍA WEB:

<http://www.haltech.com>

<http://www.mecanicadeautos.info/index.php>

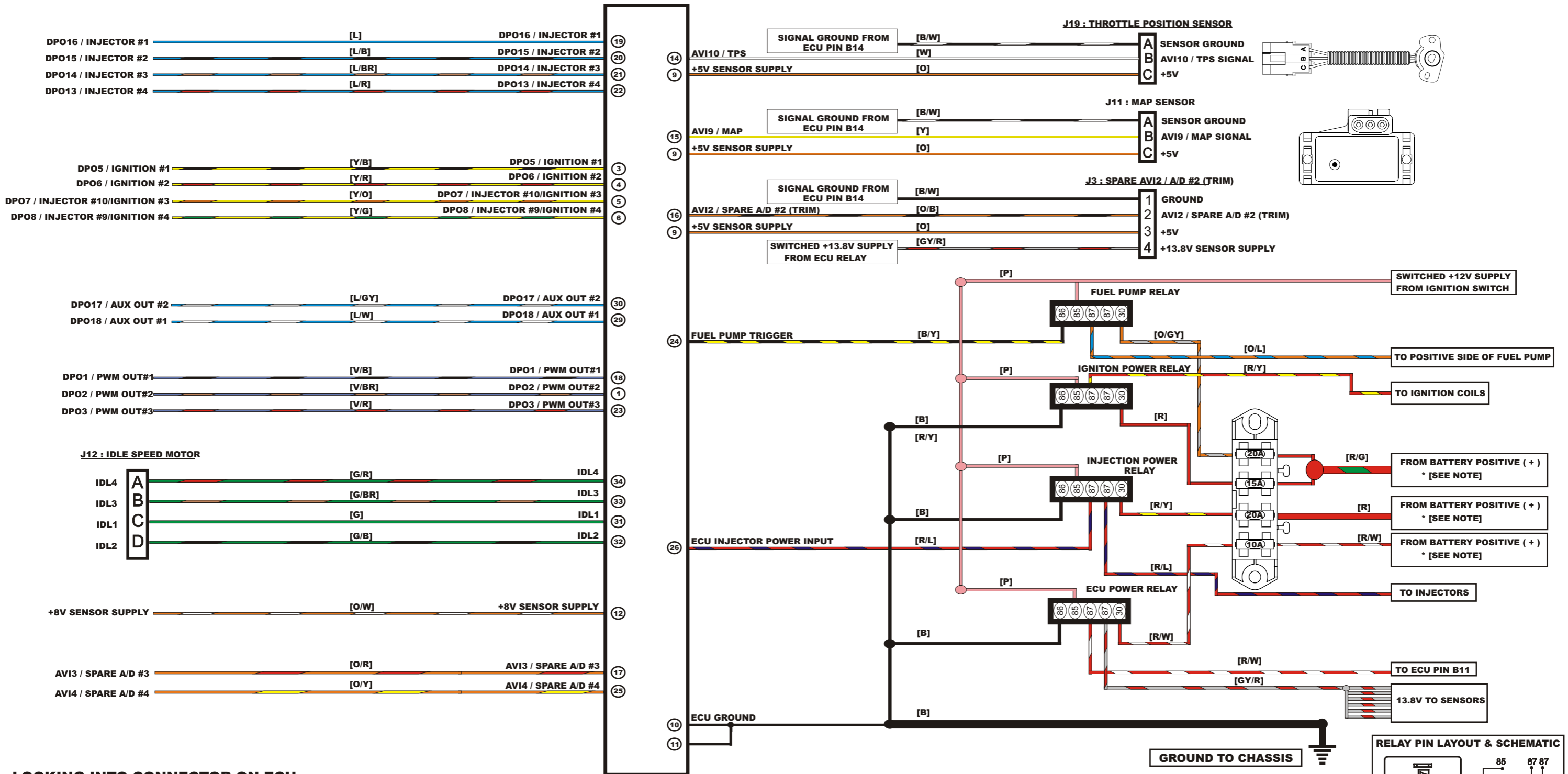
<http://www.msdisignition.com/page.aspx>

www.crespocompetencia.com

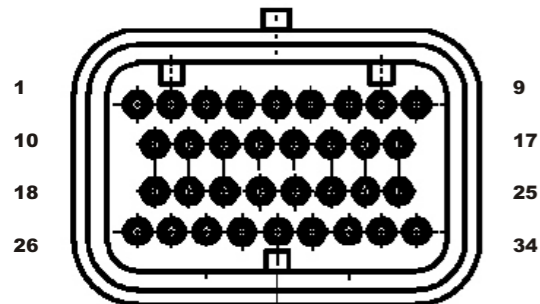
www.mecanicadeautomoviles.info

PLATINUM SPORT 1000 WIRING DIAGRAM

34 PIN CONNECTOR



LOOKING INTO CONNECTOR ON ECU

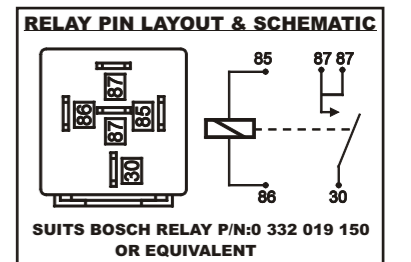


LEGEND - WIRE COLOUR:

B = BLACK BR = BROWN G = GREEN GY = GREY L = BLUE O = ORANGE P = PINK R = RED V = VIOLET Y = YELLOW

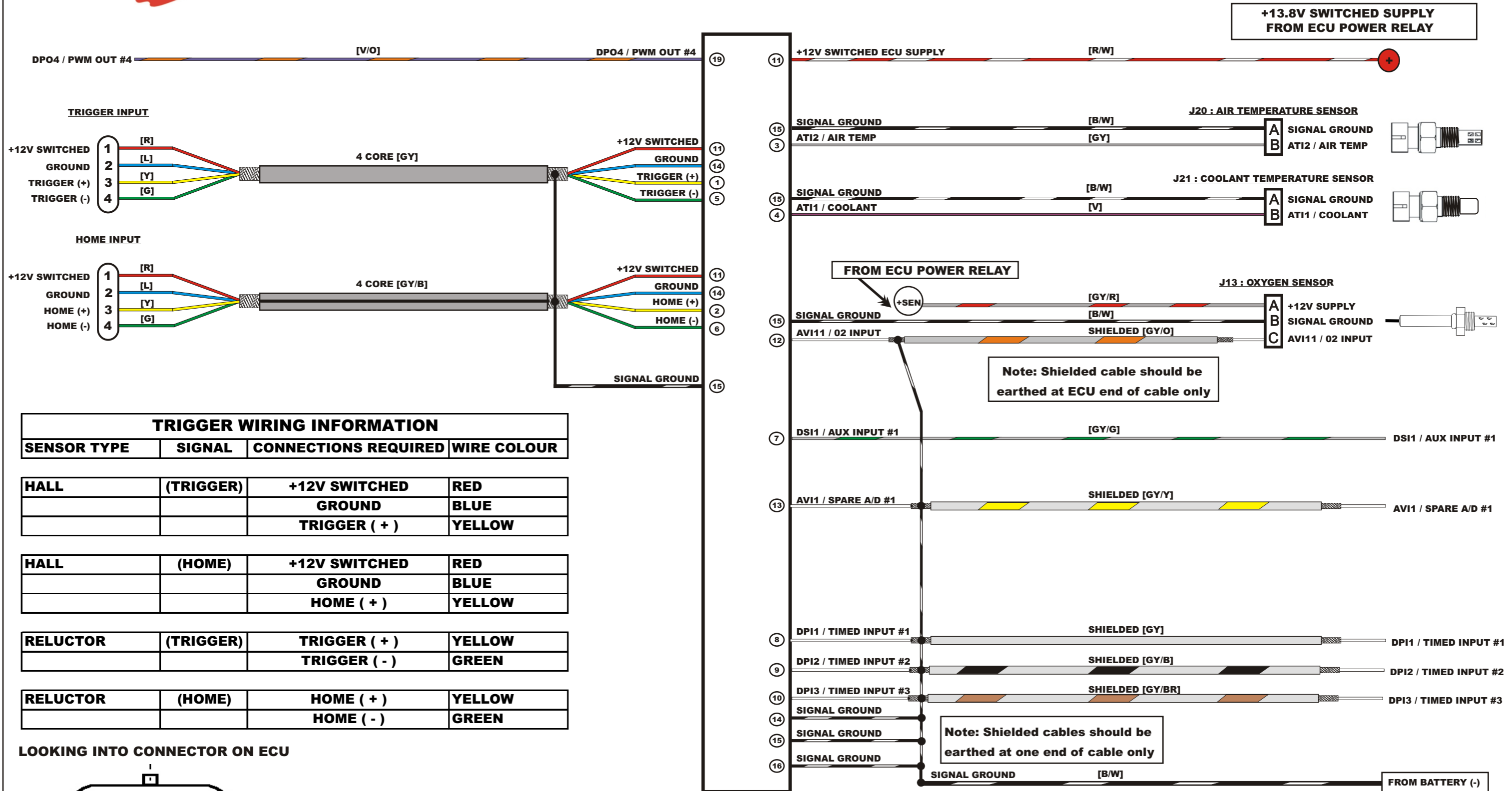
WHEN TWO COLOURS ARE USED IN A WIRE BY THE ALPHABETICAL CODE, THE FIRST LETTER INDICATES THE BASIC WIRE COLOUR, THE SECOND COLOUR INDICATES THE COLOUR OF THE STRIPE.

* NOTE: Can Use 75A Circuit Breaker



PLATINUM SPORT 1000 WIRING DIAGRAM

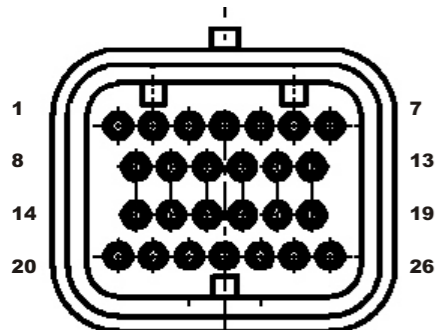
26 PIN CONNECTOR



TRIGGER WIRING INFORMATION

SENSOR TYPE	SIGNAL	CONNECTIONS REQUIRED	WIRE COLOUR
HALL	(TRIGGER)	+12V SWITCHED	RED
		GROUND	BLUE
		TRIGGER (+)	YELLOW
HALL	(HOME)	+12V SWITCHED	RED
		GROUND	BLUE
		HOME (+)	YELLOW
RELUCTOR	(TRIGGER)	TRIGGER (+)	YELLOW
		TRIGGER (-)	GREEN
RELUCTOR	(HOME)	HOME (+)	YELLOW
		HOME (-)	GREEN

LOOKING INTO CONNECTOR ON ECU



LEGEND - WIRE COLOUR:

B = BLACK BR = BROWN G = GREEN GY = GREY L = BLUE O = ORANGE P = PINK R = RED V = VIOLET Y = YELLOW

WHEN TWO COLOURS ARE USED IN A WIRE BY THE ALPHABETICAL CODE, THE FIRST LETTER INDICATES THE BASIC WIRE COLOUR, THE SECOND COLOUR INDICATES THE COLOUR OF THE STRIPE.

NOTES:
 ABBREVIATIONS
 DIGITAL PULSED OUTPUTS: (DPO)
 DIGITAL PULSED INPUT: (DPI)
 DIGITAL SWITCHED INPUT: (DSI)
 ANALOGUE VOLTAGE INPUTS: (AVI)