

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL
ECUADOR**

Facultad de Ingeniería Automotriz

TESIS DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

**Estudio para la construcción y adaptación de un SISTEMA DE
INYECCIÓN ELECTRÓNICA PARA UN MOTOR VOLVO B21**

LUIS RAMIRO GARZON VITERI

Director: Ing. Miguel Granja

2011

Quito, Ecuador

CERTIFICACIÓN

Yo, Luis Ramiro Garzon Viteri declaro que soy el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal mía. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de mi exclusiva responsabilidad.

Firma del graduando

Luis Ramiro Garzon Viteri

CI: **1715338545**

Yo, Ing. Miguel Granja, declaro que, en lo que yo personalmente conozco, el señor, Luis Ramiro Garzón Viteri, es el autor exclusivo de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal suya.

Firma del Director Técnico de Trabajo de Grado

Ing. Miguel Granja

Director

AGRADECIMIENTO

A mis padres; por haberme brindado la oportunidad de vivir, y de darme una educación de calidad dentro y fuera del hogar. Gracias al esfuerzo que mis padres han hecho, hoy se cumple uno de mis sueños y de seguro un gran sueño de ellos también. Gracias padre por tus sabios consejos y por la experiencia que en cada una de tus palabras supiste transmitir. A ti madre gracias por ser esa voz que empuja a cada momento, y que ha estado cerca cada vez que me atrevo a desmayar.

A mis hermanos por que en ciertos capítulos de esta larga novela de mi proyecto ayudaron con su granito de arena.

A mi esposa Karina le agradezco por saber compartir su tiempo y el de la familia con este proyecto, por sus palabras del aliento. Por brindarme su amor y ser mi apoyo en cada momento.

A mis maestros universitarios por haberme brindado su conocimiento en estos años de estudio en la facultad. Especialmente quisiera agradecer a mi director de tesis Ing. Miguel Granja y al sub decano de la facultad Ing. Andrés Castillo por estar al pendiente de este proyecto que se emprendió junto a ellos y siempre oportunos a cualquier consulta.

DEDICATORIA

Este proyecto es dedicado para mis dos reinas, que alegran mi vida y llegan de paz y armonía mi hogar junto a quienes compartí mis malas noches, mal humor, risas, fracasos y triunfos, todo un conjunto de emociones que envolvieron el proceso de este proyecto.

A mi esposa Karina, porque en todo momento ha estado pendiente del desarrollo de este proyecto. Gracias mi cielo por demostrarme con el ejemplo que la barrera más grande del que el ser humano tiene, es uno mismo. Por enseñarme que los grandes retos se los alcanza con sacrificio. Gracias vida por haber cedido parte de nuestro tiempo familiar para la culminación de este proyecto.

A mi hija Camila por ser mi inspiración, y la razón por la que cada día me levanto con el reto de ser mejor esposo, padre, hijo y profesional. Sin duda el gesto más tierno es aquella sonrisa que me das hija mía, y me hace volver a recordar lo sencilla y tierna que es la vida. Todo lo que hago y soy es por ti.

INDICE

CERTIFICACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
DEDICATORIA.....	4
INDICE DE GRAFICOS	10
DIAGRAMAS.....	14
INDICE DE TABLAS	15
SUMMARY	16
INTRODUCCIÓN	25
CAPITULO I GENERALIDADES.....	29
1.1 PRINCIPIO DE CARBURACIÓN	29
1.2 RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO.....	30
1.2.1 Calculo del Rendimiento Volumétrico.....	31
1.3 RENDIMIENTO TÉRMICO	32
1.3.1 Cálculo del Rendimiento Térmico.....	34
1.4 RENDIMIENTO MECÁNICO	36
1.4.1 Calculo del Rendimiento Mecánico	37
1.5 TORQUE-POTENCIA.....	39
CAPITULO II SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRONICA	41
2.1 SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA	41
2.1.2 Ventajas de los sistemas de inyección	41
2.1.3 Sistema básico de inyección de combustible	42

2.1.4 Esquema sistema moderno de Inyección.....	44
2.2 UNIDAD DE CONTROL	44
2.3 SEÑALES SENSORIALES	45
2.3.1 Señal Analógica	46
2.3.2 Señal Digital	47
2.4 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	49
2.4.1 Tipos de Memoria.....	51
2.4.2 Memorias Volátiles	51
2.4.2.1 Memoria RAM	51
2.4.3 Memorias No Volátiles.....	52
2.4.3.1 Memoria ROM	52
2.4.3.2 Memoria PROM.....	53
2.4.4 Calculo numérico.....	53
2.4.5 Números en coma fija.....	54
2.4.6 Representación de números negativos	56
2.4.6.1 Ventajas de la codificación binaria	58
2.5 SENSORES DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE.....	59
2.5.1 Sensor MAP (tipo analógico).....	60
2.5.1.1 Diagnostico MAP (analógico)	61
2.5.2 Sensores de presión –tipo digital	61
2.5.3 Diagnostico MAP (digital)	61
2.5.4 Sensores tipo hilo caliente o placa caliente (MAF).....	62
2.5.4.1 Diagnostico MAF	62
2.5.6 Sensor de mariposa o TPS	62
2.5.6.1 Diagnostico TPS.....	63

2.5.6.2 Posibles fallas del sensor	64
2.5.6.3 Oscilograma sensor MAP	64
2.5.7 Sensor de Temperatura.....	65
2.5.7.1 Sensor de Temperatura del Refrigerante.-	65
2.5.7.1.1 Tabla de valores del sensor de temperatura	68
2.5.7.2 Sensor de temperatura del aire aspirado.-	68
2.5.8 Sensores de detonación o picado (KS)	70
2.5.8.1 Diagnostico Sensor KS.....	71
2.5.9 Sensores de Giro	72
2.5.9.1 Sensor Inductivo.....	73
2.6 ACTUADORES DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA	74
2.6.1 Inyectores.....	75
2.6.1.1 Diagnostico de inyectores	76
2.6.2 Válvulas de Ralentí	77
2.6.2.2 Diagnostico Válvula Ralentí.....	77
2.6.3 Cánister (Vapores de tanque de combustible)	78
2.6.4 Sistema de suministro adicional de aire	79
CAPÍTULO III ADAPATACION DEL SISTEMA DE INYECCION	80
3.1 PREPARACIÓN DEL MOTOR	80
3.1 SENSOR DE TEMPERATURA.....	81
3.2 SENSOR DE GIRO.....	82
3.3 INYECTORES	83
3.4 SENSOR MAP	87
3.4.1 Rangos de trabajo	88

3.4.4 Ubicación Sensor Map en Volvo 244	89
3.5 VÁLVULA PASO A PASO	89
3.6 SENSOR DE MARIPOSA O TPS (THROTTLE - POSITION –SENSOR)	90
3.6.1 Señal TPS	91
3.6.2 Condiciones de trabajo de un TPS	92
3.7 SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE ASPIRADO (IAT).....	92
3.7.1 Rangos de trabajo	94
3.8 BOMBA DE COMBUSTIBLE	94
3.9 BOBINA DE ENCENDIDO	95
3.10 DIAGRAMA ELÉCTRICO	99
3.10.1. Diagrama Eléctrico Sistema de Inyección	99
3.10.2 Diagrama Eléctrico Bomba De Combustible	100
3.10.3 Conexión del Al Harness Del Ecm	100
3.10.4 Código Alfabético de colores.....	105
3.11 MODULO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN	106
 CAPÍTULO IV PROGRAMACIÓN Y PRUEBAS.....	 108
4.1 INSTALACIÓN ECU MANAGER	108
4.1.1 Programación Básica	110
4.1.1.1 Main.....	111
4.1.1.2 Trigger.....	112
4.1.2.3 Fuel	113
4.1.2.4 Ignition.....	115
4.1.2.5 Main.....	115
4.1.1.6 O2 Control.....	116

4.1.1.7 Límite de Revoluciones	117
4.1.1.8 Outputs.....	118
4.1.1.9 Inputs.....	119
4.2 CALIBRACIÓN DEL MOTOR CON LA ECU	120
4.3 Pruebas	122
4.5 TABLAS FINALES DE LA CALIBRACIÓN.....	125
CONCLUSIONES:.....	131
RECOMENDACIONES	133
BIBLIOGRAFIA	135
ANEXOS	136

INDICE DE GRAFICOS

GRAFICO 1.1 EFECTO VENTURI.....	29
GRAFICO 1.2 CARBURADOR.....	30
GRAFICO 1.3 PERDIDA DE CALOR TÉRMICO DE UN MOTOR	32
GRAFICO 1.4 CICLO TÉRMICO MOTOR OTTO.....	33
GRAFICO 1.5 CICLO TÉRMICO MOTOR OTTO.....	34
GRAFICO 1.6 PÉRDIDAS QUE GENERA UN MOTOR.....	37
GRAFICO 1.7 TORQUE.....	39
GRAFICO 2.1 SISTEMA BÁSICO DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE	43
GRAFICO 2.2 ESQUEMA DE SENSORES Y ACTUADORES	43
GRAFICO 2.3 ESQUEMA SISTEMA MODERNO DE INYECCIÓN.....	44
GRAFICO 2.4 SEÑALES SENSORIALES	46
GRAFICO 2.5 SEÑAL ANALÓGICA.....	47
GRAFICO 2.6 SEÑAL DIGITAL	48
GRAFICO 2.7 ESQUEMA DE PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	50
GRAFICO 2.8 TIPOS DE MEMORIA.....	51
GRAFICO 2.9 EQUIVALENCIAS BINARIO Y DECIMAL	57
GRAFICO 2.10 DISTRIBUCIÓN LINEAL DE NÚMEROS DE 8 BITS SIN SIGNO	58
GRAFICO 2.11 SENSORES DE UN SISTEMA DE INYECCIÓN	59
GRAFICO 2.12 CURVA DE TENSIÓN DE UN SENSOR MAP ANALÓGICO	60
GRAFICO 2.13 CUERPO DEL SENSOR.....	60
GRAFICO 2.14 DIAGNOSTICO MAP	61
GRAFICO 2.15 SEÑAL DE SENSOR DE PRESIÓN	61
GRAFICO 2.16 DIAGNOSTICO MAP DIGITAL	61
GRAFICO 2.17 SENSOR MAF	62

GRAFICO 2.18 DIAGNOSTICO SENSOR MAF.....	62
GRAFICO 2.19 PARTES DEL SENSOR TPS.....	63
GRAFICO 2.20 DIAGRAMA DIAGNOSTICO TPS.....	63
GRAFICO 2.21 SEÑAL CON FALLA SENSOR MAP	64
GRAFICO 2.23 OSCILOGRAMA SENSOR MAP	64
GRAFICO 2.24 SENSOR IAT.....	67
GRAFICO 2.25 VALORES SENSOR IAT}.....	68
GRAFICO 2.26 SENSOR DE TEMPERATURA DE AIRE ASPIRADO.....	70
GRAFICO 2.27 PARTES DE UN SENSOR DE GOLPETEO	70
GRAFICO 2.28 TIPOS DE SEÑAL DE DETONACIÓN DEL MOTOR.....	71
GRAFICO 2.29 ESQUEMA DE DIAGNOSTICO DE UN SENSOR DE GOLPETEO DE MOTOR .	72
GRAFICO 2.30 TIPOS DE SENSORES DE ROTACIÓN.....	73
GRAFICO 2.31 SENSOR CKP.....	74
GRAFICO 2.32 ESQUEMA DEL MODULO A LOS ACTUADORES	75
GRAFICO 2.33 TIPOS DE INYECTORES.....	76
GRAFICO 2.34 DIAGNOSTICO DE INYECTOR.....	76
GRAFICO 2.35 UBICACIÓN VÁLVULA RALENTÍ.....	77
GRAFICO 2.36 PARTES VÁLVULA RALENTÍ	77
GRAFICO 2.37 DIAGNÓSTICO DE FALLA DE UNA VÁLVULA RALENTÍ	78
GRAFICO 2.38 DIAGRAMA DE LA CIRCULACIÓN DE VAPORES HACIA EL CÁNISTER	78
GRAFICO 2.39 PARTES RIEL DE INYECTORES	79
GRAFICO 2.40 PARTES DEL REGULADOR PRESIÓN DE COMBUSTIBLE.....	79
GRAFICO 3.1 CARBURADOR DEL VEHÍCULO UNA VEZ DESMONTADO	80
GRAFICO 3.2 SENSOR CTS	81
GRAFICO 3.3 RUEDA DENTADA	82

GRAFICO 3.4 SENSOR CKP	83
GRAFICO 3.5 MOTOR VOLVO B21	84
GRAFICO 3.6 ADAPTACIÓN PARA EL SISTEMA DEL MÚLTIPLE DE ADMISIÓN.....	84
GRAFICO 3.7 CONSTRUCCIÓN MÚLTIPLE DE ADMISIÓN.....	85
GRAFICO 3.8 MÚLTIPLE DE ADMISIÓN ACOPLADO ADAPTADO EN MOTOR VOLVO B21 .	85
GRAFICO 3.9 RIEL DE INYECTORES ACOPLADA	86
GRAFICO 3.10 INYECTORES	87
GRAFICO 3.11 REGULADOR DE PRESIÓN	87
GRAFICO 3.12 RANGOS DE TRABAJO DEL SENSOR MAP	88
GRAFICO 3.13 UBICACIÓN SSOR MAP	89
GRAFICO 3.14 VÁLVULA PASO A PASO	90
GRAFICO 3.15 CUERPO DE ACELERACIÓN.....	91
GRAFICO 3.16 OSCIOGRAMA SENSOR TPS.....	91
GRAFICO 3.17 FILTRO CÓNICO	93
GRAFICO 3.18 SENSOR IAT.....	93
GRAFICO 3.19 RANGOS DE TRABAJO SENSOR IAT.....	94
GRAFICO 3.20 TANQUE DE COMBUSTIBLE	94
GRAFICO 3.21 ENTRADA Y RETORNO DE COMBUSTIBLE DEL RIEL DE INYECTORES.....	95
GRAFICO 3.22 BOBINA DE ENCENDIDO	96
GRAFICO 3.23 BASE DE LA BOBINA DE ENCENDIDO	96
GRAFICO 3.24 INSTALACIÓN BASE DE LA BOBINA DE ENCENDIDO.....	97
GRAFICO 3.25 BUJÍA.....	97
GRAFICO 3.26 CONEXIÓN DE CABLES DE CORRIENTE	98
GRAFICO 3.26 CONECTOR 26 PINES	101
GRÁFICO 3.27 CONECTOR 34 PINES	103

GRAFICO 3.28 COMPUTADORA HALTECH SPORT 1000	106
GRAFICO 3.29 CABLES DE SENSORES Y ACTUADORES.....	107
GRAFICO 4.1 ACCESO DIRECTO AL PROGRAMA DE HALTECH.....	108
GRAFICO 4.2 PANTALLA PRINCIPAL DE ECU MANAGER	109
GRAFICO 4.3 PROCESO DE LECTURA DE LA ECU AL PC	109
GRAFICO 4.4 PÁGINA PRINCIPAL ECU MANAGER	110
GRAFICO 4.5 MENÚ ECU MANAGER	110
GRAFICO 4.6 CONFIGURACIÓN BÁSICA DEL MOTOR.....	111
GRAFICO 4.7 CONFIGURACIÓN TRIGGER.....	113
GRAFICO 4.8 CONFIGURACIÓN DE COMBUSTIBLE	114
GRAFICO 4.9 CONFIGURACIÓN DE IGNICIÓN	115
GRAFICO 4.10 TABLA DE CONFIGURACIONES	116
GRAFICO 4.11 CONFIGURACIÓN O2	117
GRAFICO 4.12 CONFIGURACIÓN DE LÍMITES DE REVOLUCIONES	118
GRAFICO 4.13 SEÑALES DE SALIDA.....	118
GRAFICO 4.14 CONFIGURACIÓN CTS	119
GRAFICO 4.15 CONFIGURACIÓN MAP	120
GRAFICO 4.16 CONFIGURACIÓN TPS	120
GRAFICO 4.17 MAPA DE COMBUSTIBLE	121
GRAFICO 4.18 MAPA COMBUSTIBLE 3D	122
GRAFICO 4.19 MAPA DE IGNICIÓN	122
GRAFICO 4.20 PRUEBA DEL MOTOR B21 SIN MODIFICACIONES	123
GRAFICO 4.21 MOTOR ADAPTADO EL NUEVO SISTEMA DE INYECCIÓN.....	124

DIAGRAMAS

DIAGRAMA 1 CONEXIÓN SENSORES Y ACTUADORES AL ECM	99
DIAGRAMA 2 CONEXIÓN BOMBA DE COMBUSTIBLE	100

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 TIPOS DE MEMORIAS	53
TABLA 2 CABLES DEL CONECTOR DE 26 PINES.....	101
TABLA 3 CABLES DEL CONECTOR DE 34 PINES.....	103
TABLA 4 TABLA DE COMBUSTIBLE.....	125
TABLA 5 TABLA DE IGNICIÓN	126
TABLA 6 PRESIÓN DE COMBUSTIBLE EN RELACIÓN A LA TEMPERATURA DEL MOTOR.....	127
TABLA 7 CORRECCIÓN DEL AVANCE O RETRASO A LA IGNICIÓN MEDIANTE LA TEMPERATURA DEL MOTOR	127
TABLA 8 SENSIBILIDAD DEL ENRIQUECIMIENTO DE LA ALETA DE ACELERACIÓN	128
TABLA 9 CORRECCIÓN DE LA TABLA DE COMBUSTIBLE EN BASE A LA MEZCLA AIRE COMBUSTIBLE	128
TABLA 10 CORRECCIÓN A LA TABLA DE COMBUSTIBLE EN BASE AL IAT	129
TABLA 11 AVANCE A LA IGNICIÓN AL MOMENTO DEL ARRANQUE.....	130

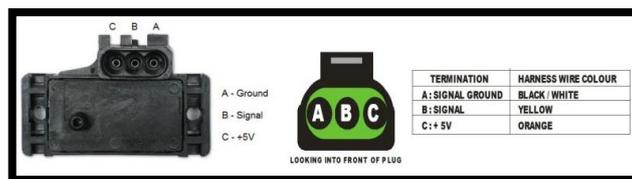
SUMMARY

The main objective of this project is replace an old system of fuel injection such as carburetor for an electronic injection. This project is the complement of other thesis already made by other students of the same carrier; that was the construction of one limousine.

It is important to remember some concepts of the sensor and actuators that will be used in the next thesis.

Manifold Absolute Pressure Sensor

The MAP sensor is used to convert the manifold pressure into an electrical signal for the ECU to use. The sensor works in absolute pressures, thus its calibration is not affected by changes in barometric pressure. The vacuum and, in the case of forced air induction engines, the pressure under boost, is proportional to the load under which the engine is operating and the ECU uses the electrical signal as a load reference. There are three types of MAP sensors that can be used with the system. Which sensor is required depends on the engine set-up.



Coolant Temperature Sensor

The coolant temperature sensor has a solid brass temperature-sensing tip. The coolant sensor supplied is an industry standard component and some engines may already have provision for this type of sensor. The coolant temperature

sensor is designed to screw into a threaded hole and protrude into the engine coolant stream. For air-cooled engines, the sensor can be embedded directly into the engine block or used to sense oil temperature. Locate a suitable position on the engine which gives access to the coolant stream before you drill and tap the thread. The sensor should be mounted before the thermostat in the coolant circuit. Since most engines have existing temperature sensor holes, it is often possible to mount the Haltech sensor in one of these holes. If necessary drain the coolant from the vehicle to fit the temperature sensor then consult the factory manual on how to purge the cooling system of air and check the engine does not require topping-up with coolant after the engine has reached operating temperature.



Inlet Air Temperature Sensor

The air temperature sensor is used to compensate for changes in air density due to air temperature. Cold air has a higher density than warm air and therefore requires a greater volume of fuel to maintain the same air/fuel ratio. This effect is most noticeable in forced induction engines. The Haltech ECU will automatically compensate using the signal received from the air temperature sensor (once the air temperature correction map is setup and enabled in the programming software). The sensor should be mounted to provide the best representation of the actual temperature of the air entering the combustion chamber, i.e. after any turbo or supercharger, and intercooler, and as close to the head as possible. The sensor needs to be in the moving air stream to give fast response times and reduce Heat-

Soak effects. Be aware in some situations, mounting the sensor into the inlet manifold (especially at the rear) may cause Heat Soak problems. Once a suitable position has been located for the air temperature sensor a hole should be drilled and tapped to accept the sensor. Remove the manifold or inlet tract from the engine before this is done so you don't get any metal particles entering the inlet manifold, as these will be drawn into the engine and may cause damage.



Throttle Position Sensor

The throttle position sensor is mounted to the throttle butterfly shaft to measure its rotation. A TPS is common on many late model engines and the Haltech sensor should attach with little or no modification. The throttle shaft must protrude from the side of the throttle body. This may require the machining of the throttle body or the manufacture of a new throttle shaft. The inner mechanism of the sensor rotates with the shaft. If the shaft is round then file a flat surface on the shaft so that it will pass through the sensor assembly. The TPS should be mounted against the side of the throttle body, using two screws, such that the throttle shaft and the sensor mechanism can rotate freely. The absolute range of sensor movement is not important as the sensor can be calibrated using the programming software. Your engine may have a Throttle position sensor already fitted and it is often possible to make use of this TPS. The Haltech supplied TPS has a resistance value ranging from 0 to 10k?. The resistance value of the installed TPS does not have to be the same since the ECU uses a throttle calibration function to

determine the position of the throttle based on the signal received from the TPS. Be sure to wire the TPS so that the ECU sees a lower value when at zero throttle than at full throttle. Note: Make sure that the axis of rotation of the shaft is exactly aligned with the axis of rotation of the sensor, otherwise some binding may occur. Also, do not use the TPS as a throttle stop. In either case, the TPS will be damaged.



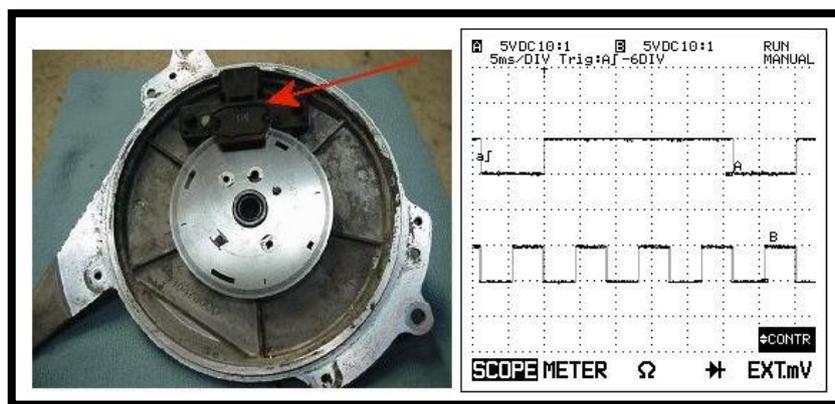
Exhaust Gas Oxygen Sensors (Optional)

The optional exhaust gas oxygen sensor must be mounted in the exhaust pipe near the exhaust header or extractors, usually after the collector. The sensor uses the exhaust gas to detect if the engine is lean or rich. Many late model engines already have provision for an exhaust gas oxygen sensor and the sensor provided should fit any standard exhaust mount. Some exhaust systems have the sensor mount up to around half a meter (2 feet) down stream from the exhaust headers. If the exhaust system does not have an existing sensor mount then a new mount will have to be welded to the exhaust system. When routing the electrical connections to the exhaust gas oxygen sensor do not allow the harness to touch the exhaust pipe, as the heat will damage them.



Digital Hall Effect & Optical Sensor Types

The second type of sensor found on crank and camshafts known as a Hall Effect (this includes optical sensors) sensor. This style of sensor has a transistor and some electronics built into the sensor itself and will generally require a power supply and ground of some sort. For this reason a hall effect sensor usually has at least 3 wires. The output of this style of sensor is a digital square wave



Disconnect Ignition

To avoid damaging ignition components, ensure that you disconnect your ignition modules before power up for the first time, especially if the ECU is not yet configured for your particular engine and ignition system.

Do not connect injectors or ignition modules until the ECU is configured, otherwise damage may result.

Disable Injectors

To avoid accumulating unburnt fuel in your engine, make sure you disable or disconnect your injectors before you crank the engine when setting up.

Priming the Oil System

If your engine is a freshly built engine, make sure that you prime the engine oil system by cranking it with no spark plugs and the injectors disconnected. Crank until the engine oil pressure turns off any warning lights and oil pressure gauges (if fitted) read sufficient oil pressure.

Check Power and GND and Communications

Leaving your ignition modules and injectors disconnected power up the ECU by turning on the vehicle's Ignition power. Check that the ECU is powered up and that you are able to communicate with the ECU using a laptop running ECU Manager Software. If you have not configured your ECU by this point, then now is the time to complete this before proceeding any further.

Check Sensors

Once you can go *Online* with the ECU Manager Software, the next step is to check the various sensors connected.

- The easiest to check is the TPS. Move the throttle and check for movement of the TPS signal. Take the opportunity to calibrate your TPS sensor now if it is not calibrated.
- If you are using a MAP sensor, then check that the MAP sensor is reading near atmospheric pressure (ignition on, engine not running at this point).
- Check Coolant Temp is close to what you would estimate.
- Check Air Temp is close to what you would estimate.
- Check that the fuel pump primes upon powering on.

Checking Crank & Cam Angle Sensors

Check for RPM. With your trigger set-up correctly, cranking the engine should produce an RPM figure in the 80 – 300 RPM range depending on your engine. Make sure that the RPM reading is stable while cranking. If the RPM signal shows “0” or the signal is erratic check the wiring for the trigger is correct.

Calibrating Ignition Timing

Now is the time to triple-check your ignition settings in the software. If the settings are correct, turn off power to your ignition system and connect your ignition system to the ECU. It is a good idea to check your ignition coil temperatures periodically on a newly wired system. If you find that a coil is getting hot, then turn off the ignition power immediately and double check your wiring and ignition settings.

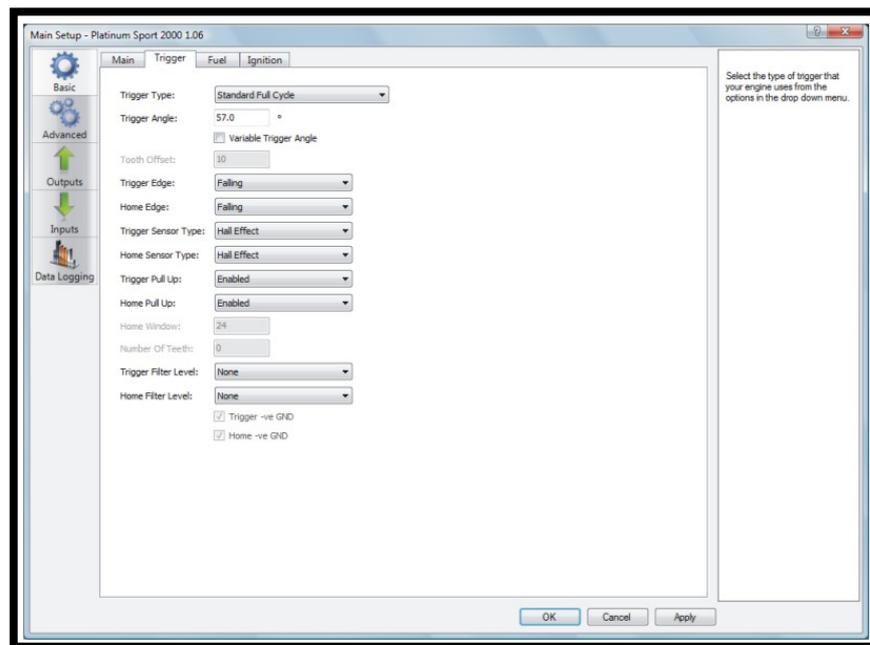
Setup the ignition lock timing to a value that corresponds to an easy to read timing mark on your crank pulley. Select a value that will allow you to easily start the engine too. Typically, engines will be clearly marked at 10 degrees BTDC, which will also allow for easy starting. Your injectors should still be disabled at this point.

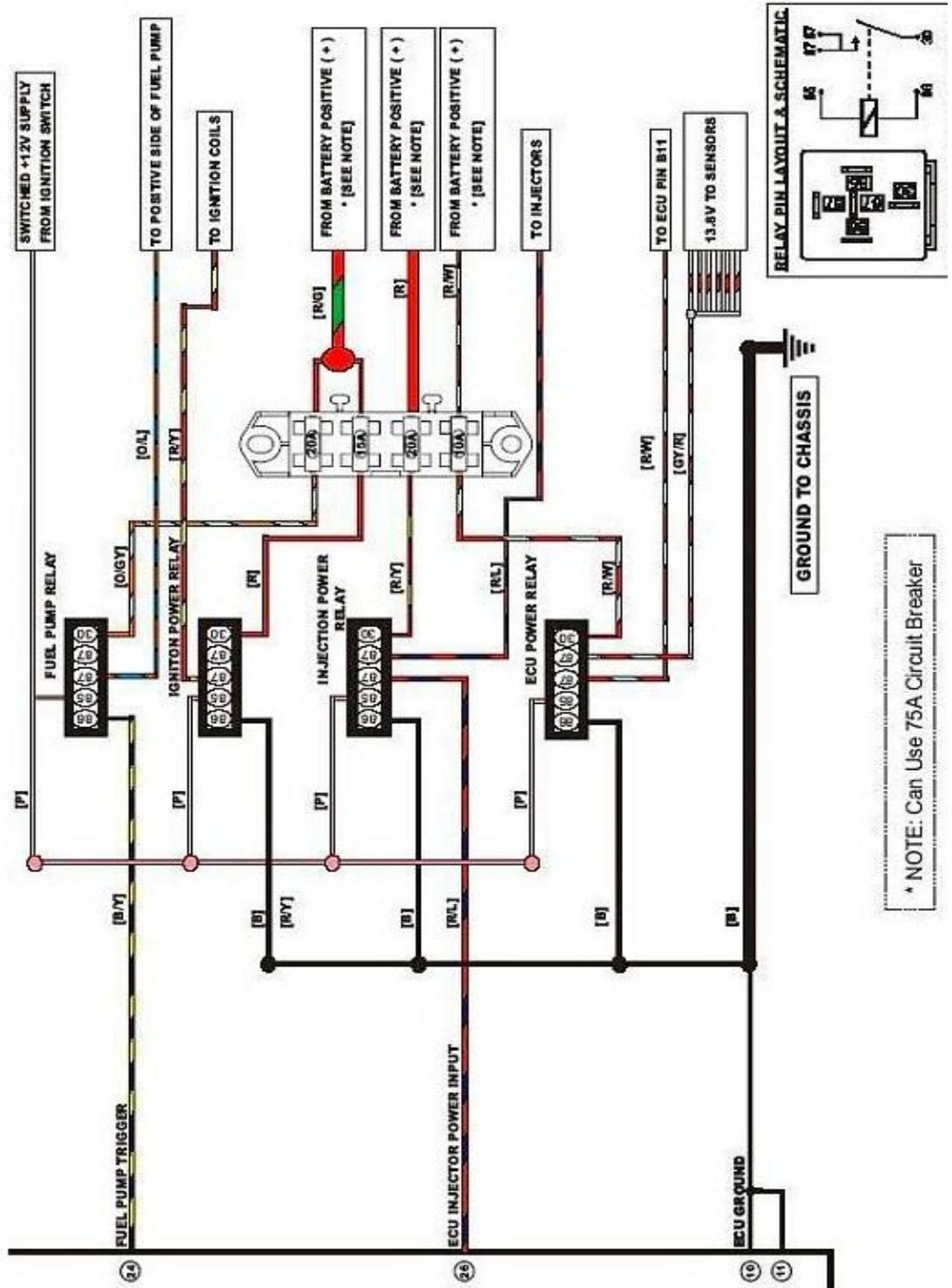
Crank your engine while someone is watching the timing with a timing light. Check for consistent ignition pulses while watching what engine position the spark occurs. Adjust the Trigger Angle and/or Tooth Offset to adjust the timing to correspond to the Lock Timing value that you have set. Typically you should select a tooth offset that gives you a trigger angle between 50-100 degrees. See [Calibrating Ignition Timing](#) for more details.

Once this is set, your ECU is now calibrated for ignition timing. Using the timing light, attach to each spark lead and check that every spark plug is firing a spark.

Enabling Injectors

With the ignition system now calibrated and firing, enable (and connect if disconnected) the fuel injectors. If you have purchased the optional trim module, now is a good time to setup the trim module to allow you to trim fuel (See Analogue Voltage Inputs setup for Trim Modules). With fuel enabled, crank your engine and adjust fuel until the engine starts. Adjust your fuel trim and fuel maps at the idle range and load until the engine idles smoothly. Typical engine idle RPM will be 1000 RPM at about -60 to -80 kPa of vacuum. Check that your ignition timing is still accurate and firing at the angle that is set in the Lock Timing parameter





WIRING CONNECTIONS

INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo de este proyecto se tomo varios factores en cuenta; el principal llegar a desarrollar un motor con mejor rendimiento tanto en potencia como en economía de combustible y junto con estos contribuir al planeta modificando un motor más para reducir la polución que tanto nos agobia hoy en día. El tema planteado en este proyecto de tesis es un complemento a una tesis ya desarrollada como fue la construcción de una limosina.

Los motores a combustión para que puedan trabajar necesitan de una mezcla de un combustible con un comburente. En lo que respecta a los motores de automóviles a gasolina y manufacturados hasta principios de los noventa, este trabajo es realizado por el carburador, el cual es el encargado de realizar la mezcla de aire combustible, siendo necesario 14.8 gramos de aire para la combustión de 1 gramo de gasolina. Esta mezcla es conocida como mezcla estequiométrica.

En el estudio de este proyecto se decidió cambiar el sistema de carburador, el cual era el sistema original del vehículo por un sistema más moderno; inyección electrónica. Varios puntos que se plantearon al momento de realizar el proyecto, es la disminución de gases residuales de la combustión, junto con un control preciso de la inyección dando como resultante un mejor desempeño del vehículo.

Básicamente el sistema de inyección electrónica está formado por una red de sensores y actuadores, que son comandados y monitoreados por una unidad de control electrónica en adelante llamada ECM.

Unidad de control.- Se encuentra compuesto por:

- Unidad de entrada y salida de datos
- Microprocesador
- Memoria EPROM
- Memoria RAM
- Sistema de auto diagnóstico
- En sistemas más modernos conexión con el sistema CAN

Esta en cargada de recibir datos de los sensores, comprar con los datos establecidos en la base de datos y ejecutar acciones para los actuadores.

Sensores.- Convierten magnitudes físicas o química en variables eléctricas, para que puedan ser entendidas por la unidad de control. Los sensores utilizados en este proyecto fueron los siguientes.

CKP.- Encargado en censar la posición del cigüeñal. Este sensor es el de mayor importancia ya que en nos indicara la posición del pistón en el punto muerto superior, y así se podrá adelantar o atrasar el encendido.

MAP.- Sensor que mide la masa de aire que ingresa al motor.

IAT.- Sensor de temperatura de aire.

Sensor MAF.- Encargado de medir el flujo de aire en el múltiple de admisión

TPS.- Encardado de informar al ECM la abertura de la mariposa de admisión.

En los actuadores podemos enumerar:

Inyectores.- Su función es pulverizar el combustible.

Regulador de presión de combustible.- Encargado en mantener presurizado la riel de inyectores.

La adaptación del sistema de inyección electrónica en el vehículo se empezó por adaptar, los sensores y actuadores en diferentes partes del motor según como estos trabajen. Posteriormente se procedió a pasar los diferentes cables de sensores tanto como de actuadores desde el cofre del vehículo hacia el habitáculo; lugar donde se encontraba la unidad de control. Para poder ubicar los diferentes sensores se tuvo que construir bases, y en algunos casos utilizar de vehículo que se encuentran en el medio para reducir costos, debido a que en nuestro medio el hacer un nuevo diseño muchas veces resulta más complejo y costoso que uno ya hecho.

Programación del ECM.- Una vez los cables en el habitáculo se conectan según el diagrama a cada uno de los cables del harness.

El siguiente paso es programar cada uno de los parámetros que el software brinda. Se debe introducir mediante que sensor va a estar comandado principalmente el sistema que en este caso fue por medio del MAP. Se debe programar el tipo de sensor de oxígeno. Tipo de inyectores, señal que estos van a recibir.

Se continua con un la configuración del mapa de combustible tanto como el mapa de ignición. Una vez arreglado estos mapas se da el primer arranque. Luego de este se va arreglando el mapa con la ayuda del sensor de oxígeno hasta lograr tener una mezcla estequiométrica. A pesar de que este parece un paso sencillo

sin duda es el más demoroso, ya que hay que ir “jugando” con la tabla de tiempo de combustible inyectado así como el avance o retraso de ignición.

Como herramienta para lograr todas estas lecturas de los sensores se utiliza el software de Haltech, y gracias a esta misma herramienta se modifica parámetros de los actuadores.

El desarrollo de este proyecto fue muy enriquecedor para poner en práctica todos los conocimientos adquiridos en el estudio de la carrera combinados con sentido común y auto preparación, los principales ingredientes para llevar a cabo con éxito este proyecto.

CAPITULO I GENERALIDADES

1.1 Principio de carburación

El objetivo del carburador es de mezclar el aire con el combustible, siendo necesario en condiciones normales 14.8 gramos de aire para la combustión de 1 gramo de combustible o conocido en el área automotriz como mezcla estequiométrica. Este proceso se realiza basado en el efecto VENTURI, el cual consiste en que un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado disminuye su presión al aumentar la velocidad después de pasar por una zona de sección menor, punto en el cual se introduce el extremo de otro conducto, lo que produce una aspiración del fluido contenido en este segundo conducto. Este efecto fue demostrado por el físico italiano Giovanni Battista Venturi (1746-1822), quien utilizó el principio de Bernoulli para desarrollar su famoso tubo de Venturi.

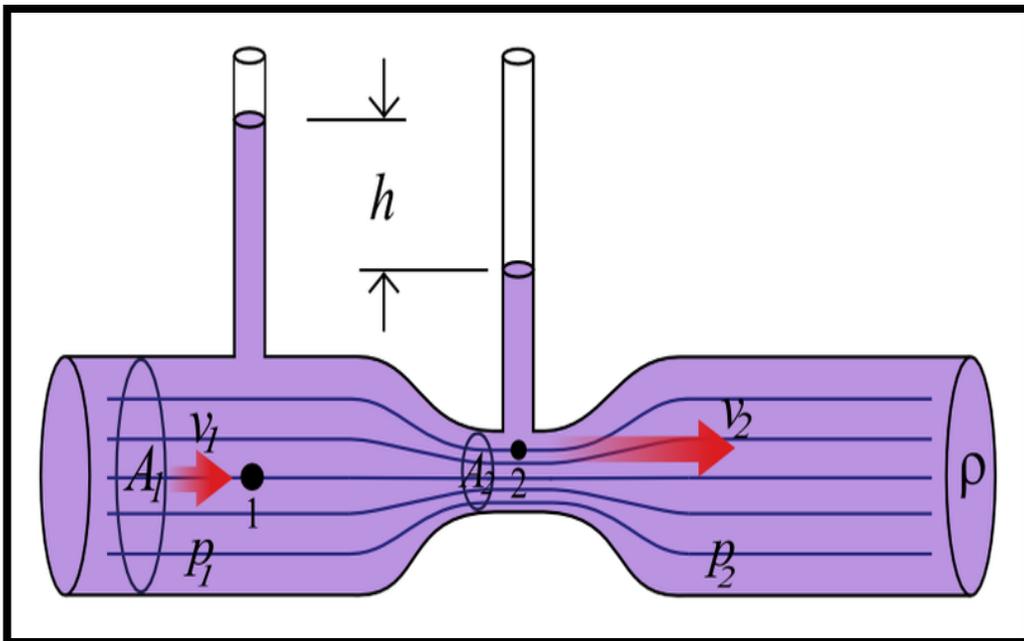


Grafico 1.1 Efecto Venturi¹

¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Venturifixed2.PNG>

En el vehículo este fenómeno se produce de la siguiente manera, la presión del aire que pasa a través del cuerpo del carburador, disminuye cuando pasa por un estrangulamiento. Al disminuir la presión, la gasolina fluye, se vaporiza y se mezcla con la corriente de aire, como se puede apreciar en el siguiente gráfico.

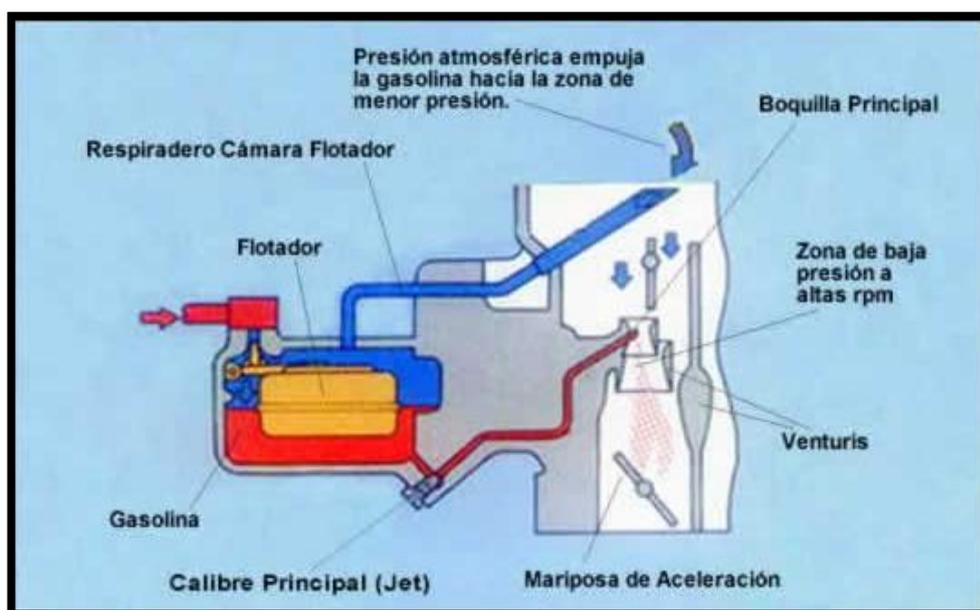


Grafico 1. 2 Carburador²

1.2 Rendimiento volumétrico

Debido a la velocidad de los ciclos de trabajo, en el interior del cilindro quedan gases remanentes que impiden el llenado completo de la mezcla aire combustible, por lo tanto la mezcla ingresada será menor a la capacidad real del cilindro, por lo tanto el rendimiento volumétrico es la relación que existe entre el aire que entro al cilindro para la combustión, con el que pudo haber entrado al cilindro dado el volumen de la cámara y la presión atmosférica. La capacidad de llenado depende de la sección de los conductos de admisión, del tamaño de las válvulas y el

² http://www.todomotores.cl/competicion/images/suministro_gasolina.jpg

cilindro. A mayor cantidad de aire, mayor cantidad de combustible se puede quemar. Otro factor que influye al momento de llenado es la temperatura del aire, ya que un gas por el calor se expande y cabe menos mientras que un gas frío se comprime y por lo tanto entra más. Por lo general el porcentaje de los motores a gasolina atmosféricos es menor al 100%; por ejemplo si hay menos aire de la que podría haber a presión atmosférica es menor a 100%, y es superior al 100% si hay mayor del que podría haber a presión atmosférica. Para que aumente la capacidad volumétrica se utilizan compresores o turbos.

1.2.1 Cálculo del Rendimiento Volumétrico

Rendimiento Volumétrico

η_F = Rendimiento volumétrico o grado de admisión

V_F = cantidad de gas nuevo

V_h = cilindrada

$$\eta_F = \frac{V_F}{V_h}$$

Cantidad de gas nuevo

$$V_F = \eta_F \cdot V_h$$

Cantidad de gas nuevo aspirado por minuto por un motor de 4 tiempos

$$V_{Fmin} = (\eta_F \cdot V_h \cdot i \cdot n) / 2$$

Nota: Se divide para dos por que en un motor cuatro tiempos tiene lugar una aspiración por cada 2 vueltas del cigüeñal.

1.3 Rendimiento térmico

El motor a gasolina es un motor térmico debido a que produce calor al momento de la combustión. Esta característica expansiva de los gases es la que produce el trabajo. Sin embargo cabe recalcar que el motor no alcanza la eficiencia térmica al 100%, apenas un 35 % es el que produce el trabajo.



Grafico 1.3 Perdida de calor térmico de un motor³

En **grafico 4** se puede observar un ciclo térmico del motor Otto. En el proceso A-B se produce la compresión del agente de transformación que se encuentra en el

³ http://www.todomotores.cl/mecanica/eficiencia_termica.htm

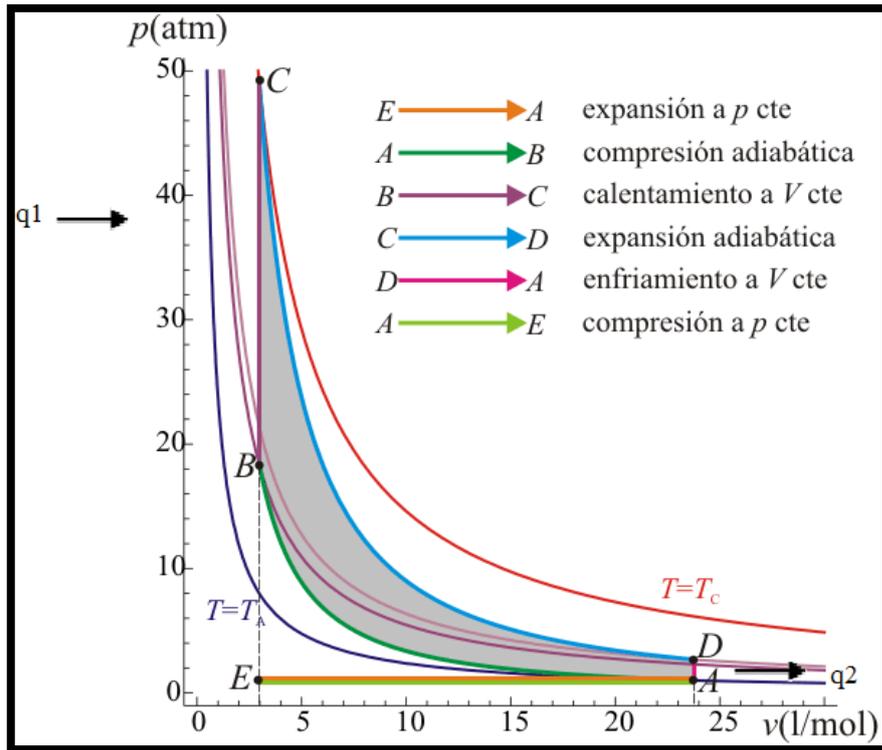


Gráfico 1.4 Ciclo Térmico Motor Otto

Cilindro que en el caso de un motor Otto es de aire y gasolina. Esta transformación que se produce se llama compresión adiabática.⁴ Durante el proceso de B-C el pistón se encuentra llegando al P.M.S y el volumen es constante, en este punto se suministra desde el exterior la cantidad de calor q_1 ; aumentando la presión y la temperatura del agente de transformación; a este proceso se lo conoce como ciclo isócoro. En la transformación de expansión Z-D de la mezcla del agente de transformación el embolo se mueve hacia el P.M.I produciendo la carrera de trabajo; de igual forma se produce un ciclo teórico sin intercambio de calor con el medio exterior por lo tanto se lo denomina expansión

⁴ Proceso térmico en el cual un gas pasa de una presión dada a otra mayor sin que ceda o tome calor del medio (transferencia de calor = 0)
http://es.wikipedia.org/wiki/Compresi%C3%B3n_adiab%C3%A1tica

adiabática. Para finalizar la extracción de cantidad q_2 que va a parar al foco frío, se da cuando el émbolo esta en el P.M.I y el volumen es constante ($V_a = V_b$).

1.3.1 Cálculo del Rendimiento Térmico

“El motor térmico recibe un calor, Q_c , de un foco o fuente caliente, efectúa un trabajo, W , y debe ceder calor, Q_f , a un foco frío. Para que la energía se conserve debe cumplirse que $Q_c = W + Q_f$. El rendimiento es por lo tanto:

$$\eta = \frac{W}{Q_c} = \frac{Q_c - Q_f}{Q_c} = 1 - \frac{Q_f}{Q_c}$$
⁵

Para el estudio del rendimiento térmico nos basaremos en la siguiente figura obtenida del libro MOTORES DE COMBUSTION INTERNA del Ing. Luis A. Mena Navarrete. Como se puede observar cuando el pistón se mueve desde el PMI y el cigüeñal gira en sentido de las manecillas del reloj desde el punto 2 hasta el punto 1

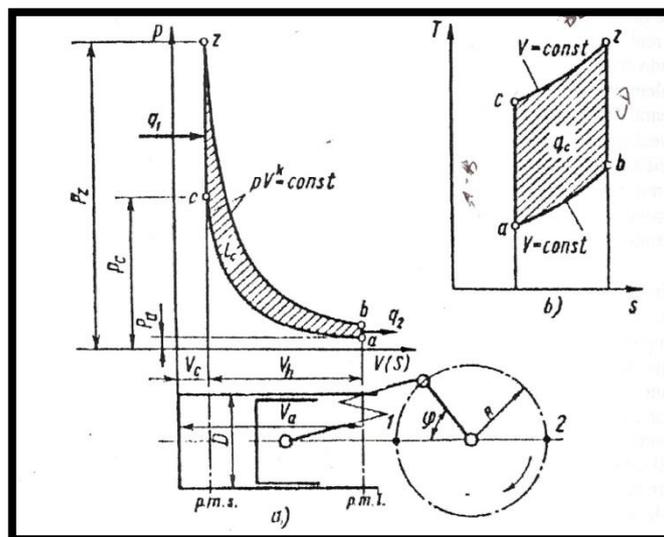


Grafico 1.5 Ciclo Térmico Motor Otto

⁵ http://es.wikipedia.org/wiki/Rendimiento_termico

D = diámetro del cilindro

R = radio de manivela del cigüeñal

S = carrera del embolo; S = 2R

Vh =Volumen desde el PMS al PMI (cilindrada)

$$Vh = \frac{\pi}{4} D^2 S$$

Vc = volumen de la cámara

Va = volumen total del cilindro cuando el embolo esta en el PMI

ϵ = relación de compresión

$$\epsilon = Va / Vc$$

λ = grado de elevación de la presión

$$\lambda = P z / Pc$$

κ = exponente adiabático

$$tk = Cp / Cv$$

φ = ángulo de giro del cigüeñal

Suponiendo que en el cilindro se encuentre una cantidad de 1 kg mezcla aire combustible (agente de transformación), la cantidad de calor suministrada.

$$q1 = C_v(T_z - T_c) \quad \text{J/kg o Kcal/kg}$$

Y la cantidad térmica, después de calor extraído

$$q_2 = C_v(T_b - T_a) \quad \text{J/kg o Kcal/kg}$$

Remplazando los valores de q_1 y q_2 en la fórmula el rendimiento térmico será:

$$\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1} = 1 - \frac{C_v(T_b - T_a)}{C_v(T_z - T_c)}$$

$$\eta_t = 1 - (T_b - T_a) / (T_z - T_c)$$

Compresión adiabática A-B

$$T_c = T_a (V_a/V_c)^{\kappa-1} = T_a \varepsilon^{\kappa-1}$$

Proceso isócoro B-C

$$T_z = T_c (P_z/P_c) = \lambda T_c = \lambda \varepsilon^{\kappa-1} T_a$$

Expansión adiabática

$$T_b = T_z (V_z/V_b)^{\kappa-1} = T_z (V_c/V_a)^{\kappa-1} = T_z (1/\varepsilon^{\kappa-1}) = \lambda T_a$$

Cabe recalcar que el rendimiento térmico de un motor varía con la carga y el régimen; normalmente el máximo valor de rendimiento térmico está cerca del régimen de par máximo y casi a plena carga.

1.4 Rendimiento mecánico

“Es la relación que existe entre la potencia útil y la potencia indica o potencia interna”⁶

Este rendimiento empeora con la velocidad y al disminuir la cilindrada unitaria.

Expresado en términos de potencia es: $\eta_m = P_e/P_i$

⁶ Tablas de la técnica del automóvil G. Hamm-G. Burk GTZ

En los motores actuales las pérdidas mecánicas suponen un 15%, lo que implica un rendimiento mecánico del 85%. El trabajo perdido en la transmisión se emplea en vencer rozamientos (Segmentos contra paredes del cilindro, pistón, debido a la inclinación de la biela, cojinetes de apoyo del cigüeñal y biela) y en mover órganos accesorios del motor como (bombas de agua, aceite, alternador, etc).

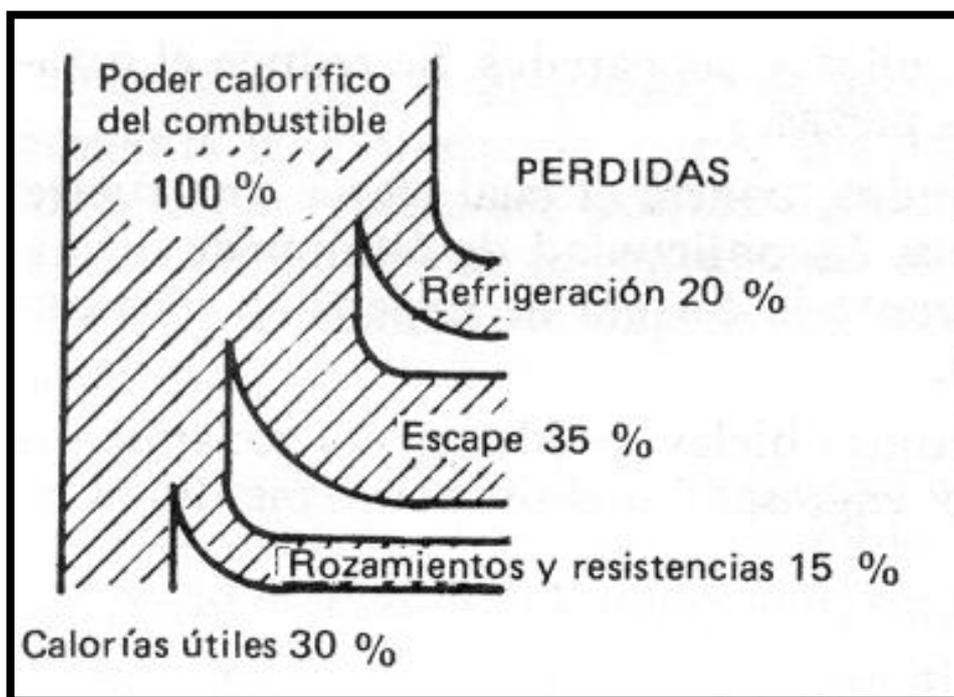


Grafico 1.6 Pérdidas que genera un motor⁷

1.4.1 Calculo del Rendimiento Mecánico

$$\text{Rendimiento Mecánico} = \frac{\text{Energía entregada } P_e}{\text{Energía suministrada al pistón } P_i}$$

$$\eta = \frac{P_e}{P_i}$$

De donde P_i (Energía suministrada al pistón)

⁷

<http://www.latorretaonline.com/departamentos/recursos/MTS/Tema%205.Caracteristicas%20de%20los%20motores%20de%20combustion%20interna.pdf>

Trabajo = Fuerza x Distancia

$$W = F * s \text{ [Nm]}$$

$$\text{Potencia} = \frac{\text{Fuerza} * \text{Distancia}}{\text{Tiempo}}$$

$$P = \frac{F * s}{t} \left[\frac{\text{Nm}}{\text{s}} \text{ o } W \right]$$

Debido a que $\frac{\text{Distancia}}{\text{Tiempo}}$ es igual a velocidad, se tiene también que

$$\text{Potencia} = \text{Fuerza} * \text{Velocidad}$$

$$P = F * v \left[N \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

En la industria la potencia se suele dar en kilowatts, por lo tanto tenemos que

$$1000W = 1000 \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = 1000 \frac{\text{J}}{\text{s}} = 1kW$$

Por lo tanto la potencia es igual a

$$P = \frac{F * s}{1000 * t} \text{ [kW]}$$

O a su vez

$$P = \frac{F * v}{1000} \text{ [kW]}$$

Pi es la potencia que genera el motor con la combustión

P_i = Potencia indicada [kw]

i = Número de cilindros

D = Diámetro [cm]

A_e = Superficie de pistón [cm^2]

p_m = Presión media de trabajo [bar

s = Carrera [m]

sobrepresión]

n =Revoluciones $\left[\frac{1}{\text{min.}} \right]$

V_H = Cilindrada total [litros]

$$P_i = \frac{\text{fuerza media del piston} * i * \text{Velocidad del piston}}{1000}$$

$$P_i = \frac{\frac{D^2 * \pi}{4} * 10 * p_m * i \frac{2 * s * n}{60}}{1000} [kw]$$

1.5 Torque-Potencia

El torque en física se entiende como una fuerza aplicada que se multiplica por el largo de la palanca, fenómeno que por lo general sirve para hacer girar un eje. En el ámbito automotriz se conoce como torque o par motor a la fuerza tangencial que produce la biela en el momento de su descenso, luego de realizar su ciclo de trabajo sobre el brazo del cigüeñal. El par motor esta dado por unidades de trabajo Nm.

Cabe recalcar que el par motor aumenta con la cilindrada total V_H y con la presión media de combustión o presión de trabajo P_m .

8

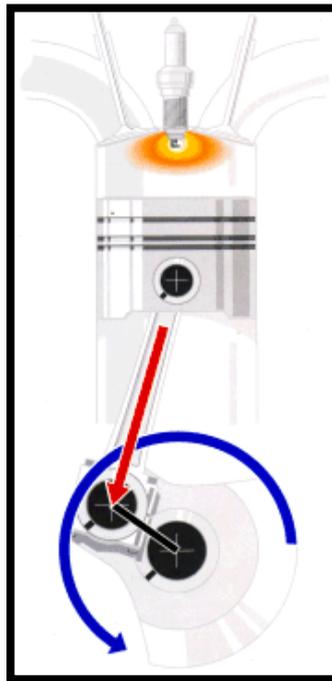


Grafico 1.7

⁸ <http://www.automotriz.net/images/tecnica/torque/03.gif&imgrefurl>

En cuanto el torque no es más que la rapidez con que se realiza un trabajo, es decir el trabajo por la unidad de tiempo.

$$Potencia = Trabajo / Unidad de Tiempo$$

Es decir el par motor por las RPM del motor. Los datos de potencia se obtiene en HP, CV estos últimos los más utilizados.

CAPITULO II SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRONICA

2.1 Sistema de inyección electrónica

Existen diversos tipos constructivos de sistemas de inyección de gasolina:

- Tipo mecánica
- Tipo electrónica

Pero para el desarrollo de este proyecto nos basaremos en los fundamentos de la inyección electrónica. En la actualidad la totalidad de los sistemas que vienen en los vehículos son electrónicos, existiendo diferentes variedades constructivas, de mayor o menor complejidad dependiendo de la marca y la región en la cual el vehículo va hacer utilizado, aunque en esencia todos los sistemas se parecen mucho. La característica más común en este tipo de sistema es que el combustible es introducido al motor por medio de los inyectores. Los inyectores están presurizados por medio de la bomba de combustible es decir de la misma manera que en un sistema mecánico con la gran diferencia que todos los parámetros son manejados a través de una computadora.

La computadora recibe el dato de la cantidad de aire que entra al motor (junto a otros parámetros de funcionamiento) para poder calcular el pulso de inyección en cada momento.

2.1.2 Ventajas de los sistemas de inyección

Un sistema de inyección controlado electrónicamente si dunda va a tener una variedad de características que mejoran el funcionamiento del motor en comparación de un sistema mecánico.

En los que respecta a emisión de gases podemos decir que tendremos menores cotas de contaminación debido a factores como:

- Uso de catalizador para convertirlos gases residuales de la combustión como NOx CO y Hx Cx en gases no nocivos.
- Control preciso del tiempo de inyección en cada situación de funcionamiento de motor.
- Recirculación de gases de escape, que contribuye a disminuirlos NOx.
- Mejor respuesta, ralentí más parejo, menor condensación de vapor de combustible en múltiple de admisión, auto adaptabilidad por cambios climáticos, etc.

En lo que respecta a la autonomía del vehículo, notablemente aumenta su rendimiento en Km/galón debido a lo siguiente:

- Uniformidad de la mezcla en cada cilindro.
- Mejor atomización del combustible que eleva la eficiencia de la combustión.
- La localización del inyector provoca menor licuefacción del combustible.
- Corte de combustible en desaceleración.

2.1.3 Sistema básico de inyección de combustible

Señales principales usadas para el cálculo primario del pulso de inyección

- Cantidad de aire que entra al motor, medida por diferentes métodos.
- Revoluciones de motor/ángulo de cigüeñal.

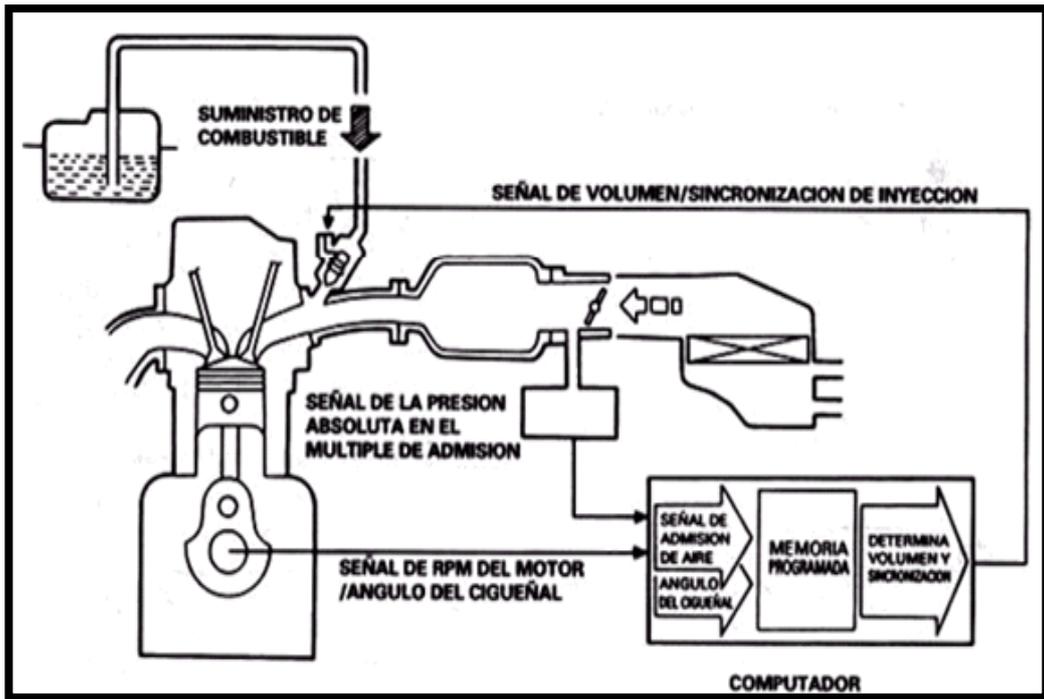


Grafico 2.1 Sistema básico de inyección de combustible

Un sistema de inyección está compuesto por:

Central de control(A) Sensores (B) Actuadores(C)

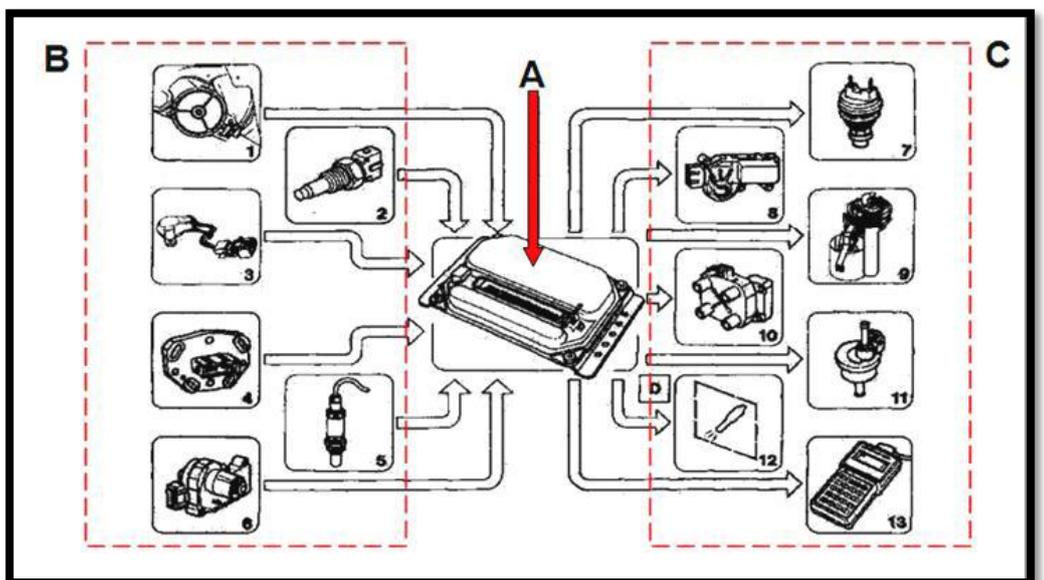
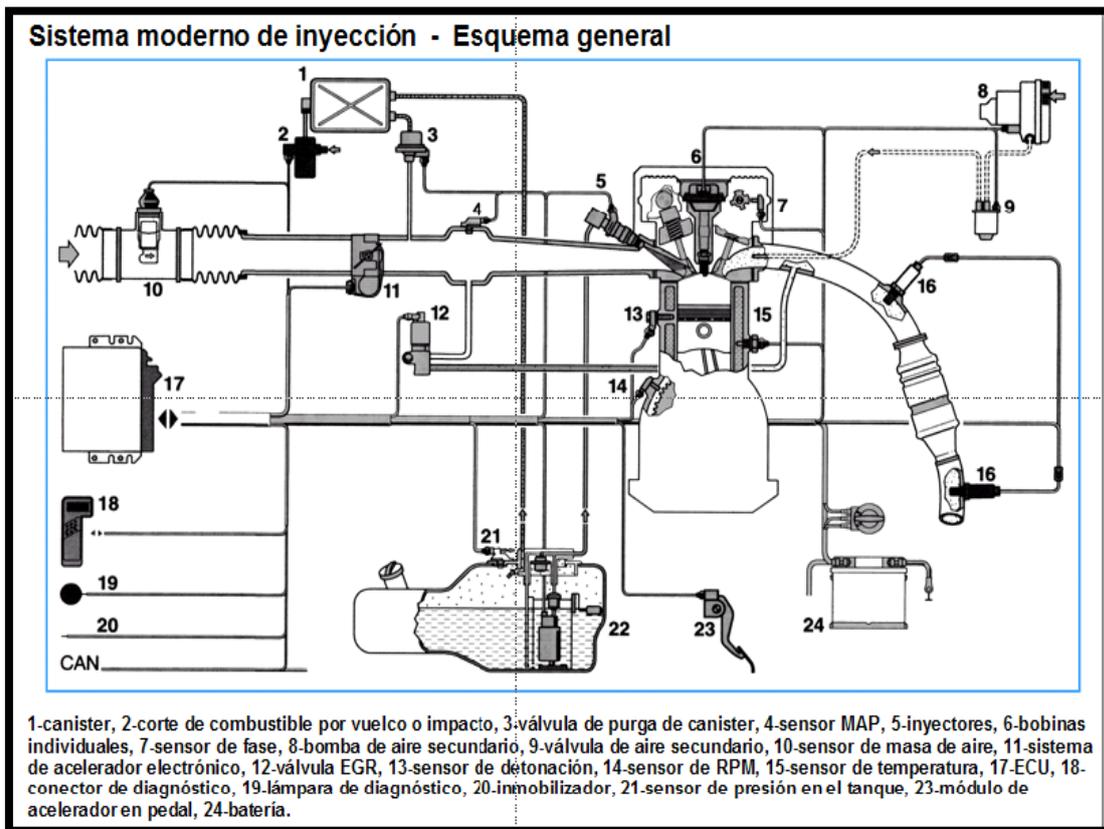


Grafico 2.2 Esquema de Sensores y Actuadores

⁹ Programa de Reparación Automotriz "Inyección Electrónica OBD-1 y OBD-II Delphi

¹⁰ Programa de Reparación Automotriz "Inyección Electrónica OBD-1 y OBD-II Delphi Elementos inyección.

2.1.4 Esquema sistema moderno de Inyección



11

Grafico 2.38 Esquema sistema moderno de Inyección

2.2 Unidad de Control

La unidad de control se encuentra básicamente compuesto por los siguientes elementos:

- Unidad de salida y entrada de datos
- Microprocesador
- Memoria EPROM
- Memoria RAM
- Sistema de auto diagnóstico
- En sistemas más modernos conexión con el sistema CAN

¹¹ Programa de Reparación Automotriz "Inyección Electrónica OBD-1 y OBD-II Delphi / Esquema

Las señales de los sensores son procesadas y los resultados comparados con los datos escritos en la base de datos (mapas). A partir de esto se calculan los parámetros de acción para los actuadores, quienes ejecutan las órdenes de la central.

La central también tiene incorporado un sistema de conversión analógico-digital para convertir las señales de los sensores cuando son señales analógicas en señales digitales. En la actualidad algunos sensores producen señales digitales.

En la actualidad las centrales de control no solo controlan el sistema de inyección, sino que también gestionan el sistema de encendido. A estos sistemas se los llama "SISTEMAS DE GESTION DE MOTOR".

Asimismo, en muchos casos las señales de los sensores de Inyección de combustible son compartidas por otras centrales (Ej.: Transmisión Automática).

2.3 Señales sensoriales

Los sensores convierten magnitudes físicas o químicas, en variables eléctricas para que pueda ser entendida por una unidad de control. Según la pagina web mecánica virtual manifiesta que la señal eléctrica de salida del sensor no es considerada solo como una corriente o una tensión, sino también se consideran las amplitudes de corriente y tensión, la frecuencia, el periodo, la fase o asimismo la duración de impulso de una oscilación eléctrica, así como los parámetros eléctricos "resistencia", "capacidad" e "inductancia".

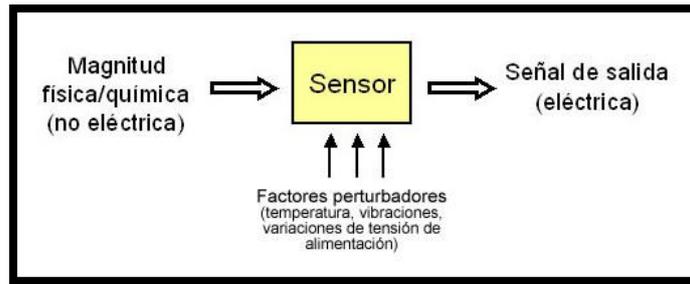


Grafico 2.4 Señales sensoriales¹²

2.3.1 Señal Análoga

Es una señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético y que es representable por una función matemática continua en la que es variable su amplitud y periodo en función del tiempo. Las magnitudes físicas comúnmente portadoras de una señal de este tipo son eléctricas como la intensidad, la tensión y la potencia, pero también pueden ser hidráulicas como la presión, térmicas como la temperatura, mecánicas, etc.

En la naturaleza, el conjunto de señales que se percibe son analógicas, así la luz, el sonido, la energía etc., son señales que tienen una variación continua. Incluso la descomposición de la luz en el arcoíris vemos como se realiza de una forma suave y continúa.

Una onda senoidal es una señal analógica de una sola frecuencia. Los voltajes de la voz y del video son señales analógicas que varían de acuerdo con el sonido o variaciones de la luz que corresponden a la información que se está transmitiendo.

¹² INDEA

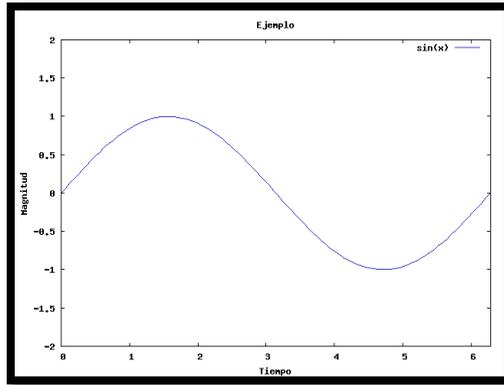


Grafico 9 Señal Análoga¹³

También dentro de las señales análogas se habla de la señal eléctrica analógica, que es aquella en la que los valores de la tensión o voltaje varían constantemente en forma de corriente alterna, incrementando su valor con signo eléctrico positivo (+) durante medio ciclo y disminuyéndolo a continuación con signo eléctrico negativo (–) en el medio ciclo siguiente.

El cambio constante de polaridad de positivo a negativo provoca que se cree un trazado en forma de onda senoidal.

2.3.2 Señal Digital

Este tipo de señal es generada por algún tipo de fenómeno electromagnético en que cada signo que codifica el contenido de la misma puede ser analizado en término de algunas magnitudes que representan valores discretos, en lugar de valores dentro de un cierto rango. Un ejemplo cercano es el interruptor de la luz sólo puede tomar dos valores o estados: abierto o cerrado, o la misma lámpara: encendida o apagada.

Así tenemos que los sistemas digitales usan lógica de dos estados representados por dos niveles de tensión eléctrica, uno alto, H y otro bajo, L (de *High* y *Low*,

¹³ http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Se%C3%B1al_Continua.png

respectivamente, en inglés), como un ordenador. Por abstracción, dichos estados se sustituyen por ceros y unos, lo que facilita la aplicación de la lógica y la aritmética binaria. Si el nivel alto se representa por 1 y el bajo por 0, se habla de lógica positiva y en caso contrario de lógica negativa.

Cabe mencionar que, además de los niveles, en una señal digital están las transiciones de alto a bajo y de bajo a alto, denominadas flanco de bajada y de subida, respectivamente. En la figura se muestra una señal digital donde se identifican los niveles y los flancos.

Ciertas de las ventajas que se pueden obtener a través de un sistema digital son:

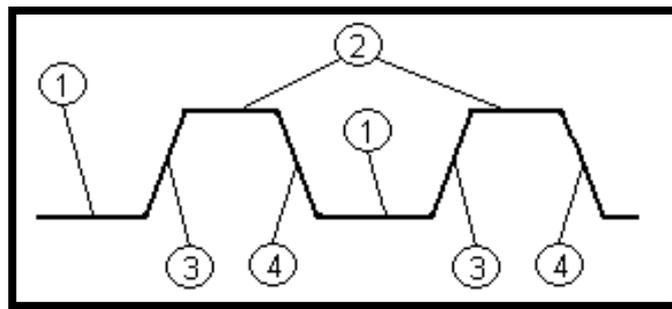


Grafico 2.6 Señal Digital ¹⁴

1) Nivel bajo, 2) Nivel alto, 3) Flanco de subida y 4) Flanco de bajada

Referido a un aparato o instrumento de medida, decimos que es digital cuando el resultado de la medida se representa en un visualizador mediante números (dígitos) en lugar de hacerlo mediante la posición de una aguja, o cualquier otro indicador, en una escala.

- a) Las señales digitales presentan ciertas ventajas a comparación de las analógicas como por ejemplo: Ante la atenuación, puede ser amplificada y

¹⁴ http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:S_digital.PNG

reconstruida al mismo tiempo, gracias a los sistemas de regeneración de señales.

- b) Cuenta con sistemas de detección y corrección de errores, en la recepción.
- c) Facilidad para el procesamiento de la señal. Cualquier operación es fácilmente realizable a través de cualquier software de edición o procesamiento de señal.
- d) Permite la generación infinita sin pérdidas de calidad. Esta ventaja sólo es aplicable a los formatos de disco óptico; la cinta magnética digital, aunque en menor medida que la analógica (que sólo soporta como mucho 4 o 5 generaciones), también va perdiendo información con la multigeneración.
- e) Las señales digitales se ven menos afectadas a causa del ruido ambiental en comparación con las señales analógicas.

2.4 Procesamiento de la Información

El procesamiento de información a través de sensores se logra gracias a una área de la ingeniería que se dedica al análisis y procesamiento de señales (audio, voz, imágenes, video) que son discretas. Aunque comúnmente las señales en la naturaleza nos llegan en forma analógica, también existen casos en que estas son por su naturaleza discretas, por ejemplo, las edades de un grupo de personas, el estado de una válvula en el tiempo (abierta/cerrada), etc.

Se puede procesar una señal para obtener una disminución del nivel de ruido, para mejorar la presencia de determinados matices, como los graves o los agudos y se realiza combinando los valores de la señal para generar otros nuevos.

También se lo puede llamar procesador digital de señales o DSP que son sus siglas en Ingles (Digital Signal Processor), que no es más que un

microprocesador que posee una cantidad de instrucciones, un hardware y un software optimizados para aplicaciones que requieran operaciones numéricas a muy alta velocidad. Debido a esto es especialmente útil para el procesado y representación de señales analógicas en tiempo real: en un sistema que trabaje de esta forma (tiempo real) se reciben muestras, normalmente provenientes de un conversor analógico/digital.

Para que el procesador pueda trabajar con señales analógicas, se necesitará un conversor analógico/digital a su entrada y digital/analógico en la salida. Como todo sistema basado en procesador programable necesita una memoria donde almacenar los datos con los que trabajará y el programa que ejecuta.

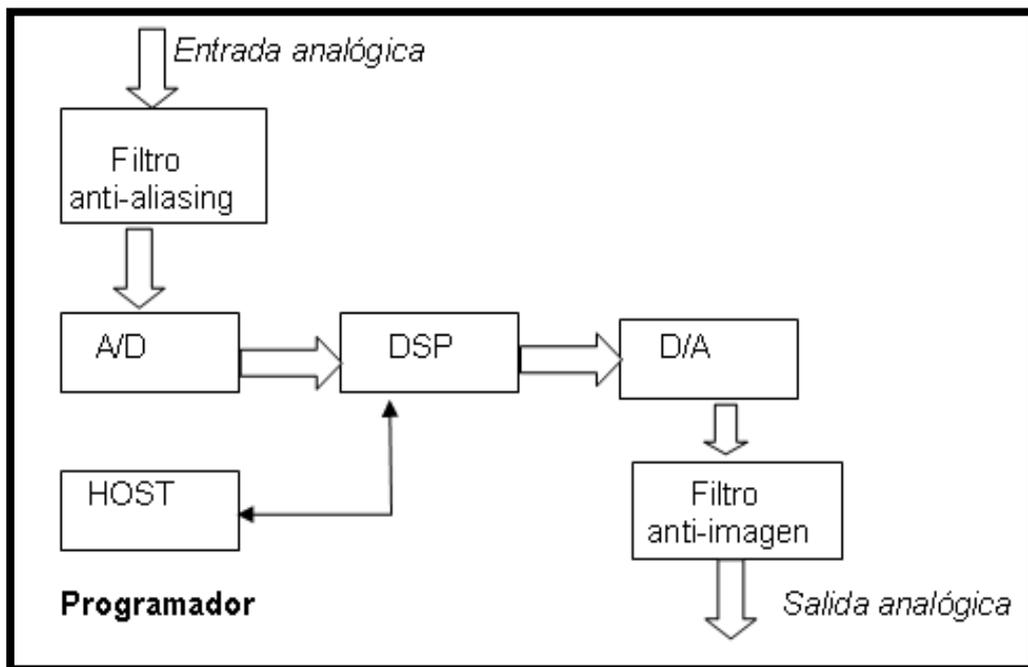


Grafico 2.710 Esquema de procesamiento de Información ¹⁵

Generalmente la señal entrante entra directamente en un filtro anti-aliasing para evitar frecuencias superiores a la de muestreo del conversor analógico-digital.

¹⁵ <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:DSP.PNG>

2.4.1 Tipos de Memoria

Debido a la gran demanda de información existen diferentes tipos de memoria, las cuales ayudan a que la central no se sature con tanta información, es por eso que tenemos diferentes memorias. En general se puede clasificar a las memoria en dos grandes grupos, memoria principal en donde se encuentran las memorias de lectura/ escritura Volátil y la memoria de solo lectura No Volátil. Por otro lado tenemos las memorias de almacenaje.

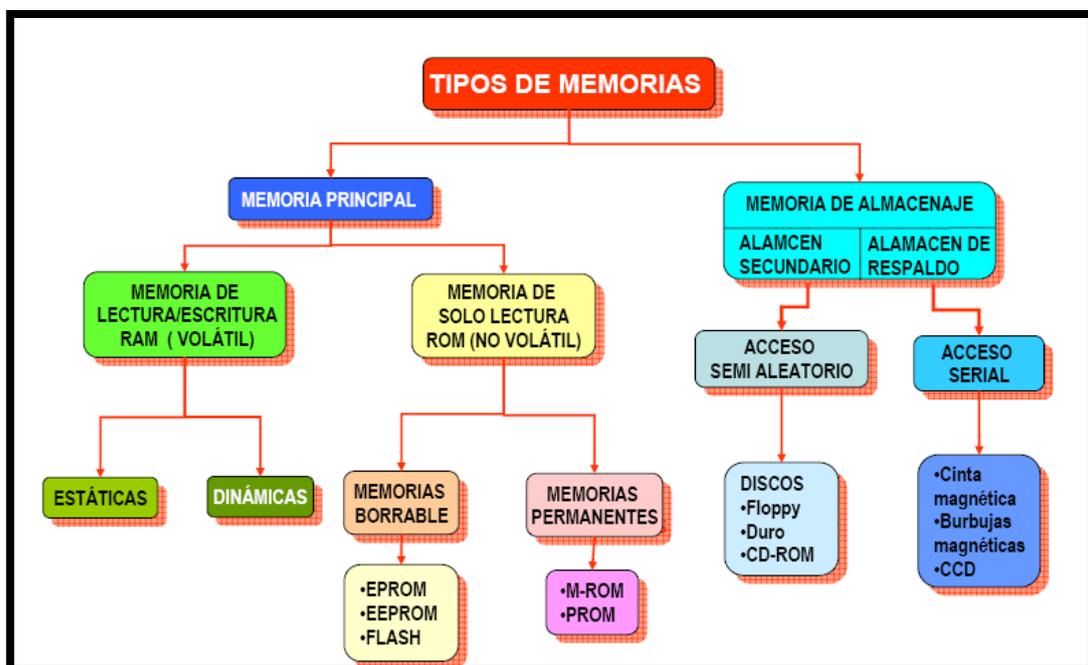


Grafico 2.8 Tipos de Memoria¹⁶

2.4.2 Memorias Volátiles

2.4.2.1 Memoria RAM

Memorias de acceso aleatorio ó más conocida por sus siglas en ingles RAM (Random Access Memory). Estas memorias se caracterizan por ser memorias de lectura/escritura y contienen un conjunto de variables de dirección que permiten seleccionar cualquier dirección de memoria de forma directa e independiente de la

¹⁶ http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/microprocesadores/EL_Z80_PDF_S/13_TIPOS_DE_MEMORIA.PDF

posición en la que se encuentre. Las memorias RAM son volátiles por que pierden la información cuando no hay energía. Dentro de las memorias RAM hay dos categorías básicas:

RAM estática.- Están conformadas por flip-flops, que generalmente son construidos con transistores MOSFET, aunque también hay algunas memorias pequeñas construidas con transistores bipolares.

RAM dinámica.- Se compone de celdas de memoria construida con condensadores. Su fabricación es más sencilla, lo cual permite construir memorias de gran capacidad.

2.4.3 Memorias No Volátiles

2.4.3.1 Memoria ROM

Las memorias de solo lectura son conocidas como memorias ROM (Read Only Memory), las cuales se caracterizan por ser memorias de lectura y contienen celdas de memorias no volátiles, es decir la información se conserva a pesar de que no exista energía. Este tipo de energía se utiliza para almacenar información de parte permanente.

Las memorias ROM se caracterizan por que su información se almacena durante su fabricación y no se puede alterar. El proceso de fabricación es muy costoso, pero la producción de grandes cantidades hace que bajen su costo. La programación se hace a través de un diseño de un negativo fotográfico llamado máscara, en esta se especifican las conexiones internas de la memoria.

2.4.3.2 Memoria PROM

Esta memoria es una ROM programable (Programmable Read Only Memory), a diferencia de la ROM esta no se programa durante su fabricación, sino el usuario es quien realiza la programación, teniendo en cuenta que solo se puede realizar una vez y que no se puede borrar o volver almacenar otra información. Para el almacenamiento de información hay dos técnicas: por destrucción de fusible o por destrucción de unión. Generalmente la información se programa en las diferentes celdas de memoria aplicando la dirección en el bus de direcciones.

Tabla 1 Tipos de memorias

Tipo	Categoría	Borrado	Alterable por byte	Volátil	Aplicación típica
SRAM	Lectura/escritura	Eléctrico	Sí	Sí	Caché
DRAM	Lectura/escritura	Eléctrico	Sí	Sí	Memoria principal
ROM	Sólo lectura	Imposible	No	No	Equipos (volumen de producción grande)
PROM	Sólo lectura	Imposible	No	No	Equipos (volumen de producción pequeño)
EPROM	Principalmente lectura	Luz UV	No	No	Prototipos
EEPROM	Principalmente lectura	Eléctrico	Sí	No	Prototipos
Flash	Lectura/escritura	Eléctrico	No	No	Cámara digital

2.4.4 Calculo numérico

Los DSP suelen ser programados en C y/o Ensamblador. La programación en C permite llevar a cabo procesos y algoritmos de una manera más clara e independiente de plataforma. Existen multitud de programas C ya depurados, que resuelven problemas típicos de procesamiento digital y de los que nos podemos favorecer directamente. Sin embargo el C se desarrolló para realizar una programación genérica, sin tener en cuenta las ventajas que pueda proporcionar

una determinada arquitectura. Esto hace que el compilador tenga que realizar una ardua labor en la fase de generación de código optimizado para utilizar las ventajas de la CPU. Es difícil que un compilador infiera el código más óptimo a partir de la representación que se hace con un lenguaje de alto nivel como C. Para maximizar la eficiencia de ejecución se recurre a la programación directa en Ensamblador de las partes del programa que se lleven la mayor parte del tiempo de ejecución. Los fabricantes suelen entregar bibliotecas de rutinas matemáticas clásicas optimizadas escritas en Ensamblador. Es decisión del desarrollador el decidir la cantidad de C y de Ensamblador que necesita su aplicación, teniendo en cuenta que el primero contribuye con su Flexibilidad y Rápido desarrollo, mientras que el segundo aporta Rendimiento.

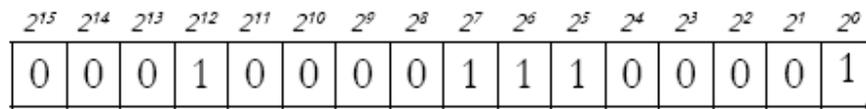
Representaciones numéricas

Otra decisión a tomar es la de escoger un DSP con soporte de números en coma flotante u otro que únicamente opere con enteros. Los primeros presentan un modelo de programación más simple, pudiendo implementar fácilmente los algoritmos matemáticos. Los segundos son más económicos pero entrañan muchas dificultades a la hora de realizar programas de cálculo.

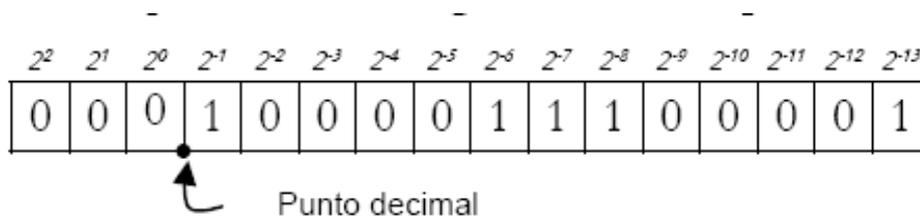
2.4.5 Números en coma fija

Los DSP que trabajan únicamente con números enteros disponen típicamente de registros de 16, 24, ó 32 bits para almacenarlos y otros registros acumuladores, habitualmente más grandes (24, 32, ó 40 bits) para que no se desborden con la acumulación de los resultados de las operaciones que se realicen sobre ellos. Muy a menudo es necesario codificar números reales en este tipo de micros para poder hacer cálculos aritméticos. Podemos beneficiarnos del hardware diseñado

para operar con números binarios en los que un bit que aparece a la izquierda de otro tiene el doble de valor (*peso*), y un bit que aparezca a la derecha tiene la mitad. Supongamos el siguiente número con el que el HW puede realizar las operaciones matemáticas básicas:



Como sabemos, este número representa al 4321 ya que: $2^{12} + 2^7 + 2^6 + 2^5 + 2^0 = 4321$. Esto es así si respetamos la asignación de valores que se le ha dado a cada bit en la figura, pero podría ser que interesara asignar otra correspondencia de pesos:



En tal caso el mismo dato codificaría un número bien distinto: $2^{-1} + 2^{-6} + 2^{-7} + 2^{-8} + 2^{-13} = 0,5274658203125$. Lo que se ha hecho simplemente es cambiar la posición del punto decimal imaginario. Por defecto se considera que está a la derecha del bit menos significativo, pero en este caso se ha establecido entre los bits 13 y 12. Las operaciones matemáticas de suma y resta mantendrán resultados coherentes siempre que se considere que todos los datos que intervienen usan el mismo convenio de codificación. Incluso aun usando números con signo, los resultados seguirán siendo igualmente válidos:

Entero		Coma fija	
$4321 + 512 = 4833$	→	$4321 \cdot 2^{-13} + 512 \cdot 2^{-13} = 4833 \cdot 2^{-13}$	

En el caso de la multiplicación (y la división), se lleva un tratamiento diferente. El hardware suele estar diseñado para devolver un resultado con una cantidad superior de bits que los multiplicandos. Habitualmente si los multiplicandos son de 16 bits, se obtiene un producto de 32 bits. Pero además el desplazamiento del punto decimal será acumulativo. A continuación se muestra los resultados de las multiplicaciones de dos números en coma fija:

$$4321 \times 512 = 2212352$$

$$4321 \cdot 2^{-13} \times 512 \cdot 2^{-13} = 2212352 \cdot 2^{-26}$$

La primera línea asume que el punto decimal está a la derecha del bit 0, lo que equivale a que ambas magnitudes estén multiplicadas por 20. El resultado lleva un exponente que es la suma de los exponentes de los multiplicandos es decir $20+0$, quedándose tal cual. En el segundo caso se asume que existe un punto decimal en el bit 13 de ambos multiplicandos, por lo que el resultado habrá de estar afectado igualmente por la suma de los exponentes es decir -26 .

2.4.6 Representación de números negativos

Existen varios métodos para expresar un número negativo usando una secuencia de bits: binario desplazado, signo y magnitud, y complemento a 2. Los números **binarios desplazados** son realmente enteros sin signo a los que se les resta un *offset* que suele estar a la mitad del rango numérico admitido. Por ejemplo si el rango numérico fuera de 256 elementos, el valor real de un número binario desplazado sería el correspondiente al entero sin signo que indique la combinación binaria menos 127. A continuación se muestran algunas equivalencias de este tipo de representación binaria desplazada de 8 bits y offset de -127 y su decimal correspondiente:

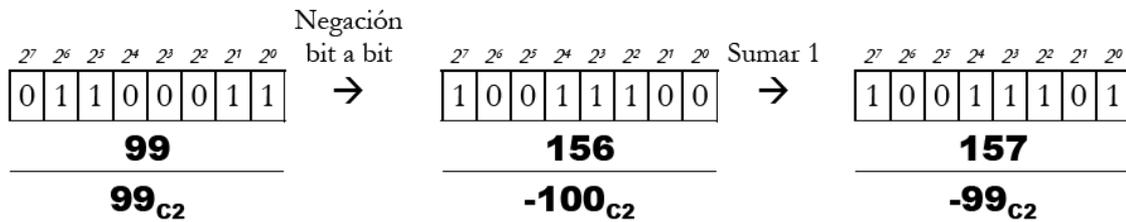
Binario	Decimal
00000000	-127
11111011	-5
10001001	10
10100000	33
11100011	100
11111111	128

Grafico 2.9 Equivalencias Binario y decimal

Los números **binarios codificados con signo y magnitud** son de escaso interés en la actualidad. El bit de mayor peso indica el signo del número y el resto de bits codifican la cifra como entero sin signo de la forma habitual. Este sistema tiene dos representaciones para el número 0, lo que puede ser un problema a la hora de realizar comparaciones. Estos dos sistemas de representación numérica exigen la existencia de un circuito dedicado para realizar las operaciones de suma y resta si se consideran los números negativos, no pudiendo reutilizarse la que se usara con números enteros sin signo.

La codificación en **complemento a 2 (C2)** es de las más usadas en los sistemas informáticos modernos. Un número expresado en C2 conserva la misma codificación binaria existente para los números positivos, pero reserva el bit de mayor peso para indicar el signo del número, reduciendo a la mitad el número máximo positivo codificable. Los números negativos se forman a partir de la representación positiva, invirtiendo todos los bits, y sumando 1 a la cifra

resultante. Este procedimiento también es válido para transformar un número negativo en C2 a su representación positiva.



La distribución lineal de números de 8 bits enteros sin signo y C2, quedaría:

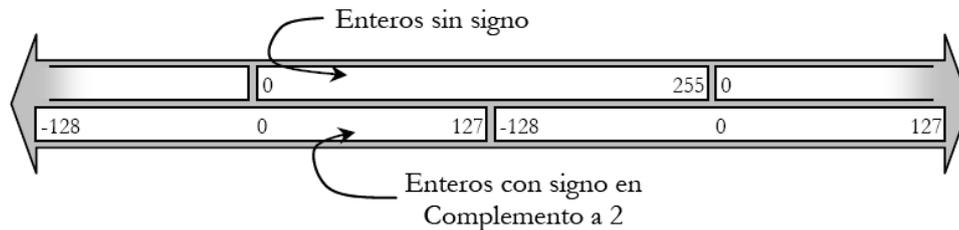


Grafico 2.1012 Distribución lineal de números de 8 bits sin signo

La combinación 10000000b corresponde al número sin signo 128 y es el -128 expresado en complemento a 2, mientras que a 11111111b le corresponden 255 y -1 respectivamente.

2.4.6.1 Ventajas de la codificación binaria

Las ventajas de la codificación binaria en complemento a dos son:

- a) Ofrece una representación única del número 0.
- b) Permite la reutilización de los mismos circuitos aritméticos de suma y resta tanto para operaciones de números enteros con signo como números enteros sin signo sin necesidad de alteración. (Se necesitan bits de *carry* y *overflow*.)
- c) Se puede determinar fácilmente si un número es negativo simplemente consultando su bit de mayor peso.

2.5 Sensores de un sistema de Inyección de Combustible

Elementos que envían señales eléctricas a la Central de Control.

- Los sensores transforman cantidades físicas (temperatura, RPM, presión, etc.) en señales eléctricas.

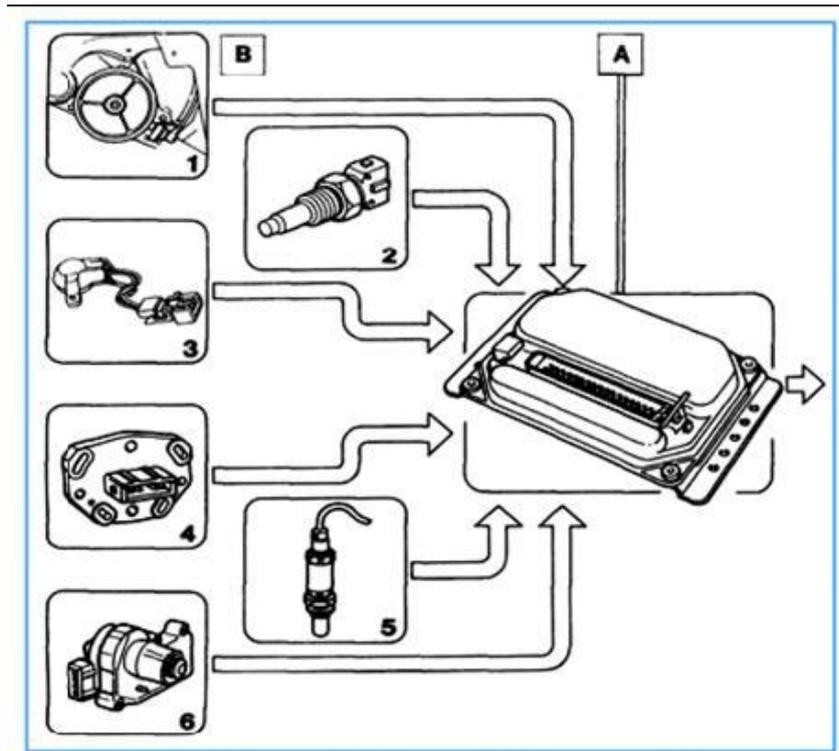


Grafico 2.11 Sensores de Un sistema de Inyección

Principios físicos de funcionamiento

- Efecto Hall
- Piezoeléctricos
- Hilo caliente o placa caliente
- Potenciómetro
- Termistores
- Sensores tipo óptico
- Sensores tipo switch

2.5.1 Sensor MAP (tipo analógico)

Usados para sensar depresión de múltiple de admisión. Producen una señal de tipo analógica.

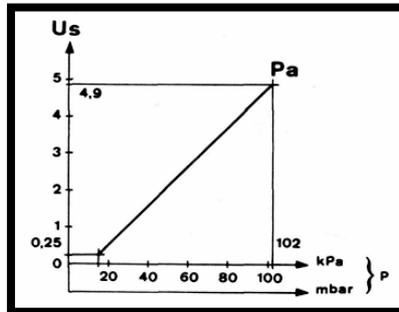


Grafico 2.12 Curva de tensión de un sensor MAP analógico

US= tensión de salida en Volts

kPa= presión medida en Kilo Pascal

mbar= presión medida en milibares

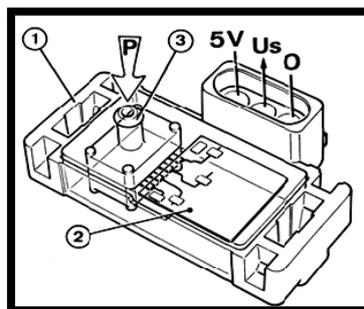


Grafico 2.1313 Cuerpo del sensor

1 –Cuerpo del sensor

2 –Placa electrónica

3 –conexión de vacío o presión

5V –polarización +5 Volt

Us –salida de señal

O –Masa eléctrica

2.5.1.1 Diagnostico MAP (analógico)

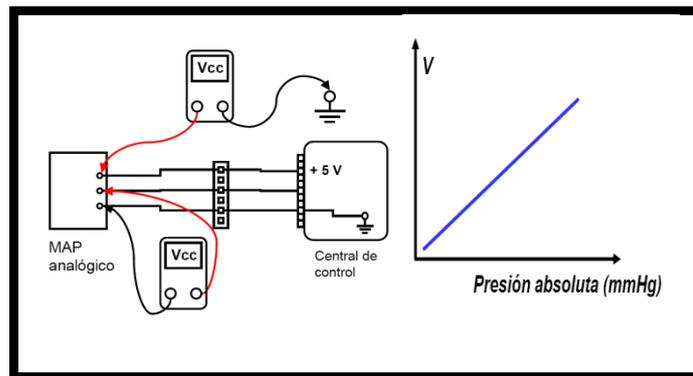


Grafico 2.14 Diagnostico Map

2.5.2 Sensores de presión –tipo digital

Este tipo de sensores de presión tienen incluido un condensador en un circuito oscilante interno. La variación de distancia entre las capas del condensador provoca una variación de la *capacitancia* del mismo. La variación de *capacitancia* se transforma en una onda cuadrada gracias a la acción del circuito eléctrico.

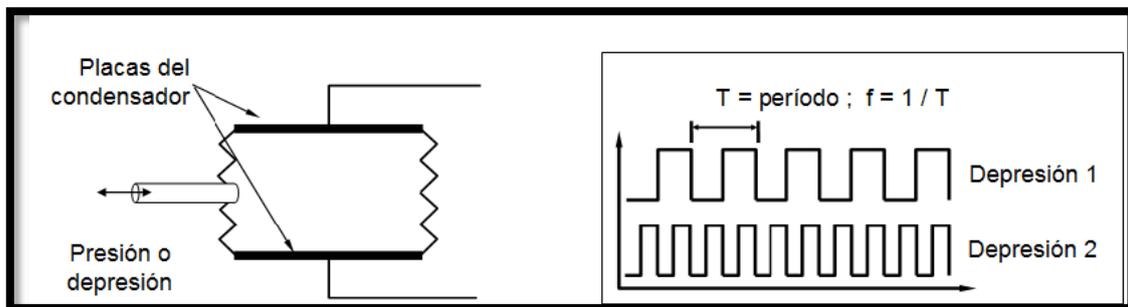


Grafico 2.15 Señal de sensor de presión

2.5.3 Diagnostico MAP (digital)

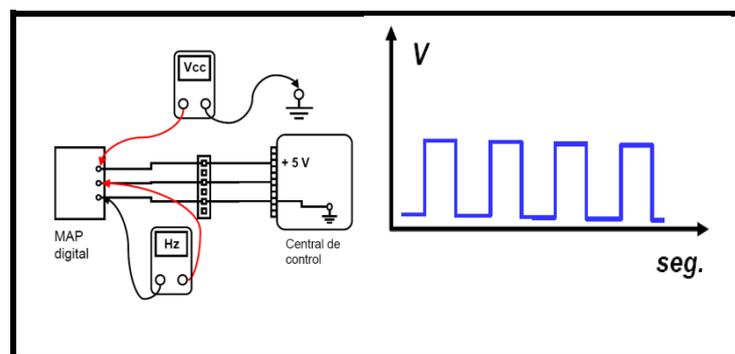


Grafico 2.16 Diagnostico MAP Digital

2.5.4 Sensores tipo hilo caliente o placa caliente (MAF)

Llamados sensores másicos pues su señal es proporcional a la masa de aire (Kg/hora) que ingresa al motor.

•Funcionan igual que los puentes de Wheat Stone vistos anteriormente. Una resistencia de formas variadas está puesta en la corriente de aire. El calor extraído a la misma por el aire hace que varíe el valor de su resistencia.

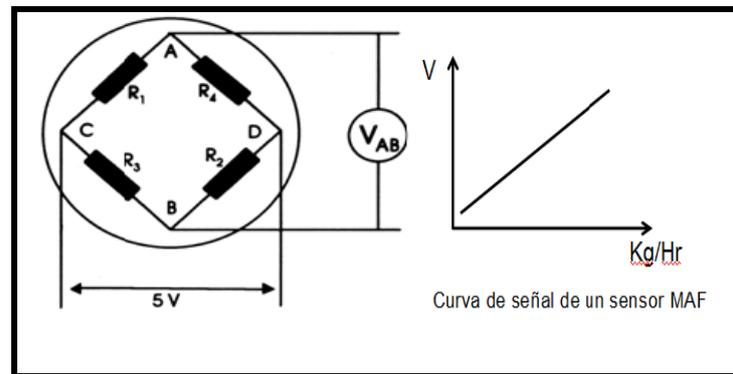


Grafico 2.17 Sensor MAF

2.5.4.1 Diagnostico MAF

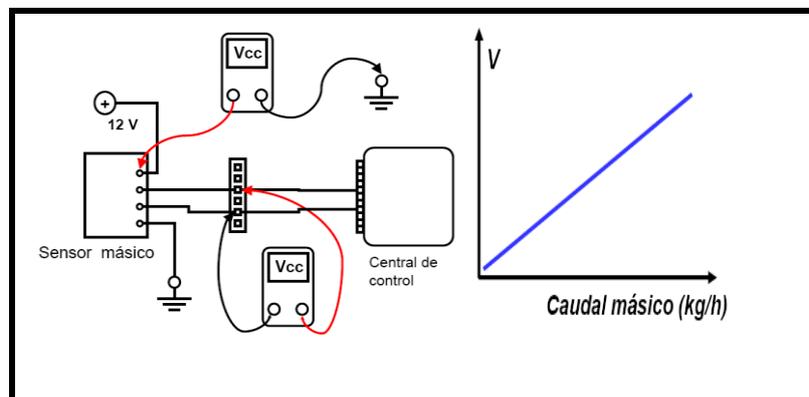


Grafico 2.18 Diagnostico Sensor MAF

2.5.6 Sensor de mariposa o TPS

Envía una señal de tensión proporcional al ángulo de apertura de la mariposa de aceleración. También para informar de situaciones como aceleración rápida o aceleración gradual. En los sistemas que no usan sensor de presión absoluta se usa la posición de mariposa para determinar el ángulo de avance de ignición.

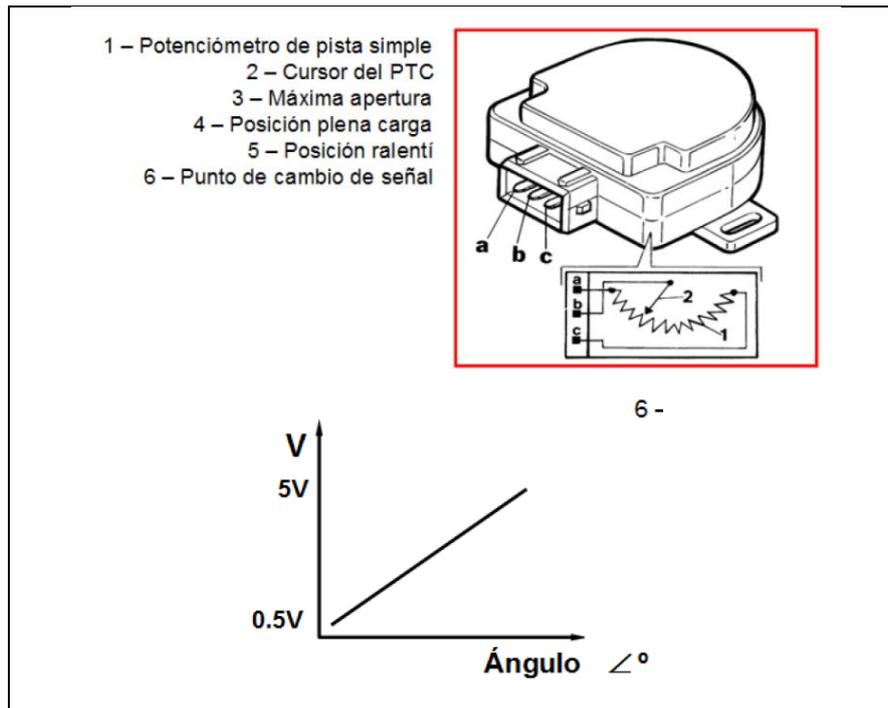


Grafico 2.19 Partes del sensor TPS

Valor sin aceleración: 0 volts

Valor aceleración media: 2.5 volts

Valor aceleración completa: 5 volts

2.5.6.1 Diagnostico TPS

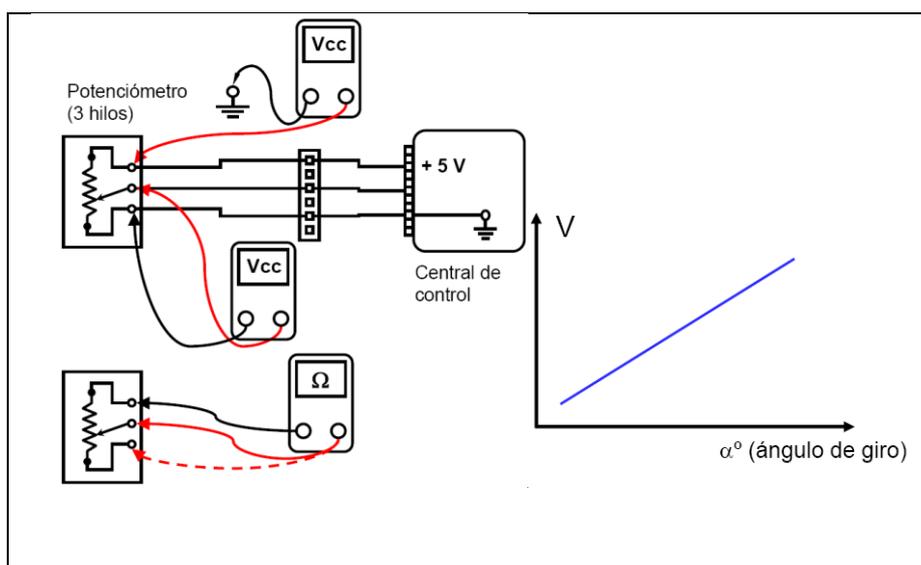


Grafico 2.20 Diagrama Diagnostico TPS

2.5.6.2 Posibles fallas del sensor

Si este sensor, tuviera desconectada la manguera de vacío, daría como resultado, un funcionamiento tembloroso, e inestable

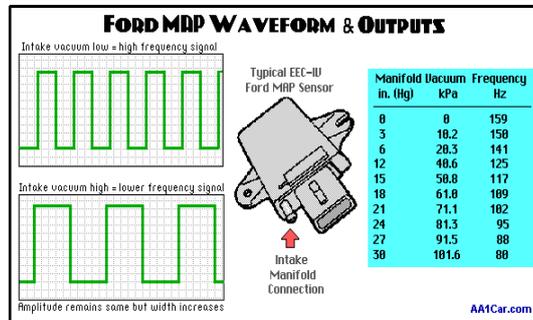


Grafico 2.21 Señal Con Falla Sensor MAP¹⁷

En este grafico se puede observar el funcionamiento del sensor; a mayor aspirado, la frecuencia de la señal es menor, así como a menor aspirado se tiene una frecuencia más rápida de la señal.

2.5.6.3 Oscilograma sensor MAP

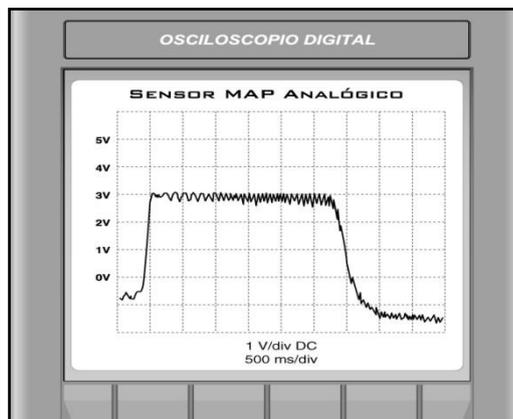


Grafico 2.23 Oscilograma sensor MAP¹⁸

¹⁷ http://www.aa1car.com/library/map_sensors.htm

¹⁸ Programa técnico de Reparación Automotriz "Inyección Electrónica OBD-I y OBD-II DELPHI

2.5.7 Sensor de Temperatura

Un sensor de temperatura está formado por un termistor. Este es un elemento que cambia su resistencia eléctrica en función del cambio de temperatura. Los mismos envían información a la central de control respecto de las temperaturas de refrigerante de motor y aire de admisión. Esta información es de suma importancia para el cálculo del tiempo de inyección de combustible. También es importante la señal de estos sensores para:

- 1 -Estrategia de funcionamiento de motor frío
- 2 -Corte de combustible en desaceleración
- 3 -Control de válvula EGR
- 4 -Control de inyección adicional de aire (en frío para reducir HC y CO)
- 5 –Estrategia de Comando de electro ventiladores
- 6 –Cálculo de la densidad de aire

2.5.7.1 Sensor de Temperatura del Refrigerante.-

Como el motor de combustión interna no se mantiene en el mismo valor de temperatura desde el inicio de funcionamiento, ya que se incrementa, las condiciones de funcionamiento también variarán notablemente, especialmente cuando la temperatura es muy baja, debiendo vencer la resistencia de sus partes móviles; adicionalmente un buen porcentaje del combustible inyectado es desperdiciado en las paredes del múltiple de admisión, de los cilindros y debido a la mala combustión, por lo que requerimos inyectar una cantidad adicional de combustible en frío y reducir paulatinamente este caudal hasta llegar al ideal en la temperatura óptima de funcionamiento.

Esta señal informa al computador la temperatura del refrigerante del motor, para que este pueda enriquecer automáticamente la mezcla aire - combustible cuando el motor está frío y la empobrezca paulatinamente en el incremento de la temperatura, hasta llegar a la temperatura ideal de trabajo, momento en el cual se mantiene la mezcla ideal.

Para ello se utiliza una resistencia NTC (NEGATIVE TEMPERATURE COEFICIENT), que como su nombre lo indica, es una resistencia de coeficiente negativo de temperatura. Esto quiere decir que la resistencia del sensor irá disminuyendo con el incremento de la temperatura medida, o lo que es lo mismo, que su conductibilidad irá aumentando con el incremento de temperatura, ya que cuando está frío el sensor, su conductibilidad es mala y aumenta con el incremento de temperatura.

El sensor está encapsulado en un cuerpo de bronce, para que pueda resistir los agentes químicos del refrigerante y tenga además una buena conductibilidad térmica. Está localizado generalmente cerca del termostato del motor, lugar que adquiere el valor máximo de temperatura de trabajo y entrega rápidamente los cambios que se producen en el refrigerante. En su parte anterior tiene un conector con dos pines eléctricos, aislados del cuerpo metálico.

Dependiendo del sistema, existen dos posibilidades de señal que puede entregar el sensor de temperatura:

a) Alimentación Positiva.-

El sensor recibe en uno de sus pines una alimentación de 5 voltios de referencia, tensión eléctrica que la envía el computador una tensión ascendente de información hasta calentarse, momento en el cual le entrega una tensión mayor,

pudiendo llegar cerca de los 5 voltios de alimentación. Esta señal se envía por el segundo pin del sensor hacia el computador, el cual identifica esta tensión variable en temperatura medida del refrigerante, entregando a los inyectores una cantidad de combustible ideal en cada etapa de calentamiento.

b) Alimentación Negativa.-

Como en el primer caso, en otros sistemas se utiliza una alimentación negativa lo que significa que el primer pin del sensor tiene una conexión de tierra o MASA. Cuando el sensor está frío, la alta resistencia interior permite enviar una señal negativa muy pequeña por el segundo pin, dirigida al computador, pero seguirá incrementándose acorde al aumento de temperatura del motor.

Como se podrá notar, el tipo de señal que se envía al computador solamente dependerá del tipo de alimentación que se le entregue al sensor, el cual se encarga de enviar una señal variable de esta alimentación, progresiva con el aumento de temperatura.

Veamos en el esquema la constitución interna básica del sensor:

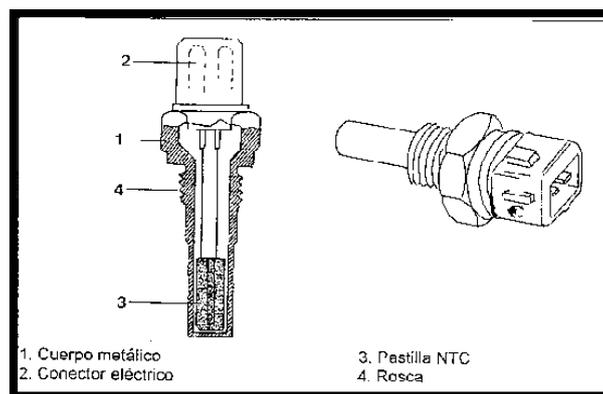


Grafico 2.2414 Sensor IAT

Adicionalmente podemos decir que como el sensor se basa para su trabajo en la característica de su material, todos los sensores utilizados tendrán las

características similares, con la diferencia mayor localizada en el tamaño, su diseño, la forma de la rosca y del conector, pero siempre tendrá características de medición muy similares, por no decir idénticas entre cualquier procedencia.

Es por ello que podemos asegurar, que una tabla de valores que relaciona la temperatura del sensor con la resistencia que nos entrega de nuestro ejemplo deberá coincidir en su mayor parte en todos los sistemas y marcas de Inyección electrónica y algunas Mecánicas con ayuda de la Electrónica. Esta señal sirve de información, como se dijo, para que el computador determine la mezcla exacta que debe inyectar, controlando a los inyectores del sistema; cuando se ha instalado un sensor en una inyección mecánica con ayuda eléctrica, también sirve para poder controlar con exactitud el caudal inyectado.

2.5.7.1.1 Tabla de valores del sensor de temperatura

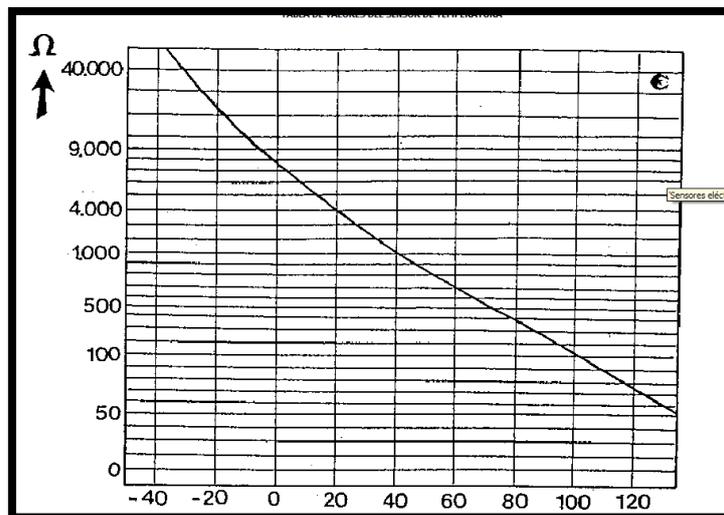


Grafico 2.25 Valores sensor IAT}

2.5.7.2 Sensor de temperatura del aire aspirado.-

Al igual que el sensor de temperatura del refrigerante, el sensor de temperatura del aire que aspira el motor, es un parámetro muy importante de información que debe recibir el Computador, información que generalmente se la toma

conjuntamente con el caudal de aire de ingreso. Estas dos informaciones le dan al Computador una idea exacta de la masa o densidad del aire que ingresa al motor y con ello se puede inyectar un caudal exacto de combustible, para que la mezcla esté en su medida ideal.

Cuando el Computador solamente recibe la cantidad de aire como información, las moléculas del mismo podrían estar muy condensadas (cuando está frío el aire), por lo tanto se tendrá un número mayor de moléculas de aire que se mezclen con la cantidad de moléculas del combustible inyectado; en cambio, si el aire está muy caliente, el número de moléculas será mucho menor en el mismo volumen aspirado, mezclándose con la misma cantidad de moléculas de combustible que se inyecta, empobreciéndose la mezcla que ingresa a los cilindros del motor.

Por estas razones, la información de la cantidad o volumen del aire aspirado, mas la temperatura del mismo, identifican exactamente a una masa o densidad, que significa una medición exacta de la cantidad de moléculas del aire.

El sensor de temperatura del aire está localizado convenientemente, de tal manera que el flujo de aire ingresado sea detectado rápidamente al chocar con él y pueda detectar rápidamente cualquier variación en la temperatura. Generalmente está localizado en el depurador, en la tubuladura posterior al depurador o en el mismo múltiple de admisión. Su estructura es similar a la del sensor de temperatura del refrigerante, pero el encapsulado es más fino, pudiendo ser plástico o la "pastilla" NTC está solamente protegida por un sencillo "enrejado", el cual permita al aire chocar directamente sobre el sensor.

Puede verse en la figura la constitución del sensor, anotando que los valores de medición son iguales o similares al anterior.

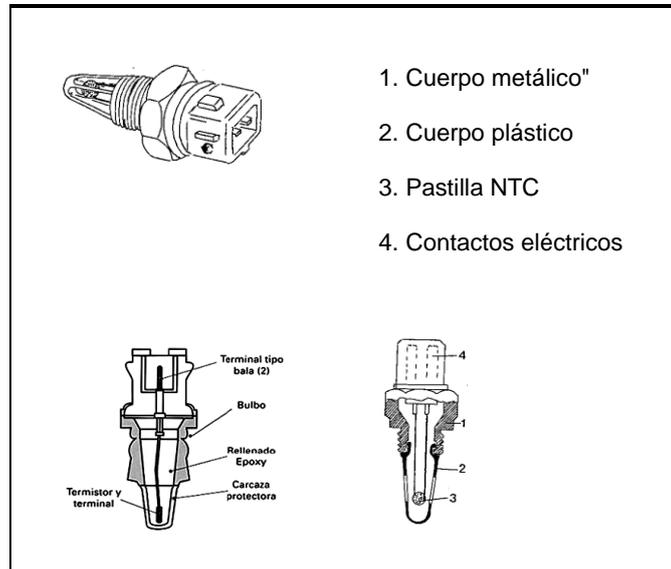


Grafico 2.26 Sensor de temperatura de aire aspirado

2.5.8 Sensores de detonación o picado (KS)

•Construidos con materiales piezoeléctricos para detectar la detonación.

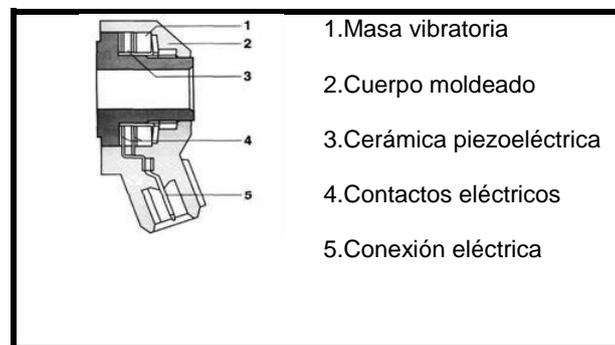


Grafico 2.27 Partes de un Sensor de Golpeteo

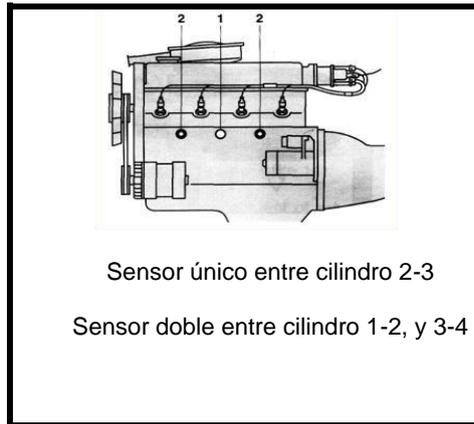


Grafico 15 Mapa de ubicación de los Sensores de Golpeteo

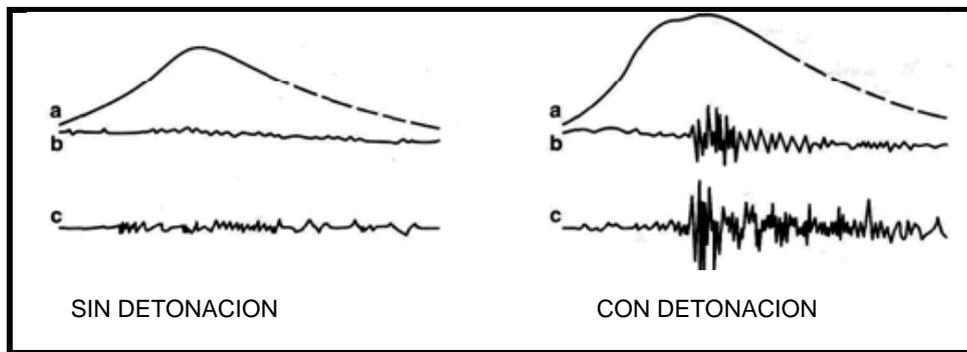


Grafico 2.28 Tipos de Señal de Detonación del motor

2.5.8.1 Diagnostico Sensor KS

El diagnostico para comprobar el correcto funcionamiento de este tipo de sensor es muy sencillo, basta con dar un pequeños golpes en el block del motor. Esto sirve para verificar que el sensor capta el impacto y a su vez que está generando una señal alterna.

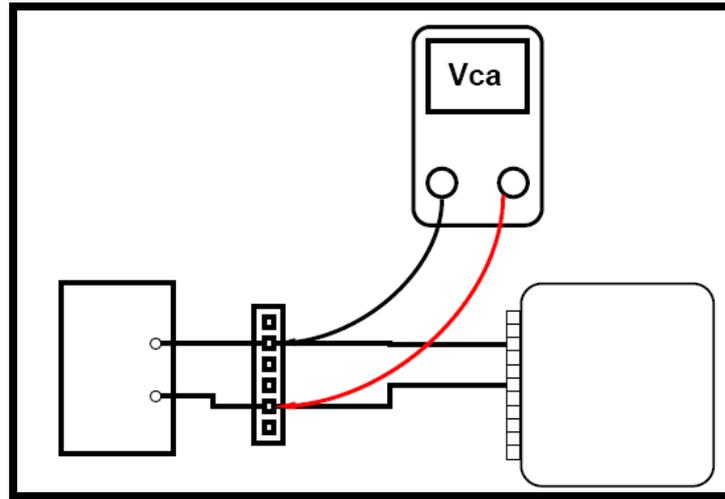


Grafico 2.29 Esquema de diagnostico de un Sensor de Golpeteo de Motor

2.5.9 Sensores de Giro

Este tipo de sensores son los que mide ó relevan las RPM del motor. Otra de las funciones que cumplen este tipo de sensores es indicar la posición relativa del cigüeñal en el caso del CKP ó del árbol de levas en el caso del CMP.

En la gama de sensores de giro se clasifican por su funcionamiento, estos pueden ser:

- a) Inductivos
- b) Hall
- c) Ópticos

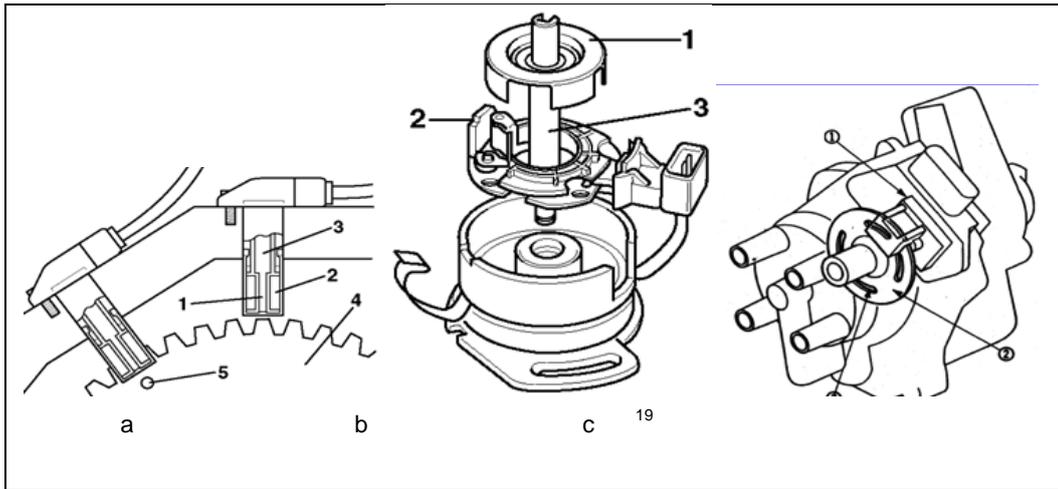


Grafico 2.30 Tipos de Sensores de Rotación

2.5.9.1 Sensor Inductivo

Este tipo de sensores constan de una bobina, un imán permanente, y una rueda dentada. El funcionamiento de este tipo de sensor es de la siguiente manera, cuando frente al imán hay un diente el flujo magnético es máximo y cuando hay un espacio vacío el flujo magnético es mínimo. Es decir el campo magnético permanente del imán es alterado por el paso de los dientes de la rueda monofónica (rueda dentada). A razón de este evento se genera una onda alternada entre los terminales eléctricos del bobinado del sensor.

El faltante de los dientes en la rueda dentada es para reconocer la posición del cilindro número 1.

¹⁹ Programa técnico de Reparación Automotriz "Inyección Electrónica OBD-I y OBD-II DELPHI

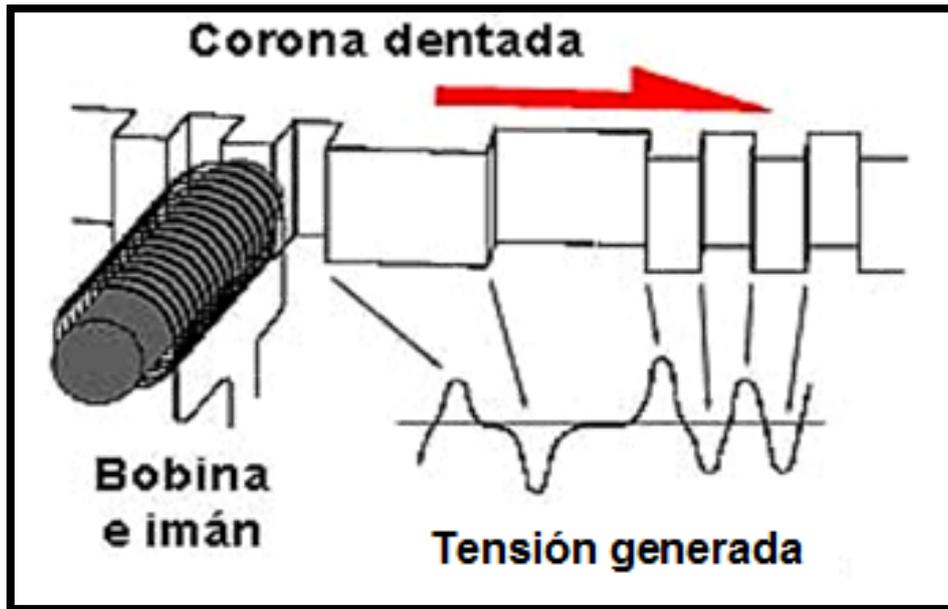


Grafico 2.31 Sensor CKP

2.6 Actuadores de un Sistema De Inyección electrónica

Son elementos que reciben y ejecutan acciones determinadas de la central de control. Las órdenes de la central se transmiten eléctricamente hasta los "actuadores". Algunos ejemplos de actuadores son:

- Inyectores de combustible
- Válvulas de aire ralentí
- Electroválvula de cánister
- Bomba de combustible
- Módulo de ignición, etc.

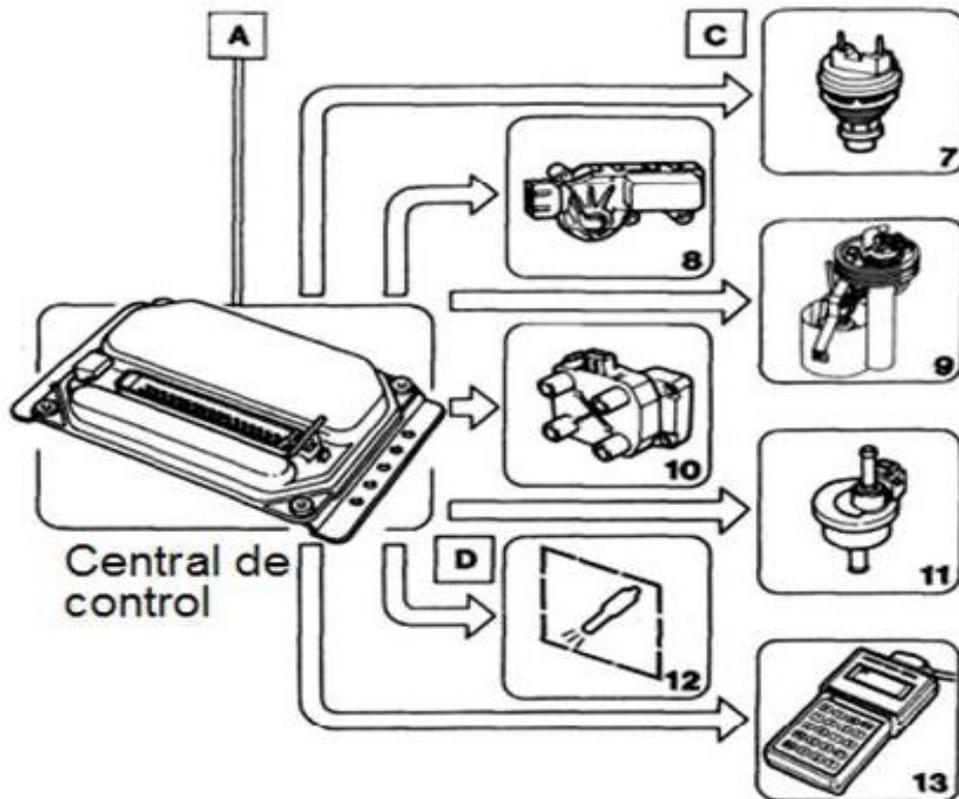


Grafico 2.32 Esquema del modulo a los actuadores

2.6.1 Inyectores

Los inyectores son electro válvulas que abren o cierran el paso de combustible hacia el motor, dependiendo de la carga que esté realizando el vehículo al momento de la operación. Estos se encuentran alojados en la culata. La función principal es inyectar combustible, debidamente pulverizado y de forma específica. Los inyectores de combustible pueden ser del tipo monopunto (cuando es único) sistema utilizado años atrás por ciertos fabricantes generalmente para ahorrar costos al momento de la fabricación de un motor. Con el paso de los años y el avance de tecnología se creó la inyección multipunto hoy en día utilizada no solo por su gran desempeño a la hora de crear y modificar un motor sino también por normas de contaminación al medio ambiente a la cuales están regidas las diferentes compañías fabricantes de motores .

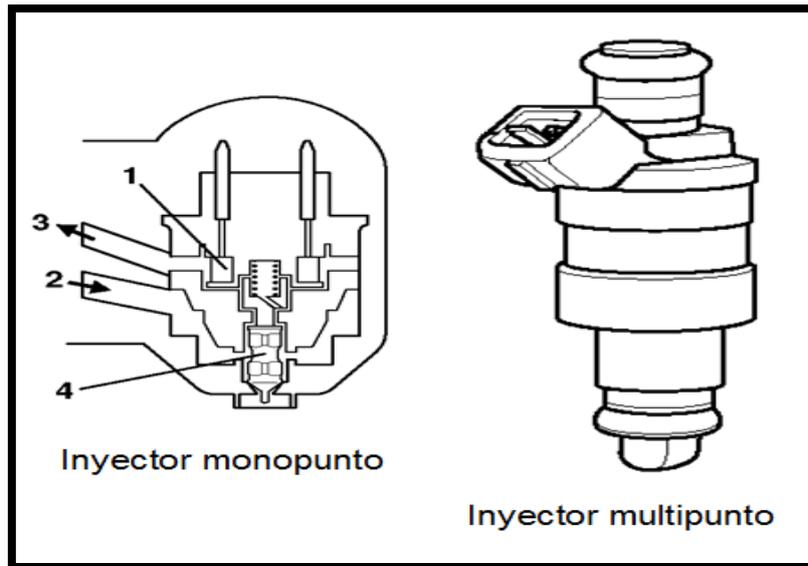


Grafico 2.33 Tipos de Inyectores

2.6.1.1 Diagnostico de inyectores

Los inyectores están constituidos por bobinas. Para poder verificar de manera rápida el estado de los inyectores, se puede hacer a través de la verificación de existencia de alimentación eléctrica (12v) con contacto conectado y motor parado y señal alterna como se puede observar en el grafico. De igual forma se puede verificar continuidad. Sin embargo el diagnostico óptimo que se podrai realizar es en un banco de pruebas, donde claramente podemos ver el nivel de contribución que tiene cada uno de los inyectores.

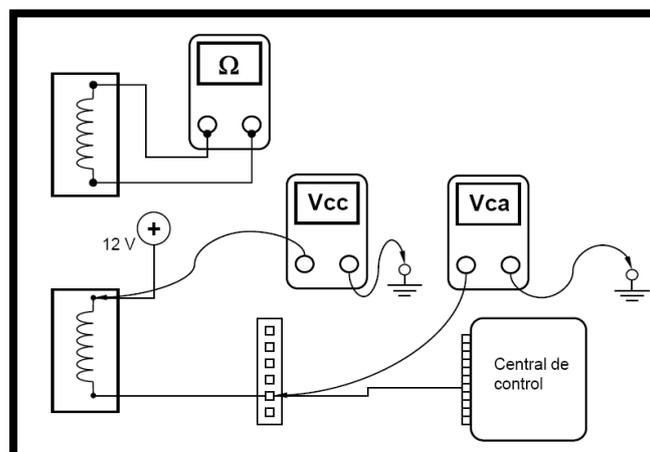


Grafico 2.34 Diagnostico de Inyector

2.6.2 Válvulas de Ralentí

Las válvulas o dispositivos de ralentí permiten la estabilización de las RPM de motor con mariposa cerrada o en cualquier situación de carga como por ejemplo: el ralentí durante calentamiento, durante el encendido, cargas eléctricas severas, etc.

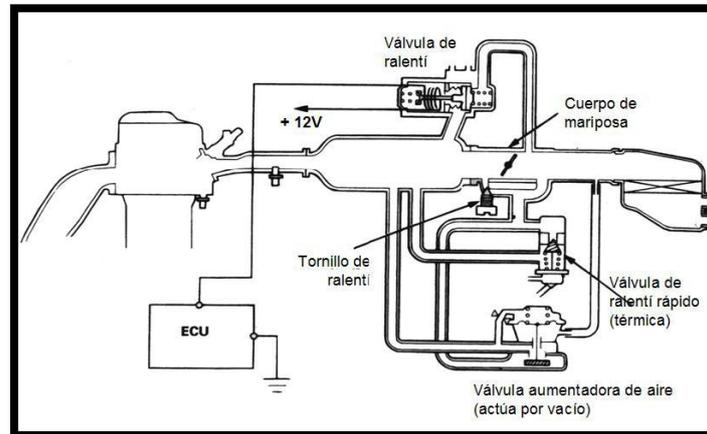


Grafico 2.35 Ubicación Válvula Ralentí

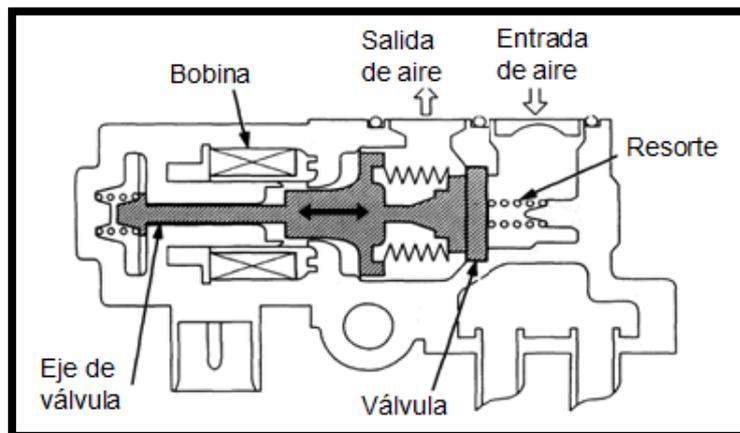


Grafico 2.36 Partes Válvula Ralentí

2.6.2.2 Diagnostico Válvula Ralentí

Un diagnostico rápido para verificar el estado de una válvula es comprobar continuidad. Otro diagnostico rápido es el verificar la alimentación que está tendiendo la válvula.

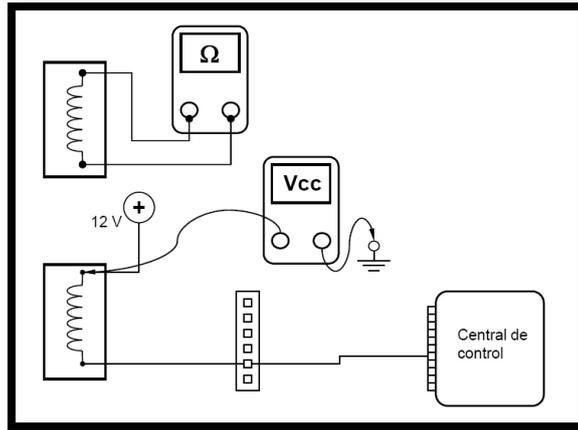


Grafico 2.37 Diagnóstico de falla de una Válvula Ralentí

2.6.3 Cánister (Vapores de tanque de combustible)

El sistema anti evaporación consta de un depósito de carbón activado, en donde se almacenan los vapores formados en el tanque. Una electroválvula controlada por la central permite o bloquea el paso de los mismos hacia la cámara de combustión. Para evitar el sobre enriquecimiento de la mezcla la central controla el momento en que los vapores son introducidos al motor.

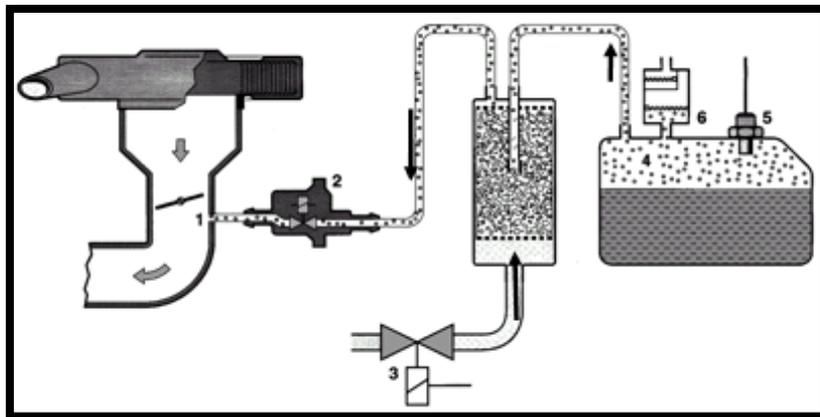


Grafico 2.38 Diagrama de la Circulación de Vapores hacia el Cánister

1-Entrada al colector, 2 -Válvula de purga, 3 -Válvula de corte de aire, 4 -Vapor de combustible, 5 -Sensor de presión, 6 -Válvula de seguridad

2.6.4 Sistema de suministro adicional de aire

Este sistema es conocido el con la riel de inyectores, que en si no es más que una riel por donde circula el combustible hacia cada uno de los inyectores. Sin embargo no es un simple conducto, ya que a través de esta pasa el combustible presurizado. Por lo general este tipo de sistemas tiene dos posibilidades, el uno puede ser con retorno del combustible directo desde el riel y el otro con retorno por el conducto de alimentación de combustible hacia el sistema.

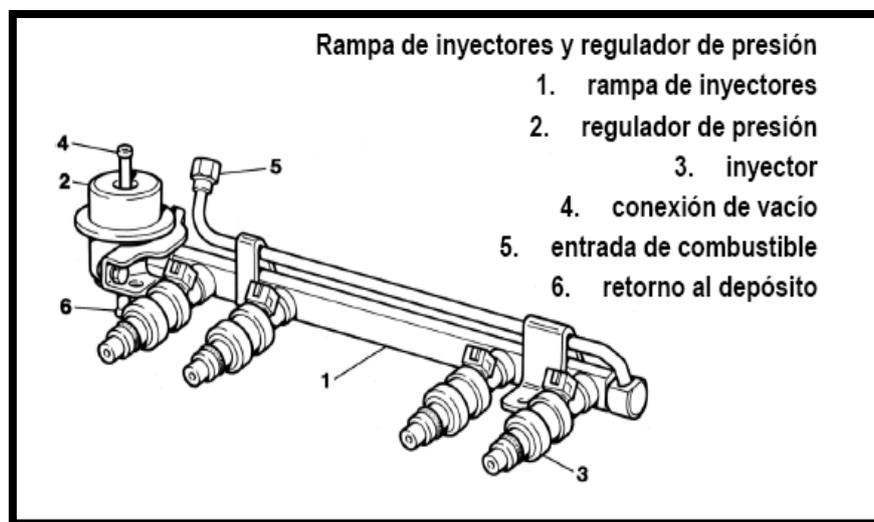


Grafico 2.39 Partes Riel de Inyectores

A su vez este sistema es ayudado por el regulador de presión el cual aumenta o disminuye la presión del sistema de combustible (Riel).

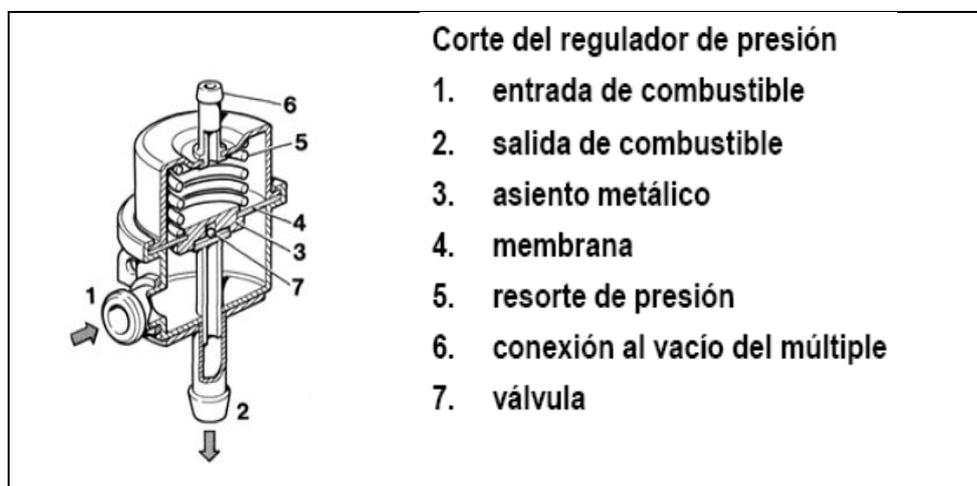


Grafico 2.40 Partes del Regulador Presión de Combustible

Capítulo III ADAPATACION DEL SISTEMA DE INYECCION

3.1 Preparación del Motor

La idea de poner un sistema de inyección a un motor Volvo B21 es debido a las condiciones de trabajo a la cuales el nuevo chasis del vehículo va a estar expuesto. Uno de los primeros pasos para saber que este motor estaba óptimo para la implementación de un sistema de inyección electrónico, fue revisar el estado de motor. Para esta verificación se procedió a medir la compresión del motor obteniendo el resultado de 130 PSI por pistón, por lo cual junto a mi tutor el Ing. Miguel Granja se decidió, dar el visto bueno para la adaptación.

Al ser este vehículo originalmente un sistema a carburador se tuvo que hacer algunas adaptaciones tanto para los sensores como para los actuadores. Por lo cual procedió a retirar el carburador original del auto, para elaborar el nuevo múltiple de admisión donde se instalaría el cuerpo de aceleración, los sensores y los inyectores.



Grafico 3.1 Carburador del vehículo una vez desmontado

Para la redacción de este capítulo se tomara en cuenta los pasos cronológicamente que se fueron siguiendo hasta ir adaptando por completo el nuevo sistema. Debido a la facilidad de adaptar primero un sensor o un actuador ya sea por ubicación o por alguna adaptación.

3.1 Sensor de Temperatura

La función, de este sensor, es llevar a la computadora la temperatura del líquido refrigerante del motor. Esto le sirve a la computadora para cambiar la posición de circuito abierto (open loop) a circuito cerrado (close loop); si este sensor se desconecta, el abanico o ventilador, se quedaría funcionando todo el tiempo. Para que este sensor funcione correctamente, necesita que el motor tenga instalado su respectivo termostato.

Para el funcionamiento idóneo del motor de este proyecto, se tuvo que adaptar un sensor al block para poder tener lectura en la computadora instalada de la temperatura del motor.



Grafico 3.2 Sensor CTS

3.2 Sensor de Giro

El sensor CKP como se pudo observar en el capítulo dos de este proyecto, sirve para poder determinar la posición del pistón en el cilindro número 1. Sin embargo este vehículo no constaba de una rueda dentada, por lo cual se le tuvo que adaptar una rueda dentada a una polea original del motor.



Grafico 3.3 Rueda Dentada

Una vez realizado este trabajo, se fabricó una base donde se pueda montar el sensor. Hay que tener en cuenta que la base esté fija y no vibre con las oscilaciones del motor para que la lectura del CKP no sea errónea, o en su defecto si este se encuentra mal instalado el vehículo no encenderá, ya que indicaría que el cigüeñal no se está moviendo; por lo tanto la señal que leerá la computadora será del que el motor no está en movimiento.



Grafico 3.4 Sensor CKP

En el grafico 59 se aprecia la muesca que tiene la rueda dentada para detectar la posición del pistón en el cilindro numero 1.

3.3 Inyectores

Para este proyecto se tomo la decisión de hacer una inyección multipunto, ya que consideramos que la computadora que se instalaría para el control de la inyección lo manejaría sin ningún problema aparte de que el espacio en el motor era el suficiente para poder adaptar un riel de inyectores.

En el grafico a 53 se puede apreciar el motor sin el sistema de carburador que poseía originalmente, de igual forma el espacio suficiente para la adaptación del nuevo sistema de inyección.



Grafico 3.5 Motor Volvo B21

El tubo que se puede apreciar en el grafico 61 es parte del múltiple de admisión, a continuación de este saldrán las toberas que van hacia la entrada de cada uno de los cilindros.



Grafico 3.6 Adaptación para el Sistema del Múltiple de Admisión



Grafico 3.7 Construcción Múltiple de Admisión



Grafico 3.8 Múltiple de admisión acoplado adaptado en motor VOLVO B21

Una vez soldado el tubo se procedió a instalar el nuevo múltiple de admisión, en el cual se realizo unos pequeños orificios para insertar los inyectores.

Los inyectores van acoplados a un riel el cual será el encargado de distribuir el combustible hacia cada uno de ellos. Al momento que instalar se presento una

pequeña dificultad debido a que el riel que se estaba acoplando al motor Volvo B21 pertenecía a un motor Chevrolet; un motor que la distancia entre cilindros es menor al del proyecto que se está realizando. Por lo cual al momento de tratar de alinear los inyectores instalados en el riel con los orificios donde irían las toberas no coincidía. Se realizo un trabajo en el torno para colocar una extensión, la cual esta soldada en las uniones para evitar fugas debido a la presión que trabaja el riel. Una vez comprobado la hermeticidad del riel se procedió a instalar comprobando que la alineación entre las toberas y la entrada de aire y combustible a cada uno de los cilindros sea la más recta posible. Como se muestra en el grafico 57.



Grafico 3.9 Riel De Inyectores Acoplada

En el grafico 58 se puede apreciar el nuevo riel ya con los inyectores instalados.

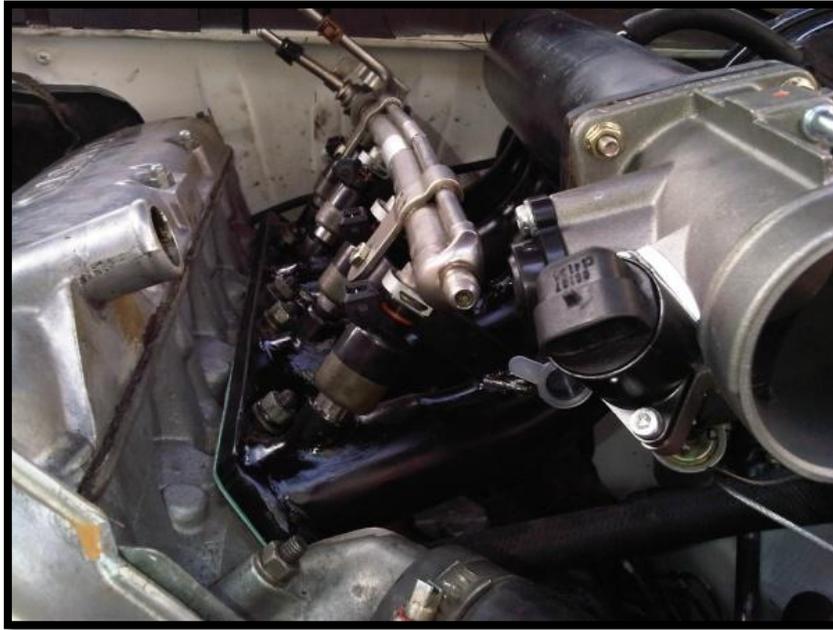


Grafico 3.10 Inyectores

Junto con el riel de inyectores va instalado el regulador de presión del riel así como las mangueras de ingreso y retorno de combustible.

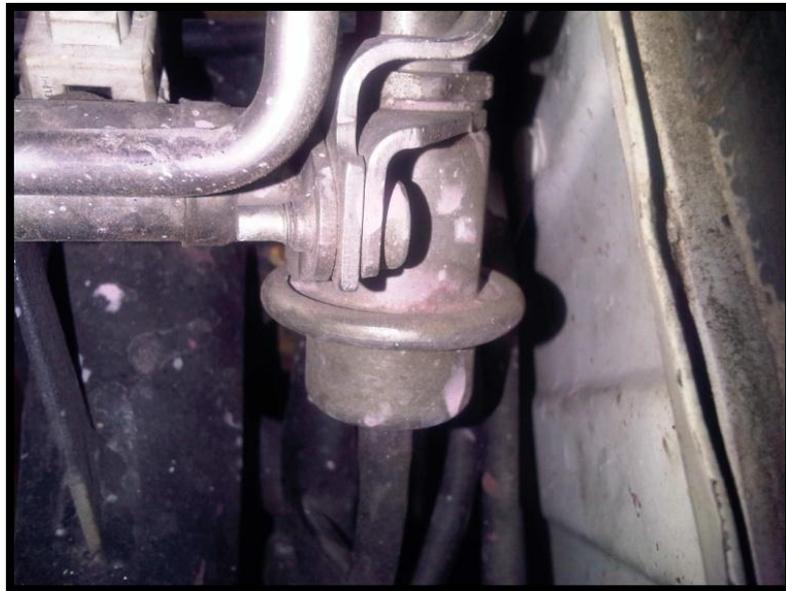


Grafico 3.11 Regulador de Presión

3.4 Sensor Map

Uno de los sensores que fueron instalados en este proyecto es el sensor MAP, el cual es fundamental para la sincronización de nuestra inyección, debido a que la

computadora del vehículo se irá programando de acuerdo a presión de aire que ingrese al múltiple de admisión, para saber el ángulo de avance a la inyección.

El sensor MAP mide la presión absoluta en el colector de admisión. MAP es abreviatura de Manifold Absolute Pressure. El vacío generado por la admisión de los cilindros hace actuar una resistencia variable que a su vez manda información a la unidad de mando del motor, de la carga que lleva el motor.

La señal que recibe la unidad de mando del sensor de presión absoluta junto con la que recibe del sensor de posición del cigüeñal (régimen del motor) le permite elaborar la señal que mandará a los inyectores.

3.4.1 Rangos de trabajo

Entrada +5.0 V

Masa (compartida) oscila entre 0 V y 0.08 V

Salida (calor que va a la unidad de mando) voltaje oscila entre 0.7 y 2.7V.

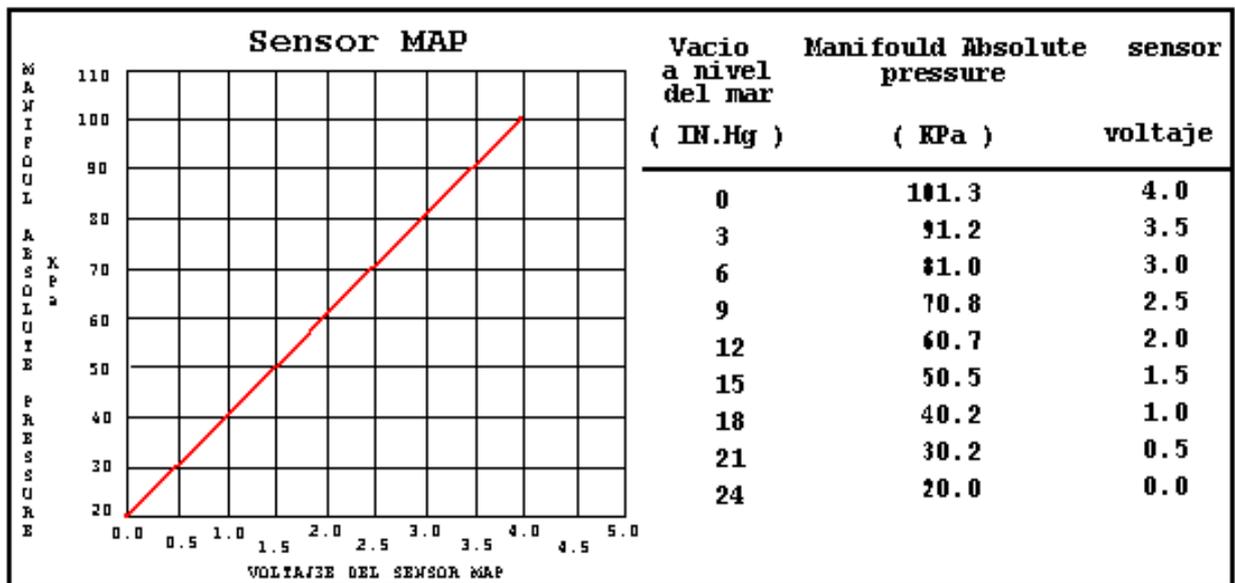


Grafico 3.12 Rangos de trabajo del Sensor Map²⁰

²⁰http://images.google.com.ec/imgres?imgurl=http://aaa-ac.com/images/informacion_prop_vehiculos/inform5.gif&imgrefurl

3.4.4 Ubicación Sensor Map en Volvo 244

En el vehículo modificado el sensor está colocado en el múltiple de admisión como se indica en el grafico. Es importante tener en cuenta que al ser este proyecto una adaptación al equipo original del vehículo, hay ciertas partes que son de diferentes vehículos, que nos servirán para ir dándole forma a nuestra inyección. En esta ocasión el grafico 48 se observa el parte del cuerpo de aceleración de un Chevrolet corsa.



Grafico 16 Ubicación Sensor MAP

3.5 Válvula Paso a Paso

Para la estabilización de las RPM en ralentí durante los diferentes tipos de carga con mariposa cerrada, se utilizo una válvula de accionamiento eléctrico; válvula paso a paso.



Grafico 3.14 Válvula Paso a Paso

3.6 Sensor de mariposa o TPS (Throttle - Position –Sensor)

El sensor TPS del proyecto, se monto sobre el cuerpo de aceleración el mismo que se encuentra ubicado a continuación del múltiple de admisión. Su función es enviar una señal de tensión proporcional al ángulo de apertura de la mariposa de aceleración. También para informar de situaciones como aceleración rápida o aceleración gradual. En los sistemas que no usan sensor de presión absoluta se usa la posición de mariposa para determinar el ángulo de avance de ignición. El cuerpo de aceleración que se encuentra montado en el proyecto pertenece de igual forma a un Chevrolet Corsa, la acción de la aceleración es accionada a través del acelerador, el mismo que mueve un mecanismo que es a través de cable. El TPS lo que está haciendo es sensar la abertura de la Mariposa. Este parámetro nos es indicado por nuestra computadora a través de porcentaje. Recordemos que en si este sensor es un potenciómetro, y lo que vamos a ver reflejado en nuestro manómetro es porcentaje de carga que se está entregando directamente al acelerador. Si queremos ver cómo trabaja el sensor podemos

coger un multímetro e ir midiendo su voltaje de acuerdo a la aceleración, desde un voltaje mínimo hasta plena carga en el cual se podrá llegar a medir entre 4 y 4.6 voltios



Grafico 3.15 Cuerpo de Aceleración

3.6.1 Señal TPS

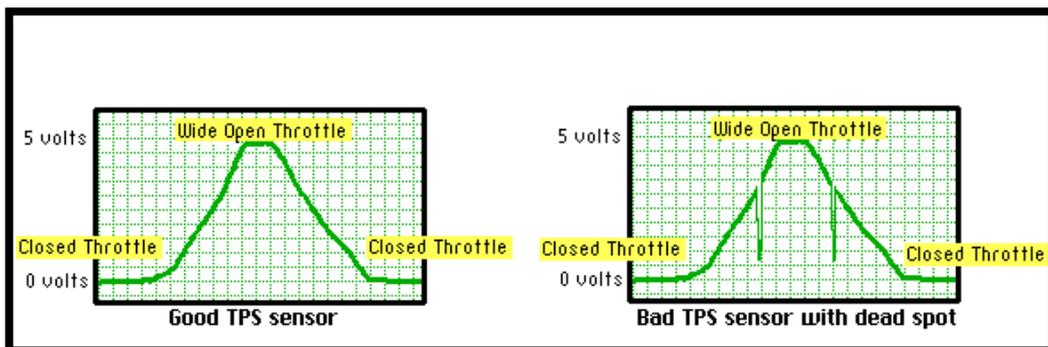


Grafico 17 Oscilograma Sensor TPS²¹

En el oscilograma anterior podemos ver una señal buena del TPS la cual nos indica que la mariposa se abre y se cierra sin ningún problema. En el grafico de la derecha podemos observar a que hay una caída de voltaje, este problema puede

²¹ http://www.aa1car.com/library/tps_sensors.htm

ser por el desgaste de la pista del potenciómetro o por una falla mecánica de la mariposa lo cual está haciendo que esta se atore y produzca una caída de voltaje

3.6.2 Condiciones de trabajo de un TPS

Marcha lenta: La condición de marcha lenta o mariposa cerrada (Idle speed), es detectada por el TPS en base a su condición de tensión mínima prevista, dicha tensión debe estar comprendida en un rango predeterminado y entendible por el ECM como marcha lenta. Este valor de tensión se suele denominar Voltaje Mínimo del TPS o Voltaje Mínimo y su ajuste es de suma importancia a los efectos que el ECM pueda ajustar correctamente el régimen de marcha lenta y la condición de freno motor. En aquellos casos en los que el TPS incorpore switch, es este mismo switch el que al conectarse da aviso al ECM acerca de la condición de marcha lenta.

3.7 Sensor de Temperatura de aire aspirado (IAT)

Este sensor es algunas veces conocido como un Sensor MAT o como el Sensor de la Temperatura del Múltiple de Admisión. Este sensor fue instalado en la entrada de admisión para controlar la temperatura del aire aspirado del motor. Para lo cual se construyó una entrada de admisión nueva, ya que el motor no tenía debido a su diseño original. Los materiales utilizados fueron mangueras de presión, un tubo de 3" de diámetro para darle rigidez a la estructura y abrazaderas para fijar las mangueras.



Grafico 3.17 Filtro Cónico

Al inicio del tubo de admisión consta un filtro cónico, debido a que no contábamos con un espacio suficiente para instalar una caja de filtro cerrado. En una de las mangueras fue instalado el sensor IAT, para evitar una mala adaptación se decidió instalar una manguera original donde ya venga hecha la perforación para el sensor. Para el proyecto en curso se utilizó la manguera, de un motor Chevrolet.



Grafico 3.18 Sensor IAT

3.7.1 Rangos de trabajo

Los rangos de trabajo presentados a continuación sirven para ir comparando al momento de la calibración del vehículo.

AIR TEMP SENSOR VALUES			
<small>(Typical readings for Ford EEC-IV)</small>			
Temperature		Voltage	Resistance
F	C		
248	120	0.28 v	1.18K
230	110	0.36	1.55
212	100	0.47	2.07
194	90	0.61	2.80
176	80	0.80	3.84
158	70	1.04	5.37
140	60	1.35	7.60
122	50	1.72	10.97
104	40	2.16	16.15
86	30	2.62	24.27
68	20	3.06	37.30
50	10	3.52	58.75

Grafico 3.19 Rangos de trabajo Sensor IAT²²

3.8 Bomba de Combustible

Para poder transportar el combustible desde el tanque hacia el riel se instaló una bomba de combustible.

Como paso inicial se procedió a desmontar el tanque de combustible para lavar el mismo antes de cualquier modificación.



Grafico 3.20 Tanque de Combustible

²² <http://www.aa1car.com/library/1999/cm69910.htm>

En el grafico 68 se puede corroborar este punto ya que si solo se le hubiese instalado la bomba hubiésemos tenido un taponamiento de la bomba en su primer uso, ya que aparte de lodos se encontraron pedazos de funda dentro del tanque. Una vez solucionado este inconveniente se procedió a instalar la bomba eléctrica. De esta bomba salen mangueras de presión hacia el riel para el ingreso de combustible así como para las del retorno. Se instalo mangueras totalmente nuevas ya que el chasis original del vehículo fue modificado.



Grafico 3.21 Entrada y Retorno de combustible del Riel de Inyectores

3.9 Bobina de Encendido

La bobina utilizada este proyecto es de tipo DIS. La marca escogida para la bobina fue BERU, luego de buscar recomendaciones de ingenieros que están dentro del mundo tuerca.

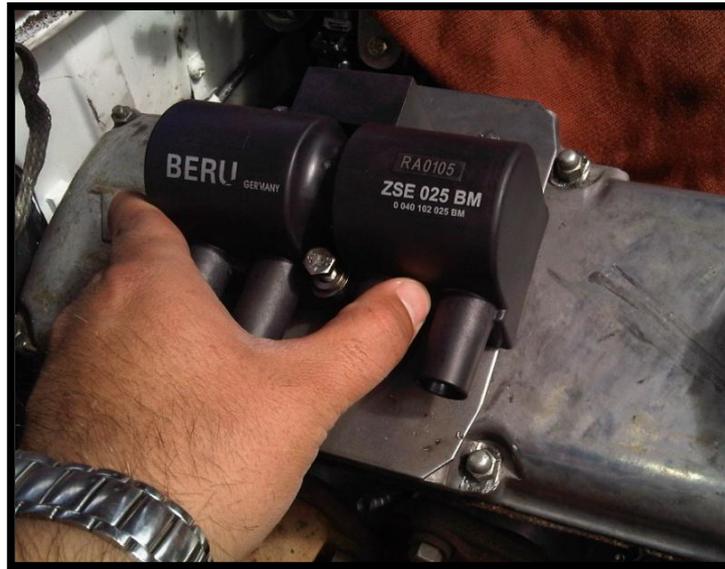


Grafico 3.22 Bobina de Encendido

La ubicación de la bobina se decidió instalarla sobre el tapa válvulas, por lo cual se tuvo que fabricar una base la cual iría empernada, sobre el tapa válvulas.



Grafico 3.23 Base de la Bobina de Encendido

Es sumamente necesario de que la base se encuentre bien sujeta para evitar golpes que bruscos que puedan dañar elementos internos de la bobina.



Grafico 3.24 Instalación Base de la Bobina de Encendido

Una vez realizado la instalación de la bobina se procedió a revisar el estado de las bujías antes de instalar los cables de corriente que van desde la bobina de encendido hacia cada una de las bujías.



Grafico 18 Bujía

Paso seguido se procedió a instalar los cables hacia las bujías. Teniendo en cuenta el orden de encendido, que a este motor le corresponde 1 3 4 2.

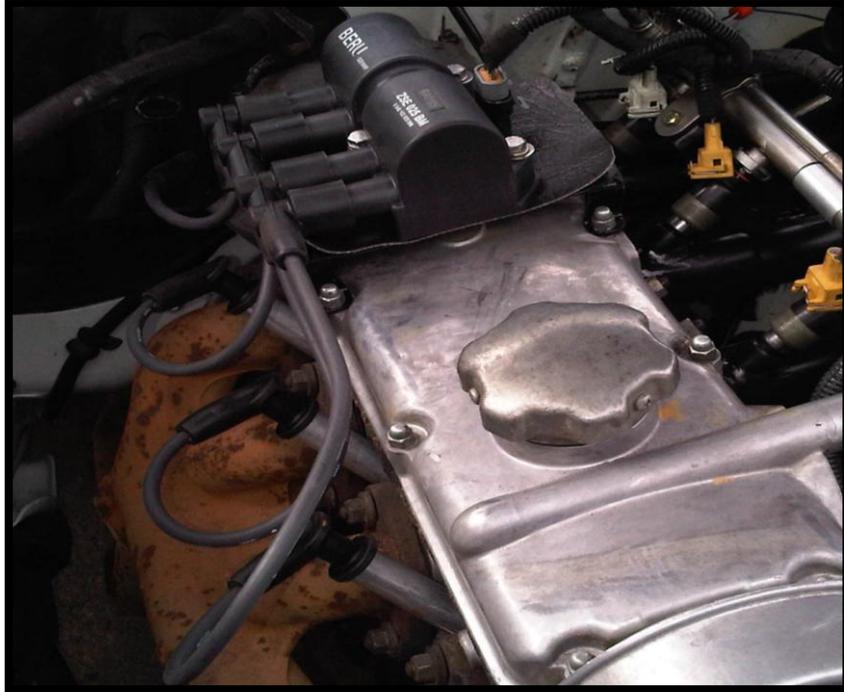


Grafico 3.26 Conexión de Cables de Corriente

3.10 Diagrama Eléctrico

3.10.1. Diagrama Eléctrico Sistema de Inyección

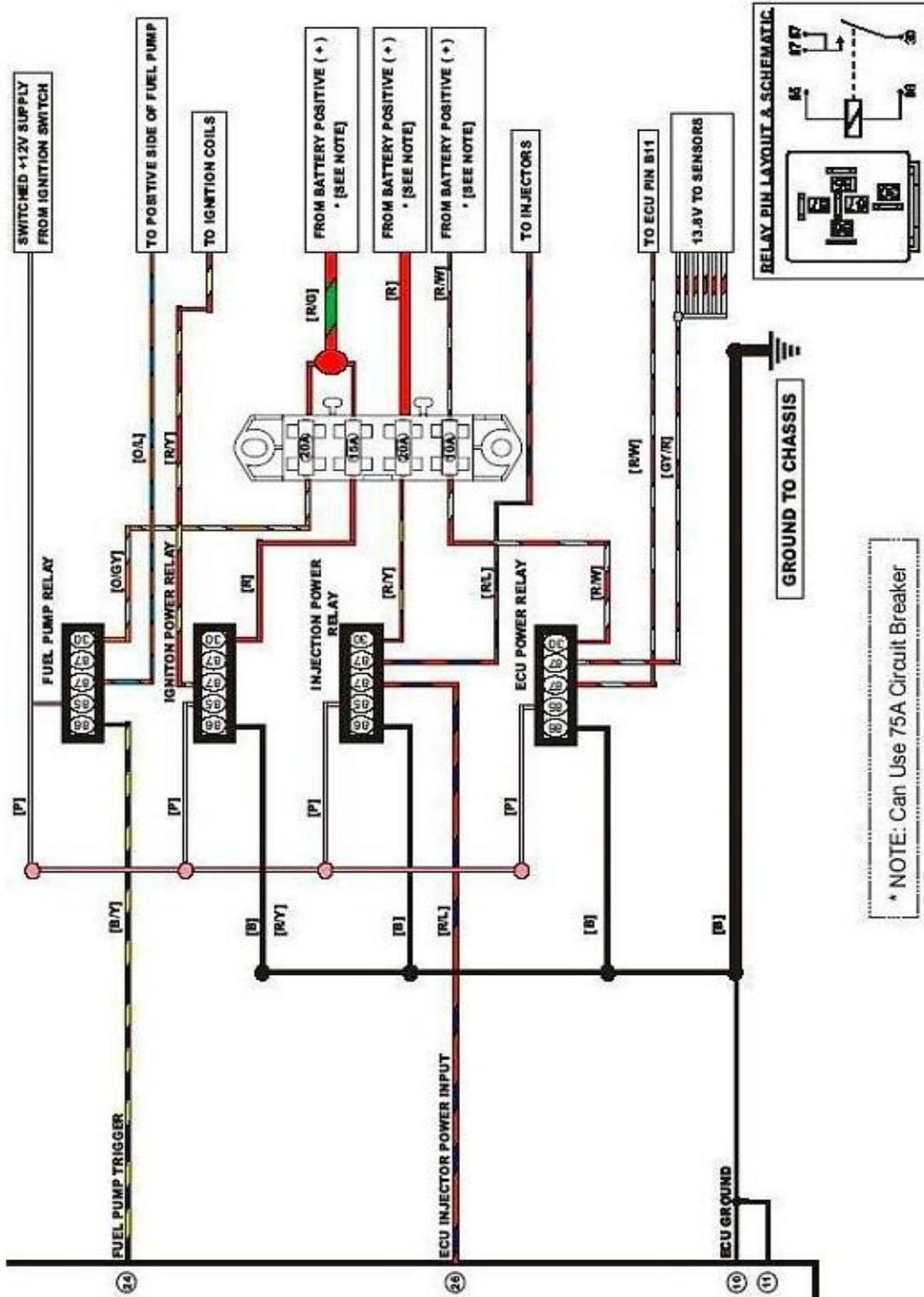


Diagrama 1 Conexión Sensores y Actuadores al Ecm

3.10.2 Diagrama Eléctrico Bomba De Combustible

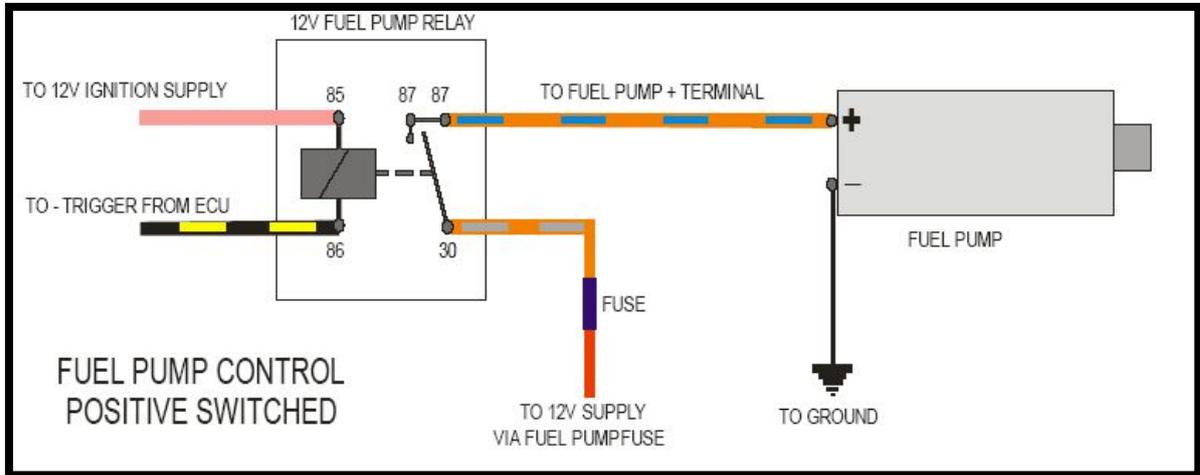


Diagrama 2 Conexión Bomba de Combustible

3.10.3 Conexión del AI Harness Del Ecm

En lo que tiene que ver el resto de conexiones Haltech maneja una demostración muy interesante de colores y conexiones. Si bien no es un diagrama eléctrico técnico a la hora de instalar es de gran utilidad debido a su fácil entendimiento, es por esto que me permito poner en consideración el siguiente cuadro que lo llamaremos diagrama. Por la versatilidad de este ECM tenemos varios cables de todos los colores que a la hora de instalar puede ser muy confuso y se puede cometer un error, lo que ocasionaría daños de sensores y actuadores.

En la parte posterior del Modulo de Control Electrónico tenemos dos conectores grandes los cuales el lazo final hacia la computadora. Si observamos los conectores encontraremos un conector de 34 pines, junto con un conector de 26 pines.

Para el desarrollo de este proyecto no fueron usados todos los pines ya que no era necesario hacerlo.

En lo que tiene que ver con el empalme de los cables hay que ser muy cautelosos en dejar algún cable suelto o bien no proteger los cables para no tener desviación de la señal.

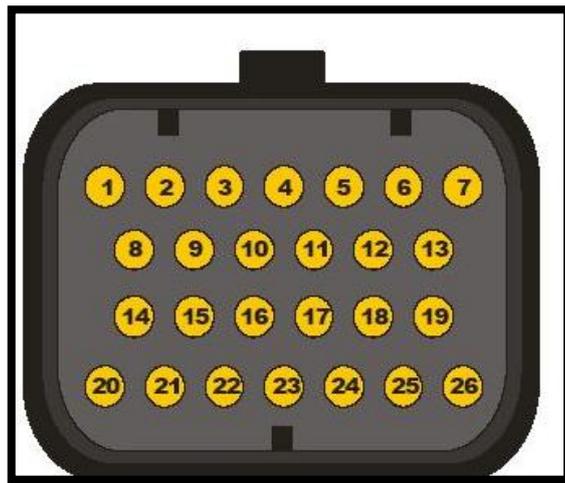


Grafico 3.26 conector 26 pines

Tabla 2 Cables del conector de 26 pines

Pin #	Wire Colour	Connection	Platinum Sport 1000
1	Y (SHD)	TRIGGER (+)	Y
2	Y (SHD)	HOME (+)	Y
3	GY	AIR TEMP	Y
4	V	COOLANT TEMP	Y
5	G (SHD)	TRIGGER (-)	Y
6	G (SHD)	HOME (-)	Y

7	GY/G	DSI 1	Y
8	GY (SHD)	DPI 1	Y
9	GY/B (SHD)	DPI 2	Y
10	GY/BR (SHD)	DPI 3	Y
11	R/W	+13.8V ECU POWER	Y
12	GY/O (SHD)	02 INPUT	Y
13	GY/Y (SHD)	AVI 1	Y
14	B/W	SIGNAL GROUND	Y
15	B/W	SIGNAL GROUND	Y
16	B/W	SIGNAL GROUND	Y
17	-	-	-
18	-	-	-
19	V/O	DPO 4	Y
20	O/G	AVI 5	N
21	O/L	AVI 6	N
22	O/V	AVI 7	N
23	-	-	-
24	-	-	-
25	-	-	-
26	-	-	-

Y = Available N = Not Available

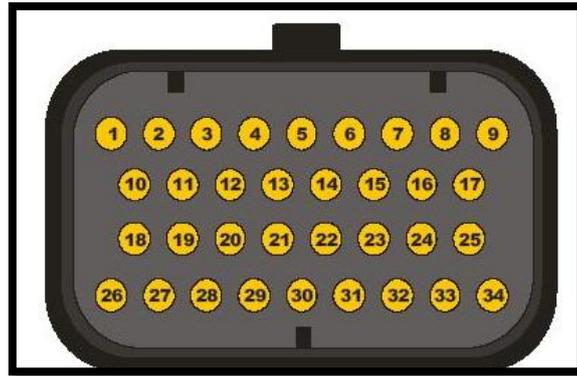


Gráfico 3.27 Conector 34 pines

Tabla 3 Cables del conector de 34 pines

Pin #	Wire Colour	Connection	Platinum Sport 1000
1	V/BR	DPO 2	Y
2	-	-	-
3	Y/B	IGN 1 / DPO 5	Y
4	Y/R	IGN 2 / DPO 6	Y
5	Y/O	IGN 3 / INJ 10 / DPO 7	Y
6	Y/G	IGN 4 / INJ 9 / DPO 8	Y
7	L/V	IGN 5 / INJ 8 / DPO 9	N
8	L/G	IGN 6 / INJ 7 / DPO 10	N
9	O	+5V DC	Y
10	B	CHASSIS GROUND	Y
11	B	CHASSIS GROUND	Y

12	O/W	+8V DC	Y
13	-	-	-
14	W	TPS	Y
15	Y	MAP	Y
16	O/B	AVI 2	Y
17	O/R	AVI 3	Y
18	V/B	DPO 1	Y
19	L	INJ 1 / DPO 16	Y
20	L/B	INJ 2 / DPO 15	Y
21	L/BR	INJ 3 / DPO 14	Y
22	L/R	INJ 4 / DPO 13	Y
23	V/R	DPO 3	Y
24	B/Y	PUMP RELAY	Y
25	O/Y	AVI 4	Y
26	R/L	+13.8V INJECTOR PWR	Y
27	L/O	INJ 5 / DPO 12	N
28	L/Y	INJ 6 / DPO 11	N
29	L/W	AUX 1 / INJ 12* / DPO 18	Y
30	L/GY	AUX 2 / INJ 11* / DPO 17	Y
31	G	IDL 1	Y
32	G/B	IDL 2	Y

33	G/BR	IDL 3	Y
34	G/R	IDL 4	Y

Y = Available N = Not Available

3.10.4 Código Alfabético de colores

El siguiente código sirve para orientarse en el harness de motor. Cerca de 60 cables son lo que conectan los pines del módulo, es por eso que Haltech el constructor del ECM recomienda el uso de este código alfabético de colores:

- B=Black
- BR=Brown
- G=Green
- GY=Grey
- L=Blue
- O=Orange
- P=Pink
- R=Red
- V=Violet
- Y=Yellow
- W=White
- (SHD) = Shielded Cable

En este código alfabético de colores en lo que tiene que ver con los hilos de dos colores, se lee de la siguiente manera; el primer color indica el color básico del cable. El segundo color indica las rayas que tiene sobre el mismo.

3.11 Modulo del Sistema de Inyección

La inyección de este proyecto va a estar comandada por una computadora HALTECH PLATINUM SPORT 1000.



Grafico 19 Computadora Haltech Sport 1000

Se decidió utilizar esta computadora por las bondades que brinda ya que es un producto totalmente programable que abre las puertas virtualmente hasta el máximo de rendimiento de las modificaciones hechas al vehículo. Los sistemas programables permiten sacar el máximo rendimiento del motor lo cual a futuro nos indicara la cantidad exacta requerida de inyección de combustible así como el avance o retraso la inyección.

Como en todo producto nuevo por utilizarse se procedió a leer las condiciones garantía así como los pasos a seguir para una correcta instalación. Dentro de los cuales nos advierte que no se debe dejar ningún detalle eléctrico a la deriva de igual forma que no se escatime en cuanto al trabajo de verificación del

funcionamiento correcto de cada uno de los sensores ya actuadores que intervendrán dentro del sistema de inyección, es por esto el resumen elaborado en el capítulo II de esta tesis.

Finalmente una vez instalado todos los elementos se procedió a conectar cada uno de los sockets con el harnees del motor, el cual una vez más fue tomado de un vehículo Chevrolet. Cabe recalcar que se puede usar de cualquier otro vehículo, pero debido a costos se prefirió usar de esta marca para evitar el exceso de gastos.

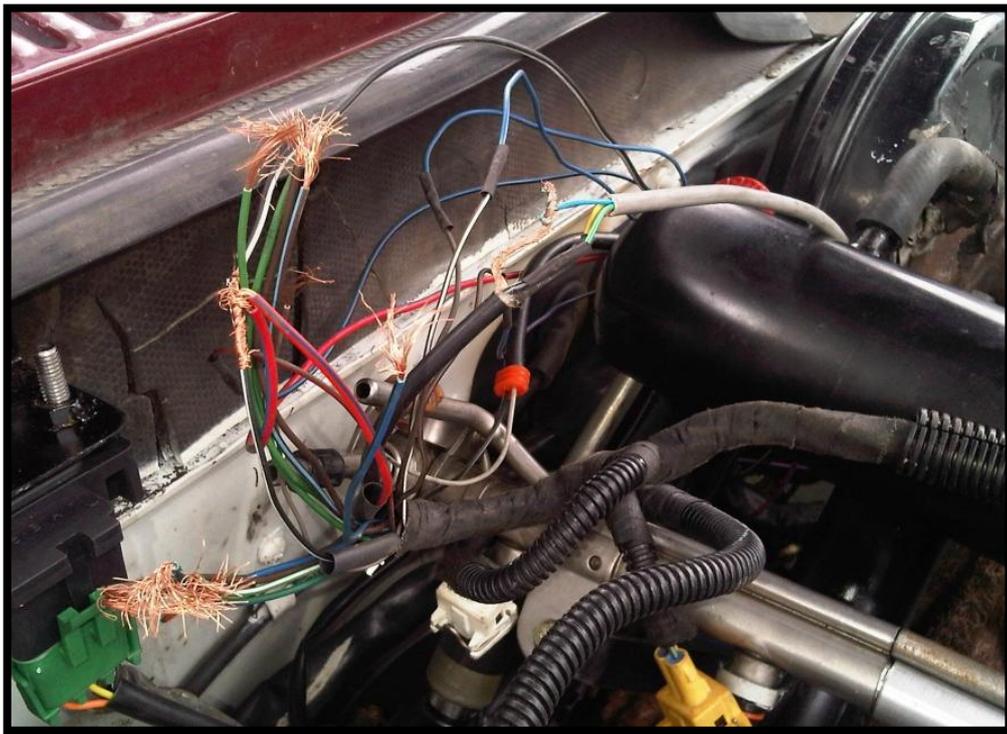


Grafico 3.29 Cables de Sensores y Actuadores

Capítulo IV Programación y Pruebas

En este capítulo incursionaremos en la familiarización del programa de la computadora Haltech. El programa se encuentra en Inglés por lo cual es necesario que se maneje por lo menos un nivel de inglés técnico básico. Otro punto necesario de mencionar es que la programación básica se puede usar como una guía para calibrar diferentes motores, sin embargo para poder obtener el rendimiento máximo de cada motor siempre variara el resultado final de la tabla de combustible así como la de avance de la inyección de cada uno de los motores. Las herramientas necesarias para lograr la calibración ideal del motor son instrumentos de prueba como un multímetro y un dinamómetro.

4.1 Instalación ECU Manager

Como primer punto hay que realizar la instalación del programa en una PC. Una vez instalado en el escritorio de la PC aparecerá el acceso directo al programa.



Grafico 4.1 Acceso Directo Al Programa De Haltech

Al hacer doble clic se ingresara a la pantalla principal.



Grafico 4.2 Pantalla Principal De Ecu Manager

La conexión entre la PC y la computadora del vehículo se la realizara mediante un cable USB, no es necesaria una interface.

Si el programa se encuentra bien instalado la ECU será reconocida, al momento de presionar F5, inmediatamente en la parte inferior izquierda nos aparecerá la el porcentaje de la lectura del PC a la ECU.



Grafico 4.3 Proceso de Lectura de la ECU al PC

Inmediatamente saldrá la pagina principal del Programa ECU manager.

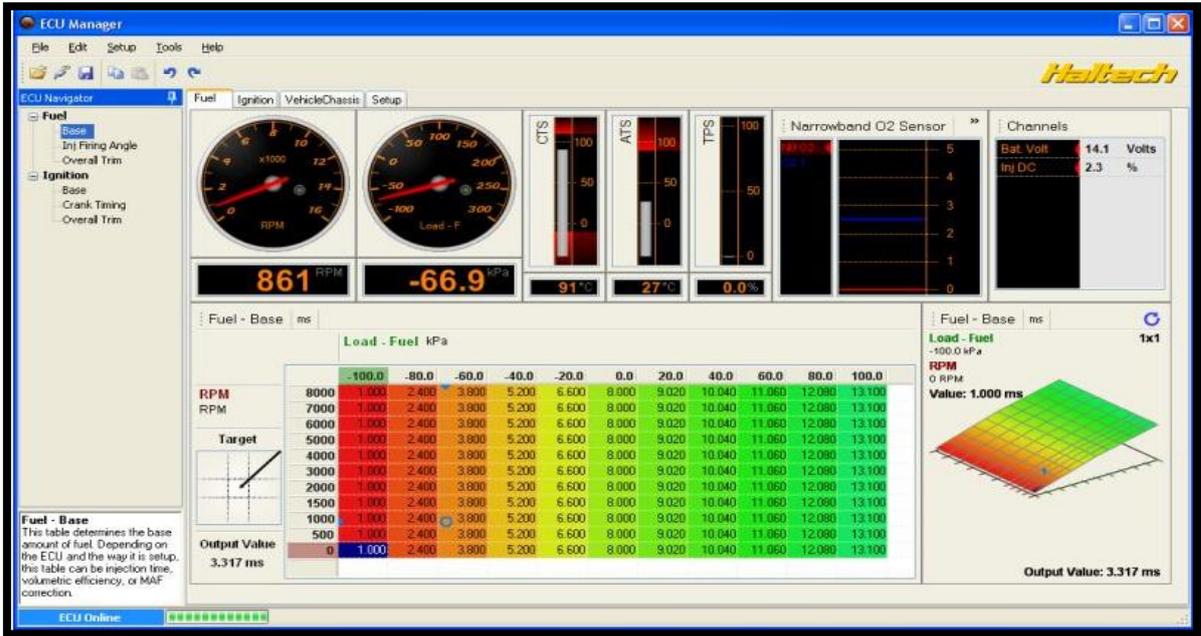


Grafico 4.4 Página Principal ECU Manager

En este paso se podría insertar una plantilla pre establecida con datos de tiempo de avance o retraso de inyección sin embargo en el país es primera vez que se le instala una computadora a este motor VOLVO B 21 del 77. Por lo cual la calibración va empezar con los valores que vienen por default en el programa.

4.1.1 Programación Básica

En el menú superior de la pantalla se encuentra la pestaña SETUP, en la cual encontraremos diferentes opciones. Se debe elegir MAIN SETUP.

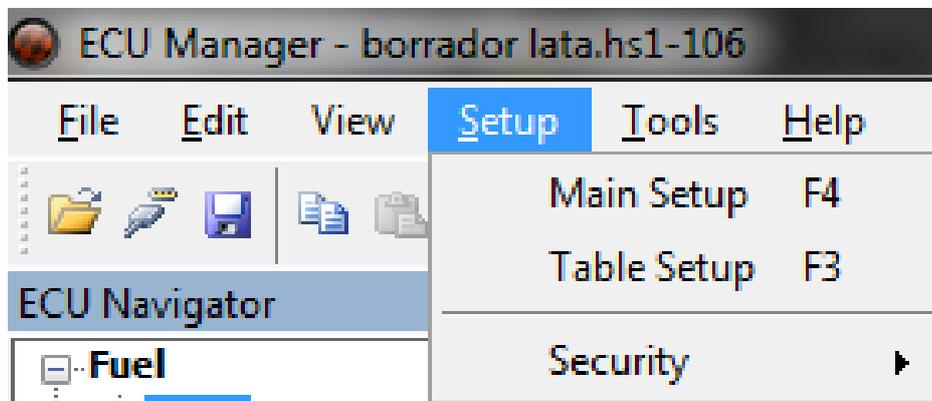


Grafico 4.5 Menú ECU Manager

4.1.1.1 Main

Aparecerá una nueva ventana en la cual se creara las configuraciones que deseamos para el motor junto con la información disponible que ya se tiene del motor.

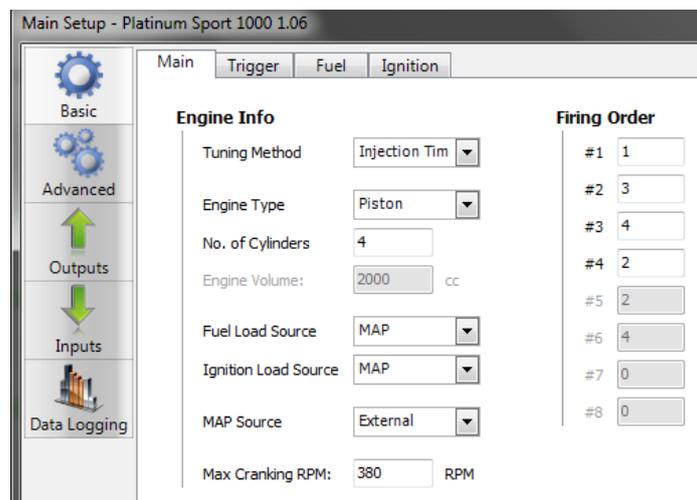


Gráfico 4.6 Configuración Básica del Motor

En esta ventana debemos colocar el orden de encendido, que será 1, 3, 4, 2.

En tuning Method se debe seleccionar Injection time ya que deseamos que el tiempo de inyección sea usado por la computadora sea obtenido directamente de la tabla base de combustible.

En el tipo de inyección se debe escoger el sistema que el motor a programar tenga, ya sea de pistón o rotativo.

De igual forma se debe colocar el número de pistones, que para este motor es de 4 cilindros, también se tiene la opción de colocar el volumen del motor que este caso es de 2000 cc.

En el caso de las dos opciones siguientes se trata de la fuente por la cual el tiempo de inyección así como la inyección de combustible van a ser manejados, este caso será por el MAP.

De igual forma tenemos la opción de escoger donde se encuentra el sensor MAP, en este caso como no era parte del vehículo el sensor sino fue adaptado se escogió la opción Externo.

Por último en este menú tenemos una opción muy interesante la cual le indica a la computadora si el motor está en marcha, cuando las revoluciones están bajo el valor la computadora considera que el motor esta arrancando sin motor de arranque. De igual forma si excede el valor la ecu considera que el motor ya arranco y está en marcha. Es recomendable dejar este valor con el mismo valor de fábrica que es de 380 RPM.

4.1.1.2 Trigger

En la siguiente pestaña tenemos la configuración para el encendido, con esta configuración se le estará dando ciertas características a la señal del sensor CKP, como primera opción tenemos para escoger el numero de dientes que tiene nuestra rueda dentada que este caso es de 60 dientes – 2 dientes que es el espacio de la muesca.

También tenemos la opción de escoger el ángulo de disparo, el cual por el momento es de 98°, sin embargo este ángulo se lo puede ir variando una vez en que el vehículo este a prueba en el dinamómetro.

Las opciones restantes se escogerán en base al sensor que se haya colocado en el motor.

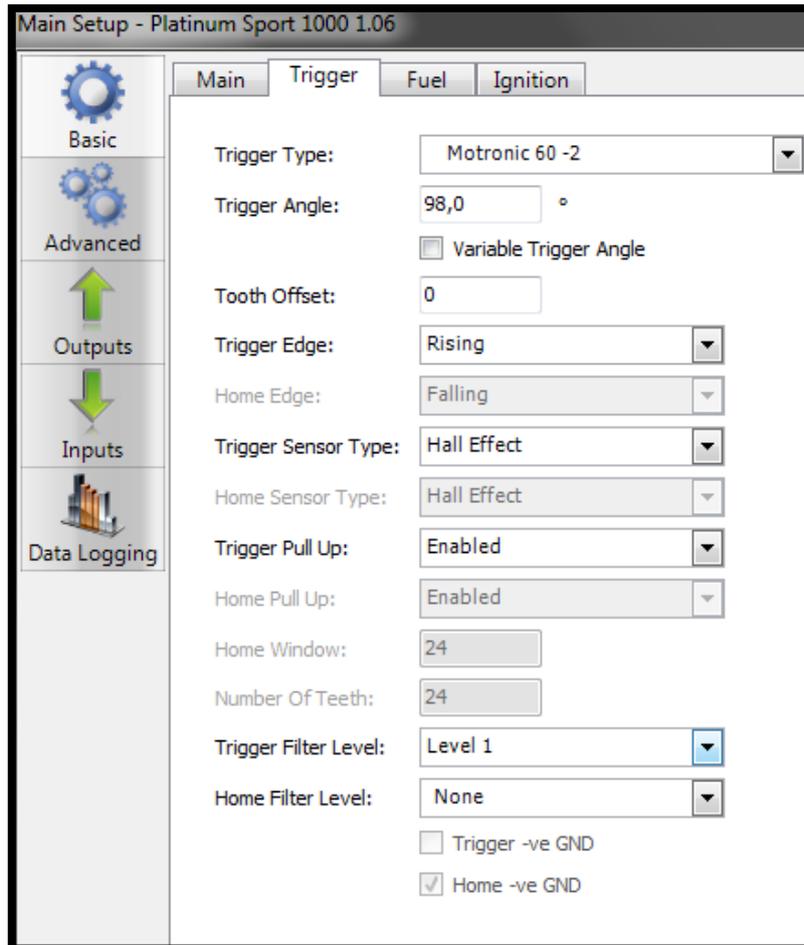


Grafico 4.7 Configuración Trigger

4.1.2.3 Fuel

En la pestaña de combustible se debe ingresar la información de acuerdo al sistema que se desea emplear junto con la información de los inyectores que se instalaron en el motor.

Como primer punto se debe seleccionar Enable Injectors, para habilitar los inyectores ya que la otra opción es para cuando la ECU está manejando un motor rotativo. En la opción de modo de inyección se debe escoger entre el menú Batch ya que con este modo de inyección no es necesario un sensor CMP.

Entre otras de las opciones a configurar tenemos que la bomba debe trabajar antes del primer arranque.

A continuación tenemos la resistencia de inyector valor que la computadora la mide. Otro de los valores a programar es el tipo de presión de combustible que la computadora va a enviar hacia los inyectores. Entre las opciones a escoger tenemos si se desea que sea constante o que sea manejado a través del sensor MAP. En lo que se refiere al sistema de inyección que se está adaptando al motor Volvo B 21 es recomendable que sea manejado por el MAP para que la presión de combustible aumente o disminuya según la presión del múltiple de admisión. Finalmente se puede elegir el valor base con el que se desea que combustible se encuentre presurizado cuando el valor del MAP sea cero.

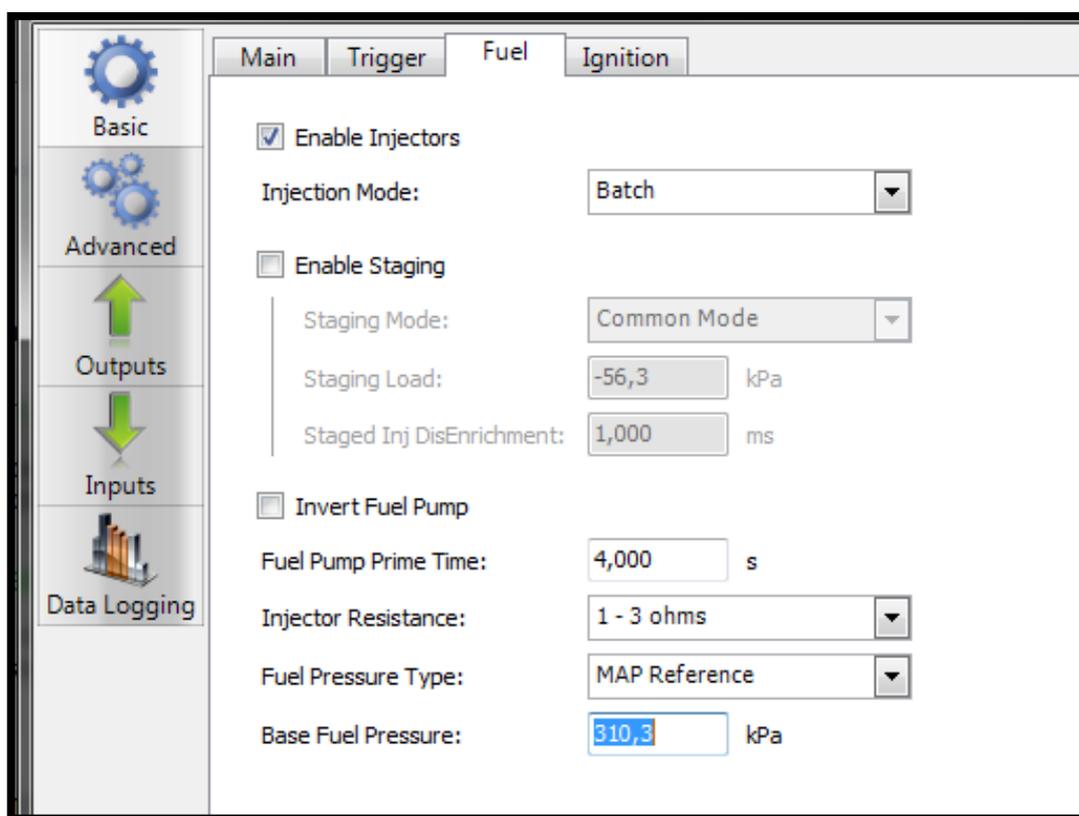


Grafico 4.8 Configuración de combustible

4.1.2.4 Ignition

En la tabla de ignición es para configurar ciertos parámetros como por ejemplo el tipo de bujía a usar, la polaridad de la bujía así como el tiempo que la bobina debe cargar para dar corriente el caso de que se haya seleccionado carga constante como es el caso de este motor.

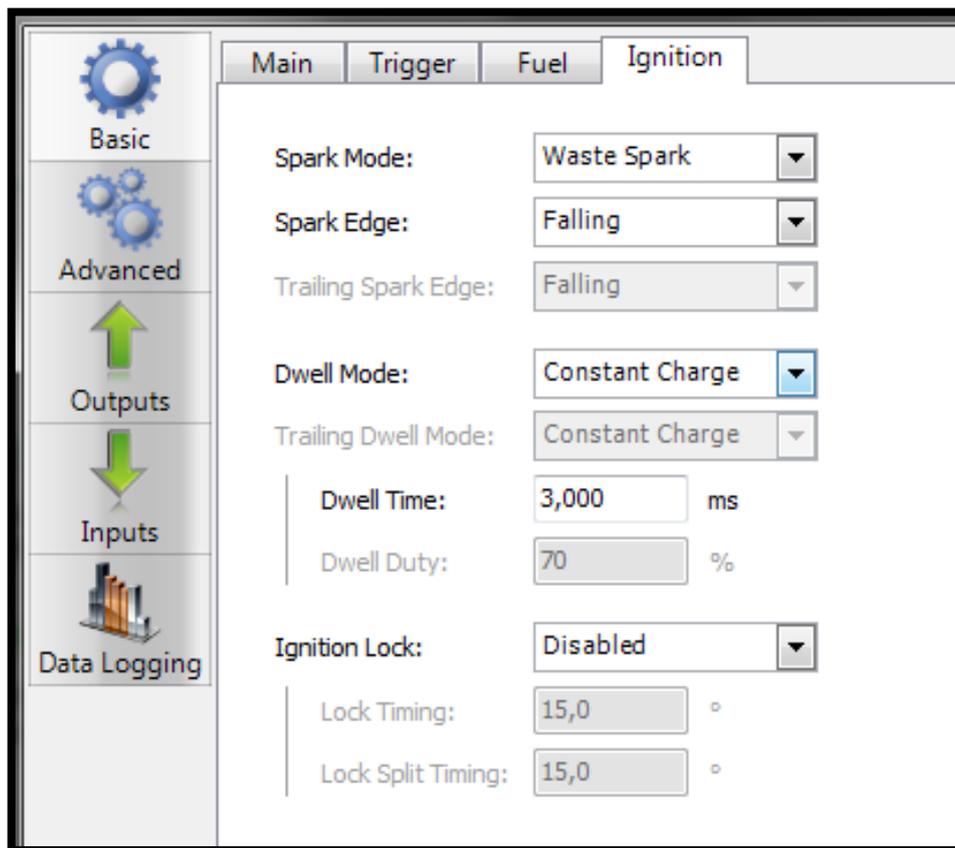


Grafico 4.9 Configuración de Ignición

4.1.2.5 Main

En la tabla principal de programación avanzada es para escoger los diferentes manómetros que se indicaran en la pantalla principal. Se debe escoger solo aquellos a los cuales se vaya a tener acceso a modificar e intervengan con en el sistema de inyección. Debido a que el motor que se está calibrando no es un motor tan complejo solo se está usando lo necesario.

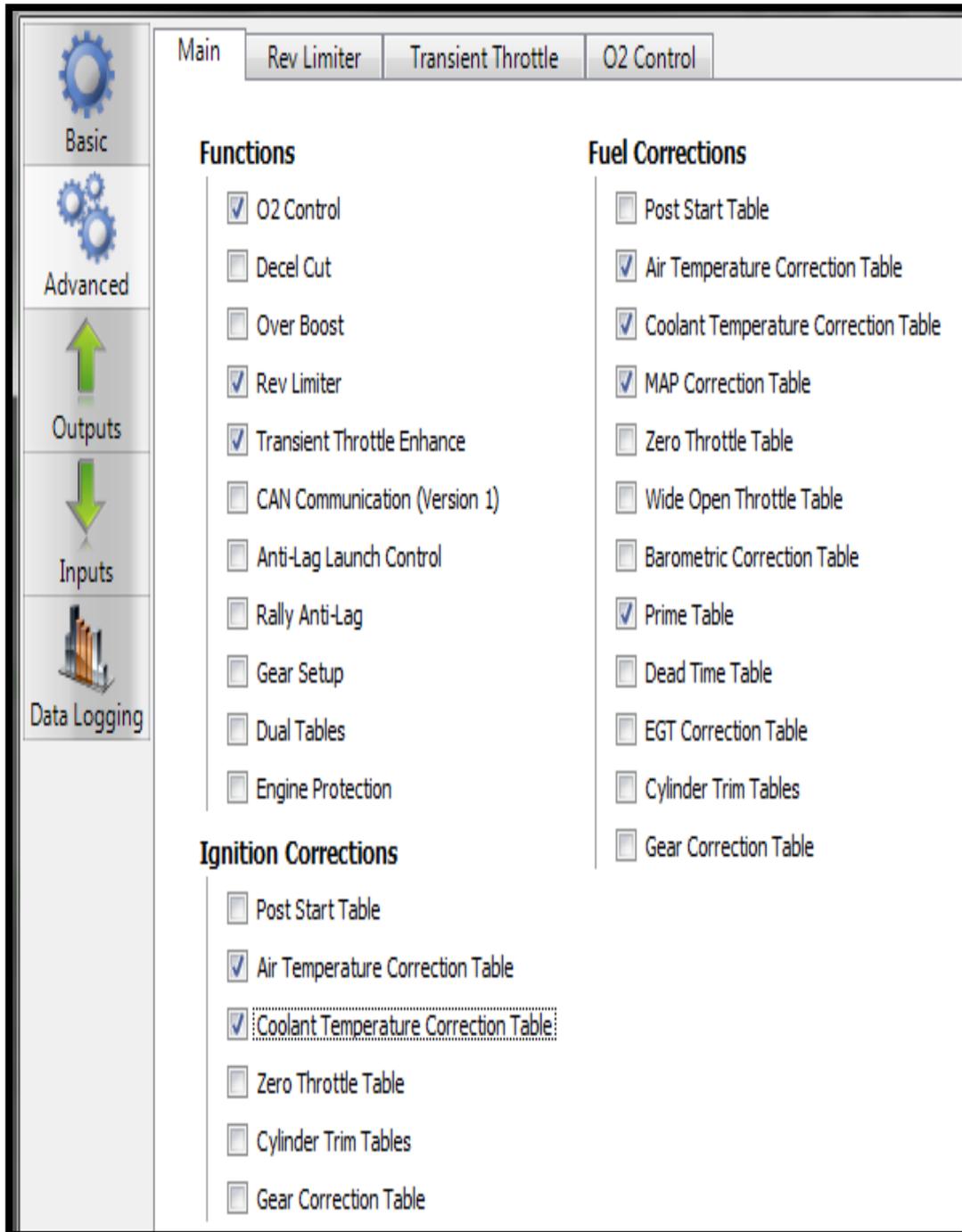


Grafico 4.10 Tabla de Configuraciones

4.1.1.6 O2 Control

En la tabla a continuación la mayoría de los valores se escogen por default.

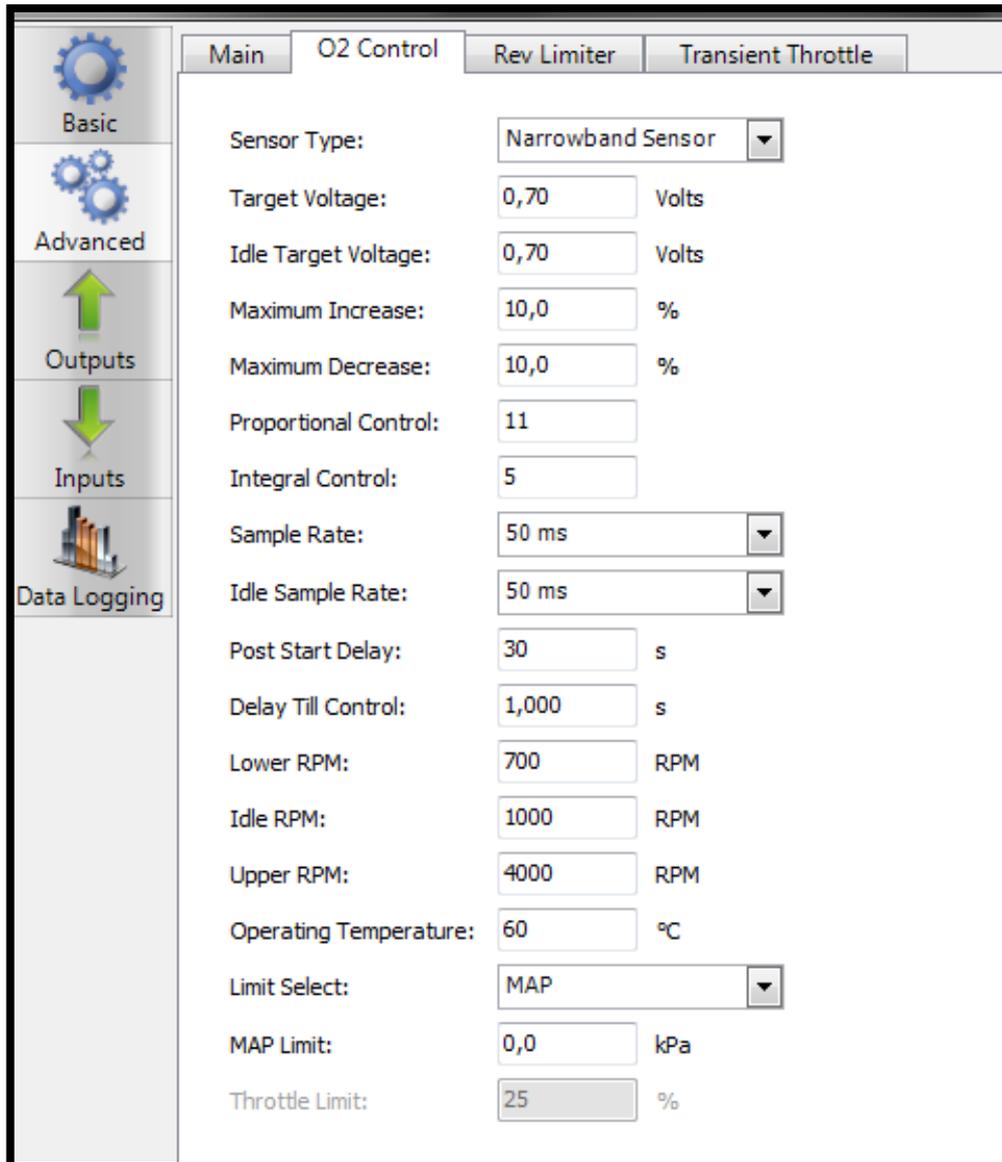


Grafico 4.11 Configuración O2

Los valores que son necesarios escoger son las de RPM de motor en ralentí, en bajas y altas.

4.1.1.7 Límite de Revoluciones

En la siguiente pestaña tenemos los límites de revoluciones, que este caso será manejado en base a la inyección de combustible. A demás se puede escoger el tipo de corte de combustible que queremos que la ECU haga suave o fuerte. Para la programación de este motor se escogió fuerte, es decir al momento de

sobrepasar las revoluciones establecidas la ECU dejara de enviar combustible al instante. A este motor se le configuro con 6000 RPM.

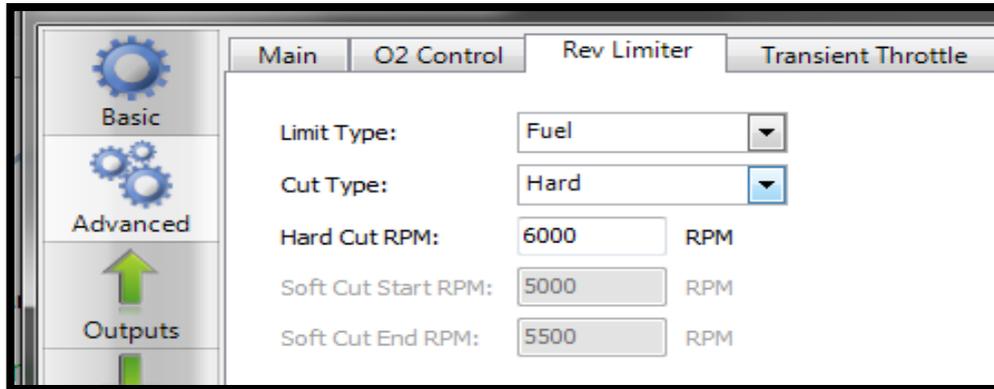


Grafico 4.12 Configuración de Límites de Revoluciones

4.1.1.8 Outputs

Esta pestaña es para añadir manómetros externos, es decir los mismos que se ven en la pantalla principal se los puede colocar en el tablero de instrumentos

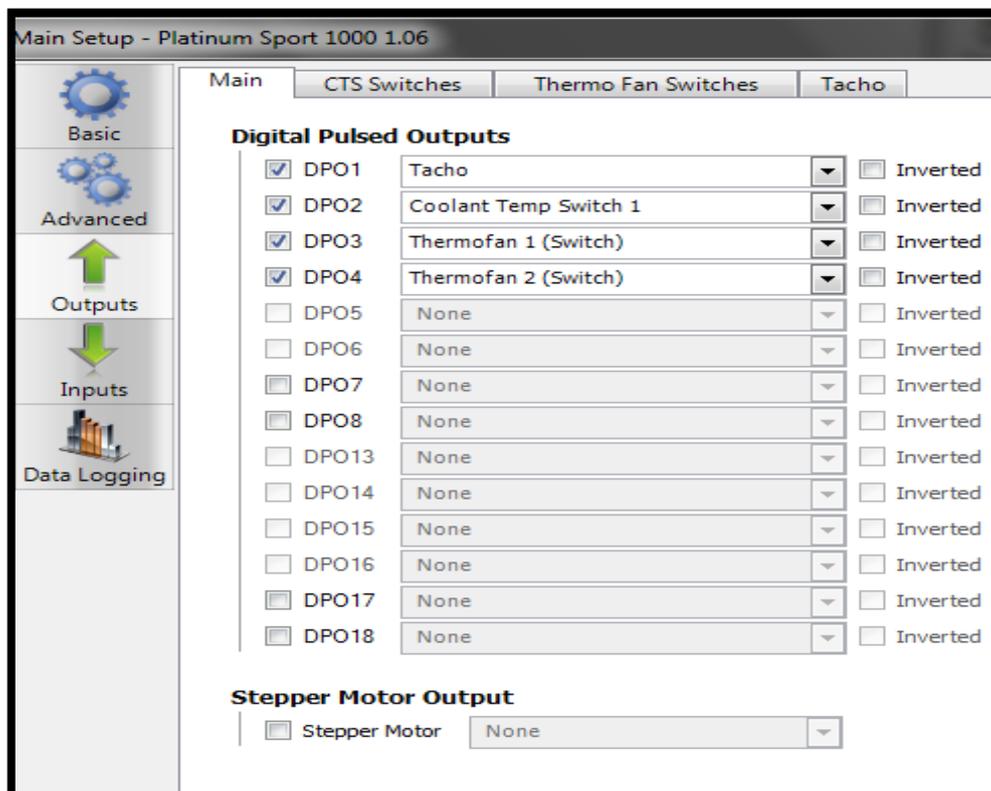


Grafico 4.13 Señales de Salida

4.1.1.9 Inputs

En esta pestaña se tiene las opciones para configurar todas las entradas de datos que la ECU va a manejar, por lo cual es necesario llenar la información de cada una de las tablas con la información de los sensores que se va a utilizar.

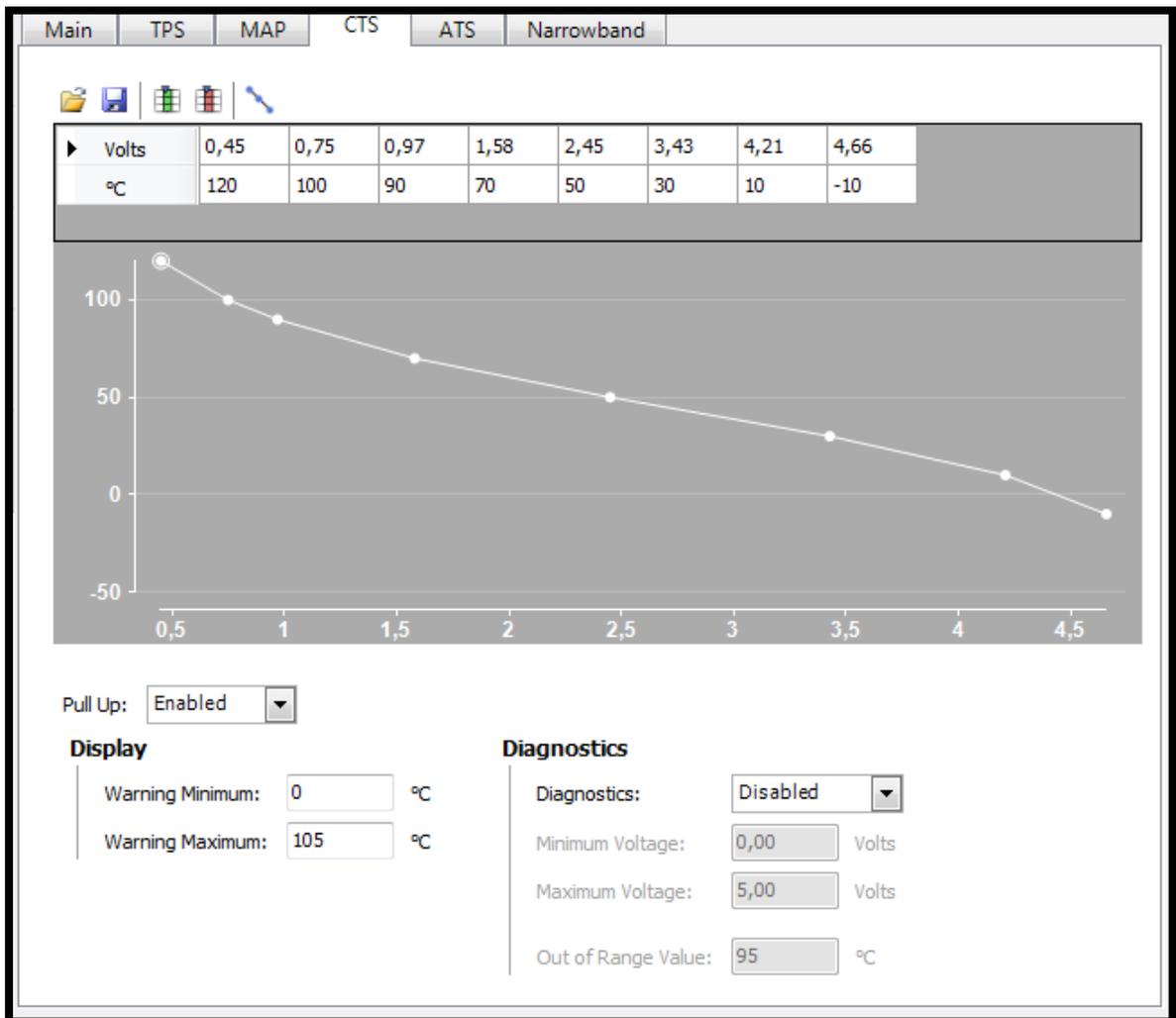


Grafico 4.14 Configuración CTS

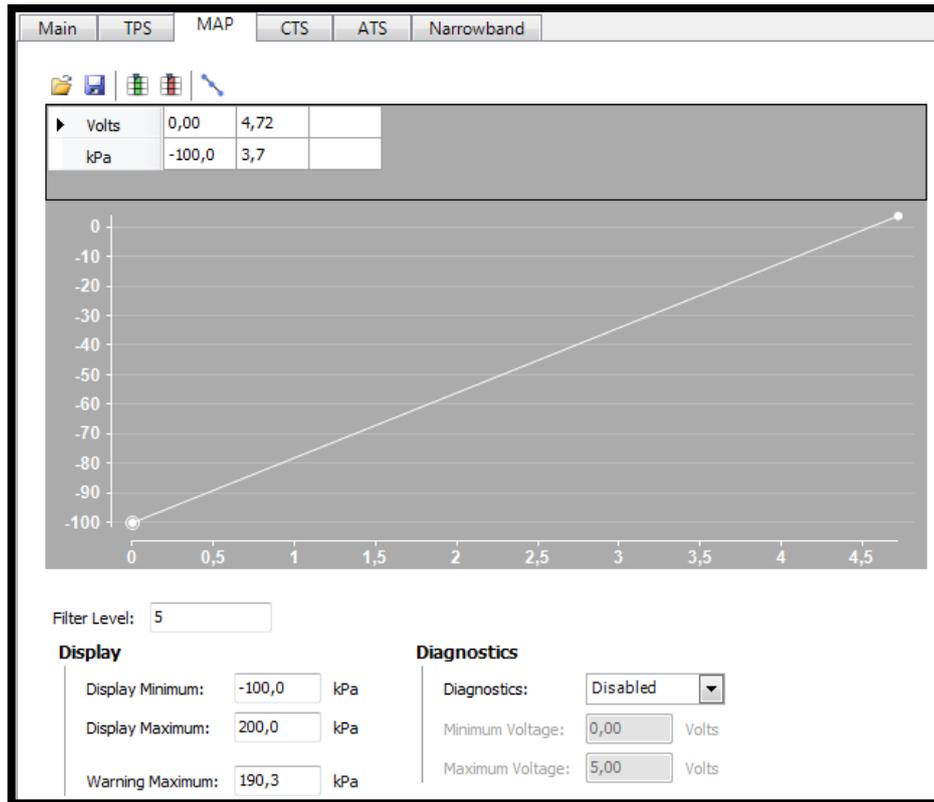


Grafico 4.15 Configuración MAP

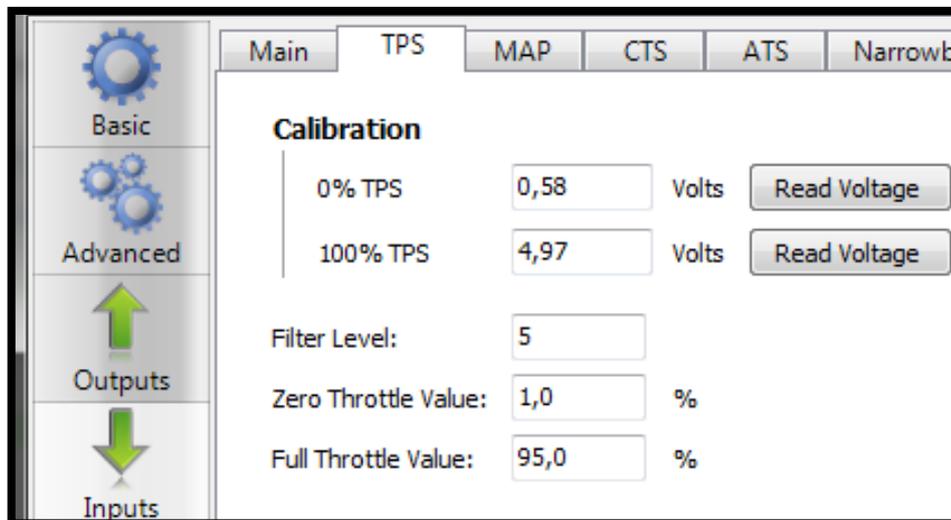


Grafico 4.16 Configuración TPS

4.2 Calibración del motor con la ECU

Una vez calibrado todos los parámetros, se procede a calibrar la tabla de combustible tomando en cuenta una de las tablas bases del programa. Hay que

tener en cuenta que esta es solo una guía para que el motor encienda. Hay que toma como referencia fundamentos básicos de inyección por ejemplo a mayor revoluciones mayor cantidad de combustible necesita inyectar, por lo tanto el tiempo de inyección va a ser mayor. La primera variación de valores nos va a servir para mantener ralentí. A medida que se le vaya dando carga al motor se debe ir aumentando o disminuyendo el pulso de inyección. Una vez calibrada la tabla de combustible se continúa con la del tiempo. Hay que recordar que el motor se enciende por las tablas pre establecidas por el programa.

Durante la programación del avance o retraso de inyección hay que procurar no mantener el motor con largos periodos de auto detonaciones para evitar un desgaste prematuro de los elementos internos.

Ahora es cuando interviene el dinamómetro, ya que al vehículo se lo puede ir manteniendo en el punto donde falla hasta lograr equiparar el tiempo de inyección con el tiempo de ignición.

	-80.0	-70.0	-60.0	-50.0	-40.0	-30.0	-20.0	-10.0	0.0	25.0	50.0	75.0	100.0	125.0
8000	5.238	5.808	6.378	6.948	7.518	8.088	8.658	9.228	9.724	9.724	9.724	9.724	9.724	9.724
7000	4.918	5.488	6.058	6.628	7.198	7.768	8.336	8.906	9.402	9.402	9.402	9.402	9.402	9.402
6000	4.598	5.168	5.738	6.308	6.878	7.448	8.016	8.586	9.082	9.082	9.082	9.082	9.082	9.082
5000	4.278	4.848	5.418	5.988	6.558	7.128	7.696	8.266	8.762	8.762	8.762	8.762	8.762	8.762
4000	3.958	4.528	5.098	5.668	6.238	6.808	7.376	7.946	8.442	8.442	8.442	8.442	8.442	8.442
3000	3.638	4.208	4.778	5.348	5.918	6.488	7.056	7.626	8.122	8.122	8.122	8.122	8.122	8.122
2000	3.318	3.888	4.458	5.028	5.598	6.168	6.736	7.306	7.802	7.802	7.802	7.802	7.802	7.802
1500	3.158	3.728	4.298	4.868	5.438	6.008	6.576	7.146	7.642	7.642	7.642	7.642	7.642	7.642
1000	2.998	3.568	4.138	4.708	5.278	5.848	6.416	6.986	7.482	7.482	7.482	7.482	7.482	7.482
500	2.838	3.408	3.978	4.548	5.118	5.688	6.256	6.826	7.322	7.322	7.322	7.322	7.322	7.322
0	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000

Grafico 4.17 Mapa de Combustible

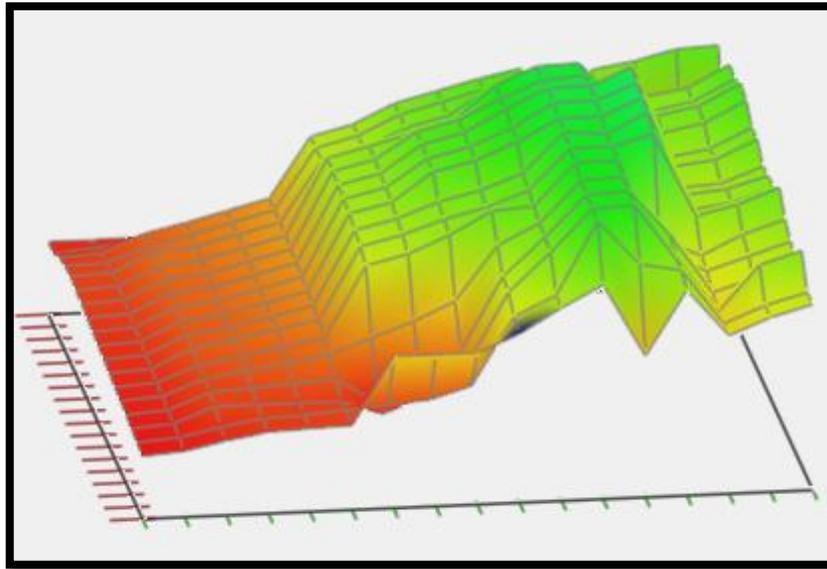


Grafico 4.18 Mapa combustible 3D

Load - Ignition kPa													
	6	-61,4	-55,2	-49,0	-42,8	-36,6	-30,3	-24,1	-17,9	-11,7	-5,5	0,7	6,9
6000	2	34,4	34,6	34,6	34,8	32,0	32,0	31,2	29,4	27,6	27,0	22,2	20,4
5500	6	33,8	34,0	34,2	34,4	31,6	32,0	32,2	30,4	27,6	27,0	22,2	20,4
5000	8	33,0	33,2	33,4	33,6	30,8	31,0	34,2	32,4	27,6	27,0	22,2	20,4
4500	0	32,4	32,8	33,0	33,4	30,8	31,0	33,4	31,8	27,4	27,0	22,2	20,4
4000	8	32,0	32,4	32,8	33,2	30,4	30,8	29,2	30,6	29,4	27,0	22,2	20,4
3500	4	31,6	32,0	32,4	32,8	30,2	30,6	30,0	29,4	26,2	30,4	18,6	16,8
3000	0	32,6	32,4	32,2	32,0	29,4	29,8	29,2	28,6	21,4	26,8	15,2	13,4
2500	8	31,4	31,0	30,4	30,0	29,2	29,6	28,8	27,2	18,6	23,0	11,6	9,8
2000	4	32,6	32,6	32,6	29,8	28,0	28,6	27,8	26,2	5,0	9,4	7,8	6,4
1500	2	30,4	29,8	29,2	28,6	27,8	27,0	26,0	25,2	9,0	5,4	4,4	3,0
1250	8	23,0	21,0	22,0	22,4	22,0	22,4	24,0	23,4	4,2	0,6	2,4	1,2
1000	0	19,0	19,0	14,4	14,8	14,4	19,4	19,0	20,8	7,2	-1,0	0,6	-0,6
750	2	13,2	13,2	12,2	13,4	11,4	14,2	11,6	11,0	7,0	1,2	3,6	2,4
500	2	13,2	13,2	13,2	14,4	14,4	15,2	11,6	11,0	12,0	1,2	3,6	2,4
0	8	15,4	15,2	15,0	14,8	14,6	13,4	11,2	11,0	15,0	4,2	3,6	2,4

Grafico 4.19 Mapa de Ignición

4.3 Pruebas

El motor Volvo B21 antes de ser modificado en su chasis como en motor fue puesto a prueba en el dinamómetro de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador. De esta prueba se pudo obtener la siguiente imagen.

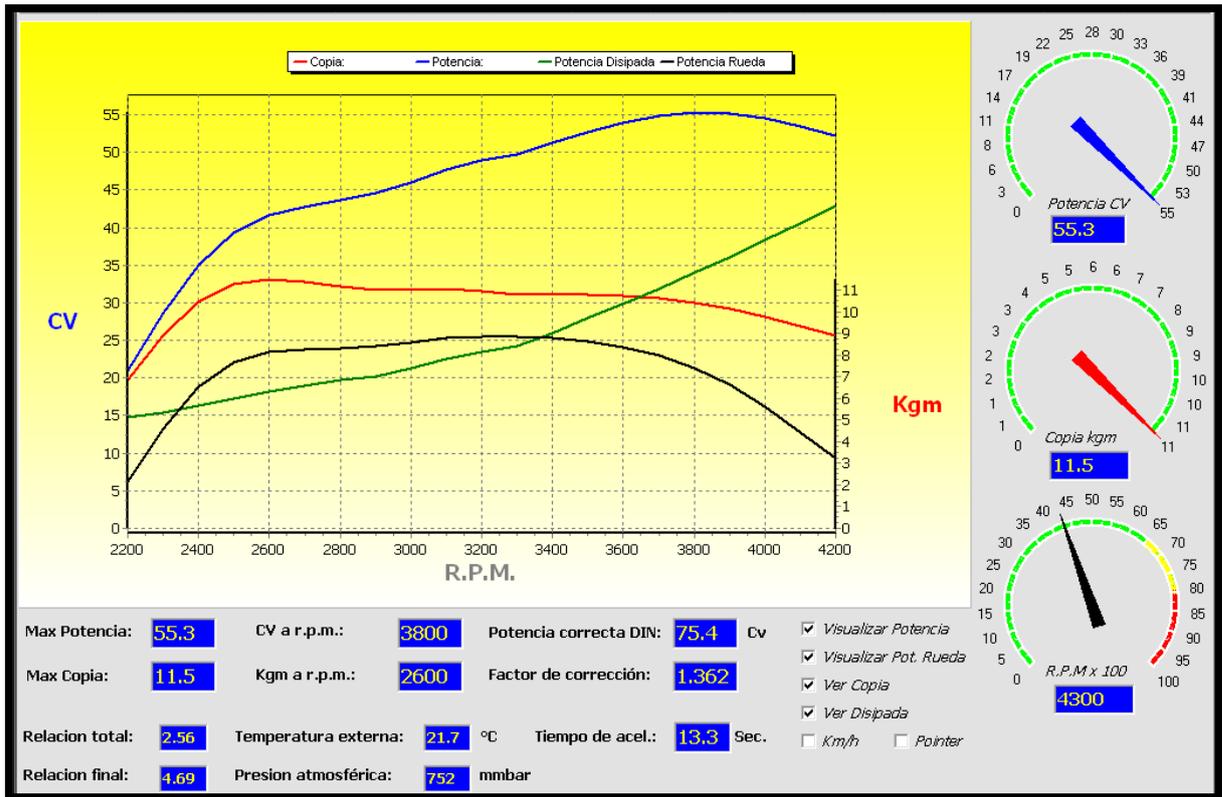


Gráfico 4.20 Prueba del Motor B21 Sin modificaciones

Para la segunda muestra el vehículo ya fue modificado su sistema de inyección, así como un mantenimiento más exhaustivo, como cambio de aceite, bujías, ABC de frenos y ruedas.

De igual forma se trato de que las condiciones fueran las mismas por lo que la prueba fue hecha en el mismo dinamómetro, y tratando de mantener la temperatura externa, la presión atmosférica no vario ya que el dinamómetro se encontraba en el mismo lugar donde fue realizada la primera prueba.

Los resultados arrojados fueron los esperados; el caballaje mejoro notablemente puesto que al principio se tuvo un resultado de 75.4 CV y en la segunda prueba de dinamómetro se logro obtener 126 CV. El sistema de inyección logro aumentar

50 CV, valor que si se toma en cuenta el año del vehículo así como el tiempo que estuvo parado.

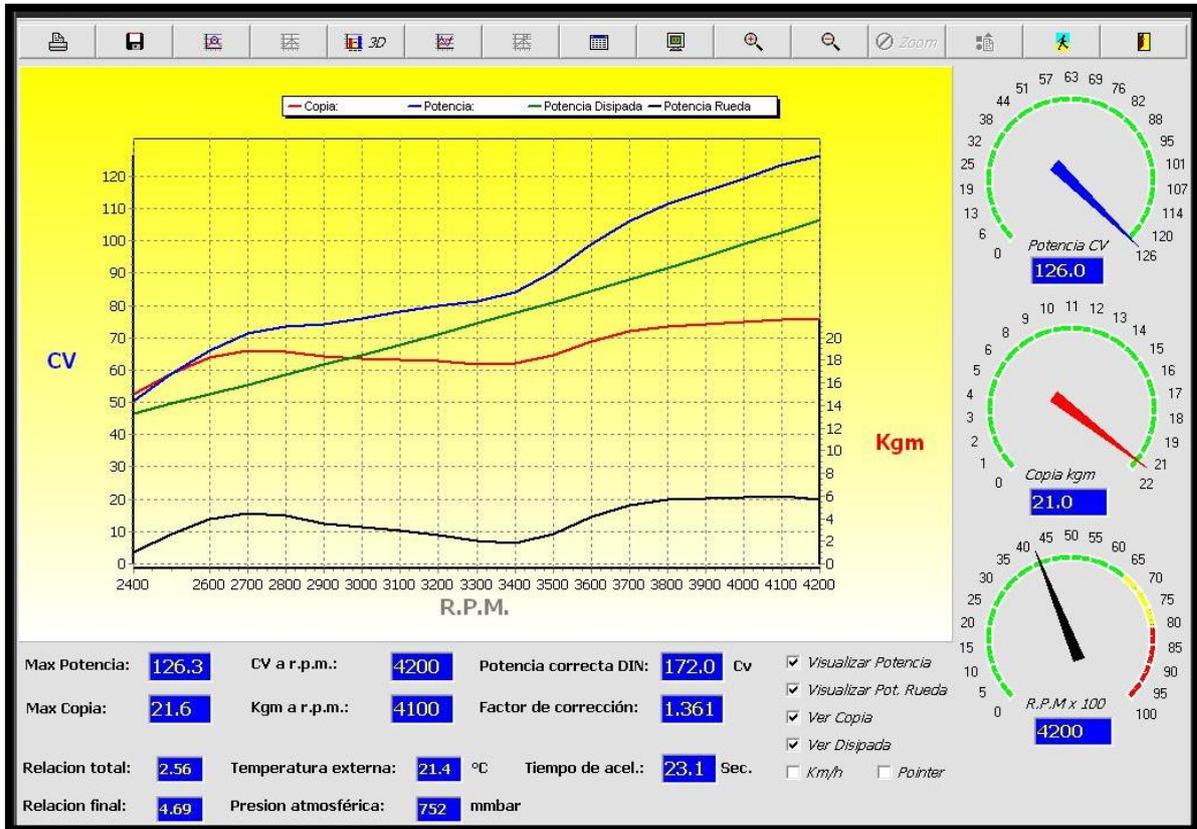


Grafico 4.21 Motor Adaptado el Nuevo Sistema de Inyección

4.5 Tablas finales de la calibración

Tabla 4 Tabla de Combustible

Fuel - Base ms		Load - Fuel kPa																
		-90,0	-83,9	-77,9	-71,8	-65,8	-59,7	-53,7	-47,6	-41,6	-35,5	-29,4	-23,4	-17,3	-11,3	-5,2	0,8	6,9
RPM	8500	1,800	1,850	2,050	2,200	2,750	3,350	4,050	4,700	5,200	5,504	5,750	5,912	6,146	6,352	6,490	6,678	6,780
RPM	8000	1,600	1,850	1,950	2,150	2,450	3,100	3,850	4,540	5,158	5,580	5,850	5,820	6,040	6,158	6,330	6,398	6,450
Target	7500	1,400	1,450	1,650	1,950	2,450	2,950	3,750	4,350	4,776	5,172	5,468	5,606	5,730	5,850	6,016	6,162	6,270
	7000	1,300	1,400	1,550	1,750	2,100	2,700	3,650	4,350	4,702	5,052	5,302	5,538	5,728	5,748	5,834	5,860	5,900
	6500	1,350	1,500	1,650	1,950	2,350	2,900	3,700	4,300	4,806	5,046	5,286	5,248	5,366	5,484	5,548	5,622	5,860
	6000	1,250	1,300	1,600	1,800	2,142	2,552	3,256	3,940	4,526	4,816	5,056	5,092	5,182	5,296	5,410	5,432	5,620
	5500	0,650	0,850	1,000	1,200	1,406	2,020	2,978	3,602	4,030	4,464	4,658	4,928	4,970	5,028	5,058	5,140	5,250
	5000	0,750	1,050	1,150	1,200	1,320	1,888	2,752	3,392	3,766	4,442	4,560	4,892	4,708	4,960	4,790	4,772	5,000
	4500	0,800	0,900	0,950	1,200	1,550	1,958	2,750	2,986	3,554	4,378	4,662	4,822	4,944	5,292	5,328	5,240	5,280
	4000	0,950	1,500	1,200	1,300	1,300	1,676	2,100	2,506	2,918	3,934	4,504	4,604	4,804	5,104	5,154	5,154	5,104
	3500	1,000	1,250	1,300	1,250	1,300	1,794	2,150	3,240	3,660	3,886	4,100	4,250	4,450	4,600	4,800	4,850	4,804
	3000	0,900	1,100	1,150	1,250	1,250	1,562	1,850	2,430	2,910	3,346	3,400	4,100	4,700	4,700	5,000	4,950	4,704
	2500	0,900	0,950	0,950	0,950	0,950	1,130	1,650	1,818	2,244	2,976	3,400	4,000	4,550	4,600	4,600	4,500	4,404
	2000	1,000	1,050	1,050	1,050	1,050	0,950	1,550	1,850	1,874	2,746	3,304	3,872	4,704	4,754	4,604	4,454	4,454
	1500	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,000	1,550	1,788	1,736	2,156	3,054	3,554	4,054	3,754	3,754	3,804	4,054
	1000	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,176	1,422	1,742	1,742	2,074	3,100	3,454	3,554	3,604	3,704	3,704	3,754
	500	1,050	1,050	1,000	0,950	1,000	0,850	1,150	1,270	2,000	1,460	2,600	2,754	3,254	3,454	3,404	3,504	3,454
Output Value	0	1,050	1,000	0,950	0,900	0,950	0,850	0,850	1,100	1,350	1,350	2,004	2,600	4,104	3,104	3,104	3,104	3,154

Tabla 5 Tabla de Ignición

Ignition - Base °		Load - Ignition kPa															
		-80,0	-73,8	-67,6	-61,4	-55,2	-49,0	-42,8	-36,6	-30,3	-24,1	-17,9	-11,7	-5,5	0,7	6,9	
RPM	8000	41,6	41,6	41,6	41,6	39,6	37,6	35,8	34,2	28,0	29,8	27,8	25,8	24,2	22,4	20,4	
RPM	7500	41,6	41,6	41,6	40,6	37,8	34,8	34,8	34,8	34,8	33,6	27,6	25,8	24,2	22,2	20,4	
Target	7000	41,6	40,2	39,4	38,4	37,6	36,8	36,0	35,0	37,2	38,4	35,6	32,6	24,2	22,2	20,4	
	6500	41,6	34,2	33,4	32,6	31,8	31,2	30,4	30,6	33,8	35,2	36,4	35,6	27,0	22,2	20,4	
	6000	34,6	34,2	34,2	34,4	34,6	34,6	33,8	34,0	34,0	34,2	34,0	32,6	26,0	22,2	20,4	
	5500	32,6	33,4	33,6	33,8	34,0	34,2	34,4	34,6	34,0	34,2	34,0	32,6	27,0	22,2	20,4	
	5000	35,8	36,6	36,8	37,0	37,2	37,4	37,6	37,8	38,0	38,2	38,0	34,6	31,0	26,2	24,4	
	4500	37,8	37,8	38,0	38,4	38,8	39,0	39,4	39,8	40,0	40,4	40,0	40,4	33,0	28,2	26,4	
	4000	36,4	36,4	36,8	37,0	37,4	37,8	38,2	37,4	37,8	37,2	37,0	36,4	30,0	19,2	17,4	
	3500	36,0	36,0	36,4	36,6	36,0	36,4	36,8	37,2	37,6	37,0	37,0	28,2	23,4	22,6	22,8	
	3000	35,2	35,2	35,0	35,6	36,4	36,2	36,0	36,4	36,8	36,2	36,0	31,4	21,8	12,2	13,4	
	2500	32,8	32,4	32,8	34,4	34,0	33,4	34,0	35,2	33,6	34,8	34,0	33,6	25,0	15,6	5,8	
	2000	31,4	31,4	31,4	31,6	31,6	31,6	31,8	33,0	32,6	31,8	31,2	31,0	26,4	16,8	9,4	
	1500	25,0	27,8	27,2	28,4	27,8	28,2	27,6	27,8	28,0	29,0	29,2	29,0	26,4	4,4	3,0	
	1250	28,8	28,8	28,8	29,0	29,0	28,0	28,4	29,0	29,4	29,0	29,4	29,2	27,6	2,4	1,2	
	1000	17,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,4	16,8	17,4	18,4	18,0	18,8	18,2	20,0	0,6	-0,6	
	750	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	10,2	11,4	11,4	11,2	11,6	11,0	11,0	11,2	2,6	2,4	
	500	11,2	11,2	11,2	13,2	13,2	13,2	14,4	14,4	15,2	11,6	11,0	12,0	1,2	3,6	2,4	
Output Value	0	11,2	14,0	13,8	15,4	15,2	15,0	14,8	14,6	13,4	11,2	11,0	15,0	4,2	3,6	2,4	

Tabla 6 Presión de combustible en relación a la temperatura del motor

Fuel - Cool Temp Corr %		Load - Fuel kPa	
		-100,0	200,0
C - CTS °C	114	51	43
	88	24	50
	69	20	15
	52	35	29
	35	45	26
	18	65	30
	-8	75	38
	-34	84	40
Target			
Output Value			

Tabla 7 Corrección del avance o retraso a la ignición mediante la temperatura del motor

Ignition - Cool Temp Corr °		Load - Ignition	
		-100,0	0,0
C - CTS °C	70	0,9	0,9
	60	0,8	0,8
	40	2,7	2,7
	0	6,5	6,5
Output value			

Tabla 8 Sensibilidad del enriquecimiento de la aleta de aceleración

Transient Throttle - Enrich Sensitivity		ms				
		Transient Throttle Load Source %				
		0,0	10,0	25,0	50,0	
RPM	4000	1,000	1,000	1,000	1,000	
RPM	3000	2,300	2,300	2,300	1,300	
	2000	3,450	3,450	3,750	4,800	
Target	1000	4,000	4,500	5,250	3,950	
Output Value						

Tabla 9 Corrección de la tabla de combustible en base a la mezcla aire combustible

Fuel - Target AFR		AFR-P										
		Load - Fuel kPa										
		-100,0	-90,0	-80,0	-70,0	-60,0	-50,0	-40,0	-30,0	-20,0	-10,0	0,0
RPM	8000	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,1	13,2	13,0
RPM	7000	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,1	13,2	13,0
	6000	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,1	13,2	13,0
Target	5000	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,1	13,2	13,0
	4000	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,1	13,2	13,0
	3000	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,1	13,2	13,0
	2000	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,1	13,2	11,8
	1500	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,1	13,2	13,0
	1000	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,7	14,1	13,2	13,0
Output Value	500	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	13,6	12,7	12,5
	0	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	14,2	13,6	12,7	12,5

Tabla 10 Corrección a la tabla de combustible en base al IAT

Fuel - Air Temp Corr		%	
		Load - Fuel kPa	
		-100,0	200,0
C - ATS °C	116	-2,6	-2,6
	93	-2,0	-2,0
	69	-1,2	-1,2
	56	-0,3	-0,3
	44	0,6	0,6
	29	2,6	2,6
	10	5,6	5,6
	Output Value	-25	8,2

Tabla 11 Avance a la ignición al momento del arranque



Conclusiones:

1.- Una vez instalada y programada la inyección MPFI, se comprueba que el nuevo sistema es fiable para propulsar una carrocería tipo limosina. A pesar del incremento del peso del vehículo, el motor logra alcanzar su potencia máxima a las 5500 RPM. Se comprueba el correcto funcionamiento de los sensores y actuadores a través de programa de Haltech.

2.- En las pruebas hechas en el dinamómetro, los datos técnicos reflejan un incremento importante en su potencia de 75 CV a 121 CV. Sin embargo por temas de seguridad debido a que el vehículo ya presenta algunos años de uso. Se prefirió no hacer pruebas de rutas exigentes, ya que otros elementos externos al motor como diferencial, frenos, dirección y caja se sienten ya el desgaste de sus mecanismos.

3.- En lo que tiene que ver con la emisión de gases, el vehículo cumple con las normas de medio ambiente. Esta verificación se la puede monitorear constantemente a través de un PC que puede estar conectado al ECM del Vehículo. Se debe tener en cuenta que como el motor va a tener mayor carga debido a las modificaciones que sufrió el chasis en ciertos cuadros de la tabla de combustible se va a tener una mezcla aire combustible más rica, para la propulsión del vehículo.

4.- Lamentablemente no se logró verificar, con exactitud el consumo de combustible que el motor tiene ya instalada la inyección, debido a lo anteriormente expuesto en el punto número dos. El vehículo es muy antiguo y no brinda las seguridades para poder hacer pruebas de ruta. Por otro lado el incurrir en gastos en el arreglo del velocímetro así como del panel del vehículo, ya estaba fuera del

presupuesto que se había estimado para realizar este proyecto. Sin embargo todo dependerá mucho del tipo de manejo y carga que el vehículo vaya a soportar. En el caso puntual de esta limosina va hacer un vehículo económico en lo que respecta al consumo, puesto que siempre va a estar exigido a carga.

Con la elaboración de este proyecto se demuestra que la adaptación de un sistema de inyección electrónica a un motor a carburador si es posible.

Recomendaciones

1.- Al momento de decidir realizar una adaptación a un vehículo, tomar en cuenta que el resto de elementos del vehículo como dirección, caja, frenos, dirección tanque se encuentren en perfecto funcionamiento. Pues al final un vehículo esta formado por todos estos sistemas y que al momento de las pruebas si falla un sistema de estos se va dificultar las pruebas. A si mismo al ser un sistema totalmente diferente el que se va a utilizar en el vehículo hay que tratar de semejarse a un sistema original. Por dos motivos el primero para que se vea bien estéticamente y el segundo y el más importante para que la instalación de sensores, actuadores, múltiples, cableado etc., no queden a la deriva y que no se puedan dañar por vibraciones excesivas o que se corten los cables e interrumpan la señal.

2.- Se recomienda que para la calibración se realice en un dinamómetro así como se lo hizo en el estudio de este proyecto, debido a la efectividad que uno puede obtener en cada punto de la curva de crecimiento de las RPM del motor, pues se vuelve mucho más fácil mantenerse en un punto hasta corregir la falla además de la seguridad que se tiene en cuanto a la conducción, a diferencia de la calibración en campo abierto, ya que en esta se vuelve difícil por el trafico y por la variación del terreno. Además que en ciertos momentos el programa ECU manager nos pide que desconectemos la computadora cuando el vehículo esta en movimiento y sin duda este pude causar un accidente si se lo realizaría en una ruta.

3.- Para lograr una mezcla estequiométrica de aire combustible se recomienda usar un sensor de oxígeno wideband. Este sensor es mucho más sensible a los normales ya que nos da parámetros más exactos. De preferencia tratar utilizar el

mismo sensor de la marca de la ECM instalado, para poder trabajar en laso cerrado.

4.- Si se va adaptar este tipo de sistema a vehículos que han estado por mucho tiempo en inactividad, revisar todos los sistemas, hacer una limpieza integra de cañerías de combustible y de tanque. Revisar fugas, comprobar que todos los cables se encuentren correctamente empalmados unos a otros. De preferencia usar sockets para no interrumpir el blindaje que tienen estos.

BIBLIOGRAFIA

- Matemática aplicada para la técnica del automóvil. GTZ H. Kindler H. Kynast. Segunda Edición.
- Volvo 240 GL. Manual. Volvo Specs. Primera Edición
- Montaje de rodamientos. Publ. No. WL 801200/2 SA. FAG Kugelfischer Georg
- Electricidad para el Automóvil. Volumen 1. Grupo Editorial Ceac
- Sistema de Inyección a Gasolina Kjetronic, Edición 1999, Robert Bosch GmbH
- Manual de Inyección Básica / Sensores / Actuadores. Luis Garzón Viteri
- Programa técnico de Reparación Automotriz "Inyección Electrónica OBD-I y OBD-II DELPHI
- Haltech ECU Manager User manual
- www.mecanicavirtual.com
- www.todomotores.cl
- www.haltech.com
- forums.haltech.com
- <http://www.pro-1performance.com/inyeccionelectronica/haltech/haltech.htm>
- www.cars-data.com/es/volvo-244-sedan-1980-1982-3120/modelos.html
- <http://www.manuales10.com/sensores-y-actuadores-automovil/1>
- <http://www.widman.biz/Productos/automotriz.html>

ANEXOS

Historia de Haltech

Haltech Engine Management Systems are being used for all of the applications listed below in the USA, South America, Canada, Japan, Germany, France, Sweden, Belgium, Switzerland, Holland, Norway, Finland, Portugal, Spain, Italy, United Kingdom, Russia, Hong Kong, Malaysia, Taiwan, Singapore, Cyprus, South Africa, Australia and New Zealand.

Control system for custom conversion from carburetion to injection
Control of fuel injection/ignition on modified engines Race and rally applications of all descriptions Used in kits by kit manufacturers Original equipment in cars and motor cycles Design and research and development For use in cars, motor cycles, off-road vehicles, boats, jet skis, outboards, snowmobiles, karts, motor homes, aircraft

Haltech engine management systems are designed to be as universal as possible with the ability to control single cylinder motor cycles to V8 racing cars and most engines in between. It can control throttle body, multi-point or staged injection, distributor or direct ignition, naturally aspirated or turbo or supercharged engines. Name the application and in most cases Haltech can control it.

Haltech has been acknowledged by magazines such as the US "Hot Rod" and "Turbo" magazines as being the first in the world to develop engine management systems programmable in real time (with the engine running) by personal computers. Haltech currently holds several patents on the system.

Haltech History

Haltech was started by Steve Mitchell with the backing of his father Bill Mitchell in 1986. The original intention was to develop diagnostic equipment for electronic fuel injection but a request by "Modern Motor" magazine to solve the problem of supplying fuel to a supercharged Ford project car led to the development of a supplementary fuel injection computer. This was followed by a turbo timer.

Haltech then developed the world's first real time PC programmable engine management system i.e. programmable with the engine running. Screwdriver adjustable engine management systems had been available before the first Haltech ECU. There were systems such as the English ZYTEK which were very good systems but expensive, and at that time not programmable in real time. The first system, the F2 was followed by the F3 model which was produced by the thousands and there are many of both models still running today.

Later the F7 model was produced, originally for motor bikes and rotaries but it was no sooner released than customers were reporting proudly how well it was performing on their V8's! A whole series of fuel only computers followed the F7 with the F7A, F7B, F7C, F9, F9A to the F10 that we have today.

The E5 fuel injection computer led to the development of the E6, E6A and E6S fuel injection/ignition timing computers and was the origins of our successful E6K and E6X computers. The E6 series spawned a whole new era of engine management computers where fuel and ignition was controlled, but also idle speed and many ancillary devices.

The E11 series increased resolution, accuracy and allowed a large feature set with a powerful 32-bit processor. Together with improved user interface and data logging software, the E11/E8 is a highly regarded ECU in the market place.

The Platinum Series ECU's are the product of many years of R&D in the racing and performance industry. The result is a solid product range with wide feature sets with proven performance and reliability.

Haltech has a staff of engineers that are continually developing new products as well as supporting and updating existing products. Haltech products are designed and manufactured in Australia with Haltech's own PCB manufacturing facilities to ensure that the greatest care is taken with the assembly of our product.

The Haltech ECU was the first highly adjustable reasonably priced programmable engine management system available and it was the right product at the right time. It is now in use in many countries world wide and the market is still growing

Preguntas frecuentes al constructor del ECM:

Q: Why do I need a Haltech ECU?

A new Programmable Engine Management system is required when the engine has been modified beyond the standard specifications. Once an aftermarket exhaust, turbo, camshaft etc is added to the engine, the factory ECU will no longer be able to control the engine to its new potential.

Q: If my car is not modified can I still use a Haltech ECU?

Certainly. If you find your car is using excessive fuel, or has flat spots throughout the Rev range a Haltech Interceptor ECU will be able to make adjustments to specific area's of the factory ECU tune.

Q: Can I use a Haltech ECU on any engine?

Haltech ECU's can be used on most petrol engines. 1, 2, 4, 5, 6, 8, 10 and 12 cylinder engines are supported. As well as 2 and 3 Rotor engines. Please contact your local Haltech Dealer if you have any questions about a specific engine.

Q: How much extra power will my engine make?

This is a question that can only be estimated after Dyno testing by your local Haltech Dealer.

Q: Will my fuel economy get better or worse?

It will get better, but once again, dyno testing before an aftermarket ECU is fitted to your car will give an indication of how rich/lean your engine is running. From these results your Dyno tuner will be able to inform you of the potential fuel savings to be had.

Q: What should I look for when selecting my engine management system?

There are many differences between engine management systems. Things to look at include:

The number of inputs and outputs. Having more inputs and outputs offer more functionality in the way of ignition and injection types as well as extra outputs to control extra devices. Tuning resolution is also very important. The Haltech systems have 32x22 point mapping which gives excellent tuning potential. Finally,

remember to make sure your ECU has closed loop O2 control, idle control and boost control all as standard.

Q: Who should I call to talk about tuning my engine?

See the Dealer Locator tab in the navigation for your closest Haltech dealer details.

Q: Can I tune the car myself?

You can certainly tune your engine using a Haltech ECU, however we strongly recommend to take the car to an Authorised Haltech tuner if you are unsure about the tuning procedure.

Q: Where do I obtain the tuning software?

The tuning software comes on a programming CD at the time of purchase. Alternatively you could visit the Downloads page on the Haltech website to download the tuning software.

Q: Do Haltech products have Warranty?

Yes, Haltech warrants its products to be free from any fault due to materials or workmanship for a period of 12 months from the date of purchase.

Q: I am doing an engine conversion can I use a Haltech kit instead of the factory wiring harness?

Yes, This avoids the need for the messy factory wiring harness when doing an engine conversion.

Q: I bought an import engine but it has no wiring harness what can I do?

We may have a plug-in loom available for your vehicle, or Haltech can supply long

wiring harness which can then be terminated to length on any engine, in any car.

The Haltech harness comes with fuse block and relays.

Q: Does Haltech technical support come with the unit when I buy it?

Technical support is provided through the Authorised Haltech Dealer the unit is purchased from.

Q: I have never done anything like this before can a first time user install and setup a Haltech ECU?

To successfully install an Engine Management System you will need a good understanding of the ECU, as well as your engine. All ECU's come with the Haltech manual on CD, however as a first time installer it is often handy to have some guidance from your Authorised Haltech Dealer along the way.

Installation Guide

Before You Begin

IT IS BEST TO READ THIS ENTIRE MANUAL BEFORE STARTING.

At the very least, you should read the wiring and installation section of the manual before you begin the wiring part of the installation. The greater your knowledge of the operation of the Haltech system, the easier you will find it to understand what you are doing, and why. Throughout the manual are Warnings and Notes that will help your installation run smoothly and indicate the dangers that can exist for you the installer and the Haltech ECU.

Read any additional material (if supplied) accompanying this manual that updates the document since it was written.

You may need special parts or additional tools or test equipment in order to complete installation. Make sure you have these items on hand before you begin to avoid frustration.

Don't do the minimum work possible. Carelessness in the early stages of installation can cause greater problems later on. Carelessness will cost you money and frustration in finding and fixing unnecessary problems. You have the opportunity to make sure your Haltech system's operation is extremely dependable and easy to use by Doing it right the first time !. Another reason to exercise care during this installation is make sure there is no Fuel leaks and no wiring un-insulated which can cause a spark or a short and cause a fire or an explosion. Also make sure you follow the proper workshop precautions like when working underneath a jacked-up car, make sure you use safety stands.

Electromagnetic interference (EMI) from unsuppressed spark plugs and high tension leads can cause the ECU to fail. Please do not use them.

In hot climates, or with turbocharged engines, you may need to employ heat shielding to prevent heat soak and damage to electrical and fuel parts. Use the coolest surfaces of the chassis as a heat sink for components and shield any wiring that may be affected by heat.

We recommend having your system tuned by a Haltech Dealer or by a Workshop that has the proper tuning equipment like exhaust gas analyser, fuel pressure meter, Dynamometer etc. Otherwise trying to guess or tune by ear can lead to disastrous lean out conditions that could destroy your engine.

Note: In this manual, reference will be made to MAP (Manifold Absolute Pressure - as in MAP sensor) and the fuel maps stored in the ECU. Both are common industry terms, with entirely different meanings

Warning

Avoid open sparks, flames or operation of electrical devices near flammable substances. Always disconnect the battery cables when doing electrical work on your vehicle.

Do not charge the battery with a 24 Volt truck charger or reverse the polarity of the battery or any charging unit. Do not charge the battery with the engine running as this could expose the ECU to an unregulated power supply that could destroy the ECU and other electrical equipment.

All fuel system components and wiring should be mounted away from heat sources, shielded if necessary and well ventilated. Disconnect the Haltech ECU from the electrical system whenever doing any arc welding on the vehicle by unplugging the wiring harness connector from the ECU.

After completing the installation, make sure that there are no fuel leaks, and no wiring left un-insulated in case a spark or short-circuit occurs and causes a fire. Also make sure that you follow all proper workshop safety procedures. If you're working underneath a jacked-up car, always use safety stands!

Tools and Materials that you will need

Installation of this system can be easily carried out by professional mechanic(s) and most experienced home mechanics if the following tools and components are available:

- Voltmeter or Test Light
- A selection of screwdrivers and spanners
- Soldering Iron and solder (It is recommended that all connections be soldered except where crimped terminations are used. Soldering crimped terminations can cause the wire at the crimp to become weak. Most crimped terminations have sufficient strength alone as long as the appropriate crimping tool has been used)
- Wire Cutters and Pliers
- Crimping Tool and assorted terminals
- Drill with assorted drill bits
- 3/8" NPT Tap
- 14mm x 1.5 Tap
- Electrical Tape or Heat Shrink tubing
- Teflon pipe sealing tape
- Nylon cable ties
- Jeweller's file (may be needed for mounting Throttle Position Sensor)
- Mounting hardware for ECU and relays (mounts/bolts/screws)
- Personal Computer (preferably a laptop or portable computer) running Windows XP with a USB port.
- A good quality Timing Light



Haltech Inc.
704 Downs Ave
Lexington, Ky 40505
(760) 598-1941
usa@haltech.com

Haltech Dual Channel Wideband Installation Instructions

Thank you for your recent purchase of the Haltech Dual Channel Wideband(HDCW). The HDCW is a dual channel Wideband air/fuel ratio (AFR) metering system. The system has Two 0-5v analog AFR outputs. The Haltech DCW utilizes a Bosch 5-wire wide-band α_2 sensor, and features a compact design, easy installation, and easy integration into your Haltech ECU.

INSTALLATION

1. Turn off the ignition and disconnect the battery ground cable.
2. The α_2 sensor(s) should be located on the header/exhaust pipe about 6-8 inches from the hood flange or 12-16 inches from the Turbine outlet. Ideally, the sensor tip should face down to avoid accumulation of condensation. When choosing a mounting location, allow several inches clearance for the sensor wire harness. The wire harness must exit straight out from the sensor. Do not loop the harness back onto the sensor body.
3. 18 x 1.5mm weld nuts must be welded onto the exhaust pipe. After welding, run an 18 x 1.5mm tap through the threads. Failure to clean the threads may result in sensor damage. **DO NOT INSTALL THE SENSORS UNTIL AFTER THE FREE AIR CALIBRATION.** This procedure will be covered in the next section. Always use an anti seize lubricant on the sensor threads.
4. From the HDCW connect the 2 BLACK WIRES to a Chassis GROUND. DO NOT extend the ground wires, DO NOT ground to your engine, and DO NOT ground to your battery minus terminal.
Connect the RED wire to A SWITCHED +12v SOURCE.
Connect Sensor 1 Cable (Identified by a YELLOW band) to your wideband α_2 sensor
Reconnect the battery ground cable

INTEGRATION

5. For Sensor 1: Connect the White 0-5v output wire from the HDCW into AVI Input 1(Pin #13 on the 26 Pin Connector) of your Platinum Sport ECU
Sensor 2 : Connect the Blue 0-5v output wire into a separate Spare AVI Input
6. Connect Your Haltech Platinum Sport ECU to your laptop and go online with the ECU Manager Software. Go to Setup->Main Setup->Inputs. Set the corresponding AVI Inputs used to " α_2 Wideband Sensor"

FREE AIR CALIBRATION

7. After installation, a free air calibration is required, preferably with the car outdoors. Turn the free air calibration trimpots on the HDCW full counterclockwise. Turn on power and wait for 60 seconds so the system can fully stabilize. Slowly turn each free air calibration trimpot clockwise until the corresponding LED starts flashing at a rapid rate. Try to set each trimpot at the point where its LED just starts to flash. Free air calibration should be performed every 200-500 miles for unleaded gas and every 2-5 hours for leaded gas. If you cannot get an LED to flash when its trimpot is turned full clockwise, you either have a damaged sensor or very high hydrocarbon levels in your environment. A fault indication will cause the status LED to blink at a slow rate. Fault conditions include less than 11 volts or greater than 16.5 volts of battery voltage, sensor open circuit, and sensor short circuit conditions.

GAUGE INSTALLATION

8. Connect the Gauge's BLACK wire directly to ground.
Connect the Gauge's RED wire to a switched +12v Power Source
Connect the Gauge's PURPLE wire to the headlight switch to dim the LEDs 50% when the headlights are on.
Connect the Gauge's BLUE wire to the 0-5v Signal Output(Sensor 1 = white; Sensor 2=blue) on the HDCW
9. Enjoy the Benefits of Tuning with a Haltech Dual Channel Wideband and Tune with Confidence!

Installation Guide

[Return to Contents](#)

Before You Begin

IT IS BEST TO READ THIS ENTIRE MANUAL BEFORE STARTING.

At the very least, you should read the wiring and installation section of the manual before you begin the wiring part of the installation. The greater your knowledge of the operation of the Haltech system, the easier you will find it to understand what you are doing, and why. Throughout the manual are Warnings and Notes that will help your installation run smoothly and indicate the dangers that can exist for you the installer and the Haltech ECU.

Read any additional material (if supplied) accompanying this manual that updates the document since it was written.

You may need special parts or additional tools or test equipment in order to complete installation. Make sure you have these items on hand before you begin to avoid frustration.

Don't do the minimum work possible. Carelessness in the early stages of installation can cause greater problems later on. Carelessness will cost you money and frustration in finding and fixing unnecessary problems. You have the opportunity to make sure your Haltech system's operation is extremely dependable and easy to use by Doing it right the first time !. Another reason to exercise care during this installation is make sure there is no Fuel leaks and no wiring un-insulated which can cause a spark or a short and cause a fire or an explosion. Also make sure you follow the proper workshop precautions like when working underneath a jacked-up car, make sure you use safety stands.

Electromagnetic interference (EMI) from unsuppressed spark plugs and high tension leads can cause the ECU to fail. Please do not use them.

In hot climates, or with turbocharged engines, you may need to employ heat shielding to prevent heat soak and damage to electrical and fuel parts. Use the coolest surfaces of the chassis as a heat sink for components and shield any wiring that may be affected by heat.

We recommend having your system tuned by a Haltech Dealer or by a Workshop that has the proper tuning equipment like exhaust gas analyser, fuel pressure meter, Dynamometer etc. Otherwise trying to guess or tune by ear can lead to disastrous lean out conditions that could destroy your engine.

Note: In this manual, reference will be made to MAP (Manifold Absolute Pressure - as in MAP sensor) and the fuel maps stored in the ECU. Both are common industry terms, with entirely different meanings.

Warning

Avoid open sparks, flames or operation of electrical devices near flammable substances. Always disconnect the battery cables when doing electrical work on your vehicle.

Do not charge the battery with a 24 Volt truck charger or reverse the polarity of the battery or any charging unit. Do not charge the battery with the engine running as this could expose the ECU to an unregulated power supply that could destroy the ECU and other electrical equipment.

All fuel system components and wiring should be mounted away from heat sources, shielded if necessary and well ventilated. Disconnect the Haltech ECU from the electrical system whenever doing any arc welding on the vehicle by unplugging the wiring harness connector from the ECU.

After completing the installation, make sure that there are no fuel leaks, and no wiring left un-insulated in case a spark or short-circuit occurs and causes a fire. Also make sure that you follow all proper workshop safety procedures. If you're working underneath a jacked-up car, always use safety stands!

Tools and Materials that you will need

Installation of this system can be easily carried out by professional mechanic(s) and most experienced home mechanics if the following tools and components are available:

- Voltmeter or Test Light
- A selection of screwdrivers and spanners
- Soldering Iron and solder (It is recommended that all connections be soldered except where crimped terminations are used. Soldering crimped terminations can cause the wire at the crimp to become weak. Most crimped terminations have sufficient strength alone as long as the appropriate crimping tool has been used)
- Wire Cutters and Pliers
- Crimping Tool and assorted terminals
- Drill with assorted drill bits
- 3/8" NPT Tap
- 14mm x 1.5 Tap
- Electrical Tape or Heat Shrink tubing
- Teflon pipe sealing tape
- Nylon cable ties
- Jeweller's file (may be needed for mounting Throttle Position Sensor)
- Mounting hardware for ECU and relays (mounts/bolts/screws)
- Personal Computer (preferably a laptop or portable computer) running Windows XP with a USB port.
- A good quality Timing Light

Starting Your Engine

[Return to Contents](#)

Disconnect Ignition

To avoid damaging ignition components, ensure that you disconnect your ignition modules before power up for the first time, especially if the ECU is not yet configured for your particular engine and ignition system.

Do not connect injectors or ignition modules until the ECU is configured, otherwise damage may result.

Disable Injectors

To avoid accumulating unburnt fuel in your engine, make sure you disable or disconnect your injectors before you crank the engine when setting up.

Priming the Oil System

If your engine is a freshly built engine, make sure that you prime the engine oil system by cranking it with no spark plugs and the injectors disconnected. Crank until the engine oil pressure turns off any warning lights and oil pressure gauges (if fitted) read sufficient oil pressure.

Check Power and GND and Communications

Leaving your ignition modules and injectors disconnected, power up the ECU by turning on the vehicle's Ignition power. Check that the ECU is powered up and that you are able to communicate with the ECU using a laptop running ECU Manager software. **If you have not configured your ECU by this point, then now is the time to complete this before proceeding any further.**

Check Sensors

Once you can go *Online* with the ECU Manager Software, the next step is to check the various sensors connected.

- The easiest to check is the TPS. Move the throttle and check for movement of the TPS signal. Take the opportunity to calibrate your TPS sensor now if it is not calibrated.
- If you are using a MAP sensor, then check that the MAP sensor is reading near atmospheric pressure (ignition on, engine not running at this point).
- Check Coolant Temp is close to what you would estimate.
- Check Air Temp is close to what you would estimate.
- Check that the fuel pump primes upon powering on.

Checking Crank & Cam Angle Sensors

Check for RPM. With your trigger set-up correctly, cranking the engine should produce an RPM figure in the 80 – 300 RPM range depending on your engine. Make sure that the RPM reading is stable while cranking. If the RPM signal shows "0" or the signal is erratic check the wiring for the trigger is correct.

Calibrating Ignition Timing

Now is the time to triple-check your ignition settings in the software. If the settings are correct, turn off power to your ignition system and connect your ignition system to the ECU. It is a good idea to check your ignition coil temperatures periodically on a newly wired system. If you find that a coil is getting hot, then turn off the ignition power immediately and double check your wiring and ignition settings.

Setup the ignition lock timing to a value that corresponds to an easy to read timing mark on your crank pulley. Select a value that will allow you to easily start the engine too. Typically, engines will be clearly marked at 10 degrees BTDC, which will also allow for easy starting. Your injectors should still be disabled at this point.

Crank your engine while someone is watching the timing with a timing light. Check for consistent ignition pulses while watching what engine position the spark occurs. Adjust the Trigger Angle and/or Tooth Offset to adjust the timing to correspond to the Lock Timing value that you have set. Typically you should select a tooth offset that gives you a trigger angle between 50-100 degrees. See [Calibrating Ignition Timing](#) for more details.

Once this is set, your ECU is now calibrated for ignition timing. Using the timing light, attach to each spark lead and check that every spark plug is firing a spark.

Enabling Injectors

With the ignition system now calibrated and firing, enable (and connect if disconnected) the fuel injectors. If you have purchased the optional trim module, now is a good time to setup the trim module to allow you to trim fuel (See Analogue Voltage Inputs setup for [Trim Modules](#)). With fuel enabled, crank your engine and adjust fuel until the engine starts. Adjust your fuel trim and fuel maps at the idle range and load until the engine idles smoothly. Typical engine idle RPM will be 1000 RPM at about -60 to -80 kPa of vacuum. Check that your ignition timing is still accurate and firing at the angle that is set in the Lock Timing parameter.

You are now ready to tune your engine. Proceed to the [Tuning Guide](#).

If your engine fails to start, check the troubleshooting guide.

Advanced Functions

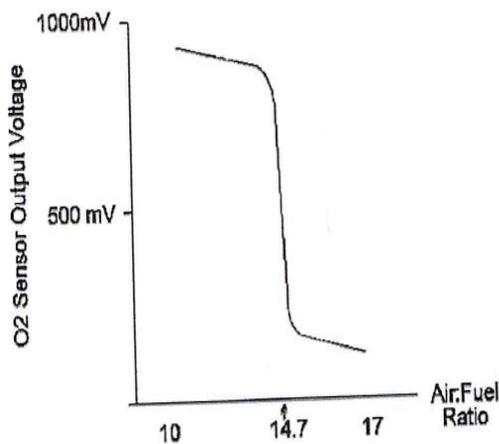
[Return to Contents](#)

- [O2 Control](#)
- [Decel Cut](#)
- [Engine Protection](#)
- [Over Boost](#)
- [Rev Limiter](#)
- [Transient Throttle Enhance](#)
- [CAN Communications](#)
- [Anti-Lag Launch Control](#)
- [Rally Anti-Lag](#)
- [Dual Tables](#)

O2 Control

Narrow Band Sensors

By fitting an oxygen sensor to the exhaust system of an engine, the ECU is able to perform corrections based on feedback from the O2 sensor to maintain a consistent air-fuel ratio around the stoichiometric mixture. The stoichiometric mixture is when exact amount of fuel is provided to consume all the oxygen of the air drawn into the engine, without any unburnt fuel remaining after combustion. Using closed loop fuel control adapts for small variations in fuel quality and day-to-day running, provides better fuel economy and lower emissions. Closed loop control does not compensate for poor tuning however, and only allows for small mixture changes that are already close to the correct target mixture.



O2 Sensor Narrowband Output

An oxygen sensor (or lambda sensor) is placed in the exhaust gas stream usually after the collector but before the catalytic converter. The O2 sensor possesses an output voltage characteristic similar to that in the diagram above. When the exhaust gas is free from oxygen (i.e. mixture is rich), the sensor reads around 1 volt. When there is an excess of oxygen, the sensor reads closer to 0 volts. Most narrow band sensor outputs change very suddenly around stoichiometric mixtures.

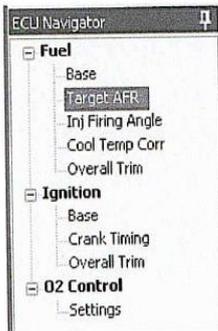
The O2 closed loop controller will measure the voltage of the oxygen sensor, determine whether the engine is running lean or rich, and compensate accordingly by adjusting the injection time. The ECU may overcorrect slightly, and then will pull the mixture back towards the desired air-fuel ratio. This slight oscillation either side of stoichiometric mixture is desirable as it aids the function of the catalytic converter.

The characteristic of narrow band sensors only enables accurate measurement about the stoichiometric mixture point. As a result, O2 closed loop is only useful under cruise and light load conditions where a stoichiometric mixture is desirable. Most narrow band O2 closed loop systems actively detect only the cruise and light load conditions and only uses O2 closed loop correction under these conditions. It is not recommended to use O2 closed loop when under high loads and engine speeds where mixtures should be richer than stoichiometric to ensure cool operation of the engine and higher margins against detonation.

Wide Band Sensors

Wide Band sensors are capable of detecting mixtures other than stoichiometric mixtures (14.7 for petrol/gasoline). When an Analog Voltage Input (AVI) is configured for a Wideband input and the input is calibrated, the O2 controller can also be setup to use this wideband input.

When using a wideband sensor with the O2 controller, a target voltage is no longer used. Instead a table of Target AFR values are used. This table can be found under the Fuel Control Group in the left hand tree.



The Target AFR Table is not a replacement for correct engine calibration and relies on the base tune being close to the desired levels of fuel delivery.

Unlike the Narrow Band Sensor, it is possible to use the Wide Band Sensor and maintain closed loop operation for longer because we can target mixtures other than 14.7:1. This makes it safer for the high load conditions as the controller is targeting the desired mixture under those conditions. This allows the controller to remain active into more parts of the engine's operating load, but care must still be taken when operating under high load and high RPM to ensure safe mixtures.

Operating Conditions

O2 closed loop operation will not operate under the following conditions:

- › The startup time described in Post Start Delay setting has not yet elapsed since startup
- › The throttle or MAP thresholds selected in the O2 Control settings are exceeded
- › The engine is operating outside of the Lower RPM and Upper RPM
- › Transient Throttle Enrichment is active
- › Engine is not above the operating temp threshold as defined in O2 Control settings
- › Deceleration Fuel cut is performing cut or enrichment operations

Settings

Main	Rev Limiter	O2 Control
Sensor Type: <input type="text" value="Narrowband Sensor"/>		
Target Voltage: <input type="text" value="0.70"/> Volts		
Idle Target Voltage: <input type="text" value="0.70"/> Volts		
Maximum Increase: <input type="text" value="10.0"/> %		
Maximum Decrease: <input type="text" value="10.0"/> %		
Proportional Control: <input type="text" value="11"/>		
Integral Control: <input type="text" value="5"/>		
Sample Rate: <input type="text" value="50 ms"/>		
Idle Sample Rate: <input type="text" value="50 ms"/>		
Post Start Delay: <input type="text" value="30"/> s		
Delay Till Control: <input type="text" value="1.000"/> s		
Lower RPM: <input type="text" value="700"/> RPM		
Idle RPM: <input type="text" value="1000"/> RPM		
Upper RPM: <input type="text" value="4000"/> RPM		
Operating Temperature: <input type="text" value="60"/> °C		
Limit Select: <input type="text" value="MAP"/>		
MAP Limit: <input type="text" value="0.0"/> kPa		
Throttle Limit: <input type="text" value="25"/> %		

Select the type of O2 sensor that is being used.

- **Sensor Type** - Choose the sensor type. You must also select which input this sensor is connected to in the Inputs setup, otherwise an error will be flagged until this is setup.
- **Target Voltage** - Only valid for Narrowband sensors. This is the sensor voltage that the ECU will try to target. This should be between the two voltages that the sensor outputs for below stoichiometric and above stoichiometric. Setting this target too close to either of these voltages may lead the controller to not function.
- **Idle Target Voltage** - Only valid for Narrowband sensors. This is usually set slightly higher than the above target voltage to help richen the idle mixtures to aid in idle smoothness.
- **Maximum Increase** - Maximum percentage increase in fuel that is allowed by the O2 controller. (Max 25%).
- **Maximum Decrease** - Maximum percentage decrease in fuel that is allowed by the O2 controller. (Max 25%).
- **Proportional Control** - This value alters the gain or sensitivity of the controller. The Proportional Control affect the sensitivity of the short term control.
- **Integral Control** - This value alters the gain or sensitivity of the controller. The Integral Control affect the sensitivity of the long term trim.
- **Sample Rate** - The rate at which the controller will read the O2 sensor and calculate the correction when above the idle RPM. If this is set too fast, the controller will over-react and a very unstable control will result. If this is set too slow, then the O2 controller will be slow to move towards its target and may not achieve the slight oscillations that are desirable.
- **Idle Sample Rate** - The rate at which the controller will read the O2 sensor and calculate the correction when below the idle RPM. If this is set too fast, the controller will over-react and a very unstable control will result. If this is set too slow, then the O2 controller will be slow to move towards its target and may not achieve the slight oscillations that are desirable.
- **Post Start Delay** - A cold O2 sensor voltage reading is always low. Set this value so that the sensor has enough time to reach operating temperature.
- **Delay Till Control** - This setting will delay when the closed loop O2 control will start when all the conditions are met. This helps the controller stop cutting in and out when on the border of one of the conditions that need to be satisfied.
- **Lower RPM** - The minimum RPM at which O2 control will happen. If this value is greater than this value then O2 control at idle will be disabled.
- **Idle RPM** - When the engine speed is below this value and there is zero throttle then the O2 Target Idle Voltage is used. To disable the use of this parameter then set it lower than the *Low RPM* value.
- **Upper RPM** - The maximum RPM at which O2 control will happen. Having O2 control off at RPM may be desirable if you are running a narrow band sensor.
- **Operating Temperature** - O2 control will only work above this coolant temperature.
- **Limit Select** - Choose if TPS or MAP sensor or Both will disable O2 control. If set to *Both*, then only one condition has to fail for O2 control to be disabled.
- **MAP Limit** - If load select is MAP or both, any MAP sensor reading above this value disables O2 control.
- **Throttle Limit** - If load select is TPS or both, any throttle position above this percentage disables O2 control.

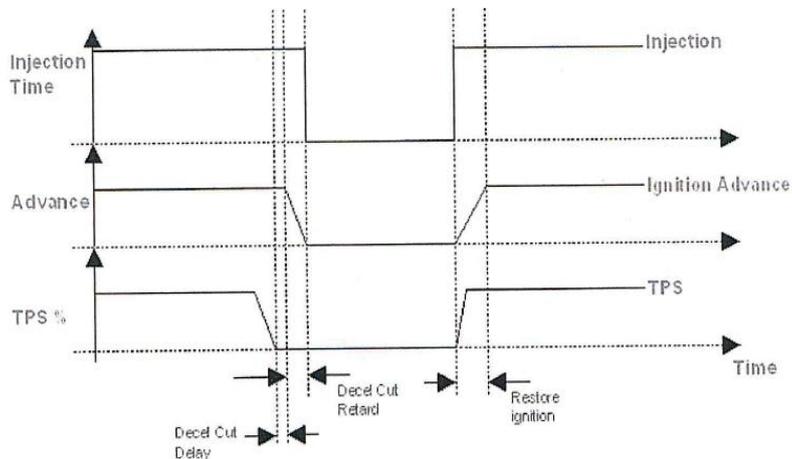
Decel Cut

Deceleration cut is a feature that stops the fuel injectors from injecting fuel when the throttle position is zero and the engine speed is above the Fuel Return RPM. To ensure that the transition to fuel cut is smooth, the ignition timing is retarded slightly before the fuel is cut. Likewise, when the fuel is restored, the injectors resume normal injection and the ignition timing advances back to normal.

Settings

- **Fuel Return RPM** - Fuel is not cut when the engine speed falls below this RPM. Set this RPM to be above your idle RPM otherwise your engine will stall at idle.
- **Cut Reset RPM** - After fuel cut has occurred, RPM must exceed this value to allow fuel to be cut again.
- **Decel Cut Temperature** - Fuel is not cut when the coolant temperature is below this temperature value. This is useful for cars with an idle up mechanism based on coolant temp that sets the idle speed above the RPM used for decel fuel cut. This is common in early EFI vehicles with 'wax pellet' style cold idle up.
- **Cut Delay** - This is the time in seconds that the ECU will wait before starting the decel cut phase, after seeing a zero throttle condition. This delay stops any unwanted fuel cutting or ignition changes between gear changes or momentary zero throttle conditions.
- **Retard** - The amount of ignition retard used to smooth the transitions to fuel cut.
- **Enrich** - Upon restore of deceleration cut, the intake manifold walls will be completely dry. This enrichment factor will eliminate any lean conditions upon fuel being restored.

The following example assumes a constant load so that injection times and advance does not vary. Of course this is not realistic since load will change with movements in TPS. The example aims to simply demonstrate the timing interaction of fuel and ignition in the event of a deceleration cut condition.



Engine Protection

Engine protection will apply a fuel enrichment, an ignition retard, a boost limit and a rev cut when a sensor goes outside the range of acceptable values for that sensor.
 Engine protection will only apply after the engine has been running for more than 5 seconds.

Settings

Activation

- **Minimum Time** - The amount of time a sensor has to be outside its acceptable running conditions before the engine protection will begin.
- **Coolant Temperature**
 - **Maximum** - Enable to check the coolant temperature sensor.
 - **Maximum** - Maximum acceptable coolant temperature. Anything above this value will set off engine protection.
- **Coolant Pressure**
 - **Maximum** - Enable to check the coolant pressure sensor.
 - **Maximum** - Maximum acceptable coolant pressure. Anything above this value will set off engine protection.
- **Air Temperature**
 - **Maximum** - Enable to check the air temperature sensor.
 - **Maximum** - Maximum acceptable air temperature. Anything above this value will set off engine protection.
- **Exhaust Gas Temperature**
 - **Maximum** - Enable to check the exhaust gas temperature sensor.
- **Exhaust Gas Temperature 2**
 - **Maximum** - Enable to check the exhaust gas temperature sensor 2.
 - **Maximum** - Maximum acceptable exhaust gas temperature. Anything above this value on either EGT sensor 1 or 2, if enabled, will set off engine protection.
- **Oil Pressure**
 - **Minimum** - Enable to check the oil pressure sensor.
 - **Minimum** - Minimum acceptable oil pressure when above a certain load threshold of map, tps or both. Anything below this value when exceeding the load threshold will set off engine protection.
 - **Pre-condition** - The Load type used to see if it is acceptable to check oil pressure. Can select from TPS, MAP or both.
 - **Minimum MAP** - When MAP sensor is above this value the oil pressure check for engine protection will happen.
 - **Minimum TPS** - When TPS is above this value the oil pressure check for engine protection will happen.
- **Fuel Pressure**
 - **Pressure Deadband** - Enable to check the fuel pressure sensor.
 - **Pressure Deadband** - When **Fuel Pressure Type** is set to 'MAP Reference' The engine protection will turn on when the *Injector Differential Pressure* goes above **Base Fuel Pressure** plus the Pressure Deadband or below the Base Fuel Pressure minus the Pressure Deadband. When Fuel Pressure Type is set to 'Constant' The engine protection will turn on when the *Fuel Pressure* goes above Base Fuel Pressure plus the Pressure Deadband or or below the Base Fuel Pressure minus the Pressure Deadband.

Effect

- **Fuel Enrichment** - Percentage amount of extra fuel added when engine protection is on.
- **Ignition Retard** - The amount of ignition retard applied when engine protection is on.
- **Boost Correction** - Percentage reduction in boost when engine protection is on.
- **Rev Limiter Cut Type** - The Rev limit type used when engine protection is on. A choice of cutting fuel or ignition.
- **Rev Limiter Start** - The engine speed at which the rev limiter will begin to cut individual cylinders to reduce RPM when engine protection is on.
- **Rev Limiter End** - The engine speed at which all cylinders will be cut when engine protection is on.

Over Boost

Over Boost fuel cut is used to protect the engine in the event of some sort of failure that might lead to higher than expected boost. This is a safety feature.

- **Boost Cut** - Fuel is cut when this boost pressure is reached.
- **Boost Restore** - Fuel is restored when the boost level falls back to this safe level. This value must be set to the less than the Over Boost Cut value.

Rev Limiter

Warning

Be careful when using "Ignition" for Rev Limiting on vehicles with Catalytic Converters. Unburned fuel can overheat and damage the converter.

- **Limit Type** - Select which output the Rev Limiter will use - Fuel or Ignition.
- **Cut Type** - The method for cut-out to Ignition or Fuel can be either Hard or Soft. Hard cut is an instant stop to Fuel or Ignition and Soft Cut is a progressive or gradual cut. Selecting Hard Cut with Fuel as the Rev Limit Type, the injection time will be set to Zero if the RPM exceeds the value set in the RPM Limit field. If Ignition is used as the Rev Limit Type, then spark charge Time will go to Zero when RPM exceeds the value in the RPM Limit field.
- **Hard Cut RPM** - When Hard Cut Type is selected, fuel or ignition will stop when this RPM is exceeded.
- **Soft Cut Start RPM** - When Soft Cut Type is selected, the Soft Cut Start RPM is the engine speed at which the soft cut algorithm will begin to cut individual cylinders to reduce RPM.
- **Soft Cut End RPM** - When Soft Cut Type is selected, the Soft Cut End RPM is the engine speed at which all cylinders will be cut.

Transient Throttle Enhance

Transient Throttle Enhance function aids in improving engine response when the throttle on a conventional fuel injected vehicle is opened rapidly. The Transient Throttle Enhancement works by adding additional injection pulses (asynchronous enrichment) and enriching the current fuelling pulses (synchronous enrichment) when it sees a change in throttle position. The setup allows the tuning of:

- How much enrichment is needed for a given RPM, start throttle position and TPS rate of change
- The biasing of the enrichment between asynchronous and synchronous types according to a given RPM
- The speed at which the synchronous enrichment decays

Note the rate of change of throttle position is how far the throttle moves over a 10ms time frame. A fast throttle movement could have a TPS rate of change of 15% this means that in a time frame of 10ms the throttle position moved 15%. A slow throttle movement could have a TPS rate of change of 1%, which means that in a time frame of 10ms the throttle position only moved 1%.

Settings

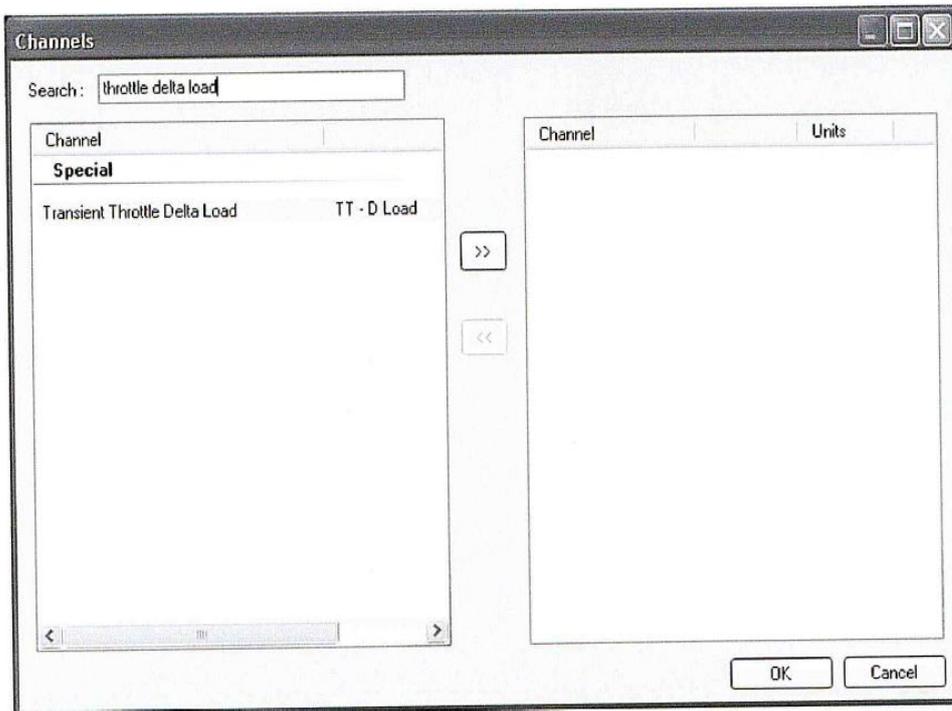
- **Number of Async Pulses** - This is the maximum number of extra injector pulses that can happen per injector output during an enrichment event.
- **Async Delay Time** - The minimum time between asynchronous enrichment events. This is to stop excess fuelling when constantly pumping the throttle.
- **Delta Dead Band** - To prevent excessive enrichment due to slight throttle jitter, only a rate of change of throttle position greater than this value will trigger an enrichment event.
- **Transient Throttle Trim** - The trim value scales the fuel enrichment. 0% makes no change to the fuel enrichment. 100% will add an extra 100% to the enrichment. Setting this to -50% will remove 50% from the enrichment.

Transient Throttle Tables

Enrichment Sensitivity

This map allows for the tuning of the amount of enrichment needed according to a given RPM and starting throttle position. In general more enrichment is needed at a low throttle position because a change will cause a larger in rush of air than at a higher throttle position. At a low RPM more enrichment is needed because of low air speeds and the atomisation of fuel is poor. This becomes less of a problem as the engine goes up in RPM and airflow increases.

The value in this table represents the enrichment needed at the maximum *Delta Load*. The maximum *Delta Load* is the largest change in throttle that you can make in the sample period of 10ms. In simple terms, this is the amount of enrichment for a full throttle opening as fast as you think you will ever open the throttle. Display the *Transient Throttle Delta Load* channel on a display or gauge to determine the magnitude of maximum *Delta Load* that you can achieve.



This table is the first to be tuned but also make sure that the right hand column of the *Percentage Enrichment* table equates to the maximum Delta Load you have selected.

		Transient Throttle Load Source %			
		0.0	10.0	25.0	50.0
RPM	4000	1.000	1.000	1.000	0.000
RPM	3000	2.000	2.000	2.000	0.000
RPM	2000	3.000	3.000	2.000	0.000
Target	1000	3.000	3.000	2.000	0.000

Percentage Asynchronous

This table determines what percentage of the fuel enrichment is delivered as asynchronous enrichment. Setting 0% in the table means that all of the fuel enrichment will be delivered synchronously (ie no additional fuel pulses will be added, all enrichment will be delivered by increasing the regular injection pulse). Setting 100% in the table means that all of the fuel enrichment will be delivered asynchronously (ie the normal injection pulse remains the same, all the enrichment fuel is added through extra *asynchronous* pulses between the main injection pulses).

Note that if the enrichment value exceeds 9.5ms (the maximum size of an asynchronous pulse) the remaining enrichment will be delivered synchronously.

As a guide, at a low RPM, when the injection events are short and further apart, the asynchronous fuel enrichment helps deliver the extra fuel where it is needed. At a high RPM asynchronous enrichment is not needed because regular injection events are more frequent.

Percentage Enrichment

The Percentage Enrichment table allows you to proportion the amount of enrichment depending on how much change in throttle (Delta Load) that you have at any transient event.

The Enrichment Sensitivity table above is tuned for a maximum Delta Load event. To accommodate lower Delta Load events, the Percentage Enrichment is applied.

The right hand column of the table should contain the largest Delta Load value in its axis value and 100% in its map value. This value should have already been determined when setting up the Enrichment Sensitivity table above.

E.g. If you anticipate that the largest throttle change that you can make in the sample period of 10mS is 25%, then the axis value should be set to 25%. Enrichment Sensitivity table values are based also on this *largest Delta Load* case, so in the right most column value, you should set 100%.

For slower throttle movements (lower Delta Load values), less enrichment is required, so values less than 100% should be set in these columns.

Transient Throttle - Percentage Enrichment				
Delta Load %				
	0.5	5.0	10.0	25.0
50.0	70.0	80.0	100.0	

Coolant Temp Corr

This map applies a correction factor to the fuel enrichment based on the coolant temperature. E.g. 100% gives 100% extra fuel enrichment.

Synchronous Enrichment Decay Map

This map determines how fast the synchronous enrichment (i.e. the enrichment added by extending the normal injection pulse) decays back to zero (no additional enrichment). The units are milliseconds per engine cycle.

E.g. a value of 0.5 will mean that the enrichment will decay 0.5ms every engine cycle. The bigger the value the faster it will decay.

CAN Communications

Enabling this option turns on the CAN communications to support auxiliary CAN devices

Anti-Lag Launch Control

Warning

Using anti-lag on your engine can cause overheating of engine, exhaust system and valve train. Additional stresses on engine and driveline can cause damage and possible failure of gearbox, drive shafts, differentials, clutch and or crankshaft. Only experienced operators should attempt to use this feature.

Anti-Lag Launch Control is to help build boost when the throttle is open but the engine is not loaded. This is achieved by enriching fuel and retarding the timing under these conditions, to raise exhaust flow to the turbo. The engine speed is controlled to the desired RPM by dropping injection events in a 'rotation' between the cylinders.

Main	Rev Limiter	Anti-Lag Launch
Cut Type:		Fuel
Start RPM:		4000 RPM
End RPM:		5000 RPM
Minimum Temperature:		65 °C
Minimum TPS:		85.0 %
Maximum Road Speed:		15 km/h
Fuel Enrich:		25.0 %
Absolute Ignition Retard:		27.0 °

Settings

- **Cut Type** - Select between a fuel or ignition soft cut for limiting the RPM during anti-lag.
- **Start RPM** - The minimum desired RPM to launch the vehicle. Rotational fuel cut begins at this RPM.
- **End RPM** - The maximum desired RPM to launch the vehicle. All cylinders are hard cut above this RPM.
- **Minimum Temperature** - The Anti-Lag Launch Control will only operate above this coolant temperature.
- **Minimum TPS** - The throttle position must be greater than this value for the anti-lag to activate.
- **Maximum Road Speed** - The anti-lag can only activate below this road speed.
- **Fuel Enrich** - The percentage enrichment of fuel when anti-lag is on. Extra fuel is added to help reduce combustion temps.
- **Absolute Ignition Retard** - The ignition timing in degrees after top dead centre when anti-lag is on.

Operation

Anti-Lag Launch Control will be active under the following condition:

- Road Speed is below the Maximum Road Speed setting
- TPS is above Minimum TPS setting

- Coolant Temp is above Minimum Temperature setting
- 'Launch Anti-Lag Switch' digital input is on. This digital input is needed for it to work and is usually setup as a clutch switch.

Rally Anti-Lag

Warning

Using anti-lag on your engine can cause overheating of engine, exhaust system and valve train. Additional stresses on engine and driveline can cause damage and possible failure of gearbox, drive shafts, differentials, clutch and or crankshaft. Only experienced operators should attempt to use this feature.

The purpose of the Rally Anti-Lag is to reduce turbo lag by keeping the turbo spinning during gear changes and off throttle situations. This is achieved by enriching fuel and retarding the timing under these conditions, to raise exhaust flow to keep the turbo spinning quickly.

To ensure that there is enough exhaust flow during gear changes when the throttle is closed, it is often required to setup the throttle plate, or idle control valve to flow a lot of air. To maintain a reasonable idle speed when the throttle/idle valve is setup in this manner, Rotational Idle can be activated. Rotational Idle keeps the RPM low, even with high airflow, by dropping injection events in a 'rotation' between the cylinders.

Settings

- **Activation Method**
 - When the Anti-Lag system is *Activated*, the system is armed and ready to operate, but does not retard ignition and enrich fuel until the Minimum TPS condition is met, such as when off throttle changing gears. The system remains Activated or armed for the duration of the Maximum Time setting. After this time has elapsed, the system will revert back to Rotation Idle mode only when TPS is below the Minimum TPS setting.
- **TPS Only**
 - By exceeding the Max Throttle Position the anti-lag is armed for the duration of the Maximum Time setting.
- **Switch Only**
 - Anti-lag is activated whenever the switch is turned on.
- **TPS and Switch**
 - The switch must be on and the throttle position must exceed the Max Throttle Position for the anti-lag to be armed.
- **Minimum RPM**
 - Anti-Lag will only activate above this RPM.
- **Minimum Temperature**
 - Anti-lag will only activate above this coolant temperature.
- **Maximum Temperature**
 - Anti-lag will only activate below this coolant temperature.
- **Minimum TPS**
 - If Anti-Lag is Activated or armed, then Anti-Lag will operate below this throttle position. If Anti-Lag is not Activated, rotational idle only, will activate below this throttle position.
- **Maximum TPS**
 - If the activation method for the anti-lag is 'TPS Only' or 'TPS and Switch', the anti-lag will be *Activated* (armed) for the duration of the Maximum Time setting.
- **Maximum Time**
 - If the activation method for the anti-lag is 'TPS Only' or 'TPS and Switch', the anti-lag will be armed for this duration.
- **Idle Valve Opening**
 - The idle control valve will open to this percentage duty cycle during rotational idle.
- **Fuel Enrichment**
 - The percentage enrichment of fuel when anti-lag is on. Extra fuel is added to help reduce the combustion temps.
- **Absolute Ignition Retard**
 - The ignition timing in degrees after top dead centre when anti-lag is on.
- **Rotational Idle Enable**
 - This option allows enabling and disabling of the rotational idle.
- **Rot-Idle Start RPM**
 - Rotational Idle begins at this RPM. Set this to your minimum desired idle speed. Set to zero to disable Rotational Idle.
- **Rot-Idle End RPM**
 - Rotational Idle end at this RPM. Set this to your maximum desired idle speed. Set to zero to disable Rotational Idle.

Dual Tables

This features enables dual tables for:

- Fuel Base
- Ignition Base
- Boost Control Target

When enabled, group can be enabled individually with the check boxes. The active table is determined by the drop down menu which allows you to select the *First Table* or the *Second Table*.

When a *Table Selection* switch is setup on the ECU Input, the physical switch overrides the software selection.

Fuel Setup

[Return to Contents](#)

- [Injection Mode](#)
- [Staged Injection](#)
- [Invert Fuel Pump](#)
- [Fuel Pump Prime](#)
- [Injector Resistance](#)
- [Fuel Pressure Type](#)
- [Base Fuel Pressure](#)

Setup Screen

This page is used to setup your Fuel Injector Outputs.

Main Trigger Fuel Ignition

Enable Injectors

Injection Mode: Sequential

Enable Staging

Staging Mode: Common Mode

Staging Load: 0.0 kPa

Staged Inj DisEnrichment: 1.000 ms

Invert Fuel Pump

Fuel Pump Prime Time: 3.000 s

Injector Resistance: 3 - 8 ohms

Fuel Pressure Type: MAP Reference

Base Fuel Pressure: 310.3 kPa

Enables the injector outputs.

OK Cancel Apply

Enable Injectors

When this checkbox is ticked, your injectors are enabled. When this check box is cleared, you injectors are disabled. This is often used during setup or when diagnosing problems, as this allows the engine to crank without starting. Whilst cranking, timing, RPM and trigger diagnostics can be checked without injecting fuel.

Injection Mode

- **Sequential mode** - Is the preferred mode wherever possible, which fires each injector individually in reference to the intake valve opening time, a camshaft reference signal is required. Injection timing is tuned using the end of injection map found in the fuel maps menu.
- **Semi-Sequential** - fires half the required fuel on the intake stroke and the remaining half on the opposing half of the stroke. This is the preferred mode when only a crank signal reference is available (ie no camshaft signal is required).
- **Batch mode** - Injection fires the injectors in two even groups. This is aimed at reducing fuel rail pressure fluctuations. This mode of injection does not require any home (camshaft) signal to operate. The angle of injection is not defined, and the injection angle map is not used. The frequency of injection

is defined by the Ignition Divide By parameter. Batch mode is not to be used on engines with odd numbers of cylinders or 6 cylinder engines. Ignition divide by should be set to number of cylinders / 4.

- **Multipoint mode** - Injection is the most basic form of injection that fires all injectors simultaneously. This mode of injection does not require any home or reference signal to operate. The angle of injection is not defined, and the injection angle map is not used. The frequency of injection is defined by the Ignition Divide By parameter.

Staged Injection

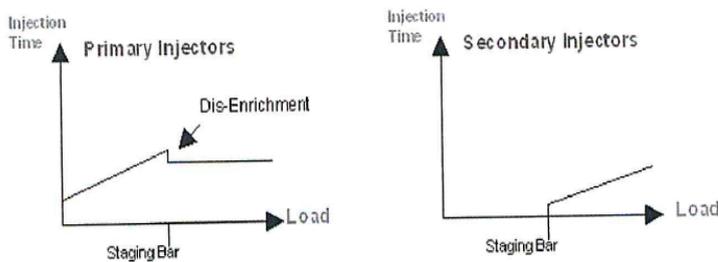
Staged Injection uses two sets of injectors. A primary set of injectors and a secondary set. The secondary set of injectors are usually larger. Staged injection is common rotary engines and high powered engines.

The Enable Staging enables staged injection when check box is ticked.

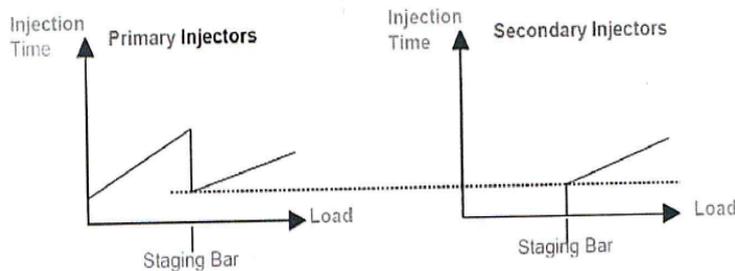
Staging Mode

Two modes of operation are available for staged injection.

- **Primary Hold Mode** - To minimise any step effect when the staged injectors begin, a Primary Hold Mode for staged injection is available. In Primary Hold Mode, the primary injectors hold at the current pulse width when the staging bar is exceeded. The secondary injectors then begin to fire. However, when secondary injectors begin injection, they cannot begin to inject smoothly from zero injection time due to the injector dead time of the secondary injectors. This means that when the secondary injectors start, they must start from around 1ms of injection time to overcome the effects of the injector dead time. The Staged Dis-enrichment field is the amount of injection time that the primary injectors are reduced when the secondaries begin. This is to compensate for the injector dead time of the secondary injectors.



- **Common Mode** - In Common Mode, the pulse width of the primary injectors increase up to the staging bar as normal. When the staging bar is exceeded, the secondary injectors begin to operate and both the primary and secondary injectors begin to pulse at the same pulse width.



Staging Load

The Staging Load is the load value at which the secondary injectors will begin firing. Always set this to a value corresponding to a load column in your fuel table. If you set this to a value that is not exactly the same as a load column in your fuel table, then the ECU will choose the nearest load column.

Staged Inj Disenrichment

The *Staged Inj Disenrichment* is the field is the amount of injection time that the primary injectors are reduced when the secondaries begin. This is to compensate for the injector dead time of the secondary injectors.

Invert Fuel Pump

Enable this option if your fuel pump turns on when the engine is stopped, and turns off when the engine is turning. This option is off by default.

Fuel Pump Prime Time

This sets the number of seconds that the ECU will run the fuel pump for, upon turning the key to the IGN position. This primes the fuel system to ensure that there is fuel pressure at the injectors the moment that the engine is started.

Injector Resistance

Your injector resistance can be measured using a multimeter. Unplug the injector from the harness and measure across the two terminals of the injector using the multi-meter set to *Resistance* mode. It is a good idea to check all your injectors to make sure they are of similar resistance.

Select the appropriate setting to match the resistance of the fuel injectors.

Warning

Choosing the wrong resistance setting can cause damage to your ECU.

Fuel Pressure Type

The Fuel Pressure type is important when stating injector flow rates. Injector flow rates can change as the pressure across an injector changes. As manifold pressure increases, fuel pressure must also increase at the same rate to keep the pressure across the injector the same. If the pressure across the injector changes, the fuel flow will change. With a MAP referenced fuel regulator, the fuel pressure should increase at a 1:1 rate with manifold pressure. Therefore a 400cc will still flow approx 400cc at any given manifold pressure. If we took the same injector on a Constant fuel pressure system, the injector flow would be increased under vacuum conditions and decreased under boost conditions. This is due to the manifold pressure effecting the pressure across the injector and consequently the injector flow.

- **MAP Reference** - MAP Reference is when the fuel pressure is regulated by manifold pressure to create a constant pressure and flow across the injector. This is typical of most performance fuel systems.
- **Constant** - Constant is when the fuel pressure runs at a constant fuel pressure regardless of manifold pressure. This is typically identified by fuel systems without a regulator in the engine bay and a single fuel line, ie, no return fuel line. Most modern vehicles run this system.

Base Fuel Pressure

The Base Fuel Pressure setting allows the ECU to determine a reference point for injector flow calculations.
The Base Fuel Pressure value should be the static fuel pressure when manifold pressure is at atmospheric pressure (0 kPa).

Ignition Setup

[Return to Contents](#)

- Setup
 - [Spark Mode](#)
 - [Spark Edge](#)
 - [Dwell Mode](#)
 - [Dwell Time](#)
 - [Dwell Duty](#)
 - [Ignition Lock](#)
 - [Lock Timing](#)
- [Calibrating Ignition Timing](#)

Setup

This page is used to setup your Ignition.

The screenshot shows the 'Main Setup - Platinum Sport 2000 1.00' window with the 'Ignition' tab selected. The settings are as follows:

Parameter	Value
Spark Mode	Direct Fire
Spark Edge	Falling
Trailing Spark Edge	Falling
Dwell Mode	Constant Charge
Trailing Dwell Mode	Constant Charge
Dwell Time	2,000 ms
Dwell Duty	50 %
Ignition Lock	Disabled
Lock Timing	10.0
Lock Split Timing	0.0

The 'Dwell Time' help box on the right states: 'This mode must be set to the type of ignition system that is to be used on the engine.'

Spark Mode

The Spark Mode must be setup according to the type of ignition system that is connected to the ECU's ignition outputs.

- **Direct Fire** - Choose this mode when each cylinder has its own ignition coil and ignition module and there are enough ignition outputs to run each ignition coil individually. Each coil has its own output and fires in the pattern of the firing order.
- **Waste Spark** - Choose this mode when cylinders are paired together in the appropriate waste spark pairings. This will fire each pair of spark plugs twice per cycle (once per revolution). On one revolution, one cylinder will be approaching TDC of compression, and the other approaching TDC of exhaust. On the next revolution, the cycles will be reversed. This effectively means that for each firing of the spark plug, one will be used to begin combustion, whilst the opposite cylinder in the pair effectively wastes its spark as it has no effect during the exhaust stroke part of the cycle. The number of outputs is half the number of cylinders, and the outputs fire in order from 1 to the highest output.
- **Distributor** - Choose this mode when using a mechanical distributor type ignition system. Only ignition output 1 is used.

- **Twin Distributor** - Choose this mode when using a Twin Distributor type ignition system. Only ignition outputs 1 and 2 are used and the output alternates.

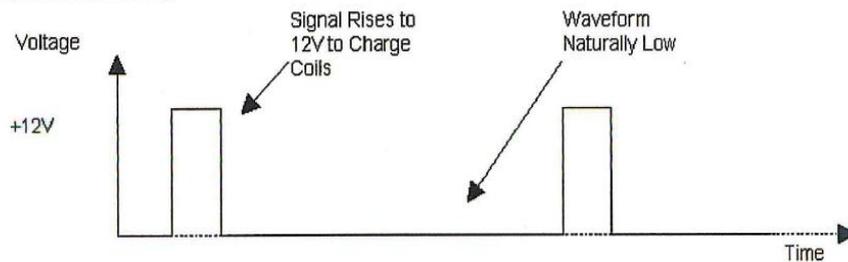
Spark Edge

The Spark Edge defines which edge the ignition modules uses to fire the spark.

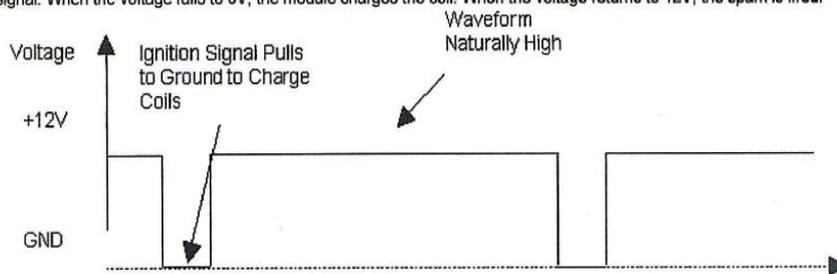
Warning

You must choose the correct edge otherwise ignition coil damage may occur.

- **Falling Edge** - The Spark Edge determines the polarity of the waveform used to drive the ignition module. Falling edge ignition will use a zero voltage output at idle, a +12V signal for charging, and a falling edge to zero volts to fire the spark. Most factory ignition systems use falling edge. This is the default setting.



- **Rising Edge** - Some Honda and CDI style ignition modules are known to be rising edge triggered. These modules expect to see a naturally high signal. When the voltage falls to 0V, the module charges the coil. When the voltage returns to 12V, the spark is fired.



Trailing Spark Edge

Same function as Spark Edge described above, but for the trailing ignition on Rotary engines.

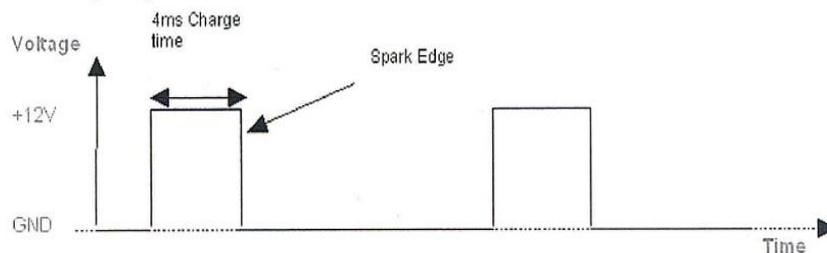
Dwell Mode

Most ignition modules are constant charge modules.

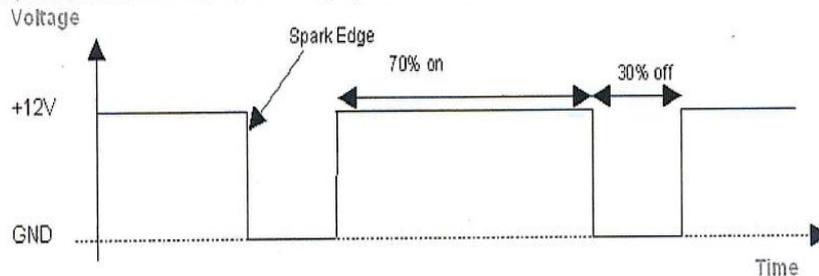
Warning

Never send a constant duty cycle waveform to a Constant Charge Ignition Module. Using a constant duty cycle signal on a Constant Charge ignition module will cause the ignition coils to be damaged from overcharging. Ignition modules may also be damaged as a consequence.

- **Constant Charge** - This mode must be set to the type of ignition module that it to be used on the engine, almost every ignition system that comes from a modern vehicle (i.e. an engine that has EFI as standard) uses a constant charge ignition system. A constant charge ignition module is also known as an ECU Dwell ignition module. The ECU controls the amount of charge time, or dwell of the ignition coil. This is the default setting. In the following example, the ECU dwell time is set to 4mS and this charge time will stay at 4mS throughout the RPM range of the engine.



- **Constant Duty** - Constant Duty ignition modules are less common and control the dwell or charge time for the coils automatically. They require a different signal from the ECU. These igniters require a constant duty cycle waveform, with the appropriate edge setup to trigger to module to fire a spark from the coils. The duty cycle of a square wave is the ratio of its high time to its period. E.g. a 70/30 duty cycle signal is high for 70% of its period and low for the remaining 30% regardless of frequency, as shown in the diagram below. Constant duty can also be used on aftermarket capacitive, inductive or multiple-spark discharge systems such as MSD or Jacobs.



Trailing Dwell Mode

Same function as Dwell Mode described above, but for the trailing ignition on Rotary engines.

Dwell Time

The time used to charge the ignition coils when Constant Charge mode is selected.

Dwell Duty

The Duty Cycle used to charge the ignition coils when Constant Duty mode is selected.

Ignition Lock

When this setting is checked, the ignition advance is fixed to the value described in Lock Timing setting. All ignition maps are ignored and timing is fixed whilst this option is enabled.

Lock Timing

The ignition advance angle used when Lock Timing is enabled.

Lock Split Timing

The ignition split angle between leading and trailing ignitions when Lock Timing is enabled. This setting only applies to rotary engines.

Calibrating Ignition Timing

- Go to the fuel setup page and disable the fuel injectors. At this stage it is not desired that the engine attempts to start. To reduce stress on the starter motor it is also advisable to remove the spark plugs to help the engine crank more freely when setting base timing. Be careful when doing this and ensure power is off as spark from ignition coils may cause severe injury or possibly even a fatal electric shock.
- Ensure that you have setup your trigger type correctly and RPM is steady and consistent at cranking speeds.
- If your RPM signal is good, check your Home or Cam Angle signal is operating correctly. You may need to display *Triggers Since Last Home* to determine this. This value should correspond to the number of *trigger* pulses that will be received for every *home* pulse received.
- Enable *Ignition Lock* and set *Lock Timing* angle to a reference angle that you can read off the engine crank pulley with a timing light. There is typically a 10 degree mark. If not, you can use any clearly defined marking such as 5 degrees or 0 degrees if they are present.
- *Tooth Offset* gives large changes to timing, *Trigger Angle* is used to fine tune timing to exactly your *Lock Timing* reference angle (10 degrees in this case).
 - If your trigger type requires *Tooth Offset* adjustment, then start with *Tooth Offset* zero and *Trigger Angle* at 70 degrees. Adjust tooth offset until the timing mark is visible near the TDC mark while cranking the engine. Then adjust *Trigger Angle* until the ignition timing corresponds to the *Ignition Lock* value in the *Ignition Setup* tab.
 - If your trigger type does not require *Tooth Offset* adjustment, then set *Trigger Angle* to 70 degrees and crank engine while using a timing light connected to ignition lead for number 1 cylinder. Adjust the *Trigger Angle* until timing reads the *Lock Timing* reference angle (10 degrees in our example), as viewed with a timing light on crank pulley.
- If the trigger angle is smaller than the largest ignition angle that you wish to run, then you may wish to adjust your *Tooth Offset* to allow for a larger trigger angle. If your trigger type does not allow for a *Tooth Offset* (e.g. Standard Trigger Types), then you may need to re-phase your crank angle sensor to achieve the desired trigger angle. Typical trigger angles are between 60 and 75 degrees BTDC. Lower and higher angles are possible, but must comply by the rules defined in the *Trigger Angle* setup.

Once this is complete, your trigger angle is now calibrated against the engine.