

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SIMULADOR DE ENCENDIDO ÓPTICO PARA EL LABORATORIO DE AUTOTRÓNICA

Andrés Ortiz¹, Germán Erazo², Stalin Mena³

Universidad de Fuerzas Armadas ESPE

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Quijano y Ordóñez y Marqués de Maenza s/n

e-mail: andresortiz1983@yahoo.es¹, wgerazo@espe.edu.ec²,

jsmena@espe.edu.ec³

Latacunga – Ecuador

Energía Mecánica Innovación y Futuro

RESUMEN:

Este trabajo de investigación tuvo como finalidad implementar un simulador de encendido óptico para el laboratorio de Autotrónica de la Universidad de Las Fuerzas Armadas ESPE Latacunga.

Para cumplir con el objetivo planteado se diseñó y se construyó el simulador con la ayuda de programas informáticos, los cuales permiten establecer parámetros de pre-diseño y de esta manera evitar eventuales mal funcionamientos, errores en el desempeño y sobre todo inciden directamente en el ahorro de recursos que se usarían.

Una vez dispuestos los parámetros de funcionamiento se procedió a seleccionar elementos de control electrónico que manejan con mucha fiabilidad, eficiencia y rapidez los procesos que se ha necesitado implantar.

Finalmente se constató el correcto desempeño del simulador mediante el uso de equipos de medición y diagnóstico.

ABSTRACT:

This research aimed to implement an optical simulator on Autotronics Laboratory of the University of the Armed Forces ESPE Extension Latacunga.

To finish with the stated objective was designed and the simulator with the help of software are built, which allow to set parameters pre-design and thus avoid bad any runs, errors in performance and especially direct impact on savings resource that would be used normally.

Once ready the operating parameters proceeded to select items electronic control handle very reliably, efficiently and quickly processes has been required to implement.

Finally the proper performance of the simulator was found by using measuring devices and diagnostics.

I. INTRODUCCIÓN

Para obtener un buen rendimiento de los motores de los vehículos, es importante que se produzca una buena combustión de la mezcla de aire y combustible que aspira el motor.

Actualmente el sistema de inyección electrónica proporciona una buena mezcla bajo parámetros viables para la combustión.

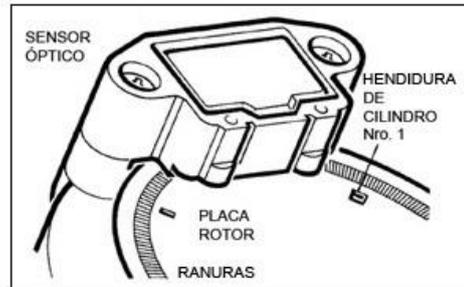
Por otro lado, el sistema de encendido aporta en gran escala este buen funcionamiento del motor, pues es el encargado de producir la chispa con potencia adecuada que permita la producción de una buena combustión.

Anteriormente estos sistemas de repartición de chispa contenían elementos mecánicos, propensos a desgaste y de baja eficiencia. El avance vertiginoso de la Electrónica ha permitido acoplar y reemplazar dichos elementos por esquemas de control que buscan siempre el mejor desempeño de los motores con el menor consumo de combustible, por consiguiente se minimiza la contaminación ambiental.

II. EL SISTEMA DE ENCENDIDO ÓPTICO

El presente sistema de encendido utiliza un sensor de captación óptico-electrónico dentro del

distribuidor, compuesto por un diodo emisor de luz infrarroja y un fototransistor detector, y además dicho dispositivo comprende un elemento opaco el cual tiene aperturas y pantallas.

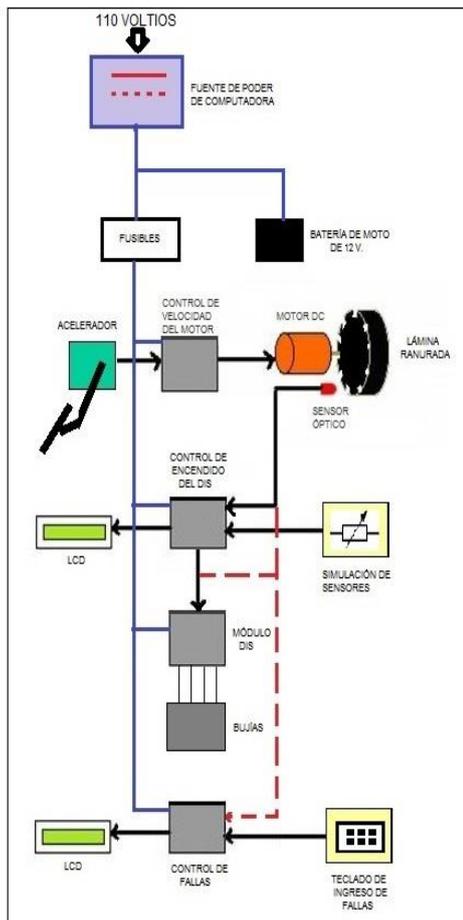


Fuente: López, J. 2007
Figura 1. Captador óptico

También comprende un arnés eléctrico y un módulo electrónico convencional para hacer conducir o interrumpir la corriente por el primario de la bobina de encendido; cabe señalar que el elemento opaco es un volante giratorio, el cual comprende un disco con orificio en el centro, en donde dicho volante presenta una salientes planas o pantallas en la periferia del disco cuyas salientes son perpendiculares al disco y se extiende hacia la parte inferior del mismo, de manera que el orificio central del disco se acoplan con el eje central del distribuidor de encendido del auto, para que el volante giratorio coincida en su parte inferior con la base de leva, de esta forma las salientes o pantallas del volante giratorio interrumpen el paso de la luz infrarroja del diodo emisor al fototransistor detector.

III. IMPLEMENTACIÓN DEL SIMULADOR

En la figura que se puede ver a continuación se clasifica las etapas que se ha implementado en el simulador.



Fuente: Ortiz

Figura 2. Etapas del simulador

Todo este sistema está alimentado por un voltaje de 110 voltios y será gobernado por etapas con el uso de microcontroladores y manejado por componentes electrónicos usuales.

A. CAPTACIÓN DE LA SEÑAL

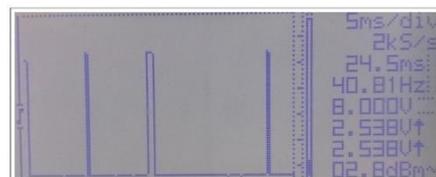
Para este proceso se empieza entregando a la placa de control la señal proveniente del módulo de captación óptica, en este caso se ha utilizado el captador de un vehículo de las siguientes características:

MARCA	SERIE DE MOTOR	AÑO	MODELO
CHEVROLET	4ZE1	1992 - 1999	RODEO

Fuente: Bosch, 2013

Tabla 1. Características del vehículo con encendido óptico

La señal que entrega el captador del distribuidor óptico es:



Fuente: Ortiz

Figura 3. Señal del captador óptico

B. CONTROL ELECTRÓNICO

El control del DIS lo realizan 3 PIC's conectados por medio de comunicación en serie en 3 pasos que son:

- Monitorización de parámetros:

Consiste en la lectura de la variación de ancho de pulsos de la entrada (onda cuadrada) que nos

entrega el captador óptico y las variaciones de 3 potenciómetros que simulan los sensores IAT, MAP, ECT.

- Activación de los paquetes de bobinas:

Por medio de señales eléctricas en forma de pulsos que llegan a los IGBT del paquete de bobinas DIS.

- Visualización en LCD:

A través de una pantalla de cristal líquido de 2 filas por 16 dígitos cada una se va a desplegar los datos de las variaciones del encendido.

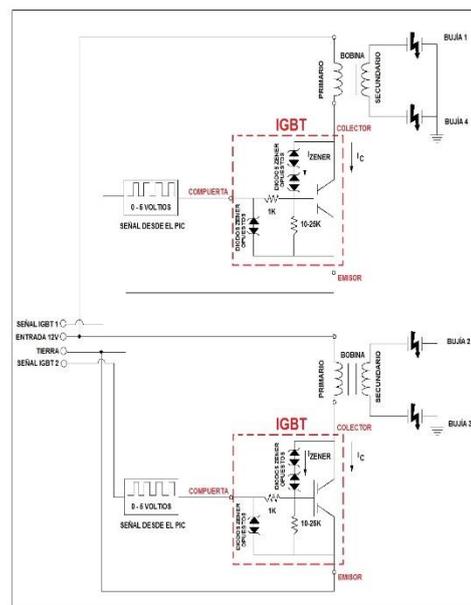
C. MANEJO DEL MÓDULO DIS

Una vez que el PIC ha procesado la señal proveniente del captador óptico y la ha acoplado con la variación de los tres sensores que simulan el IAT, ECT y MAP, se obtienen dos formas de onda cuadradas de 5 voltios, cada una de ellas ingresará al módulo de encendido DIS para que se lleve a cabo la repartición de la chispa.

Para producir la chispa en las bujías el módulo DIS posee internamente un circuito conformado por unos transistores IGBT.

Estos dispositivos poseen las características de las señales de puerta de los transistores de efecto campo con la capacidad de alta corriente y bajo voltaje de saturación del transistor bipolar, combinando una puerta aislada

FET para la entrada de control y un transistor bipolar como interruptor en un solo dispositivo. El circuito de excitación del IGBT es como el del MOSFET, mientras que las características de conducción son como las del BJT.



Fuente: Ortiz

Figura 4. Módulo DIS interno

D. CONTROL DE FALLAS

En esta sección se colocó relés que van a ser programados para permanecer normalmente cerrados y se abran cuando se energice la salida del PIC.

Al abrirse desde luego ocasionarán que se interrumpa el paso de corriente en el conductor o cable que conecta alguno de los dispositivos del simulador, por ejemplo: el DIS, el captador óptico.



Fuente: Ortiz

Figura 5. Pulsador del teclado matricial

El valor de R1 del grafico anterior viene calculado por:

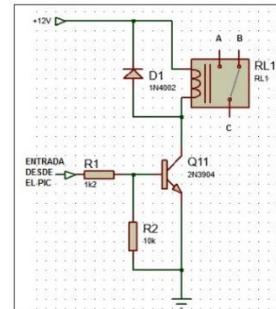
$$R1 = \frac{V}{I}$$

$$R1 = \frac{5V}{0.01A}$$

$$R1 = 500\Omega$$

Se utilizó el display 16x2 para el despliegue de datos y el teclado matricial por el cual se ingresarán las fallas.

Para canalizar la información del trabajo realizado por el PIC, el mismo tiene conectado su respectivo puerto de salida hacia cada transistor, los mismos que constan de una resistencia de base para separar la parte de control de la de activación y una resistencia de tierra para asegurar que estén aterrizados a masa y evitar falsas activaciones. A continuación se puede ver el circuito implementado para el control del relé.



Fuente: Ortiz

Figura 6. Activación de los relés
IV. ENSAMBLAJE Y PRUEBAS

Con la fórmula siguiente se calcula:

$$VRB = VPIC - VBE - VDx$$

Donde:

VRB es voltaje de la resistencia de base

VPIC es el voltaje de salida del pic

VBE es el voltaje base-emisor

Podemos decir también que:

$$\beta = \frac{IC}{IB}$$

Donde:

β es el factor de ganancia del transistor

IC es la la corriente de colector

IB es la corriente de base

Se tiene los siguientes datos:

$$\beta = 180$$

$$VRC = 3.6V$$

Se calcula la corriente de colector que es la corriente de bobina:

$$I = \frac{V}{R}$$

$$IC = \frac{V_{BOBINA}}{R_{BOBINA}}$$

$$IC = \frac{12V}{300\Omega}$$

$$IC = 0.04A = 40mA$$

De la Ecuación de ganancia del transistor:

$$IB = \frac{IC}{\beta}$$

$$IB = \frac{40mA}{18}$$

$$IB = 2.22mA$$

Se llega por último a calcular la resistencia de base que es lo que necesitamos para la elaboración del circuito:

$$RB = \frac{VRC}{IB}$$

$$RB = \frac{3.6V}{2.22A}$$

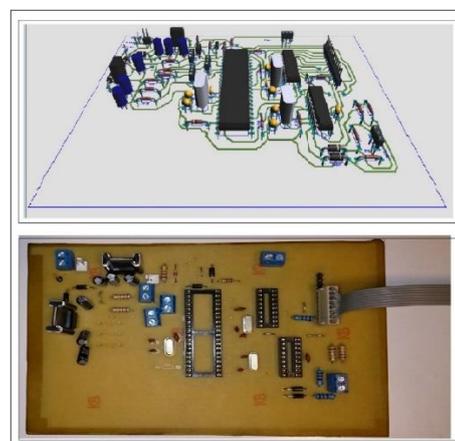
$$RB = 1.62K\Omega$$

La creación del circuito impreso se la realizó con la ayuda del software "PROTEUS 8 PROFESSIONAL" en el subprograma ARES ya que nos permite trazar de manera automática el camino más viable para la unión de elementos según el diagrama eléctrico que se haya dibujado.

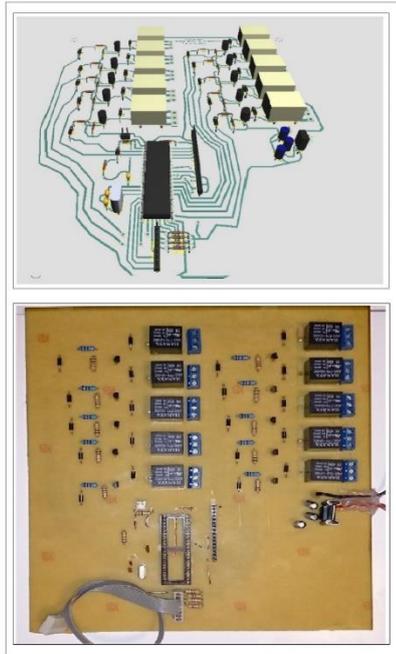
A. ENSAMBLAJE DE PLACAS

Una vez que se ha realizado el circuito impreso se procede a ubicar los componentes electrónicos en la placa para poder soldarlos con un cautín de máximo 30 vatios, aplicando pasta de soldar y estaño de no más de 1.5 milímetros de diámetro.

Se puede ver a continuación la simulación y el ensamble real de cada placa:



Fuente: Ortiz
Figura 7. Placa de control DIS



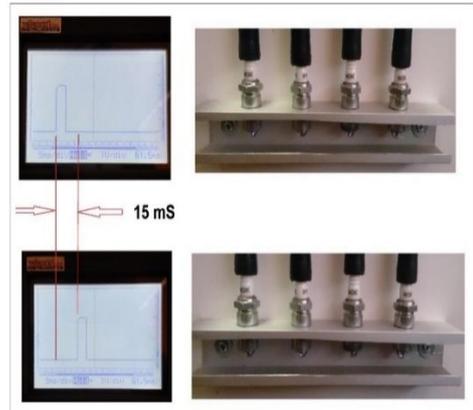
Fuente: Ortiz
Figura 8. Placa de control de fallas

B. PRUEBAS DE ENCENDIDO

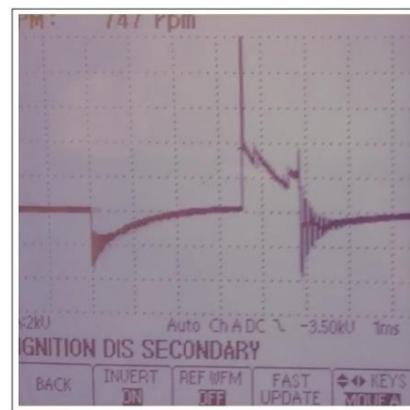
Con la ayuda de un osciloscopio se pueden visualizar las señales de voltaje en el tiempo.

En la primera señal se puede ver la onda cuadrada que ingresa al DIS produciendo la chispa en 2 bujías (1 y 3), y después de aproximadamente 15 milisegundos el PIC está enviando la señal cuadrada al segundo IGBT y se está emitiendo la chispa en las otras dos bujías (2 y 4).

Con el acelerador se puede variar las RPM, por consiguiente la rapidez del salto de chispa en las bujías.



Fuente: Ortiz
Figura 9. Señales de ingreso al DIS



Fuente: Ortiz
Figura 10. Oscilograma en el secundario del DIS

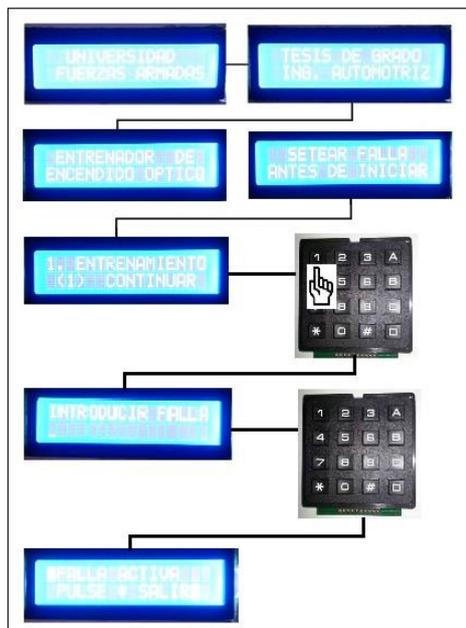
Según el oscilograma a baja velocidad tenemos los siguientes valores en la comprobación del salto de chispa y sus características:

VOLTAJE SECUNDARIO (KV)	15
TIEMPO DE QUEMADO (mS)	1.5
TIEMPO DE SATURACIÓN (mS)	3.5

Fuente: Ortiz
Tabla 2. Valores del oscilograma analizado

C. PRUEBAS DEL SISTEMA DE FALLAS

La etapa de fallas del simulador despliega información y secuencia de procesos que se indica en el gráfico:



Fuente: Ortiz
Figura 11. Secuencia de visualización de fallas

El procedimiento de utilización del simulador de fallas es:

1. Pulsar la tecla número 1 del teclado para ingresar al sistema de fallas
2. Ingresamos el código deseado de acuerdo a la tabla 4.2
3. El sistema accionará al relé y de esta manera se activará la falla correspondiente

4. Aparecerá el indicador: "FALLA ACTIVA, PULSE * SALIR", presionamos la tecla * y el sistema regresará a la condición del paso número 2.

5. Podemos repetir el proceso para verificar todos los códigos de falla

Las posibles fallas a introducirse en el sistema pueden ser ingresadas con las combinaciones de números del teclado que se pueden ver en la siguiente tabla con su respectiva afectación:

CÓDIGO	FALLA
03	Corta la señal proveniente del captador óptico
05	Elimina el terminal de masa del módulo DIS
06	Corta el paso de corriente del terminal positivo del DIS
07	Suspende el paso de corriente a la señal 1 del DIS
08	Interrumpe la señal 2 que llega al módulo DIS

Fuente: Ortiz
Tabla 3. Códigos de falla

V. CONCLUSIONES

- Se diseñó y se construyó el simulador de encendido óptico para el laboratorio de Autotrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga.

- Se empleó software de diseño en la implementación de los circuitos eléctricos y electrónicos del proyecto, optimizando así recursos que normalmente intervienen en el análisis operacional previo a la construcción y ensamblaje de los sistemas creados en la presente tesis de grado.

- Se seleccionó los microcontroladores adecuados en base a la simulación y cálculos electrónicos que permitieron la implementación y el correcto funcionamiento del sistema generador de movimiento, control, visualización, monitoreo y simulación de fallas.

- Se efectuó las pruebas de funcionamiento y valoración del proyecto utilizando instrumentos de medición y diagnóstico, con el fin de comprobar la correspondencia entre la variación de los sensores con el despliegue de los datos de visualización, además de la verificación de los tiempos de control para activación de las bobinas del módulo de encendido DIS.

- Se utilizó un módulo DIS debido a la aplicación electrónica con el sensor óptico. En este simulador por lo tanto no se utiliza platino y condensador, que son la causa de las principales averías del sistema de encendido.

- El sistema DIS proporciona una mayor tensión de encendido, mayor disponibilidad de chispas

por minuto, menor tamaño, menos peso, puede ser construido en diversas formas geométricas.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- *Booster, B. (2005). Los 10 pasos para reparar autos que no encienden. México: NUK.*

- *Crouse. (2005). Puesta a punto y rendimiento del motor. Mexico D.F.: Alfaomega.*

- *Ibrahim, D. (2006). Microcontroller Based Applied Digital Control. London: John Wiley & Sons.*

- *López Martínez, J. M. (2007). El medio ambiente y el automóvil. Madrid: CIE INVERSIONES EDITORIALES DOSSAT 2000.*

- *Muhammad, R. (2004). Electrónica de Potencia: Circuitos, Dispositivos y Aplicaciones. México D.F.: Pearson Educación.*

- *Pérez Belló, M. Á. (2011). Sistemas auxiliares del motor. Madrid: Paraninfo.*

- *Vicente, M. d. (2000). Nueva Enciclopedia del Automóvil - Inyección y Encendido. Barcelona: CEAC.*

- *Sistemas de encendido. Disponible en: www.catalogobosch.com. Consultado el 15 de Febrero de 2014.*

VII. BIOGRAFÍA



Andrés Ortiz, nació en Quito, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz, presta sus servicios profesionales como Asesor en Mecánica Automotriz.



Germán Erazo, nació en Latacunga, Ecuador, es Ingeniero Automotriz, Ingeniero Industrial posee estudios de Posgrado en Autotrónica, Gerencia de Marketing, Autotrónica, Gerencia de Marketing, Gerencia de Proyectos, Diseño Curricular, Energías Renovables, Administración de Empresas y Magister en Gestión de Energías. Docente en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE desde 1993. Imparte servicios de asesoramiento y capacitación en mecánica y electrónica automotriz.



Jorge Stalin Mena, nació en Ambato, Ecuador. Es Ingeniero Automotriz, es docente tiempo parcial en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE desde el 2008. Imparte servicios de asesoramiento, capacitación en el ámbito automotriz, compartiendo sus conocimientos teórico práctico a los estudiantes y promulgando la investigación científica y la vinculación con colectividad.

Registro de la publicación	
Fecha recepción: 17/12/2014	
Fecha aceptación: 22/12/2014	
Revisado por: Ing. Germán Erazo	