

ISBN: 978-99923-988-4-5

ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA - FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA PARA
ENTRENAMIENTO EN MOTORES DE INYECCIÓN A GASOLINA**

ESCUELA ACADÉMICA PARTICIPANTE: ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CENTRO REGIONAL PARTICIPANTE: MEGATEC ZACATECOLUCA

DIRECTOR COORDINADOR DEL PROYECTO: ING. CARLOS ALBERTO ARRIOLA MARTINEZ

DOCENTE INVESTIGADOR RESPONSABLE: TÉC. KELMIN ROBERTO MOLINA SALVADOR

DOCENTES INVESTIGADORES PARTICIPANTES: ING. WILFREDO ANTONIO SANTAMARÍA
TÉC. ANÍBAL ALFREDO TRINIDAD OLIVARES

SANTA TECLA, DICIEMBRE DE 2010

ISBN: 978-99923-988-4-5

ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA - FEPADE
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA PARA
ENTRENAMIENTO EN MOTORES DE INYECCIÓN A GASOLINA**

ESCUELA ACADÉMICA PARTICIPANTE: ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CENTRO REGIONAL PARTICIPANTE: MEGATEC ZACATECOLUCA

DIRECTOR COORDINADOR DEL PROYECTO: ING. CARLOS ALBERTO ARRIOLA MARTINEZ

DOCENTE INVESTIGADOR RESPONSABLE: TÉC. KELMIN ROBERTO MOLINA SALVADOR

DOCENTES INVESTIGADORES PARTICIPANTES: ING. WILFREDO ANTONIO SANTAMARÍA
TÉC. ANÍBAL ALFREDO TRINIDAD OLIVARES

SANTA TECLA, DICIEMBRE DE 2010

Autoridades

Rectora

Licda. Elsy Escolar Santo Domingo

Vicerrector Académico

Ing. José Armando Oliva Muñoz

Vicerrectora Técnica Administrativa

Inga. Frineé Violeta Castillo de Zaldaña

Equipo Editorial

Lic. Ernesto Girón

Ing. Mario Wilfredo Montes

Ing. Jorge Agustín Alfaro

Licda. María Rosa de Benítez

Licda. Vilma Cornejo de Ayala

Dirección de Investigación y Proyección Social

Ing. Mario Wilfredo Montes

Ing. David Emmanuel Agreda

Lic. Ernesto José Andrade

Sra. Edith Cardoza

Autores

Téc. Kelmin Roberto Molina Salvador

Ing. Wilfredo Antonio Santamaría

Téc. Aníbal Alberto Trinidad Martínez

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborado por el Sistema Bibliotecario ITCA - FEPADE

629.2503

M655d Molina Salvador, Kelmin Roberto

Diseño y construcción de un sistema para entrenamiento en motores de inyección a Gasolina / Por Kelmin Roberto Molina Salvador, colaboradores Aníbal Alberto Trinidad Martínez, Wilfredo Antonio Santamaría... [et al.] - 1ª ed. - Santa Tecla, El Salvador: Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE, 2011.

16 p. ; il. ; 16 cm.

ISBN: 978-99923-988-4-5 (impreso) _____

1. Motores de combustión interna. 2. Automóviles - Instalaciones eléctricas I. Arriola Martinez, Carlos Alberto II. Trinidad Olivares, Aníbal Alfredo III. Molina Salvador, Kelmin Roberto IV. Santamaría, Wilfredo V. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA FEPADE.

II. Título.

El Documento **Diseño y construcción de un sistema para entrenamiento en motores de inyección a gasolina**, es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA – FEPADE. Este informe de investigación ha sido concebido para difundirlo entre la comunidad académica y el sector empresarial, como un aporte al desarrollo del país. El contenido de la investigación puede ser reproducida parcial o totalmente, previa autorización escrita de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA – FEPADE o del autor. Para referirse al contenido, debe citar la fuente de información. El contenido de este documento es responsabilidad de los autores.

Sitio web: www.itca.edu.sv

Correo electrónico: biblioteca@itca.edu.sv

Tiraje: 16 ejemplares

PBX: (503) 2132 – 7400

FAX: (503) 2132 – 7423

ISBN: 978-99923-988-4-5 (impreso) Año 2011

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA PARA ENTRENAMIENTO EN MOTORES DE INYECCIÓN A GASOLINA

Documento propiedad de ITCA-FEPADE. Derechos Reservados.

CONTENIDO

	Página
1. RESUMEN / INTRODUCCIÓN	4
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
3. ANTECEDENTES	7
7. MARCO TEÓRICO	9
5. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	13
6. RESULTADOS.....	14
7. CONCLUSIONES.....	17
8. GLOSARIO	17
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

1. RESUMEN / INTRODUCCIÓN

La Escuela de Ingeniería Automotriz (EIA) elaboró el proyecto denominado "Diseño y construcción de un sistema para entrenamiento en motores de inyección a gasolina", cuyo objetivo era el de generar un equipo experimental de laboratorio que permitiera realizar pruebas de funcionamiento, en el motor de inyección electrónica a gasolina, con lo cual los estudiantes e instructores tendrían la oportunidad de comprobar el funcionamiento de cada uno de los sensores y actuadores en fase de funcionamiento así como sus pruebas eléctricas.

La finalidad era la de crear un **sistema para entrenamiento en motores de inyección a gasolina**, se realizaran pruebas de tal manera que los Alumnos de nuestra carrera técnica y educación continua, pudiera desde un tablero medir las señales eléctricas de cada uno de los componente eléctricos/electrónicos del motor, desde una computadora realizar el encendido, aceleración y captura de datos de los sensores y actuadores. Al mismo tiempo se visualizaría en la pantalla datos como por ejemplo temperatura de refrigerante, RPM y presión de aceite del motor de combustión interna otros

El entrenador diseñado cuenta con un motor de combustión interna, panel de instrumentos (marcadores), tableros didácticos y un programa elaborado con LabVIEW y tarjetas de adquisición de datos USB de National Instruments. El banco fabricado permite obtener datos de los sensores y actuadores del motor de combustión interna compararlos con datos del programa MITCHELL1 on Demand5 y así poder dar un diagnostico de funcionamiento y vida útil de cada componente. Por medio del panel de instrumento podemos monitorear:

- Del Motor de Combustión interna: la temperatura del sistema de enfriamiento, RPM, presión de aceite y aceleración del motor, además el panel contiene el interruptor de ignición y arranque del motor.
- De la Pc: podemos observar el comportamiento de la señal de los sensores básicos a través del scanner bluetooth, además de programar por medio le labview.

Además en este proyecto se realizaron pruebas de arranque, aceleración y lectura de datos desde otra PC conectada a la Red local de la institución ya sea inalámbrica o alámbrica.

Para lograr los objetivos se realizaron las siguientes actividades:

- Adquisición de motor de combustión interna.
- Depuración de ramal eléctrico del motor
- Solicitud y adquisición de scanner USB y bluetooth
- Instalación de plataforma del software de scanner
- Diseño y construcción del estructura del banco para el motor de combustión interna
- Instalación de software para arranque de motor
- Elaboración de circuitos impresos para el arranque del motor.
- Diseño y construcción de tablero didáctico

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Definición del problema

Como se ha descrito en los antecedentes, se ha incrementado la complejidad del diagnóstico de los sistemas eléctricos y electrónicos de los modelos más recientes de automóviles, debido a ello nuestros estudiantes de la carrera técnica y cursos de formación continua, se ven en la necesidad de adquirir o mejorar sus competencias de forma más integral, para ello es necesario utilizar equipo didáctico que les facilite la comprensión de los nuevos conceptos, además de desarrollar en ellos habilidades de diagnóstico y medición de señales eléctricas. Lo anterior les permitirá proporcionar un adecuado servicio de mantenimiento preventivo y correctivo a los automóviles modernos.

Permitirá incrementar los criterios que evitan a los técnicos tomar decisiones de cambiar componentes simplemente por comprobar si el problema se soluciona. Lo cual ocasiona un mayor costo fijo a los talleres, insatisfacción en los clientes, incremento en la carga de trabajo para los técnicos, mala imagen de los talleres debido al incumplimiento de tiempos de entrega, entre otros.

2.2. Justificación

Al desarrollar el panel didáctico como el que se plantea en este anteproyecto, los estudiantes de la carrera de Técnico En Mecánica Automotriz, podrán analizar y comparar el comportamiento de las diferentes señales eléctricas generadas por los sensores en las fases de funcionamiento Vs. el funcionamiento normal determinado por el fabricante. Además se podrán analizar las señales de la computadora (ECU) y actuadores eléctricos en las diferentes fases de funcionamiento (marcha mínima, etapa de calentamiento, media aceleración, alta aceleración y carga de motor) del vehículo.

Los sensores a analizar forman parte de una serie de sistemas que controlan el adecuado funcionamiento del vehículo, por tal motivo el desarrollo de este proyecto permitirá que los estudiantes lo utilicen en dos de los módulos técnicos de la carrera, que poseen un componente fuerte de electricidad y electrónica (Encendido Electrónico e Inyección Electrónica de combustible)

Así mismo el proyecto permitirá que se beneficien los participantes de los cursos impartidos por el Centro de Gestión Empresarial (CGE) división automotriz, en los cursos de: inyección electrónica y encendido electrónico entre otros.

Con lo anterior daríamos un salto cualitativo en el proceso de formación de nuestros técnicos y participantes de cursos especializados en Encendido e inyección Electrónica.

Además la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE contaría con un equipo didáctico que nos permitiría que varios grupos de alumnos puedan analizar las señales eléctricas de un mismo entrenador(motor en banco)

2.3.Objetivos

A continuación se presentan los objetivos de esta investigación:

2.3.1 Objetivo General:

Desarrollar un equipo didáctico para los laboratorios de encendido e Inyección electrónica que permitan a los estudiantes adquirir las competencias necesarias para diagnosticar los sistemas electrónicos del control del motor.

2.3.2 Objetivos específicos:

- Diseñar y construir un entrenador donde el alumno pueda interactuar con el motor midiendo en tiempo real señales de voltajes, derivaciones, frecuencias, RPM, etc.)
- Involucrar alumnos de segundo año en el proyecto de investigación (12)
- Optimizar los recursos educativos al analizar simultáneamente en tiempo real con varios grupos de alumnos un mismo sensor, a través de los equipos obtenidos como resultado de la investigación.

2.4.Hipótesis

El diseño y construcción de un sistema para entrenamiento en motores de inyección gasolina facilitara a los estudiantes y usuarios en general, la toma de datos y el proceso de análisis de los mismos para lograr una mejora significativa en las competencias desarrolladas en el modulo de inyección a gasolina.

3. ANTECEDENTES

A lo largo del tiempo la EIA ha desarrollado una serie de proyectos que permitan facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje, ante la necesidad del área inyección gasolina de contar con un equipo para la prueba de motores de inyección a gasolina se tomo la iniciativa de diseñar y construir un sistema para entrenamiento en motores de inyección electrónica a gasolina. En apoyo de la dirección de investigación y proyección social.

Para poder realizar el rediseño del banco se reviso el estado de la técnica relacionado con este tipo de entrenadores algunas de las patentes consultadas son:

- **US 6568255 B2 Universal thermal engine simulator** la Fig. 1 muestra el esquema que se encuentra en esta patente

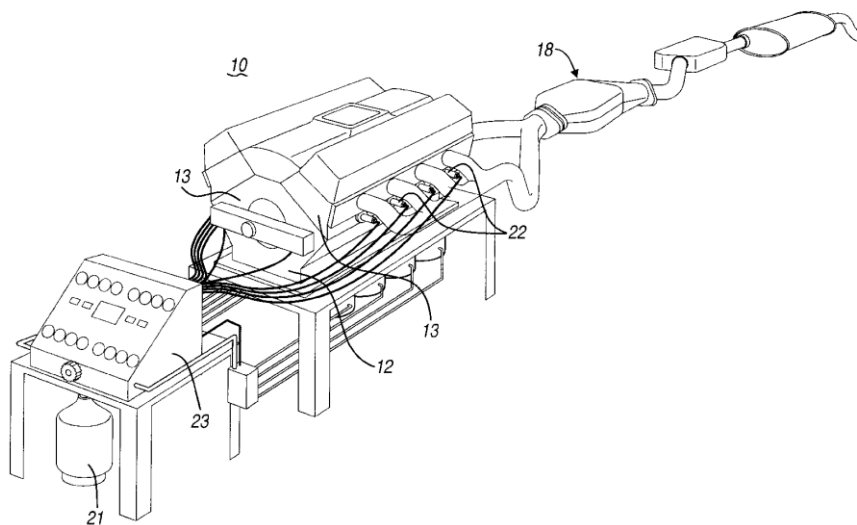


Fig. 1

- **US5585549apid life test system for engine cylinder block”,** la Fig. 2 muestra el esquema que se encuentra en esta patente.

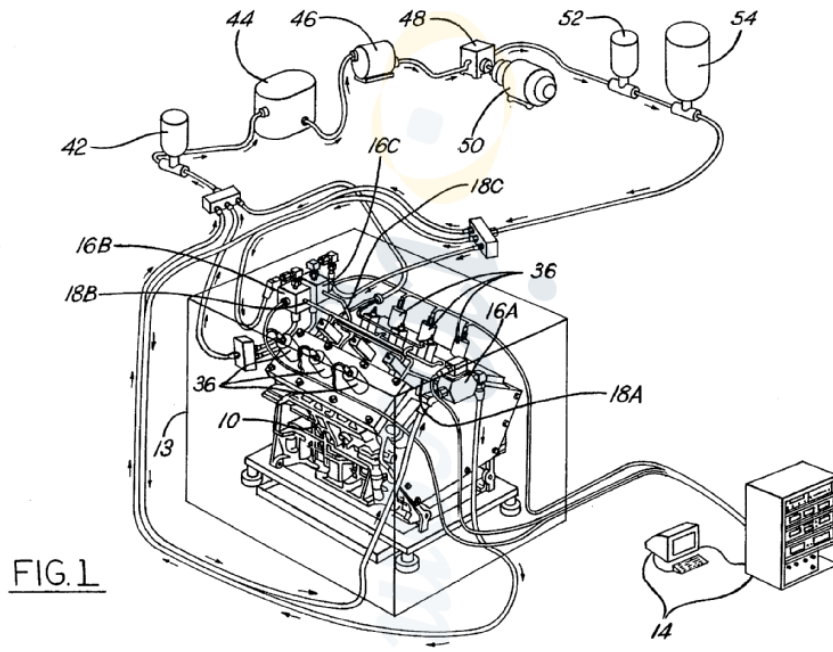


Fig. 2

- US5851007 ENGINE TEST STAND KIT la Fig. 3 muestra el esquema que se encuentra en esta patente.

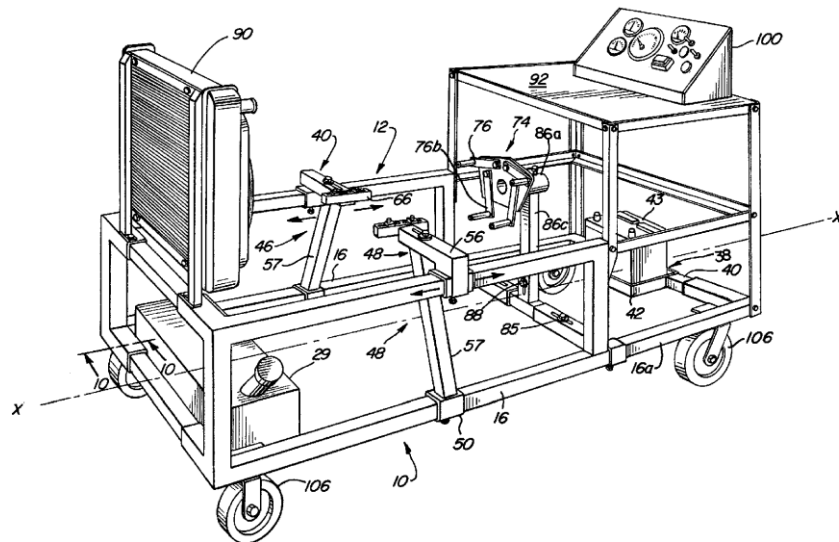


Fig. 3

7. MARCO TEÓRICO

Sistema de encendido electrónico

Para que el motor de combustión interna este funcionando por si mismo, es necesario generar de forma continua con una frecuencia , en algunas condiciones muy elevada, un arco voltaico (chispa) para quemar la mezcla de aire combustible que previamente se ha comprimido, los sistemas antiguos utilizaban para tal función unos ruptores (platinos) que trabajan en base a un movimiento mecánico.

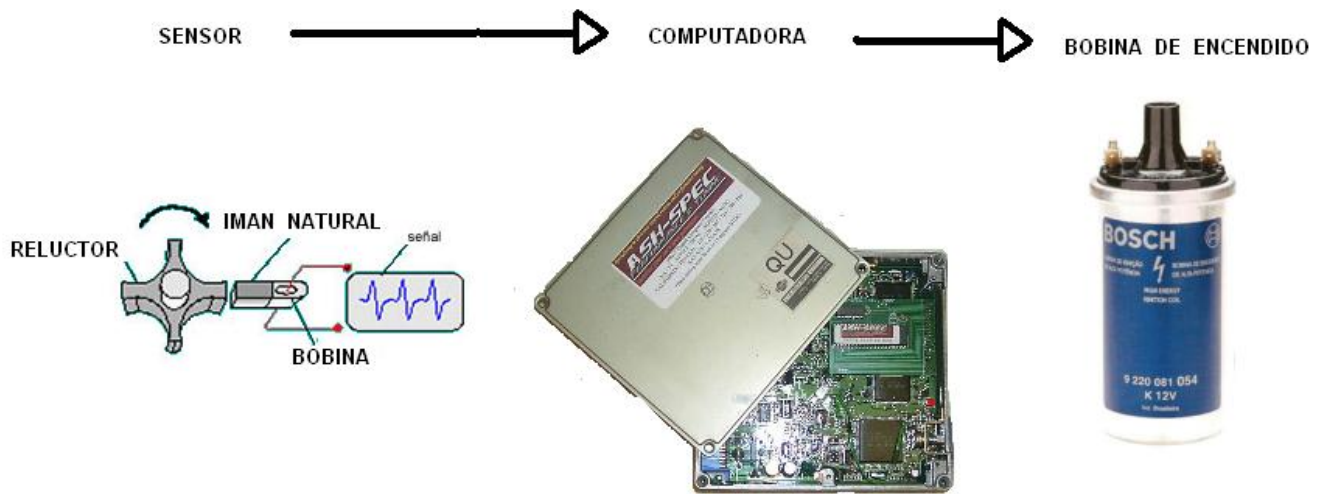
En la actualidad todos los sistemas de encendido instalan un sensor para verificar la posición y velocidad de los pistones dentro del motor, un modulo o una computadora para calcular cuando conectar y desconectar una bobina de encendido (es el elemento eléctrico que genera los arcos voltaicos) con esto se logra un sistema (arco voltaico)mucho mas eficiente.

Bajo el mismo esquema, sensor , computadora y actuador; trabajan los sistemas de inyección electrónica de combustible, gasolina y Diesel. En el sistema de inyección electrónica de combustible son 5 los sensores básicos que envían información a la computadora para que esta tome en cuenta su programación y calcule cuanto tiempo y cuando abrirá los inyectores de combustible(elementos que suministran combustible a los cilindros) .

Sistema control electrónico de encendido e inyección.

La computadora que controla al motor de combustión interna, toma la decisión de conectar y desconectar básicamente dos componentes eléctricos que son: la bobina de encendido para controlar el arco voltaico dentro del cilindro del motor, Los inyectores para controlar la cantidad de combustible que ingresará al motor. Este control electrónico es tan exacto que cualquier falla en cuanto al sensor o la señal eléctrica que debe de recibir la computadora ocasionará una grave problema en el desempeño del vehículo.

Esquema de un sistema de encendido electrónico

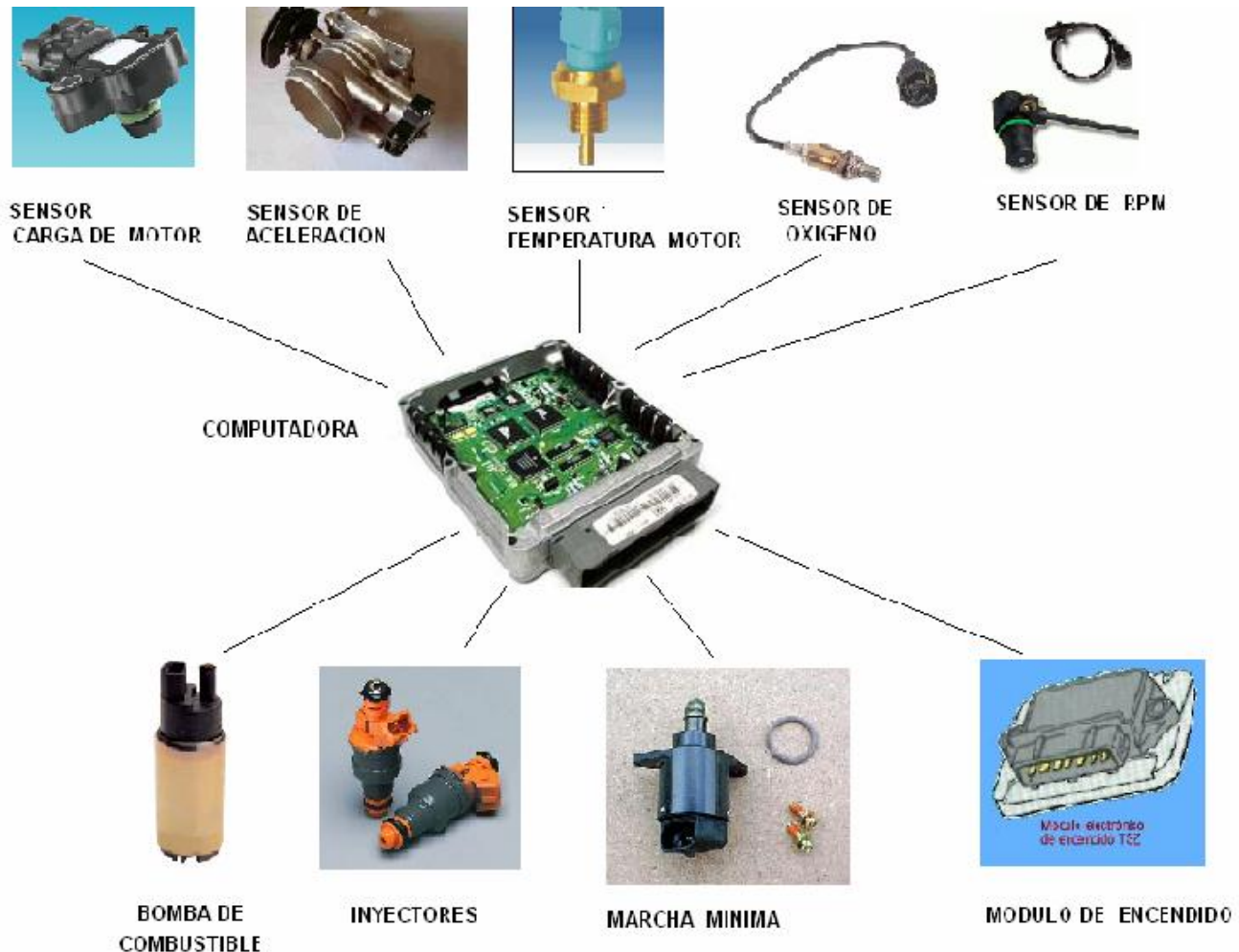


Flujo de información eléctrica es:

El sensor que está instalado en el motor varía la señal eléctrica en base a la velocidad de giro del eje motriz, esta señal es interpretada por la computadora para que esta decida cuando y cuánto tiempo conectará a la bobina de encendido, el tiempo que pasa la bobina de encendido conectada (tiempo de saturación) se conoce como ángulo Dwell.

Cuando el motor aumenta sus RPM es necesario aumentar el tiempo de encendido (tiempo en grados en que se genera un arco voltaico, antes que el pistón se encuentre en su punto muerto superior) este adelanto de chispa de igual manera lo controla la computadora .

Esquema de un sistema de inyección electrónica



Con el entrenador propuesto podremos obtener en tiempo real datos de las señales eléctricas, analizar el comportamiento, y frecuencia de cada uno de los sensores y actuadores.

Es importante analizar las variaciones eléctricas en la señal generada por los sensores. Estas señales eléctricas varían conforme cambia las condiciones de funcionamiento del motor de combustión interna, las fases normales son, fase de calentamiento, marcha mínima, media aceleración, alta aceleración y aceleración en vacío.

Tableta de adquisición de datos.

Interface entre las señales eléctricas que se adquieren del motor de combustión interna y debes de decodificarse de tal manera que sean leídas y procesadas en una computadora de escritorio. La Fig.4 Muestra

una de las tarjetas NI-DAQ USB -6008/6009 utilizadas para la adquisición de datos para ser utilizados junto con el software de LabView para la automatización del banco de pruebas de transmisiones automáticas.

En el Anexo 2 se presenta la guía para la inicialización de estos dispositivos.

Tableta de adquisición de datos



Interfase de señales eléctricas y computadora de escritorio

Fig. 4

Relevadores Automotrices

Son dispositivos electromecánicos que constan de dos componentes eléctricos, una bobina y uno o varios ruptores, la característica de operación de estos componentes es que con poca cantidad de corriente podemos manejar altos valores de corriente.. En el Banco probador de cajas automáticas la aplicación de relevadores es para controlar el sistema de arranque, el sistema de encendido, la bomba de combustible. En la Fig. 5 Se muestra la fotografía de un relevador automotriz con su respectiva simbología de conexión.

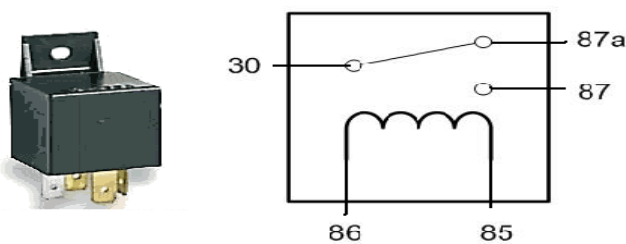


Fig. 5

5. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Diseñar la interface que permita la adquisición de datos desde cada uno de los sensores del vehículo.

Actividades:

Actividad	Resultado
Identificar las características de las señales de los diferentes sensores	Características técnicas de los sensores de cuatro marcas de vehículos
Diseño de los acondicionadores de señal	Diagramas de circuitos electrónicos
Diseño de la Panel	Panel de control
Diseño de la estructura del motor en banco	Motor en banco funcionando correctamente

Arquitectura de ramales eléctricos

Actividad	Resultado
Selección y compra de componentes de la interface y motor	Requisición de compras aprobadas Orden de compras giradas Facturas de los componentes y motor adquiridos
Elaboración de ramal eléctrico	Ramales funcionando correctamente
Desarrollo de pruebas de pérdida de señal	Ramales sin pérdida de señal
Construcción e integración de los prototipos	Prototipo de interface construida

Elaboración del Manual de uso y guías prácticas del equipo didáctico

Actividad	Resultado
Elaboración del Manual del usuario del equipo	Manual para usuario
Diseño y elaboración de Guías de practica	Guías de practicas

6. RESULTADOS

Los resultados que este proyecto pretende alcanzar son:

Esquemas y diagramas de Paneles de interface: en ellos se detallaran las características técnicas y de integración de los componentes.

Prototipo construido y funcionando: este es uno de los resultados más importantes del proyecto ya que este determinara la funcionalidad de la investigación, se pretende realizar pruebas adicionales con al menos dos modelos de motor en banco de distintas marcas.

Manual de uso y guías prácticas: sin lugar a dudas este es un resultado que permitirá al usuario familiarizarse con el prototipo desarrollado, pero sobre todo será un apoyo didáctico en el proceso de formación de los usuarios del producto final de esta investigación.

Determinación de las características de los elementos eléctricos y electrónicos que componen el tablero de control del equipo.

Para poder determinar las características de los elementos eléctricos y electrónicos que componen el tablero fue necesario investigar las características de cada componente y realizar mediciones de voltaje y corriente de consumo, además en algunos fue necesario realizar mediciones de frecuencia.

Los marcadores instalados en el tablero de control serán:

- Marcador de RPM
- Marcador de presión de aceite del motor de combustión interna
- Marcador de temperatura del motor de combustión interna
- Interruptor de ignición y start
- Mando de aceleración y desaceleración del motor de combustión interna

Identificación y Selección de scanner bluetooth y USB

Después de haber determinado las características de señales que estaríamos verificando optamos por este tipo de equipo de exploración un scanner ELM-327 BLUETOOTH Y USB.

Lo que se logra con este tipo de scanner es de obtener en un espectro visual los datos de cada uno de los sensores además conocer el valor de voltaje con los que estos trabajan. Y la ventaja de este tipo de equipo de exploración es que se realiza vía bluetooth.



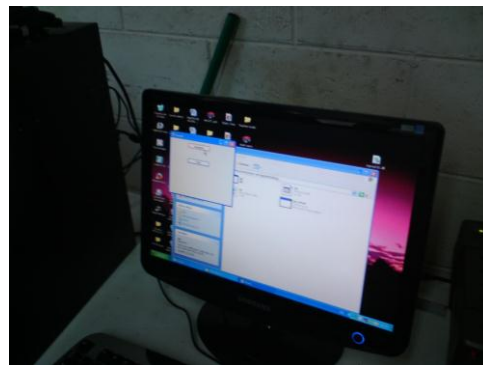
Creación de estructura de banco que sostendrá en motor de combustión interna

Se realizó la estructura metálica para en banco que sostendrá en motor de combustión interna, se trato de dejar de una forma muy estética y compacta para utilizar el menor espacio posible, además de optimizar el recurso material.



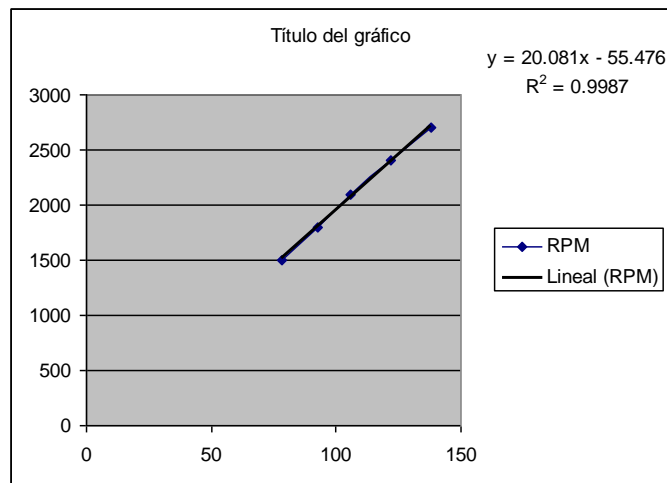
Arrancador de motor vía PC.

Se creó una plataforma en programación para hacer arrancar el motor con alumnos y docente del MEGATEC Zacatecoluca.



Ajuste, transformación datos y calibración de los elementos a utilizar para la automatización

Para poder determinar los valores que emite el CKP fue necesario tomar una serie de datos, los cuales fueron utilizados posteriormente en la calibración de los medidores, que se muestran en la pantalla de la PC correspondiente al programa elaborado para el usuario del equipo.



Grafica 1

HZ CKP	Medidor RPM
78.1	1500
92.6	1800
106	2100
122	2400
138	2700

Tabla 1

7. CONCLUSIONES

La construcción del entrenador para sistemas de encendido e inyección electrónica a gasolina nos permite concluir lo siguiente

- La construcción de este equipo permitirá que las nuevas prácticas que se realicen en el módulo de Encendido electrónico, sistemas de inyección electrónica y sistema de emisiones de gases vehiculares permitirán que se faciliten el proceso de enseñanza aprendizaje de los estudiantes.
- Se logro el identificar el comportamiento de los sensores y actuadores del sistema de inyección y esto nos permite generar las características de funcionamiento de la interface de control
- Las pruebas dinámicas que se realicen en los sistemas electrónicos del motor mostraran los valores de funcionamiento en tiempo real sin tener que hacer la instalación en el vehículo, esto hará menos caro el proceso de diagnostico
- Hemos podido involucrar a alumnos en el proceso de toma de datos diseño y realización del nivel actual del proyecto.

8. GLOSARIO

- **Automatización:** es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos
- **Labview:** es una herramienta gráfica para pruebas, control y diseño mediante la programación. El lenguaje que usa se llama lenguaje G, donde la G simboliza que es lenguaje Gráfico.
- **MITCHELL1 on Demand5:** programa de especificaciones y procesos técnicos para automóviles.
- **Red inalámbrica:** son aquellas que se comunican por un medio de transmisión no guiado (sin cables) mediante ondas electromagnéticas. La transmisión y la recepción se realizan a través de antenas.
- **Señal análoga:** Una señal eléctrica que varia su valor de voltaje con respecto al tiempo o que puede tomar diferentes valores de voltaje
- **Señal digital:** Señal eléctrica que solo toma dos valores de voltaje con respecto al tiempo
- **Termistor:** Componente eléctrico que varia su valor óhmico en base a la temperatura en el caso de los motores de combustión interna es un termistor NTC

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Software

MIchell1 OnDemand5

LabView

National Instruments

Paginas de Internet

http://www.2carpros.com/images-1/transmission_control.jpg

http://lp.espacenet.com/advancedSearch?locale=es_

ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA - FEPADE

VISIÓN

Ser una institución educativa líder en educación tecnológica a nivel nacional y regional, comprometida con la calidad, la empresarialidad y la pertinencia de nuestra oferta educativa.

MISIÓN

Formar profesionales integrales y competentes en áreas tecnológicas que tengan demanda y oportunidad en el mercado local, regional y mundial tanto como trabajadores y empresarios.

VALORES

- Excelencia**
- Espiritualidad**
- Comunicación**
- Integridad**
- Cooperación**

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE

República de El Salvador en la América Central

FORMANDO PROFESIONALES PARA EL FUTURO



Nuestro método "APRENDER HACIENDO" es la diferencia
www.itca.edu.sv