

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE IGNICIÓN PARA MOTORES TRICILÍNDRICOS BASADOS EN BOBINAS INDEPENDIENTES TIPO COP MEDIANTE CURVAS DE ENCENDIDO TRIDIMENSIONAL PROGRAMABLES”

Ing. Germán Erazo, Ing. Leonidas Quiroz, Carlos Aceldo y Wladimir Amaguaña
Departamento de Energía y Mecánica Escuela Politécnica del Ejército Sede Latacunga,
Quijano y Ordóñez y Márquez de Maenza S/N Latacunga, Ecuador,
Email : wgerazo@espe.edu.ec , laquiroz@espe.edu.ec, callito_5@hotmail.com,
wladyco_cm23@hotmail.com

RESUMEN

En el presente artículo describe el diseño e implementación del sistema de ignición para motores tricilíndricos basados en bobinas independientes tipo COP mediante curvas de encendido tridimensional programables

El principal objetivo de este proyecto es diseñar e implementar una unidad de control electrónica en el vehículo Suzuki Forsa II para el funcionamiento del sistema de ignición, permitiendo la visualización en tiempo real de parámetros como son RPMs del motor, avance en grados, tiempo dwell, presión absoluta en el múltiple de admisión, temperatura del motor y voltaje suministrado de la batería; así como también la configuración del cartograma del avance en vacío en función de RPMs. Con la unidad de control electrónico implementado se reduce el consumo de combustible y se aumenta el torque y potencia mejorando la combustión y disminución de gases contaminantes.

ABSTRACT.

In this article describes the design and implementation of three-cylinder ignition system for engines based on independent coils COP type using programmable dimensional curves on

The main objective of this project is to design and implement an electronic control unit in the vehicle Suzuki Forsa II for the operation of the ignition system, allowing real-time display of parameters such as engine RPMs, advance in degrees, dwell time are, absolute pressure in the intake manifold, engine temperature and battery voltage supplied; as well as the configuration of the progress in vacuum cartogram according RPMs. Implemented with the electronic control unit fuel consumption is reduced

and the torque and power is increased and decreased by improving the combustion of gaseous pollutants.

I. INTRODUCCIÓN.

El sistema de ignición con bobinas tipo COP para motores tricilíndricos se desarrollará de una forma electrónica, se implementará el sistema de encendido en el vehículo SUZUQUI FORSA II obteniendo un mejor desempeño de la combustión.

Se configurará valores de avance mediante el cartograma, tiempo dwell y corte de ignición para mejor funcionamiento del vehículo.

Se obtendrá la visualización del funcionamiento en tiempo real a través de una interfaz inalámbrica para la lectura de datos de funcionamiento del motor.

Para la implementación y pruebas se realiza, el montaje físico del sistema, pruebas de operación y funcionamiento, la verificación de cumplimiento de parámetros de funcionamiento en tiempo real.

II. DESCRIPCIÓN GENERAL

El sistema de ignición con bobinas independientes tipo COP radica en una central electrónica programable para controlar la ignición de motores OTTO de tres cilindros, que permite al usuario verificar y calibrar en tiempo real, el valor de las variables implicadas en la determinación del correcto avance de chispa.

El dispositivo propuesto posee varias etapas que le permite realizar las siguientes funciones:

- Sensar de manera precisa las variables concernientes al funcionamiento del encendido del motor: Presión absoluta del múltiple de admisión, temperatura del refrigerante, posición del árbol de levas, velocidad angular del motor y voltaje del acumulador.
- Concebir en tiempo real el valor de cada una de las variables sensadas.
- Calibrar las constantes de referencia (cartograma referencial de encendido) mediante reprogramación del controlador.
- Proveer alimentación de corriente a las bobinas de encendido, en función de la temporización determinada por su procesamiento.

III. CARACTERÍSTICAS GENERALES

El sistema constituye una central electrónica de control del encendido para motores tricilindricos a gasolina que permite controlar eficientemente el encendido, además calibrar y verificar en tiempo real a través de un interfaz humano – máquina, las variables concernientes al funcionamiento del motor.

El dispositivo posee varias etapas que le permiten:

Sensar variables: Esta etapa del dispositivo permite al usuario de manera precisa registrar las variables concernientes al funcionamiento del encendido del motor: presión absoluta del múltiple de admisión, temperatura del refrigerante, posición del árbol de levas, voltaje y velocidad angular, las cuales servirán para determinar las acciones a tomar en los diferentes elementos del circuito de potencia.

Setear parámetros: Permite establecer la configuración correcta de las constantes de referencia (cartograma referencial de encendido) mediante reprogramación del microcontrolador a través del teclado.

Visualizar variables: Permite al usuario ver en tiempo real el valor de las variables que han sido obtenidas en la etapa de sensado mediante un HMI (Human machine interface).

Control actuadores: Esta etapa permite proveer alimentación de corriente y voltaje necesarios para la operación de las bobinas de encendido, en función de la temporización determinada por su procesamiento que depende de las variables sensadas.

IV. CONCEPCIÓN DEL SISTEMA DE IGNICIÓN

Una vez delimitado el problema es importante definir las variables a controlar para obtener resultados acorde a las necesidades.

VARIABLES DE ENTRADA:

- Terminal positivo del acumulador (V)
- Temperatura del refrigerante (°C)
- Presión absoluta en el múltiple de admisión (Kpa)
- Posición del árbol de levas y velocidad angular (°,RPMs)

VARIABLES DE SALIDA:

- Bobinas de encendido
- Controlador de la bomba de combustible y del electroventilador

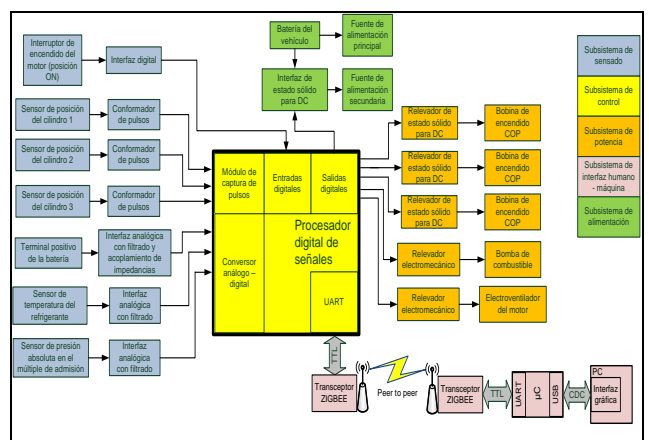


Figura 1: Diagrama de bloques de la unidad de control electrónico

V. DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL

Dado que la naturaleza del presente trabajo de tesis no se enmarca en la electrónica sino en la ingeniería automotriz, no se detallan exhaustivamente los algoritmos empleados en la programación de los procesadores, sino que se describe el algoritmo principal que realiza el controlador digital de señales, destinado para el procesamiento.

La programación comienza con la inicialización de cada uno de los pines, la distribución de los módulos internos y la activación de interrupciones.

Seguidamente continúa en un bucle o ciclo perpetuo hasta que se active el switch en posición “ON” contacto, para despertar, empezar a leer los sensores y ejecutar la generación y sincronización de chispa. El siguiente diagrama de flujo muestra lo descrito.

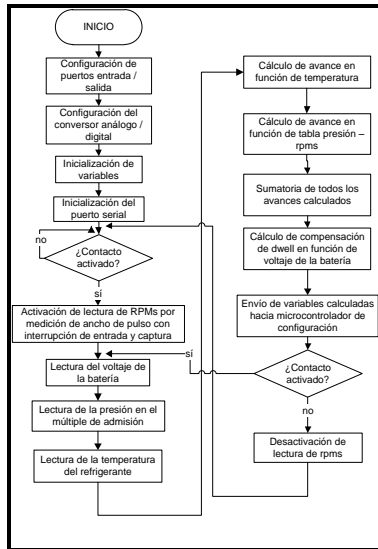


Figura 2: Diagrama de flujo de la unidad de control electrónico.

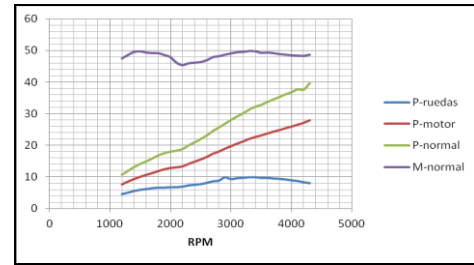


Figura 3: Valores potencia y torque, sistema de encendido convencional

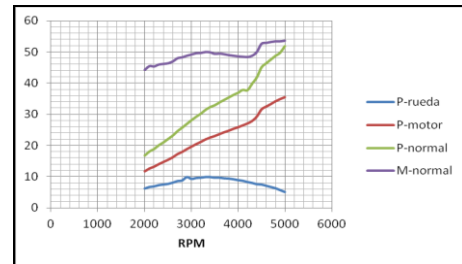


Figura 4: Valores torque y potencia con sistema DIS

VI. IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS

Terminado el diseño del sistema de ignición para motores tricilindricos con bobinas tipo COP procedemos a la implementación y montaje de los elementos del sistema tanto en la parte mecánica como eléctrica.

Luego de la instalación verificar fallas con su respectiva corrección y poner en funcionamiento el vehículo con el sistema implementado

Para el montaje del sistema se ejecuta algunas adecuaciones en el vehículo como son:

- El desmontaje del sistema de encendido convencional que consta del distribuidor, entrada de avance, cables de bujías y la suspensión de cables de corriente al sistema convencional.
- Se restructura todo el cableado para las conexiones de entrada y salida de cada una de las señales emitidas por los componentes.
- Las señales de alta potencia de las bobinas COP que se enlazan en las salidas de la unidad de control electrónico destinadas para ello, también se implementa un soporte para las tres bobinas con sus respectivos aislamientos para evitar la estática.

Con el funcionamiento óptimo del sistema de ignición en el vehículo y con el sistema convencional de encendido realizamos las pruebas de torque y potencia en el dinamómetro de la escuela politécnica nacional (CCICEV) arrojándonos estas curvas características.

VII. DESEMPEÑO GENERAL DEL SISTEMA (ANÁLISIS DE RESULTADOS)

Para determinar la eficiencia en torque y potencia del sistema se realiza un análisis a partir de los valores de potencia y torque más relevantes entre los dos sistemas de encendido.

Tabla 1: Valores de torque y potencia

RPMs	Sistema encendido convencional		Sistema encendido con UCE	
	P (HP)	M (Lbs.ft)	P (HP)	M (Lbs.ft)
2000	18,1	47,9	16,8	44,2
3000	28,1	49,1	28,1	49,1
4000	36,9	48,5	36,9	48,5
5000	39,8	48,7	51,8	53,5

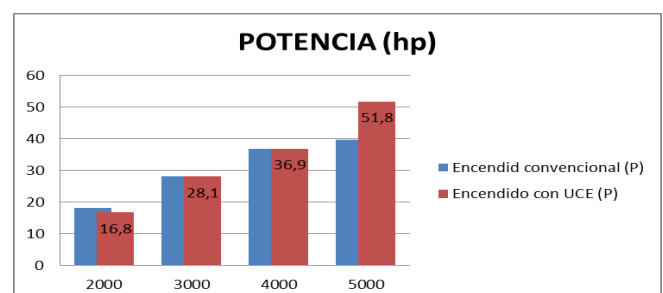


Figura 5: Gráfica comparativa de torque

La gráfica 5 indica la comparación de los valores de potencia de los dos sistemas de encendido, se observa la potencia que aumenta pasada las 4000 rpm, y se mantiene con los mismos datos a partir de 2000 rpm. Estos valores nos indica que el sistema de encendido DIS tiene un resultado favorable en la ganancia de potencia con un 10%.

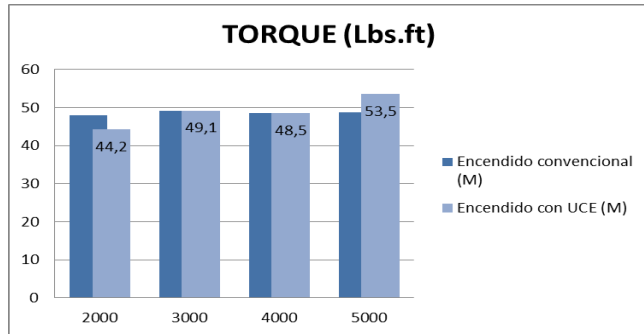


Figura 6: Gráfica comparativa de torque

La figura 6 muestra la comparación de los valores de torque en porcentaje de los dos sistemas de encendido obteniendo un 5 % favorable en el sistema de encendido con la unidad de control electrónico (UCE) implementado

De acuerdo a las mediciones se establece que el mejor desempeño de torque y potencia es la implementación del sistema de ignición mediante bobinas independientes tipo COP.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE

Con el objetivo de verificar si el consumo de combustible aumento o disminuyo se realizó una prueba de pista en el Autódromo Internacional de Yahuarcocha.

La primera prueba se la realizó con el vehículo equipado con el sistema de encendido convencional y se dio un total de 5 giros en sentido horario recorriendo un total de 50 Kilómetros a una velocidad promedio de 70 kilómetros por hora, en dicha prueba se verifico que se consumieron un total de 6 litros de combustible en este caso gasolina súper con una eficiencia de 8.33 kilómetros por cada litro de combustible consumido.

La segunda prueba se realizó implementando el sistema diseñado, igualmente se recorrieron un total de 5 giros en sentido horario recorriendo 50 Kilómetros, a una velocidad promedio de 70 kilómetros por hora, en esta prueba se verifico que hubo un consumo total de combustible de 5.5 litros

de combustible con una eficiencia de 9.09 kilómetros por cada litro de combustible.

Tabla 2: Tabla comparativa consumo de combustible

	Recorridos (Km)	Combustible (l)	Eficiencia (%)
Encendido Convencional	50	6	8,33
Encendido con UCE	50	5,5	9,09

Realizando el respectivo análisis de consumo de combustible se evidenció que implementando el sistema de encendido con unidad de control electrónico (UCE), el consumo de combustible relativamente disminuyo en un 8,33% en relación al encendido convencional, ya que al mejorar el arco eléctrico de la bujía por medio de la bobina independiente hay un mejor quemado de la mezcla estequiometrica de aire-combustible en los cilindros.

VIII. CONCLUSIONES.

Concluido el presente proyecto de investigación presentamos las siguientes conclusiones.

- Se diseñó e implementó el sistema de ignición para motores tricilindricos basados en bobinas independientes tipo COP mediante curvas de encendido tridimensional programables, mejorando los parámetros de desempeño del motor de combustión interna.
- Se desarrolló un sistema microprocesado que administre la ignición en motores de combustión interna tricilindrico en base a la lectura de datos en tiempo real.
- Se Diseñó y se seleccionó los elementos electrónicos idóneos para el correcto funcionamiento a través de la ayuda de un diagrama de bloque y un diagrama de flujo.
- Con la implementación de la unidad de control electrónico para el encendido se aumentó la potencia del motor de combustión interna a 51,8 Hp y 5000 rpm, ganando un 10% en potencia y disminuyendo el consumo de combustible en 8,33% a través de una mejor combustión en el cilindro y por consecuencia una menor emisión de gases tóxicos a la atmosfera.
- Se configuró una curva de encendido tridimensional para motores tricilindricos en base a pruebas de ruta con y sin carga la que permitió mejorar su desempeño del motor.

- Se realizó pruebas de torque y potencia que permitieron determinar la factibilidad de implementación del sistema en vehículos con motores tricilíndricos.
- Con la elaboración de este tipo de proyectos se posibilita a que vehículos que integran sistemas de encendido convencional y carburación sean ajustados a un encendido DIS permitiendo que el performance del motor aumente en torque y potencia, disminución de gases tóxicos a la atmosfera y menor consumo de combustible.
- Se implementó un módulo COP en un vehículo Suzuki Forsa II, probándolo en el que optimizó el torque, potencia, consumo de combustible y el rendimiento eléctrico del sistema de encendido en un 75% en relación al sistema de encendido convencional.
- El sistema de encendido DIS implementado en el vehículo sí mejoró el rendimiento del motor de combustión interna optimizando todos sus parámetros a través de la configuración del tiempo dwell, corte de chispa y programación de las curvas de encendido tridimensionales y a la vez contribuyendo al medio ambiente con la menor emisión de gases tóxicos al ambiente por la combustión más exacta de la mezcla estequiométrica aire-combustible en el cilindro.

Administración de Empresas, Docente Tiempo completo en la Universidad de las Fuerzas Armadas desde 1993. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en mecánica y electrónica automotriz.



Leonidas Quiroz, nació en Latacunga, Ecuador, Es ingeniero Automotriz, estudios de Posgrado en Autotrónica, Gestión del Aprendizaje Universitario y Energías Renovables, Docente Tiempo parcial en la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE desde 2006. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en ingeniería mecánica y electrónica automotriz.



Carlos Aceldo, nació en Ibarra, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz, estudió en la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, es gerente propietario de WOZ electronic.



Wladimir Amaguaña, nació en Quito, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz, estudió en la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, presta servicios profesionales de mantenimiento y reparación de sistemas hidráulicos y motores a combustión diesel – gasolina.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Alcocer, V., Gomez, J. M., Prat, A. M., & Albareda, X. M. (2006). *Programación C++ para ingenieros*. Madrid-España: Paraninfo.
- Angulo Usategui, J. M., Martínez Angulo, I., & Romero Yesa, S. (2006). *Microcontroladores "PIC": diseño práctico de aplicaciones. PIC16F87X, PIC18FXXXX. Segunda parte*. España: McGraw-Hill
- Areny Ramón, P. (2004). *Sensores y acondicionadores de señal*. Barcelona: Marcombo.
- Pere-Pau Vazquez Alcocer, J. M.-G. (2006). *Programación en C++ para ingenieros*. Madrid: Paraninfo.
- Zabler, E. (2002). *Los sensores en el automóvil*. Barcelona: Reverte.

X. BIOGRAFÍA.



Germán Erazo, nació en Latacunga, Ecuador. Es ingeniero Automotriz, ingeniero Industrial dispone estudios de Posgrado en Autotrónica, Energías Renovables Gerencia de Marketing, Gerencia de Proyectos, Diseño Curricular, y