



ING. AUTOMOTRIZ

**Trabajo integración Curricular previa a la
obtención del título de Ingeniero en Automotriz.**

AUTOR:

Alex Paúl Pachacama Gualotuña

TUTOR:

Ing. Fernando Suárez PhD(c)

ESTUDIO DE LAS VARIABLES PARA CONTROLAR EL CUERPO DE
ACELERACIÓN DE UN MOTOR HR16 DE 4 CILÍNDROS EN LÍNEA
DOHC, POR MEDIO DE ELECTRÓNICA PROGRAMABLE
MEDIANTE LA CONFIGURACIÓN DEL ACELERADOR
ELECTRÓNICO A 2800 MSNM.

DEDICATORIA

Este presente trabajo se lo dedico principalmente a Dios por haberme guiado por el camino del bien y por darme la sabiduría e inteligencia necesaria para llegar a este momento.

A mis padres Paúl y Verónica que siempre han estado a mi lado siendo un pilar fundamental en todo momento aconsejándome de la mejor manera lo cual me ha servido para mejorar tanto en lo personal y en lo laboral mil gracias, padres amados.

A mis queridos hermanos Ariel y Mateo que de una u otra manera han sido un apoyo incondicional en todo momento.

A ti hija mía Salome que cada día de estudio pensaba en ti, fuiste mi fuente de inspiración para conseguir esta ingeniería.

Alex Paúl Pachacama Gualotuña

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento y reconociendo de su grandeza a la Universidad internacional del Ecuador en especial a la escuela de Mecánica Automotriz y a todos sus docentes q la conforman y fueron parte de esta etapa de conocimientos y superación que se verá reflejado en ámbito tanto laboral como personal, siempre poniendo en alto el nombre de la institución.

Alex Paúl Pachacama Gaulotuña

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
ESTUDIO DE LAS VARIABLES PARA CONTROLAR EL CUERPO DE ACELERACIÓN DE UN MOTOR HR16 DE 4 CILÍNDROS EN LÍNEA DOHC, POR MEDIO DE ELECTRÓNICA PROGRAMABLE MEDIANTE LA CONFIGURACIÓN DEL ACELERADOR ELECTRÓNICO A 2800MSNM.	7
Resumen	7
Abstract	7
1. Introducción	8
2. Marco Teórico.....	8
2.1 Motor de combustión interna.....	8
2.2 Motor HR16.....	8
2.3 Electrónica programable.....	9
En el mercado existen diversas marcas de computadoras (ECU) programables, a través de las cuales es posible modificar el comportamiento del motor en base a parámetros establecidos en un mapa de inyección electrónica, dentro de la computadora existen ciertos elementos, de manera que es importante conocer su principio antes de entrar en el mundo de la programación de la computadora como tal. (Amaya & Villareal).....	9
2.4 Sensor de posición del acelerador (TPS).....	10
2.5 Acelerador electrónico.....	10
2.6 Pedal electrónico.....	10
2.7 Cuerpo de aceleración	10
2.8 Mariposa electrónica	11
2.9 ISO-10521	11
3. Materiales y métodos	11
3.1 Materiales	11
3.1.1 Vehículo.....	11
3.1.2 Computadora programable.....	11
3.2 Metodología	11
3.2.1 Procedimiento.....	11
4. Resultados y discusión	15
5. Conclusiones.....	17
6. Referencias	19

ESTUDIO DE LAS VARIABLES PARA CONTROLAR EL CUERPO DE ACELERACIÓN DE UN MOTOR HR16 DE 4 CILÍNDROS EN LÍNEA DOHC, POR MEDIO DE ELECTRÓNICA PROGRAMABLE MEDIANTE LA CONFIGURACIÓN DEL ACELERADOR ELECTRÓNICO A 2800MSNM.

Ing. Jorge Fernando Suárez Aimacaña, PhD(c)¹, Alex Paúl Pachacama Gualotuña²

¹ *Magister en Seguridad y Salud Ocupacional – UISEK, MBA con Mención en Gerencia de la Calidad y Productividad – PUCE, Ingeniero Mecánico – ESPE, josuarezai@uide.edu.ec, Quito – Ecuador*

² *Ingeniería Automotriz - Universidad Internacional del Ecuador, alpachacamagu@uide.edu.ec, Quito – Ecuador*

Resumen

El control del cuerpo de aceleración electrónico (ETB) es la actualización digital del antiguo control del acelerador, que utilizaba un vínculo del tipo mecánico entre el pedal y el acelerador. Se utiliza la metodología bibliográfica-experimental, en donde se estudian las diferentes variables que intervienen en el control del cuerpo de aceleración, basando la investigación en información técnica como fichas técnicas y manuales del motor HR16, para de ésta manera y mediante la manipulación numérica de los parámetros originales de fábrica de la electrónica programable, conseguir la configuración óptima del acelerador electrónico a 2800 msnm.; siendo verificados los parámetros, mediante pruebas realizadas sobre el dinamómetro, siguiendo la normativa ISO-10521. El sistema de accionamiento por cable desaparece para controlar el cuerpo de aceleración electrónico y es reemplazado por sensores redundantes. El pedal del acelerador envía señales, las cuales sirven para que la unidad de control pueda manipular el ETB. Con esto se consigue que la válvula del ETB tenga un accionamiento automático, y que cuenta con un pequeño control en el interior del cuerpo de aceleración, el mismo que mediante una computadora programable en un Nissan March 2014 se realizarán algunas configuraciones referentes al pedal y al cuerpo de aceleración, dichas configuraciones van en relación con el sensor de posición (TPS) o pedal y mariposa electrónica, con el fin de mejorar sus prestaciones de aceleración.

Palabras clave: ETB, motor HR16, ISO-10521, acelerador electrónico.

Abstract

The Electronic Throttle Body (ETB) control is the digital descendant of the old throttle control, which used a mechanical link between the pedal and the accelerator. The bibliographical-experimental methodology is used, in that case the different variables that intervene in the throttle body control are analyzed, basing the information on HR16 engine manuals and technical sheets, for in this way and by means of the numerical manipulation of the original factory parameters of the ECU, in a controlled way, to achieve the optimal configuration of the electronic accelerator at 2800 mosl.; the parameters being verified, through tests carried out on the dynamometer following ISO-10521 standard. In ETB, the wire disappears and is replaced with redundant sensors. ECU controls the engine according to signals from the accelerator pedal. The throttle body valve is now fully automatic, and is only controlled by a small control inside the throttle body the same as an ECU in a 2014 Nissan March will do some reference settings to the pedal and throttle body, these configurations are references to the TPS throttle position sensor or pedal and electronic throttle in order to improve its acceleration performance.

Keywords: ETB, HR16 engine, ISO-10521, electronic accelerator

1. Introducción

El control del cuerpo de aceleración electrónico (ETB) ha venido desarrollándose desde hace décadas, y a lo largo del tiempo ha recibido varios nombres, conforme se desarrollaron las distintas investigaciones, siendo estos sistemas, los responsables de mejorar el consumo de combustible, reduciendo emisiones, y protegiendo los componentes del tren motriz, con el objeto de brindar una mejor experiencia en el desempeño del automóvil.

De acuerdo a la cronología, la alimentación y regulación de combustible se la realizaba mediante el uso de carburadores, los mismo que eran dispositivos mecánicos simples, para posteriormente pasar al sistema de inyección de combustible, y posteriormente el control del acelerador de manera electrónica. La computadora, los inyectores de combustible y los sensores del motor trabajan de manera conjunta y sincronizada, para controlar la cantidad de combustible suministrado al motor; y los cuerpos de aceleración, controlan el flujo de aire hacia el motor.

El pedal del acelerador contiene sensores que transmiten información sobre la posición del pedal, por lo que la lógica del sistema cuenta con ésta información, así como de una serie de diferentes sistemas y sensores, como el control de cruceo del vehículo, el sensor de velocidad y el sensor MAF (flujo de aire masivo), y luego determina cuánto abrir la placa del acelerador dentro del cuerpo de aceleración.

Finalmente, hay sensores adicionales dentro del cuerpo de aceleración que transmiten información al módulo de control del motor para que sepa que se ha alcanzado la posición solicitada por el acelerador.

La mayoría de los vehículos cuentan con un promedio de 60 a 100 sensores a bordo. Sin embargo, debido al rápido avance de la tecnología, se prevé que la cantidad de sensores alcance hasta 200 por automóvil en los próximos años.

El motor de combustión interna está cada vez más controlado por sensores inteligentes, que alimentan datos a la computadora a bordo.

Este sistema presenta grandes beneficios, pero a su vez puede llegar a producir algunas fallas, las mismas que podrían generar malestar tanto al conductor, como para los técnicos. Frecuentemente, las fallas de tipo intermitente ocurren por intervalos de tiempo, encendiéndose las luces testigo como señal de emergencia, por lo que es inminente entender el principio del sistema para poder solucionar los distintos tipos de problemas que se pueden presentar.

2. Marco Teórico

2.1 Motor de combustión interna

“Se define como motor de combustión interna a aquel en el que el fluido que realiza el trabajo es el mismo en el que se ha producido la combustión” (Secundino, González, & Rivas, 2009, p 13).

2.2 Motor HR16

Cuenta con 4 cilindros en línea DOHC de 16 válvulas y control electrónico de inyección de combustible ECCS, con 1598 c.c. de cilindrada y una relación de compresión de 9.8:1, que puede alcanzar una potencia máxima de 106/5.600 HP/RPM, y un torque máximo de 14,5/5.400 KGM/RPM, (Nissan-cdn, 2022)

2.3 Electrónica programable

En el mercado existen diversas marcas de computadoras (ECU) programables, a través de las cuales es posible modificar el comportamiento del motor en base a parámetros establecidos en un mapa de inyección electrónica, dentro de la computadora existen ciertos elementos, de manera que es importante conocer su principio antes de entrar en el mundo de la programación de la computadora como tal. (Amaya & Villareal)

La electrónica programable automotriz es una rama generalmente focalizada en el segmento de competición y preparación de motores, cuyos principios radican en la programación, manipulación, control y variación del comportamiento y operación de los diversos sensores y actuadores del motor en base a un mapa, dentro del cual es posible calibrar adelanto y retraso valvular, tiempo de inyección, entre otras variables, en función de condiciones específicas de trabajo establecidas, tales como altitud. Existe un sinnúmero de marcas de computadoras programables para motores automotrices, dentro de las cuales, sobresalen las que mejor se adaptan a las condiciones de programación deseadas y esperadas, con el fin de mejorar la potencia y performance del motor. (Amaya & Villareal)

Tabla 1:
Especificaciones generales y técnicas de la ECI programable FuelTech FT550

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 para indicación de estado o alertas	4
	Chasis	Aluminio impermeable
	Pantalla de tablero	4,3 " a color
	Peso	309 gr
	Dimensiones	(146 x 92 x 54) mm
Técnicas	Resolución de tiempo de inyección	0,001 ms
	Resolución de tiempo de ignición	0,1 ms
	Canales de entrada	14
	Canales de salida	24
	Capacidad de datalogger	2h 50 min
	Canales internos de datalogger	256
	Resolución del datalogger	200 Hz
	Puertos de Red CAN BUS	2

Nota: Pachacama, Adaptado de Owner's Manual, Ball Ground FuelTech FT600, FT550, FT550LITE, FT450, GA, Georgia, GA: FuelTech.

2.4 Sensor de posición del acelerador (TPS)

El sensor TPS es un potenciómetro rotativo, interpreta la posición de la mariposa de aceleración en función del accionamiento de un contacto deslizante que es desplazado a lo largo de una resistencia. Opera con una señal de 5 voltios, que es directamente proporcional al grado de apertura de la mariposa; a mayor apertura, mayor voltaje. (Santiana, 2019)

2.5 Acelerador electrónico

En el diseño de vehículos tradicionales, el acelerador funciona al pisar el pedal, el cual acciona un cable que está conectado mecánicamente a una válvula de mariposa que controla el motor. La posición de esta válvula controla directamente la cantidad de aire suministrado a los cilindros, y como resultado, determina la velocidad y el torque. La mayoría de los vehículos hoy en día, tienen control de aceleración electrónico, que funcionan al pisar el pedal del acelerador, el cual envía una señal eléctrica al módulo de control del motor (ECM). El ECM usa esta información para enviar una señal de control a un motor eléctrico situado en el cuerpo de aceleración, el mismo que regula la posición de la válvula de mariposa. Se utiliza un sensor de posición del acelerador para crear un sistema de control de circuito cerrado para garantizar que el acelerador se accione en la posición correcta. (CVEL, 2022)

Una de las principales ventajas de un acelerador electrónico es que se puede vincular fácilmente a otros sistemas, como los controles de motor, de tracción, electrónico de estabilidad y el de cruce. Estos sistemas pueden tomar el control del acelerador cuando sea necesario para ayudar a mejorar la seguridad, la comodidad y el ahorro de combustible del vehículo. (CVEL, 2022)

Como todos los sistemas electrónicos que controlan las funciones críticas de seguridad en un vehículo, los controles electrónicos del acelerador están diseñados con ciertas características a prueba de fallas, que incluyen sensores redundantes y capacidades de autodiagnóstico. (CVEL, 2022)

2.6 Pedal electrónico

El módulo del pedal electrónico del acelerador (APM) consta del pedal del acelerador y de un potenciómetro, que es un sensor de posición angular o sensor de efecto Hall sin contacto. Este sensor registra el movimiento y la posición del pedal del acelerador. A partir de esta señal, la gestión del motor calcula el par necesario. La señal se puede emitir en forma analógica o digital. El nuevo diseño del pedal del acelerador con una topología optimizada ayuda a ahorrar hasta un 25 % de peso con la misma estabilidad y en comparación con diseños anteriores. (BOSCH, 2022)

2.7 Cuerpo de aceleración

La aceleración en los automóviles modernos requiere de mucha precisión, por lo que el control del acelerador tuvo que evolucionar y el ETB (Cuerpo de aceleración electrónico) fue la respuesta. Al reemplazar el enlace mecánico entre el pedal y el acelerador con sensores digitales, el ETB le da al ECM (Módulo de control del motor) un mayor control basado en señales redundantes del pedal del acelerador. La válvula del acelerador ahora está completamente automatizada, controlada solo por un pequeño motor dentro del cuerpo del acelerador. (Blue Streak Electronics, 2022)

2.8 Mariposa electrónica

Elemento que consigue una combustión de combustible eficiente, mediante la coincidencia de la inyección de masa de combustible debe coincidir perfectamente con el suministro de aire en los cilindros del motor. En un motor de combustión interna, el suministro de aire en cada una de las cámaras de combustión está regulado por la válvula de mariposa electrónica, que reduce o aumenta la sección transversal del colector de admisión. El sistema de gestión del aire utiliza los actuadores eléctricos para regular el suministro de masa de aire con absoluta precisión. (BOSCH, 2022)

2.9 ISO-10521

La norma ISO 10521-1:2006 especifica métodos para determinar la resistencia al avance en carretera de los vehículos de carretera para fines de prueba posteriores, por ejemplo, pruebas de consumo de combustible o mediciones de emisiones de escape. Esto determina la resistencia al avance por carretera de un vehículo que circula por una carretera nivelada en condiciones atmosféricas de referencia. Se logra mediante el método de desaceleración, el método del torquímetro o el método del dinamómetro de chasis/túnel de viento. (ISO, 2006)

La norma ISO 10521-1:2006 se aplica a los vehículos de motor, tal como se definen en la norma ISO 3833:1977, hasta una masa bruta del vehículo de 3 500 kg. (ISO, 2006)

3. Materiales y métodos

3.1 Materiales

3.1.1 Vehículo

Se trata de un automóvil compacto de la marca Nissan, modelo March, año 2014, el mismo que cuenta con un motor combustión interna HR16, de 4 cilindros y una cámara con doble árbol de levas, en el cuál se realizaron modificaciones y pruebas, buscando técnicamente, la configuración más adecuada para el acelerador electrónico.

3.1.2 Computadora programable

FuelTech FT550 cuenta con el guion controller para power shift y control de mariposa electrónica, además posee un acelerómetro interno para medición de fuerza g y giroscopio para medición de inclinación, además cuenta con dos conectores automotrices de 52 pines, comunicación para comunicación, puerto USB y dos puertos CAN. Tiene 14 entradas y 24 salidas totalmente configurables. (4toespiral, 2022)

3.2 Metodología

La información recabada para el desarrollo de este artículo, se la obtuvo mediante el método bibliográfico experimental.

El presente estudio tuvo lugar en la república del Ecuador, provincia de Pichincha, en la ciudad de Quito que se encuentra a una altura de 2800 msnm, y con una presión atmosférica de 1028 hPa y una temperatura de 13,5 °C.

3.2.1 Procedimiento

En la configuración del acelerador electrónico, se relaciona directamente la operación del motor, para lo cual se requiere de la programación de un mapa inicial, el cual mantendrá al

motor trabajando de manera estable en las diferentes condiciones de trabajo, como son los máximos torque y potencia del motor, para posteriormente ir acondicionando de manera progresiva los sub-mapas de encendido y combustión.

3.2.1.1 Pruebas del cuerpo de aceleración en un vehículo Nissan March 2014

Un análisis Para controlar el cuerpo de aceleración electrónica por medio de la FuelTech Ft 550 en un Nissan March 2014 se tuvo que realizar algunas configuraciones referentes al pedal y al cuerpo de aceleración

A continuación, se presentan las diversas configuraciones que pueden llegar a tener el sensor de posición de la mariposa (TPS) en referencia con el pedal y la mariposa electrónica.

3.2.1.2 Control de la mariposa electrónica

De entre las opciones se debe elegir ETC, siguiendo la secuencia, en el módulo se debe introducir la clave como primer dato (esta clave no es la misma que aparece en la mariposa), la misma que se encuentra en el software del programa FTManager.

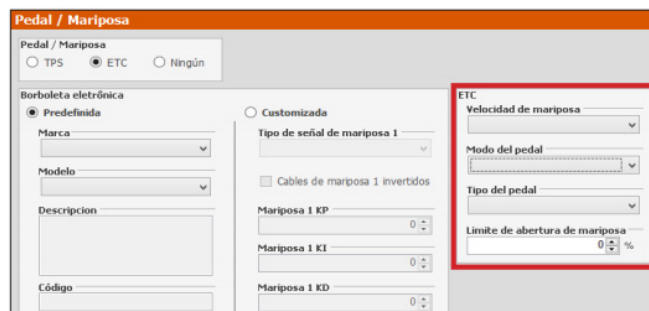


Figura 1. Configuración para el control de la mariposa electrónica

Fuente: Pachacama. Adaptado de la aplicación del programa FuelTech, FuelTech FT600, FT550, FT550LITE, FT450, GA, Georgia, GA: FuelTech.

3.2.1.3 Entradas de señal de la mariposa

Las entradas de señal en la mariposa, son asignadas de modo automático en el MENU “Sensores y Calibración” para posteriormente seguir con las “Entradas”, al generar el mapa a través del Software FTManager.

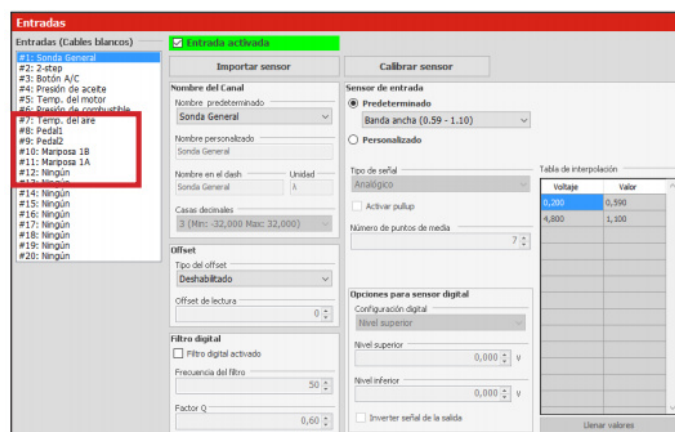


Figura 2. Entradas de señal de la mariposa.

Fuente: Pachacama. Adaptado de la aplicación del programa FuelTech, FuelTech FT600, FT550, FT550LITE, FT450, GA, Georgia, GA: FuelTech.

Continuando con la configuración, se consigue alterar el control de la mariposa con relación al pedal del acelerador.

- *Normal*: presentando una normal velocidad de respuesta, con una pequeña variación con respecto a la configuración original.
- *Rápida*: presenta una respuesta rápida con relación al accionamiento del pedal, por lo que su control se vuelve muy deportivo.
- *Suave*: consiguiendo un accionamiento de la mariposa de un modo más suave, lo que es ideal para vehículos con transmisión automática, convirtiendo su uso en ideal para la ciudad.
- *Suave en frío y normal en caliente*: el modo suave con el motor en frío facilita el funcionamiento de motores que trabajan con alcohol durante la etapa de calentamiento del mismo, para una vez alcanzada la temperatura pasar automáticamente a modo normal.
- *Suave en frío y rápida en caliente*: el modo suave con el motor en frío funciona de la misma manera que en la configuración anterior, con la diferencia que, al alcanzar la temperatura, pasa de manera automática a modo rápido.

3.2.1.4 Conexión del controlador del acelerador electrónico

El cable amarillo N°1 (pin 22 del conector B), debe conectarse en el pin que corresponde a la entrada 1 del motor en la mariposa electrónica.

El segundo cable amarillo N°2 (pin 23 del conector B), se lo conecta a la entrada 2 del motor en la mariposa electrónica.

El cable verde-rojo (pin 14 del conector A) en la computadora FT550, corresponde a una salida de 5 voltios, la misma que debe ser usada para suministrar voltaje a los sensores de posición en el pedal y la mariposa. Se debe realizar una división, que le permita conectarse a los dos sensores.

El cable Verde/Negro (pin 26 del conector B) debe conectarse de manera compartida entre los sensores de posición de la mariposa y del pedal.

Los cables blancos numerados corresponden a las entradas de sensores, conectadas con los sensores de posición del pedal (Pedal 1 y Pedal 2) de la mariposa (TPS1 e TPS2).

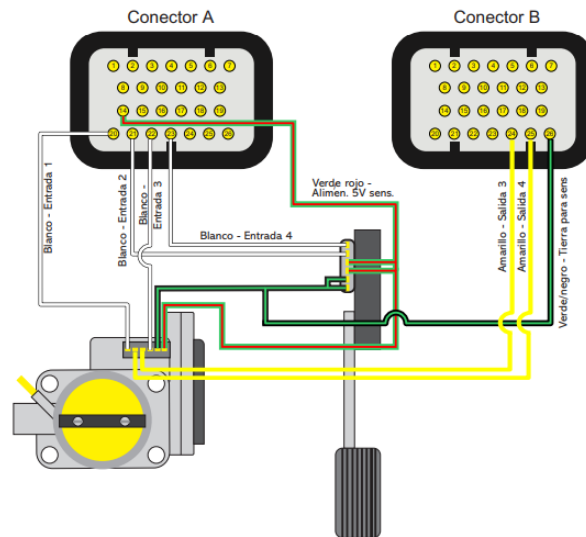


Figura 3. Conexión del controlador del acelerador electrónico.

Fuente: Pachacama. Adaptado de Owner's Manual, Ball Ground FuelTech FT600, FT550, FT550LITE, FT450, GA, Georgia, GA: FuelTech.

3.2.1.5 Calibración del conjunto pedal-mariposa.

El procedimiento a seguir para la calibración es similar al que se realiza con el TPS en una mariposa de accionamiento mecánico. La única diferencia radica en que la pantalla de calibración muestra los valores de tensión de los sensores de posición en el pedal electrónico.

Tabla 2:
Mensajes de error y diagnóstico de la mariposa.

Mensaje de Error	Diagnostico
No se ha encontrado un canal como Mariposa 1	No existe una entrada configurada como entrada de la mariposa.
Señales de Motor Mariposa 1 pueden estar desconectadas	ECU intentó accionar el motor de la mariposa y ella no se movió.
Señal de Mariposa 1A puede estar con corto a tierra	Entrada A de mariposa 1 en corto con Tierra.
Señal de Mariposa 1B puede estar con corto a tierra	Entrada B de mariposa 1 en corto con Tierra.
Señal de Mariposa 1B puede estar con corto a tierra	Entrada B de mariposa 1 desconectada o en corto con 5V.
Código de mariposa 1 inválido	Error en el código de la mariposa.

Nota: Pachacama, Adaptado de Owner's Manual, Ball Ground FuelTech FT600, FT550, FT550LITE, FT450, GA, Georgia, GA: FuelTech.

4. Resultados y discusión

Para poder analizar los resultados debemos tener claro el concepto de modo de operación, que no es otra cosa sino el cambio de relación entre el pedal del acelerador y la mariposa.

Modo lineal: la relación de variación entre el pedal y la mariposa es de 1:1, es decir varía conforme el uno del otro- Este modo es indicado para vehículos con transmisión manual.

Modo progresivo: diseñado especialmente para un mejor desempeño de un vehículo con transmisión automática en la ciudad. Siendo la activación de la mariposa de manera automática.

Modo agresivo: la relación entre el pedal y la mariposa es de 2:1, es decir al pisar el pedal del acelerador al 50%, la apertura de la mariposa estará en un 100%. Su uso común es para vehículos con transmisión automática.

El *límite de apertura*, es el último parámetro en configurarse en la mariposa electrónica; muy utilizado en situaciones en donde se requiere limitar la potencia del automóvil. La apertura total de la mariposa, se consigue con un valor del 100%, por lo que valores inferiores a éste, limitarán su apertura.

Actuadores de marcha lenta

Para este modo, en la mariposa electrónica, se debe seleccionar la opción de actuador de marcha lenta “Mariposa Electrónica”, y continuar con la configuración de los ajustes de lenta en el MENU “Control de Lenta” en “Otras Funciones”.

La computadora programable permite controlar de manera activa la marcha lenta del motor, mediante el control de parámetros como la mariposa electrónica, el motor de paso y el control por punto de ignición. Para que la función de control de marcha lenta por medio de la mariposa se active, se requiere que previamente se la configure la misma, para lo cual se debe ingresar al MENU “Mariposa Electrónica” a la opción “Config. Del Motor”, y direccionarse a las “configuraciones de la marcha lenta”.

Control de velocidad en marcha lenta: permite controlar la velocidad, hasta alcanzar las RPM deseadas. Hay que tener en cuenta que valores muy altos de velocidad, van a provocar que el motor se apague. Por el contrario, valores bajos de velocidad, producirán un retraso al tratar de alcanzar las RPM deseadas.

Nivel de reacción: representa el nivel de progresividad con el que trabajan el punto de ignición y el actuador de marcha lenta, con el propósito de reducir las RPM. A mayor nivel de reacción, la corrección del módulo para controlar la mencionada reducción, tiende a ser más agresiva.

Los niveles de reacción elevados, producen que la marcha lenta actúe de una manera inestable.

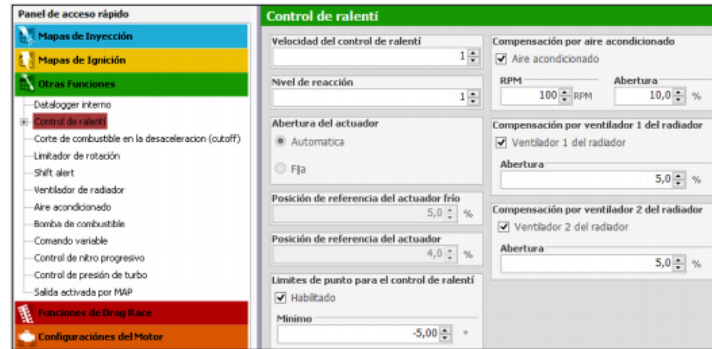


Figura 4. Control del ralentí.

Fuente: Pachacama. Adaptado de la aplicación del programa FuelTech, FuelTech FT600, FT550, FT550LITE, FT450, GA, Georgia, GA: FuelTech.

Apertura del actuador en marcha lenta de manera automática: con ésta opción se consigue que el actuador de marcha lenta sea controlado de manera automática, tratando de mantener siempre las RPM deseadas.

Apertura fija: permite que el actuador tome una posición fija, teniendo variación solo en la temperatura del motor. Esta alternativa es muy utilizada en motores de competición, a los cuales se les ha realizado modificaciones, como cambio de árbol de levas con distinta graduación a la original. Además, se la puede utilizar, cuando la opción de marcha lenta no logra esta estabilizar las RPM.

Apertura patrón-de referencia: es la opción que nos indica la posición que el actuador de marcha lenta debe tener con el motor apagado y al iniciar con el arranque del mismo, de acuerdo con los límites de temperatura mostrados en la pantalla. Para todos los otros límites de temperatura, la abertura del actuador trabaja de manera interpolada. Esta posición es utilizada como referencia de una posición estable, para el control de manera automática de la marcha lenta.

Control de marcha lenta por punto: Permite avanzar y retrasar el punto de ignición, con el propósito de mantener la marcha lenta lo más cercano a las RPM requeridas. La computadora programable cuenta opciones muy avanzadas, lo que permite que el control por punto de ignición permanezca siempre habilitado cuando el actuador de marcha lenta tenga cualquier tipo de trabajo. Con esto se consigue, que el actuador este activo y se coloque en una posición en la que el punto de ignición, se sitúe y mantenga alejado de los extremos (es decir no esté atrasado ni adelantado).

Límites para el punto de control en marcha lenta: éstos parámetros son los límites de avance y retardo en un determinado punto que son utilizados para el control en marcha lenta.

Posición del actuador: esta tabla controla la posición del actuador con respecto a la temperatura del motor.

Temperatura (°C)	% Abertura
-10	70,0
0	68,5
10	67,1

Figura 5. Posición del actuador.

Fuente: Pachacama. Adaptado de la aplicación del programa FuelTech, FuelTech FT600, FT550, FT550LITE, FT450, GA, Georgia, GA: FuelTech.

RPM de control: en la Figura 6, se puede apreciar la rotación deseada para la marcha lenta en conformidad con la temperatura del motor. Para un rango medio de temperatura, la rotación es interpolada de manera automática por el módulo. Al seleccionar la opción de apertura fija del actuador, se configura la posición del actuador en relación a la temperatura que presenta el motor.

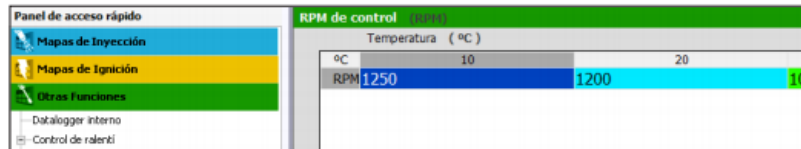


Figura 6. RPM de control.

Fuente: Pachacama. Adaptado de la aplicación del programa FuelTech, FuelTech FT600, FT550, FT550LITE, FT450, GA, Georgia, GA: FuelTech.

RPM después del arranque (apertura automática): parámetro mediante el cual se indica el incremento de RPM (porcentaje para control fijo en marcha lenta), que debe ser liberado luego de que inicia a moverse el motor durante la marcha lenta-

En la figura se puede apreciar el porcentual, el cual se va obteniendo, conforme el tiempo que es medido en segundos va transcurriendo, luego del iniciado el movimiento del motor, se libera su movimiento.

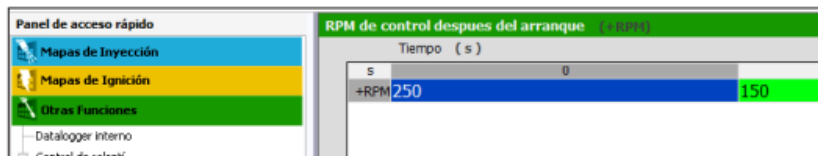


Figura 7. RPM de control.

Fuente: Pachacama. Adaptado de la aplicación del programa FuelTech, FuelTech FT600, FT550, FT550LITE, FT450, GA, Georgia, GA: FuelTech.

De acuerdo al análisis de datos, se puede evidenciar, que la propuesta de configuración del acelerador electrónico, comandado por la computadora programable FuelTech FT550, consigue controlar de una manera eficiente el acelerador electrónico del motor HR16 del vehículo Nissan March, consiguiendo una mejora notable en la combustión en las cámaras, debido a que la medición de los gases de escape mejoran en los residuos de combustible sin combustionar, esto observado en el medidor de la sonda de la wayband.

Cabe recalcar que un inadecuado seteo del acelerador electrónico, puede dar como resultado una pérdida en la potencia del vehículo, debido a un incorrecto ingreso de aire por los cuerpos de aceleración, lo que da como resultado una combustión incompleta de la mezcla aire-combustible.

5. Conclusiones

Se puede concluir, que, como ventaja principal de este sistema, se verifica, que el automóvil regula de manera automática la velocidad del motor, al reducir la apertura de la válvula que controla el acelerador, sin intervención del conductor. Esto permite una amplia gama de

capacidades relacionadas con la seguridad y la comodidad; además se elimina la necesidad del uso de cables, los mismos que con el tiempo, pueden llegar a desgastarse y atascarse, causando problemas en la conducción y seguridad de los ocupantes.

El este sistema, también tiene otros beneficios, incluida la eliminación de la necesidad de ensambles de cables del sistema tradicional, los mismos que pueden desgastarse y atascarse con el tiempo, causando problemas de conducción y seguridad.

Se verifica que uno de los principales beneficios del acelerador electrónico, es que permite que el automóvil regule la velocidad del motor sin hardware adicional; teniendo tan solo un sistema pequeño, compacto y liviano, lo que los hace fácil su disposición dentro del habitáculo del vehículo Además de que consigue una aceleración más rápida, eficiente y actualización brinda un control sobre el vehículo.

6. Referencias

- 4toespiral*. (11 de 12 de 2022). Obtenido de <https://4toespiral.cl/product/fueltech-ft550/>
A. (s.f.).
- Amaya, S., & Villareal, A. (s.f.). 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. (*Tesis de Ingeniería*). Universidad de las Fuerzas Armadas, Latacunga.
- Blue Streak Electronics. (10 de 09 de 2022). *ELECTRIC THROTTLE BODY*. Obtenido de <http://bsecorp.com/throttlebody/>
- BOSCH. (10 de 10 de 2022). *Bosch Mobility Solutions*. Obtenido de <https://www.bosch-mobility-solutions.com/en/solutions/air-management/accelerator-pedal-module/>
- BOSCH. (10 de 10 de 2022). *Electronic Throttle Valve*. Obtenido de <https://www.bosch-mobility-solutions.com/en/solutions/air-management/electronic-throttle-valve/>
- CVEL. (11 de 2022). *The CLEMSON University Vehicular Electronics Laboratory*. Obtenido de Electronic Throttle Control:
https://cecas.clemson.edu/cvel/auto/systems/throttle_control.html
- European, A. E. (2015). Good practice guide on noise exposure and potential. Madrid: Ecologistas en Acción.
- Nissan-cdn*. (04 de 12 de 2022). Obtenido de <https://www.nissan-cdn.net/content/dam/Nissan/pe/vehicules/March/ficha-tecnica/March.pdf>
- PROSIGMA*. (19 de 12 de 2021). Obtenido de Decreto Ejecutivo 2393. Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo <https://www.prosigma.com.ec/pdf/nlegal/Decreto-Ejecutivo2393.pdf> (www.prosigma.com.ec)
- SAE Power Test Code Committee. (2004). *Engine Power Test Code—Spark Ignition and Compression Ignition—Net Power Rating*. SAE International. SAE Technical Standards.
- Santiana, H. (2019). Sensores. *Sensores*. Quito: Univeridad Internacional de Ecuador.

ANEXOS

[TESIS PACHACAMAFT450 FT550 FT550LITE FT600.pdf](#)

