

EFECTO DE AVANCE AL ENCENDIDO Y TIEMPO DE INYECCIÓN DE UN SWAP DE MOTOR SERIE B A 2800 MSNM UTILIZANDO ELECTRÓNICA PROGRAMABLE PARA MEJORAR LA POTENCIA.

EFFECT OF THE IGNITION TIMING ADVANCE AND INJECTION TIMING OF A SERIE B SWAP ENGINE AT 2800 MAMSL USING PROGRAMMABLE ELECTRONICS TO IMPROVE THE POWER.

¹David Arturo Del Castillo Freire, ²Jorge Fernando Suárez Aimacaña
¹Universidad Internacional del Ecuador, Facultad de Ciencias Técnicas, Escuela de Ingeniería Automotriz
e – mail: ¹dadelcastillofr@uide.edu.ec, ²josuarezai@uide.edu.ec

Revista Energía Mecánica Innovación y Futuro, X Edición 2021, No. 7 (09)

Resumen

Una de las alternativas más efectivas para incrementar las prestaciones de potencia y torque de un motor de combustión interna es la electrónica programable automotriz; el presente proyecto de investigación busca ser una guía práctica para aficionados y profesionales especializados en el tema; al programar paso a paso los submapas de combustible e ignición de una ECU programable Fueltech FT 600, instalada en un vehículo Honda Civic, con un Swap de motor constituido por un bloque de la serie B20Z y un cabezote de la serie B16B tipo R, propulsado con gasolina de alto octanaje Sunoco Standard. Se aplica el método experimental, a través de dos variables independientes y una dependiente. Las dos variables independientes corresponden a la manipulación numérica -programación- del ancho de pulso de inyección y del ángulo de avance al encendido, las cuales inciden en la mejora de potencia y torque del motor, siendo ésta la variable dependiente; proceso corroborado mediante diversos ensayos desarrollados en un dinamómetro inercial de chasis MWD RR760 regido por la normativa SAE J1349. La programación de los submapas de combustible e ignición, permitió alcanzar una ganancia neta de 44,1 CV en potencia y de 2,0 kg*m en torque, resultado arrojado por el último ensayo dinamométrico efectuado en el proceso de programación.

Palabras Clave: Avance al encendido, ECU programable, SAE J1349, sensor de banda ancha, tiempo de inyección.

Abstract

*One of the most effective alternatives to increase the power and torque performance of an internal combustion engine is automotive programmable electronics; this technical material tries to be a useful guide to enthusiasts and specialized professionals in the topic; programming step by step the fuel and ignition maps of a Fueltech FT 600 programable ECU, installed in a Honda Civic, a Swap engine with a B20Z block and a B16B type R cylinder head, propelled with Sunoco Standard high-octane gasoline. Experimental method is applied through two independent variables and one dependent variable. The two independent variables belong to the numerical tampering -programming- of the injection pulse width and the ignition advance angle, which have an impact on the improvement of power and torque of the engine, being this the dependent variable; corroborated process with several tests carried out in a MWD RR760 chassis inertial dynamometer governed by SAE J1349 standard regulation. The programming of fuel and ignition maps allowed to reach a net gain of 39,82 CV of power and 9,69 kg*m of torque, these results were achieved in the last dynamometer test completed in the programming process.*

Keywords: Ignition timing advance, programmable ECU, SAE J1349, Wide Band, injection timing.

1. Introducción

Hace poco, los fabricantes de ECU's automotrices solían impregnar en sus unidades chips de memoria abierta que almacenaban información correspondiente a la configuración del motor en forma de datos, los cuales podían ser extraídos, leídos y posteriormente analizados [1].

El contenido de los datos era simplemente una secuencia de números que de manera superficial no tenía sentido, hasta que algunas compañías especializadas en el tuneo de datos, actualmente conocidas como fabricantes de ECU's programables empezaron a manipular y alterar sus funciones para evidenciar el efecto en el rendimiento del motor. Al comienzo no se demostró un resultado satisfactorio, sin embargo, en ocasiones los vehículos alcanzaban velocidades mayores, corroborándose un incremento en su potencia [1].

El mapeo de computadoras automotrices es una especialidad cuyo fin busca mejorar las prestaciones de torque y potencia de un motor de combustión interna a través de la adaptación y manipulación de una ECU programable en función de dos variables que desempeñan un rol fundamental en el sistema de gestión electrónica: el efecto de avance al encendido y el tiempo de inyección, las cuales operan con base en el comportamiento de ciertos parámetros como: revoluciones del motor, posición de la mariposa de aceleración, presión absoluta del múltiple de admisión, corrección de la mezcla aire-combustible, y temperatura del líquido refrigerante [2].

El proceso de programación de una ECU programable empieza con el seteo de los sensores y actuadores del motor, de acuerdo con sus especificaciones y características de operación, obteniendo como resultado un mapa denominado base, por parte de la computadora de manera automática, tanto de avance al encendido medido en grados, así como de tiempo de inyección medido en milisegundos.

Generalmente todo mapa base es ajustado y modificado con el objeto de obtener mayores prestaciones de potencia, generándose otro u otros mapas denominados programaciones.

Un motor destinado a competición puede tener diversos mapas conforme a condiciones específicas, tales como: la geometría de la pista; habilidad, desempeño, y forma de conducción del piloto.

El ajuste y calibración del motor se lo realiza modificando en la ECU programable los parámetros operativos de cada zona del mapa base, mediante el uso de un dinamómetro de chasis, a través del cual es posible determinar si el rendimiento obtenido del motor se ajusta a las especificaciones deseadas en cada una de sus zonas de operación [3].

2. Materiales y métodos

2.1 Materiales

Para el desarrollo del presente artículo se empleó una ECU programable Fueltech FT600.

Tabla 1. Especificaciones generales y técnicas de la ECU programable Fueltech FT600.

Generales	Capacidad de control de pistones (por cilindro)	1-12
	Programación en tiempo real	Pantalla táctil + PC
	Panel de instrumentos	Pantalla táctil, dividida hasta en 4 pantallas
	Leds de cambio de revoluciones con luz progresiva	10
	Leds para indicación de estado o alertas	4
	Chasis	Aluminio impermeable
	Pantalla de tablero	4,3 " a color
	Peso	588 gr
	Dimensiones	(148,84 x 93,98 x 61,47) mm
	Técnicas	Resolución de tiempo de inyección
Resolución de tiempo de ignición		0,1 ms
Canales de entrada		22
Canales de salida		32
Capacidad de datalogger		2h 50 min
Canales internos de datalogger		256
Resolución de datalogger		200 Hz
Puertos de Red CAN BUS		2

Un Swap -cambio de ciertas partes mecánicas de un motor- de Honda, constituido por un bloque de la serie B20Z y un cabezote de la serie B16B tipo R; además de contar con algunas modificaciones adicionales como camisas y bielas forjadas, pistones de alta compresión, entre otras; incorporado en un vehículo tipo Hatchback modelo Civic del 2001.

Tabla 2. Especificaciones técnicas del Swap del motor B20Z y B16B Tipo R.

SWAP Motor B20Z y B16B Tipo R	Cilindrada	1973 (cm) ³
	Compresión	12:1
	Diámetro	84 mm
	Carrera	89 mm
	Relación biela/carrera	1,54:1
	Longitud de Biela	137 mm
	Distribución	DOHC
	Potencia Inicial	193,33 Hp (196 CV) @6551 rpm
	Par Inicial	156,23 lb*pie (21,6 Kg*m) @6361 rpm
	Línea Roja	8000 rpm
	Límite de revoluciones	9000 rpm
	Accionamiento VTEC	4000 rpm

Un dinamómetro de rodillo inercial de chasis MWD RR760.rtidumbre de medida y su campo de aplicación. [7]

Tabla 3. Especificaciones del Dinamómetro de Rodillo Inercial de Chasis MWD RR760.

Sistema de Adquisición de Datos	Accudyno	
Dimensiones del Chasis	Largo	2870 mm
	Ancho	930 mm
Dimensiones del Rolo	Profundidad	790 mm
	Diámetro	760 mm
	Largo	1170 mm
	Potencia máxima	1200 Hp

Carga y Rango de Operación	Potencia máxima	1200 Hp
	Velocidad máxima	320 Km/h
	Peso total del Equipo	2000 Kg
	Máxima carga sobre eje	1200 Kg

Gasolina de alto octanaje Sunoco Standard de 110 octanos.

Tabla 4. Especificaciones técnicas de gasolina Sunoco Standard.

Sunoco Standard	Octanaje Promedio (R+M) /2	110 octanos
	Octanaje RON (Research Octane)	114 octanos
	Octanaje MON (Motor Octane)	106 octanos
	Relación estequiometría Aire/Combustible	14,9:1
	Poder Calorífico inferior	113400 BTU/Gl
	Relación de compresión	13:1 en adelante

Es menester puntualizar que, para el Swap del motor, se decidió apostar por un sistema de inyección electrónica de tipo secuencial; se optó por instalar un módulo EPM de AEM en el conjunto del árbol de levas, el que incorpora internamente la sincronización de los sensores CKP y CMP, imprescindible para el encendido e inyección secuencial.

Tabla 5. Especificaciones del módulo de posición del motor EPM de AEM.

EPM AEM			
Sensor (Efecto Hall)	Pulsos	Grados por Ciclo	Voltaje de operación
CKP	24	720°	(0-12) V
CMP	1	360°	(0-12) V

2.2 Métodos

Este artículo fue elaborado a través de un método experimental, con dos variables independientes

y una dependiente, interpretadas como causa y efecto respectivamente [9]. La primera variable independiente es el tiempo de inyección, la segunda el avance al encendido; dando como resultado la variable dependiente, que corresponde a la mejora de las prestaciones de potencia y torque del motor.

Conforme a la planificación establecida en función de la utilidad del vehículo, se elaboró un mapa, exclusivo para competir en la icónica carrera, Las Seis horas de Yahuarcocha, impulsado con gasolina Sunoco Standard de 110 octanos.

La programación se desarrolló en la ciudad de Otavalo, localizada a una altitud de 2536 msnm, a una presión atmosférica de 75,30 KPa y a una temperatura local de 26 °C.

2.2.1 Procedimiento

La programación de una ECU programable inicia con su respectivo seteo, en el que se configuran parámetros específicos relacionados con la operación del motor, tales como: tipo de inyección, sistema y orden de encendido, compresión, sensor principal (TPS o MAP) para las tablas de inyección e ignición, entre otros.

Una vez concluido el seteo, se obtiene un mapa inicial, también conocido como mapa base, cuyo objetivo es mantener la operación del motor estable en todas las condiciones, especialmente en ralentí. Se puede definir al mapa base como el origen de las programaciones, que dan como resultado un mapa final, en el cual se ha alcanzado la máxima potencia y torque del motor, a través de una serie de manipulaciones numéricas en los submapas de combustible e ignición.

Es importante mencionar que, para conocer y corroborar las mejoras obtenidas en el mapa final a través de las programaciones, se debe emplear un dinamómetro de rodillo inercial de chasis, el cual se rige por la normativa SAE J1349 [10], cuyas condiciones ambientales utilizadas como parámetro son las siguientes:

Tabla 6. Condiciones ambientales para ensayo en el dinamómetro estipuladas en la normativa SAE J1349.

Variable	Condición Estándar
Atmosférica	
Temperatura del Aire	25 °C ± 10 °C
Presión Barométrica	90-105 kPa
Humedad Relativa	50% ± 20%
Velocidad del Viento	Menor a 7 m/s
Superficie de Prueba*	Superficie pavimentada dura, nivelada y seca

*Incluida en el cuadro como *Variable Atmosférica*, a pesar de no serlo, por su relevancia en el ensayo.

Antes de profundizar en la programación de los submapas de combustible, así como de ignición; hay que tomar en cuenta que ambos son gestionados por dos variables. La primera variable corresponde a las revoluciones del motor monitoreadas por el sensor CKP; la segunda y más importante, al vacío del múltiple de admisión, el cual puede ser controlado por el sensor TPS o MAP.

La elección de la segunda variable depende principalmente de: la experiencia del programador, modo de conducción del piloto, sistema de admisión del motor, tipo de competición, perfil de levas del árbol, entre otras; sin embargo, se opta por el sensor TPS, acogiendo la recomendación estipulada por el fabricante de la ECU para motores con distribución variable, en este caso, la de VTEC.

2.2.1.1 Tabla (Submapa) de Combustible

La tabla de combustible maneja el ancho de pulso de inyección medido en milisegundos, ejecutado por la ECU a través de los inyectores; en función de una tabla previamente diseñada denominada **Sonda Objetivo**, cuyos valores -factores lambda- son tomados como referencia por el programador para ajustar el ancho de pulso óptimo en cada zona operativa del motor: ralentí, crucero, y máxima potencia.

Con el fin de entender detalladamente este procedimiento, es indispensable hacer hincapié en las cuatro sondas implicadas al momento de programar el submapa de combustible:

2.2.1.1.1 Sonda Objetivo (λ objetivo)

Sus valores dictaminan el factor lambda al que se desea llegar en cada zona operativa del motor.

2.2.1.1.2 Sonda Circuito Cerrado (λ real)

Sus valores indican el factor lambda real en cada zona operativa del motor, ya que, a pesar de haber establecido valores objetivos, en la operación del motor éstos difieren irrisoriamente.

2.2.1.1.3 Corrección Sonda (corrección porcentual, dispuesta en %)

Sus valores indican la corrección porcentual aplicada al factor lambda real en cada zona operativa del motor.

2.2.1.1.4 Sonda General (λ corregido)

Sus valores indican el factor lambda real, incluido el porcentaje de corrección; es importante mencionar que es ésta con la que se programa el ancho de pulso, y la que más se aproxima al factor lambda objetivo.

Los valores recomendados para la tabla Sonda Objetivo antes mencionada son los siguientes:

Tabla 7. Valores recomendados para la tabla Sonda Objetivo.

Zona Operativa del Motor	Factor λ Recomendado (Sonda Objetivo)	Rango rpm's	Rango TPS (%)
Ralentí	1	0	0
		a	a
		2000	20
Crucero	0,975 a 0,930	2000	20
		a	a
		5000	50
Máxima Potencia	0,920 a 0,880	5000	50
		a	a
		9000	100

La programación del submapa de combustible consiste en ajustar -aumentar o disminuir- el ancho de pulso de inyección en las tres zonas operativas del motor con el uso de la Wide Band; considerando que los valores de **Sonda General** limiten con los de **Sonda Objetivo**, manteniendo un buen ritmo de operación del motor, en especial a altas cargas, lo cual es posible siempre y cuando se haya afinado de manera

impecable las correcciones porcentuales **Corrección Sonda**, aplicadas sobre **Sonda Circuito Cerrado**.

Para las correcciones porcentuales **Corrección Sonda**, aplicadas sobre **Sonda Circuito Cerrado**, se recomiendan los siguientes valores:

Tabla 8. Valores porcentuales de corrección recomendados a aplicarse en Sonda Circuito Cerrado.

Zona Operativa del Motor	% de Corrección Recomendado	Rango rpm's	Rango TPS (%)
Ralentí	(40-50) %	0	0
		a	a
		2000	20
Crucero	20%	2000	20
		a	a
		5000	50
Máxima Potencia	10%	5000	50
		a	a
		9000	100

Conforme consta en la tabla anterior, a menor vacío se recomienda un menor rango de corrección porcentual, debido a que, al haber alta demanda de potencia, no es factible correr el riesgo de efectuar correcciones tan bruscas que puedan perjudicar la estabilidad del motor en esta condición.

Cabe mencionar que únicamente las modificaciones realizadas de izquierda a derecha influyen en la programación, ya que el motor se encuentra en plena aceleración y demanda de potencia, las modificaciones realizadas en dirección inversa a la mencionada, no. Además, hay que destacar que el ajuste de la zona de crucero es el más importante y complejo de programar, ya que marca la transición entre ralentí y máxima potencia.

Para las modificaciones realizadas en desaceleración, es aconsejable colocar valores con mezclas menos ricas que las de aceleración, con el fin de optimizar el consumo de combustible manteniendo altas prestaciones.

A continuación, se refleja la tabla Sonda Objetivo utilizada como modelo de programación para el submapa de combustible con su respectivo gráfico.

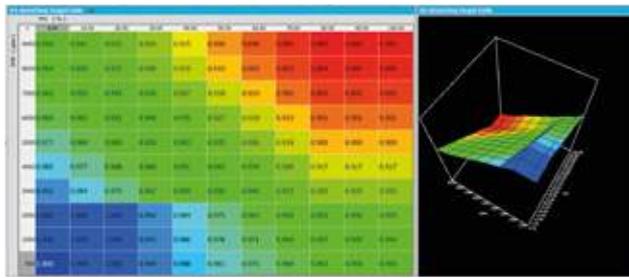


Figura 1. Tabla Sonda Objetivo.

2.2.1.2 Tabla (Submapa) de Ignición

La tabla de ignición gestiona el avance al encendido medido en grados en cada zona operativa del motor, ejecutado por la ECU a través de una señal enviada hacia cada una de las bobinas que conforman el sistema de encendido COP.

La programación del submapa de ignición se basa en la cantidad de grados adelantados en cada zona. Dicha cantidad es manipulada y afinada por el programador en función de un rango de valores recomendado y utilizado como patrón; tomando en cuenta que a nivel que aumentan las rpm's y desciende el vacío se debe establecer mayor adelanto, procurando no producir efectos de pre encendido o picado.

Los grados de adelanto recomendados son los siguientes:

Tabla 9. Grados de adelanto APMS recomendados en la programación del submapa de ignición.

Zona Operativa del Motor	Grados de Adelanto Recomendados	Rango rpm's	Rango TPS (%)
Ralentí	(10-15) ° APMS	0	0
		a 2000	a 20
Crucero	(25-30) ° APMS	2000	20
		a 5000	a 50
Máxima Potencia	(30-40) ° APMS	5000	50
		a 9000	a 100

Es importante hacer hincapié en que, no siempre el último grado de adelanto antes de evidenciar pre encendido será el más efectivo. Dicho de otra manera, un motor puede alcanzar su máxima potencia con un avance de 32°, sin embargo, probablemente no experimente pre encendido hasta los 40°. De igual

manera, a nivel que aumenta la carga del motor, se debe disminuir los grados de adelanto, es decir, retardarlos; debido a que, al existir mezclas más ricas para compensar el esfuerzo, aumentan las probabilidades de pre encendido [11].

3. Resultados y Discusión

Una vez realizadas las programaciones de los submapas de combustible e ignición, en función del procedimiento detallado previamente, es fundamental analizar las diferencias más importantes entre los submapas base vs finales; previo a evidenciar su efecto sobre las prestaciones originales del motor.

3.1 Análisis de submapas de combustible

3.1.1 Base

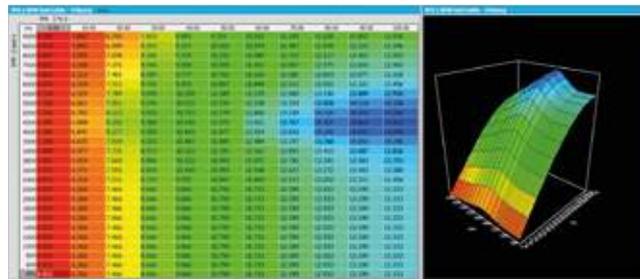


Figura 2. Submapa Base de Combustible.

3.1.2 Final



Figura 3. Submapa final -programación- de Combustible.

Como se puede observar en las tablas, el ancho de pulso en cada una de las zonas operativas, es más elevado en el submapa base que en el final; esto se debe a que el primero es el que se utiliza para encender por primera vez el motor, posterior a la conexión del cableado de la ECU y previo a las programaciones efectuadas. Este suceso generalmente provoca que no exista un ralentí estable, razón por la cual se inicia a manipular el ancho de pulso, e ir extrayendo poco a poco gasolina hasta hallar la sincronía perfecta entre rendimiento y eficiencia. De este modo, es menester aclarar que un excesivo gasto de combustible no

necesariamente asegura una mejora. La estrategia en la programación del submapa de combustible, consiste esencialmente en encontrar las máximas prestaciones de potencia y torque optimizando la mayor cantidad de gasolina, alcanzando un motor afinado en cada zona operativa.

3.2 Análisis de submapas de combustible

3.2.1 Base

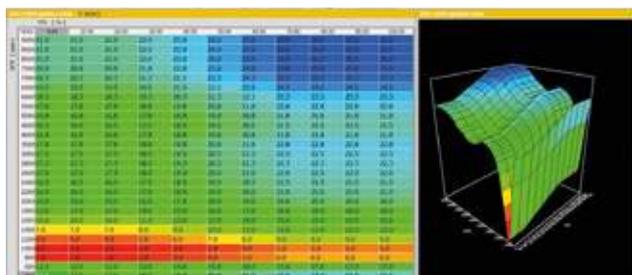


Figura 4. Submapa Base de Ignición.

3.2.2 Final

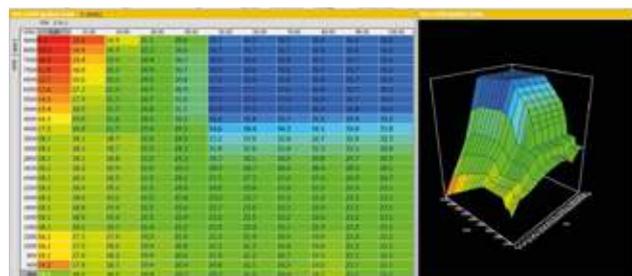


Figura 5. Submapa final -programación- de Ignición.

Como se puede apreciar en las tablas, el avance al encendido APMS en cada una de las zonas operativas es menor en el submapa base que en la programación; debido a que la ECU únicamente establece un adelanto ligero, lo suficiente para mantener el motor estable y, sobre todo, generar una armonía con el submapa base de combustible, cuyo ancho de pulso es de por sí elevado. En este punto entra la experticia del programador para hallar el avance idóneo buscando la mejora de las prestaciones. Cabe indicar que a las 400 rpm's, régimen establecido como partida y encendido del motor, existe un avance mayor que en el rango de (600 a 800) rpm's, con el fin de lograr arrancar el motor de manera inmediata y sin complicaciones.

3.3 Resultados

Después de analizar los aspectos importantes de los submapas de combustible e ignición base vs finales, es trascendental examinar la incidencia de

las programaciones sobre las prestaciones del motor; a través de la primera gráfica obtenida con el mapa base, así como la última con la programación, en la que es posible evidenciar la máxima potencia y torque alcanzados.

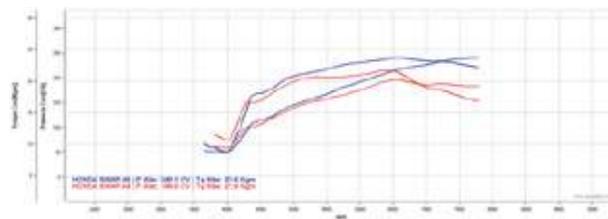


Figura 6. Gráfica de potencia y torque: mapa base vs programación.

De igual manera, una tabla comparativa entre las prestaciones iniciales del motor, y las logradas con la programación de la ECU.

Tabla 10. Tabla comparativa de prestaciones de potencia y torque, iniciales vs finales.

	Potencia	Torque
Mapa Base	196,0 CV	21,6 Kg*m
	@ 6551 rpm	@ 6361 rpm
Programación	240,1 CV	23,6 Kg*m
	@ 7790 rpm	@ 6565 rpm
Ganancia Neta	44,1 CV	2,0 Kg*m
Porcentaje de Ganancia	18,37%	8,47%

Como lo demuestra la tabla anterior, el porcentaje de ganancia en cuanto a potencia y torque es definitivamente considerable, lo cual permite afirmar que una buena programación en la gestión electrónica del motor, puede generar excelentes cambios en sus prestaciones.

Una vez realizadas las programaciones de los submapas de combustible e ignición, en función del procedimiento detallado previamente, es fundamental analizar las diferencias más importantes entre los submapas base vs finales; previo a evidenciar su efecto sobre las prestaciones originales del motor.

4. Conclusiones

La situación actual del Swag del motor B20Z y B16B tipo R con respecto a su desempeño, se remite al primer ensayo con el mapa base realizado en el dinamómetro, el cual generó una potencia corregida -normalizada- de 196,0 CV @ 6551 rpm's y un torque

de 21,6 kg*m @ 6361 rpm's.

Los conceptos básicos de la electrónica programable automotriz, se limitan esencialmente al avance al encendido medido en grados y al tiempo de inyección medido en milisegundos; cuya manipulación -programación- iniciada desde sus submapas base, permiten mejorar las prestaciones de potencia y torque del motor.

El modelo de implementación de un mapa es ejecutado a través de una programación adecuada, tomando en consideración ciertas condiciones: tipo de competencia, geometría de la pista, cargas sometidas al motor y tipo de conducción del piloto. Una vez analizadas dichas condiciones, la programación empieza con un submapa base, tanto de combustible como de ignición. En el primero se manipula en ancho de pulso de inyección en función de Sonda General mediante el uso de la WideBand. En el segundo se manipulan los grados de avance al encendido inspeccionando que no exista pre encendido. El orden de programación siempre inicia por el submapa de combustible y termina con el de ignición. Cabe mencionar que una mayor cantidad de gasolina y el máximo adelanto al encendido antes de evidenciar pre encendido, no necesariamente asegura mayor potencia y torque.

La programación de los submapas de combustible e ignición generó una ganancia neta de 44,1 CV de potencia y de 2,0 kg*m de torque, lo que corrobora que la mejor forma de mejorar las prestaciones de un motor de combustión interna es a través de la programación de su ECU.

5. Referencias

[1] R. Valle, J. Barros, J. Baeta and F. Pujatti, "Mapping Procedure Applied to General Engine Management System for Spark Plug Engines," SAE Technical Paper Series , pp. 1-10, doi: 10.4271/2004-01-3435, 2004.

D. Álvarez y D. Quinteros, Preparación y modificación de inyección electrónica programable con telemetría unidireccional de un motor para rally en un automóvil Mazda 323 (Tesis de grado de Ingeniería), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador, 2011, pp. 281-283.

C. Hardie, H. Tait, S. Craig, J. Chase, B. Smith

and G. Harris, "Automated tuning of an engine management unit for an automotive engine," Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering, 21, pp. 841-849, doi: 10.1177/095440700221600107, 2002.

FuelTech, Fueltech FT600, FT550, FT550LITE, FT450 Owner's Manual, Ball Ground, GA, Georgia, GA: FuelTech, pp. 8-9.

Honda Motor CO., Ltd., Honda Civic 1996-2000 Service Manual, Tokyo : Honda Motor CO, 1999, pp. 3-3,3-5.

MWD Bancos de Prueba, «Rodillo Inercial De Chasis MWD RR760i para Vehículos Livianos,» MWD, [En línea]. Available: <https://mwdyno.com/producto/rr-760i-2/>.

Sunoco LP, "Sunoco Race Fuels (Standard Gasoline)," 19 Octubre 2016. [Online]. Available: <https://www.sunocoracefuels.com/fuel/standard>.

AEM Performance Electronics, Instruction Manual P/N 30-2860 B Series COP Conversion Kit, Hawthorne, CA., California: AEM Performance Electronics, 2011, pp. 3-8.

R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado y P. Baptista Lucio, Metodología de la Investigación, vol. 6ta Edición, México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana Editores , 2014, pp. 127-130.

SAE Power Test Code Committee, "Engine Power Test Code—Spark Ignition and Compression Ignition—Net Power Rating," SAE Technical Standards, 2004.

M. Díaz, L. Sopa, G. Erazo y F. Salazar, «Reprogramación electrónica del vehículo Corsa Evolution 1.4, para elevar los parámetros característicos del motor de combustión interna,» Energía Mecánica, Innovación y Futuro, pp. 1-5; ISSN: 1390-7395, 2013.

6. Biografía



¹David Arturo Del Castillo Freire
– Ingeniero en Mecánica Automotriz (Universidad Internacional del Ecuador).



²Jorge Fernando Suárez Aimacaña
– Doctorando en Humanidades y Artes mención Ciencias de la Educación (Universidad Nacional de Rosario - Argentina), Magíster en Seguridad y Salud Ocupacional (Universidad Internacional SEK), MBA con mención en Gerencia de la Calidad y Productividad (Pontificia Universidad Católica del Ecuador), Ingeniero Mecánico (Escuela Politécnica del Ejército), Docente (Escuela de Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador), Ingeniero de Procesos de Ensamblaje General (AYMESA S.A.), Vicecampeón Nacional de Rally Categoría 0-1500 cc. (Aneta 2009).

REGISTRO DE LA PUBLICACIÓN	
Fecha recepción	15 octubre 2021
Fecha aceptación	25 noviembre 2021