



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA

“Diseño de banco de pruebas de inyectores de gasolina para
determinar sus parámetros de operatividad en la empresa
Interamericana Norte SAC”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

AUTOR:

Br. Ramos Calderón, Víctor Alexander (ORCID: 0000-0002-9805-1636)

ASESOR:

Mg. Panta Carranza, Dante Omar (ORCID: 0000-0002-4731-263X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos

CHICLAYO - PERÚ

2020

Dedicatoria

Este presente trabajo en primer lugar se lo dedico a Dios por su respaldo incondicional durante mi vida, a mis padres por haberme dado la vida y fuerzas para continuar en lo adverso, por guiarme y darme sabiduría en los momentos más difíciles para seguir adelante luchando para así alcanzar mis objetivos propuestos.

VICTOR RAMOS

Agradecimiento

A mi familia por brindarme la oportunidad de constituirme profesionalmente en esta prestigiosa Universidad. Asimismo, agradezco enormemente a mis docentes, que con su práctica, conocimiento y motivación me han sabido guiar a lo largo de la carrera estudiantil.

Índice de contenidos

Caratula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA	20
3.1. Diseño de investigación.....	20
3.2. Variables y operacionalización.....	21
3.3. Población y muestra.....	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5. Métodos de análisis de datos.....	24
3.6. Aspectos éticos.....	24
IV. RESULTADOS.....	25
V. DISCUSIÓN.....	53
VI. CONCLUSIONES.....	54
VII. RECOMENDACIONES	55

REFERENCIAS..... 56

ANEXOS..... 57

Índice de tablas.

Tabla 1. Características del sistema de combustible	28
Tabla 2. Especificación técnica del inyector G3LA	28
Tabla 3. Característica del sistema de combustible Kia Rio	29
Tabla 4. Especificación técnica del inyector del Kia Rio	30
Tabla 5. Característica de la bomba de combustible.....	31
Tabla 6. Características de manguera automotriz	38
Tabla 7. Propiedades del Varsol	39
Tabla 8. Tabla de costo total	48
Tabla 9. Costo total de inversión.	48
Tabla 10. Tabla de egresos	50
Tabla 11. Tabla de ingresos.	50
Tabla 12. Flujo neto efectivo proyectado.....	51
Tabla 13. Análisis de los criterios VAN y TIR.....	52

Índice de figuras.

Figura 1 Partes del inyector de gasolina electromagnético	10
Figura 2. Inyectores de válvula de disco	13
Figura 3. Inyectores de válvula de aguja	13
Figura 4. Tipos de terminales eléctricos	14
Figura 5. Tipos de los terminales de los inyectores	15
Figura 6. Buena atomización y mala atomización de combustible	15
Figura 7. Partes del limpiador de inyectores canister	17
Figura 8. Observación de la pulverización de los inyectores	17
Figura 9. Limpieza a ultrasonido de inyectores	19
Figura 10. Partes de un inyector de gasolina	26
Figura 11. Bomba de gasolina	31
Figura 12. Filtro de la bomba de gasolina	32
Figura 13. Diseño del banco de pruebas de inyectores	33
Figura 14. Esquema de cálculo de cargas	34
Figura 15. Tubo cuadrado	36
Figura 16. Riel de inyectores	37
Figura 17. Regulador de presión	37
Figura 18. Controlador L298	40
Figura 19. Circuito integrado 555 Astable	42
Figura 20. Circuito integrado 555 modificado	43
Figura 21. Funcionamiento del banco de pruebas	46
Figura 22. Forma de pulverización del inyector	47

Resumen

Este trabajo de investigación denominado “DISEÑO DE BANCO DE PRUEBAS DE INYECTORES DE GASOLINA PARA DETERMINAR SUS PARÁMETROS DE OPERATIVIDAD EN LA EMPRESA INTERAMERICANA NORTE SAC” permitirá realizar un mejor y óptimo mantenimiento preventivo y/o correctivo a todos los vehículos que ingresen a la empresa Interamericana Norte, contribuyendo un beneficio económico tanto para el cliente como a la empresa ya que antes no se contaba con dicho equipo de diagnóstico, además se estará contribuyendo al cuidado del medio ambiente.

La presente investigación se ha desarrollado a través del método cuantitativo tomando como referencia métodos estadísticos y analizando las encuestas realizadas. Con la ayuda de lo mencionado anteriormente se logró generar el mejor diseño para la producción del banco de pruebas de inyectores de gasolina. La fabricación del banco de pruebas se ejecutó teniendo en cuenta los materiales para la construcción de cada pieza que conforma el banco probador de inyectores.

Palabras claves: banco de pruebas de inyectores, medio ambiente, métodos estadísticos, cuantitativo.

Abstract

This research work indicated “DESIGN OF A PETROL INJECTOR TEST BENCH TO DETERMINE ITS OPERATING PARAMETERS IN THE INTERAMERICANA NORTE SAC COMPANY”, performed a better and optimal preventive and / or corrective maintenance on all vehicles that entered the Interamerican company North, contributing to an economic benefit for both the client and the company since there was no such diagnostic equipment, also contributing to the care of the environment.

The present investigation has been developed through the quantitative method taking statistical methods as a reference and analyzing the surveys carried out. With the help of the aforementioned, I have generated the best design for the production of the fuel injector test bench. The manufacturing of the test bench was executed taking into account the materials for the construction of each piece that makes up the injector test bench.

Keywords: injector test bench, environment, statistical methods, quantitative

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

1.1.1. Ámbito internacional

Según las inspecciones técnicas en los vehículos se determina que las emisiones contaminantes que son arrojadas por los autos después de la combustión son la causa de que el 11% del parque automotor no supere las características ambientales de buen funcionamiento. Lo que establece la principal causa por la cual no se le da al vehículo la inspección técnica aprobada este indicador está por encima de las luminarias, ruedas, ejes, neumáticos o frenos.

En los sistemas de inyección de gasolina que se hace de manera electrónica, se suele utilizar sistemas de carburación que no tengan partículas de hollín y otros cuerpos extraños, esto se pretende corregir con filtros ubicados en el ingreso de combustible al carburador. Sin embargo por mucho que se filtre el combustible es imposible tener un control total de las impurezas lo que hace que estas se filtren y e ingresen a los inyectores lo que origina que se ingrese combustible de manera defectuosa, eso produce grandes diferencias en cómo funciona la cánula y por ende el motor. Aparte de esto se puede tener que los inyectores taponeos debido a que la combustión no es completa y deja residuos que obstruyen el paso del combustible, se tiene un conjunto de situaciones que producen en los inyectores fallas que deben ser revisadas y corregidas por parte del mecánico. Estas fallas se reflejan durante el funcionamiento de la máquina lo que produce que las revoluciones por minuto disminuyan así como el torque que debe generar la máquina.

En los motores modernos el sistema de inyección tenía un papel muy relevante, ya que estos son los que condicionan el rendimiento del motor, así como el gasto económico debido al consumo de combustible y

también la contaminación ambiental debido a las emisiones de CO₂ en los gases combustibles, además que si este sistema funciona mal conduce a que el motor tenga graves consecuencias dañinas, es el motivo por el que los inyectores son constantemente sustituidos cuando se identifica que están fallando. La mecánica del motor como por ejemplo la compresión y el sistema de encendido, deben estar en buen estado de funcionamiento. El sistema de admisión debe ser estanco y el filtro de aire debe estar en perfectas condiciones. Los fallos mecánicos resultan difíciles de detectar a primera vista. Generalmente conducen a un funcionamiento irregular del motor, un arranque difícil y, en último extremo, a fallo de los cilindros. Además, pueden dar como resultado unas emisiones de escape excesivas.

1.1.2. Ámbito nacional

En la actualidad la mayor parte de automóviles recurren a talleres mecánicos por averías electrónicas tales como: mantenimiento de inyectores, obstrucción de toberas, pre-filtros y estos se notan durante la conducción del vehículo, como por ejemplo pérdida de potencia, mayor consumo de combustible y mala aceleración. En nuestro país muchos talleres pequeños no cuentan con instrumentos de pruebas y diagnóstico eficaz para dar soluciones a los diferentes tipos de problemas que se presentan en los vehículos modernos esto hace que pierdan clientes, ya que estos equipos son de altos costos; debido a esto muchos propietarios de vehículos tienen que verse obligados llevar a reparar o comprar nuevos repuestos a talleres más especializados.

Los combustibles fósiles que se utilizan para los motores con ciclo Otto siempre tienen contaminación de partículas o suciedad con ellas, esos pasan por el tanque de combustible y es aquí donde en general se

retienen debido a los filtros que tiene la máquina, con el avanzar del tiempo los malos mantenimientos en cuanto al cambio de filtros generan que estos contaminantes se filtren y pase al sistema de carburación, el uso constante de la reserva de combustible también es un factor que genera este problema, al pasar estos contaminantes se produce un problema en los inyectores ya que los ensucia y genera fallas que deberían aparecer más adelante debido al funcionamiento del inyector. Estas fallas que se dan por suciedad en los inyectores pueden ser leves pero también se presentan como graves, las leves no se notan de manera rápida ya que solo se observan cuando se desacelera o se acelera el motor, y se muestran como tirones que se siente durante el funcionamiento de la máquina, pero en los casos graves se da que el pistón no combustiona debido a que no ingresa justamente combustible y el motor falla de manera muy visible

Las causas de las emisiones de gases elevadas son muy diversas y atienden causas que van desde simple suciedad, a problemas mecánicos o electrónicos. En primer lugar es importante determinar de qué color es el humo en caso de que se pueda notar, el humo negro indica una mezcla de aire combustible que por lo general es exceso de combustible. En este caso los inyectores juegan un papel importante ya que por la misma suciedad de la gasolina se van tapando poco a poco.

1.1.3. Ámbito local.

En Chiclayo los talleres de mediado o pequeño tamaño de electricidad y electrónica automotriz no tienen la capacidad de brindar un servicio de mantenimiento óptimo en los inyectores de combustible esto se debe a que el costo es elevado y además por que las herramientas e instrumentos que se requieren para dicha actividad son difíciles y

también costosos de conseguir, que genera inconvenientes excesivos, así el inyector no se logra reparar u revisar adecuadamente y causa en el daños y desgaste complicando su eficiencia cuando se regresa a su posición del motor lo que causa que el taller no se quiera involucrar en este tipo de mantenimiento porque podría denigrar su prestigio.

En los centros de inspección vehicular una de las fallas que siempre se establece es que la temperatura de funcionamiento no es la que realmente se genera durante la marcha del motor, esto se concluyó que es resultado del poco conocimiento de los profesionales y técnicos que generan el cambio de combustible de funcionamiento del motor de gasolina a GLP, así que en la conversión es importante determinar cuáles son los parámetros nuevos reales que tendrá el motor con respecto a la presión de aceite, temperatura del refrigerante, tiempo re inyección y temperatura del aire.

En Chiclayo el parque automotor es casi 25 mil automóviles que consumen GLP de los que 17 mil se dedican al servicio de taxi estos en gran medida tienen el problema de desabastecimiento de GLP con lo cual no se logra muchas veces movilizar a diario sus automóviles. Aunque se puede determinar que el uso de las modificaciones para utilizar el GLP como combustibles principal los dueños de los vehículos solo cuentan con conocimientos basados en experiencia en tanto al funcionamiento, mantenimiento e instalación de este sistema, ahora este déficit de conocimiento se propaga no solo a los dueños sino también al personal o profesional que se ve involucrado a brindar el servicio de cambio o modificación del uso de gasolina a GLP. Otra dificultad que resulta de esta modificación o que encuentra el seudo especializada para realizar la modificación es que las unidades son antiguas considerando que están entre 5 a 10 años de dicha antigüedad lo que hace que estas unidades tengan incumplimiento en

cuanto al funcionamiento y manejo de los vehículos modificados a GLP lo que causa que estas unidades no cumplan con los requerimientos técnicos de mantenimiento.

1.2. Formulación del problema.

¿Es factible diseñar un banco de pruebas de inyectores de gasolina para determinar sus parámetros de operatividad en la empresa Interamericana norte SAC?

1.3. Justificación

Nivel técnico: Esta investigación es importante, porque permitirá un diagnóstico adecuado del comportamiento de los inyectores, tomando en cuenta que actualmente la empresa Interamericana Norte no cuenta con este equipo de diagnóstico, además se realizara el diagnostico en menor tiempo.

Nivel económico: El implementar un banco de pruebas de inyectores de gasolina resulta ser una oferta de un nuevo servicio por parte de la empresa a sus clientes mejorando los ingresos económicos de la empresa.

Nivel social: En lo social nos beneficia que la empresa contara con un taller más implementado y así mismo el servicio de mantenimiento vehicular sería mucho más completo y eficiente. A su vez los propietarios de los vehículos tendrán la posibilidad de evaluar el sistema de inyección de sus vehículos en la empresa Interamericana Norte con las garantías y beneficios que conlleva esto.

Nivel ambiental: Al realizar las pruebas de los inyectores se estaría verificando sus parámetros de operatividad de cada inyector, con ello contribuiríamos al cuidado del medio ambiente ya que al ver que un inyector este defectuoso, este inyectaría más y/o menos

combustible entonces habría una mala combustión y por ende una mayor contaminación por monóxido de carbono por no haber quemado todo el combustible.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general.

Diseñar un banco de pruebas de inyectores de gasolina para determinar sus parámetros de operatividad en la empresa interamericana norte SAC.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Caracterizar a los inyectores de gasolina y sus parámetros de operación en el sistema de alimentación de combustible en los motores vehiculares.
- Seleccionar los componentes electromecánicos para los sistemas de inyección de combustible, sistema de control electrónico y sistema de potencia para el banco de pruebas.
- Determinar las pruebas y sus rangos de operación de los inyectores
- Analizar económicamente la propuesta de diseño, utilizando indicadores como el VAN y TIR.

1.5. Hipótesis.

Al diseñar un banco de pruebas de inyectores de gasolina se podrán determinar sus parámetros de operatividad, lo cual será un beneficio para la empresa y como para el cliente, además de ser este proyecto amigable con el medio ambiente.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Trabajos previos

Ámbito internacional

En la tesis titulada “Construcción de un banco de pruebas y limpieza de inyectores a gasolina” se muestra como conclusiones que en el experimento desarrollado se estimó que el mantenimiento de inyectores propuesto aumento la eficiencia de los mismos, para el mantenimiento de los inyectores se utilizó un equipo de limpieza ultrasónico. El investigador establece que no solamente se puede utilizar para limpiar inyectores, sino que puede utilizarse en otros equipos de precisión. A parte de la limpieza de la bomba la limpieza de los inyectores debe tener un proceso adecuado para cada elemento electrónico que se tenga con el fin de tener un control adecuado de los dispositivos de inyección por medio del microchip el cual tiene la función de control sobre los inyectores, pero con un ciclo de trabajo adecuado para evitar su sobrecalentamiento. Para logara tener los dispositivos en un estado de funcionamiento se debe tener en cuenta el método establecido en la investigación lo que determina un trabajo correcto de cada dispositivo y por ende un trabajo correcto de todo el sistema.

En la investigación titulada “Diseño y construcción de un banco de pruebas para inyectores gasolina programado y activado vía wi – fi” se desarrolló una serie de pruebas para el funcionamiento de los inyectores llamados de medio uso estos dispositivos mostraron fallas que se podían ver sin mucho esfuerzo durante la evaluación, cuando se realizan estas pruebas se llega a un diagnostico que al realizarse mediante el procedimiento que se menciona en la investigación se pueden determinar las causas de dichas fallas.

En la investigación de título “Diseño y construcción de un banco electrónico de pruebas y limpieza de inyectores a gasolina” basado en las comparaciones sobre estudios de mantenimiento de inyectores de gasolina determina que al realizar un mantenimiento de estos equipos en un banco de pruebas y la correcta limpieza de los mismos da al motor la opción de un rendimiento más

óptimo, la constatación de la eficiencia de los inyectores se determinó mediante un ultrasonido la comparación se realizó por el análisis de estos antes y después de haberlos limpiado por ultrasonido. El control de los elementos se debe a que los dispositivos electrónicos de control de la bomba de combustible y de los inyectores deben tener un uso adecuado, la programación del microchip responde a que los inyectores trabajen de acuerdo a tiempos determinados así estos evitan el sobrecalentamiento (VILLAVICENCIO, 2012 pág. 66)

Nivel nacional

(Flores, y otros, 2017 pág. 50) En su tesis titulada “diseño e implementación de probador de inyectores a motores gasolineros para mejorar el proceso de diagnóstico a pequeños talleres” llega a la conclusión que se ha diseñado e implementado el probador de inyectores con finalidad de incrementar el acceso a talleres pequeños para motores a gasolina ya que será beneficioso para el rubro automotriz así mismo para las personas que cuentan con vehículos automotrices ya que actualmente se busca disminuir costos; así los clientes puedan realizar sus servicios tanto como mantenimiento e inspección de inyectores. Este sistema de probador de inyectores es totalmente esencial para el mantenimiento y diagnóstico de inyectores como el análisis de resultado de funcionamiento de pruebas para el diagnóstico y para el descarte de fallas se realiza las pruebas de inyectores para diferentes marcas como, Nissan, Toyota, Hyundai, kia, Renault, Mazda y Peugeot reduciendo el tiempo de trabajo así mismo generar mayor ingreso económico.

En Chiclayo una gran parte de pequeños talleres no están a la vanguardia de los avances tecnológicos y los cuales no puede brindar un mejor servicio de mantenimiento al no contar con una banco de pruebas de inyectores para verificar la óptima inyección del combustible. El banco de prueba de inyectores de gasolina es muy útil en talleres automotrices para diagnosticar fallas en motores y obtener una buena combustión y así contribuir al cuidado del medio

ambiente por la contaminación con monóxido de carbono por el mal funcionamiento de los inyectores.

2.2. Teorías relacionadas al tema

2.2.1. Inyector de gasolina

Este dispositivo es un dispositivo electromagnético que tiene la función de ingresar gasolina al cilindro del motor para que se pueda realizar la explosión dentro del cilindro y así controlar su combustión para obtener fuerza mecánica, estos poseen una salida muy pequeña por donde sale el combustible aquí se tiene un micro filtro que permite ingresar combustible en su estado más puro al motor. Algunos no poseen una salida sino tienen varias de estas que se fabrican con tolerancias muy cortas cuando están abiertos tienen un diámetro de aproximadamente una micra lo que consigue que el combustible se atomice de manera adecuada, la duración de esta apertura es de 2 a 15 ms en aproximación y depende directamente del funcionamiento del motor.

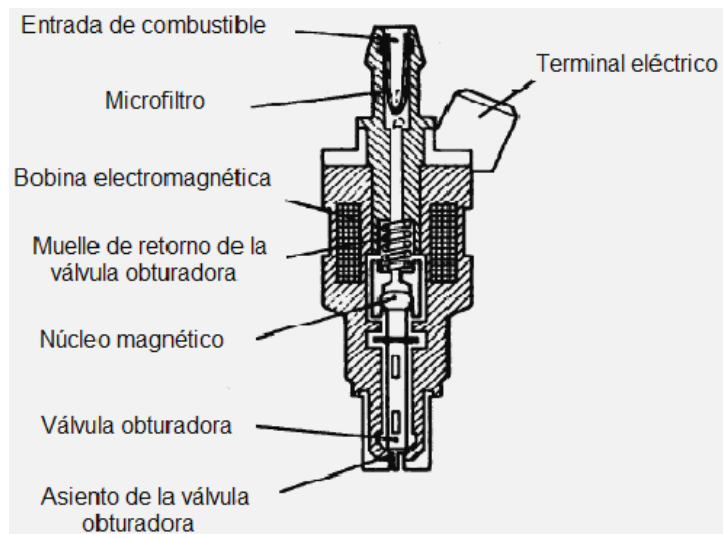
El inyector está controlado por el módulo de control del motor, la misma que envía un impulso eléctrico que abre el inyector, esto permite que la gasolina logre pasar a través de los finos orificios dosificadores por el efecto de la presión que emite la bomba de gasolina.

Los inyectores pertenecen al sistema de inyección de gasolina al motor y son estos dispositivos los que condicionan el buen funcionamiento de todo el sistema estos trabajan con un voltaje de 12 voltios en DC y consumen intensidad eléctrica dependiente de la bobina y su resistencia interna que al ser mayor consumirá mayor intensidad y viceversa ya que es una resistencia óhmica donde la intensidad es proporcional al voltaje por producto de la resistencia.

2.2.2. Constitución y funcionamiento.

El inyector de motores a gasolina se constituye por un micro filtro, entrada de combustible, núcleo magnético, bobina electromagnética, válvula obturadora y su asiento, conector eléctrico (por donde pasa la señal de control del micro controlador) y un resorte de recuperación. Esta es la constitución común de todos los inyectores a gasolina sin importar la clasificación a la cual pertenecen.

Figura 1 Partes del inyector de gasolina electromagnético



Fuente web: <http://herediacity.olx.co.cr/limpieza-de-inyectores-gasolina-a-domicilio-costarica-iid-431228111.jpg>

Como se mencionó el combustible llega al inyector previo paso de este por un micro filtro para liberar impurezas, en un inicio de su funcionamiento el inyector permanece cerrado debido a que el muelle de retorno de la válvula obturadora empuja a dicha válvula contra su asiento, con esto se logra cerrar el paso de combustible al motor. La unidad de control envía un pulso a la bobina del inyector haciendo que esta se magnetice y aperturen el núcleo magnético que se encuentra fijo a la válvula obturadora permitiendo la salida del combustible por el inyector hacia el motor al ser la cavidad muy pequeña y estando el

combustible a una presión superior a la atmosférica el paso de este por el agujero permite atomizar el combustible lo que permite una mejor combustión de la gasolina dentro del cilindro.

Cuando la señal hacia la bobina del inyector cesa por acción de la unidad de control el muelle de retorno del obturador cierra el paso del combustible al regresar a su posición inicial cortando el flujo y esperando hasta la siguiente señal del controlador para permitir nuevamente el paso del combustible.

Existen dos maneras de conectar los inyectores que se controlen por unidad de control, el primer modo es el alimentar a los inyectores de manera constante por el pin positivo mientras el sistema de control abre y cierra el paso de conexión a tierra en su otro pin. La otra manera es que estos se conecten a tierra y el sistema de control controle la conexión y desconexión a la alimentación del inyector. Aunque son maneras diferentes de funcionamiento no existe ninguna diferencia en cuando a rendimiento ya que ambos métodos se basan en generalidades eléctricas iguales aunque entre los sistemas de inyección e solo el 5% de los sistemas de inyección se controlan con la conexión y desconexión de la alimentación.

2.2.3. Clasificación del inyector.

Los inyectores e pueden clasificar de tres maneras por independencia, dependiente de la válvula de obturación y dependiente del terminal eléctrico que se tome para realizar la maniobra.

2.2.3.1. Clasificación por impedancia.

La impedancia es una característica eléctrica del material que determina la resistencia eléctrica que tiene la bobina del inyector

Baja (ohm)	Alta (ohm)
1.6 – 4	9 a 15

En la fabricación como se ve se utilizan bobinas que tienen dos tipos de impedancia, aunque se recomienda que en los vehículos actuales se utilice una impedancia alta su principal ventaja es que genera menos calor en la electrónica de potencia que los controlan así no requiere resistencias extras para disminuir el paso de la corriente que atraviesa la bobina, su parámetro de control es generalmente el voltaje, la impedancia baja por otro lado cuenta con un tiempo para su accionamiento más bajo.

2.2.3.2. Clasificación por su válvula obturadora.

El funcionamiento de un inyector es común para todos ellos pero existen diferencias específicas en su válvula de obturación que son el elemento que permite el paso del combustible y su atomización, estos se dividen en inyectores con válvulas de disco e inyectores con válvula de aguja.

Los inyectores con válvula de disco como lo especifica su nombre no cuenta con aguja sino con un disco plano que tiene en tu superficie orificios pequeños que es por donde sale el combustible, el funcionamiento de estos inyectores es competente tienen aparte un cono de atomización, aunque presentan el inconveniente de presentar obstrucciones por hollín de la combustión debido a que sus orificios están más expuestos que los de aguja.

Figura 2. Inyectores de válvula de disco



Fuente de la web:
<http://testengineargentina.blogspot.com/2007/04/inyectores-diferentes-tipos.html>

Los otros tipos de inyectores que son con válvula de aguja son los tipos de inyectores más utilizados por que ha demostrado tener mayores resultados eficacia en comparación a los otros tipos de inyectores con válvulas de obturación diferentes. La aguja fina cae sobre su asiento obstruyendo el paso de la gasolina y cuando le llega el voltaje a la bobina del inyector, la aguja se retrae permitiendo el paso de la gasolina para que se pulverice. Por su constitución está más propensa a obstruirse pero a la larga eso es inevitable.

Figura 3. Inyectores de válvula de aguja



Fuente de web:
<http://testengineargentina.blogspot.com/2007/04/inyectores-diferentes-tipos.html>

2.2.3.3. Clasificación por terminal eléctrica.

La mayor parte de inyectores se clasifican en dos tipos.

Figura 4. Tipos de terminales eléctricos



Fuente de la web:
<http://testengineargentina.blogspot.com/2007/04/inyectores-diferentes-tipos.html>

En el tipo de terminal mostrado antes en la figura, el conector calza por fuera del inyector generando de esta forma una unión impermeable. Este tipo de conexión es el mayor utilizado hasta la actualidad por ser muy confiable desde el año 1973 cuando apareció el tipo de inyección eléctrica L – Jetronic. El conector se une internamente en el inyector con el déficit de no proteger completamente la conectividad entre el terminal del inyector y el conector del cableado. En la actualidad; todavía hay algunos inyectores que usan este tipo de conectores que se emplean sobre todo en los inyectores tipo Bosch que varían entre los años 1968 y 1973 con el sistema D - Jetronic

En los años 80 varios fabricantes de terminales japoneses optaron por hacer sus propios terminales como Audi y Toyota. Estos tenían un conector ovalada que no compatibilizaba con otros terminales que marcas diferentes generando conflictos al querer reparar o cambiar alguno.

Figura 5. Tipos de los terminales de los inyectores



Fuente: [http:// www.ignyteparts.com/injector_connection_types.htm](http://www.ignyteparts.com/injector_connection_types.htm)

2.2.4. Mantenimiento

El mantenimiento se da cuando en el inyector aparece barniz, carbón o pequeñas partículas que se encuentran en el combustible y se quedan en el micro filtro, el inyector, en los orificios de pulverización o asiento y en la válvula de obturación, estas partículas retenidas en los conductos y pasos de combustible en el inyector se cristalizan debido a las diferentes temperaturas a las que se encuentra sometido el motor durante su funcionamiento.

Figura 6. Buena atomización y mala atomización de combustible



Fuente.: <http://herediacity.olx.co.cr/limpieza-de-inyectores-gasolina-a-domicilio-costa-rica-iid-431228111>

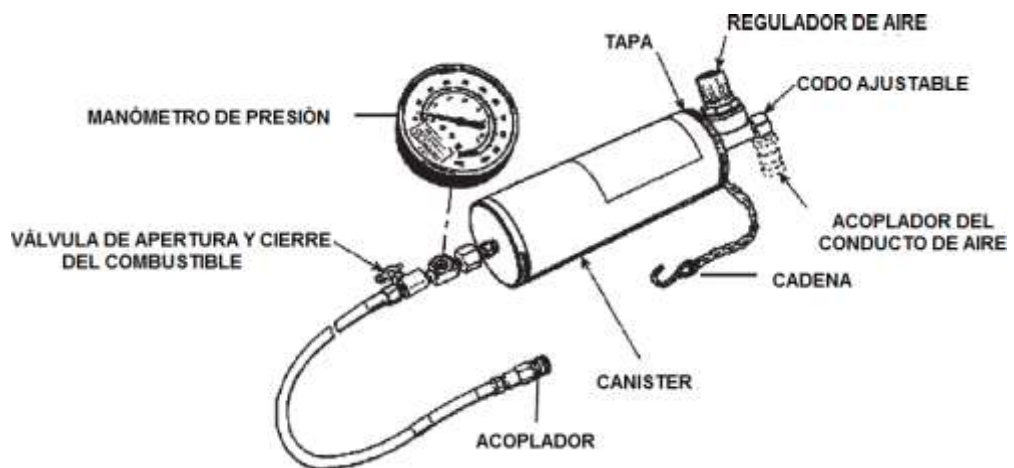
El almacenamiento de carbonilla consigue producir enormes fallas en la operatividad de los inyectores y por ende el funcionamiento del motor puede ser defectuoso. Se ha llegado a demostrar que si se acumula partículas sólidas dentro de los inyectores estos reducen el flujo de combustible hasta en 30%; lo que determina que la partícula que fuera se queda dentro de los inyectores puede afectar el flujo del caudal de la gasolina, dañar el ángulo de atomización, produciendo emisiones de gases innecesarias, una mayor cantidad de consumo de gasolina y un funcionamiento del motor defectuoso. Por todas estas razones es necesario realizar un mantenimiento a los inyectores. En la actualidad existen dos métodos para dar mantenimiento o dar limpieza a los inyectores.

Los tipos de limpieza son: limpieza sin desmontar los inyectores del motor y retirándolos de él.

El método de limpieza sin retirar los inyectores del motor consiste en poner en funcionamiento los inyectores en el motor y hacer circular por ellos un líquido limpiador mientras está funcionando el motor. En varias ocasiones los técnicos mecánicos agregan estos aditivos limpiadores directamente en el tanque de la gasolina. El siguiente método de mantenimiento retirando los inyectores del motor, aparte de realizarle una limpieza mejor, se les puede realizar varias pruebas de funcionamiento para así poder ver su operatividad si están bien o en mal estado.

2.2.4.1. Mantenimiento del inyector por maquina canister. La limpieza de los inyectores sin extraerlos del motor tiene una manera correcta de hacerse; y es a través del sistema de limpieza de inyectores por canister. Esta máquina está compuesta por las diferentes partes:

Figura 7. Partes del limpiador de inyectores canister



Fuente: <http://images.harborfreight.com/manuals/95000-95999/95834.pdf>

2.2.4.2. Limpieza de inyectores a ultrasonido en un banco probador de inyectores: Es imposible observar su funcionamiento de los inyectores dentro del interior del motor es por eso que toma este tipo de limpieza extrayendo los inyectores del motor y poniéndolos en un banco probador de inyectores.

Figura 8. Observación de la pulverización de los inyectores



Fuente: www.tallercalderon.com/blog/estos-pueden-ser-sus-inyectores/

Los inyectores mostrados en la figura anterior nos dan un ejemplo claro de una incorrecta pulverización de la gasolina, en excepción del inyector número cinco, esto solo es posible desmontando los inyectores

del motor y poniéndolos en un banco de pruebas. A pesar de que el vehículo se encuentre funcionando normalmente en ralentí se puede notar una oscilación de las revoluciones del motor, la atomización de la gasolina no es homogénea en los cilindros del motor lo cual no va a ver una buena combustión y eso llevara a cabo la creación de depósitos de carbón en las válvulas y en el pistón lo cual conlleva a un deterioro prematuro de dichos componentes.

No olvidemos que los inyectores son en parte mecánicos y eléctricos y es en la parte mecánica la que es afectada por las partículas mencionas anteriormente por esa razón; los inyectores deben ser desmontados del motor para ser analizados en el banco de pruebas para poder observar la pulverización, presencia de fugas externas y su caudal de flujo de inyección de combustible; a continuación se van a mostrar las pruebas que se les realizarán a los inyectores en el banco de pruebas.

Prueba de observación de Fugas.- esta esta prueba se va a observar si el inyector presenta fugas tanto por la entrada de combustible como por la boquilla de salida.

Prueba de pulverización.- aquí en esta prueba se va a observar el grado de inyección y la forma de pulverización

Prueba de caudal del combustible.- consiste en medir la cantidad de combustible que inyecta al motor, aquí se observara si el inyector está abierto mucho o si no eta inyectando la cantidad necesaria de combustible.

Limpieza de los inyectores por ultrasonido.- en esta prueba se va a eliminar todas las partículas de suciedad dentro de los inyectores y así garantizar que los inyectores queden realmente limpios y así puedan operar al 100% de su funcionabilidad. Este proceso de limpieza ultrasónica destruye en solo 15 minutos todas las partículas y agentes

contaminantes carbonizados que se encuentren dentro del inyector, los cuales son los causantes de la obstrucción del flujo de combustible.

Figura 9. Limpieza a ultrasonido de inyectores



Fuente: <http://providencia.olx.cl/limpieza-de-inyectores-con-ultrasonido-a-domicilio-iid-431713999>

2.2.5. Diseño del banco de pruebas:

Diseño del hardware

El hardware es la parte física de la tecnología digital se construye de tal manera que sea lo más fácil de operar y entender por parte del operador, se compone de manera básica por dos partes la primera es una estructura que soporta toda la electrónica y dispositivos para las prueba y el segundo es el riel de inyectores que es una estructura con acoples donde se colocan los inyectores para realizar las pruebas.

Riel de inyectores.

Este se diseña considerando que la medidad principal a realizar es la presión del trabajo con el que el combustible es accionado dentro de la cámara de combustión masi se determina que tan grueso debe ser la presión de trabajo regularmente para los inyectores es de 40 Psi.

Soporte del riel de inyectores.

Esta es una estructura donde se debe montar y asegurar el riel de los inyectores para poder fijar las probetas en el banco, el diseño debe permitir que se asegure el riel con las probetas de manera sencilla pero rápida. Además, debe ser lo suficientemente sólida o fuerte para soportar la presión a la que se somete el juego de inyectores durante las pruebas.

Sistema de simulación de pulsos variables.

Este sistema está compuesto principalmente por un oscilador, el cual debe enviar pulsos parecidos a los pulsos que envía la ECU (Unidad de control electrónica) del motor, hacia los inyectores, lo cual se asemeja a una onda cuadrada, porque, tiene un régimen alto y un régimen bajo, es decir, ON, OFF. Existen muchas maneras de poder simular estos pulsos, pero el circuito más práctico y económico es el oscilador o multivibrador astable con el circuito integrado NE 555.

III. METODOLOGÍA

3.1. Diseño de investigación.

La investigación se desarrolló como una investigación no experimental ya que en ninguna parte del proyecto se manipulo la variable independiente para generar datos o modificaciones en la variable dependiente Esta investigación empezó en la búsqueda de información de las variables para realizar el diseño de un banco de pruebas de inyectores y así poder ver sus parámetros de funcionamiento de cada inyector.

3.2. Variables y operacionalización.

3.2.1. Variable independiente

Diseño de un banco de pruebas de inyectores.

3.2.2. Variable dependiente

Parámetros de operatividad del inyector

3.2.3. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO
Variable Independiente : Diseño Banco de pruebas de inyectores.	Un sistema que tenga la capacidad de determinar mediante pruebas fuera de su área de funcionamiento el estado de los inyectores de combustible	Es la máquina que se ha diseñado para realizar una tarea específica, en este proyecto se determinaran parámetros de funcionamiento.	Presión	Bar	Medición Revisión Observación Documentaria
			Potencia mecánica	Watts	
			Potencia eléctrica	Vatios	
			Caudal	M3/s	
Variable Dependiente: Parámetros de operatividad del inyector.	Parámetros que se deben determinar cómo óptimo para establecer que el inyector funciona correctamente.	Determinar el caudal, la presión y la reacción en los pulsos de inyección para establecer el grado de funcionamiento del inyector	Caudal Presión Pulsos de inyección	M3/s Bar Hz	Observación Medición

3.3. Población y muestra.

3.3.1. Población.

Los inyectores de los vehículos que ingresen por mantenimiento a la empresa Interamericana Norte.

3.3.2. Muestra.

Los inyectores de los vehículos que ingresen por mantenimiento a la empresa Interamericana Norte 2019.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

TECNICA	USO	INSTRUMENTO
Observación	Evaluar los parámetros de funcionamiento del inyector	Ficha de registro de Operación
Revisión documentaria	Revisión de normas técnicas y equipos Estandarizados.	Ficha de revisión documentaria

3.4.1. Técnicas de recolección de datos.

Las tecinas de recolección de datos que se utilizaron en esta investigación fueron.

Observación.

Con esta técnica se estableció los diferentes parámetros de funcionamiento de los inyectores y del banco de pruebas.

Revisión documentaria.

Nos permitirá la búsqueda de diversos trabajos para poder diseñar el banco de pruebas de inyectores de gasolina, así también la búsqueda de diversos elementos para la máquina.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.

Ficha de registro de operación

Este documento permitirá evaluar la operatividad y funcionalidad del banco de pruebas de inyectores de gasolina para la empresa Interamericana Norte, observando el funcionamiento de los inyectores en sus diferentes pruebas.

Ficha de Revisión Documentaria.

Esta ficha nos permitirá llevar un registro de diversos documentos que va a ser observados para el diseño del banco de pruebas de inyectores de gasolina, tales como manuales de equipos, para su clasificación y luego su selección.

3.5. Métodos de análisis de datos.

Se basaron en estadística descriptiva que se aplicó a las variables de estudio donde la información que se obtuvo se analizó y ordeno para mostrarla y trabajarlas en el desarrollo y resultados de la investigación.

3.6. Aspectos éticos.

Como investigador se estableció un régimen ético donde se determinó un uso debido de los datos proporcionados por la empresa ya que no se utilizaron para otro sentido más que para la investigación además que se respetó en todo momento la autoría de los datos tomados de otras investigaciones.

IV. RESULTADOS

4.1. Caracterizar a los inyectores de gasolina y sus parámetros de operación en el sistema de alimentación de combustible en los motores vehiculares.

Como se menciona en las teorías estos dispositivos se conforman por un bobinado electromagnético, una entrada de combustible, un núcleo magnetizado un micro-filtro, un asiento para la válvula obturadora y la válvula obturadora y por último el conector por donde ingresa la señal eléctrica al inyector para su funcionamiento, todos los inyectores a gasolina se conforman de manera general y básica por los elementos antes mencionados sin importar el tipo de inyector que sean.

4.1.1. Clasificación de los inyectores.

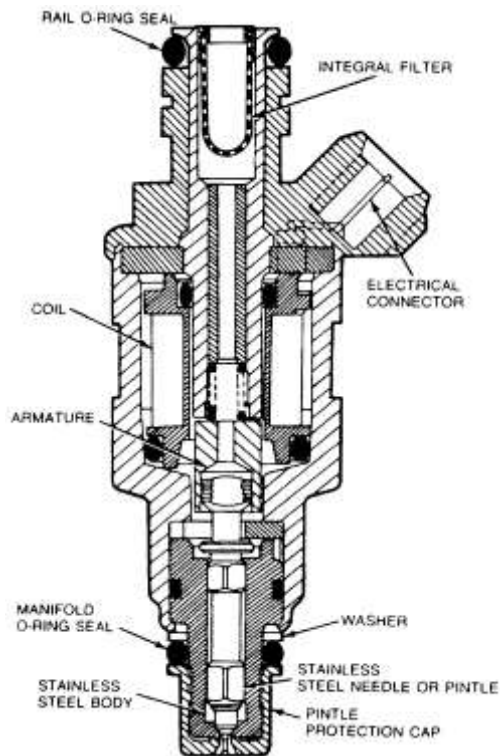
Se puede clasificar a los inyectores en tres tipologías

Impedancia		Tipo de válvula			Alimentación	
Baja	Alta	Aguja	Bola	Disco	Alimentación superior	Alimentación lateral
ohm	ohm					

4.1.2. Componentes internos del inyector.

Un inyector de gasolina está compuesto por numerosas partes, es una pieza muy compleja, a continuación se muestra un inyector de gasolina de tipo de aguja.

Figura 10. Partes de un inyector de gasolina



O ring: Son sellos normalmente de goma Viton, se encuentran en la parte inferior y superior del inyector para poder sellar las conexiones de combustible entre el inyector y el raíl de combustible/múltiple de admisión dependiendo del tipo de inyección del motor.

Integral filter/Basket: El micro filtro es el último filtro antes de que el combustible entre al motor. El micro filtro está diseñado para evitar daños en la aguja del inyector, evitando que las pequeñas impurezas ingresen en el sistema.

Electrical connector: Es el conector eléctrico por donde recibe el positivo y la señal que es enviada desde la unidad de control del motor.

Injector body: Como su nombre lo indica es el cuerpo principal del inyector, constituido de acero; en los modernos son con aleaciones mejoradas.

Coil: su funcionamiento es igual que otras bobinas; su alimentación es por la unidad de control del motor, una vez alimentada la bobina la aguja se levanta dejando fluir el combustible presurizado al motor.

Pintle: La aguja es la pieza principal ya que es la que hace de tapón sellando el compartimento presurizado del inyector donde se aloja el combustible, antes de que este pueda ser inyectado.

Pintle seat/protection cap: Es la parte donde asienta la aguja para sellar el inyector. La toleración del mecanizado de esta pieza afecta a la forma y cantidad de inyección liberada por el inyector de gasolina.

Spring: resorte que se usa como retorno para regresar la aguja a su posición de reposo, es decir, cerrando el inyector.

Especificaciones técnicas de inyectores:

Motor Kia Picanto 1.0 Litros MPI

Características técnicas.

Tabla 1. Características del sistema de combustible

Elemento	Especificación	
Depósito de combustible	Capacidad	35 l.
Filtro de combustible	Tipo	Tipo papel
Presión de combustible	Presión de combustible regulada	330- 370 kpa
Bomba de combustible	Tipo	Eléctrica. Tipo instalada en deposito
	Impulsada por	Motor eléctrico
	Voltaje de suministro	12v
	Corriente	Max. 5.0 A
Sistema de retorno de combustible	Tipo	Sin retorno

Inyector

Tabla 2. Especificación técnica del inyector G3LA

Elemento	Especificación	
Resistencia de la bobina (Ω)	13.8 – 15.2	
Tiempo de inyección mínimo (ms)	1.8	
Presión de combustible	Barra	2 – 7
	kPa	200 – 700
	Kgf/cm ³	2,04 – 7,14
	Psi	29,0 – 101,5
Clavija	2	

Motor Kia Mohave 3.8 DOHC

Elemento	Especificaciones
Resistencia de la bobina (Ω)	11,4 – 12,6

Motor Kia Rio 1.4 Litros MPI KAPPA 2018

Sistema de alimentación de combustible

Tabla 3. Característica del sistema de combustible Kia Rio

Elemento	Especificación	
Depósito de combustible	Capacidad	45 l.
Filtro de combustible	Tipo	Tipo papel
Presión de combustible	Presión de combustible regulada	330- 370 kpa
Bomba de combustible	Tipo	Eléctrica. Tipo instalada en deposito
	Impulsada por	Motor eléctrico
	Voltaje de suministro	12v
	Corriente	Max. 6.0 A
Sistema de retorno de combustible	Tipo	Sin retorno

Inyector

Tabla 4. Especificación técnica del inyector del Kia Rio

Elemento		Especificación
Resistencia de la bobina (Ω)		13.8 – 15.2
Tiempo de inyección mínimo (ms)		1.8
Presión de combustible	Barra	2 – 7
	kPa	200 – 700
	Kgf/cm ³	2,04 – 7,14
	Psi	29,0 – 101,5
Clavija		2

4.2. Seleccionar los componentes electromecánicos para los sistemas de inyección de combustible, sistema de control electrónico y sistema de potencia para el banco de pruebas.

Se realizara una breve descripción teórica de los sistemas y componentes principales que serán usados en el banco de pruebas de inyectores de gasolina:

Depósito de combustible: El depósito de combustible será el contenedor seguro para almacenar el líquido de prueba que será el varsol. En su interior alojara a la bomba de combustible La capacidad del depósito del combustible será de 4000 ml.

Bomba de combustible: La bomba eléctrica de combustible es parte del sistema de alimentación del vehículo y se aloja en el interior del tanque de combustible. Su función principal en el banco de pruebas es suministrar el combustible a una presión necesaria para que el sistema pueda operar en sus diferentes pruebas.

Características de la bomba de combustible Bosch que ira en el banco de pruebas.

Tabla 5. Característica de la bomba de combustible.

Presión de prueba	3,5 bar
Caudal	2litros/min
Consumo de corriente	5 ^a
Voltaje nominal	12V

Figura 11. Bomba de gasolina



Pre filtro de combustible: El pre filtro está ubicado antes de la bomba, su función principal será retener las impurezas contenidas en el líquido de pruebas protegiendo las partes internas de la bomba de combustible y los demás componentes del sistema.

Retención de partículas mínimo	2 a 6 micras
Material Filtrante	Papel plegado en estrella

Figura 12. Filtro de la bomba de gasolina



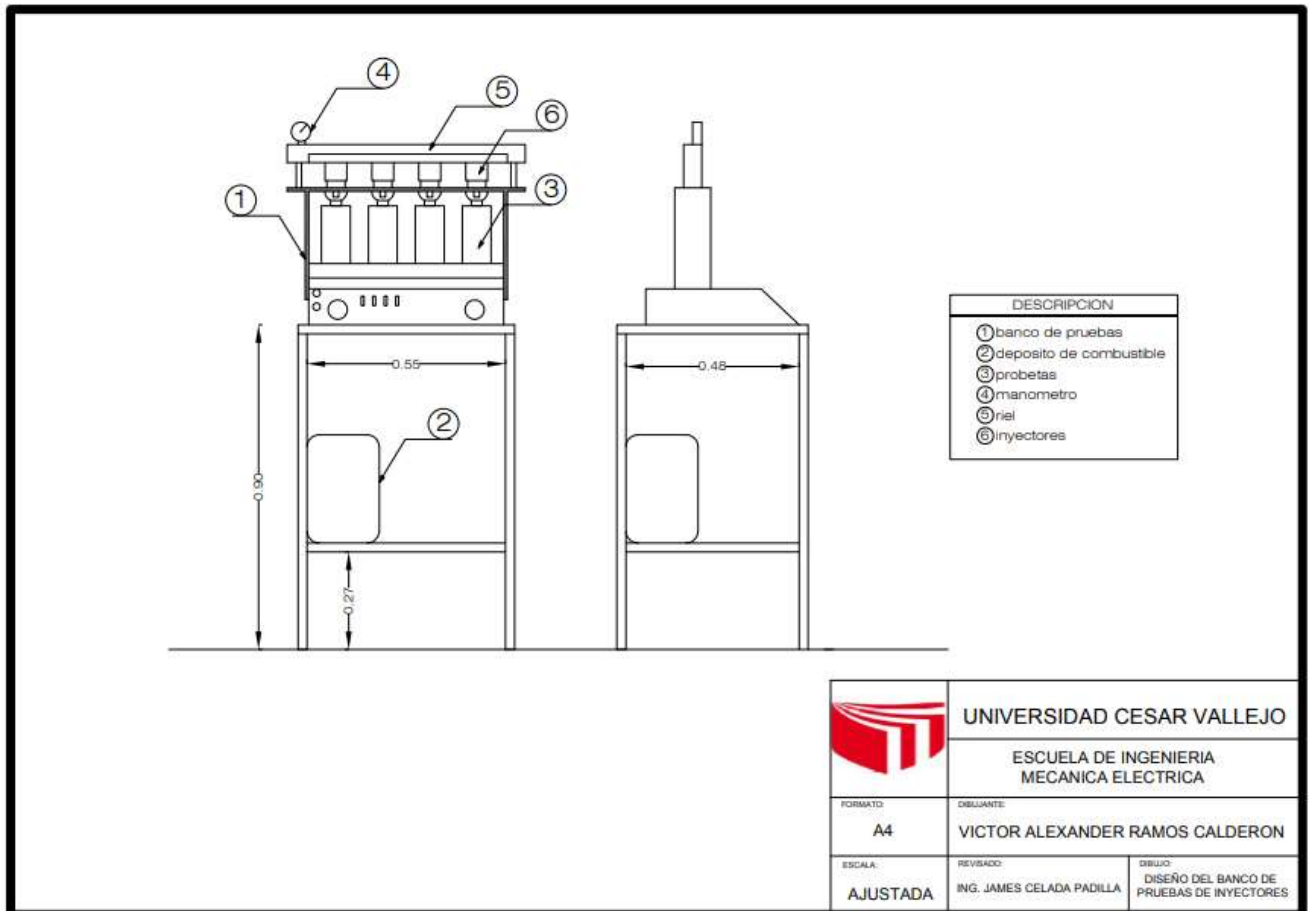
Fuente:http://br.bosch-automotive.com/es/internet/parts/parts_and_accessories_2/motor_and_sytems/benzin/bomba_eltrica_de_combustivel/pre_filtro/pre_filtro_1.htm
!

4.2.1. Diseño de la estructura base del banco de pruebas.-

El diseño presentado para el soporte del banco de pruebas de inyectores; se determinó en referencia a las estructuras de los bancos de trabajo, los cuales tienen una cierta altura para que la operación del banco de pruebas de inyectores se pueda desarrollar de una manera eficiente y su vez confortable para el operador.

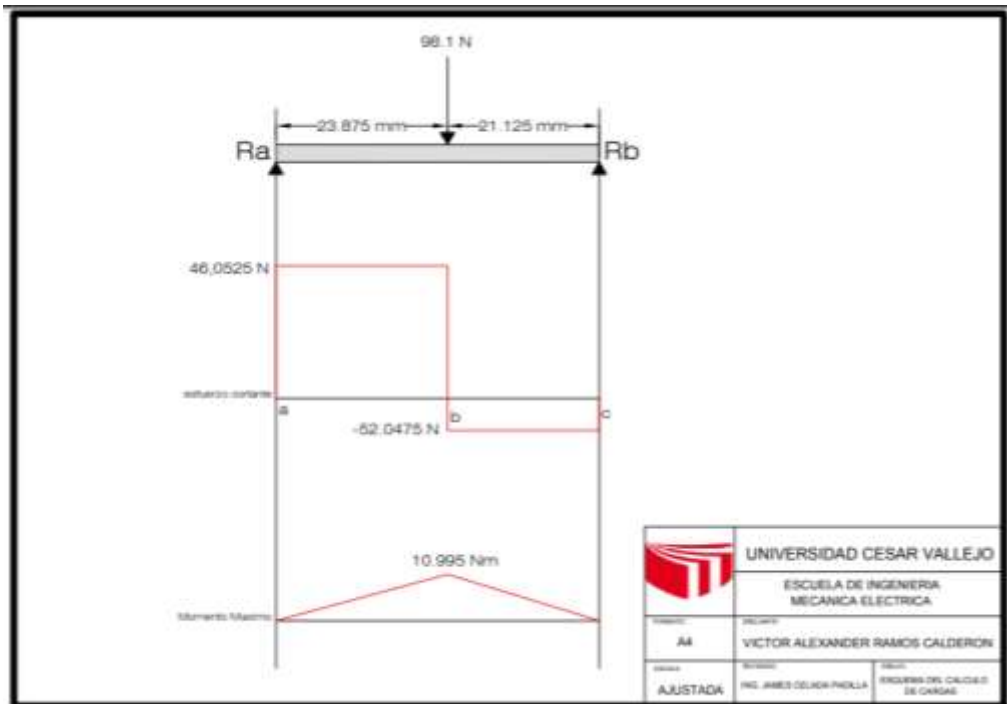
En el siguiente esquema muestra las dimensiones en cm, el material, y los accesorios con los que cuenta el soporte del banco de pruebas.

Figura 13. Diseño del banco de pruebas de inyectores



La estructura está constituida por un tubo cuadrado de acero de 25 x 25 mm y un espesor de 0.9 mm, en base al siguiente análisis y cálculo de cargas:

Figura 14. Esquema de cálculo de cargas



Datos adicionales: Peso del banco de pruebas de inyectores: 10 Kg
= 98,1 N

Cálculo de reacciones:

$$\sum M_a = 0 = (98,1N \times 0,23875m) - R_b(0,23875 + 0,21125m)$$

$$R_b = 52,0475N$$

$$\sum M_b = 0 = (R_a \times 0,45) - (98,1 \times 0,21125m)$$

$$R_a = 46,0525N$$

$$\sum F = 0$$

$$R_a + R_b = (52,0475N + 46,0525N) - 98,1N = 0$$

Cálculo de Momentos Máximos:

$$M_a = 0$$

$$M_b = M_a + [Area]_{ab}$$

$$[Area]_{ab} = V_{ab} \times 0,23875 = 46,0525N \times 0,23875m$$

$$[Area]_{ab} = 10,995$$

$$Mb = 10,995$$

$$Mc = Mb + [Area]bc$$

$$[Area]_{bc} = V_{bc} \times 0,2115 = -52,0475N \times 0,2115m$$

$$[Area]_{bc} = -10,995 Nm$$

$$Mc = 10,995 Nm - 10,995 Nm$$

$$Mc = 0$$

Cálculo del módulo de sección requerido:

$$\sigma_d = \frac{Sy}{N}$$

$$Sy|_{A513} = 270MPa$$

$$N = 1 | \text{carga estatica}$$

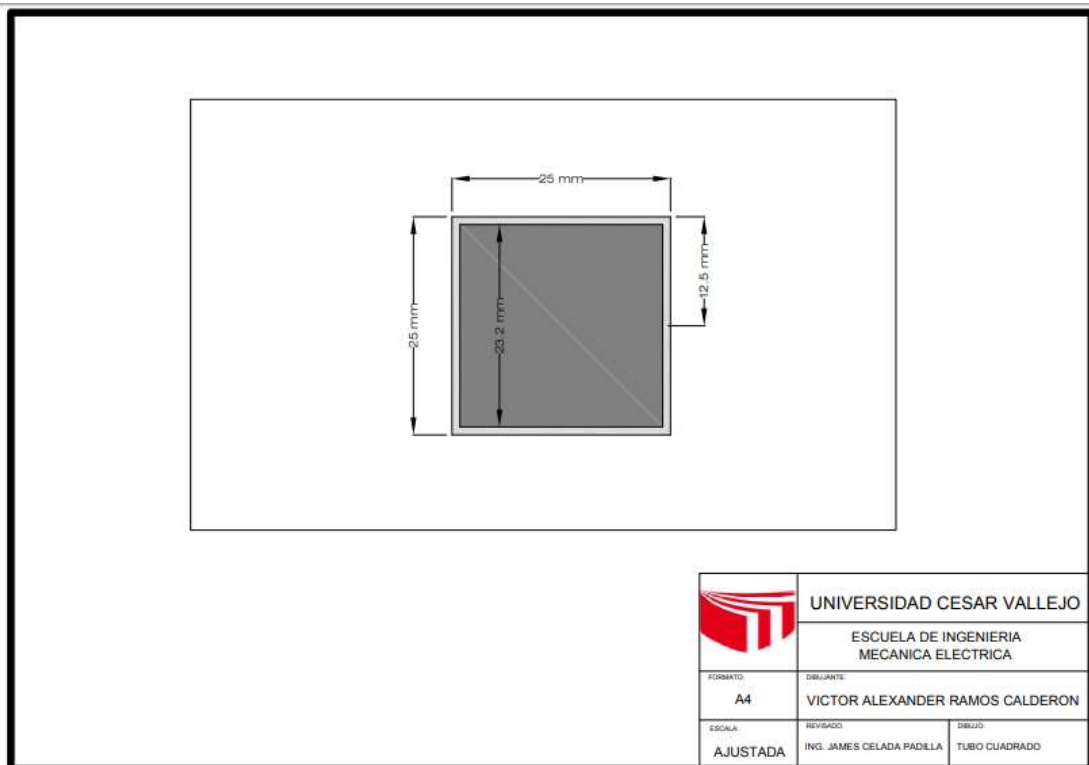
$$\sigma_d = \frac{270MPa}{2} = 270Mpa$$

$$S = \frac{Mmax}{\sigma_d}$$

$$S = \frac{Mmax}{\sigma_d} = \frac{10,995Nm \times \frac{1000mm}{1m}}{270 MPa} = 40,81mm^3$$

Cálculo del módulo de sección utilizado:

Figura 15. Tubo cuadrado.



$$S = \frac{I}{C}$$

$$I | \text{Tubo cuadrado} = \frac{bh^3}{12} | \text{externo} - \frac{bh^3}{12} | \text{interno}$$

$$I | \text{Tubo cuadrado} = 8410,22 \text{ mm}^4$$

$$C = 12,5 \text{ mm}$$

$$S = \frac{8410,22 \text{ mm}^4}{12,5 \text{ mm}} = 672,81 \text{ mm}^3$$

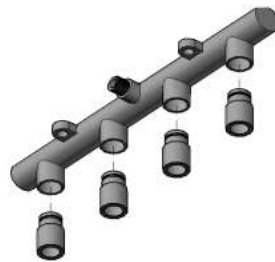
La diferencia entre el módulo de sección requerido y el módulo de sección a utilizar es grande, el material a utilizar para la estructura es el más comercial, delgado y versátil para trabajar. El soporte del

banco de pruebas se unirá mediante soldadura oxiacetilénica la cual nos dará solidez y resistencia.

Riel de combustible: Para el diseño del riel de inyectores se tiene que considerar la presión de la bomba de combustible y así poder determinar el espesor mínimo que debe de tener.

(VILLAVICENCIO, 2012) En su tesis “diseño y construcción de un banco electrónico de pruebas y limpieza de inyectores a gasolina”; utilizo un riel de inyectores con acero estructural A36 por su fácil soldabilidad y adquisición con un espesor de 2mm. Será diseñado de tal manera que se pueda realizar el mantenimiento de cuatro inyectores al mismo tiempo, a su vez el riel tiene su entrada para el líquido de pruebas y también dos soportes donde ingresan los pernos para poder asegurar el riel.

Figura 16. Riel de inyectores



Regulador de presión: El regulador de presión asegura la presión uniforme y constante en las líneas de combustible. Al subir demasiado la presión, ocurre una liberación en el circuito de retorno donde el combustible retornara al depósito sin presión.

Figura 17. Regulador de presión



Manguera de presión:

He seleccionado el empleo de una manguera de aplicación automotriz cuyas características se describe a continuación:

Manguera Flexible ¼ de Aplicación Automotriz

Tabla 6. Características de manguera automotriz

Referencia	Valor requerido
Material	Caucho sintético de alto rendimiento
Presión de trabajo	120 psi
Propiedades mecánicas	Buena absorción de vibraciones
Diámetro interior	6 mm
Diámetro exterior	8 mm

Manómetro de presión: La selección del manómetro viene dada bajo su rango de precisión deseada y las presiones de operación que da lectura este instrumento.

- El rango de precisión que se desee.
- Las presiones de operación.

PRECISIÓN	De 2,5 psi en la escala graduada (valor mínimo de escala)
PRESIÓN	De 0 y 150 psi

Probetas: La selección de las probetas graduadas considera lo siguiente:

Material para su construcción	Cristal frágil transparente con su respectiva escala graduada
Capacidad de llenado	De 0 a 120 ml

Precisión	De 2,5 ml en la escala graduada (valor mínimo de escala)
------------------	--

Líquido para prueba de inyector:

Varsol

El Varsol o Disolvente N°4 es un disolvente alifático producto de la destilación de naftas o de gasolina natural. Este producto es incoloro a ligeramente amarillento, de olor característico, poder solvente y efecto desengrasante, por lo cual tiene variados usos en la industria.

Tabla 7. Propiedades del Varsol

PROPIEDADES DEL VARSOL	
Densidad	0.8 ± 0.1 grs./cm ³ .
Peso molecular	142,28 g/mol
Color	Ámbar transparente.
Punto inicial de ebullición	156°C.
Punto seco	230°C.
Punto de inflamación	43°C.
Temperatura de auto ignición	50°C
Mezcla de hidrocarburos	Parafinas rectas y ramificadas (C9 a C12)(48%), cicloparafinas (38%), aromáticos (14%), benceno -10ppm
Valor Kauri-Butanol	29-45

Sistema de control de potencia: El control de potencia del banco de pruebas está compuesto por un controlador que tiene las características de manejo de altas corrientes eléctricas así como de altos voltajes, así eliminando de esta forma el uso de más

componentes como los transistores de potencia, etc. Este controlador es llamado como L298. Sus características son las siguientes:

- Posee cuatro entradas lógicas o de bajo voltaje.
- Tiene cuatro salidas de control de voltajes hasta 46 Voltios.
- Está diseñado para soportar hasta 2,5 Amperios por canal con cargas repetitivas. Este controlador es muy utilizado para el control de motores de corriente continua de hasta 4 amperios, motores paso a paso, relays, por su facilidad de conexionado y por su bajo precio lo hizo ideal para la aplicación del control de potencia del banco de pruebas

Figura 18. Controlador L298

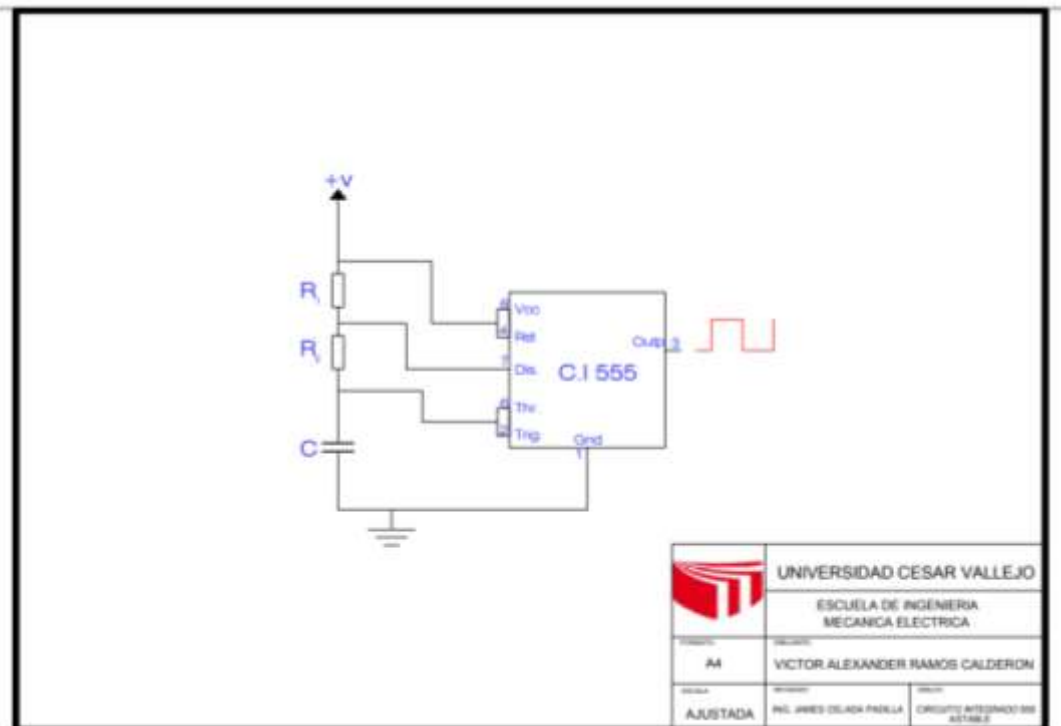


Sistema de simulación de pulsos variables: El sistema está conformado principalmente por un oscilador, el cual debe de enviar pulsos parecidos a los pulsos que proporciona la unidad de control del motor; hacia los inyectores, lo cual se asemeja a una onda de forma cuadrada ya que tiene un régimen alto y un régimen bajo, es decir, ON, OFF. Existen varias formas de poder simular estos pulsos de inyección; pero he seleccionado un circuito más práctico y económico que es el oscilador o multivibrador astable con el circuito integrado NE 555.

El sistema de simulación de pulsos que ha sido utilizado en el banco de pruebas, posee como base fundamental un circuito integrado que tiene la función principal de la de un oscilador, para tal efecto ha sido utilizado el circuito integrado LM555 el cual, por su sencillez tanto para el diseño como para el montaje del circuito

y además su bajo precio es ideal para el banco de pruebas, ya que en caso de falla puede ser reemplazado de forma muy sencilla y a bajo costo. Su característica principal de este circuito es que la señal de salida es de onda cuadrada, con un ciclo de trabajo cercano al 50% lo cual, es similar a la señal que envía la unidad de control electrónica a los inyectores. En la siguiente imagen nos muestra dicho circuito integrado en la configuración de un oscilador astable.

Figura 19. Circuito integrado 555 Astable

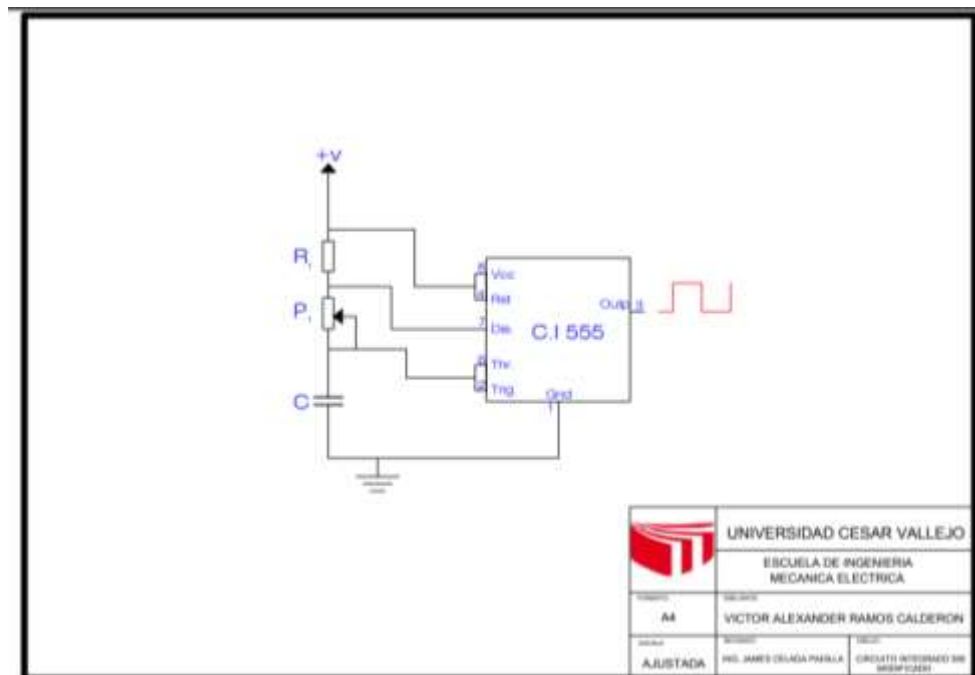


Donde los valores de R_1 , R_2 y C son definidos por el diseñador para obtener el ancho del pulso deseado en el pin número 3. El voltaje de alimentación de este circuito está dentro el rango de los 5 a 15 [V], y entrega una corriente máxima en la salida de 200 [mA], la cual no es lo suficientemente alta para poder activar los inyectores, por lo que se deben agregar elementos de potencia como el controlador L298.

Cálculo de los componentes del oscilador.- Como la unidad de control electrónico del motor de un vehículo controla el ancho del pulso de los inyectores, se debe de realizar el cálculo del circuito anteriormente propuesto de manera que se asemeje a los de la unidad de control del motor.

Para poder variar el ancho del pulso tendremos que realizar la siguiente modificación.

Figura 20. Circuito integrado 555 modificado



Modificaremos la resistencia R, ésta ha sido reemplazada por un potenciómetro. Se realizó el cálculo de los valores de la resistencia, el potenciómetro y el condensador considerando los siguientes parámetros. El valor de la resistencia R1 y el valor del condensador C fue asumido por el autor, dado que la variación del pulso se determina por la variación del potenciómetro y del condensador, si se asume un valor constante a la resistencia es posible que en los cálculos el valor calculado para el condensador sea un valor muy grande o muy pequeño por lo que es más difícil conseguirlo en el mercado, es por esas razones que se asignará un valor comercial. Para el cálculo del valor de la resistencia R2 se utilizó la siguiente relación: (Oscar, 2016)

$$f_{osc} = \frac{1}{T} = \frac{1,44}{(R_1 + 2R_2)C}$$

f_{osc} está expresado en Hertz.

R, está expresados en Ohmios.

C, está expresado en Faradios.

T, está expresada en milisegundos.

Como la resistencia ha sido sustituida por un potenciómetro, se debe tener un rango de valores, los cuales están dados por:

$$f_{max} = 15,00 \times 10^{-3} [s]$$

Este valor nos indica el periodo máximo con el que trabajan los inyectores.

$$f_{min} = 30,00 \times 10^{-3} [s]$$

Y este valor nos indica el periodo mínimo con el que trabajan los inyectores. De la ecuación:

$$f_{osc} = \frac{1}{T} = \frac{1,44}{(R_1 + 2R_2)C}$$

Se la reescribe de la siguiente forma para obtener el valor de la resistencia cuando el periodo de oscilación sea máximo.

$$f_{osc \text{ Min}} = \frac{1}{T_{min}} = \frac{1,44}{(R_1 + 2R_{min})C}$$

De igual manera se procede para el valor de la resistencia cuando el periodo de oscilación sea el mínimo.

$$f_{osc \text{ Min}} = \frac{1}{T_{min}} = \frac{1,44}{(R_1 + 2R_{min})C}$$

Se procede al cálculo de la resistencia cuando el periodo de oscilación es el máximo.

4.3. Determinar las pruebas y sus rangos de operación de los inyectores

Cuando los inyectores están colocados en el motor es imposible que se puede determinar si están funcionando de una manera oportuna, por lo tanto, es requisito indispensable para su revisión el desmontarlos y su verificación se tiene que hacer fuera del ámbito de trabajo, pero con las condiciones adecuadas para demostrar su funcionamiento. Cuando lo inyectores tienen defectos el vehículo los muestra de manera distinta no es necesario que este deje de funcionar para que se concluya que los inyectores están haciendo su función estos pueden estar averiados u obstruidos pero el motor puede seguir funcionando o encendido pero se pueden apreciar algunos factores que demuestran los desperfectos en los inyectores como la aceleración en la marcha mínima del motor o que se apague el motor en marcha mínima al encontrar estas irregularidades se concluye que los inyectores deben revisarse por que este comportamiento causa daño al motor así como un consumo excesivo de combustible para el mismo requerimiento de potencia.. (Fuseau, y otros, 2016)

Las funciones principales del equipo son las siguientes:

En el tanque está reposando el líquido combustible, la bomba eléctrica succiona el líquido a través de un filtro la cual manda el líquido a una presión igual al de un vehículo normal. Los inyectores están colocados en el riel y a su vez están conectados a un generador de pulsos para que puedan abrir y cortar la inyección a diferentes revoluciones.

Al cabo de un tiempo determinado de funcionamiento se tomara las medidas de las probetas para así poder verificar el caudal inyectado en ese tiempo.

La prueba se comparara según lo vertido por cada inyector.

El banco puede montar sobre una repisa sólida y fija.

El procedimiento de pruebas del banco de pruebas de inyectores es:

Prueba del caudal. En esta prueba; los inyectores son sometidos a un funcionamiento continuo de trabajo, es decir; a un periodo de pulsaciones elevado. Lo que se busca en esta prueba es medir el volumen de combustible suministrado por el inyector durante un determinado tiempo de trabajo en segundos, por lo general es de 30 segundos. Así se podrá comprobar la deficiencia o exceso existente en cada uno y así comparar con los demás inyectores. Durante estos 30 segundos el volumen de combustible suministrado debe estar dentro un rango en [ml] el cual varía de acuerdo a las características de cada motor, por ejemplo, en el motor de inyección electrónica de gasolina Kia Picanto G3La de 1000 c.c. el volumen que debería ser inyectado por el lapso de 30 segundos es de 250 [ml].

Figura 21. Funcionamiento del banco de pruebas



<http://www.todoautos.com.pe/f60/inyectores-gasolineros-diagnostico-y-limpieza-73185.html>

Prueba de goteo; esta prueba se realiza para comprobar el buen cerrado del vástago del inyector a fin de evitar goteo de combustible dentro del

múltiple de admisión y por ende un consumo excesivo de combustible y humo por el escape.

Prueba de atomizado: como su nombre lo dice sirve para comprobar la calidad de atomización del combustible, esta prueba consiste en hacer funcionar el inyector dentro los regímenes anteriormente mencionados para comprobar la forma de inyección del combustible, para realizar esto en el banco de pruebas propuesto, el mismo debe contar con un regulador de pulsos de los inyectores para poder hacerlos funcionar dentro los regímenes anteriormente mencionados.

Figura 22. Forma de pulverización del inyector



Fuente: <https://twitter.com/diagnosticospty/status/718049981932896256>

Según los resultados obtenidos de dichas pruebas podemos determinar si los inyectores ameritan o no la limpieza por ultrasonido. El proceso de limpieza por ultrasonido destruye en solo 10 minutos, todas las partículas y agentes contaminantes cristalizados que se encuentran en el interior del inyector, los cuales impiden el correcto flujo de combustible a través de estos, devolviéndolos a sus condiciones normales de funcionamiento. Después que los inyectores salen de la limpieza por ultrasonido, deben

ser sometidos nuevamente a todas las pruebas anteriores y una vez que están correctamente ajustados y calibrados, se procede a la instalación de los componentes o KIT y así estarán listos para ser montados de nuevo en el vehículo. (Fuseau, y otros, 2016)

4.4. Analizar económicamente la propuesta de diseño, utilizando indicadores como el VAN y TIR

Los costos se detallaran en la tabla siguiente son correspondientes para la elaboración del banco de pruebas de inyectores de gasolina; los cuales han sido obtenidos de diferentes proveedores.

Costo total de inversión en materiales:

Tabla de costo total de inversión en materiales.

Tabla 8. Tabla de costo total

Descripción	Precio en soles
Costo de inversión de materiales para su construcción	150.00
Costos de elementos de sujeción	24.00
Costos de elementos del sistema hidráulico	585.00
Costos del sistema eléctrico	255.00
Costos de materiales varios	85.00
Costos de insumos	150.00
TOTAL	1249.00

Fuente: Elaboración propia

Costo total de inversión:

Tabla 9. Costo total de inversión.

Descripción	Costo
Costo total de materiales	1249.00
Costo por mano de obra	350.00
TOTAL	1599.00

Fuente: Elaboración propia

4.4.1. Costo de operación

El equipo va a operar en el Concesionario Automotriz Interamericana Norte y se tendrá que realizar un análisis de costos para que la inversión del proyecto sea recuperada

Mano de obra:

El operario del banco de pruebas deberá recibir una capacitación para poder realizar el servicio sin ningún inconveniente, por lo tanto deberá de recibir una bonificación aparte de su salario mensual.

La bonificación fue estipulada en un 10% del costo total del diagnóstico de inyectores.

Costo de mantenimiento:

El banco de pruebas debe tener un plan de mantenimiento anual lo cual consiste en sustituir el filtro de combustible, mangueras y el líquido de pruebas. A continuación obtendremos el costo mensual:

$$\text{Costo de mantenimiento} = \frac{\text{filtro} + \text{mangueras} + \text{varsol}}{12}$$

$$\text{Costo de mantenimiento} = \frac{20 + 40 + 110}{12}$$

$$\text{Costo de mantenimiento} = S/14.16$$

Uso de energía eléctrica.

El banco de pruebas funciona con energía eléctrica por lo que tendrá un costo de operación en energía eléctrica.

El banco cuenta con una fuente de energía eléctrica de 600W, el consumo de energía eléctrica es de 1.2 kWh por día, el banco tendrá un tiempo de trabajo aproximado de 2 horas al día, teniendo 50 horas de trabajo mensual. A continuación se calculara el consumo eléctrico mensual.

$$\text{Costo de energia electrica} = \text{consumo mensual} * \text{CostokWh}$$

$$\text{Costo de energia electrica} = 60kWh * \frac{0.43}{kWh}$$

Costo de energia electrica = S/25.80 mensual

Tabla 10. Tabla de egresos

EGRESO		
DESCRIPCION	UND	TOTAL/MES
Operador del banco	Soles	120.00
Costo de mantenimiento	Soles	14.16
Consumo de energía	Soles	25.80
	TOTAL	159.96

Ingresos.

Los ingresos que se deben generar deben de ser mayores al costo de operación, por lo que se realizó.

Para que no existan perdidas se tendrán que realizar al mes un mínimo de 10 diagnósticos de inyectores. El costo por el diagnóstico es de 120 nuevos soles.

Tabla 11. Tabla de ingresos.

INGRESOS		
MES	UND	TOTAL /MES
1	Soles	1200.00
2	Soles	1200.00
3	Soles	1200.00
4	Soles	1200.00
5	Soles	1200.00
6	Soles	1200.00
	TOTAL	7200.00

Flujo neto efectivo proyectado

Tabla 12. Flujo neto efectivo proyectado

DETALLE	PERIODO						
	0	1	2	3	4	5	6
	FLUJO DE INGRESO						
		S/1,200.00	S/1,200.00	S/1,200.00	S/1,200.00	S/1,200.00	S/1,200.00
	FLUJO DE EGRESOS						
		S/ 159.96	S/ 159.96	S/ 159.96	S/ 159.96	S/ 159.96	S/ 159.96
FLUJO NETO EFECTIVO PROYECTADO	S/ 1,599.00	S/1,040.04	S/1,040.04	S/1,040.04	S/1,040.04	S/1,040.04	S/1,040.04

Análisis VAN y TIR

Tabla 13. Análisis de los criterios VAN y TIR

N	FNE
0	-S/ 1,599.00
1	S/1,040.04
2	S/1,040.04
3	S/1,040.04
4	S/1,040.04
5	S/1,040.04
6	S/1,040.04
VAN	S/ 2,085.8
TIR	61%

Según los resultados obtenidos en el indicador VAN y TIR son mayores a cero; entonces esto quiere decir que el proyecto es rentable.

V. DISCUSIÓN

A partir de los resultados que hemos obtenido, aceptamos la hipótesis que establece la factibilidad de diseñar un banco de pruebas de inyectores de gasolina en la empresa Interamericana.

Estos resultados guardan relación con lo que sostuvo Oscar Daniel Cabrera Grájeda (2016) en su tesis “diseño y construcción de un prototipo de un banco de pruebas para diagnosticar inyectores de motores a gasolina”.

Se realizó una previa investigación sobre el sistema de funcionamiento del sistema de combustible donde se pudo extraer valores determinantes para el diseño del banco de pruebas. Tales como la presión de trabajo que debe tener la bomba de combustible, los periodos altos y bajos de los inyectores cuando el motor trabaja tanto a altas como bajas revoluciones, el tiempo de inyección en milisegundos.

VI. CONCLUSIONES

1. Con la ayuda de la información obtenida en el primer objetivo sobre los sistemas tanto de combustible como del procedimiento de diagnóstico se ha podido seleccionar el tipo de inyectores y verificando sus principales partes internas para así poder determinar sus parámetros y el posterior diseño de la máquina.
2. El desarrollo del diseño de los sistemas que utilizara la maquina ha sido posible gracias a los conocimientos obtenidos durante la investigación del segundo objetivo. Como son el diseño de la máquina, la selección del fluido y el sistema eléctrico que se va a emplear en el banco probador.
3. Después de desarrollar el tercer objetivo se llegó a realizar todas las pruebas necesarias a los inyectores en los cuales se puede verificar su funcionamiento y los parámetros que se obtendrán. Para el óptimo desempeño del equipo se requiere el uso adecuado de cada componente eléctrico con el fin de poder desarrollar el adecuado control de los inyectores además de la bomba de combustible.
4. Al analizar económicamente el presente trabajo de investigación da como resultado viable. El análisis realizado se obtuvo a través de herramientas financieras dando como resultado un VAN de S/. 2085.8 y una tasa interna de retorno (TIR) del 61%, dando como resultado valores aceptables para el proyecto.
5. Se ha podido diseñar el banco probador de inyectores con finalidad de incrementar los servicios ofrecidos para motores a gasolina ya que será de mucho beneficio para la empresa así mismo para los clientes que cuentan con vehículos gasolineros ya que en la actualidad lo que se busca obtener son menores costos.

VII. RECOMENDACIONES

Se presentan las siguientes recomendaciones para obtener un eficaz y eficiente funcionamiento del banco de pruebas de inyectores de gasolina:

Mantener el nivel de líquido de prueba sobre el mínimo para la protección de la bomba de combustible, ya que se refrigera por el mismo líquido dentro del depósito.

No exponer a la luz solar o altas temperaturas para proteger los circuitos eléctricos.

Antes de colocar los inyectores al riel, colocar una pequeña capa de grasa en el O-ring para facilitar la entrada.

Siempre utilizar el líquido limpiador varsol para efectuar las pruebas, no utilizar combustible ya que puede ser peligroso por ser un líquido inflamable.

REFERENCIAS

Aditivox. Aditivox. [En línea] <https://www.aditivox.com/info/31-emisiones-de-gases-y-humo-altas>.

Ariza y Flores. diseño e implementación de probador de inyectores a motores gasolineros para mejorar el proceso de diagnóstico a pequeños talleres. Lima, Perú : s.n., 2017. 44.

Bosh. Inyectores Bosh. *Consejos Bosh*. 2009.

Cabrera, Pablo y Nato, Esteban. diseño y construcción de un banco de pruebas para inyectores gasolina programado y activado vía wi – fi. Ecuador : s.n., 2012.

Castro, Ricardo. GuioTeca. [En línea] 29 de 10 de 2012. <https://www.guioteca.com/mecanica-automotriz/inyectores-sucios-sintomas-en-que-debemos-fijarnos/>.

Flores, David y Ariza, Flor. diseño e implementación de probador de inyectores a motores gasolineros para mejorar el proceso de diagnóstico a pequeños talleres. Perú : s.n., 2017. 44.

Fuseau, Gonzales y Proaño. construcción de un banco de pruebas y limpieza de inyectores a gasolina. Ecuador : s.n., 2016.

Inspeccion Tecnica Vehicular. AECA-ITV. Perú : s.n., 2014.

Oscar, Cabrera Grajeda. *diseño y construcción de un prototipo de un banco de pruebas para diagnosticar inyectores de motores a gasolina.* Bolivia : s.n., 2016.

VILLAVICENCIO. diseño y construcción de un banco electrónico de pruebas y limpieza de inyectores a gasolina. Ecuador : s.n., 2012.

ANEXOS

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO
Variable Independiente: Diseño Banco de pruebas de inyector es.	Un sistema que tenga la capacidad de determinar mediante pruebas fuera de su área de funcionamiento o el estado de los inyectores de combustible	Es la máquina que se ha diseñado para realizar una tarea específica, en este proyecto se determinaran parámetros de funcionamiento.	Presión	Bar	Medición Revisión Observación Documentaria
			Potencia mecánica	Watts	
			Potencia eléctrica	Vatios	
			Caudal	M ³ /s	
Variable Dependiente: Parámetros de operatividad del inyector.	Parámetros que se deben determinar cómo óptimo para establecer que el inyector funciona correctamente.	Determinar el caudal, la presión y la reacción en los pulsos de inyección para establecer el grado de funcionamiento del inyector	Caudal Presión Pulsos de inyección	M ³ /s Bar Hz	Observación Medición

Ficha de registro de observación.



INTERAMERICANA
CONCESIONARIO AUTOMOTRIZ MULTIMARCAS

Cliente:

Fecha:

Modelo de Vehículo:

Placa:

Técnico mecánico:

N° de O/T:

PRUEBA DE PULVERIZACIÓN

Inyector	Volumen (m3/l)	Observaciones
1		
2		
3		
4		

PRUEBA DE OBSERVACIÓN DE FUGAS

Inyector	Volumen (m3/l)	Observaciones
1		
2		
3		
4		

PRUEBA DE CAUDAL DE COMBUSTIBLE

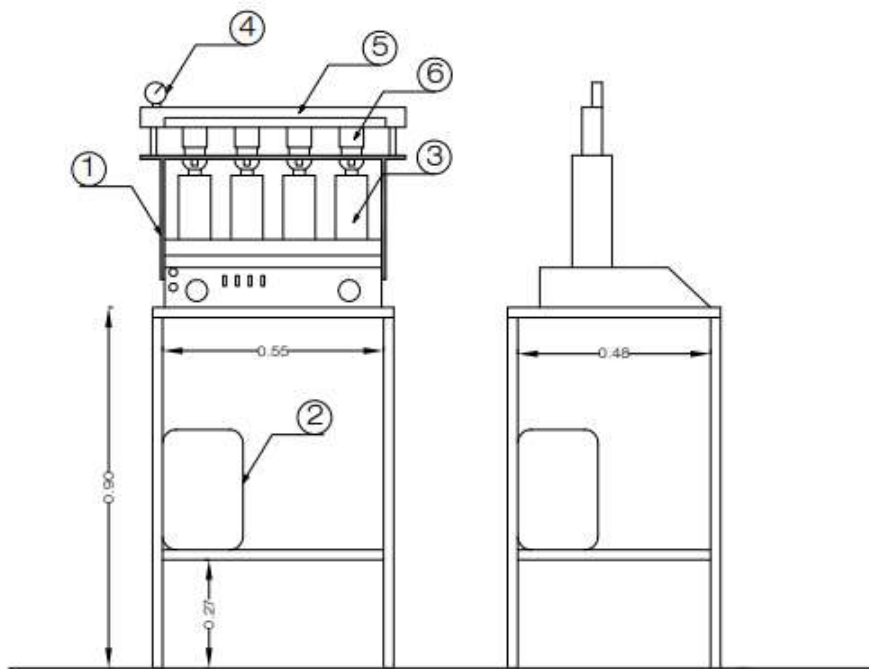
Inyector	Volumen (m3/l)	Observaciones
1		
2		
3		
4		

Ficha de revisión documentaria




INTERAMERICANA
CONCESIONARIO AUTOMOTRIZ MULTIMARCAS

Tipo de fuente	Libro <input type="checkbox"/>	Manual <input type="checkbox"/>	Norma <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>
Nombre del documento				
Título				
Volumen				
Página				
Lugar y fecha del doc.				
Autor				
Contenido:				



DESCRIPCION
①banco de pruebas
②deposito de combustible
③probetas
④manometro
⑤riel
⑥inyectores

	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	
	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA	
FORMATO: A4	DIBUJANTE: VICTOR ALEXANDER RAMOS CALDERON	
ESCALA: AJUSTADA	REVISADO: ING. JAMES CELADA PADILLA	DISEÑO: DISEÑO DEL BANCO DE PRUEBAS DE INYECTORES

ENTREVISTA

ENTREVISTA PARA LA DETERMINACION DE NECESIDAD SOBRE EL DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBAS DE INYECTORES DE GASOLINA

Apellidos y Nombre : _____

Cargo : _____

Empresa : _____

Rubro de la Empresa : _____

Entrevistador : _____

Lea las siguientes indicaciones:

- Lea cada una de las preguntas planteadas, luego proceda a marcar.
- No dejar preguntas sin respuesta.
- Para marcar puede utilizar una (✓) o una (x) según donde corresponda.

Cuestionario

Pregunta N° 1.- ¿En la actualidad la empresa Interamericana Norte cuenta con algún banco de pruebas de inyectores de gasolina?

- A. Si
- B. No

Pregunta N° 2.- ¿Tiene conocimiento sobre algunas de las pruebas que realiza el banco de pruebas de inyectores de gasolina?

- A. Si
- B. No

Pregunta N° 3.- Cada que intervalo de kilometraje se debe de realizar el mantenimiento a los inyectores de gasolina.

- A. 10.000 Km
- B. 20.000 Km
- C. 40.000 Km

Pregunta N° 4.- Luego de realizar el mantenimiento y/o limpieza de los inyectores, ¿La potencia del motor ha mejorado?

- A. En un 25%
- B. En un 50%
- C. En un 75%
- D. En un 100%

Pregunta N° 5.- En caso que usted sea administrador de un taller automotriz ¿Implementaría usted un banco de pruebas de inyectores de gasolina?

- A. Si
- B. No

Pregunta N° 6.- ¿Existen otros métodos para poder verificar el buen funcionamiento de los inyectores?

- A. Si
- B. No
- C. Desconozco

Pregunta N° 7.- ¿Estás de acuerdo que se realice periódicamente el mantenimiento a los inyectores para así verificar su estado y evitar una mayor contaminación del medio ambiente por su mal estado?

A. Si

B. No

Pregunta N° 8.- ¿Considera usted necesario que se implemente un banco de pruebas de inyectores de gasolina dentro de la empresa?

A. Si

B. No