

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA

INGENIERIA AUTOMOTRIZ

**TEMA: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS
PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE
INYECTORES DE MOTOCICLETAS MONOCILÍNDRICAS”**

AUTORES: ALANGASI EDGAR
UTRERA CARLOS

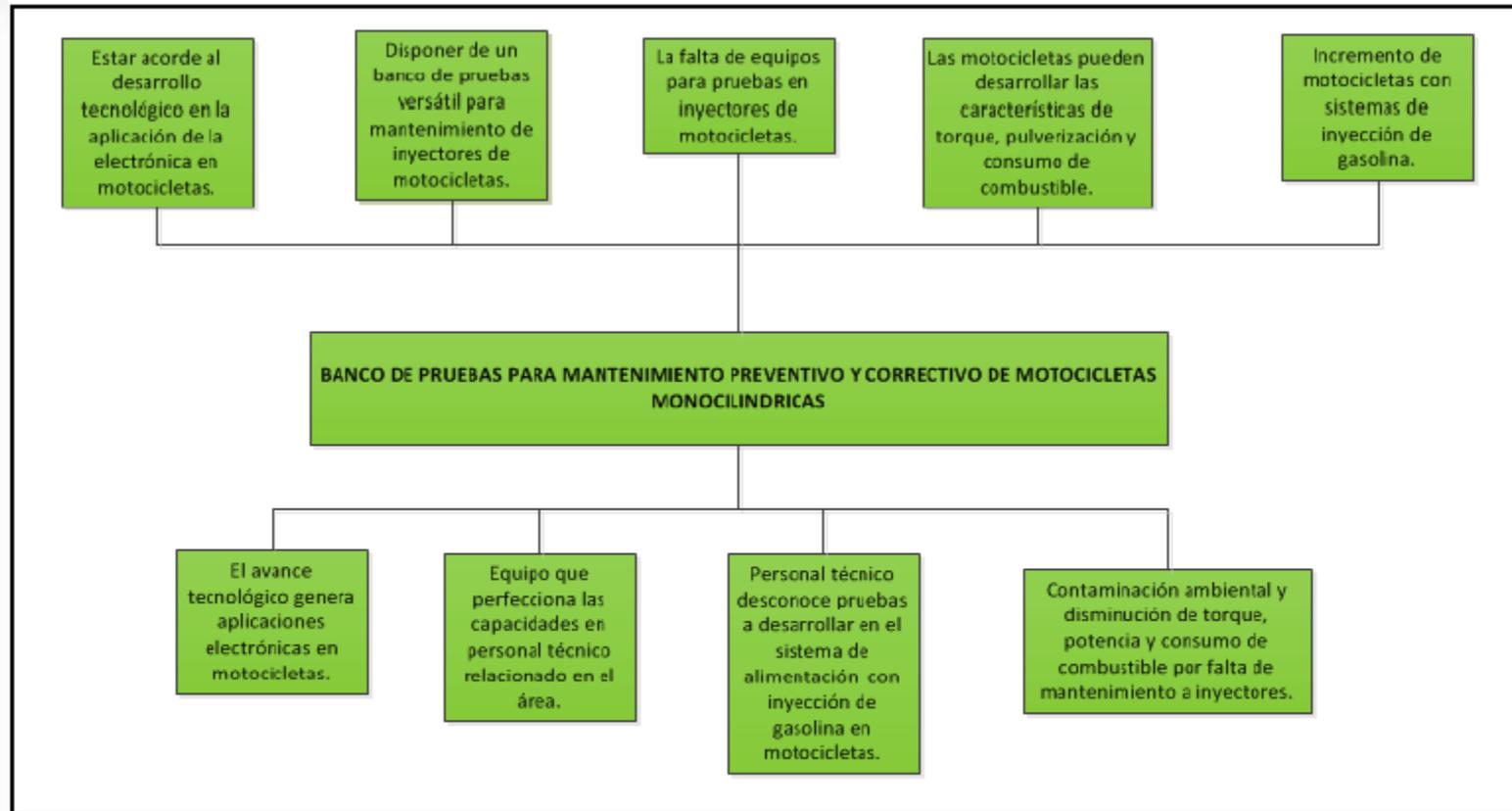
DIRECTOR: ING. ERAZO GERMÁN
CODIRECTOR: ING. QUIROZ LEONIDAS.

RESUMEN

La investigación realizada considera el diseño y construcción de un banco de pruebas para el mantenimiento preventivo y correctivo de inyectores de motocicletas monocilíndricas. El mismo que permite estar a la par con las nuevas tendencias en sistemas de alimentación de combustible completamente electrónicas aplicadas en motocicletas.



DEDUCCIÓN DEL PROBLEMA



Fuente: Los Autores.

Figura 1. 1 Árbol del problema.

Objetivo General:

- ✓ Diseñar y construir un banco de pruebas para el mantenimiento preventivo y correctivo de inyectores de motocicletas monocilíndricas, que permita realizar un correcto diagnóstico del sistema.

Objetivos Específicos:

- ✓ Implementar el sistema de distribución de combustible que soporte las presiones de operación.
- ✓ Seleccionar los elementos electrónicos para elaborar el módulo de control para desarrollar las diferentes pruebas de operación del inyector.
- ✓ Generar estrategias de operación anchos de pulso a diferentes revoluciones de acuerdo a la prueba que se desee realizar.
- ✓ Seleccionar los elementos mecánicos para generar las condiciones de operación del sistema hidráulico.
- ✓ Desarrollar pruebas de operación y funcionamiento de varios tipos de inyectores en motocicletas.



JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En un sistema de inyección electrónica la atomización de combustible es la parte importante de la dosificación de gasolina al motor para producir una combustión correcta, y el hecho de que el inyector presente algún defecto producirá pérdida de potencia, ahogamiento, inestabilidad en la marcha mínima, problemas al arrancar, consumo extra de combustible y la emisión de gases no combustionados al medio ambiente.

Al diseñar y construir el banco de pruebas se busca alternativas eficientes de mantenimiento preventivo y correctivo para preservar la vida útil del inyector.

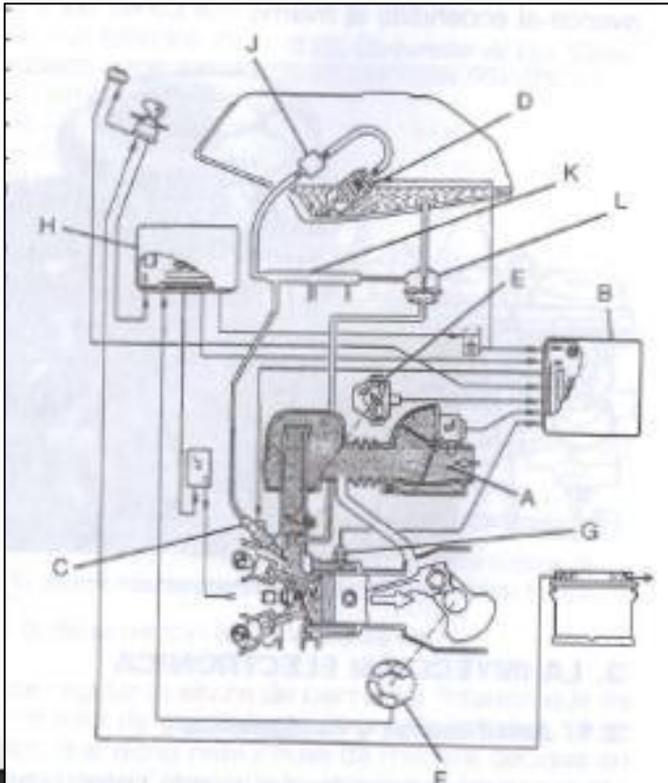
El desarrollo de la presente investigación genera una alternativa en la construcción de equipos de pruebas en el área automotriz específicamente en motocicletas siendo una solución innovadora a nivel de ingeniería que permita disponer un mejor rendimiento del motor de combustión de motocicletas en competiciones en el uso cotidiano.

MARCO TEÓRICO

FUJISAWA, H. (1988) “Durante la implementación del control de las emisiones, las motocicletas fueron consideradas como una porción muy pequeña del total de las emisiones. Por consiguiente, los controles d emisiones no eran aplicados o sólo se hacía de una manera muy lenta y el sistema de inyección de combustible no se requería para el control de emisiones en la motocicleta.”



ARIAS-PAZ, M.(2003) “Las crecientes exigencias del usuario hacia su vehículo, en lo que se refiere a prestaciones y economía, han llevado a los fabricantes a agotar las posibilidades de los sistemas tradicionales de alimentación.



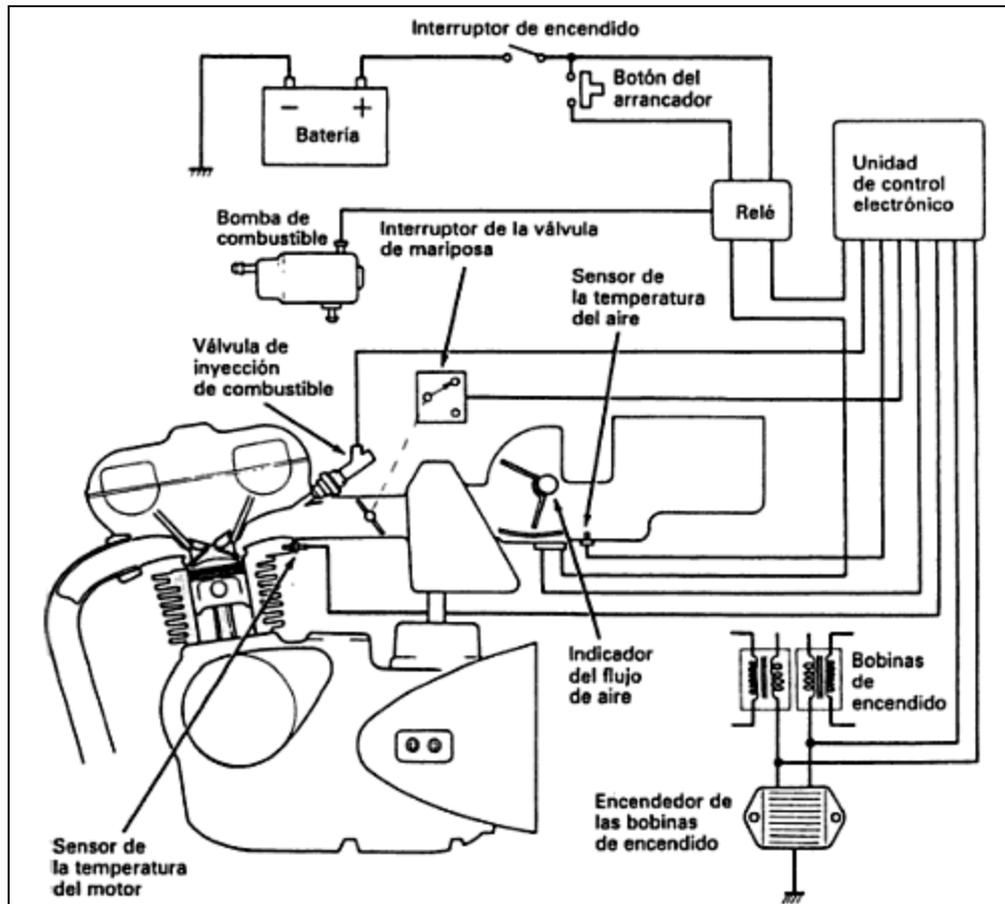
ARIAS-PAZ, M.(2003) Aparte de todo esto, la ventaja fundamental de un sistema electrónico de inyección, se basa en que se adecúa estrictamente a las órdenes que se le hayan grabado previamente en la memoria de la unidad computarizada central, auténtico cerebro de todo el conjunto. En resumen, un motor actual dotado de este refinamiento, consigue mayor potencia, acompañada de una significativa reducción en el consumo, motivada por el mejor aprovechamiento de la gasolina.”

Tabla 2. 1 Comparaciones entre sistemas de alimentación.

	INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE	CARBURADOR
Control de la relación de aire-combustible	<p>Puede ajustar A/C por los cambios en las condiciones del motor y del tiempo.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ajuste A/C para cumplir con las emisiones. 2. Aun cuando la temperatura y la presión atmosférica cambie, se ajusta de acuerdo a ello. 3. Si el motor no requiere combustible durante la desaceleración, puede cortar el suministro para ahorrar combustible. 	<p>No puede cambiar A/C una vez decididos los ajustes.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Necesita un ajuste de carburador apropiado para todas las estaciones. El ajuste debe cubrir varias condiciones. 2. Si el ajuste estándar no puede cubrir todas las condiciones, necesita mecanismos adicionales, como bombas de aceleración, enriquecedores, etc.
El costo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Más caro que el carburador debido a la cantidad de componentes. 2. El número de componentes aumenta y el sistema es complejo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Más barato que la inyección de combustible, pero si requiere mecanismos adicionales, entonces el costo está cerca de la inyección de combustible. 2. El número de componentes es menos y es un sistema simple
El mantenimiento	El mantenimiento es difícil debido al número de partes y a la complejidad del sistema.	El sistema es simple y fácil de mantener.
Búsqueda de averías	La búsqueda de averías es difícil debido al número de partes. Se necesita conocimiento del sistema.	El sistema es simple y fácil de reparar.

Fuente: FUJISAWA, H.(1988)

CONTROL ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE INYECCIÓN EN MOTOCICLETAS



Sensores: un sensor es aquel que transforma una señal física en variaciones de voltaje.

Unidad de control electrónica: son dispositivos que reciben las señales eléctricas provenientes de los sensores, y como su nombre lo indica son los que calculan la cantidad de gasolina que se necesita según la masa de aire medida o sensada.

Actuadores: son elementos electromagnéticos que reciben la señal eléctrica de los calculadores para que esta se transforme en un movimiento mecánico.

COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN EN MOTOCICLETAS

Depósito de alimentación



Bomba de combustible



Regulador de presión



Elemento filtrante



Ductos de traslado de combustible



Inyectores para motocicletas

Los inyectores son dispositivos electromagnéticos los mismos que dosifican el combustible en el múltiple de admisión y en otros casos dosifican combustible en la cámara de combustión.

En el caso de las motocicletas se usa el sistema donde el inyector dosifica combustible en el múltiple de admisión.

FUJISAWA, H.(1988) “Los inyectores para las motocicletas requieren una demanda más severa en sus características comparados con los inyectores para automotores.”



MANTENIMIENTO

Se define como mantenimiento a un conjunto de actividades que deben realizarse a equipos o máquinas, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que los mismos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados.

Mantenimiento Preventivo

Este tipo de mantenimiento tiene su importancia en que se realiza inspecciones periódicas sobre los equipos, teniendo en cuenta que todas las partes de un mecanismo se desgastan en forma desigual y es necesario atenderlos para garantizar su buen funcionamiento.

Mantenimiento Correctivo

Este tipo de mantenimiento va encaminado a corregir una falla que se presente en determinado momento. Se puede asegurar que el equipo es el que determina cuando se debe detener. Su función principal es poner en marcha el equipo lo más rápido posible y al mínimo costo posible.

LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO A INYECTORES

Aditivos limpiadores de inyectores

Líquido presurizado para la limpieza de inyectores

Limpieza mediante laboratorio



“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE INYECTORES DE MOTOCICLETAS MONOCILÍNDRICAS”

LEVANTAMIENTO DE REQUERIMIENTOS

El banco de pruebas para inyectores dispone de las siguientes características:

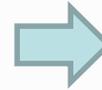
- ✓ Prueba de inyectores de 1 a 2.
- ✓ Variación de rpm de 500 a 7500.
- ✓ Presión de operación de 0-28 PSI.
- ✓ Accesorios de fácil montaje.
- ✓ Depósito de combustible.
- ✓ Sistema de drenaje mediante electroválvula.
- ✓ Probetas de llenado de 200ml.
- ✓ Voltaje de operación de 110V-4A.
- ✓ Transformador de corriente alterna a corriente continua 12V.
- ✓ Medición del sistema de presión mediante un manómetro.

Requisitos en base al ambiente de trabajo

Capacidad de trabajo en condiciones severas sean estas variaciones de temperatura, vibraciones y ambientes sucios y húmedos.

Requisitos en base al desempeño solicitado

Alta velocidad de procesamiento y ejecución de pruebas.
Control de tiempos en pruebas determinadas por el usuario para no causar daños al elemento de prueba.
Visualización legible y precisa de la prueba que se realiza.
Aplazar la vida útil con un mantenimiento continuo.



Requisitos en base a especificaciones de potencia

Control electrónico de amperaje, el mismo que permite probar sin riesgos cualquier tipo de inyector de cualquier resistencia sin necesidad de seleccionar el voltaje.
Protección en las líneas principales de alimentación cuando se generen variaciones de voltaje.
Distribución de la línea de alimentación de forma adecuada y precisa mediante regulador de voltaje.



DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

Los componentes que conforman el sistema permiten:

El control del cierre y apertura del inyector variando el ancho de pulso y las revoluciones llevándolo al ciclo real de trabajo.

Controlar electrónicamente la variación de presión de la bomba de combustible mediante la modulación del ancho de pulso.

Realizar las distintas fases de trabajo del inyector como lo son pulverización, estanqueidad y caudal.

Realizar un drenaje netamente controlado por una electroválvula mediante un tiempo determinado.

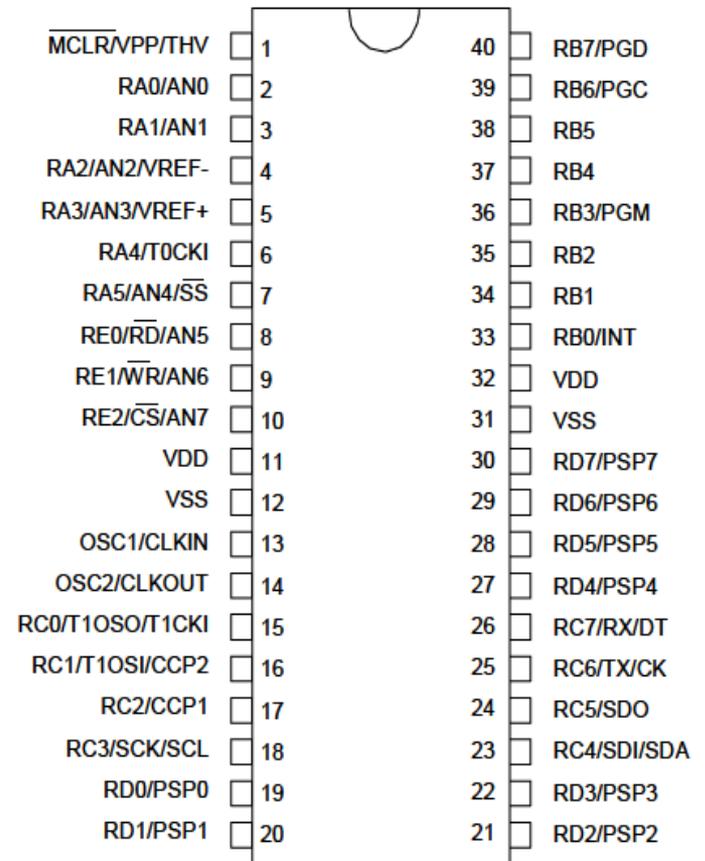
Limpieza de agentes contaminantes mediante tina ultrasónica.

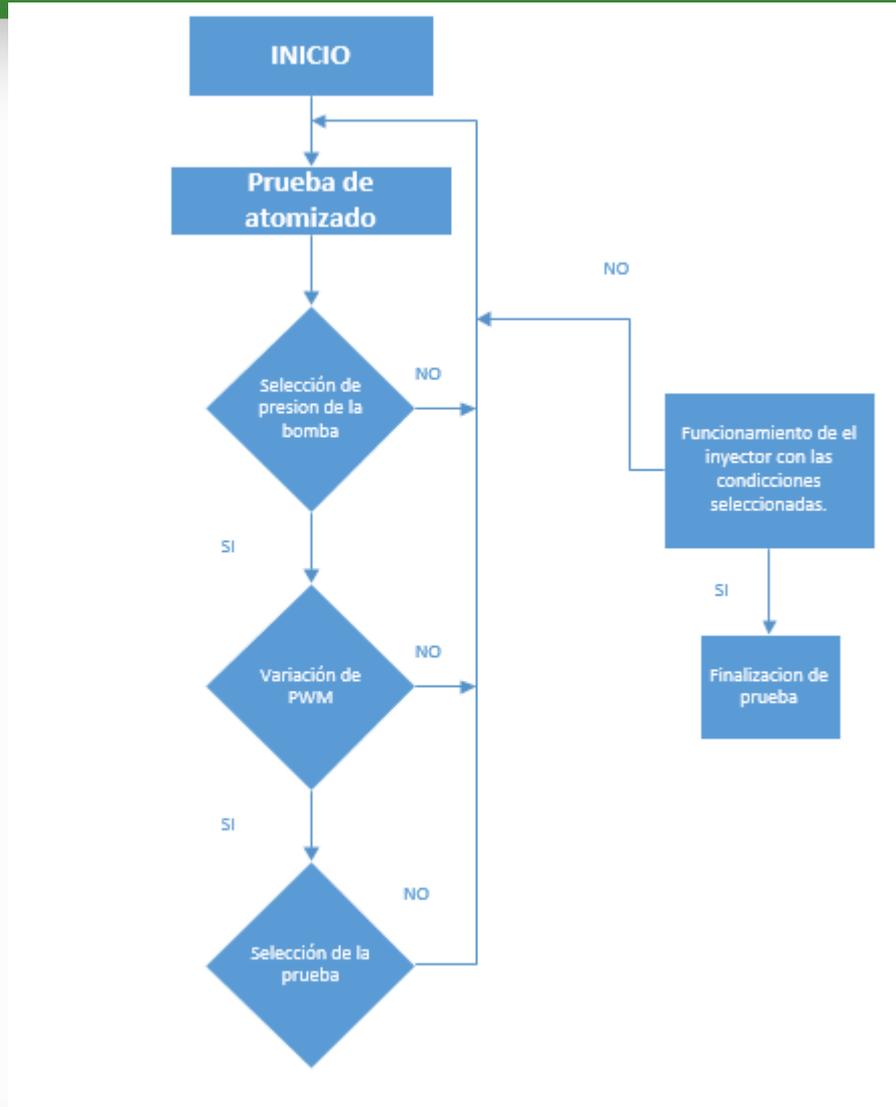


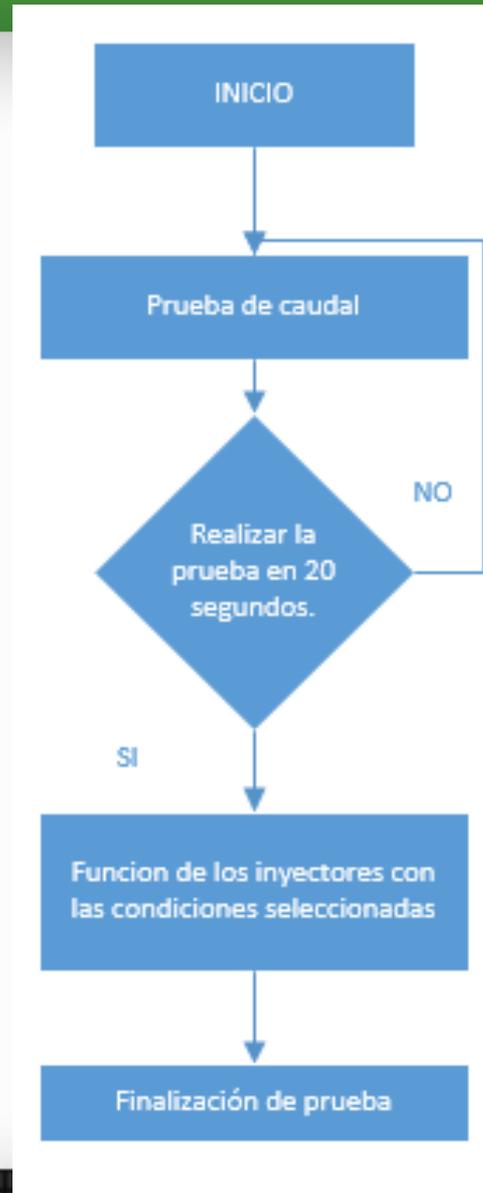
SISTEMA DE CONTROL

Microcontrolador principal

HERRERA, D.(2014) “Se denomina microcontrolador a un dispositivo programable capaz de realizar diferentes actividades que requieran del procesamiento de datos digitales y del control y comunicación digital de diferentes dispositivos.”







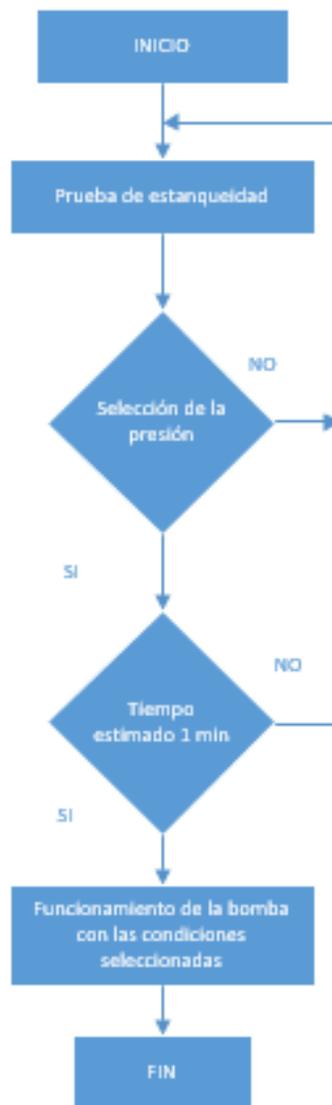


Tabla 4. 1 Características principales del PIC

CARACTERÍSTICAS	16F877
Frecuencia máxima	DX-20MHz
Memoria de programa flash palabra de 14 bits	8KB
Puertos E/S	A,B,C,D,E
Número de pines	40
Interrupciones	14
Timers	3
Líneas de entrada de CAD de 10 bits	8
Juego de instrucciones	35 Instrucciones
Longitud de la instrucción	14 bits
Arquitectura	Harvard
Canales Pwm	2

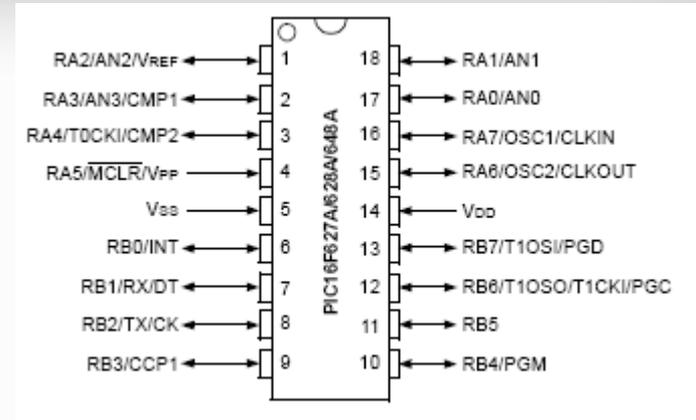
Fuente: HERRERA, D. (2014)

Microcontroladores secundarios

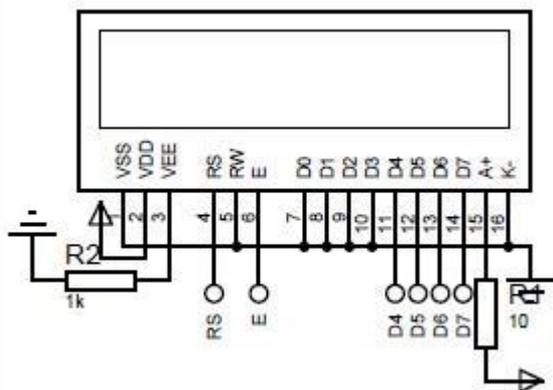
El PIC16F628A es un microcontrolador de 8 bit, posee una arquitectura RISC avanzada así como un juego reducido de 35 instrucciones.

Características principales:

- Conjunto reducido de instrucciones (RISC). Solamente 35 instrucciones que aprender a utilizar
- Oscilador interno de 4MHz
- Opera con una frecuencia de reloj externa de hasta 20 MHz (ciclo de máquina de 200 ns)
- Memoria de programa: 2048 locaciones de 14 bits
- Memoria de datos: Memoria RAM de 224 bytes (8 bits por registro)
- Memoria EEPROM: 128 bytes (8 bits por registro)
- Stock de 8 niveles
- 16 Terminales de I/O que soportan corrientes de hasta 25 mA
- 3 Temporizadores
- Módulo de comunicación serie (Usart)
- Módulo CCP (captura/comparación/PWM)
- 2 Comparadores analógicos, una referencia de voltaje programable salida lógica CMOS. Los pines RA0-RA3 sirven de entrada para el comparador analógico.



Módulo de Visualización LCD



Los módulos LCD están compuestos básicamente por una pantalla de cristal líquido y un circuito microcontrolador especializado el cual posee los circuitos y memorias de control necesarias para desplegar el conjunto de caracteres ASCII. La lógica de control se encarga de mantener la información en la pantalla hasta que ella sea sobre escrita o borrada en la memoria RAM de datos.

Tabla 4. 2 Resumen de pines del LCD.

Pin número	Símbolo	Función
1	Vss	Tierra o Masa
2	Vdd	Alimentación
3	Vo	Voltaje de ajuste de contraste
4	R/S	Selección de Dato/comando
5	R/W	Lectura/Escritura
6	E	Habilitador
7	D0	1ª línea de datos (LSB)
8	D1	2ª línea de datos
9	D2	3ª línea de datos
10	D3	4ª línea de datos
11	D4	5ª línea de datos
12	D5	6ª línea de datos
13	D6	7ª línea de datos
14	D7	8ª línea de datos
15	A	Alimentación Backlight +3.5V a +5V
16	K	GND del Backlight

SISTEMA DE CONTROL DE POTENCIA

Transistores

El transistor es un dispositivo electrónico que puede cumplir las funciones de amplificador, oscilador y conmutador. Para el manejo de cargas de potencia alta en corriente directa, se encuentran más difundidas las tecnologías BJT (transistor de unión bipolar), IGBT (transistor bipolar de compuerta aislada) y MOSFET (transistor de efecto de campo de semiconductor metal – óxido).

Para la tarjeta de control se usa los transistores IRFIZ44N que tienen las siguientes características:

N: es el canal

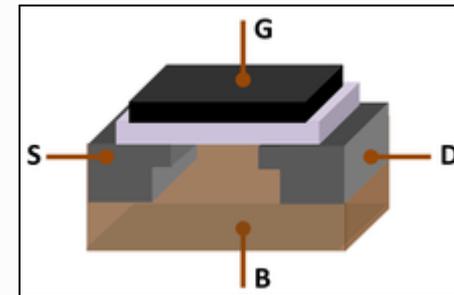
31: corriente $I_d(A)$

55: tensión V_{ds} (V)

45: potencia P_d (W)

0,024: resistencia $R_{ds(on)}$

TO-220: encapsulado



Estados del mosfet

Estado de corte: cuando la tensión de la puerta es idéntica a la del sustrato.

Estado de no conducción: ninguna corriente fluye entre fuente y drenado aunque se aplique una diferencia potencial entre ambos.

Conducción lineal: la diferencia de potencial entre fuente y drenado da lugar a la corriente. El transistor es como una resistencia controlada por la tensión de la puerta.

Saturación: cuando la tensión entre drenador y fuente supera cierto límite.

SISTEMA DE CONTROL DE POTENCIA

Bomba de alimentación de combustible



Tabla 4. 3 Características de la bomba de combustible.

Presión de prueba	5 bar
Caudal	2.5 ltr/min
Corriente	5A
Voltaje nominal	12V

Fuente: Los Autores

Electroválvula de drenaje



Tabla 4. 4 Características de las electroválvulas de drenaje.

Tolerancia de voltaje	±10%
Rango de temperatura del líquido	-20°C a +50°C
Ciclo útil	100%
Voltaje estándar	110-230VAC
Corriente	58 mA

Fuente: Los Autores

SISTEMA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA

Transformador eléctrico



Tabla 4. 5 Especificaciones técnicas del transformador.

CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR GEEI76X33

VOLTAJE DE TRABAJO	110/220V IN y 12V-0-12V OUT
FRECUENCIA	60/50 Hz
CORRIENTE	4 A

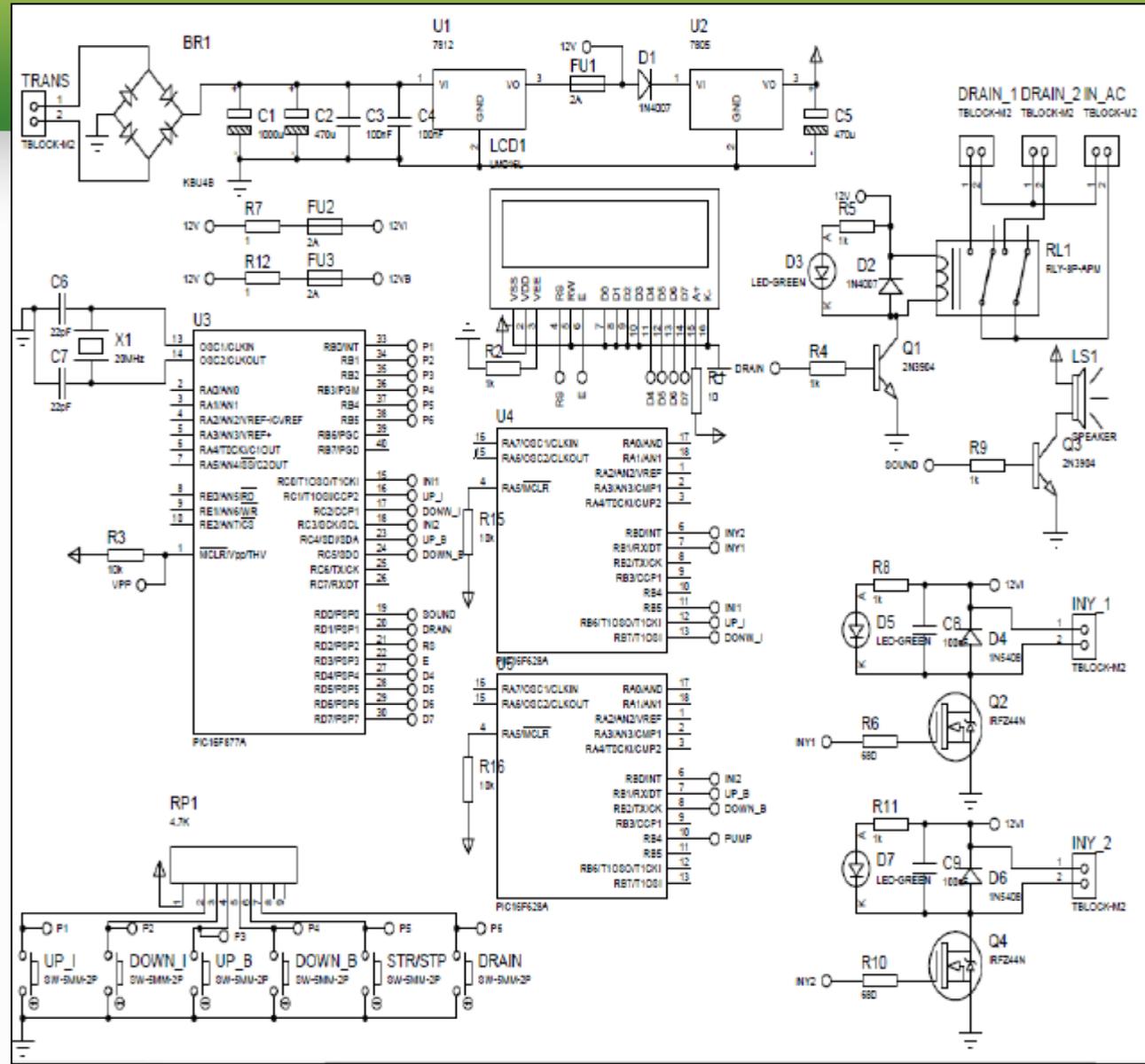
Fuente: Los Autores.

Protección contra cortocircuitos

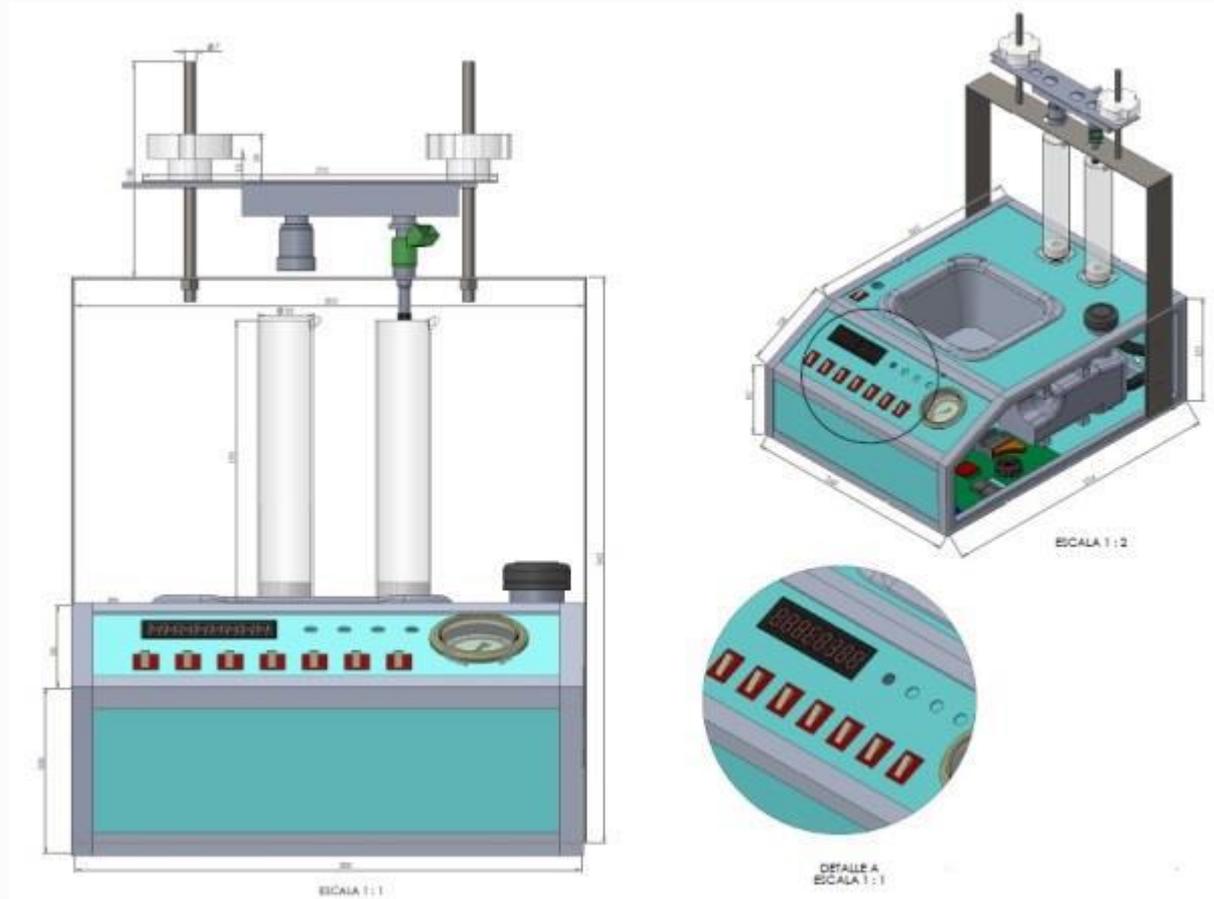


Los fusibles lentos funden en un segundo para $I = 5 I_f$
Los fusibles rápidos funden en un segundo para $I = 2,5 I_f$
Los de acompañamiento funden en un segundo para $I = 8 I_f$

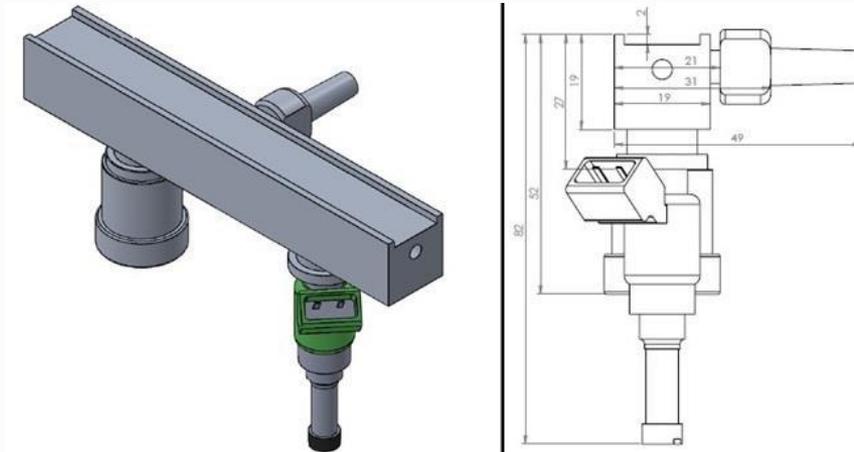
DIAGRAMA GENERAL



CONSTRUCCIÓN DEL BANCO CON TODOS SUS COMPONENTE



CONSTRUCCIÓN DEL BANCO CON TODOS SUS COMPONENTE



$$e = \frac{P \times D}{2 \times \delta t}$$

Fuente: Norton, L. (2011)

Ecuación 4. 3 Cálculo del espesor del material.

Donde:

e es el espesor requerido.

P es la presión del sistema.

D es el diámetro externo (mm).

δt es el esfuerzo de trabajo del material a utilizar.

Tabla 4. 6 Composición química del aluminio 1050 A.

	%Si	% Fe	% Cu	% Mn	% Mg	% Zn	% TI
1050 A	0,25	0,40	0,05	0,05	0,05	0,07	0,05

Fuente: Los Autores.

CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA INTERNA Y EXTERNA DEL BANCO DE PRUEBAS.

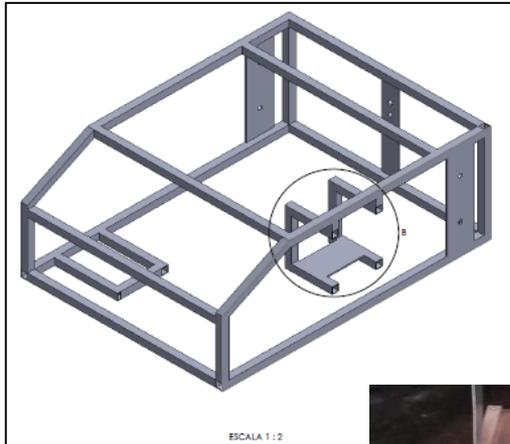


Tabla 4. 7 Composición química del ASTM A-36

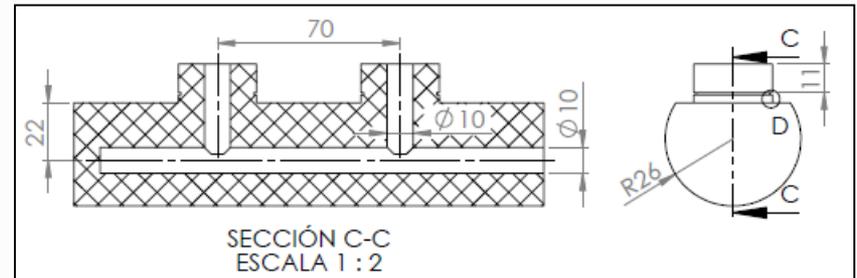
Elementos	%
Carbono (C)	0,25-0,29
Cobre (Cu)	0,20
Hierro (Fe)	98,0
Manganeso	1,03
Fosforo (P)	≤ 0,04
Silicio (Si)	0,28
Azufre (S)	≤ 0,05

Fuente: NORTON, R.(2011)

SELECCIÓN DE ACCESORIOS ELECTROMECÁNICOS Y MECÁNICOS DEL BANCO DE PRUEBAS.



Probetas



Sistema de drenaje



SELECCIÓN DE ACCESORIOS ELECTROMECAÑICOS Y MECÁNICOS DEL BANCO DE PRUEBAS.

Líneas del sistema de alimentación

Requisitos de aplicación de las Mangueras

Medida (tamaño)

Máxima presión de trabajo

Temperaturas de operación

Compatibilidad con los fluidos

Radio mínimo de doblamiento

Condiciones ambientales



Tabla 4. 9 Designación de mangueras.

Tipo de Mangueras	Nivel de Presión
XT- MANGUERA-3 Cuatro espiras	Alta presión: 17500-28000 kPa (2500-4000 psi)
XT- MANGUERA-5(Cuatro/seis espirales)	Alta presión 41400 kPa Alto (5000 psi)
XT- MAGUERA-6 (Seis espirales)	Alta presión 41400 kPa (6000 psi)
716 (una capa de alambre trenzado)	Media – baja presión: 4300 de 19000 kPa (625-2750 psi)
844 (para succión hidráulica)	Baja presión: 690-2070 kPa (100-300 psi)
556 (una capa de alambre trenzado)	Media – baja presión: 1725-10350 kPa (500-3000 psi)
1130 (admisión de aire de motores/aire frenos)	Media-baja presión: 1725 – 10350 kPa (1250 – 3000 psi)
1028 (termoplásticos)	Mediana presión: 8620-207000 kPa (2250-5000 psi)

Fuente: Los Autores.

SELECCIÓN DE ACCESORIOS ELECTROMECAÓNICOS Y MECÁNICOS DEL BANCO DE PRUEBAS.

Manómetro de presión

Para determinar el instrumento de medición que se utiliza en el banco de pruebas es necesario determinar los parámetros de presión de trabajo del equipo, ya que a un manómetro se lo selecciona por su rango de precisión y las presiones de operación con las que trabaja.



CONCLUSIONES

Concluida la presente investigación ponemos en consideración de quienes interese este trabajo como fuente de información.

- ✓ Se diseñó y construyó un banco de pruebas versátil para realizar el mantenimiento adecuado a inyectores de motocicletas.
- ✓ Se implementó de manera favorable el sistema de distribución de combustible que soporta todas las diferentes presiones del banco de inyectores.
- ✓ Se seleccionó todos los elementos electrónicos vigentes para realizar el módulo de control para las diferentes pruebas de operación que soporta el inyector.
- ✓ Se generó las diferentes estrategias para la generación del ancho de pulso (PWM) a diferentes revoluciones para el lavado de los inyectores en sus diferentes pruebas.
- ✓ Se realizó diferentes pruebas de funcionamiento de varios tipos de inyectores de motocicletas.
- ✓ La visualización en la pantalla LCD permite claramente observar las diferentes pruebas y todo lo que se puede controlar en el banco.
- ✓ El sistema de drenaje construido permite la evacuación del líquido de la limpieza de los inyectores con la eficiencia deseada.
- ✓ La estructura del banco de pruebas realizada cumple con todas las expectativas necesarias para la realización de las pruebas en perfectas condiciones.

RECOMENDACIONES

- ✓ Desarrollar más aplicaciones con microcontroladores ya que son utilizados en la industria automotriz en la actualidad.
- ✓ Se recomienda realizar una inspección de fugas en el sistema de alimentación del banco de pruebas.
- ✓ No se debe utilizar el líquido de limpieza ultrasónica para realizar pruebas en los inyectores.
- ✓ El banco debe estar en un lugar con ventilación adecuada.
- ✓ No se debe utilizar la tina ultrasónica sin el líquido de pruebas.
- ✓ El banco de pruebas debe estar conectado a una fuente de 110V.
- ✓ Generar información sobre este sistema de alimentación en las motocicletas de alta gama para mayor facilidad de su manipulación y mantenimiento.
- ✓ No se debe mezclar el líquido de limpieza de inyectores con el líquido de pruebas.
- ✓ No se debe utilizar líquidos que no especifique en el manual del usuario.

Gracias por su atención

Fin.

AGOSTO - 2014