

**RESTAURACIÓN DE BANCOS DE PRUEBA DE INYECCIÓN A GASOLINA**

**FERNANDO AGUILAR TRUJILLO  
ALEJANDRO ARBOLEDA CARMONA  
YOHAN EMEL MONTIEL ESPINOSA**

**TRABAJO DE GRADO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
TECNOLOGÍA MECÁNICA AUTOMOTRÍZ  
MEDELLÍN  
2014**

## Contenido

INTRODUCCIÓN.....	5
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	6
2. JUSTIFICACIÓN.....	7
3. OBJETIVOS.....	8
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	8
3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	8
4. MARCO TEÓRICO.....	9
4.1. HISTORIA Y DEFINICIÓN.....	9
4.2. SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA (ECU Y SENSORES).....	10
4.3. TIPOS DE SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA.....	13
4.4. FALLAS Y DIAGNÓSTICO EN EL SISTEMA DE INYECCIÓN.....	13
4.5. LOS INYECTORES ELECTRÓNICOS.....	15
4.6. BOMBA DE COMBUSTIBLE.....	16
4.7. MATRIZ DOFA.....	17
5. METODOLOGÍA.....	19
5.1 CLASIFICACION.....	19
5.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	19
5.3 FUENTES DE INFORMACIÓN.....	19
5.4 CLASIFICACION DE LOS BANCOS.....	19
6. ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LOS BANCOS DE PRUEBA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO.....	21
6.1. DEBILIDADES.....	21
6.2. OPORTUNIDADES.....	21
6.3. FORTALEZAS.....	22
6.4. AMENAZAS.....	22
6.5. ESTRATEGIAS.....	22
6.5.1. Estrategias DO (Debilidades-Oportunidades).....	22
6.5.2. Estrategia FO (Fortalezas-Oportunidades).....	22
6.5.3. Estrategia FA (Fortaleza-Amenaza).....	22
6.5.4. Estrategia DA (Debilidades- Amenazas).....	23
7. IDENTIFICACIÓN ELEMENTOS AVERIADOS Y OBSOLETOS QUE REQUIERAN CAMBIO O REFORMA.....	25
7.1. ELEMENTOS DIAGNOSTICADOS.....	25
7.2. IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS OBSOLETOS Y AVERIADOS.....	26
8. ENSAMBLE FINAL PARA SU ENTREGA.....	31
9. MANUALES DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LOS BANCOS.....	35
10. PRESUPUESTO Y RECURSOS.....	48
11. TRABAJOS FUTUROS.....	49
BIBLIOGRAFIA.....	50
CIBERGRAFIA.....	51



## LISTA DE IMAGENES

Imagen 1 Diagrama de sistema de inyección electrónica.....	9
Imagen 2 Partes del Inyector .....	16
Imagen 3 Seccionado Bomba de Combustible .....	17
Imagen 4 Banco de Prueba 1. Autor .....	25
Imagen 5 Banco Microjet. Autor .....	25
Imagen 6 Circuito Electronico Microjet. Autor .....	26
Imagen 7 Bomba de banco de prueba 1. Autor .....	26
Imagen 8 Banco de Prueba 1. Autor .....	27
Imagen 9. Inyectores Banco de Prueba 1. Autor .....	27
Imagen 10 Circuito Electrónico Banco de Prueba 1. Autor .....	28
Imagen 11 Circuito Electrónico Banco de Prueba 1. Autor .....	28
Imagen 12 Bomba de Combustible Banco de Prueba 2. Autor .....	29
Imagen 13 Estructura Banco de Prueba 2. Autor.....	29
Imagen 14 Inyectores banco de prueba 2. Autor .....	29
Imagen 15 Circuito Electrónico Banco de Prueba 2. Autor .....	30
Imagen 16 Circuito Electrónico Banco de Prueba 2. Autor .....	30
Imagen 17 Banco de prueba FAY 001. Autor .....	31
Imagen 18 Banco de prueba 1. autor .....	31
Imagen 19 Banco de prueba 2. Autor.....	32
Imagen 20 Banco de prueba FAY 002. Autor.....	32
Imagen 22 Micro procesador tarjeta Arduino. Autor.....	33
Imagen 21 Circuito electronico banco FAY 001 y 002. Autor.....	33
Imagen 23 Elementos de Entrada y Salida de datos. Autor.....	33
Imagen 24 Alimentación Arduino. Autor.....	34
Imagen 25 Alimentación de Inyectores y Bomba. Autor .....	34
Imagen 26 Estructura base de los banco FAY 001 y 002. Autor.....	39
Imagen 27 Estructura banco FAY 001 y 002. Autor .....	39
Imagen 28 Elemetos de entrada / salida banco FAY 001 y 002. Autor .....	40
Imagen 29 Tarjeta Arduino Leonard.....	46

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Sensores. <i>Autor</i> .....	12
Tabla 2 Actuadores. <i>Autor</i> .....	12
Tabla 3 Fallas y Diagnostico Sistema de Inyección. <i>Autor</i> .....	15
Tabla 4 Matriz DOFA. <i>Autor</i> .....	24
Tabla 5 Lista de Chequeo Inyectores Corsa. <i>Autor</i> .....	28
Tabla 6 Lista de Chequeo Inyectores Ford. <i>Autor</i> .....	30
Tabla 7 Elementos de Entrada y Salida de Datos. <i>Autor</i> .....	40
Tabla 8 Lista de Elementos Electrónicos. <i>Autor</i> .....	46
Tabla 9 Presupuesto y recursos. <i>Autor</i> .....	48

## LISTA DIAGRAMAS

Diagrama 1 Prueba Conicidad. <i>Autor</i> .....	43
Diagrama 2 Prueba Estanqueidad. <i>Autor</i> .....	44
Diagrama 3 Prueba Caudal. <i>Autor</i> .....	45

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Programación Software banco de prueba FAY 001 .....	52
Anexo 2 Programación Software banco de pruebas FAY 002 .....	57

## INTRODUCCIÓN

Debido al constante cambio en la industria automotriz, se ha dado paso a la incorporación de la electrónica como elemento vital en sus procesos. Uno de estos procesos ha sido la inyección electrónica, la cual ha dejado a un lado la utilización de elementos de alimentación mecánica tales como el carburador.

En la actualidad se pueden encontrar elementos para la detección y corrección de fallas en los inyectores electrónicos, ejemplo de estos son los bancos de prueba. Los cuales permiten una simulación de funcionamiento de la inyección fuera de borda, permitiendo al operario la observación del funcionamiento del inyector en tiempo real para lograr así, un diagnóstico más exacto.

Basándose en la anterior información, se encuentra que en la Institución Universitaria Pascual Bravo, específicamente en la tecnología de mecánica automotriz, se encuentran diferentes bancos de prueba para simular inyección de combustible complementando así la formación teórico-práctica de los estudiantes. Dichos bancos de prueba permiten simular el funcionamiento de un banco de prueba comercial. Se pretende modificar los bancos de prueba de la institución llevándolos a un mismo principio de funcionamiento actualizado.

Con base en estos temas, se realizó un diagnóstico a los bancos de prueba de la institución permitiendo así la identificación de los principales problemas de funcionamiento.

## 1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Por falta de uso, mantenimiento, lubricación y aseo; los bancos de inyección de combustible han ido perdiendo su vida útil y por ende su finalidad como medio de práctica para estudiantes de mecánica automotriz, con el agravante de que por efectos del rápido avance tecnológico estos bancos están desactualizados y ya no representan innovación, pasando a convertirse en proyectos archivados que solo hacen parte del inventario dentro de la universidad; a todo esto sumándole el hecho de que los bancos provienen de diferentes trabajos de grados, realizados por diferentes personas y en distintas fechas por lo que se diseñaron para elementos muy particulares limitando de esta forma la práctica y el modo de funcionamiento a la disposición y criterio de los creadores; y como complemento de esta situación se encuentra que los educadores de las materias afines a estos elementos con la obligación por cualquier parte que se le mire de darles constante uso y manipulación tanto ellos como sus alumnos, no le prestan la más mínima atención a estos mencionados bancos de prueba.

Estas y algunas otras causas resumidas dentro de las mismas, trajeron consigo como consecuencia la degradación de los bancos y la inutilización ya no por motivos cercanos a los educadores sino al contrario, motivos ajenos a ellos; se encuentran inservibles totalmente.

Es justo aquí donde se crea la necesidad de una restauración, modificación, reparación; en fin la necesidad de ponerlos a punto de manera perfecta para así lograr que los estudiantes de las futuras cohortes que genere la carrera tengan elementos adecuados para desarrollar conocimientos no adquiridos y aplicar los conocimientos ya recibidos. Todos estos puntos tratados son posibles solucionarlos por medio de un trabajo eficiente y eficaz enfocado en dejar esos bancos de prueba en condiciones óptimas de funcionamiento para usarlos en el momento que sea necesario.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Con la mentalidad principalmente de contribuir a nuestra institución con la creación de una sala destinada únicamente a procesos de electrónica automotriz se decide poner a punto para el beneficio de la comunidad estudiantil y aporte a la universidad los bancos de prueba de inyección de combustible ya existentes en la institución, además junto con esto, entregar los respectivos manuales de operación y mantenimiento de los mismos por ser un deber exigido industrialmente para cualquier tipo de máquina. Estos bancos de prueba serán el eje central de la nueva sala de electrónica automotriz; la aplicación de esta idea surgida desde estudiantes y para estudiantes genera gran importancia para la institución.



### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Modificar el estado actual de las condiciones de funcionamiento y puesta a punto de los bancos de prueba de inyección existentes en la institución.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Examinar el estado actual de los dos bancos de prueba de inyección de combustible.
- Identificar elementos averiados y obsoletos que requieran cambio o reforma.
- Efectuar el ensamble final para su entrega.
- Elaborar manuales de funcionamiento y mantenimiento de los dos bancos de prueba de inyección.

## 4. MARCO TEÓRICO

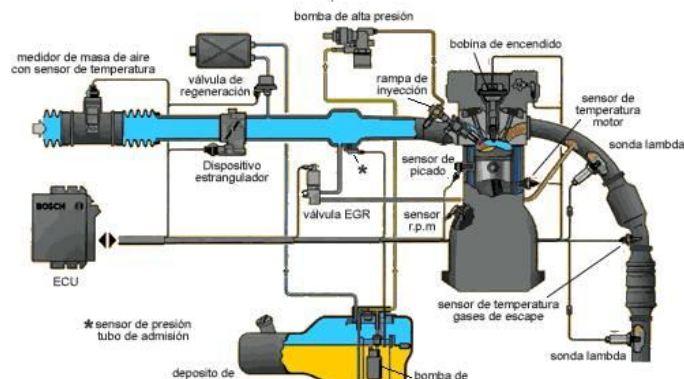


Imagen 1 Diagrama de sistema de inyección electrónica

### 4.1. HISTORIA Y DEFINICIÓN

La inyección electrónica se remonta a 1912 cuando la compañía de Robert Bosch en Alemania comenzó el desarrollo de la inyección de combustible con los motores a gasolina. A partir de ahí tomó 20 años para que fuera desarrollado el primer motor con inyección de combustible que solamente fue usado en aviones.

En 1949 se equipó en un auto de competencia el primer sistema de inyección cuyo nombre fue inyección de flujo constante, dicha presentación fue realizada en las 500 millas de Indianápolis; luego, en 1957 surge el primer motor de inyección a gasolina producido en masa por la empresa Chevrolet, instalado en el modelo corvette este sistema se denominó Ramjet. (BOSCH. INNOVACION PARA TU VIDA, 2008)

Hacia la década del 60 aparecería el sistema que serviría de base para desarrollar los sistemas modernos de inyección.

Hacia los 70's la industria electrónica se expandió a gran velocidad por el desarrollo que en ese entonces empezaron a tomar los componentes de estado sólido, los semiconductores, esto permitió que a los ingenieros automotrices aplicar los avances para controlar por computadora la inyección de combustible.

En 1980 se lanza el primer sistema de inyección digital de combustible por la marca cadillac y también se introdujo la inyección de combustible en masa por la firma Ford y en 1983 aparece la inyección multipunto desarrollada por esta misma compañía. (Barietos Posada & Gómez Arias, 1999).

## 4.2. SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA (ECU Y SENSORES)

Generalidades: el fin del desarrollo de la inyección electrónica, es mejorar el rendimiento del motor y disminuir las emisiones de gases al medio ambiente.

Esto se logra mediante un conjunto de sistemas electromecánicos y electrónicos.

En el sistema de inyección electrónica se puede dividir en tres fases principales las cuales están comprendidas en sensores, unidad de control y actuadores en su respectivo orden. (Saavedra Cordero & Solorzano Villa, 2010)

Sensor: el sensor es el encargado de convertir una magnitud física o química (temperatura, revoluciones del motor, gases de escape, calidad de aire), en una señal eléctrica entendida por la unidad de control. La señal eléctrica de salida del sensor, considera tanto la corriente y la tensión, como también sus amplitudes, frecuencia el periodo, la fase, duración de pulso de una oscilación eléctrica y parámetros eléctricos, como resistencia, capacidad e inductancia. (Ribbens, 2008)

Es indispensable a la hora de interpretación de la unidad de control un circuito adicional al sensor, el cual normaliza las señales enviadas por este. (Lopez Henriquez)

Unidad de control:

Actuadores: al contrario de los sensores, el actuador es el encargado de convertir las magnitudes eléctricas, en una magnitud física (posición, rotación, activación de solenoides), por medio de los actuadores, la unidad de control puede manipular el comportamiento del motor para que se ajuste a las condiciones óptimas de funcionamiento. (Flores)

En el caso de la mecánica automotriz el actuador será un componente electromecánico, el cual ocupa un voltaje eléctrico para producir una acción mecánica.

Para que el sistema de inyección funcione es necesario que el sensor capte la información de ciertas variables de funcionamiento del motor.

<b>SENSORES</b>	<b>ABREVIATURA</b>	<b>ESPECIFICACIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Sensor de flujo de aire	MAF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo tornillo Karman</li> <li>• Tipo paleta (VAF)</li> <li>• Digital</li> <li>• Análogo (voltaje variable)</li> <li>• Tipo Karman vortex</li> </ul>	Es el encargado de captar la cantidad de aire que está entrando al motor.
Sensor de presión absoluta en el múltiple de admisión	MAP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Semiconductor</li> <li>• Análogo</li> <li>• Digital</li> </ul>	Es el encargado de informar el estado de carga del motor.
Sensor de temperatura de refrigerante del motor	ECT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo termistor ( coeficiente positivo o negativo)</li> </ul>	Suministra a la ECU la manera de determinar la temperatura del refrigerante del motor.
Sensor de oxígeno	O <sub>2</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo zirconio</li> </ul>	Es el encargado de medir la cantidad de oxígeno en los gases de escape.
Sensor del ángulo del cigüeñal	CKP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efecto Hall</li> <li>• Tipo óptico</li> <li>• Bobina captadora</li> </ul>	Es el encargado de enviar la información a la ECU para ubicar la posición del cilindro N° 1
Sensor de detonación	KS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo piezoeléctrico</li> </ul>	Es el encargado de informar a la ECU la detonación o cascabeleo del

			motor
Sensor del ángulo de la válvula de mariposa	TPS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo resistencia variable</li> </ul>	

**Tabla 1 Sensores. Autor**

Cuando las magnitudes físicas o químicas son captadas y enviadas por los diferentes tipos de sensores a la ECU, esta se encarga de procesar las señales, dando como resultado los voltajes necesarios para los diferentes tipos de actuadores. (Mitsubishi, 2001).

<b>ACTUADORES</b>	<b>ESPECIFICACIONES</b>	<b>DESCRIPCION</b>
Relé de la bomba de combustible	Tipo de interruptor de contacto	
Relé de control del impulsador del inyector	Tipo de interruptor de contacto	
Inyector	Tipo electromagnético	Encargado de suministrar el combustible vaporizado dependiendo de la carga del motor.
Válvula de retroalimentación (EGR)	Electro neumático.	Encargado de controlar la cantidad de gases de escape del múltiple de escape a el de admisión.
Válvula IAC (idle air control)	Tipos electrónicos, rotativos, solenoides,	Se encarga de proporcionar el aire necesario marcha lenta o relantín
Variable de válvula inteligente	Tipo solenoide	Se encarga de avanzar o retrasar el árbol de levas de escape

**Tabla 2 Actuadores. Autor**

### **4.3. TIPOS DE SISTEMA DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA**

Sistema de inyección directa: cuando tratamos sobre motores diesel o gasolina, se le denomina inyección directa al proceso en el cual el combustible es introducido directamente en la cámara de combustión, logrando así como resultado mayor rapidez y precisión en el tiempo de inyección, evitamos problemas en el encendido de la mezcla y además también se elimina todo riesgo de condensación de combustible en el colector de admisión, además de todo esto tenemos un porcentaje de ahorro en el combustible debido a la afinidad en la cantidad exacta a inyectar, Pero a su vez se presenta un aspecto negativo y es la necesidad de poseer una puesta a punto muy precisa lo cual hace su mantenimiento y valor comercial un poco elevado en cuanto a otros sistemas.

Sistema de inyección indirecta: para este sistema el combustible se introduce fuera de la cámara de combustión, en motores a gasolina es introducido en el colector de admisión encima de la válvula de admisión que no necesariamente debe estar abierta, es allí donde se inicia la mezcla a/c antes de entrar al cilindro

Sistema de inyección monopunto: Se trata de un sistema de inyección sincronizado con el sistema de encendido en el cual se utiliza un solo inyector para todos los cilindros, por lo que no crea mayor diferencia a la función desempeñada por el carburador.

El sistema de inyección monopunto utiliza como parámetros fundamentales para calcular el tiempo de inyección el número de revoluciones del motor, la presión absoluta del colector de admisión, la temperatura del aire de admisión y la posición de la mariposa. (Centeno Sanchez, 2010).

Sistema de inyección multipunto: El sistema de inyección multipunto es el sistema que dispone de un inyector por cada cilindro, tiene la particularidad que puede ser de tipo directa o indirecta y es comúnmente utilizada en vehículos de media o alta cilindrada. (Arellano Parada).

### **4.4. FALLAS Y DIAGNÓSTICO EN EL SISTEMA DE INYECCIÓN**

El diagnóstico del sistema de inyección electrónica, se realiza cuando el vehículo presenta fallas tales como perdida de potencia, consumo excesivo de combustible, el motor no se sostiene en mínimas revoluciones, o por el contrario no sube a altas revoluciones, entre otros. (Electro Diesel )(Ribbens, 2008)

A continuación se relaciona en un cuadro las posibles fallas del sistema de inyección y su respectiva corrección:

<b>CONDICION</b>	<b>POSIBLE CAUSA</b>	<b>CORRECCION</b>
El combustible no llega a los inyectores.	Líneas de alimentación de combustible obstruidas, de dimensiones incorrectas o mal situadas.	Soplar todas las líneas de combustible con aire filtrado, sustituirlas si están dañadas y revisar todas las conducciones flexibles.
	Paletas de la bomba desgastada o rota.	Sustituirlas.
	Pistón de regulación de la bomba agarrotado.	Desmontar el pistón y el regulador, observar si hay rebabas, corrosión, etc. Sustituir si es necesario.
	Válvulas del depósito cerradas.	Abrir la válvula.
	Filtros de entrada obstruidos.	Desmontar y sustituir los elementos obstruidos. Limpiar el filtro.
El combustible sale de la bomba, pero no por los inyectores.	Líneas de alimentación de combustible obstruidas, de dimensiones incorrectas o mal situadas.	Soplar todas las líneas de combustible con aire filtrado, sustituirlas si están dañadas y revisar todas las conducciones flexibles.
	Depósito de corte en posición "paro".	Poner en la posición de marcha.
	Émbolos agarrotados	Desmontar y observar si hay corrosión, rebabas, etc.
	El regulador no función: piezas o palancas gastadas, agarrotadas o torcidas, o mal montadas.	Desmontar, revisar las piezas, sustituir las necesarias y volver a montar.
El combustible llega a los inyectores pero el motor no arranca.	Líneas de alimentación de combustible obstruidas, de	Soplar todas las líneas de combustible con aire filtrado, sustituirlas si

	dimensiones incorrectas o mal situadas.	están dañadas y revisar todas las conducciones flexibles.
	Inyectores defectuosos o agarrotados.	Sustituir o corregir los inyectores.
	Demasiado combustible a través de los émbolos (gastados o muy rayados).	Sustituir el conjunto del rotor y cabezal hidráulico.
	Carcasa de la bomba no se llena de combustible.	Apagar el motor por unos cinco minutos y dejar llenar la bomba de combustible.

**Tabla 3 Fallas y Diagnostico Sistema de Inyección. Autor**

#### **4.5. LOS INYECTORES ELECTRÓNICOS**

Es una válvula operada por un solenoide que se encarga de pulverizar el combustible antes de la válvula de admisión del motor para que este se mezcle con el aire, produciendo la mezcla que resultara en la combustión.

La válvula se abre o se cierra para permitir o bloquear el flujo de combustible al motor. La válvula está conectada al elemento móvil del solenoide y es conmutada por la activación de este último.

Su funcionamiento es por medio de corriente eléctrica ya que cuando no hay flujo de corriente el elemento móvil del solenoide se mantiene hacia abajo por lo que se cierra la apertura o boquilla, de esta forma se impide el paso de combustible de la cámara del combustible presurizado hacia la apertura.

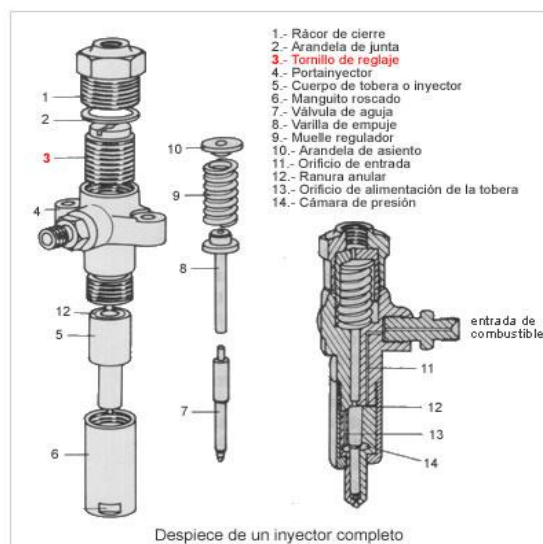
Cuando fluye la corriente la apertura o boquilla queda expuesta y el combustible bajo presión se rocía a través de esta apertura, la tasa de flujo de combustible es constante para un valor dado de la presión regulada de combustible y la geometría de la boquilla, lo que permite que la cantidad de combustible inyectado en la corriente de aire es proporcional al tiempo que la válvula esta abierta. la corriente de control que opera al inyector se activa o desactiva en forma de pulsos para entregar cantidades precisas de combustible. Este flujo de corriente esta dada por la unidad de control.



Para el periodo de pulso es decir tiempo de activación y de desactivación se le denomina ciclo de servicio.

En el periodo de activación el caudal de los inyectores esta dado por la unidad de medida: libras por hora (lbs/hr) o los centímetros cúbicos (mililitros) por minutos. Es esencial saber este dato de los inyectores a utilizar para calcular el combustible requerido para el funcionamiento óptimo del motor.

Al ser el inyector un tipo de válvula de alta precisión, requiere de un mantenimiento periódico tanto de componentes electrónicos como mecánicos. (Ribbens, 2008).



**Imagen 2 Partes del Inyector**

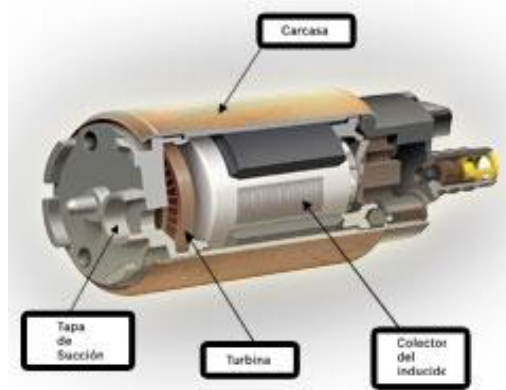
#### **4.6. BOMBA DE COMBUSTIBLE**

Las bombas de combustible son las encargadas de transportar el combustible desde el tanque hacia los inyectores a una presión constante. Se trata de elementos sumamente confiables los cuales reemplazaron las bombas mecánicas.

Componentes de la bomba:

- **Conjunto in-tank:** va montado dentro del tanque de combustible y en su interior se encuentra una bomba eléctrica. En la mayoría de ocasiones esta bomba incluye el medidor de nivel de combustible.

- **Bombas externas:** estas son montadas en la línea de combustible, comúnmente en conjunto con el filtro de gasolina
- **Prefiltro:** el prefiltro va montado en el tanque, en caso de usarse una bomba externa a la bomba in-tank. Su función es evitar el ingreso de partículas extrañas a la bomba y a los inyectores. (Bosch, 2014)



**Imagen 3 Seccionado Bomba de Combustible**

#### 4.7. MATRIZ DOFA

La matriz DOFA es un instrumento metodológico que sirve para identificar acciones viables mediante el cruce de variables, en el supuesto de que las acciones estratégicas deben ser ante todo acciones posibles y que la factibilidad se debe encontrar en la realidad misma del sistema. En otras palabras, por ejemplo la posibilidad de superar una debilidad que impide el logro del propósito, solo se la dará la existencia de fortalezas y oportunidades que lo permitan. El instrumento también permite la identificación de acciones que potencien entre sí a los factores positivos. Así se tiene los siguientes tipos de estrategias al cruzar el factor interno con el factor externo:

- **Factor interno:** Son las fortalezas y debilidades del sistema, sobre las cuales se tiene un grado de control.
- **Factor externo:** Son las oportunidades y amenazas que se encuentran en el mercado o el entorno en el que se desarrolla el sistema. El propósito de conocer

estas variables, es con el fin de minimizar las circunstancias en las cuales no se tiene control.

En el desarrollo del instrumento metodológico DOFA se encuentra una serie de cruces en los cuales están involucrados factores externos y factores internos. La finalidad de cruzar factores externo e internos es el de analizar posibles estrategias o acciones viables para el mejoramiento del sistema. (Universidad Nacional de Colombia )

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1 CLASIFICACION**

El trabajo de grado será realizado mediante un estudio explicativo porque se trata de tenerlo estructurado y con bases claras para generar el correcto entendimiento. y exploratorio porque se investigará el problema y se indagará por los medios posibles con miras a dar solución y culminarlo obteniendo el alcance planteado. A su vez se examinará cada banco de prueba individualmente, todo esto mediante un proceso de desarme y despiece completo que será evidenciado por medio de informes parciales, a partir de ahí se mirara su estructura y elementos de funcionamiento.

### **5.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Se tendrá un enfoque cuantitativo porque como primera medida será usada la recolección de datos por medio de los informes ya mencionados, desde la medición numérica hasta la formulación de bases de datos estadísticas que evidencien el avance que se obtenga durante el desarrollo del trabajo y así conceptualizar el proyecto.

### **5.3 FUENTES DE INFORMACIÓN**

Se tendrá la investigación primaria, la cual pretende ser recopilada por observación y toma de datos, además de la investigación secundaria que estará basada en citas bibliográficas, cibergráficas y consulta informal a personal calificado sobre el tema.

### **5.4 CLASIFICACION DE LOS BANCOS**

Por medio de un informe escrito se realizará la clasificación que podrá ser por grado de actualización, por cantidad de partes averiadas o faltantes bien sean mecánicas y/o electrónicas, tiempo que demande su modificación, costo aproximado que necesite su modificación.

En la parte más crucial se realizara el cálculo de los costos que puedan generar los elementos a cambiar y realizar la debida gestión en alianza con la universidad para obtener beneficios con algunas entidades en capacidad de brindar el apoyo en materiales necesarios y así, de esa manera obtener las partes o piezas a cambiar.

Como parte final se elegirá empezar con el banco de prueba que más tiempo, dinero y gestión requiera, en las dificultades que se puedan presentar se diseñara

la estructura final que van a tener todos los bancos de prueba; este será el ensamblaje final que se realizara uno a uno hasta tener el perfecto acople y funcionamiento de ellos para concluir todo en las pruebas de funcionamiento con presencia de el tutor asignado para este proyecto.

Luego, para la limpieza utilizaremos todo tipo de herramienta de limpieza con el fin de tenerlos en un estado de manipulación adecuado y poder continuar así con el diagnóstico.

Para determinar el grado de criticidad de cada uno de los bancos de prueba se realizo un cuadro de diagnóstico donde se especificara los puntos necesarios para cada uno y proceder de esta manera con la debida clasificación y orden, dado que serán dos ítems diferentes porque uno será totalmente de partes mecánicas y otro será de componentes electrónicos y módulos de control específicamente entonces se tomaran actividades por separado prestándole especial atención a los módulos de control con la ayuda de una persona especializada que pueda indicar como chequearlos para luego

Los manuales de operación y mantenimiento serán parte del informe final que se entregue al tutor y se realizaran a medida que se vayan detectando y solucionando cada inconveniente que pueda surgir en el proceso de alcanzar el objetivo general.

## **6. ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL DE LOS BANCOS DE PRUEBA DE INYECCIÓN DE COMBUSTIBLE DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

Mediante el uso de la herramienta Matriz DOFA, se caracterizó, dividió y estudio las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas en la restauración y actualización de los bancos de prueba de inyección presentes en la institución.

A continuación se muestra el resultado obtenido, con el fin de determinar los aspectos a favor y en contra para realizar su respectiva restauración.

### **6.1. DEBILIDADES**

- Falta de uso de los bancos de pruebas, en consecuencia llevándolos a un estado de deterioro y falta de actualización en sus sistemas operativos, ubicándolos en un estado primario para el aprendizaje.
- Al no existir manuales de mantenimiento y operación, dificulta la operación de los bancos de prueba y por consiguiente el mal uso del mismo, por parte de docentes y estudiantes.
- El incumplimiento de las normas nacionales e internacionales de seguridad industrial en la utilización de estos bancos, expone a estudiantes y docentes al contacto de líquidos inflamables y de circuitos electrónicos, lo que conlleva a un alto riesgo.

### **6.2. OPORTUNIDADES**

- Al tener instructores del SENA, como profesores de la tecnología automotriz. Permite comparar los bancos de prueba de inyección existentes en el SENA, para visualizar el desarrollo de los objetivos.
- La actualización y adecuación de un laboratorio de auto-trónica en la institución, generando un espacio mayor y destinado solo para este propósito.
- La implementación de nuevas materias relacionadas con electrónica, en el Pensum de Mecánica Automotriz.

### **6.3. FORTALEZAS**

- La utilización de elementos en buen estado presentes en los bancos, tales como rieles de inyección, inyectores y pilas de combustible.
- La posibilidad de dejar abierto el trabajo de grado con el propósito de seguir actualizando los bancos.

### **6.4. AMENAZAS**

- La falta de recursos presentes en la institución, con el fin de actualizar las herramientas didácticas presentes en la institución.
- La ausencia de docentes de tiempo completo en la tecnología de mecánica automotriz.

### **6.5. ESTRATEGIAS**

#### **6.5.1. Estrategias DO (Debilidades-Oportunidades)**

- Proponer cambios tecnológicos y actualizaciones mediante la comparación de referencias comerciales existentes.
- Permitir cursos para la profundización de la inyección electrónica en estudiantes y egresados

#### **6.5.2. Estrategia FO (Fortalezas-Oportunidades)**

- Utilizar el banco de prueba para una continua actualización y herramienta didáctica para los estudiantes de la institución.
- Poder comparar los bancos de la institución unas referencias comerciales en el SENA con el fin de obtener unos bancos modernos.

#### **6.5.3. Estrategia FA (Fortaleza-Amenaza)**

- Buscar apoyo en empresa y entidades gubernamentales para la inversión en equipos y en la investigación en la tecnología mecánica automotriz.
- Iniciar el fomento en la compra de equipos nuevos no existentes en la institución, y la utilización de los mismos en la enseñanza a los estudiantes.
- Promover la actualización de profesores en la inyección electrónica para una

buena metodología teórico- practica de las materias relacionadas con la electrónica automotriz.

#### 6.5.4. Estrategia DA (Debilidades- Amenazas)

- Implementaciones de nuevas herramientas tecnologías más completas, con el fin de obtener unas actualizaciones más fáciles de modificar.

	<b>FORTALEZAS</b>	<b>DIBILIDADES</b>
<b>OPORTUNIDADES</b>	Utilizar el banco de prueba para una continua actualización y herramienta didáctica para los estudiantes de la institución. Poder comparar los bancos de la institución unas referencias comerciales en el SENA con el fin de obtener unos bancos modernos.	Proponer cambios tecnológicos y actualizaciones mediante la comparación de referencias comerciales existentes. Permitir cursos para la profundización de la inyección electrónica en estudiantes y egresados .
<b>AMENAZAS</b>	Buscar apoyo en empresa y entidades gubernamentales para la inversión en equipos y en la investigación en la tecnología mecánica automotriz. Iniciar el fomento en la compra de equipos nuevos no existentes en la institución, y la utilización de los mismos en la enseñanza a los estudiantes. Promover la actualización de	Implementación de nuevas herramientas tecnologías más completas, con el fin de obtener unas actualizaciones más fáciles de modificar.



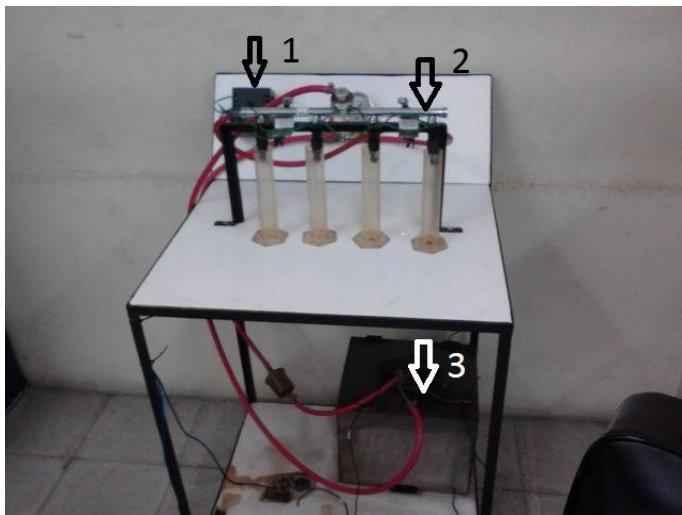
	profesores en la inyección electrónica para una buena metodología teórico-práctica de las materias relacionadas con la electrónica automotriz.	
--	--	--

**Tabla 4 Matriz DOFA. Autor**

## 7. IDENTIFICACIÓN ELEMENTOS AVERIADOS Y OBSOLETOS QUE REQUIERAN CAMBIO O REFORMA

En la restauración de los bancos de prueba, el punto de partida fue el diagnóstico de los componentes electrónicos y físicos, con mayor énfasis en la parte electrónica. Se muestra los bancos a los cuales se les realizo el diagnóstico.

### 7.1. ELEMENTOS DIAGNOSTICADOS



BANCO DE PRUEBA 1  
1 circuito.  
2 Riel de inyectores.  
3 pila de combustible.

Imagen 4 Banco de Prueba 1. Autor

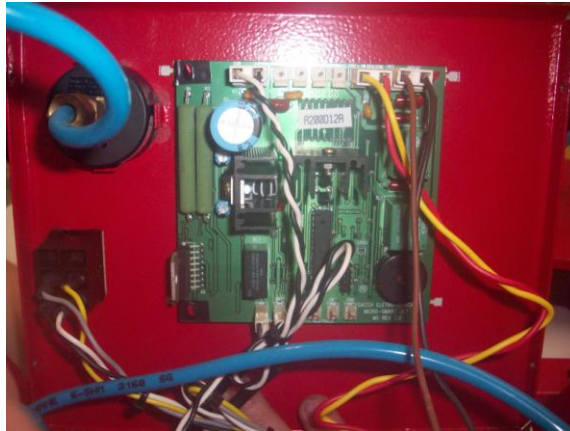


BANCO DE PRUEBA MICROJET  
1. Estructura  
2. Circuito electrónico

Imagen 5 Banco Microjet. Autor

## 7.2. IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS OBSOLETOS Y AVERIADOS

Al banco de pruebas MICROJET se le realizó una limpieza general y una inspección del sistema electrónico. En base a este banco, y por tratarse de un banco de inyectores comercial fueron llevados los demás bancos a una estructura y un principio de funcionamiento similar



**Imagen 6 Circuito Electronico Microjet. Autor**

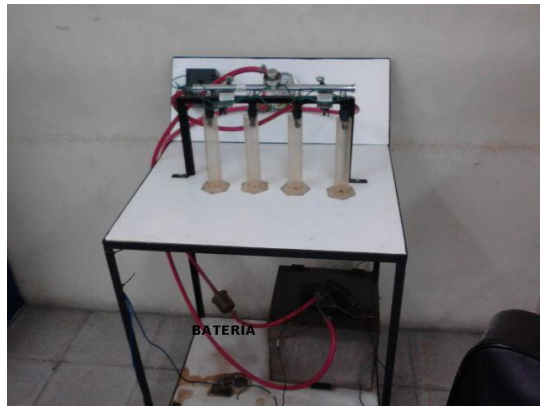
### BANCO DE PRUEBA 1

En primera instancia se realizó una limpieza general, examinando el funcionamiento de cada una de sus piezas, se identificó como elementos averiados, la bomba, la estructura, además de esto se determinó como obsoleto el circuito electrónico



**Imagen 7 Bomba de banco de prueba 1. Autor**

A causa de la falta de mantenimiento y disposición de gasolina contenida en el tanque esta bomba se encontró en un alto grado de deterioro a tal punto que no entrego la suficiente presión para el correcto funcionamiento del banco.



**Imagen 8 Banco de Prueba 1. Autor**

Se evidencio como falla la corta distancia entre el depósito de gasolina y elementos eléctricos tales como la batería y cables de corriente lo cual supone un alto riesgo para la seguridad industrial tanto del banco como de los usuarios y la institución

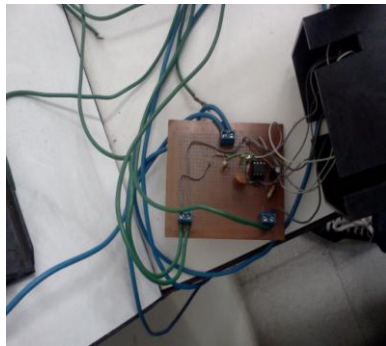


**Imagen 9. Inyectores Banco de Prueba 1. Autor**

INYECTORES CHEVROLET CORSA	RESISTENCIA ( $\Omega$ )	CONSUMO AMP (A)	LISTA DE CHEQUEO
----------------------------------	-----------------------------	--------------------	---------------------

INY 1	14.5	0.85	OK
INY 2	14.7	0.85	OK
INY 3	13.9	0.84	OK
INY 4	14.5	0.85	OK

**Tabla 5 Lista de Chequeo Inyectores Corsa. Autor**



**Imagen 11 Circuito Electrónico Banco de Prueba 1. Autor**

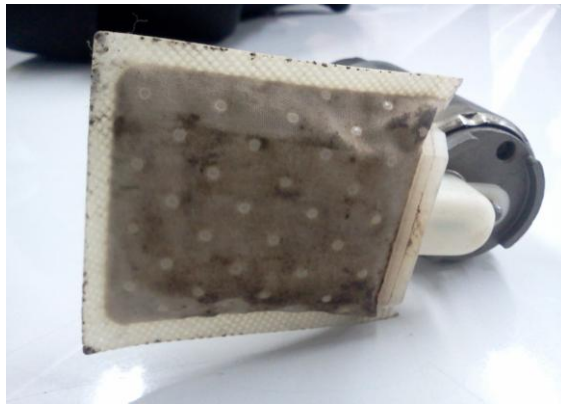


**Imagen 10 Circuito Electrónico Banco de Prueba 1. Autor**

Se determinó que el circuito electrónico estaba desactualizado en comparación con el banco elegido como modelo.

## BANCO DE PRUEBA 2

En primera instancia se realizó una limpieza general, examinando el funcionamiento de cada una de sus piezas, se identificó como elementos obsoletos el circuito electrónico y la estructura



**Imagen 12 Bomba de Combustible Banco de Prueba 2. Autor**

Se encontró en buen estado y solo requirió cambio de filtro, esto por tener contenidas algunas impurezas



**Imagen 13 Estructura Banco de Prueba 2. Autor**

Se determino como obsoleta por la dificultad que presenta para su desplazamiento y, por tratarse de combustible inflamable presentaba inseguridad



**Imagen 14 Inyectores banco de prueba 2. Autor**

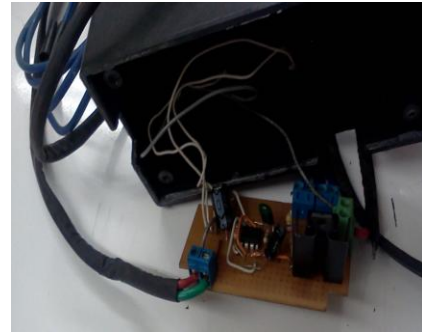
INYECTORES	RESISTENCIA	CONSUMO	LISTA DE
------------	-------------	---------	----------

FORD	( $\Omega$ )	AMP (A)	CHEQUEO
INY 1	14.7	0.85	OK
INY 2	14.7	0.85	OK
INY 3	14.6	0.84	OK
INY 4	14.5	0.88	OK

**Tabla 6 Lista de Chequeo Inyectores Ford. Autor**



**Imagen 16 Circuito Electrónico Banco de Prueba 2. Autor**



**Imagen 15 Circuito Electrónico Banco de Prueba 2. Autor**

Se determinó que el circuito electrónico estaba desactualizado en comparación con el banco elegido como modelo.



## 8. ENSAMBLE FINAL PARA SU ENTREGA

En la finalización del trabajo se efectuó el ensamblaje.

En primera instancia la estructura fue cortada, luego se procedió a unir las partes requeridas para así de esta manera tener la estructura armada. Una vez los orificios para las probetas estuvieron listos se procedió con la instalación de estas dentro de la estructura adecuándolo a la distancia que había entre inyectores, soportado por la rampa, con el fin de asegurar el riel de inyección.

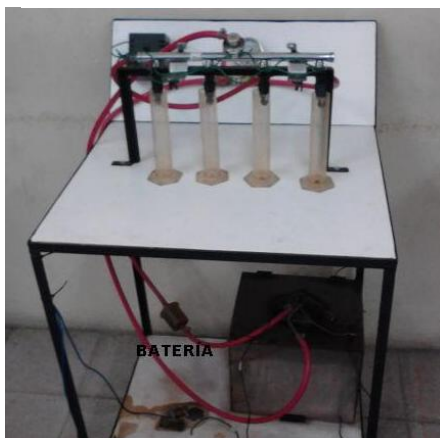
Posteriormente se adecuo el tipo de manguera y la distancia entre el tanque y el riel de inyección para poder suministrar el líquido limpiador de inyectores.

Para el retorno del líquido se perforaron las probetas con el fin de adecuar una llave 4 vías la cual nos permite la apertura o cierre de las probetas para bien sea retener o evacuar el líquido contenido en ellas.

En la tapa frontal de la estructura fue instalado el componente electrónico encargado de darle vida al banco de prueba; para esto se hicieron 2 perforaciones con el fin de poner allí los elementos de entrada y salida de datos, los cuales fueron Display y Teclado.

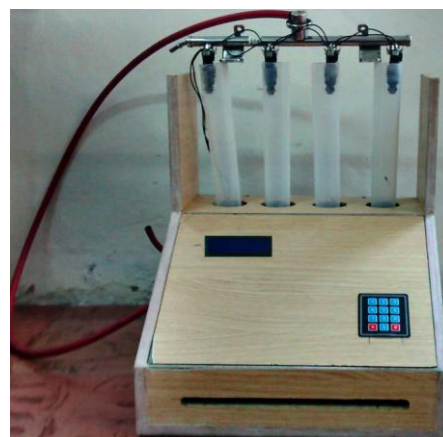
Ensamble de banco de prueba FAY 001 y 002

**ANTES**



**Imagen 18 Banco de prueba  
1. autor**

**DESPUES**



**Imagen 17 Banco de prueba  
FAY 001. Autor**





**Imagen 19 Banco de prueba 2. Autor**



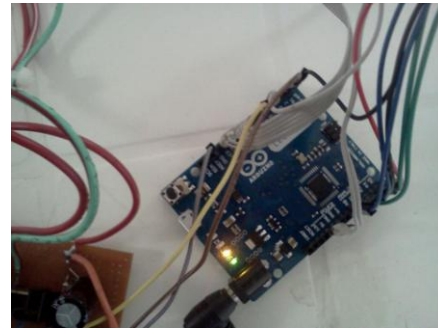
**Imagen 20 Banco de prueba FAY 002. Autor**

- **Circuito:** Con la finalidad de distinguir los tres tipos de prueba que realiza un banco de pruebas de inyección, se modificó el sistema operativo. Implementando un Software y Hardware para controlar y visualizar las pruebas. Para lo cual se utilizó la plataforma de arduino que permite realizar PWM y para el ingreso de información se utilizó un teclado matricial (3X4) y un Display LCD (16X2) como elemento de salida o de visualización de las pruebas.
- **Alimentación:** debido a que la tarjeta arduino debe estar alimentada por una fuente de 5 voltios se efectuó la división de la alimentación de la siguiente forma. En la tarjeta de arduino se alimenta por medio de una adaptación de 5 voltios a un amperio y para la alimentación total del circuito controlador se adecuó un transformador laser de referencia TR-5 de 36 wats de potencia del cual se utilizó la salida de 12 voltios puesto que tanto inyectores como bomba requieren una alimentación menor o igual a 12 voltios.

El transformador alimenta el convertidor de corriente alterna en corriente directa, por medio de un diodo de referencia CT6A05. Un circuito de distribución en el cual se encuentra tanto la alimentación de los inyectores como de la bomba va conectado de la masa general del circuito y de la salida del diodo el cual brinda su señal a la bomba; además un transistor de potencia ( *mosfet* ) el cual suministra la alimentación a los inyectores



**Imagen 22 Circuito electrónico banco FAY 001 y 002. Autor**



**Imagen 21 Micro procesador tarjeta Arduino. Autor**



**Imagen 23 Elementos de Entrada y Salida de datos. Autor**

- Encendido: Para facilidad de uso, se reemplazo el tipo de alimentación eléctrica. Se omitió su anterior alimentación de batería y adecuándolo a una conexión eléctrica- 110 V ac. Utilizando un transformador y un convertidor

(diodo) de ac/dc que permite la alimentación de los inyectores y de la bomba a 12V a 3 amp y para la alimentación del arduino se utilizó un adaptador de 12V a 1 amp.



**Imagen 25 Alimentación de Inyectores y Bomba. Autor**



**Imagen 24 Alimentación Arduino. Autor**

- Estructura: Tomando como referencia el banco de pruebas Micro jet, se realizo los diseños para unificar sus estructuras.

El procedimiento de ensamble del banco de prueba FAY 002, se realizo de igual forma que el del banco de prueba FAY 001, ya que la finalidad del trabajo es establecer un mismo principio de funcionamiento y adecuación estructural.

## **9. MANUALES DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE LOS BANCOS**

### **Precauciones de seguridad**

Leer todos los procedimientos de servicio y precauciones, instrucciones de instalación y manuales de operación de los equipos. El uso indebido del equipo, podría ocasionar daños y perjuicios tanto al equipo como al operario.

- Leer las instrucciones de funcionamiento antes de encender el equipo.
- No utilizar el equipo si se observa daños en el cable de alimentación.
- No colocar objetos ajenos al equipo mientras se realizan pruebas de inyección.
- Si se utilizan cables de extensión, deben tener una corriente nominal a la del equipo.
- Siempre desconectar el equipo del tomacorriente cuando este no esté en uso. El modo correcto de retirar la alimentación del tomacorriente, es halando del enchufe y no del cable.
- Para evitar incendios, opere el equipo alejado de recipientes abiertos que contengan líquidos inflamables.
- Nunca operar el equipo cerca de fuentes de ignición como fósforos, velas, chisperos, cigarrillos entre otros.

**Introducción.**

El diseño de los bancos de prueba FAY 001 y FAY 002, es con el fin de simular las tres pruebas principales en el análisis, detección y limpieza de inyectores. Simulados de forma didáctica y a modo de aprendizaje, en un banco de pruebas a condiciones de RPM y PWM, similares a los de un vehículo.

## **Funciones Banco de pruebas FAY 001 y FAY 002.**

### **Prueba de conicidad.**

Prueba la uniformidad y el cono de inyección, realizado por el inyector con el fin de supervisar el estado de pulverización de cada inyector.

### **Prueba de estanqueidad.**

Se realiza para probar las condiciones de sellado y de goteo del inyector bajo presión del sistema.

### **Prueba caudal.**

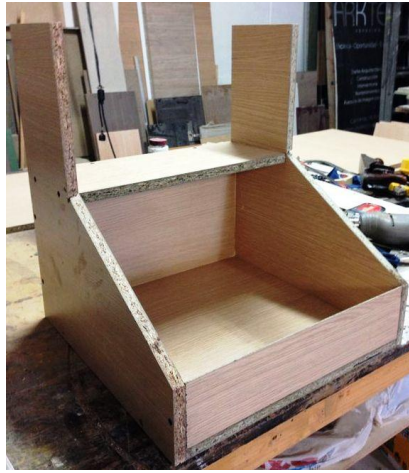
Prueba el caudal del inyector en un trabajo continuo, realizado en un tiempo de duración igual a 30 segundos.

## Especificaciones

Especificaciones de trabajo.

- Alimentación unidad principal: AC110V  $\pm$  10%, 50/60Hz.
- Rango de tiempo 1~ 30 s.
- Dimensiones (40 x 40 x45) (40 x 40 x 45) (c.m) Banco FAY 001 y 002
- Ancho de pulso (PWM): 0.5~ 25ms.
- Capacidad del depósito. FAY 001(4.2 litros) FAY 002 (1.5 litros)
- Peso. 6 Kilogramos.

**Estructura.**



**Imagen 26 Estructura base de los banco FAY 001 y 002. Autor**

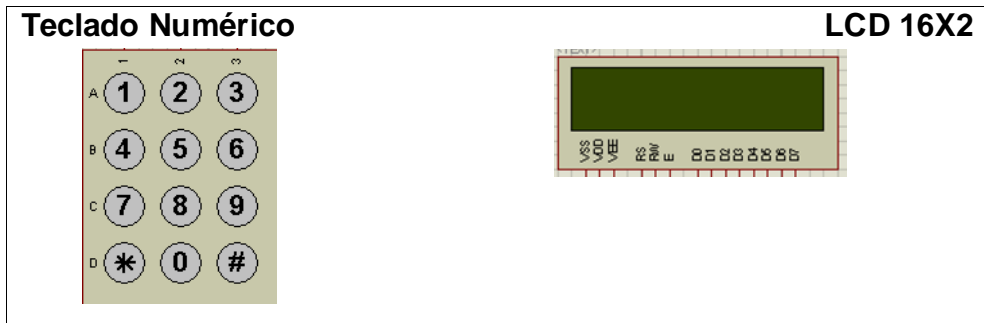


**Imagen 27 Estructura banco FAY 001 y 002. Autor**



### Panel de control.

El panel de control está compuesto por teclado y LCD 16x2 como se muestra en la Fig. 01 (para los bancos FAY 001 y FAY 002 es el mismo panel de control).



**Imagen 28 Elementos de entrada / salida banco FAY 001 y 002. Autor**

El panel de control está compuesto por un teclado numérico el cual tiene habilitado todas las teclas, y un LCD 16X2 que imprime la tecla presionada en el teclado. En la Tabla 1. Se indica las funciones realizadas por el teclado numérico.

Tecla	Descripción
Símbolo (#)	Realiza la entrada e inicio de la prueba seleccionada
Símbolo (*)	Realiza la salida o cancelación de cualquier función
Número (1)	Prueba de Conicidad
Número (2)	Prueba de Estanqueidad
Número (3)	Prueba de Caudal

**Tabla 7 Elementos de Entrada y Salida de Datos. Autor**

## **Instalación y Conexión**

- Colocar el equipo sobre la mesa de trabajo y ajustar las probetas en la base
- Ajustar la altura del riel de manera que se pueda observar el inyector
- Verificar las conexiones de la manguera de alimentación y la de retorno al tanque
- Conectar la bomba y acoplar el filtro

## **Conexiones Ordinarias**

- Tomar el cable de alimentación eléctrica ubicado en la parte posterior del equipo y conectarlo al tomacorriente ( valor nominal 110 v  $\pm$  10% a 50/60 Hz )

## **Procedimientos de operación**

Verificar el nivel de líquido almacenado en el tanque y en caso de ser necesario suministrar el líquido restante para realizar la prueba (este debe estar a 3/4 de llenado). Revisar el ajuste de las probetas, mangueras y la rampa de inyección. Por último, realizar la conexión al tomacorriente indicado en conexiones ordinarias

**Nota:** Esperar la inicialización del Display y leer con detenimiento las indicaciones presentadas en él.

## **Operación**

### **Prueba conicidad**

Prueba la uniformidad y el cono de inyección, realizado por el inyector con el fin de supervisar el estado de pulverización de cada inyector.

1. Verificar el nivel de líquido en el tanque
2. Para acceder a la prueba de conicidad seleccione la opción 1 “con”
3. Presione la tecla numeral “#” para confirmar esta prueba, de lo contrario presionar la tecla asterisco “\*” para regresar al menú principal
4. Una vez presionada la tecla numeral “#” el equipo dará inicio a la prueba y en el Display se podrá ver el mensaje: “pba conicidad corriendo”
5. Drenar el contenido de las probetas

### **Prueba estanqueidad**

Se realiza para probar las condiciones de sellado y de goteo del inyector bajo presión del sistema.

1. Verificar el nivel de líquido en el tanque
2. Para acceder a la prueba de conicidad seleccione la opción 2 “est”

3. Presione la tecla numeral “#” para confirmar esta prueba, de lo contrario presionar la tecla asterisco “\*” para regresar al menú principal
4. Una vez presionada la tecla numeral “#” el equipo dará inicio a la prueba y en el Display se podrá ver el mensaje: “pba estanqueidad corriendo”
5. Drenar el contenido de las probetas

### **Prueba caudal**

Prueba el caudal del inyector en un trabajo continuo, realizado en un tiempo de duración igual a 30 segundos.

1. Verificar el nivel de líquido en el tanque
2. Para acceder a la prueba de conicidad seleccione la opción 3 “cau”
3. Presione la tecla numeral “#” para confirmar esta prueba, de lo contrario presionar la tecla asterisco “\*” para regresar al menú principal
4. Una vez presionada la tecla numeral “#” el equipo dará inicio a la prueba y en el Display se podrá ver el mensaje: “pba caudal corriendo”
5. Drenar el contenido de las probetas

### **Ordenar después de la operación**

Se debe ordenar después de que la limpieza y la prueba se han completado

- Pulse drenar para drenar el líquido de prueba al tanque
- Apague y desenchufe el toma
- Drene el detergente en su envase original y luego limpie el limpiador ultrasónico con un paño suave
- Limpie el limpiador de inyectores y panel de control con un paño suave
- Drenar el líquido de prueba desde el tanque en un recipiente para evitar la volatilización. Guarde el líquido de prueba en un lugar seguro para poder volver a utilizar o disponer de ellos a menos que este demasiado sucio.

## Esquema software equipo

### Prueba conicidad

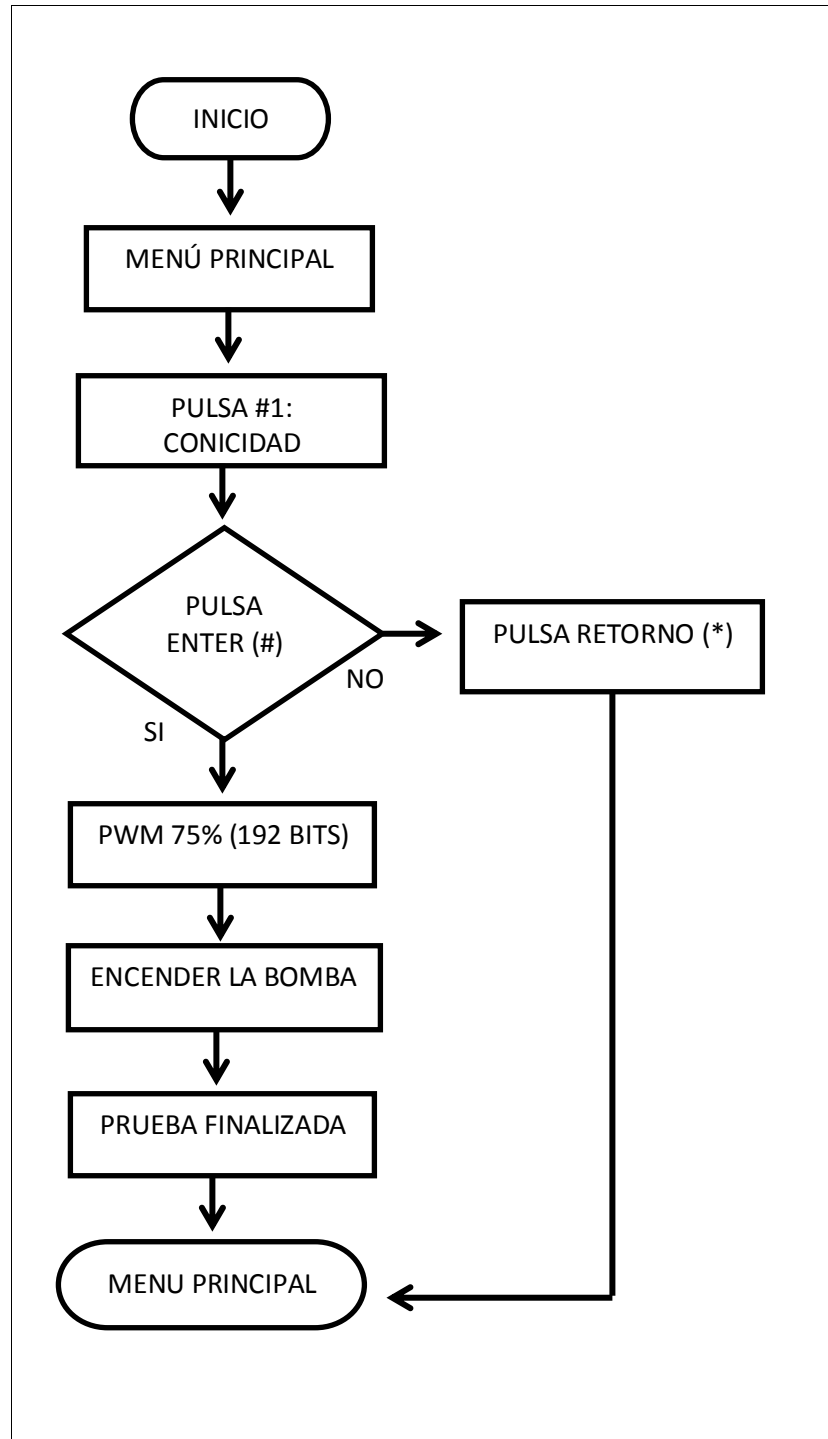


Diagrama 1 Prueba Conicidad. *Autor*

## Prueba estanqueidad

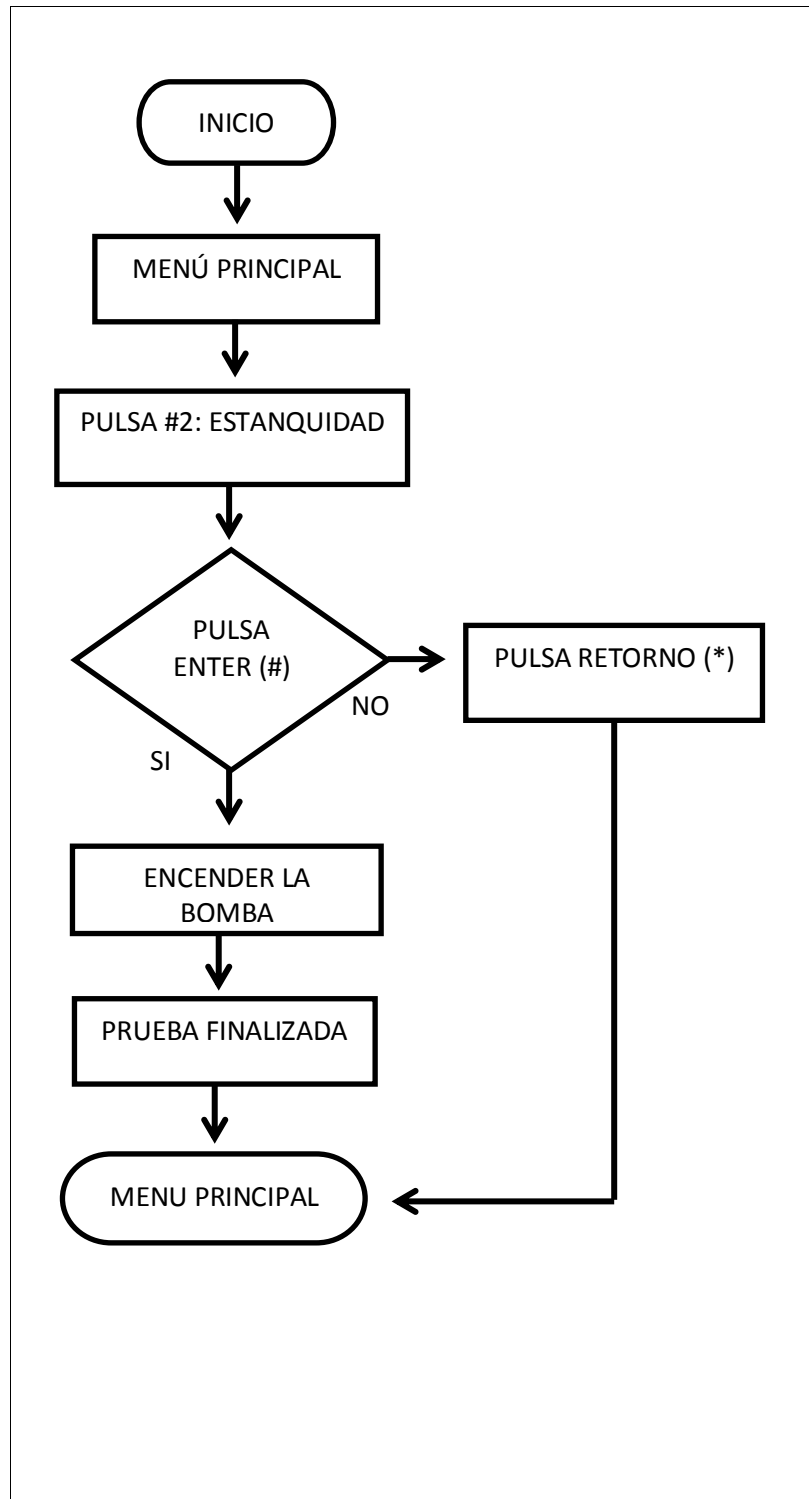


Diagrama 2 Prueba Estanqueidad. *Autor*

## Prueba caudal

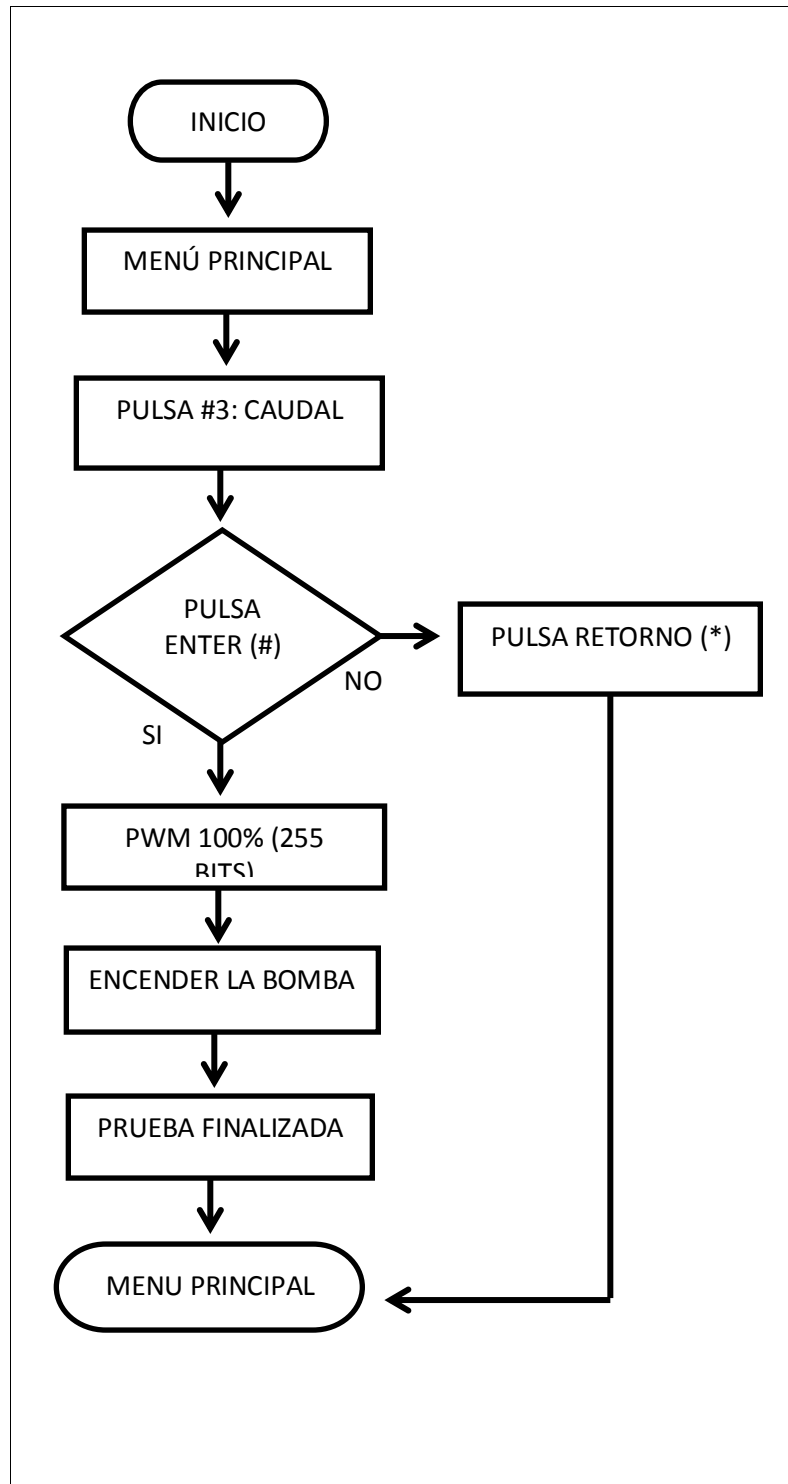


Diagrama 3 Prueba Caudal. Autor

## Mantenimiento

### Transporte

Antes de desplazar y/o cambiar de sitio el equipo, verificar que no se encuentre liquido en el tanque.

### Almacenamiento

Se recomienda almacenar solamente en un lugar seco y mantenerse alejado de agua. Almacene la maquina en un área bien ventilada y no la exponga directamente al sol o la lluvia

### Ambiente de instalación

Mantener una distancia menor de 200 mm entre la unidad y cualquier pared. La unidad deberá ser colocada en un lugar bien ventilado

### Sustitución de Filtro y Filtro de la Bomba

Se recomienda cambiar el filtro periódicamente para asegurar el trabajo normal.

### Diagrama conexión tarjeta controladora

5

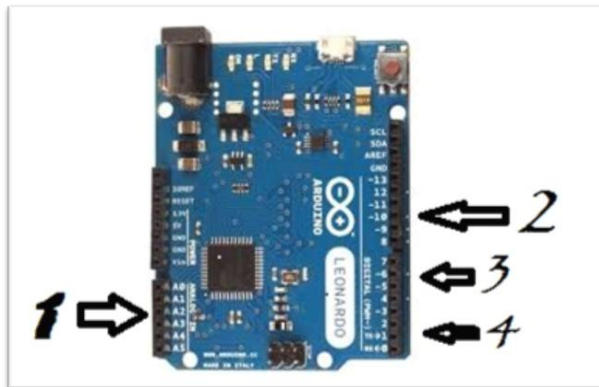


Imagen 29 Tarjeta Arduino Leonard

Numero	Nombre	Ubicación
1	Teclado	A0-A5,0 digital
2	Display	8-13 digital
3	Conector de potencia (Inyectores)	Pin 6 PWM
4	Conector de potencia (bomba)	Pin 1 digital
5	Alimentación	

Tabla 8 Lista de Elementos Electrónicos. Autor

### **Solución de problemas**

- Si el Display no enciende en el momento de la conexión del equipo. Destapar la tapa frontal y presionar el botón “reset” del arduino, luego verifique las conexiones
- Si la bomba enciende pero no suministra combustible. Revisar el filtro y si es del caso cambiarlo
- Si al conectar el equipo no hay alimentación en la bomba y los inyectores. Chequear el fusible de la parte inferior del equipo

### **Precauciones**

- No desconecte la manguera antes de que la presión del sistema llegue a cero (0)
- Asegúrese siempre de que la fuente de alimentación este aterrizada
- No ponga elemento ajenos al equipo durante determinada prueba de funcionamiento
- Limpie el panel de control y manténgalo lejos de líquido.



## 10. PRESUPUESTO Y RECURSOS

DESCRIPCIÓN	JUSTIFICACIÓN Y MODALIDAD	CANTIDAD REQUERIDA	VALOR UNITARIO (\$)	TOTAL RECURSOS				T	
				Universidad		Recursos Propios			
				Especie	Dinero	Especie	Dinero		
Probetas	Elemento de almacenamiento y medición de fluidos	8	\$ 8.000				\$ 64.000		
Tarjeta Arduino	Software de libre programación necesario para las pruebas	2	\$ 60.000				\$ 120.000	1	
Teclado Matricial 3x4	Componente necesario para la entrada de datos	2	\$ 8.500				\$ 17.000		
Display	Componente salida de datos	2	\$ 8.500				\$ 17.000		
Transformadores	Componente necesario para la alimentación del circuito	2	\$ 30.000				\$ 60.000		
Estructuras	Soporte donde va contenido el banco	2	\$ 100.000				\$ 200.000	2	
Componentes del Circuito	Elementos necesarios para la conducción de datos y alimentación	2	\$ 10.000				\$ 20.000		
<b>TOTAL</b>					\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 498.000	4

**Tabla 9 Presupuesto y recursos. Autor**

## **11. TRABAJOS FUTUROS**

- Implementación tina ultra sonido para la limpieza de micro filtros en inyectores, adaptado al sistema operativo del banco de pruebas.
- Diseño acoples para diferentes tipos de diámetros para las boquillas de los inyectores y vaciado del banco de pruebas por medio de solenoides programables.

## **BIBLIOGRAFIA**

Barientos Posada, R. A., & Gómez Arias, W. A. (1999). MODINYEC. Monitoreo y diagnóstico de inyección electrónica automotriz. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electrónico. Universidad de Antioquia. Facultad de Ingeniería. Departamento de Electrónica. . Medellín.

Ribbens, W. (2008). Electrónica automotriz . Mexico : Limusa.

## CIBERGRAFIA

- Arellano Parada, C. (s.f.). Salesianostalca. Recuperado el 07 de febrero de 2014, de Sistema de Inyección electrónica de combustible : <http://www.salesianostalca.cl/files/A8---Sistema--Inyeccion-Electronica-d-e-Combustible.pdf>
- BOSCH. INNOVACION PARA TU VIDA. (agosto de 2008). Catalogo de Bosch . Recuperado el 08 de febrero de 2014, de Sistema de Inyección Electrónica : [http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF\\_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas\\_de\\_Inyecci%C3%B3n.pdf](http://www.catalogobosch.com/BibliotecaPDF_es/Inyecci%C3%B3n/Sistemas_de_Inyecci%C3%B3n.pdf)
- Centeno Sanchez, M. A. (2010). Educa. Recuperado el 08 de febrero de 2014, de Sistema de inyección de gasolina monopunto : [http://www.educa.madrid.org/web/ies.mateoaleman.alcala/presentacion\\_inyeccion\\_monopunto\\_MM\\_G5.pdf](http://www.educa.madrid.org/web/ies.mateoaleman.alcala/presentacion_inyeccion_monopunto_MM_G5.pdf)
- Electro Diesel . (s.f.). Electro Diesel. Recuperado el 06 de febrero de 2014, de Diagnóstico de fallas del sistema de inyección : <http://electrodieseuleu.com/docs/diaginyeccion.pdf>
- Flores, C. O. (s.f.). Automotriz En Video. Recuperado el 08 de febrero de 2014, de Diagnostico y Reparación de fallas en el sistema de inyección electrónica a gasolina: <http://automotrizenvideo.com/wp-content/sp-resources/forum-file-uploads/uri/2012/11/22222.pdf>
- Lopez Henriquez, B. (s.f.). Scribd . Recuperado el 05 de febrero de 2014, de Sensores en el automóvil : <http://es.scribd.com/doc/33889005/Sensores-en-el-automovil>
- Mitsubishi. (2001). Automotriz en video. Recuperado el 08 de febrero de 2014, de Inyección Directa de Gasolina (GDI): <http://automotrizenvideo.com/wp-content/sp-resources/forum-file-uploads/hjcv1000/2013/01/Inyeccion-directa.pdf>
- Saavedra Cordero, H. E., & Solorzano Villa, A. (2010). Recuperación del banco simulador de inyección electrónica a gasolina de la escuela de ingeniería mecánica de la Universidad Industrial de Santander. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Mecánico. . Recuperado el 07 de febrero de 2014, de Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica: <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/5938/2/136113.pdf>
- Universidad Nacional de Colombia . (s.f.). Virtual Unal . Recuperado el 06 de febrero de 2014, de La matriz DOFA : [http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2008868/lecciones/capitulo\\_2/cap2lecc2\\_3.htm](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/2008868/lecciones/capitulo_2/cap2lecc2_3.htm)

## ANEXOS

### Anexo 1 Programación Software banco de prueba FAY 001

```
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Keypad.h>
LiquidCrystal LCD (13, 12, 11, 10, 9, 8);

//Programa teclado
int numero;
int cont = 0;

char customKey;
int aux = 0;

//int LEDdimmer;
const byte ROWS = 4; //cuatro filas
const byte COLS = 3; //tres columnas

byte rowPins[ROWS] = {A0, A1, A2, A3}; //Conexion de filas a pines arduino

byte colPins[COLS] = {A4, A5, 0}; //Conexion de columnas a pines arduino
char deciKeys[ROWS][COLS] = {
  {'1','2','3'},
  {'4','5','6'},
  {'7','8','9'},
  {'*','0','#'}
};
Keypad customKeypad = Keypad(makeKeymap(deciKeys), rowPins, colPins,
ROWS, COLS);

void setup(){
  pinMode(5,OUTPUT);
  digitalWrite(5,HIGH);
  lcd.begin(16,2);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Banco FAY 001");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Pascual Bravo");
  delay(1000);
  pinMode(6, OUTPUT);
  pinMode(1, OUTPUT);
```

```

digitalWrite(1,HIGH);
delay(1000);
digitalWrite(1,LOW);
lcd.clear();
lcd.print("Bienvenidos");
delay(1000);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
        // *****
    lcd.print(" (1) (2) (3) ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" con est cau ");
}

void loop() {

    customKey = customKeypad.getKey();//Lectura teclado
    if (customKey != NO_KEY){
        if(customKey == '1') {
            cont=10;
        }
        if(customKey == '2') {
            cont=20;
        }
        if(customKey == '3') {
            cont=30;
        }
    }

    switch (cont) {
        case 10:
            lcd.clear();
            lcd.setCursor(0,0);
            lcd.print("Pba Conisidad ");
            lcd.setCursor(0,1);
                // *****
            lcd.print("star(#)return(*)");

            if (customKey != NO_KEY){
                if(customKey=='*'){

```

```

        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
        // *****
        lcd.print(" (1) (2) (3) ");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print(" con est cau ");
    }
else if (customKey=='#'){
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("corriendo ");
    digitalWrite(1,HIGH);
    analogWrite(6,127);
    delay(10000);
    analogWrite(6,0);
    digitalWrite(1,LOW);
    lcd.clear();
    lcd.print ("Pba. finalizada");
    delay(500);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    // *****
    lcd.print(" (1) (2) (3) ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" con est cau ");
}

```

```

        break;
case 20:
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Pba Estanquidad ");
    lcd.setCursor(0,1);
        // *****
    lcd.print("star(#)return(*)");

    if(customKey=='*'){
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
    // *****
        lcd.print(" (1) (2) (3) ");
    }

```

```

        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print(" con est cau ");
    }
    else if (customKey=='#'){
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("corriendo ");
        digitalWrite(1,HIGH);
        delay(10000);
        digitalWrite(1,LOW);
        lcd.clear();
        lcd.print ("Pba. finalizada");
        delay(500);
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
        // *****
        lcd.print(" (1) (2) (3) ");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print(" con est cau ");
    }
}

```

```

break;
case 30:
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Pba Caudal ");
    lcd.setCursor(0,1);
    // *****
    lcd.print("star(#)return(*)");

    if(customKey=='*'){
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
        // *****
        lcd.print(" (1) (2) (3) ");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print(" con est cau ");
    }

    else if (customKey=='#'){
        lcd.setCursor(0,1);

```



```

        lcd.print("corriendo      ");
        digitalWrite(1,HIGH);
        analogWrite(6,191);
        delay(10000);
        analogWrite(6,0);
        digitalWrite(1,LOW);
        lcd.clear();
        lcd.print ("Pba. finalizada");
        delay(500);
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
        // *****
        lcd.print("  (1) (2) (3)  ");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("  con est cau  ");
    }

    break;
}

}
}
}

```

## Anexo 2 Programación Software banco de pruebas FAY 002.

```
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Keypad.h>
LiquidCrystal LCD(13, 12, 11, 10, 9, 8);

//Programa teclado
int numero;
int cont = 0;

char customKey;
int aux = 0;

//int LEDdimmer;
const byte ROWS = 4; //cuatro filas
const byte COLS = 3; //tres columnas

byte rowPins[ROWS] = {A0, A1, A2, A3}; //Conexcion de filas a pines arduino

byte colPins[COLS] = {A4, A5, 0}; //Conexcion de columnas a pines arduino
char deciKeys[ROWS][COLS] = {
  {'1','2','3'},
  {'4','5','6'},
  {'7','8','9'},
  {'*','0','#'}
};
Keypad customKeypad = Keypad(makeKeymap(deciKeys), rowPins, colPins,
ROWS, COLS);

void setup(){
  pinMode(5,OUTPUT);
  digitalWrite(5,HIGH);
  lcd.begin(16,2);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Banco FAY 002");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Pascual Bravo");
  delay(1000);
  pinMode(6, OUTPUT);
  pinMode(1, OUTPUT);
  digitalWrite(1,HIGH);
  delay(1000);
```

```

digitalWrite(1,LOW);
lcd.clear();
lcd.print("Bienvenidos");
delay(1000);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
        // *****
    lcd.print("  (1) (2) (3)  ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("  con est cau  ");
}

void loop() {

    customKey = customKeypad.getKey();//Lectura teclado
    if (customKey != NO_KEY){
        if(customKey == '1') {
            cont=10;
        }
        if(customKey == '2') {
            cont=20;
        }
        if(customKey == '3') {
            cont=30;
        }
    }

    switch (cont) {
        case 10:
            lcd.clear();
            lcd.setCursor(0,0);
            lcd.print("Pba Conisidad  ");
            lcd.setCursor(0,1);
                // *****
            lcd.print("star(#)return(*)");

            if (customKey != NO_KEY){
                if(customKey=='*'){
                    lcd.clear();
                    lcd.setCursor(0,0);

```

```

        // *****
        lcd.print(" (1) (2) (3) ");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print(" con est cau ");
    }
    else if (customKey=='#'){
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print("corriendo ");
        digitalWrite(1,HIGH);
        analogWrite(6,127);
        delay(10000);
        analogWrite(6,0);
        digitalWrite(1,LOW);
        lcd.clear();
        lcd.print ("Pba. finalizada");
        delay(500);
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
        // *****
        lcd.print(" (1) (2) (3) ");
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.print(" con est cau ");
    }
}

```

```

        break;
    case 20:
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Pba Estanquidad ");
        lcd.setCursor(0,1);
        // *****
        lcd.print("star(#)return(*)");

        if(customKey=='*'){
            lcd.clear();
            lcd.setCursor(0,0);
            // *****
            lcd.print(" (1) (2) (3) ");
            lcd.setCursor(0,1);
            lcd.print(" con est cau ");
        }
    }
}

```

```

}
  else if (customKey=='#'){
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("corriendo      ");
    digitalWrite(1,HIGH);
    delay(10000);
    digitalWrite(1,LOW);
    lcd.clear();
    lcd.print ("Pba. finalizada");
    delay(500);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    // *****
    lcd.print("  (1) (2) (3)  ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("  con est cau  ");
  }

```

```

break;
case 30:
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Pba Caudal      ");
  lcd.setCursor(0,1);
  // *****
  lcd.print("star(#)return(*)");

  if(customKey=='*'){
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    // *****
    lcd.print("  (1) (2) (3)  ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("  con est cau  ");

  }

  else if (customKey=='#'){
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("corriendo      ");
    digitalWrite(1,HIGH);

```

```
    analogWrite(6,191);
    delay(10000);
    analogWrite(6,0);
    digitalWrite(1,LOW);
    lcd.clear();
    lcd.print ("Pba. finalizada");
    delay(500);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    // *****
    lcd.print(" (1) (2) (3) ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" con est cau ");
}
```

```
break;
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```