

## **BANCO DE PRUEBAS CON CONTROL INALAMBRICO PARA INYECTORES DE GASOLINA.**

### **TEST BENCH WITH WIRELESS CONTROL FOR GASOLINE INJECTORS.**

**Andrés Felipe Caro Montes<sup>1\*</sup>, Arley Felipe Piza Segura<sup>2\*</sup>, Henry Montaña Quintero.**

#### **Resumen:**

Actualmente, el mercado de vehículos nuevos en Colombia, particularmente en su capital, muestra que cerca del 70% es de inyección electrónica multipunto, evidenciándose la alta demanda del servicio de limpieza de inyectores. A lo anterior se adiciona la normatividad de 2002 que obliga a la revisión tecnicomecánica de vehículos conducente a garantizar el funcionamiento y emisiones dentro de los límites admisibles. Por lo anterior, el presente artículo expone el diseño y desarrollo de un prototipo electromecánico enfocado a la evaluación y limpieza de inyectores en vehículos a gasolina. El diseño obtenido desde el punto de vista estructural y

---

<sup>1</sup> \* Tecnólogo(c) Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. e-mail: [afcm45@hotmail.com](mailto:afcm45@hotmail.com). ORCID 0000-0003-4759-3029

<sup>2</sup> \* Tecnólogo(c) Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. e-mail: [afpizas@correo.udistrital.edu.co](mailto:afpizas@correo.udistrital.edu.co). ORCID 0000-0003-1196-8044

<sup>3</sup>\*Ingeniero Electrónico UPTC, ESP. Automática e Informática Industrial, Magister en Ingeniería Industrial, Docente Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. e-mail: [hmontana@gmail.com](mailto:hmontana@gmail.com). ORCID000-0003-0752-6315

electrónico simula variables que condicionan un vehículo en funcionamiento: la presión y los pulsos eléctricos de inyección. Para la evaluación del inyector se usaron pruebas de: goteo, pulverización y flujo de inyección. Los resultados obtenidos diagnostican las pruebas de pulverización y flujo de inyección teniendo como referencia la medida del líquido depositado en los tubos de medición.

**Palabras clave:** inyector, presión, control inalámbrico, pulsos de inyección, limpieza de inyectores, sistema hidráulico.

**Abstract:**

Currently, the market for new vehicles in Colombia, particularly in its capital, shows that about 70% is multipoint electronic injection, evidencing the high demand for the injector cleaning service. To this is added the regulations of 2002 that requires the technical and mechanical revision of vehicles conducive to guarantee the operation and emissions within the permissible limits. Therefore, this article describes the design and development of an electromechanical prototype focused on the evaluation and cleaning of injectors in gasoline vehicles. The design obtained from the structural and electronic point of view simulates variables that condition a vehicle in operation: pressure and electrical injection pulses. For the evaluation of the injector tests of: drip, spray and injection flow were used. The results obtained diagnose the spraying and injection flow tests taking as a reference the measurement of the liquid deposited in the measuring tubes.

**Key Words:**

Injector, pressure, wireless control, injection pulses, cleaning injectors, hydraulic system.

## **1. Introducción**

El mercado de vehículos nuevos en Colombia fue de 175.723 unidades registradas en los primeros 9 meses del año 2018 [1]; y solo en Bogotá circularon cerca de 2.259.568 vehículos particulares de los cuales el 70% eran de tecnología de inyección electrónica multipunto, [2]. Lo anterior muestra la demanda de servicio en la limpieza de inyectores. A esto se adiciona la normativa dada en el artículo 28 de la Ley 769 de 2002 (revisión técnico mecánica de vehículos) que obliga a mantener en buen estado estos sistemas para garantizar el funcionamiento y emisiones dentro de un rango admisible, [3].

Por otro lado, en el mantenimiento de un vehículo la inyección electrónica es uno de los sistemas que requieren de una idónea calibración; para esto, a los inyectores se les realiza una variedad de pruebas que los diagnóstica adecuadamente; así mismo, se efectúa una limpieza para garantizar su funcionamiento debido a que tienen una alta frecuencia de uso: cuando un carro se encuentra a 3.600 rpm el inyector es accionado 3.600 veces en un minuto y está sujeto al rendimiento de otros componentes como el filtro para combustible, que en países como Colombia son regularmente falsificados, [4].

Como consecuencia, las máquinas que cumplen con los requerimientos descritos anteriormente se encuentran en rangos de costos elevados - en promedio cercano a los 1.000 \$US, [6], por lo que su acceso es limitado para algunos talleres.

De acuerdo con lo expuesto, esta problemática requiere ser investigada de manera que conduzca a la implementación de un prototipo –asequible- para el

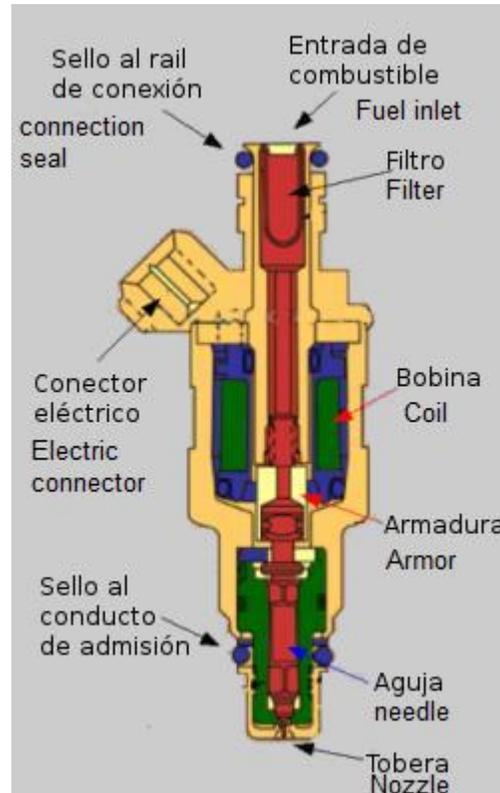
correspondiente mantenimiento de inyectores, de manera que sea una alternativa para talleres que cumplan con todas las condiciones para una eficiente reparación del sistema de inyección y su correspondiente certificación.

Por consiguiente, este artículo en primera parte presenta la explicación de dos términos importantes en la inyección electrónica, la razón de las maquinas probadoras de inyectores y como otras investigaciones elaboraron prototipos similares. Posteriormente se encuentra como fue elaborado el prototipo, desde un software hasta una maquina funcional, para finalmente hacer las distintas pruebas que ofrece la maquina a 5 inyectores y poder ver sus resultados para impartir un diagnóstico.

## **2 Estado del arte.**

### **2.1 Inyector.**

El inyector es una electroválvula de alta presión el cual está formado por un cilindro tamizado en su interior, la punta de salida del mismo posee una tobera que permite la pulverización de la gasolina. A través de una bobina se abre o se cierra una pequeña aguja metálica alojada en el interior. El inyector está diseñado en forma cónica con el objetivo que la pulverización del combustible llegue a la cámara de pistones sin generar derrames, ver figura 1.



**Figura 1. Partes y esquema interno del inyector. Fuente: [7]**

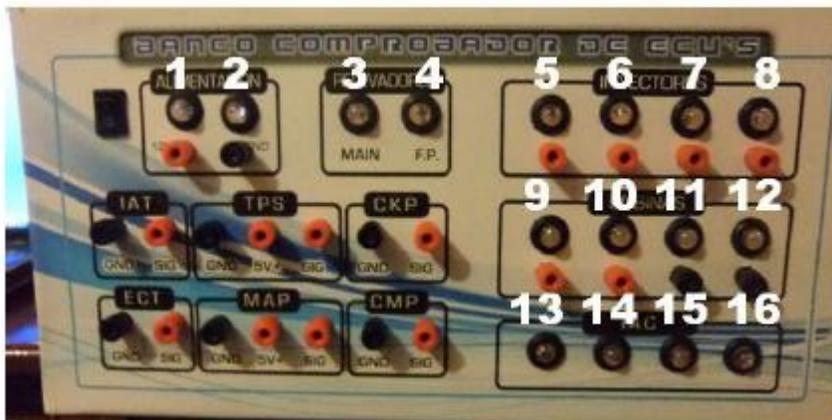
## 2.2 Sistema de inyección electrónica.

Para generar un movimiento mecánico a partir de la combustión, se requiere oxígeno, combustible y chispa de ignición, con esto se producen explosiones que ocasionan movimiento en el sistema de pistones. El primer sistema de suministro de era capaz de adicionar combustible de una manera mecánica con el cual se originan emisiones de gases fuertes y un mayor consumo de combustible, debido a una baja calidad de dosificación de gasolina, este sistema posteriormente fue reemplazado por un sistema electrónico que controla todo desde un computador (ECU)[5], en este nuevo sistema la dosificación de combustible se realiza por medio

de un inyector que es activado por pulsos electrónicos, en este sistema el inyector se pone en diversas condiciones como taponamiento, flujo y una combinación de ambas formando una señal de apertura y cierre.

Debido a que este elemento tiene una frecuencia alta de uso, puede sufrir daños al igual que quedar con impurezas de la gasolina en su interior que producen alguna falla en el funcionamiento, por estas razones se evidencio la necesidad de crear una máquina que simule las condiciones del inyector para dar un diagnostico antes y después de una limpieza. Estas máquinas, empezaron a generar un impacto alto debido a su gran eficiencia en el mantenimiento de un carro y por esto se convirtió en un instrumento importante en talleres de mecánica automotriz.

El proyecto titulado “implementación de un banco de pruebas para la unidad de control electrónico de vehículos con sistemas de inyección electrónica”. [9] Se realizó tratando de emular una ECU con lo que respecta a los circuitos que controlan los parámetros requeridos para el banco de comprobación, se trata de obtener las señales de todo sistemas de inyección electrónica (Inyectores, bobinas, CKP, TPM, MAP, etc) así los estudiantes pueden visualizar en el osciloscopio cuando una señal en el vehículo es correcta, ver figura 2.



**Figura 2: banco de pruebas para la unidad de control electrónico de vehículos con sistemas de inyección electrónica. Fuente: [9]**

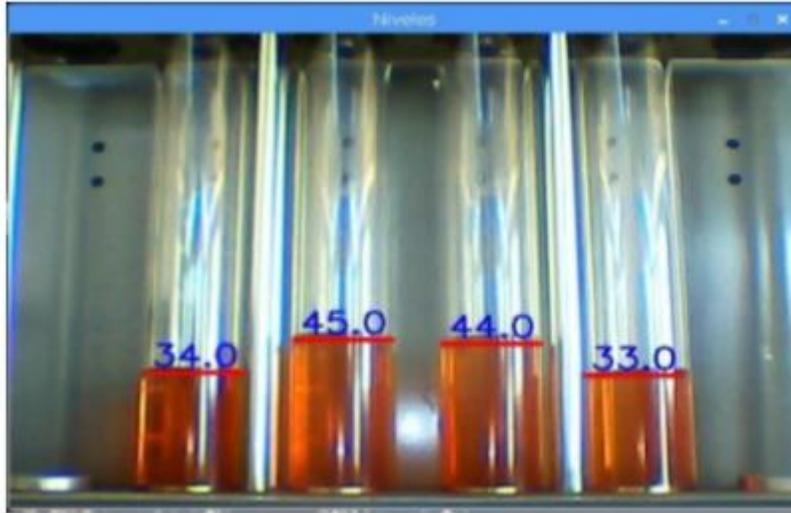
La siguiente investigación expone el proceso de diseño y construcción de un probador de inyectores de gasolina activado y controlado vía Wi-Fi, gracias a la versatilidad de su diseño permite activar y controlar el funcionamiento de los inyectores de gasolina en tiempo real sometidos a condiciones similares a las de vehículo [10]. Su control y monitoreo se desarrolla por medio de una interfaz en LabView de alto rendimiento la cual puede realizar pruebas a de cualquier tipo de marca de inyector de gasolina, ver figura 3.



**Figura 3: probador de inyectores de gasolina activado y controlado vía Wi-Fi.  
Fuente: [10].**

De otro lado, un banco probador de inyectores con control SCADA se muestra en [8], cuya característica es el monitoreo del nivel de líquido que se realiza mediante visión artificial.

Actualmente en las máquinas comerciales la medición del líquido depositado por los inyectores en cada una de las probetas se realiza a consideración de lo que el usuario pueda ver, lo que hace que varios proyectos se enfoquen hacia actualizaciones que mejoren la precisión de cada medición así mismo hacer un mejor diagnóstico de los inyectores, ver figura 4.

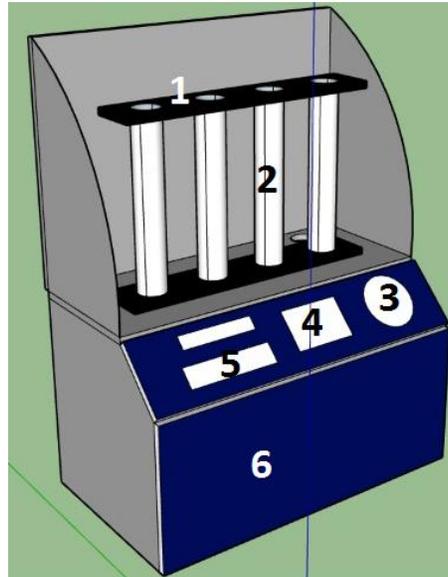


**Figura 4: banco probador de inyectores con control SCADA. Fuente: [8].**

### **3. Materiales y métodos: Diseño.**

En este punto del artículo se encuentra una descripción de elaboración de la estructura desarrollada para la máquina, posterior a obtener esta estructura, se realizan los dos sistemas fundamentales del prototipo: el sistema hidráulico y eléctrico, en este mismo se nombra cada uno de ellos con su correspondiente diagrama de funcionamiento. Dentro del sistema eléctrico, se encuentran los tipos de comunicación del usuario con la maquina: control manual e inalámbrico, presentando una explicación de su funcionamiento y la forma de medición de líquido.

El diseño previo de la estructura se realiza en un software especializado (Figura 5). Luego, usando perfiles de aluminio se construye un bastidor (Figura 6) donde se soportan los componentes con recubrimiento en tapas acrílicas con el objetivo de reducir peso en el prototipo final; se debe considerar que el soporte de los tubos de vidrio se haga con este mismo material, pero de un calibre más alto para absorber la fuerza a soportar.



**Figura 5: diseño del prototipo en software especializado. Fuente: Propia. 1) riel de soporte de inyectores. 2) tubos de almacenamiento de líquido. 3) manómetro. 4) pantalla TFT. 5) Teclado. 6) base. Fuente: Propia.**



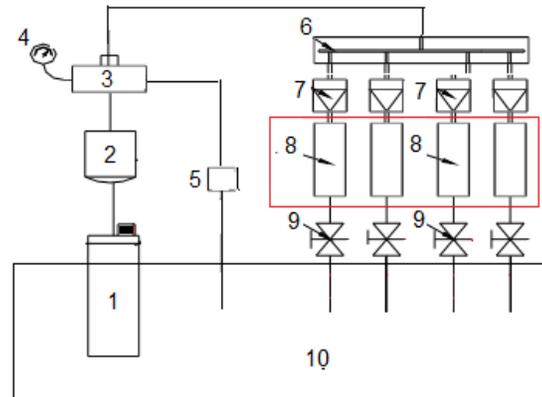
**Figura 6: esqueleto en ángulos de aluminio. Fuente: Propia.**

De lo anterior, la máquina consta de dos sistemas que se unifican para formar las diversas pruebas: los sistemas hidráulico y electrónico.

### **3.1. Esquema y funcionamiento hidráulico.**

El sistema hidráulico (Figura 7) posee un tanque donde se almacena el líquido, la presión se ejerce mediante una bomba de gasolina, pasa por un filtro, y

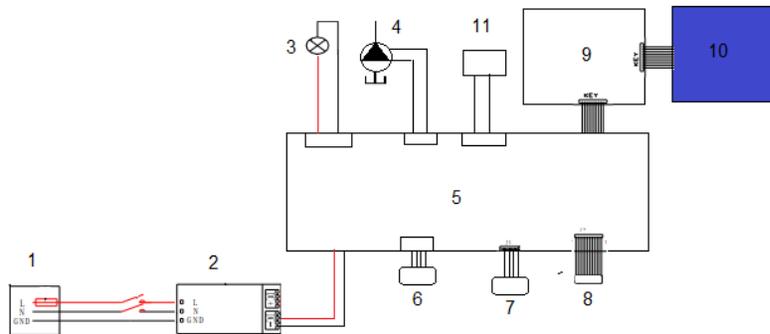
posteriormente a un manómetro para visualizar la presión ejercida en el punto del riel, donde se distribuye a los 4 puntos de inyección, dentro de los puntos de retorno del líquido se encuentra el drenaje de los tubos que se realiza mediante la activación de electroválvulas conectadas a tanque como se muestra en la figura 7. Para algunas conexiones se usaron racores de manguera a tubo de 1/2”.



**Figura 7: Sistema hidráulico: 1) bomba de gasolina, 2) filtro, 3) tee, 4) manómetro 5) retorno, 6) riel, 7) inyectores, 8) tubos de medición, 9) electroválvulas, 10) tanque.  
Fuente: Propia.**

### 3.2 esquema y funcionamiento eléctrico

Como anteriormente se mencionó el inyector funciona a partir de una bobina que da apertura a una válvula (aguja), en la aplicación práctica del mismo, esta electroválvula es controlada a través de una señal cuadrada, de baja frecuencia, para generar dichas señales se utilizó el micro controlador Psoc5lp de la empresa cypress, programado desde el software psoc creator 4.2 como lo indica la figura 8.



**Figura 8: Sistema eléctrico: 1) alimentación ac, 2) fuente de alimentación dc, 3) iluminación de fondo, 4) bomba, 5) sistema micro controlado psoc, 6) sensores, 7) electroválvulas, 8) inyectores, 9) sistema micro controlado 2, 10) panel de control, 11) Comunicación inalámbrica. Fuente: Propia.**

El circuito eléctrico genera una señal cuadrada variable en frecuencia y ancho de pulso a conveniencia del usuario y las pruebas que este seleccione, por medio de una ecuación (1) se relaciona la frecuencia de trabajo con las revoluciones por minuto de un vehículo, para poder obtener que frecuencia se maneja a ciertas revoluciones.

$$F = \frac{Rpm * 1Hz}{60Rpm} \quad (1)$$

Posteriormente y debido a que el pwm (pulse-width modulation) que se va a trabajar tiene cambios tanto de frecuencia como de periodo (2), para el ajuste de la señal aplicada al inyector, se relaciona la frecuencia con un valor que se refiera al periodo

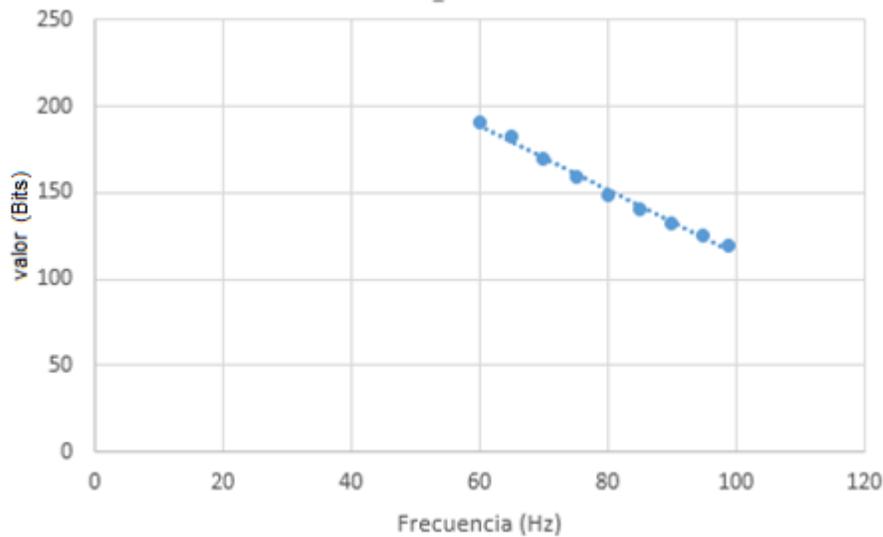
y que el micro controlador logre entender en bits (tabla 1) teniendo en cuenta también la velocidad del controlador.

$$T = \frac{1}{F} \quad (2)$$

Frecuencia (Hz)	T.periodo(ms)	R valor periodo(Bits)
60	16	191
65	15,38	183
70	14,2	170
75	13,3	159
80	12,5	149
85	11,7	140
90	11,1	132
95	10,5	125

**Tabla 1: Relación entre frecuencia, periodo y valores para implementar en psoc.**  
**Fuente: elaborada por los autores**

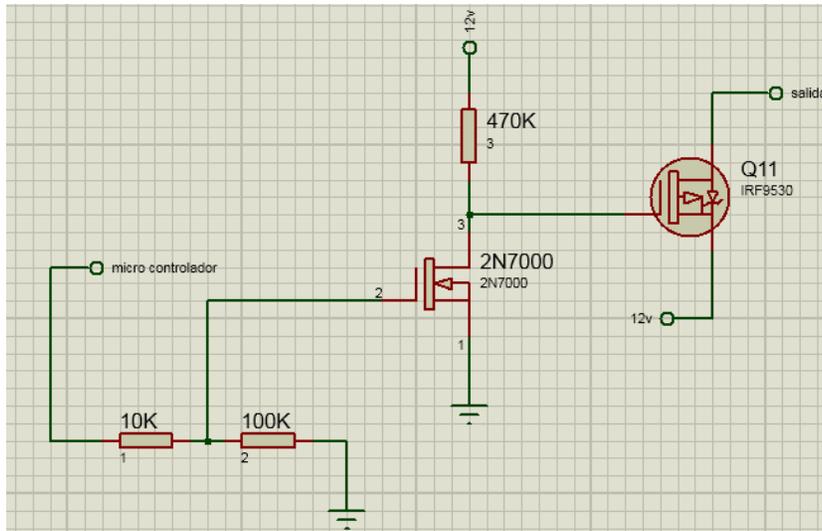
A partir de esta relación se realiza una gráfica. (Figura 9), de donde se obtiene una ecuación lineal (3) que va a ser ejecutada desde el micro controlador cuando sea necesario.



**Figura 9: grafica de relación frecuencia con valores para digitar el micro controlador. Fuente: propia.**

$$R = -1.8707F + 301.56 \quad (3)$$

Posteriormente de obtener la señal que se piensa aplicar a los inyectores, se necesita de un acople eléctrico capaz de suministrar esta señal a un nivel de tensión y corriente con el que sea accionado el inyector (figura 1) con este mismo circuito es accionada la bomba que suministra el combustible desde el tanque.



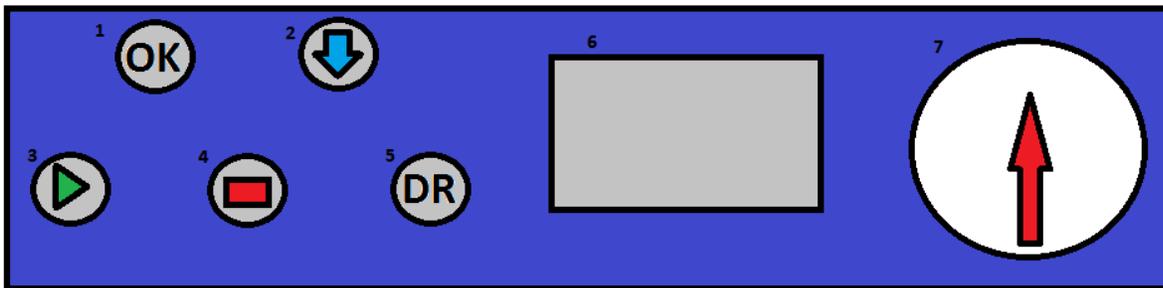
**Figura 10. Esquema circuital, manejado con mosfet de potencia para el control de los inyectores. Fuente: Propia.**

Como se mencionó anteriormente, el prototipo consta con dos tipos de operación, manual y remoto (inalámbrico), ambas conectadas mediante comunicación serial.

- **Operación Manual.**

Este tipo de manejo de la maquina es manipulado desde un micro controlador ATmega328P, programado en la plataforma arduino con este se maneja una pantalla TFT para la visualización, el manejo de esta pantalla está dado por un teclado, donde el usuario puede seleccionar los tres tipos de pruebas prueba (goteo, pulverización y flujo de inyección) desde este mismo teclado se manipula el drenado de las probetas, el inicio y la pausa de las pruebas (Figura 11).

Este sistema se comunica por el protocolo de comunicación serial con el micro controlador Psoc (figura 8) que ejecutara las órdenes del control manual.



**Figura 11: 1-Selección (OK), 2-Mover en menú, 3-Play, 4-Stop, 5-Drenado, 6-Pantalla TFT, 7-Manómetro.**

- **Control remoto.**

Este bloque de manejo de la máquina está diseñado para Android, realiza una comunicación con el micro controlador a través de Bluetooth haciendo un emulador de puerto serie. La aplicación cuenta con una pantalla de inicio (Figura12) en la cual se indica el estado de conexión y un menú principal que cuenta con cuatro opciones de selección (conectar, pruebas, ayudas y salir).



**Figura 12: captura de pantalla de interfaz principal, fuente: propia**

Al momento de realizar la conexión se vincula la máquina y el dispositivo móvil por medio de bluetooth, para posteriormente desde la app realizar la conexión final.

En el menú principal se encuentra la opción de pruebas en el cual se presentan las mismas pruebas de control manual junto con una prueba añadida (Figura 13) (vehículo en funcionamiento) que consta de un manejo de la frecuencia de los inyectores desde el acelerómetro del celular.



**Figura 13: interfaz prueba añadida de vehículo en funcionamiento desde la aplicación. Fuente: Propia.**

En esta prueba se envía en un paquete de información que, posteriormente en el micro controlador 2 es procesada, en este paquete se envía el valor obtenido del acelerómetro en su eje vertical como se muestra en la Figura 14



**Figura 14: paquete de información en la aplicación.**

- **Medición de nivel:**

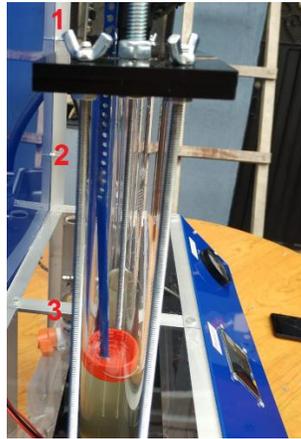
La medición de nivel del líquido en los tubos es de gran importancia en pruebas de Flujo de inyección y pulverización. Con el nivel de líquido se puede saber si hay un equilibrio en el funcionamiento de los inyectores, también se puede saber si el inyector está expulsando más de la cantidad permitida (tabla 2), provocando un mal funcionamiento o una emisión de gases altamente contaminantes.

Cilindraje del vehículo(cm <sup>3</sup> )	Consumo(ml)
1000-1900	20-25
2000-2800	30-35

**Tabla 2: cantidad de líquido permitido en prueba de flujo de inyección según el cilindraje del motor.**

Para la medición de líquido se implementó un sensor de nivel tipo flotador (Figura15) el cual está dotado por: sensor de barrera encoder, un flotador y una barra segmentada. Mediante este sensor, se puede dar un valor de la cantidad de líquido

que se encuentra depositado en el tubo, para con este valor dar un diagnóstico del inyector que se encuentra en prueba.



**Figura 15: Sensor de nivel tipo flotador:1-Encoder, 2-barra segmentada, 3-flotador.**

#### **4. Pruebas y resultados.**

El prototipo es capaz de simular condiciones de un vehículo en funcionamiento, por eso a través de una serie de probetas se puede representar la cámara de pistones para poder visualizar la cantidad de líquido consumido por los inyectores y de igual manera con el sensor se puede obtener el mismo valor. Un sistema hidráulico distribuye el líquido uniformemente por cada uno de los inyectores ejerciendo la misma presión en cada uno, está a su vez puede ser variable en una prueba evaluando una de las características del inyector.

##### **4.1. Pruebas.**

###### **4.1.1. Goteo.**

En esta prueba se somete el inyector a presión variable desde el control manual (Figura 17) o inalámbrico (figura 16) iniciando desde 30 (Psi) durante 120 segundos con la finalidad de observar el taponamiento del inyector, para esto el inyector que

se esté probando no deberá gotear para pasar la prueba, si este gotea el inyector

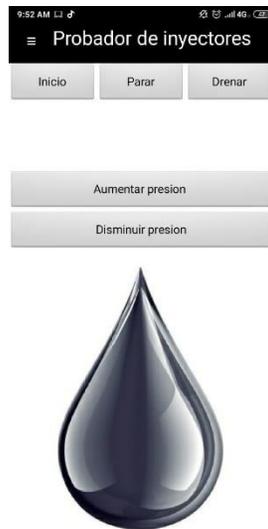
no está haciendo el debido taponamiento y puede estar presentando fugas.

Se le aplico la prueba a cinco diferentes inyectores con el objetivo de clasificarlo en tres estados: aprobado, revisión y averiado.

Esta prueba se realizó a los mismos inyectores 5 veces para ver si el comportamiento de estos variaba al aplicarse más veces la prueba de taponamiento, de esto se obtuvo la tabla 3, en donde se concluyó que solo un inyector presento fugas después de una segunda prueba, como por el contrario los demás inyectores tuvieron el mismo comportamiento.

	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5	Estado
Inyector 1	0	0	0	1	0	Aprobado
Inyector 2	2	2	1	2	1	Revisión
Inyector 3	1	1	1	2	2	Revisión
Inyector 4	0	1	0	0	0	Aprobado
Inyector 5	4	3	1	3	2	Averiado

**Tabla 4: Estado de inyectores según el número de gotas. Fuente: Propia.**



**Figura 16: interfaz prueba de goteo en aplicación. Fuente: Propia.**



**Figura 17: menú de goteo en control manual. Fuente: Propia.**

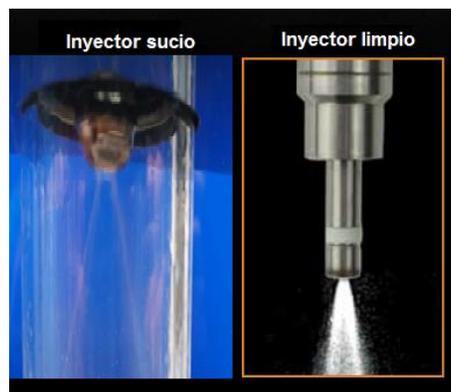
#### **4.1.2. Pulverización.**

En esta prueba se aplica una señal graduada por el usuario (Figura 18) a los inyectores seleccionados por el mismo, bajo una presión constante, con el objetivo de visualizar la cantidad de líquido que logra pulverizar cada uno de los inyectores y así dar un diagnóstico.



**Figura 18: interfaz prueba de pulverización desde la aplicación y control manual de la máquina. Fuente: Propia.**

En esta prueba durante la misma cantidad de tiempo los inyectores deben expulsar un nivel similar de líquido en los tubos, para los inyectores que se están probando no debe haber un rango mayor al 10% en cada cantidad de líquido (Tabla 4), igualmente la manera en la que el líquido es expulsado del inyector debe ser pulverizada y no fraccionada (Figura 19) como puede suceder en un inyector sucio.



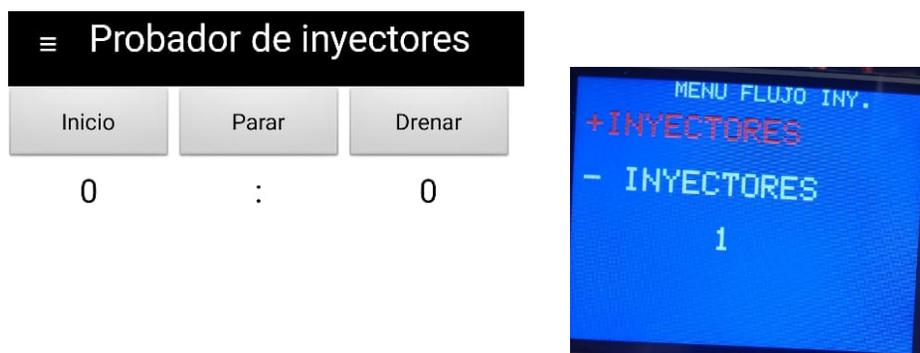
**Figura 19: Inyector en prueba de pulverización. Fuente: Propia.**

# inyector	Cantidad (ml)
1	40
2	43
3	50
4	30

**Tabla 4: Cantidad de líquido suministrado por cada inyector en prueba de pulverización- Datos arrojados por el prototipo. Fuente: Propia.**

#### **4.1.3. Flujo de inyección.**

Para esta prueba los inyectores que el usuario desea utilizar son abiertos totalmente durante un periodo de tiempo corto, con presión constante, con la finalidad de observar el comportamiento de los inyectores cuando estos están abiertos, y asegurar que no haya un taponamiento o un consumo excesivo como fue mostrado en la tabla 2 en la figura 20 se puede ver la interfaz para manejar esta prueba desde el control manual y el control inalámbrico.



**Figura 20: interfaz prueba de flujo de inyección en aplicación y en control manual de la máquina. Fuente: Propia.**

En esta prueba se tiene en cuenta dos parámetros que son fundamentales para dar un diagnóstico de los inyectores: el inyector posteriormente de acabada la prueba

Fecha de envío:  
Fecha de recepción:  
Fecha de aceptación:

no debe producir goteo, y dependiendo del cilindraje del motor del vehículo (Tabla2) el inyector debe expulsar una cantidad de líquido máxima, con estos valores medidos se puede saber la calidad del inyector individualmente, para determinar un exceso de consumo (Figura 20) o un consumo aprobado en el rango (Figura 22). Esta prueba se realizó 5 veces a los inyectores (Tabla 5) y se mostró en una tabla, y se pudo evidenciar que estos no varían mucho comportamiento en las pruebas, de igual manera con esos datos se revisa si el inyector es aprobado o necesita de una limpieza.



**Figura 21: cantidad de líquido depositada por un inyector con exceso de consumo  
Fuente: Propia.**



**Figura 22: cantidad de líquido depositado por un inyector en buen estado. Fuente: Propia.**

# inyector	Prueba 1		Prueba 2		Prueba 3		Prueba 4	
	Cantidad	Goteo posterior						
1	45 ml	SI	43 ml	SI	43 ml	SI	42 ml	SI
2	22 ml	SI	24 ml	NO	22 ml	SI	20 ml	NO
3	20 ml	NO	21 ml	NO	22 ml	NO	20 ml	NO
4	10 ml	NO	11 ml	NO	9 ml	NO	11 ml	NO
5	32 ml	SI	33 ml	SI	29 ml	SI	28 ml	SI

**Tabla 5: prueba de flujo de inyección a 5 inyectores con parámetros de cantidad de líquido- Datos arrojados por el prototipo- y goteo posterior a la prueba. Fuente: Propia.**

## 5 Conclusión.

Los inyectores son elementos fundamentales en el sistema de inyección de un vehículo a gasolina, por esto necesitan de una efectiva calibración y limpieza, para evitar consumos altos de gasolina, una fuerte emisión de gases o simplemente un mal funcionamiento del vehículo.

Se logró desarrollar un prototipo funcional para el diagnóstico de inyectores de vehículos a gasolina, fue posible diseñar y construir un sistema mecánico, hidráulico

y electrónico con un buen acceso económico y fácil ensamblaje, de esta forma se garantizar el eficiente trabajo de la maquina a diferentes presiones, de igual manera fue necesario ajustar el riel de inyección para que este se pueda usar con una gran variedad de tamaños de inyectores.

Es necesario manejar cada una de las pruebas con un fluido que sea adecuado para el buen comportamiento de los inyectores, debido a que la densidad del fluido probador puede influir, de igual manera utilizar electroválvulas con la fuerza suficiente para el líquido probador.

## Referencias

- [1] J. Bragg, , “La venta de vehículos nuevos en Colombia creció un 2,2%,”, Bogotá: Casa editorial El Tiempo, 2018.
- [2] O. ambiental de Bogotá, “Indicadores,” Vehículos Particulares- NVP, 2018. [Online]. Available: <http://oab.ambientebogota.gov.co/es/indicadores?id=272>
- +
- [3] M. DE TRANSPORTE, “LEY 769 DE 2002 (Agosto 6) Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones.,” 2002
- [4]El tiempo, “CASI EL 60 POR CIENTO DE LOS FILTROS SON FALSIFICADOS”, Bogota:Casa editorial El Tiempo, 2019.
- [5] S. D. I. Bosch, Sistemas de Inyección Electrónica. ed1 2016
- [6]L. T. Co, L. I. Park, W. Rd, P. O. Launch, and L. T. Co, “Información sobre marcas LAUNCHUse the "Insert Citation" button to add citations to this document.
- [7] B. Moya, “Inyección de combustible: que es y cuáles son los tipos principales”,pp1-4,9-nov-2014, ed: mecánica fácil.

[8] S. D. Q. PILLALAZA and J. A. S. CUEVA, "DESARROLLO DE UN LIMPIADOR DE INYECTORES DE GASOLINA CON UN BANCO DE PRUEBAS AUTOMÁTICO PARA EL SERVICIO AUTOMOTRIZ 'LOS NOGALES,'" UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO, 2019.

[9] W. M. L. CUNALATA, "IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA LA UNIDAD DE CONTROL ELECTRÓNICO DE VEHÍCULOS CON SISTEMAS DE INYECCIÓN ELECTRÓNICA PARA LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ" ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, 2012.

[10] P. A. C. MONTENEGRO and E. D. N. PILATUÑA, "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA INYECTORES GASOLINA PROGRAMADO Y ACTIVADO VÍA WI – FI," ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO EXTENSIÓN LATACUNGA, 2012.