

REPROGRAMACIÓN ELECTRÓNICA DEL VEHÍCULO CORSA EVOLUTION 1.4, PARA ELEVAR LOS PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA

Srta. María José Díaz
Sr. Luis Gustavo Sopa Bravo
Ing. Germán Erazo
Ing. Fabián Salazar

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga
Quijano y Ordoñez y Marqués de Maenza S/N Latacunga, Ecuador

Email: majito2489@hotmail.com

luisgsopab89@hotmail.es

wgerazo@espe.edu.ec

mfsalazar@espe.edu.ec

RESUMEN

El desarrollo del proyecto de investigación permitirá elevar los parámetros característicos (Torque y Potencia), del vehículo Corsa Evolution 1.4l, mediante la implementación de una ECU programable, la que se conectara en paralelo con la ECU del vehículo para no perder sistemas como: inmovilizador, luz MIL entre otros.

Los parámetros de inyección de combustible, tiempo de encendido así como corte de revoluciones se podrán modificar en tiempo real desde un computador portátil conectado a Megasquirt mediante un cable adaptador USB/Serial. El software que se utilizará es MEGATUNE.

Finalmente se realizará pruebas de Torque y Potencia en el dinamómetro de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-EL, para comprobar los resultados que se espera obtener.

Palabras Clave:

Torque, Potencia, ECU programable, dinamómetro, Megasquirt, Megatune.

ABSTRACT

The development of the research project will raise the characteristic parameters (torque and power), Evolution Corsa 1.4L vehicle by implementing a programmable ECU, which was connected in parallel with the vehicle's ECU to keep systems as immobilizer, MIL among others.

The parameters of fuel injection, ignition timing and cutting speed can be modified in real time from a laptop connected to Megasquirt using an adapter cable USB / Serial. The software used is MegaTune.

Finally made Torque and Power tests on the dynamometer at the University of the Armed Forces ESPE-EL, to check the results to be obtained.

Keywords:

Torque, Power, programmable ECU, dynamometer, Megasquirt, MegaTune.

I. INTRODUCCIÓN

En el campo automotriz es fundamental tener como aliada a la electrónica ya que muchos fabricantes han escogido nuevos sistemas electrónicos para mejorar el rendimiento de los vehículos.

Actualmente tanto por economía, como por desconocimiento, se sigue manteniendo una mecánica empírica donde el técnico no va más allá de lo que es un motor, esto da como resultado el poco aprovechamiento de la electrónica como un recurso indispensable para el desarrollo de nuevas tecnologías en la rama automotriz.

He allí la utilidad del estudio de la reprogramación de computadoras, lo cual se aplica principalmente en autos de competencia, pero aplicado en vehículos de serie se puede

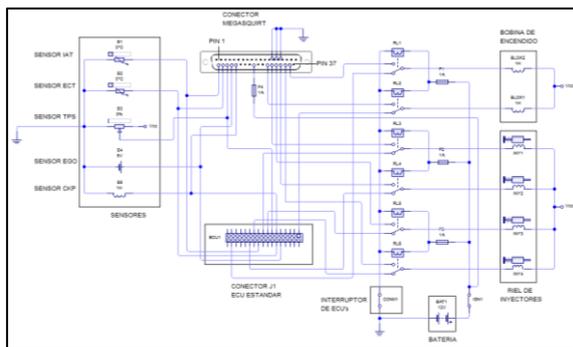
obtener una gran mejora en potencia y torque sin la necesidad de realizar cambios en partes mecánicas.

Muchas personas no quedan satisfechas con el rendimiento que tiene su auto de fábrica, así que buscan maneras de mejorar el rendimiento del vehículo, es así como se desarrollan los sistemas de inyección y encendido programable, dando total libertad a los usuarios para poder manipular estos y otros parámetros, Estos sistemas se pueden utilizar reemplazando totalmente a la ECU original del vehículo, o pueden ser conectadas en paralelo para formar un sistema completo y eficaz de gestión del motor.

En el presente trabajo de investigación se analizarán los tipos de programación que podemos tener y aplicar en los vehículos con motor de combustión interna, las ventajas y desventajas que presentan y los resultados que se obtendrán aplicándolos en un vehículo de serie.

II. INSTALACIÓN

La ecu seleccionada para el desarrollo de la investigación es Megasquirt la cual se conecta en paralelo a la ECU estándar del vehículo de acuerdo al siguiente esquema.



Fuente: Grupo de investigación
Figura 1. Esquema de conexión de Megasquirt

Los sensores son los encargados de enviar las distintas señales a la ECU acerca del estado de funcionamiento del motor, Megasquirt de igual manera necesita estas señales para optimizar la cantidad de combustible que requiere el motor en las distintas condiciones de carga, temperatura, etc.

Por esta razón se realizará un empalme en "T" o derivación simple, para que de esta manera la señal de los sensores llegue a las dos ECU's. El empalme se realiza cerca del conector J1 de la ECU estándar del vehículo.



Fuente: Grupo de investigación
Figura 2. Conexión del arnés de Megasquirt

También se suspendió temporalmente el catalizador del automóvil debido a que al realizar las pruebas iniciales generalmente no se mantiene una mezcla estequiométrica ideal, es decir, la mezcla será muy rica o pobre. Al no realizarse una buena combustión, los gases residuales pueden afectar la estructura interna del catalizador.



Fuente: Grupo de investigación
Figura 3. Catalizador del vehículo Corsa Evolution

El catalizador se volverá a montar una vez finalizadas las pruebas, cuando no corra el riesgo de obstruirse, manteniendo así el nivel de emisiones reglamentario para circular en ciudad.

Megasquirt cuenta con un Sensor de Presión Absoluta (MAP) interno de 250 kPa, ya que la programación se realiza en función de la carga del motor y las revoluciones del mismo, por esta razón se debe realizar una toma de vacío desde el múltiple de admisión.



Fuente: Grupo de investigación
Figura 4. Toma de vacío de Megasquirt

Esta conexión no presenta mayor dificultad, lo importante es que la toma se haga en el múltiple de admisión luego del estrangulador, para que la medición de la carga del motor sea lo más precisa posible.

III. PROGRAMACIÓN

La interface que se utilizara para programar Megasquirt se denomina Megatune 2.25. Este permite que todos los parámetros de ajuste y configuración sean modificados y tiene un editor de tablas de VE en tiempo real, que permiten a un pasajero del vehículo afinar el motor durante la conducción.



Fuente: Grupo de investigación
Figura 5. Interface MegaTune

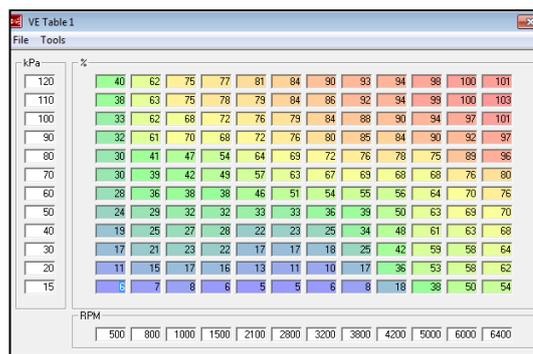
La programación de Megasquirt se realiza mediante cuadros de valores o mapas, antes de encender el vehículo es necesario ingresar una calibración previa, ya que si no lo hacemos el vehículo no encenderá.

El camino para una buena calibración empieza logrando que el vehículo encienda y se mantenga estable a bajas revoluciones, es decir, en ralentí. Logrado este objetivo el siguiente paso es tratar de que el vehículo funcione normalmente en cualquier condición de circulación y finalmente se puede empezar las mejoras de rendimiento, ya sea tanto en carretera como en el dinamómetro.

Las constantes iniciales son datos acerca del motor, tipo de inyección, tipo de encendido, configuración del sensor de oxígeno, cantidad de combustible requerido, numero de inyectores, entre otros. Todos estos sirven para poder optimizar la cantidad de combustible que será inyectado, así como el adelanto necesario

para que la combustión se realice de manera eficaz.

Para configurar el mapa de combustible con Megasquirt, hay una serie de parámetros que modificar. Los más importantes son el valor REQ_FUEL y la tabla VE (tabla 12x12 de eficiencia volumétrica). El objetivo es lograr relaciones aire-combustible 12.5-13.1:1 en máxima aceleración y 15-17:1 con cargas ligeras para un motor atmosférico. Un motor potenciado puede requerir una mezcla más rica en el poder.

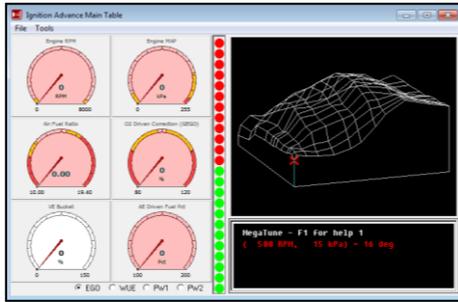


Fuente: Grupo de investigación
Figura 6. Ventana VE de eficiencia volumétrica

La puesta a punto de la tabla VE implica enriquecer (mediante el aumento de la VE) o afinar (disminuyendo VE) cada punto de la misma. La mayor parte de la conducción se producirá en una franja diagonal de la tabla VE, desde bajas revoluciones, bajo kPa (es decir, en reposo) a altas rpm, alta kPa (es decir la mariposa totalmente abierta).

El método de puesta a punto toma 2 personas para hacerlo, uno para conducir, y el otro para operar la computadora portátil. Asegurarse de que el motor haya alcanzado la temperatura de funcionamiento antes de iniciar la puesta a punto de la tabla VE para que no haya ningún enriquecimiento de calentamiento que se añada a la mezcla.

La puesta a punto de la tabla de encendido es la parte más complicada de la programación, a continuación se detallan los fundamentos básicos que debe tener en cuenta para afinar la tabla.



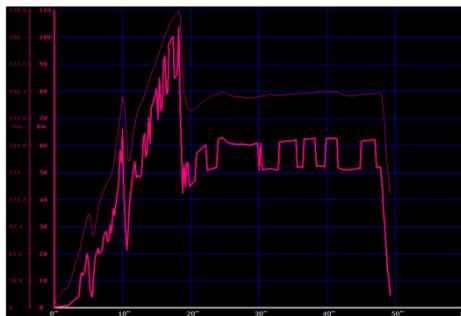
Fuente: Grupo de investigación
 Figura 7. Mapa 3D de encendido

En la zona de inactividad y de baja de velocidad generalmente se recomienda retrasos de unos 8-20deg, por lo general inactivo será de alrededor de 8-12deg, pero esto depende del diseño del motor.

El área de velocidad crucero del mapa debe tener un avance razonablemente alto, (menor o mayor de 30), como la mezcla será bastante pobre se dará una combustión mínima. Tener en cuenta que la cantidad óptima de avance total no es necesariamente la que no provoca la detonación. Por ejemplo, con un moderno diseño de la culata, es posible obtener la potencia máxima a 32° APMS, pero puede ser que no se experimente ninguna detonación hasta 38° - 40°.

A medida que aumenta la carga del motor, el mapa de chispa se debe retrasar, como la mezcla será más rica, las posibilidades de detonación también aumentará con la carga. Se recomienda quitar 1 grado de avance por cada 2PSI de impulso, lo que es simplemente una guía general.

A continuación presenta un resumen de pruebas realizadas en el dinamómetro de rodillos. Primero se realizan pruebas con la ECU estándar del vehículo.



Fuente: Grupo de investigación
 Figura 8. Curva 1 Torque y Potencia ECU estándar

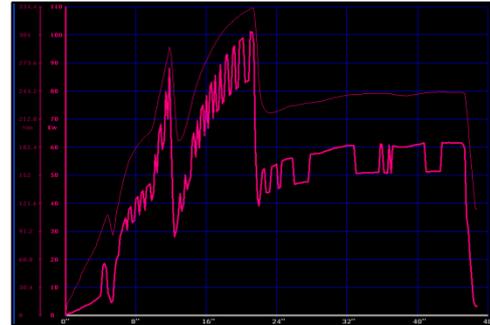
En la primera prueba se aprecia cómo se llega a un punto de potencia máxima en tercera marcha y luego en cuarta marcha la curva se mantiene en un valor de 65 Kw. aproximadamente.

Tabla 1: Valores Máximos prueba 1 ECU estándar

| | | RPM Vehículo |
|----------------------|--------|--------------|
| Potencia Máxima (Kw) | 98.19 | 2703 |
| Torque Máximo (Nm) | 336.03 | 2284 |

Fuente: Grupo de investigación

A continuación la Prueba 2:



Fuente: Grupo de investigación
 Figura 9. Curva 2 Torque y Potencia ECU estándar

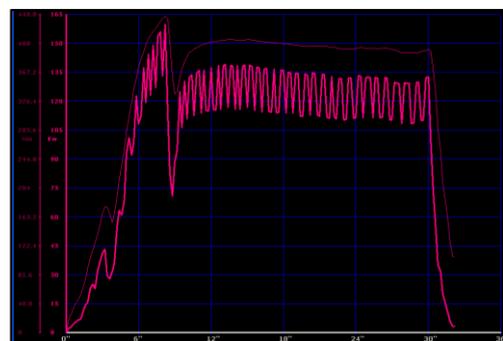
En la segunda prueba se mantuvo más aceleración en segunda marcha, pero al realizar el cambio a tercera la caída en potencia y torque fue mayor, sin embargo en tercera vuelve a subir a su valor máximo y en cuarta marcha se mantiene en un valor de 60 Kw.

Tabla 2: Valores Máximos prueba 2 ECU estándar

| | | RPM Vehículo |
|----------------------|--------|--------------|
| Potencia Máxima (Kw) | 101.08 | 2716 |
| Torque Máximo (Nm) | 331.99 | 2716 |

Fuente: Grupo de investigación

Pruebas con Megascirt.



Fuente: Grupo de investigación
 Figura 10. Curva 1 Torque y Potencia Megascirt

En la primera prueba se obtiene una curva más continua, en tercera marcha se obtiene el

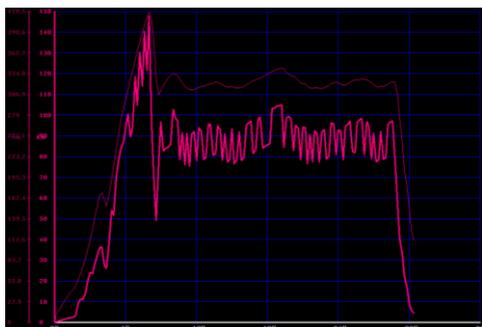
torque y potencia máximos, se observa que la caída de potencia en cuarta marcha es menor y tiende a mantenerse más uniforme.

Tabla 3: Valores Máximos prueba 1 Megasquirt

| | | RPM Vehículo |
|----------------------|--------|--------------|
| Potencia Máxima (Kw) | 138.44 | 2997 |
| Torque Máximo (Nm) | 442.81 | 2679 |

Fuente: Grupo de investigación

A continuación la prueba 2:



Fuente: Grupo de investigación

Figura 11. Curva 2 Torque y Potencia Megasquirt

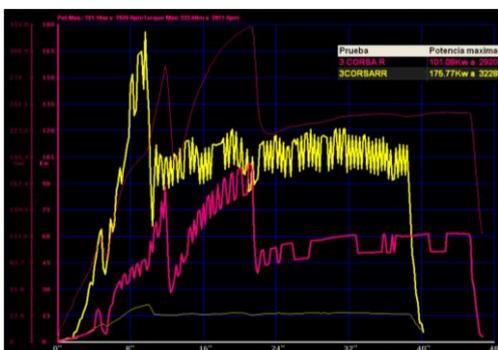
Se observa que se mantiene la forma de las gráficas en la mayoría de las pruebas obteniéndose en todas un gran aumento con respecto a las pruebas realizadas con la ECU estándar. En esta prueba se obtiene uno de los valores más altos en potencia y torque.

Tabla 4: Valores Máximos prueba 2 Megasquirt

| | | RPM Vehículo |
|----------------------|--------|--------------|
| Potencia Máxima (Kw) | 147.69 | 3392 |
| Torque Máximo (Kw) | 417.67 | 3392 |

Fuente: Grupo de investigación

En las pruebas realizadas con Megasquirt se obtuvo un claro aumento en Torque y Potencia, en la Figura 12 se observa en color amarillo la curva obtenida con la ECU estándar y en color fucsia la curva obtenida con Megasquirt.



Fuente: Grupo de investigación

Figura 12. Comparación curvas obtenidas

Los resultados obtenidos al final de las pruebas es el siguiente:

Tabla 5: Resultados finales

| | Torque | Potencia |
|------------------------|-----------|-----------|
| ECU Estándar | 338.42 Nm | 102.10 Kw |
| Megasquirt | 405.58 Nm | 131.03 Kw |
| Ganancia Neta | 67.16 Nm | 28.93 Kw |
| Porcentaje de Ganancia | 20% | 28% |

Fuente: Grupo de investigación

Utilizando Megasquirt en un auto de competencia se podría elevar la ganancia obtenida siempre y cuando se realice la correcta instalación y programación de Megasquirt, siendo una ECU completamente fiable, económica y con resultados comprobados.

IV. CONCLUSIONES.

Se implementó una ECU programable y un sensor de oxígeno de banda ancha en el vehículo Corsa Evolution 1.4, los cuales permitieron elevar su potencia.

Se seleccionó a Megasquirt como el sistema de inyección y encendido programable más adecuado para el vehículo Corsa Evolution, ya que resultó ser económico, fiable y fácil de programar.

Se instaló Megasquirt en paralelo con la ECU estándar en el vehículo, por lo tanto se mantiene el sistema inmovilizador, luz MIL, así como los demás indicadores del tablero.

Se desarrolló un sistema electrónico para realizar el cambio de control de una ECU a otra en cualquier momento.

Se comprobó la eficacia de la reprogramación mediante pruebas en el dinamómetro de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-EL.

Los resultados obtenidos en las pruebas indican que en Torque se obtiene una elevación de 67.16 Nm, lo que equivale al 20% del Torque estándar. Con respecto a la Potencia se obtiene una elevación de 28.93 Kw, lo que equivale al 28% de la Potencia estándar.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Angulo, J. M. (2003). *Electrónica Digital y Microprogramable*. España.
- [2] Augeri, F. (2007). *Memorias*. Buenos Aires.
- [3] Electromotive. (2008). *Electromotive Engine Controls*. Recuperado el 22 de Abril de 2013, de <http://www.electromotive-inc.com>
- [4] Funes, C. (2010). *Motores para Competición*. Córdoba.
- [5] Haltech. (2012). *Haltech Engine Management Systems*. Recuperado el 22 de Abril de 2013, de <http://www.haltech.com>
- [6] Hinojosa, S. (2009). *Uso de Galleto 1260*. Córdoba.
- [7] Martínez, J. (2011). *Conduccion eficiente de vehiculos industriales*. Madrid.
- [8] Megasquirt. (2012). *Engine Management Systems*. Recuperado el 23 de Abril de 2012, de <http://www.msextra.com>
- [9] Motec. (2010). *MoTeC Pty Ltd*. Recuperado el 22 de Abril de 2013, de <http://www.motec.com.au>
- [10] NGK. (2009). *NGK Spark Plugs*. Recuperado el 24 de Abril de 2013, de <http://www.ngksparkplugs.com>
- [11] Porras, J. L. (2003). *Ciclo real del Motor de Combustion Interna*. Castilla-La Mancha.
- [12] Skala, F. (2008). *Programación J2534*. Buenos Aires.

BIOGRAFÍA.



Germán Erazo, nació en Latacunga, Ecuador, Es Ingeniero Automotriz, Ingeniero Industrial dispone estudios de Posgrado en Autotrónica, Gerencia de Marketing, Gerencia de Proyectos, Diseño Curricular, Administración de Empresas, Egresado de Maestría en Gestión de Energías Universidad Técnica de Cotopaxi. Docente en la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE desde 1993. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en mecánica y electrónica automotriz.



Fabián Salazar, nació en Latacunga, Ecuador, Es ingeniero de Ejecución en Mecánica Automotriz, Ingeniero Industrial, posee Maestrías en Dirección de Empresas y Gestión de Energías, dispone estudios de Posgrado en Gerencia de Marketing, especialista en Proyectos, Diseño Curricular, Docente Tiempo completo en la Escuela Politécnica del Ejército desde 1997 hasta 2003. Y en la actualidad como hora clase, Prestación de servicios y asesoramientos automotrices en Instituciones educativas superiores y concesionarias automotrices. Es propietario de Comercial Automotriz Salazar, COASA, micros empresa de venta de repuestos automotrices.



María José Díaz R., nació en Quito, Ecuador. Es Ingeniera Automotriz, Brinda sus servicios en AUTOCHEVROLET como asesora de servicios.



Luis Gustavo Sopa B., nació en Quito, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz. Brinda servicios como asesor en mecánica automotriz.

Registro de la publicación

| | |
|------------------|--|
| Fecha recepción | 14 octubre 2013 |
| Fecha aceptación | 17 octubre 2013 |
| Revisado por: | Germán Erazo. Fabián Salazar. |

