



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ENERGIA Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERÍA
AUTOMOTRIZ**

**“INVESTIGACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL USO DE SOFTWARE DEDICADO
EN LA REPROGRAMACIÓN EN RED PARA EL MAPEO DE LA ECU
PROGRAMABLE EN EL MOTOR PEUGEOT 407”**

**AUTORES: AMAYA SANDOVAL STEFANIA MATILDE
VILLARREAL PRADO ALEX SANTIAGO**

**ING. GERMÁN ERAZO
DIRECTOR DE TESIS**



Objetivo General.

- Investigar la influencia del uso de software dedicado en la reprogramación en red para el mapeo de la ECU programable en el motor Peugeot 407.



Objetivos Específicos

- Obtener información y documentación confiable referente a la reprogramación y mapeo de ECUs.
- Investigar tipos de software y hardware compatibles con la ECU original del motor Peugeot 407
- Seleccionar el software y hardware dedicado para realizar la reprogramación y mapeo de la ECU programable.
- Implementar la ECU programable en red con la ECU base y así mantener la conexión de los sensores y actuadores del motor Peugeot 407.



- Realizar lecturas de la computadora estándar y obtener los mapas tridimensionales bases.
- Realizar modificaciones en el mapa tridimensional del avance al encendido e inyección de combustible.
- Determinar la reprogramación apropiada de la ECU para la optimización del motor de combustión interna.
- Realizar pruebas de desempeño y monitoreo de los PIDs de la unidad de control electrónica.
- Analizar los valores obtenidos antes y después de la reprogramación del sistema electrónico.



Selección de componentes

A realizar la selección de la ECU reprogramable como el software a utilizar, se realiza mediante un análisis de las ECUs más empleadas en el mercado que se tomara características como versatilidad, fiabilidad, costos, instalación, entre otros.

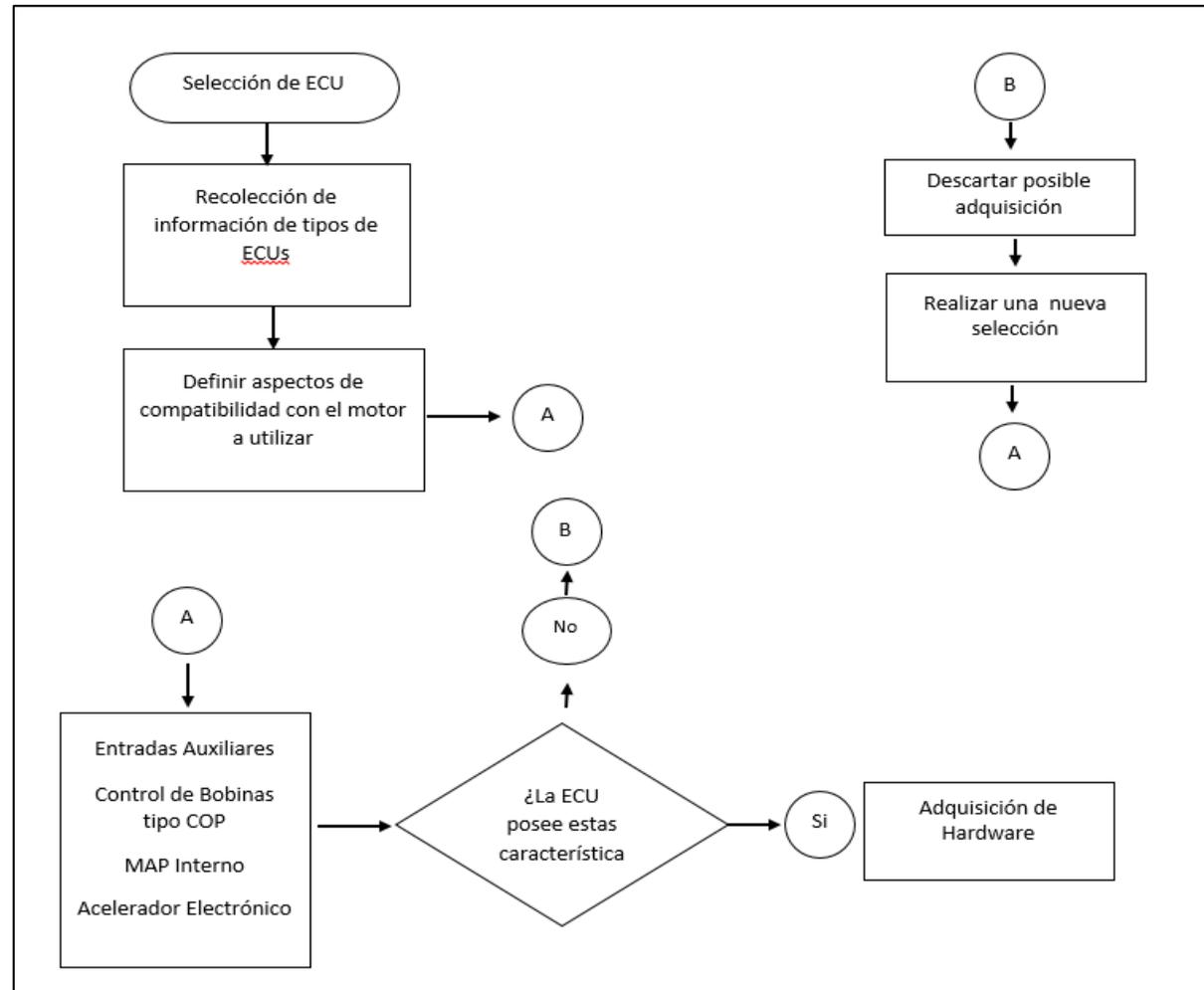


Selección de ECU programable

Modelo	Fiabilidad	Instalación en Paralelo	Costo	Características
Haltech	Muy Buena	Si	1500	<ul style="list-style-type: none"> -Para motores de 1 a 8 cilindros. -Sistema de encendido por distribuidor y bobina. -Detección de carga por presión de múltiple. -Software compatible con Windows 2000, XP y vista.
Motec	Muy Buena	Si	2000	<ul style="list-style-type: none"> -Para motores de 1 a 8 cilindros. -Inyección secuencial -No posee controlador de acelerador electrónico -Sin entradas adicionales.
MegaSquirt	Muy Buena	Si	600	<ul style="list-style-type: none"> -Controlar inyección de 1 a 12 cilindros. -2 Salidas de Inyección -Maneja gran gama de motores. -Salidas auxiliares. -Incluye sensor MAP



Diagrama de flujo de selección de ECU



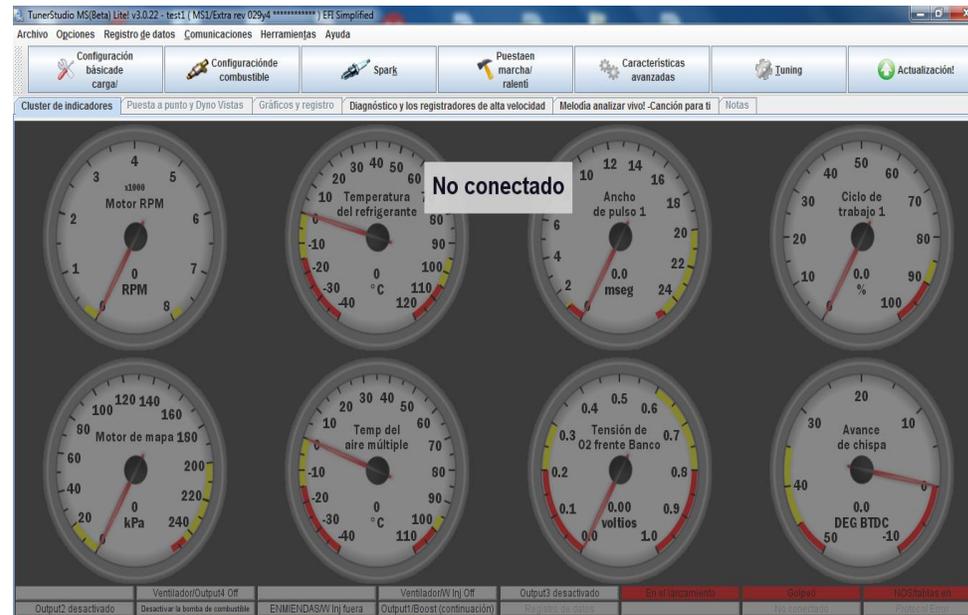
MegaSquirt intenta ser un proyecto educativo pensado para los que deseen aprender sobre inyección electrónica de combustible. Se trata de un controlador de inyección de combustible programable (ECU), ésta puede controlar la forma en que los inyectores de un motor distribuyen el combustible para poder mejorar el rendimiento del mismo, usualmente para que el motor pueda entregar más potencia, especialmente luego de haberle hecho modificaciones o mejoras.



Selección de software dedicado

TunerStudio presta un servicio de software libre, el cual permite acceder fácilmente al mismo y es compatible con las ECU's programables.

TunerStudio permite modificar todos los parámetros y tiene un editor de tabla VE en tiempo real, que permite a un pasajero del vehículo ajustar el motor mientras conduce.



Archivo Opciones DataLogging Comunicaciones Herramientas Ayuda

Seteos Basicos Configuración de combustible Spark Puesta en marcha/ralentí Características avanzadas Tuning Actual

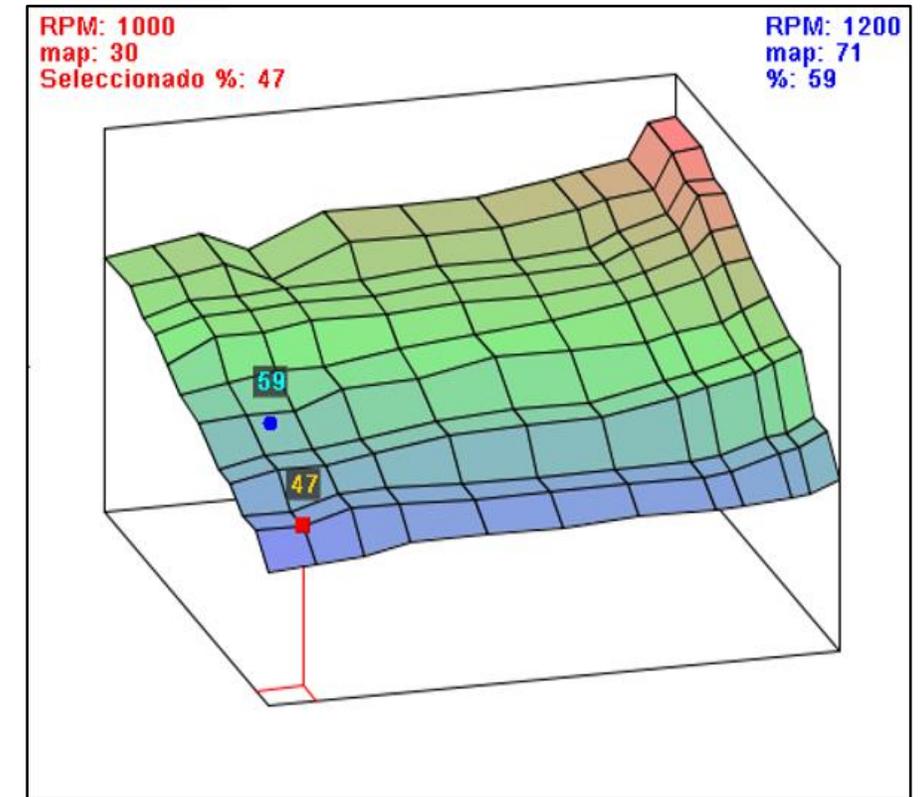
- Constantes de motor 1
- Opciones avanzadas de código
- Opciones pin de salida
- Configuración de clavijas de salida
- Rev limitador tipo
- Límites de Rev
- Sobre la configuración de ejecución
- Puesta en escena de inyección
- Densidad del aire relacionados con el refrigerante
- Corrección barométrica
- Advertencia de sensor del mapa

- Opciones de encendido / decodificador de ruedas
- Configuración de chispa
- Tabla 1 la chispa
- Cuadro 2 la chispa
- Selección de tabla de chispa
- Configuración avanzada de inactividad
- Knock sistema
- IAT/Cit encendido relacionado
- configuración de DWELL
- Stim de rueda
- Rotary configuración final
- Configuración de la rueda de Oddfire

- Visualización en tiempo real
- VE en el cuadro 1
- VE en el cuadro 2
- VE tabla 3
- Tabla 1 chispa
- Chispa tabla2
- Split rotatorio
- Impulso 1
- Impulso 2
- Objetivos del deber de impuls



En el parámetro “**Tunning**” muestra directamente los mapas tridimensionales de inyección y avance de encendido, los cuales pueden ser modificados de acuerdo a la necesidad del usuario. Estos están basados en la representación de valores de rpm, carga del motor y porcentaje de inyección de combustible.



A continuación se presenta la tabla de inyección de combustible, la cual está basada por la conformación de cuadrículas de valores que están representados por la carga del motor Vs. RPM máximas que se puede alcanzar.

VE en el cuadro 1

Ver Herramientas

150	75	77	79	73	82	82	82	85	87	89	99	100
130	75	77	79	73	82	82	82	85	87	89	99	100
120	70	74	74	75	75	77	77	78	82	86	95	95
110	70	74	74	75	75	77	77	78	82	86	95	95
100	65	72	72	74	74	75	75	77	79	83	89	90
90	61	63	65	65	68	70	72	75	77	80	84	85
75	58	60	60	65	66	70	70	70	72	74	77	80
60	52	55	55	57	60	61	61	65	67	70	72	75
50	52	55	55	57	60	61	61	65	67	70	72	75
40	47	47	51	51	50	50	50	50	51	55	56	60
30	47	47	51	51	50	50	50	50	51	55	56	60
20	39	40	41	44	44	44	45	45	45	46	47	50
	500	1000	1500	2000	2800	3600	4400	5200	5500	6000	6200	6500

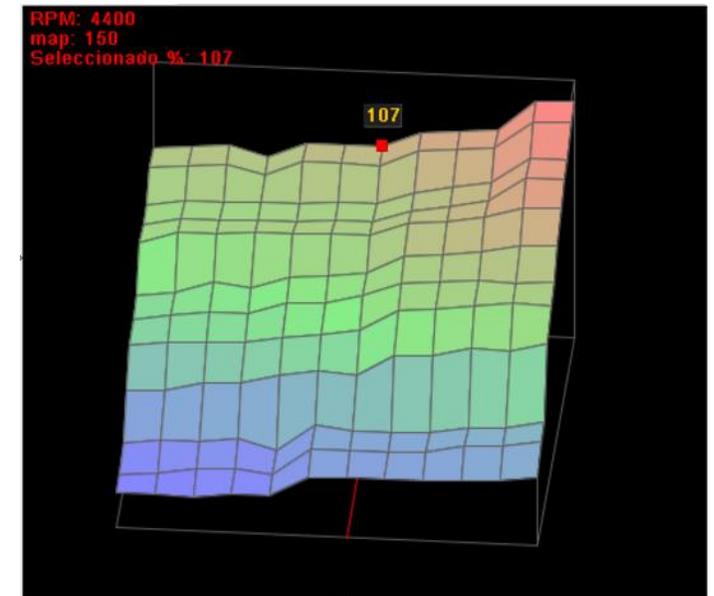
RPM

Quemar Cerrar

Colores de mapas

La variedad de colores interpreta valores positivo o negativo, para la puesta a punto del motor para ello tenemos:

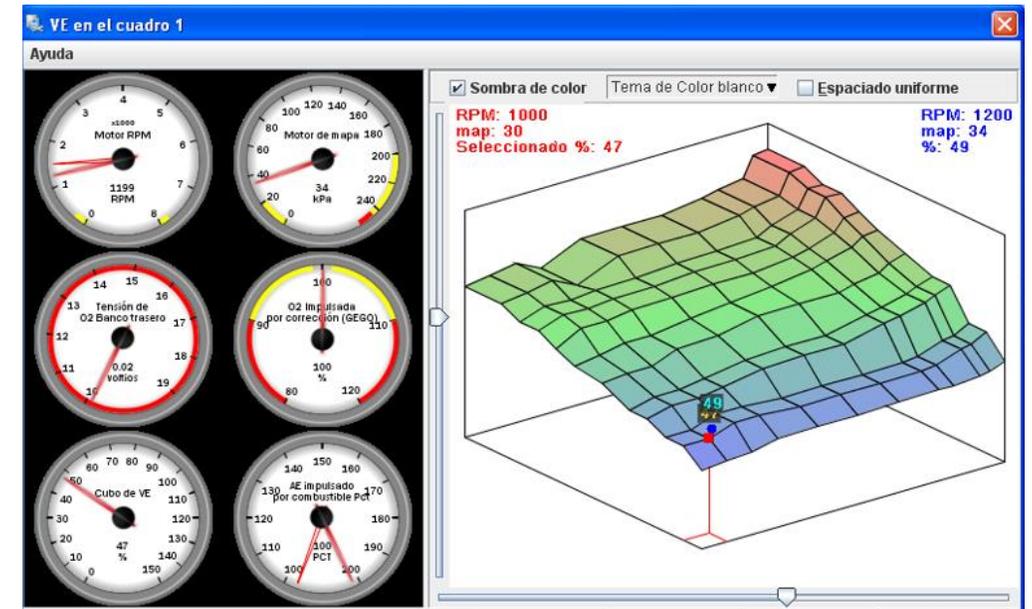
- En el color azul es interpretado como una inyección mínima de combustible.
- El color verde indica un equilibrio de inyección de combustible, donde el motor tiene un buen desempeño sin desgaste del mismo.
- El color naranja rojizo es interpretado como un ingreso máximo de combustible o un alto grado de avance de encendido.



Mapa tridimensional de inyección de combustible

Al momento de realizar la reprogramación en la ECU se encontró con una base de datos conocido como archivo inicial, con el cual se podrá realizar las comparaciones de las próximas reprogramaciones, con el fin de determinar variantes de optimización.

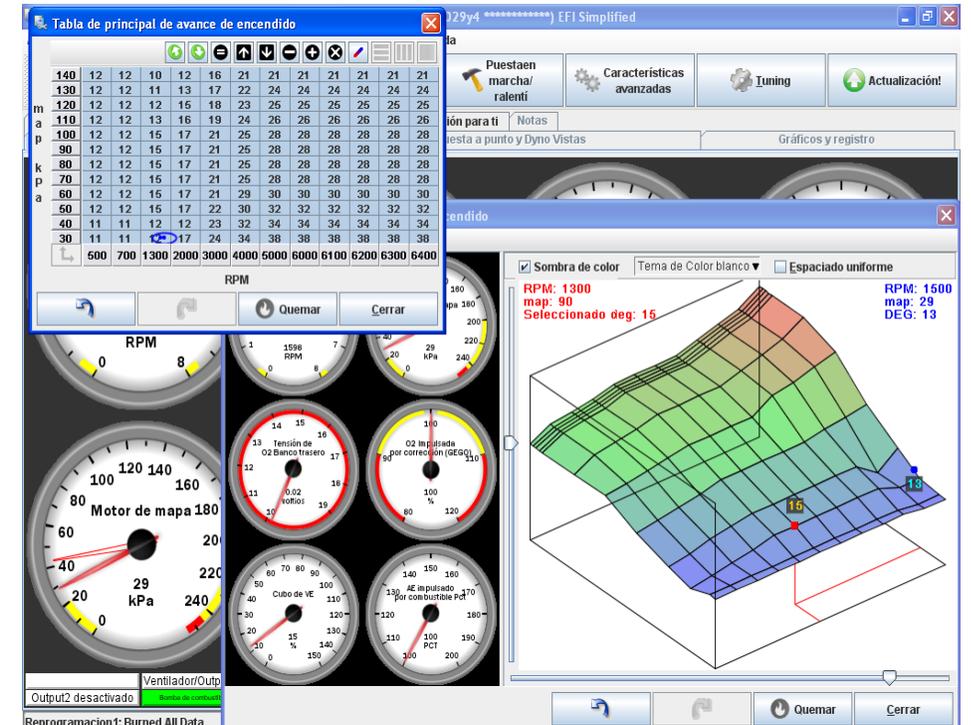
El mapa de inyección se encuentra determinado por el número de revoluciones del motor (rpm), depresión del sensor MAP (Kpa) y carga de combustible (%).



Mapa tridimensional de avance de encendido

En el mapa de avance de encendido se encuentra un ángulo menor en revoluciones bajas debido a que el pistón se mueve lentamente y el combustible puede asegurar su quemado en el PMS, por ende entre mayor incremento de rpm será mayor el ángulo de encendido

El mapa de encendido está determinado por el número de revoluciones (rpm), el grado de encendido ($^{\circ}$) y la depresión que genera en el sensor MAP.



Conexiones de ECU programable

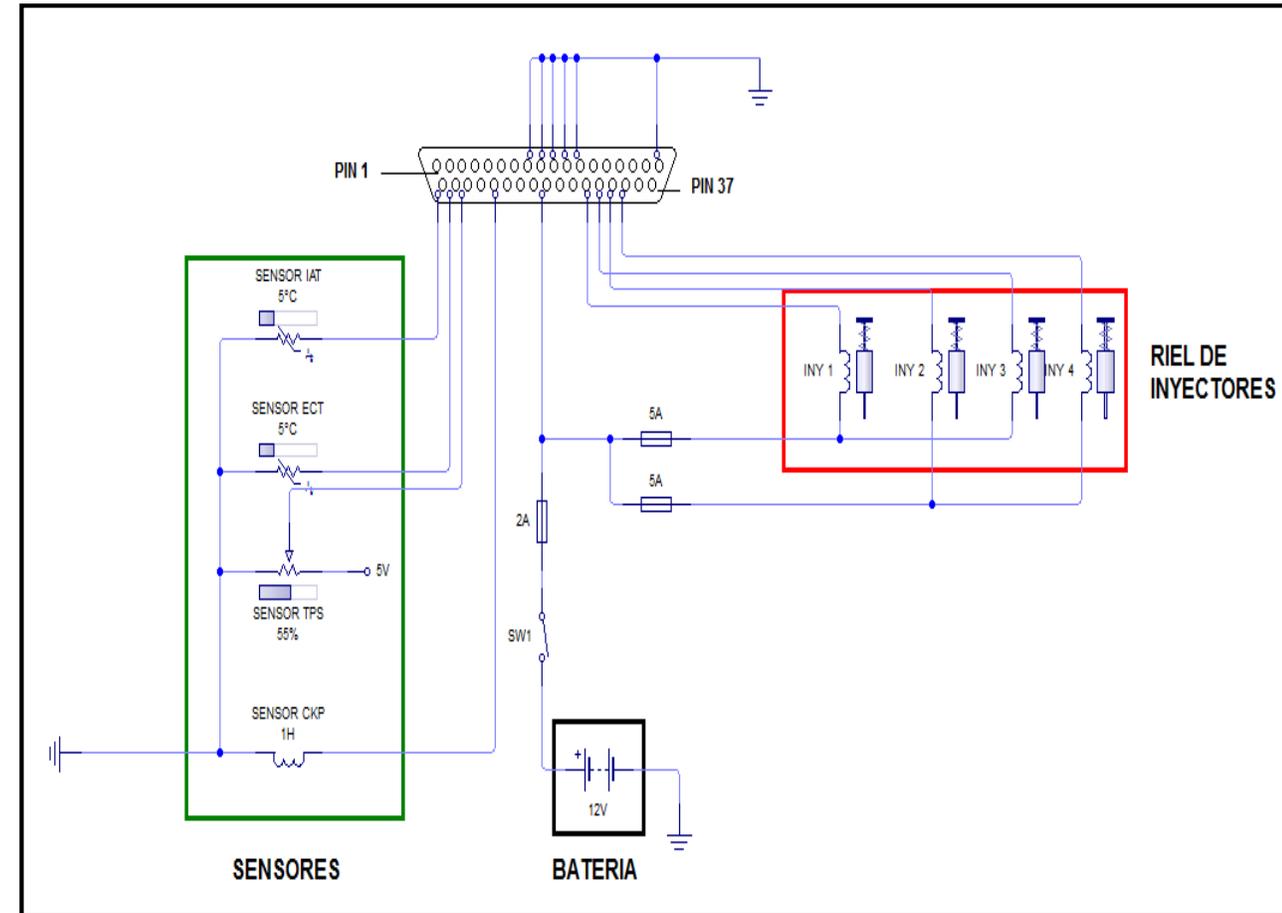
En el proyecto de tesis se decidió instalar la Megasquirt en paralelo a la ECU original del vehículo y ECU 206, debido a las siguientes ventajas que presenta este tipo de instalación:

- No suspender la luz MIL y otros indicadores.
- Permite mantener el control del acelerador electrónico mediante la conexión de la ECU Original (ECU 407)
- El vehículo puede funcionar con las dos ECU's de acuerdo a lo que se necesite, por ejemplo trabajaría ECU original con Megasquirt ó ECU original con ECU 206.



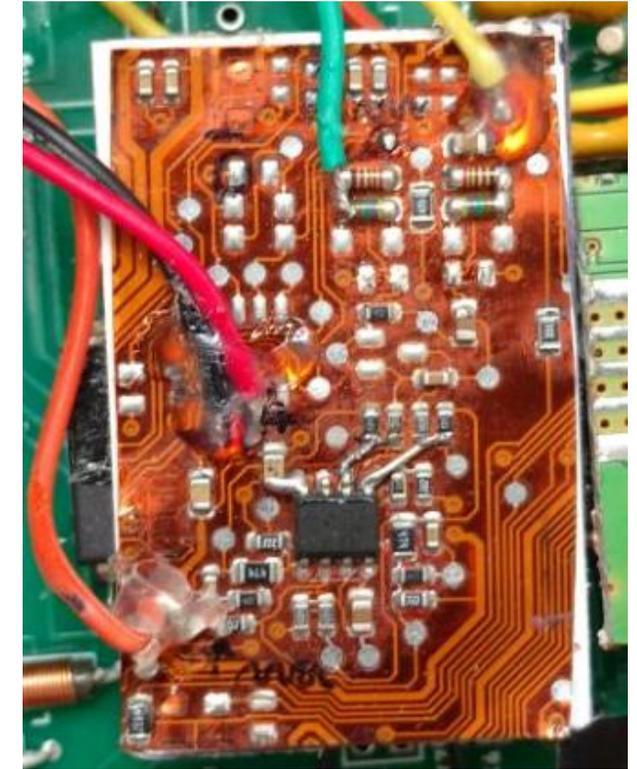
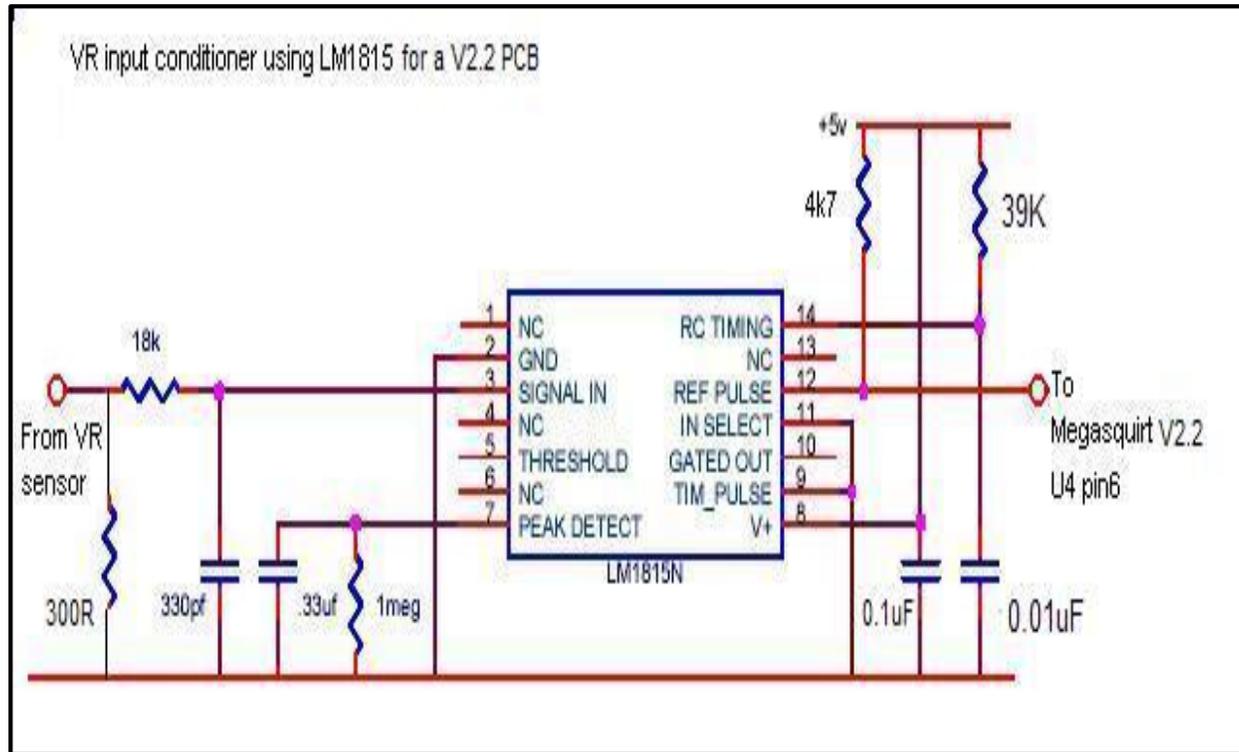
Ubicación de arnés de MegaSquirt

Número de Terminal	Función
7,8,9,10,11	Masa
20	Sensor de temperatura del aire IAT
21	Sensor de temperatura del refrigerante ECT
22	Posición de la mariposa de aceleración TPS
24	Sensor de la posición del cigüeñal
28	Alimentación MegaSquirt (12 V)
32,33	Señal de Inyección (1-3)
34,35	Señal de Inyección (2-4)

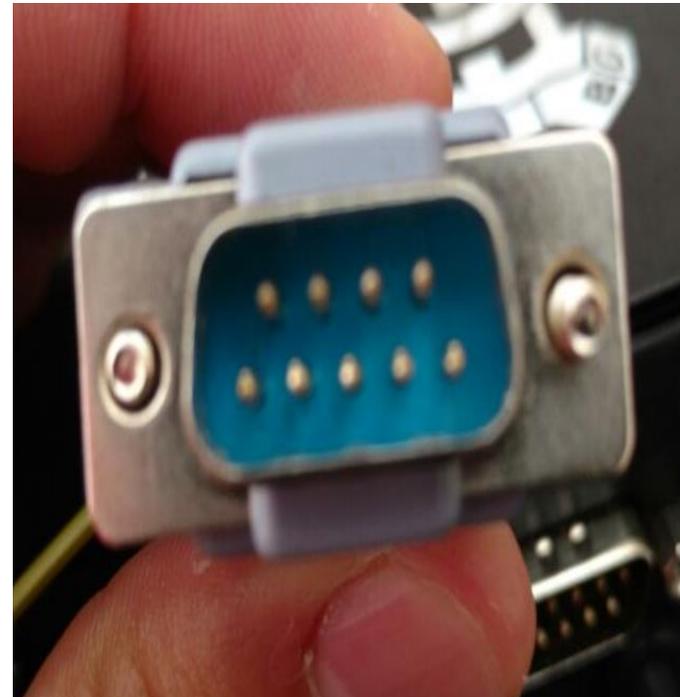


Adecuaciones Adicionales

Acondicionamiento del Sensor de CKP



Bobinas de encendido



Toma de vacío

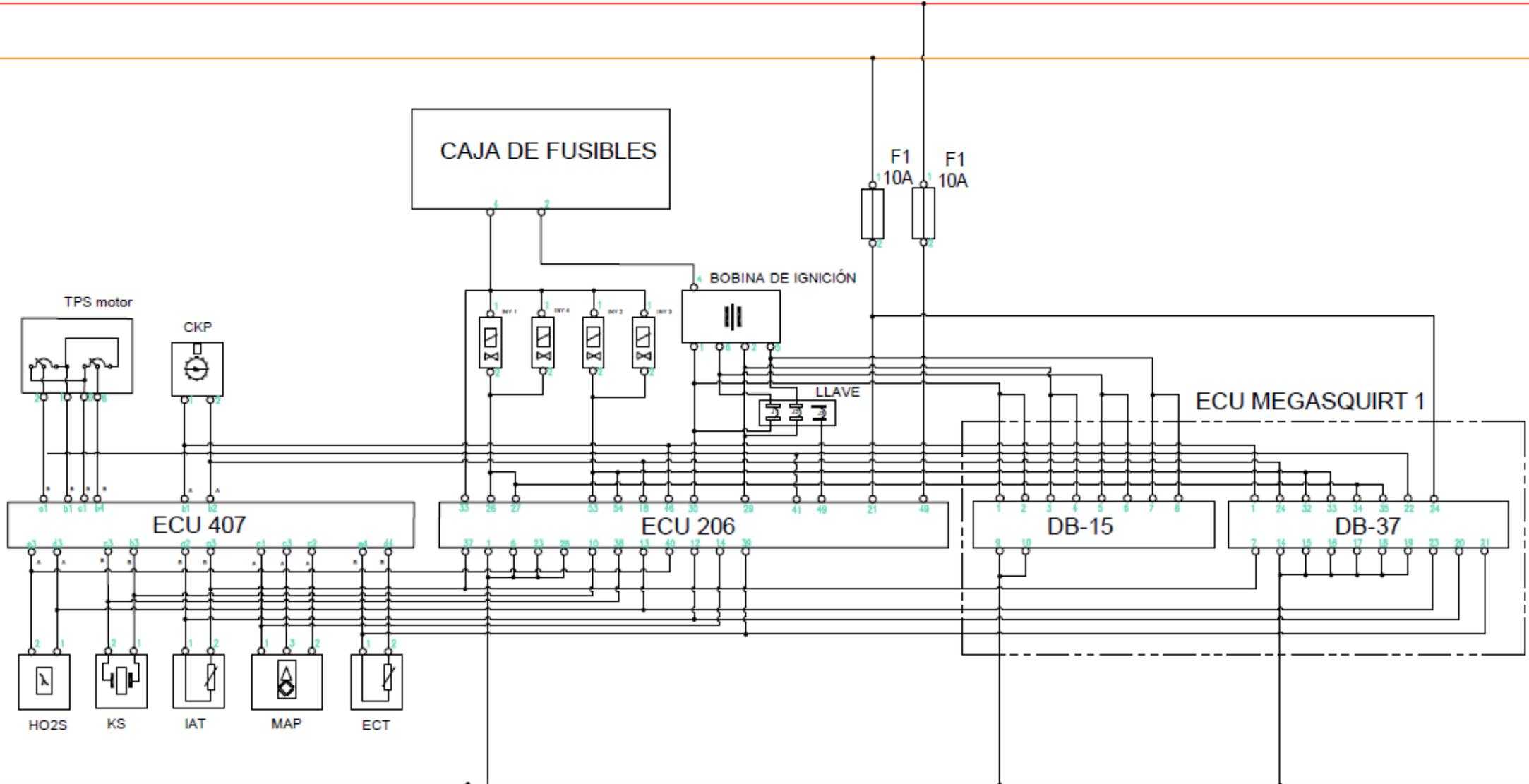


Conexión de control de ECUs



KL30

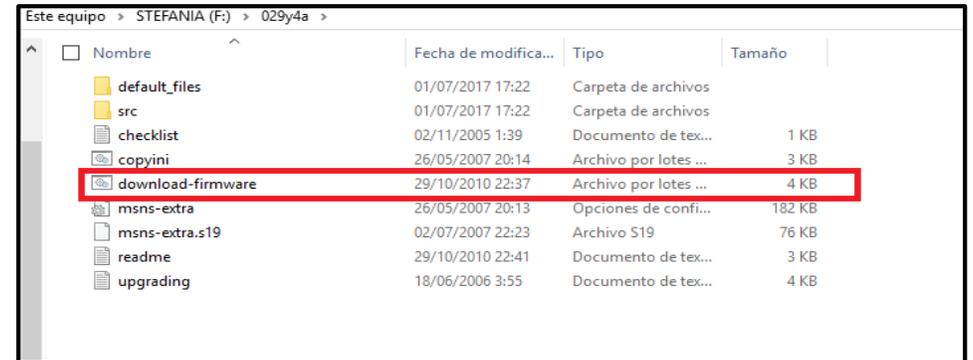
KL15



KL31

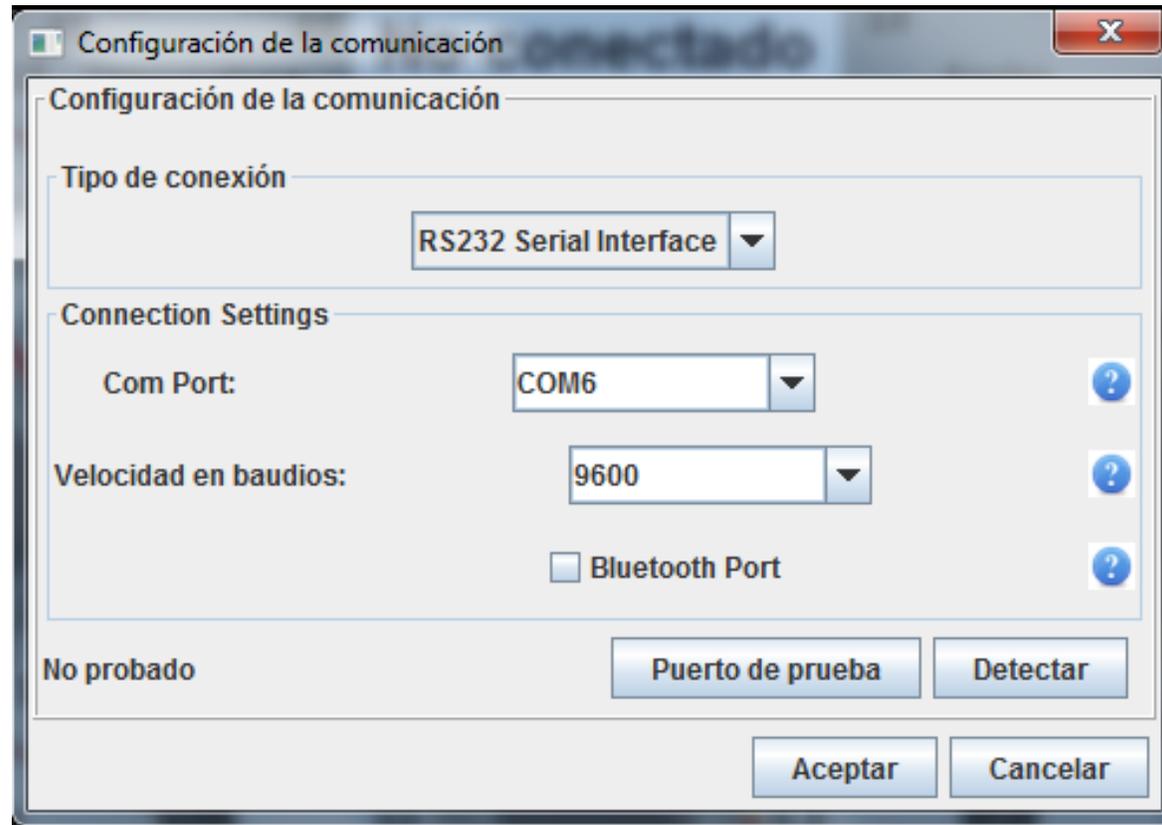
Carga de código de MegaSquirt

El código MS Extra es posible descargarlo desde la página oficial de MegaSquirt. Se desplegará la pantalla del programa para instalar el código en el procesador, es importante que TunerStudio no se encuentre abierto.



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Downloading new Firmware to Megasquirt board
...
WARNING:
This will wipe out all settings on the Megasquirt.
...
Communication ports:
1 - COM1
2 - COM2
3 - COM3
4 - COM4
5 - COM5
6 - COM6
7 - COM7
8 - COM8
9 - COM9
Q - Quit
Select download port [ COM1 ]: Q to Quit [1,2,3,4,5,6,7,8,9,Q]?_
```

Comunicación



The image shows a Windows-style dialog box titled "Configuración de la comunicación" (Communication Configuration). The dialog is divided into two main sections: "Configuración de la comunicación" and "Connection Settings".

- Configuración de la comunicación:** Contains a dropdown menu for "Tipo de conexión" (Connection Type) set to "RS232 Serial Interface".
- Connection Settings:** Contains three fields:
 - "Com Port:" with a dropdown menu set to "COM6".
 - "Velocidad en baudios:" (Baud rate) with a dropdown menu set to "9600".
 - A checkbox for "Bluetooth Port" which is currently unchecked.

At the bottom of the dialog, there are several buttons:

- "No probado" (Not tested)
- "Puerto de prueba" (Test port)
- "Detectar" (Detect)
- "Aceptar" (Accept)
- "Cancelar" (Cancel)

Ajustes disponibles

Crear nuevo proyecto

Nuevo proyecto TunerStudio

Configuration Settings

EGO Sensor Selection
Narrowband Sensor (Default)

Temperature Display
Fahrenheit (Default)

Manifold Pressure Display
KPa (Default)

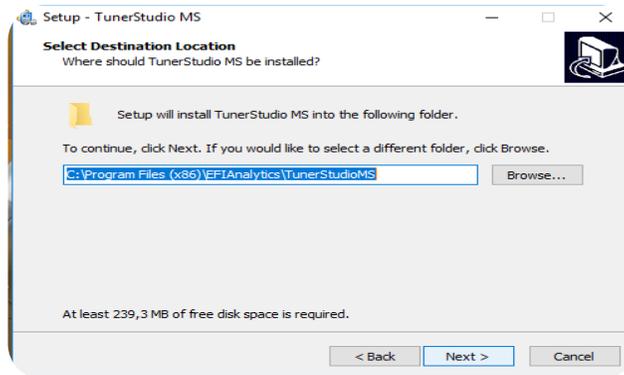
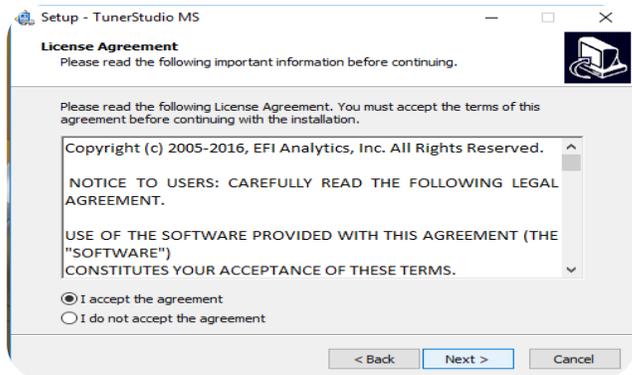
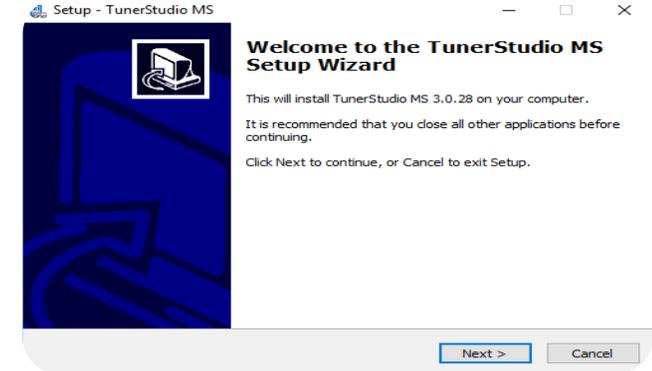
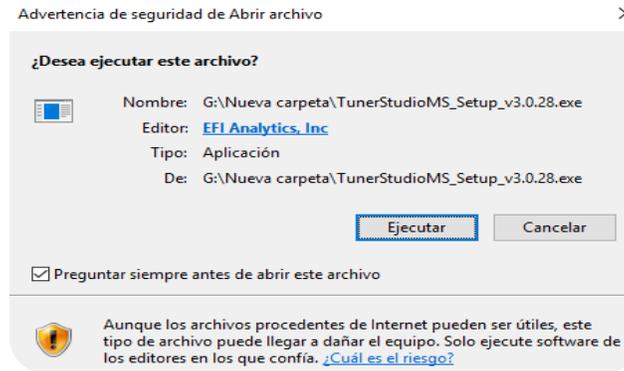
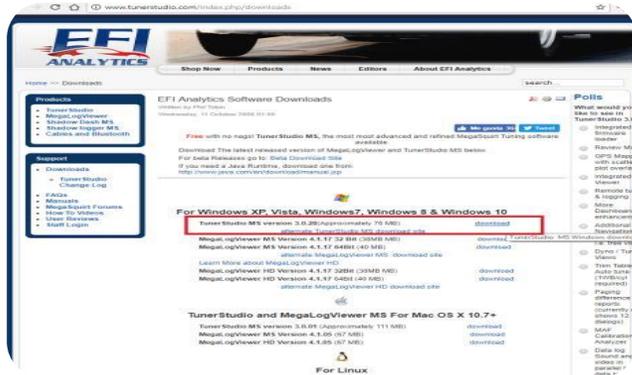
Fueling Algorithms
Speed Density Fueling Algorithm (Default)

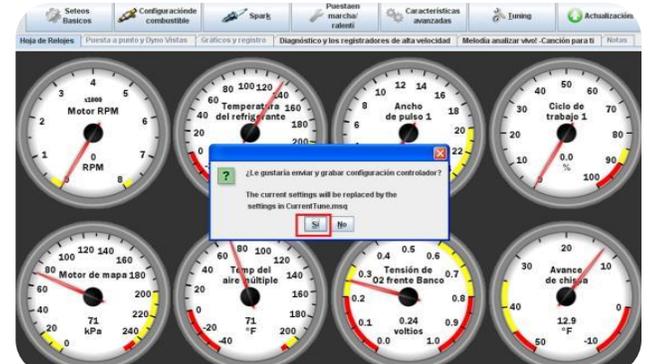
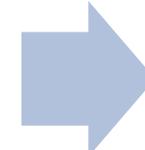
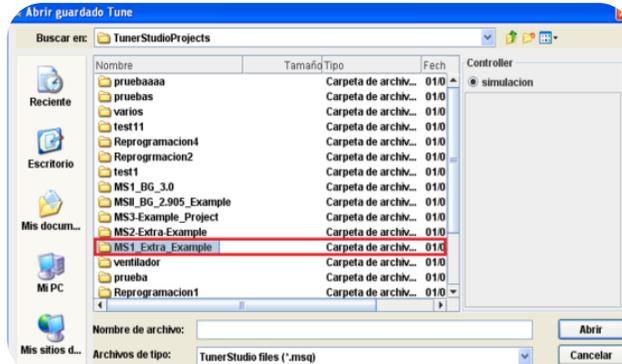
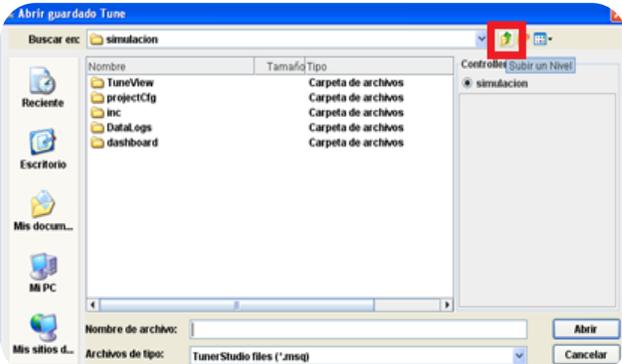
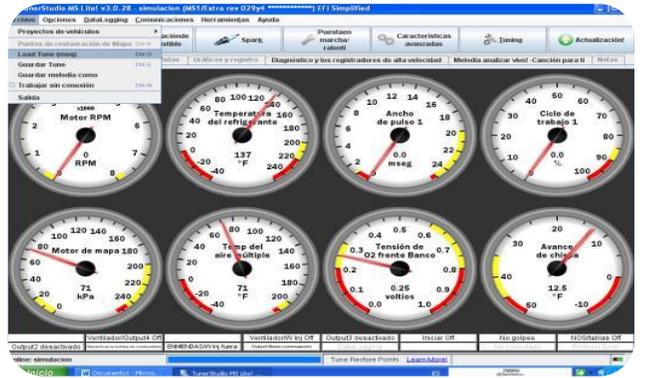
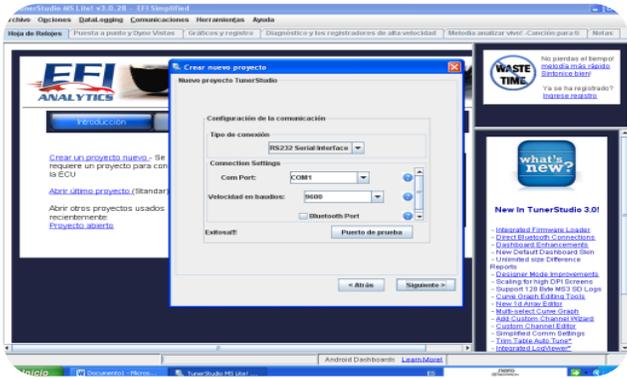
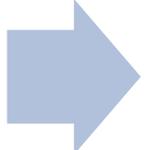
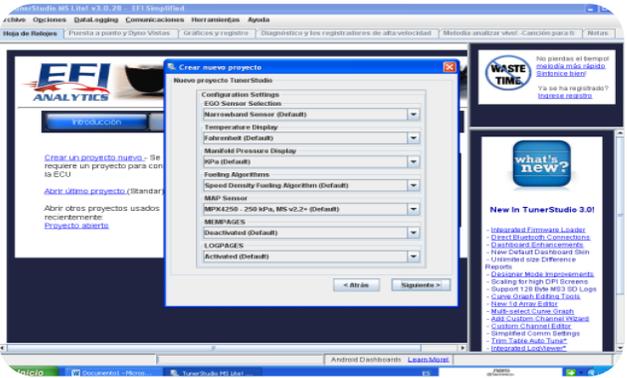
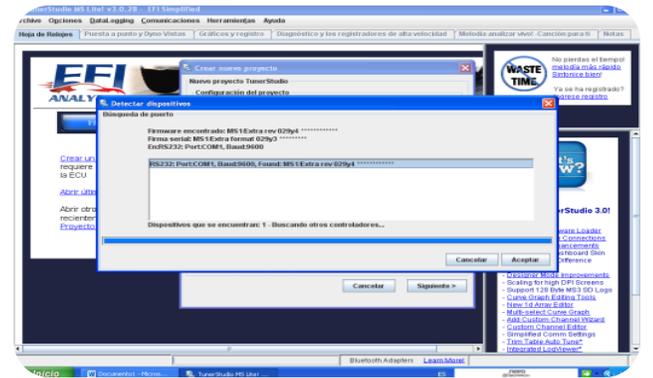
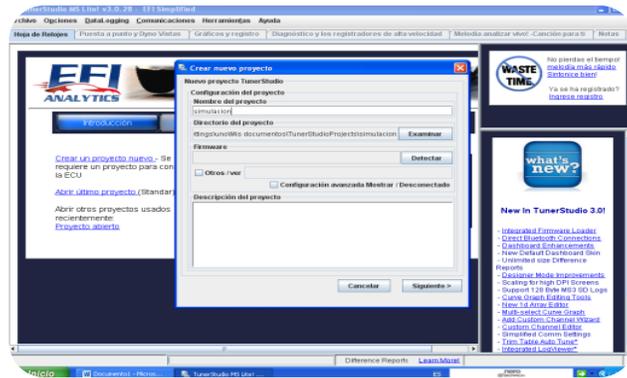
MAP Sensor

- MPX4250 - 250 kPa, MS v2.2+ (Default)
- MPX4115 - 115 kPa, MS v1.01
- MPX4250 - 250 kPa, MS v2.2+ (Default)
- MPXH6300 - 300 kPa
- MPXH6400 - 400 kPa
- Activated (Default)

< Atrás Siguiete >

Protocolo de creación de proyecto





Settings Changed that Require a Power Cycle to Take Effect.

Motor RPM: 0
Temperatura del refrigerante: 136 °F
Ancho de pulso 1: 0.0 ms@24
Ciclo de trabajo 1: 0.0 %
Motor de mapa 180: 71 kPa
Temp del aire múltiple: 72 °F
Tensión de O2 frente Banco: 0.3 voltios
Avance de chispa: 10.1 °F

Leer la configuración de controlador.

Motor RPM: 0
Temperatura del refrigerante: 136 °F
Ancho de pulso 1: 0.0 ms@24
Ciclo de trabajo 1: 0.0 %
Motor de mapa 180: 71 kPa
Temp del aire múltiple: 72 °F
Tensión de O2 frente Banco: 0.3 voltios
Avance de chispa: 10.1 °F

Configuración de chispa de salida.

Motor RPM: 0
Temperatura del refrigerante: 136 °F
Ancho de pulso 1: 0.0 ms@24
Ciclo de trabajo 1: 0.0 %
Motor de mapa 180: 71 kPa
Temp del aire múltiple: 72 °F
Tensión de O2 frente Banco: 0.3 voltios
Avance de chispa: 10.1 °F

Calculado Required Fuel

Requerimiento de Combustible: 31.0
(MS) 15.5

Algoritmo de control: Speed Density (MAP)
Squirts Per Engine Cycle: 2
Puesta en escena del inyector: Simultaneo
Trazo de motor: Cuatro tiempos
Número de cilindros: 8
Número de inyectores: 8
Tipo de mapa: 250 kPa
Tipo de motor: Motor simétrico

Calculado Required Fuel

Requerimiento de combustible requerido: 31.0
Unidades: CC CC Litros
Horas de apertura: 15.5
Número de cilindros: 8
Tipo de inyector: CBI CC CCI
Relación aire-combustible: 14.7

Standard Constants - Page 1

Calculado Required Fuel: 31.0
Requerimiento de combustible (MS): 15.5
Algoritmo de control: Speed Density (MAP)
Squirts Per Engine Cycle: 2
Puesta en escena del inyector: Simultaneo
Trazo de motor: Cuatro tiempos
Número de cilindros: 8
Número de inyectores: 8
Tipo de mapa: 250 kPa
Tipo de motor: Motor simétrico

Settings Changed that Require a Power Cycle to Take Effect.

Motor RPM: 0
Temperatura del refrigerante: 134 °F
Ancho de pulso 1: 0.0 ms@24
Ciclo de trabajo 1: 0.0 %
Motor de mapa 180: 71 kPa
Temp del aire múltiple: 72 °F
Tensión de O2 frente Banco: 0.3 voltios
Avance de chispa: 10.1 °F

Opciones pin de salida

Pin para el controlador de salida para a refrigerante

Control inyectores
Chispa de salida
Desencadenador P/O
Aceleración
Aceleración
Control de salida
Output **
Salida
Chispa
Chispa de entrada
Inyectores
Chispa de salida

Settings Changed that Require a Power Cycle to Take Effect.

Motor RPM: 0
Temperatura del refrigerante: 134 °F
Ancho de pulso 1: 0.0 ms@24
Ciclo de trabajo 1: 0.0 %
Motor de mapa 180: 71 kPa
Temp del aire múltiple: 72 °F
Tensión de O2 frente Banco: 0.3 voltios
Avance de chispa: 10.1 °F

Opciones de encendido / Rueda Dentada

Ver Ayuda

Opciones de encendido / Rueda Dentada

Opciones de toma de ignición

Motor de mapa

Distribuidor (MSB)

Decodificador de neón/420A

Decodificador de rueda (por ejemplo, 36 - 1)

EDIS

Multipark EDIS

Encendido TFI

Encendido HEI

Configuración del decodificador de ruedas

Dientes de base de decodificador de rueda

2° enable trigger

2° desencadenador activo edge

2° gatillo y dientes perdidos

Dientes que faltan

Modo dual dizzy (véase F1)

Rutina de decodificador de rueda

Acción de encendido Su MS1 Para cambios suafan efectivo

Quemar Cerrar

TunerStudio MS Lite! v3.0.28 - simulación (MS1/Extra rev 029y4 *****) EFI Simplified

Seteos Básicos Configuración de combustible Spark Puesta en marcha / ralenti Características avanzadas Tuning Actualización

Hoja de Relojes Puesta a punto y Dyno Vistas Gráficas y registros Diagnóstico y los registradores de alta velocidad Método analizar vibración Cálculo para túnel

Settings Changed that Require a Power Cycle to Take Effect.

Motor RPM

Temperatura del refrigerante

Temperatura del aire múltiple

Tensión de O2 frente Blanco

Avance de chispa

Quemar Cerrar

TunerStudio MS Lite! v3.0.28 - Standar (MS1/Extra rev 029y4 *****) EFI Simplified

Archivo Opciones DataLogging Comunicaciones Herramientas Ayuda

Seteos Básicos Configuración de combustible

Estadísticas de protocolo Update / Install Firmware TunerStudio Plug-ins

Hoja de Relojes Puesta a punto y Dyno Vistas Gráficas y registros Diagnóstico y los registradores de alta velocidad

Motor RPM

Temperatura del refrigerante

Quemar Cerrar

Calibrar el Sensor de posición del Acelerador

Calibrar del Acelerador

Cerrada del Acelerador ADC Conde 47 Obtener actual

Full throttle Conde de ADC 213 Obtener actual

Aceptar Cancelar

TunerStudio MS Lite! v3.0.28 - simulación (MS1/Extra rev 029y4 *****) EFI Simplified

Seteos Básicos Configuración de combustible Spark Puesta en marcha / ralenti Características avanzadas Tuning Actualización

Hoja de Relojes Puesta a punto y Dyno Vistas Gráficas y registros Diagnóstico y los registradores de alta velocidad

Motor RPM

Temperatura del refrigerante

Temperatura del aire múltiple

Tensión de O2 frente Blanco

Avance de chispa

Quemar Cerrar

VE en el cuadro 1

Ayuda

Sombra de color Tema de Color negro Espaciado uniforme

Motor RPM

Temperatura del refrigerante

Temperatura del aire múltiple

Tensión de O2 frente Blanco

Avance de chispa

Quemar Cerrar

Tabla de principal de avance de encendido

Ayuda

Sombra de color Tema de Color negro Espaciado uniforme

Motor RPM

Temperatura del refrigerante

Temperatura del aire múltiple

Tensión de O2 frente Blanco

Avance de chispa

Quemar Cerrar

TunerStudio MS Lite! v3.0.28 - simulación (MS1/Extra rev 029y4 *****) EFI Simplified

Archivo Opciones DataLogging Comunicaciones Herramientas Ayuda

Seteos Básicos Configuración de combustible Spark Puesta en marcha / ralenti Características avanzadas Tuning Actualización

Hoja de Relojes Puesta a punto y Dyno Vistas Gráficas y registros Diagnóstico y los registradores de alta velocidad

Selección de tabla de combustible

- Combustible VE tabla 1
- Tabla de Combustible VE3
- Constantes 2 (DT)
- Configuración del Gas de escape
- VE en el cuadro 2 (DT)
- Ajustes de control del ego
- Lambda AFR configuración
- Mgdo de bucle abierto
- AFR objetivos para VE en el cuadro 1
- AFR objetivos para VE tabla 3
- Accel Deccl modo
- Asistente de aceleración
- RPM basado Accel

Motor RPM

Temperatura del refrigerante

Temperatura del aire múltiple

Tensión de O2 frente Blanco

Avance de chispa

Quemar Cerrar

VE en el cuadro 1

Ver Herramientas

150	75	77	79	73	82	82	82	85	87	89	99	100
130	75	77	79	73	82	82	82	85	87	89	99	100
120	70	74	74	75	75	77	77	78	82	86	96	96
110	70	74	74	75	75	77	77	78	82	86	96	96
100	65	72	72	74	74	75	75	77	79	83	89	90
90	61	63	65	65	68	70	72	75	77	80	84	85
75	59	60	60	65	66	70	70	72	74	77	80	
60	52	55	55	57	60	61	61	65	67	70	72	75
50	47	47	51	51	50	50	50	51	55	56	60	
30	47	47	51	51	50	50	50	51	55	56	60	
20	39	40	41	44	44	44	46	45	46	47	50	
	500	1000	1500	2000	2800	3600	4400	5200	5500	6000	6200	6500

RPM

Quemar Cerrar

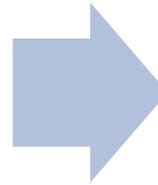


Tabla de principal de avance de encendido

	500	700	1300	2000	3000	4000	5000	6000	6100	6200	6300	6400
140	10	10	8	10	14	19	19	19	19	19	19	19
130	10	10	9	11	15	20	22	22	22	22	22	22
120	10	10	10	13	16	21	23	23	23	23	23	23
110	10	10	11	14	17	22	24	24	24	24	24	24
100	10	10	13	15	19	23	26	26	26	26	26	26
90	10	10	13	15	19	23	26	26	26	26	26	26
80	10	10	13	15	19	23	26	26	26	26	26	26
70	10	10	13	15	19	23	26	26	26	26	26	26
60	10	10	13	15	19	27	28	28	28	28	28	28
50	10	10	13	15	20	28	30	30	30	30	30	30
40	9	9	10	15	21	30	32	32	32	32	32	32
30	9	9	10	15	22	32	36	36	36	36	36	36

RPM

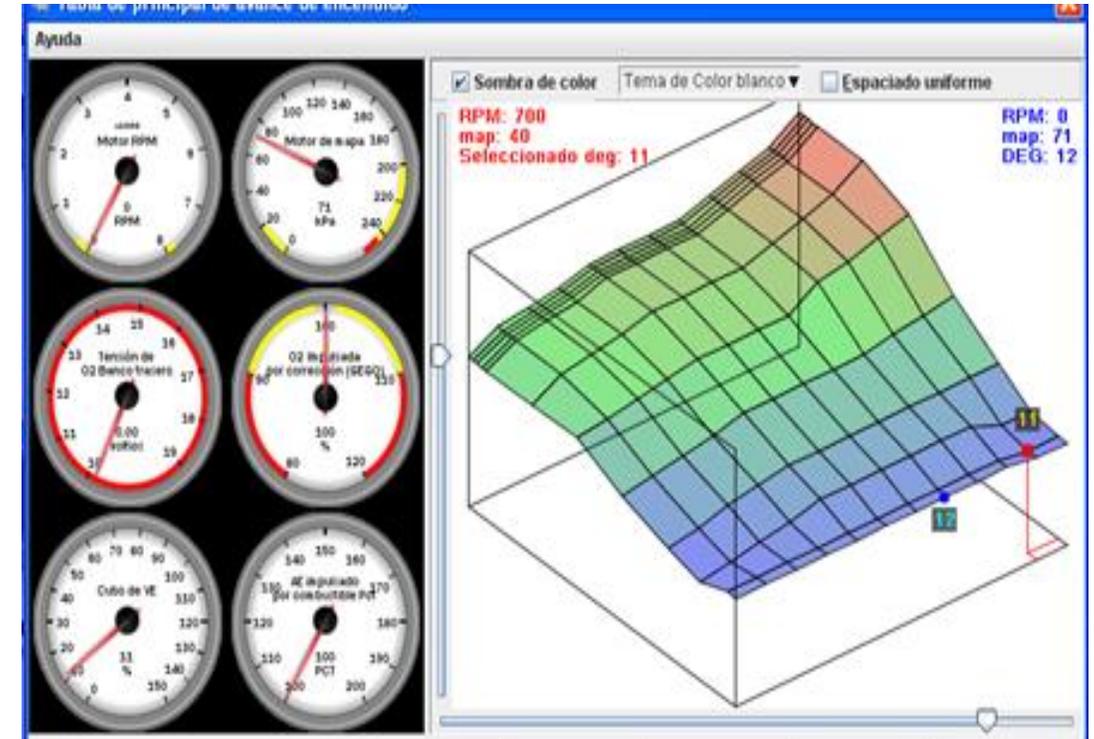
Quemar Cerrar



Primera reprogramación

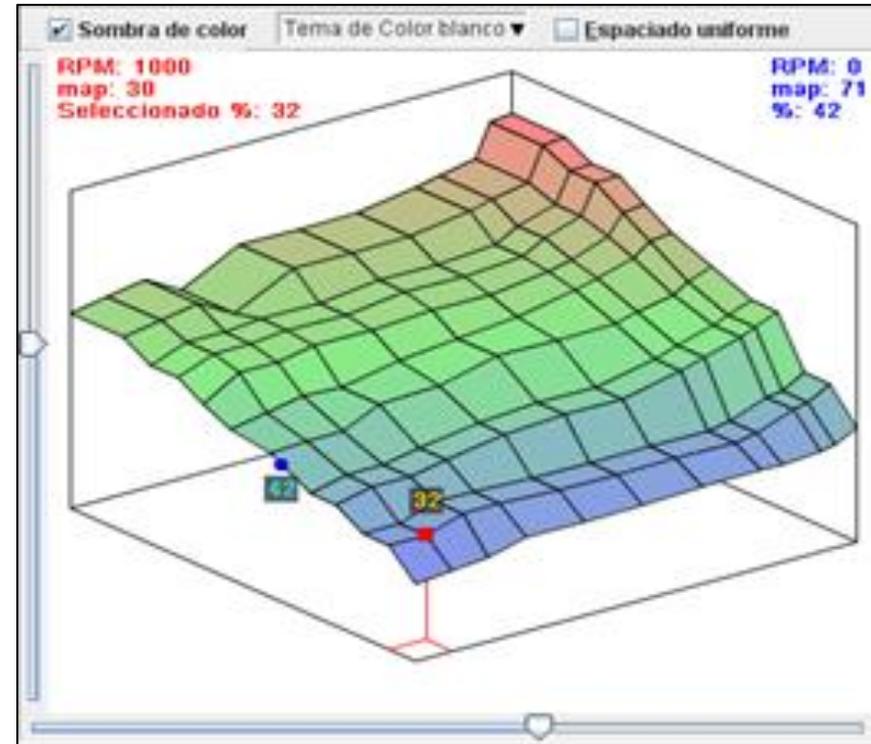
Mapa de avance de encendido

Se decidió aumentar un grado de avance, debido a la presencia de carbonilla en las bujías; con el fin de evitar la aparición de detonación.



Mapa de inyección de combustible

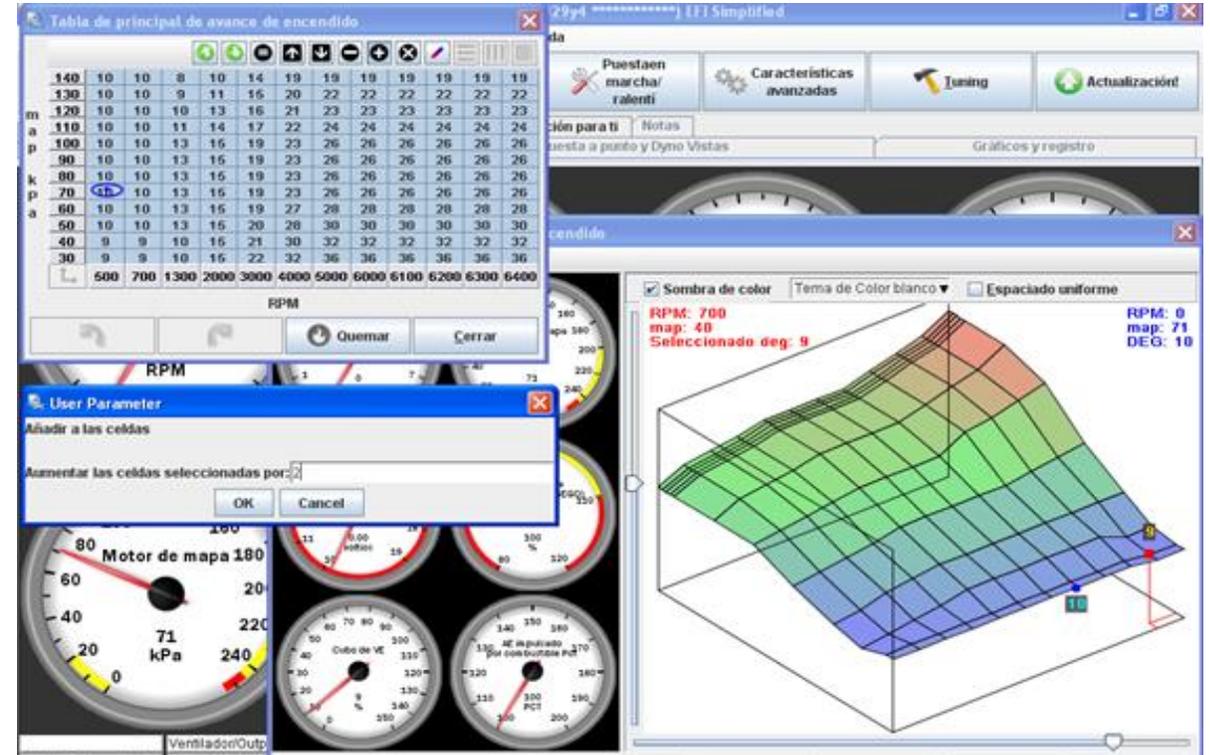
En la tabla de valores de mapa de inyección se realiza una disminución de 15% del valor de inyección de combustible, debido a la generación de humo negro en el escape y gran consumo de combustible.



Segundo reprogramación

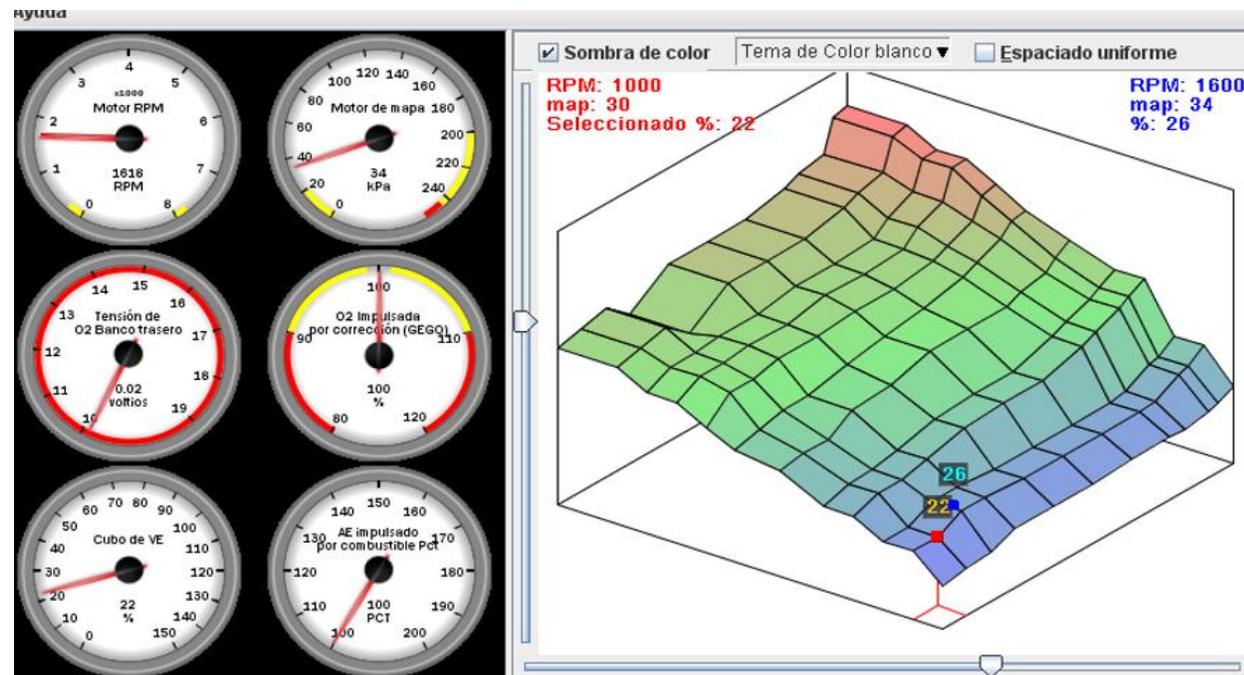
Mapa de avance del encendido

En esta reprogramación se tomaron valores de acuerdo al mapa base, por lo que se incrementó 2 grado de adelanto al encendido, para obtener una combustión completa, y con el fin de evitar contra explosiones.



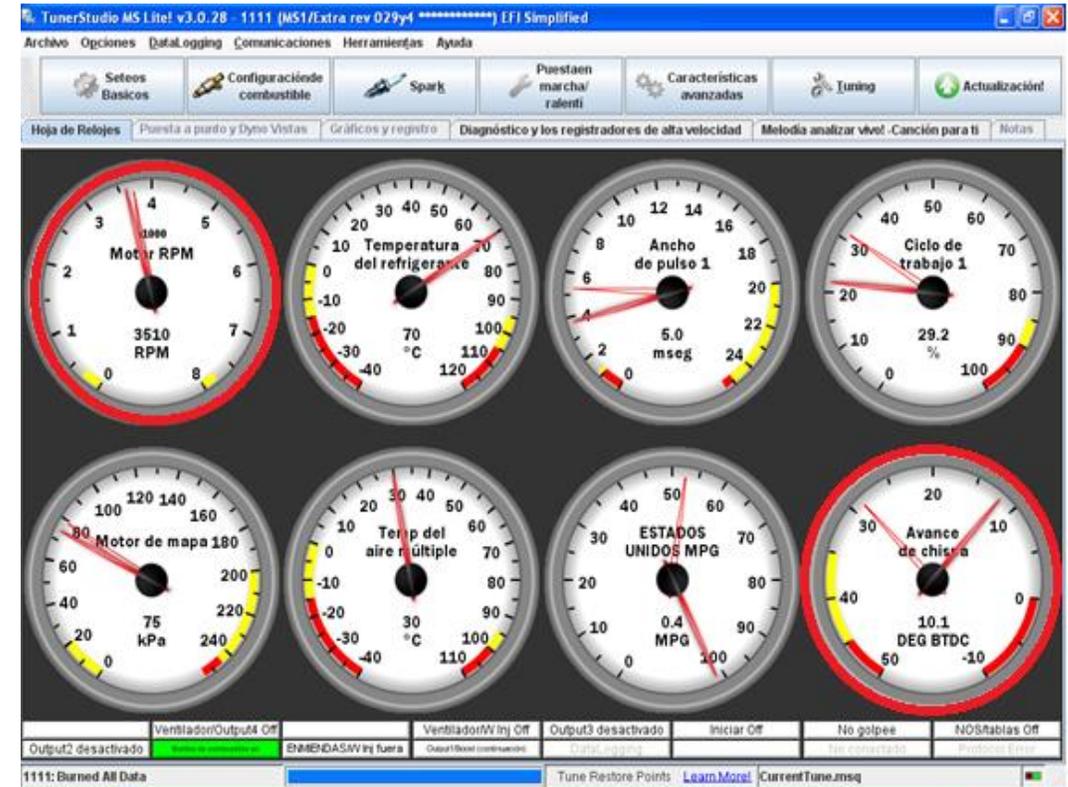
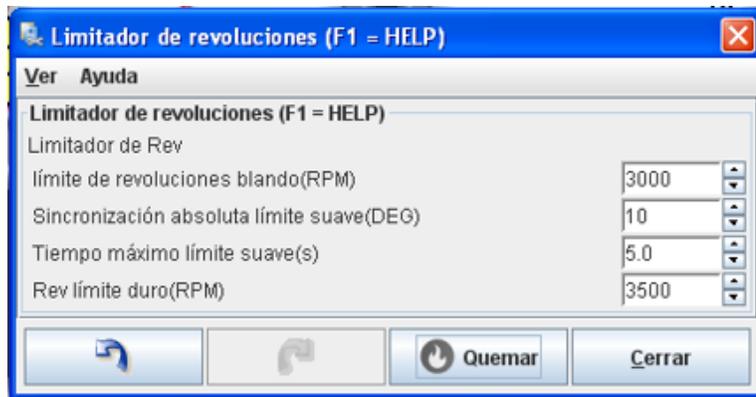
Mapa de inyección de combustible

En la modificación del mapa de inyección se varió directamente los parámetros, tomando como referencia el mapa anterior, en el cual se modificó con una disminución total del 25% de inyección de combustible.



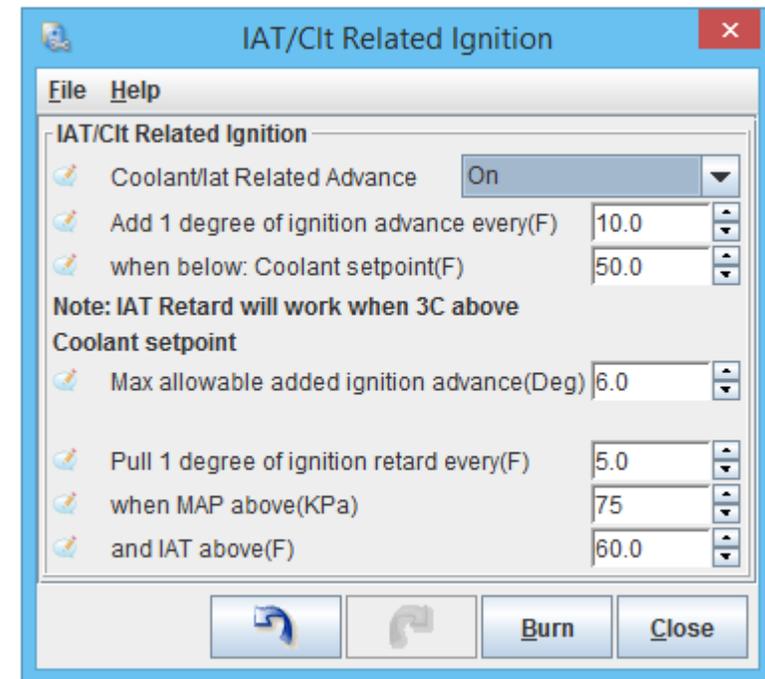
Limitador de velocidad

Este parámetro define a que número de revoluciones se va a realizar el corte de las mismas, con el fin de reducir la potencial del motor y la velocidad del mismo.



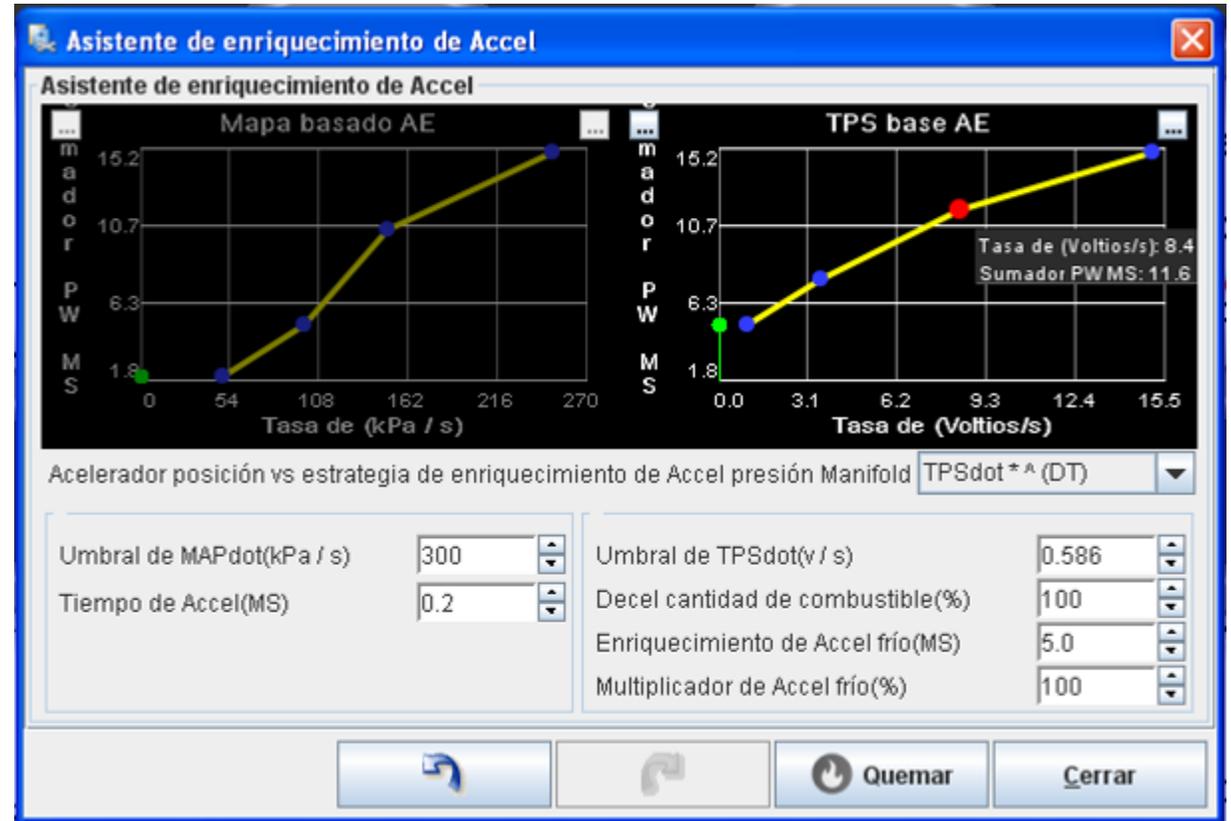
Encendido relacionado con IAT/CLT

Cuando el motor se encuentra en frío, avanzar el tiempo es de gran ayuda permitiéndonos un ralentí suave y rápido. Mediante este parámetro se incrementara la temperatura del motor.



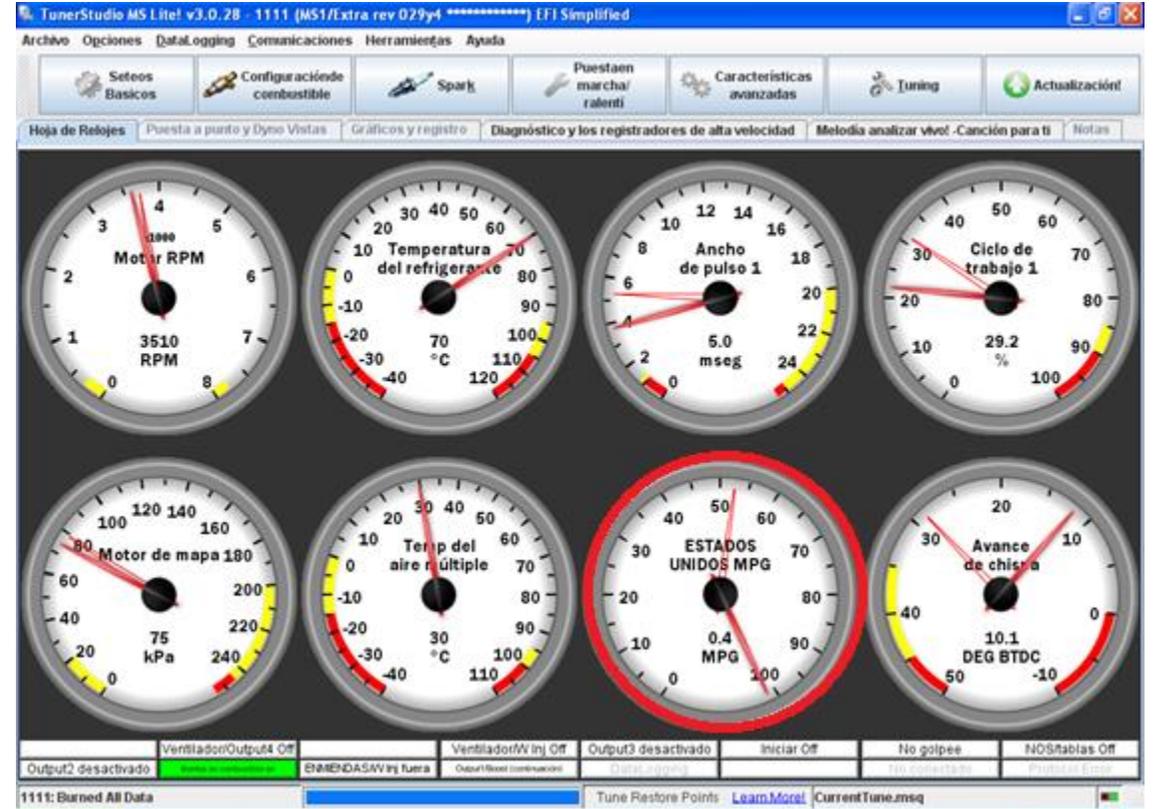
Enriquecimiento en aceleración

El enriquecimiento de aceleración es asignada cuando el motor se encuentra en marcha y se obtiene una recaída repentina total de potencia después de la aplicación de acelerador.



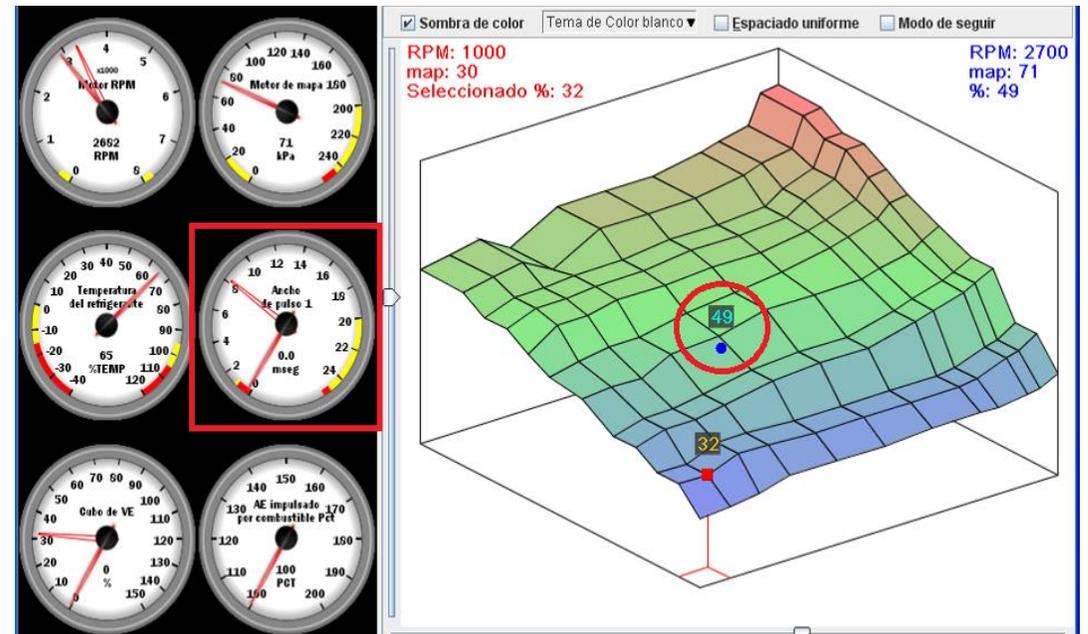
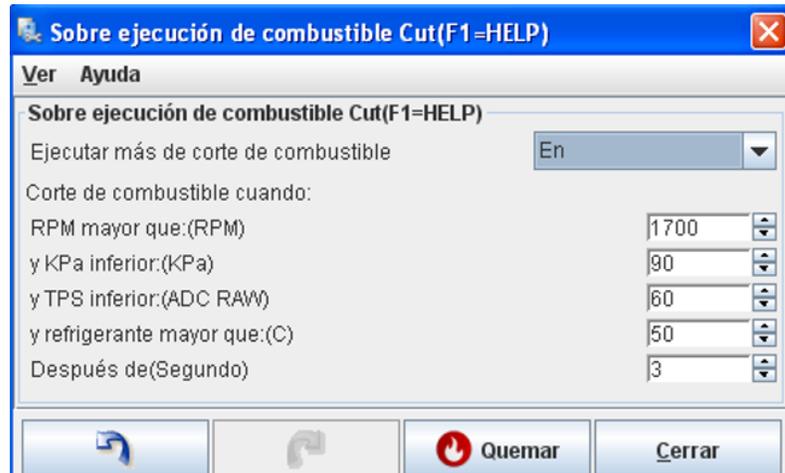
Consumo de combustible

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



Corte de combustible, en ejecución.

El corte de inyección es un mecanismo de seguridad para no dañar el motor a altas revoluciones



Cálculos Generales

Cálculo de masa de aire

Para obtener el flujo másico, se determinó la cantidad de aire que ingresa al motor cuando se encuentra en funcionamiento, a través de la siguiente ecuación:

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

En condiciones ideales la densidad del aire se encuentra a 25 °C y 0 msnm será: 1.2254 Kg/m³. En la ciudad de Latacunga 17°C y 2750 msnm la densidad del aire es de: 0.93481 Kg/m³.

Condiciones Ideales

$$G_o = 0.49935 * 10^{-3} m^3 * 1.2254 \frac{Kg}{m^3}$$

$$G_o = 0.6119 * 10^{-3} Kg$$

Condiciones Reales

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

$$G_o = 0.49935 * 10^{-3} m^3 * 0.93481 \frac{Kg}{m^3}$$

$$G_o = 0.46679 * 10^{-3} Kg$$



Coeficiente de llenado

Es el porcentaje dado por la relación directa de la cantidad de flujo másico en condiciones ideales y reales que se encuentra en funcionamiento el motor.

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

$$n_v = \frac{0.46679}{0.6119} * 100\%$$

$$n_v = 76.28 \%$$



Velocidad de flujo de entrada del aire

Para determinar la velocidad del flujo de aire se tomó en consideración las CONDICIONES REALES en las cuales el motor estuvo expuesto de acuerdo al uso del mapa estándar.

$$V_f = \frac{(V_{cil} * \rho_{aire} * RPM)}{2}$$

Mediante las condiciones de operación del mapa base en la que se realizó las pruebas de desempeño con un régimen de giro de 1450 rpm.

$$V_f = \frac{\left(0.46679 * 10^{-3} \text{ Kg} * 1450 \frac{\text{rev}}{\text{min}}\right)}{2}$$
$$V_f = 0.3384 \frac{\text{Kg}}{\text{min}}$$

Cálculo de masa de combustible

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

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

Considerando en el mapa base a 1450 rpm como velocidad ralenti y una mezcla AFR de 14.7.

$$B = \frac{0,3384 \text{ Kg/min}}{14,7 * 1450 \frac{\text{rev}}{\text{min}}}$$

$$B = 1,587 * 10^{-5} \text{ Kg}$$



Tiempo de inyección

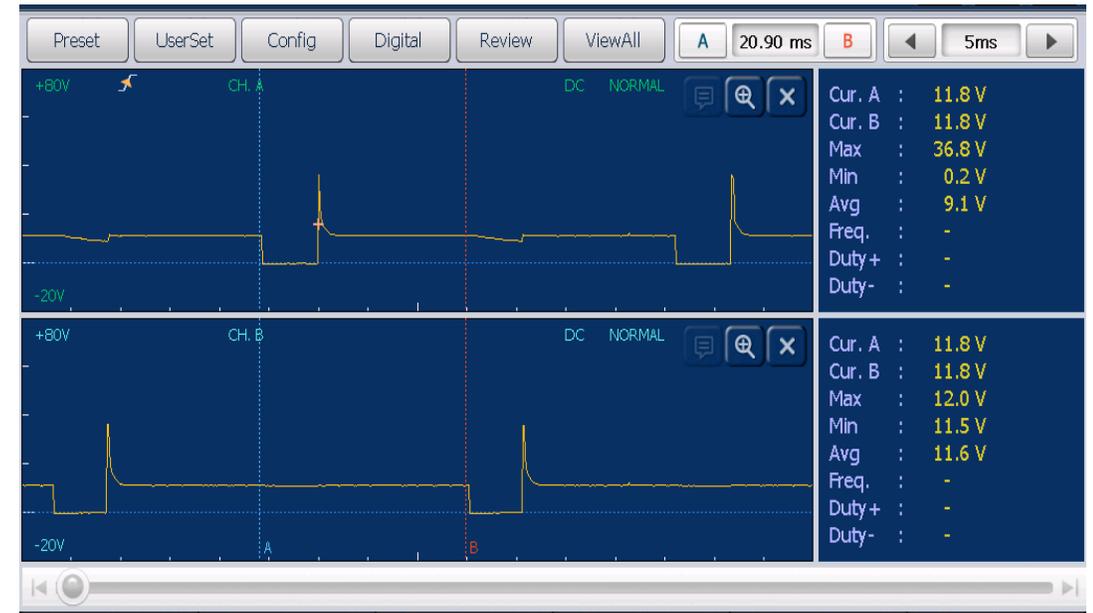
El tiempo de inyección es el tiempo que el inyector está abierto y con el cual se determina el caudal de combustible introducido en el cilindro.

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

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

$$T_c = \frac{60000}{2 * 1450}$$

$T_c = 20,7 \text{ ms}$ (longitud del tiempo del inyector)



Ciclo de trabajo

El “Ciclo de trabajo” (Duty Cycle) se define como el tiempo requerido por el inyector dividido por el tiempo disponible en tanto por ciento. La duración máxima de un pulso no puede ser mayor al "ciclo de trabajo".

$$C_T = \frac{t_o}{t_c + t_i} * 100$$

$$C_T = \frac{6 \text{ ms}}{6 \text{ ms} + 20.7 \text{ ms}} * 100$$

$$C_T = 22.47 \%$$



COMPARACIÓN DE MAPAS TRIDIMENSIONALES DE INYECCIÓN

Comparación de mapas tridimensionales de inyección

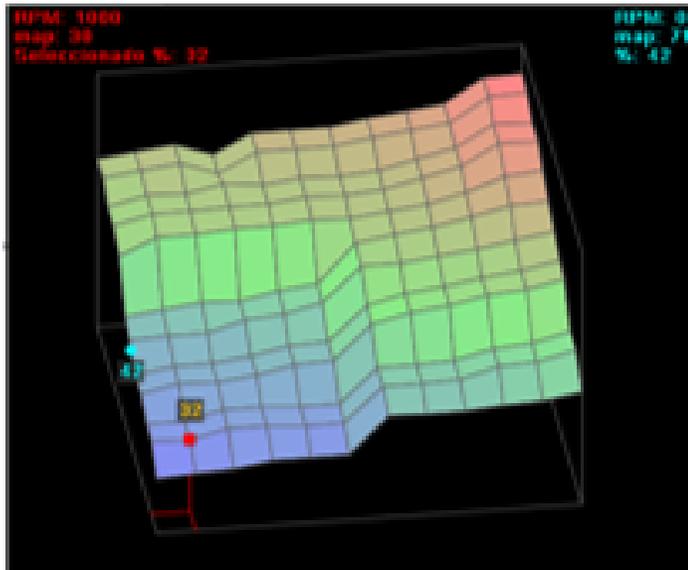


Figura 114 Mapa de inyección primera reprogramación

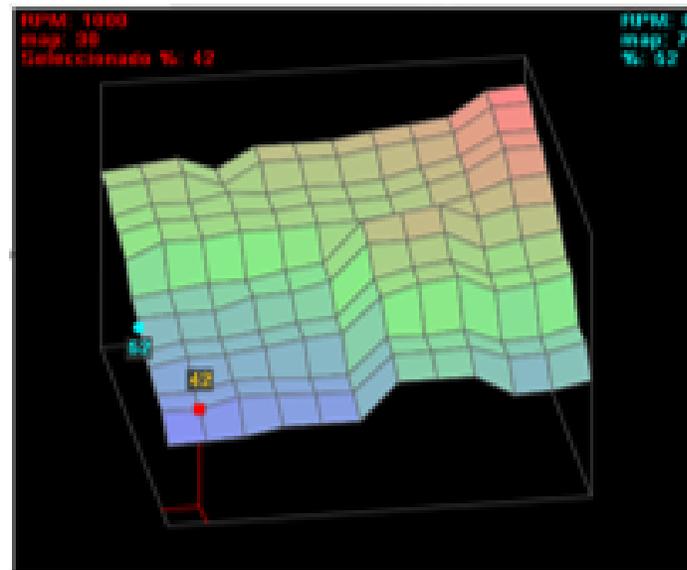


Figura 115 Mapa de inyección segunda reprogramación

COMPARACIÓN DE MAPAS TRIDIMENSIONALES DE IGNICIÓN

Comparación de mapas tridimensionales de ignición

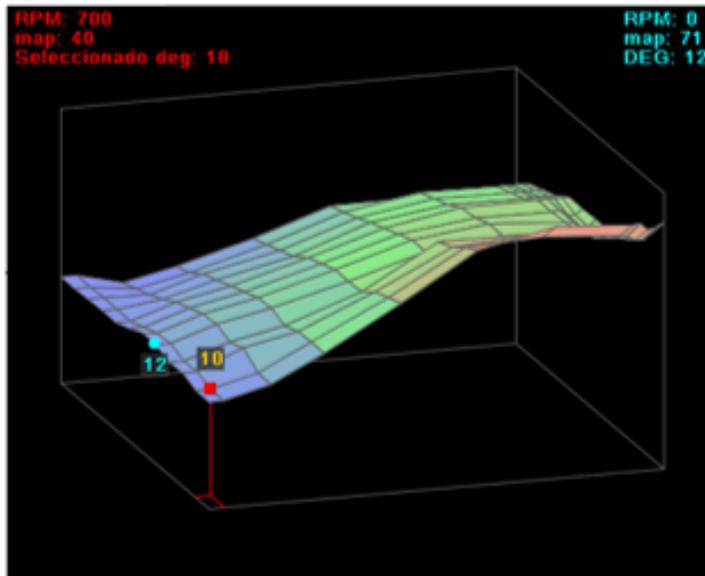


Figura 116 Primera reprogramación

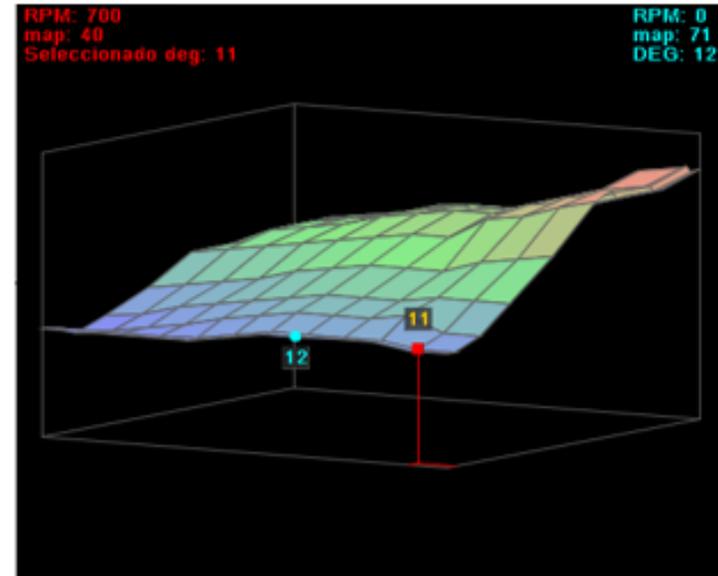


Figura 117 Segunda reprogramación

CONCLUSIONES

- Se utilizó el software dedicado para ajustar las diferentes características del motor con el fin de que se obtenga un desempeño óptimo.
- Se investigó los diferentes tipos de software y hardware dedicados que son compatibles con la computadora del motor Peugeot 407
- Se seleccionó un software dedicado TunerStudio y una ECU programable MegaSquirt 1 (MS), ya que estas brindan las características que van de acuerdo al funcionamiento del motor. También es una ECU programable que permite realizar proyectos educativos.
- Se implementó la ECU programable MegaSquirt en paralelo con la ECU del motor Peugeot 407 manteniendo los sensores y actuadores originales del motor.
- Con la ECU programable MegaSquirt, se puede alcanzar a modificar el rendimiento del motor variando los puntos de la programación base, acondicionando nuevos requerimientos en los cual se puedan ser cambios ilimitados de los regímenes de funcionamiento del motor.



- Se realizó la reprogramación de los diferentes parámetros del motor, ajustando tablas de valores, mapas tridimensionales de inyección y encendido entre otros aspectos complementarios.
- A través de la lectura en red de la ECU MegaSquirt se obtuvo la programación estándar y los mapas tridimensionales del motor.
- Se realizó las distintas modificaciones en el mapa tridimensional del avance al encendido e inyección de combustible entre otros parámetros.
- Se determinó la reprogramación apropiada de la ECU MegaSquirt para la optimización y mejora del funcionamiento del motor de combustión interna.
- Se realizó varias pruebas de desempeño y a su vez se efectuó el monitoreo de PIDs de la unidad de control electrónica.
- Se observó que en la ECU programable nos ayuda a realizar una limitación de RPM lo cual se basa en los grados de avance al encendido durante un cierto tiempo de funcionamiento.



- Se examinó que existen parámetros que se pueden variar como el corte de combustible lo cual depende de la presión a la cual, la posición del TPS y la temperatura a la cual se encuentra el motor.
- Mediante el software es posible realizar enriquecimientos de combustible, para permitir un arranque más suave cuando el motor se encuentre frío cuyos valores no se ven afectados en los mapas de inyección de combustible.
- Cuando se produce una depresión en el motor al momento de accionar el acelerador, se puede realizar un enriquecimiento de aceleración donde es incrementado el ancho de pulso y mejorando el desempeño del motor.
- Se analizó los valores obtenidos antes y después de la reprogramación del sistema electrónico



RECOMENDACIONES

- Tener precaución al momento de conectar la ECU programable ya que la ECU 206 debe estar desconectada totalmente.
- Utilizar software que tengan una relación con ECU programable MegaSquirt para un mejor desempeño y funcionamiento de la misma.
- Al momento de realizar la conexión en red de la computadora PC y la ECU programable poseer un puerto RS232 y Windows XP para una mejor lectura y funcionamiento de la ECU programable.
- Es necesario conocer las características y rangos a los cuales funciona el motor ya que estos nos ayudaran a crear el primer mapa base del cual se va a partir hacer las diferentes pruebas.
- Al realizar alteraciones en los mapas de inyección y avance al encendido se debe tener criterios técnicos para evitar daños en el funcionamiento del motor.



- Tener muy en cuenta las unidades en las cuales se está trabajando en el software ya que esto puede perjudicar al motor y causar daños del mismo.
- Guardar copias de los archivos que se crean en la computadora programable, y mantener el archivo de referencia, así se puede volver al principio por si es necesario.
- Cuando se realice las alteraciones en la ECU programable cambiar un parámetro a la vez con lo cual nos vamos a dar cuenta si las prestaciones del motor mejoraron o por lo contrario empeoraron.
- Se debe realizar un corte de alimentación al momento de conectar las ECU's ya sea la 407-206 o 407-MegaSquirt.

