



**UNIVERSIDAD
DEL AZUAY**

Facultad de Ciencia y Tecnología

Tecnología Superior en Electrónica Automotriz

Título del trabajo de Titulación:

Banco didáctico de bomba de inyección lineal Diesel.

Trabajo previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en
Electrónica Automotriz.

Autores:

Manuel Fernando Nivicela Nivicela
Jandry Javier Rosillo Samaniego

Director:

Ing. Boris Mauricio Coello Salcedo

Cuenca – Ecuador 2024

Dedicatoria

Este diseño de tesis está dedicado, en primer lugar, a Dios, quien me ha guiado por el camino correcto y me ha otorgado la sabiduría necesaria para entender y comprender el mundo que me rodea. Agradezco profundamente a mi familia, quienes han sido un pilar fundamental en este proceso. Su apoyo incondicional ha sido esencial para el desarrollo de este trabajo.

Asimismo, expreso mi gratitud a mi hermano, quien siempre ha estado a mi lado, alentándome a perseguir mis sueños y brindándome su perspectiva crítica. También dedico estas páginas a mis hijos, quienes llenan mi vida de alegría y me recuerdan la importancia de vivir cada momento plenamente. Esta tesis es un reflejo de nuestras experiencias compartidas y de los logros que podemos alcanzar cuando trabajamos juntos.

Manuel Fernando Nivicela Nivicela

A mis queridos padres, Susana y Ramiro, Con un profundo aprecio y reconocimiento, dedico esta tesis a ustedes. Su respaldo constante, tolerancia y dedicación han sido la base fundamental sobre mis logros. En cada paso de este camino, su fe en mí y sus palabras de aliento han sido mi mayor motivación. Este logro es tanto mío como suyo, y no podría haberlo alcanzado sin su amor y guía.

Gracias por estar siempre a mi lado, por ser mi mayor inspiración y por enseñarme el verdadero valor del esfuerzo y la perseverancia.

Jhandry Javier Rosillo Samaniego

Agradecimiento

Extiendo mis agradecimientos al equipo del laboratorio Full Diesel, cuya actitud acogedora nos permitió realizar investigaciones y examinar sus herramientas y métodos de trabajo, facilitando la ejecución de este proyecto de tesis.

También me gustaría agradecer a nuestro director de tesis, Ing. Boris Coello, por su apoyo incondicional y colaboración. Sus valiosas ideas y sugerencias contribuyeron enormemente a la mejora de nuestro trabajo.

Además, deseo expresar mi aprecio a mis colegas de la Facultad de Psicología, quienes me brindaron apoyo emocional e incondicional a lo largo del desarrollo de mi diseño de tesis.

A todos ellos, les transmito mi más profundo agradecimiento y el más alto aprecio.

Manuel Fernando Nivicela Nivicela

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a la Universidad del Azuay y a la carrera de Tecnología Superior en Electrónica Automotriz, cuyo entorno académico y profesional ha sido fundamental para el desarrollo de este trabajo. Gracias por brindar un espacio de formación y aprendizaje de alta calidad, que ha enriquecido tanto mi conocimiento como mis habilidades.

Un agradecimiento muy especial al Ingeniero Boris Coello, cuya orientación, apoyo y dedicación han sido invaluable durante todo el proceso. Su compromiso con la excelencia y su paciencia para guiarme en cada etapa de esta investigación han dejado una huella profunda en mi trayectoria académica.

A todos los docentes y miembros de la facultad, les agradezco sinceramente por contribuir a mi crecimiento profesional y personal. Este logro no hubiera sido posible sin su apoyo continuo.

Jhandry Javier Rosillo Samaniego

Resumen:

Este trabajo presenta el diseño y construcción de un banco didáctico innovador para la enseñanza del funcionamiento de bombas de inyección lineal a diésel. El banco cuenta con un sistema de visualización transparente que permite observar el flujo de combustible y la interacción entre los componentes internos de la bomba, consta de seis cilindros y es de un diseño sencillo. En una primera fase, se hizo una revisión de los recursos y materiales idóneos para su realización; de modo que estos sean útiles para efectuar las pruebas necesarias para la que ha sido diseñada. Los resultados obtenidos muestran que el banco didáctico es una herramienta efectiva para la enseñanza de conceptos teóricos y la adquisición de habilidades prácticas en el diagnóstico y el mantenimiento de sistemas de inyección diésel. Este trabajo contribuye al campo de la educación técnica al proporcionar un recurso didáctico de bajo costo y fácil de replicar.

Palabras clave: Banco didáctico, Bombas de inyección diésel, Sistema de visualización, Flujo de combustible, Diseño sencillo, Educación técnica, Herramienta efectiva.

Abstract

This work presents the design and construction of an innovative teaching bench for teaching the operation of diesel linear injection pumps. The bench has a transparent visualization system that allows you to observe the fuel flow and the interaction between the internal components of the pump, it consists of six cylinders and has a simple design. In the first phase, a review of the resources and materials suitable for its realization was carried out, so these are capable of carrying out the necessary tests for which it has been designed. The results obtained show that the teaching bench is an effective tool for teaching theoretical concepts and acquiring practical skills in the diagnosis and maintenance of diesel injection systems. This work contributes to the field of technical education by providing a low-cost and easy-to-replicate teaching resource.

Keywords: Didactic bench, Diesel injection pumps, Display system, Fuel flow, Simple design, technical education, Effective tool.

Contenido

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento	ii
Resumen:	iii
Abstract.....	iii
1. Introducción.....	1
2. Objetivo:	2
2.1 Objetivo General.....	2
2.2 Objetivos específicos	2
3. Procedimientos:	2
4. Construcción del banco didáctico de la bomba de inyección a Diesel.....	15
4.1 Proceso general:.....	15
4.1.1 Adquisición de materiales para el banco	15
4.1.2 Estructura del Banco:	17
4.1.3 Proceso de construcción de la estructura:.....	18
5. Desarrollo y preparación de los elementos que conforman las partes del banco didáctico de una bomba de inyección a diésel.	22
6. Finalización del banco didáctico de la bomba de inyección a Diesel en línea.....	28
6.1 Cuidado en el momento de utilizar el banco didáctico.....	29
7. Conclusiones.....	29
8. Bibliografía.....	30

Índice de tablas

Tabla 1: Resultados obtenidos en el banco de pruebas	8
Tabla 2 :Herramientas utilizadas para el desarmado de la bomba	8
Tabla 3: Materiales que se van a Utilizar.	17
Tabla 4: Maquinas y Herramientas.....	17

Índice de figuras

Figura 1: Bomba de inyección diésel del banco didáctico.	2
Figura 2: Bomba lineal a diésel para representación seccionada	3
Figura 3: Bomba de inyección “Nissan” banco de pruebas.....	4
Figura 4 : Verificación estado de elementos de la bomba.....	4
Figura 5: Montaje en el Banco de Pruebas.	5
Figura 6: Pruebas de Presión de Inyección.....	5
Figura 7: Conexión de la manguera de alimentación	5
Figura 8: Conducto de las cañerías abiertas	6
Figura 9: Giro del cabezal manualmente	6
Figura 10: Conexión de conductos	7
Figura 11: Conexión de retorno de	7
Figura 12 Recorrido de la cremallera	7
Figura 13: Elementos de la bomba de inyección (seccionada).....	9
Figura 14: Contrapesos	9
Figura 15: El tapón en la parte inferior.	10
Figura 16: Muelle de la bomba de inyección lineal a Diesel.....	10
Figura 17: Árbol de levas de una bomba de inyección a Diesel.....	11
Figura 18: Émbolo de fresado recto de la bomba de inyección lineal a Diesel.....	12
Figura 19: Empujador o taque de la bomba de inyección a Diesel	12
Figura 20: Palanca del acelerador.....	13
Figura 21: Palanca o sector dentado de giro para la entrega de combustible de una bomba de inyección a Diesel lineal.....	13
Figura 22: Cremallera de la bomba de inyección a Diesel en línea	14
Figura 23: Bomba de alimentación.....	14
Figura 24: Bomba Nissan -Izuzu	15
Figura 25: Mini tanque	15
Figura 26: Inyectores	15
Figura 27: Cañerías.....	16
Figura 28: Filtro.....	16
Figura 29: Motor eléctrico	16
Figura 30: Mini tanque diésel.....	16
Figura 31: Probetas	16

Figura 32:banda y polea	16
Figura 33:Corte y preparación de tubos	18
Figura 34: Armado estructural con soldadura.	18
Figura 35: Montaje y Fijación de soportes para la bomba	19
Figura 36: Soporte del motor eléctrico	19
Figura 37:Montaje y estructura de sujeción de los componentes mecánicos.....	20
Figura 38: Aplicación de pintura en la estructura.....	20
Figura 39:Colocación de la plancha Melamina	21
Figura 40: Fijación de las ruedas en la estructura	21
Figura 41:Dimensiones.....	22
Figura 42:Corte del mini tanque diésel	22
Figura 43:Ensamblado de la base del filtro a la estructura.....	23
Figura 44:Seccionado de la bomba.....	23
Figura 45:Instalación y terminado del tanque	24
Figura 46:Acoplamiento de los inyectores en la base estructural	24
Figura 47:Preparación y montaje de la bomba en la estructura.....	25
Figura 48: Conexión y formas de las cañerías a los inyectores.....	25
Figura 49:Montaje de las cañerías de retorno de los inyectores.....	26
Figura 50:Conexión de alimentación y retorno del combustible.....	26
Figura 51:Implementación de tubos de ensayo	27
Figura 52: Asentamiento del motor eléctrico	27
Figura 53:Interruptor	27
Figura 54:Banco didáctico de bomba de inyección lineal Diesel.....	29

1. Introducción

En el ámbito de la tecnología, el conocimiento y la comprensión de los sistemas de inyección diésel son esenciales para la formación de técnicos altamente capacitados. Los sistemas de inyección diésel, fundamentales en la mayoría de los motores diésel modernos, juegan un papel crucial en la eficiencia, el rendimiento y la reducción de emisiones de los vehículos. Sin embargo, la complejidad de estos sistemas y la necesidad de pruebas prácticas han planteado desafíos significativos en la educación técnica. En respuesta a estos desafíos, el desarrollo de herramientas didácticas innovadoras se ha convertido en una necesidad imperiosa para mejorar la calidad de la formación y proporcionar a los estudiantes experiencias prácticas que complementen los conceptos teóricos.

El presente trabajo se centra en el diseño y la construcción de un banco didáctico para el estudio de bombas de inyección lineal diésel. Este banco didáctico tiene como objetivo proporcionar a los estudiantes y profesionales del sector, una herramienta práctica para el aprendizaje y la comprensión de los principios de funcionamiento, diagnóstico y mantenimiento de estos sistemas críticos. La importancia de un banco didáctico radica en su capacidad para simular y analizar de manera detallada el funcionamiento interno de una bomba de inyección diésel, lo que facilita una comprensión complementaria a la que se obtiene a través de la teoría.

El banco didáctico diseñado en este estudio cuenta con un esquema seccionado que permite observar el flujo de combustible y la interacción entre los componentes internos de la bomba. Este diseño facilita una comprensión visual de los procesos que normalmente son invisibles en un entorno de trabajo tradicional. Al observar en tiempo real cómo el combustible se mueve a través de la bomba y cómo interactúan los diferentes componentes, los estudiantes pueden identificar problemas potenciales, entender el funcionamiento correcto y aplicar soluciones prácticas.

Además, el banco didáctico está compuesto por una bomba, cañerías, filtro, representación de un mini tanque Diesel, motor eléctrico. Presenta un diseño sencillo que permite visualizar todo el recorrido del combustible en su paso por la bomba de inyección. Este enfoque ofrece una flexibilidad educativa significativa, por la facilidad que representa observar el funcionamiento de los elementos señalados.

El desarrollo de este banco didáctico también responde a la necesidad de proporcionar recursos accesibles y efectivos para la enseñanza de conceptos teóricos complejos. La capacidad de realizar pruebas prácticas y obtener resultados tangibles es fundamental para el proceso de aprendizaje en el campo de la tecnología automotriz.

El banco didáctico de bomba de inyección lineal diésel presentado en esta tesis aporta una herramienta que busca hacer más eficiente el aprendizaje y las enseñanzas de estos sistemas complejos.

2. Objetivo:

2.1 Objetivo General

Elaborar un banco didáctico del funcionamiento de una bomba lineal de inyección a diésel.

2.2 Objetivos específicos

- Estudiar y analizar información teórica de bombas de inyección lineal Diesel y su correcto funcionamiento.
- Seleccionar las piezas, elementos y materiales apropiados para la elaboración del banco.
- Ejecutar labores de montaje y armado del banco didáctico.
- Comprobar la correcta operatividad del banco didáctico y llevar a cabo pruebas de funcionamiento.

3. Procedimientos:

Figura 1: Bomba de inyección diésel del banco didáctico.

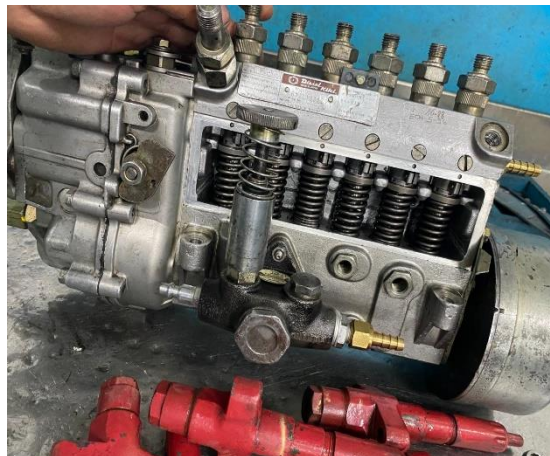


Fuente: Autores.

La bomba de inyección diésel, que se muestra en la figura 1 y que será la que se instalará en el banco, es una bomba marca “Nissan “y el sistema de inyección de combustible en un motor diésel depende en gran medida de la bomba de inyección. Sus funciones esenciales comprenden incrementar la presión del combustible a niveles óptimos para el rendimiento de los inyectores, dosificar con exactitud la cantidad de combustible que se introduce en los cilindros y controlar las velocidades tanto máximas como mínimas del motor. La bomba diésel en un vehículo se sincroniza con el movimiento del motor a través del sistema de distribución del mismo y generalmente está constituida por un conjunto de pistones en línea. Estos pistones son responsables de suministrar a y los inyectores un flujo de combustible variable, controlado por un émbolo asociado a cada cilindro del motor. El accionamiento de los émbolos de la bomba se realiza mediante la presión del combustible y el movimiento de un árbol de levas, que gira con un ángulo sincronizado con los pistones del motor. Esto garantiza que la inyección de combustible ocurra con precisión durante su funcionamiento.

Este tipo de bombas, denominadas "Bombas de inyección diésel en línea", son ampliamente utilizadas en motores diésel. Cada inyector está conectado de manera directa a su correspondiente cilindro, asegurando un suministro de combustible eficiente y controlado.

Figura 2: Bomba lineal a diésel para representación seccionada



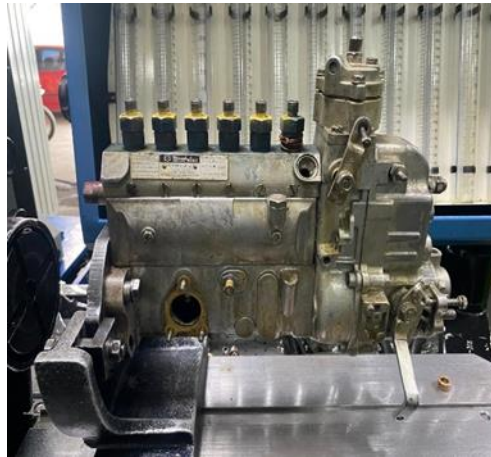
Fuente: Autores

Se presenta una bomba de inyección diésel de un motor “Isuzu” como la que se indica en la figura 2. La cual ha sido estudiada para usarse en el banco didáctico como herramienta visual que permita una mejor explicación teórica del cómo funcionan estos elementos.

Esta bomba se montará en el banco, conjuntamente con la bomba mencionada en la figura 1 y el resto de elementos que constituyen el circuito de bombeo del combustible.

Como primer paso, la bomba de patente Nissan, fue sometida a comprobaciones en el taller “**Full Diesel**” como se indica en la figura 3, de manera que se pudo evaluar el estado de la bomba y verificar que estaba en condiciones idóneas para su instalación en el banco didáctico.

Figura 3: Bomba de inyección “Nissan” banco de pruebas.



Fuente: Autores.

Se realizó una inspección visual inicial para identificar posibles daños físicos evidentes, como fugas de combustible, corrosión o desgaste excesivo. Adicionalmente, se ejecutó una verificación de la información del fabricante (Nissan) y se recopiló detalles técnicos para comparar dichos datos con los obtenidos en las pruebas de taller.

Figura 4 :Verificación estado de elementos de la bomba



fuentes: Autores

En el presente proceso se otorgó la posibilidad de realizar un diagnóstico ágil y eficaz respecto al estado de los componentes de la bomba de inyección, previo a la ejecución de

todas las pruebas de control pertinentes. El proceso de trabajo se desarrolla de la siguiente manera.

Figura 5: Montaje en el Banco de Pruebas.



Fuente: Autores

1) Instalación de la bomba en banco de pruebas (figura 5).

Figura 6: Pruebas de Presión de Inyección

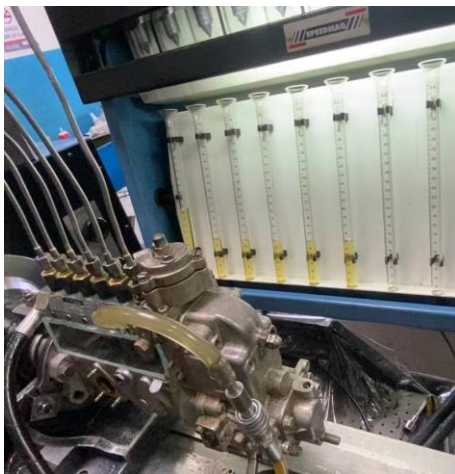
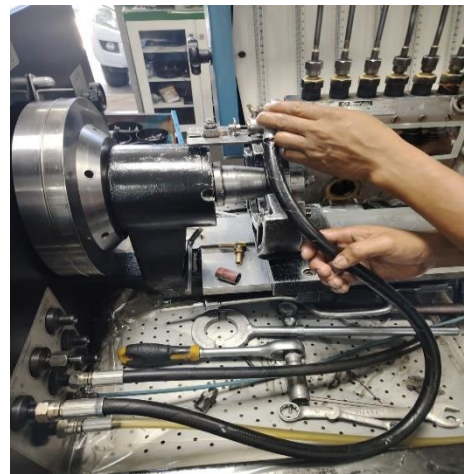


Figura 7: Conexión de la manguera de alimentación

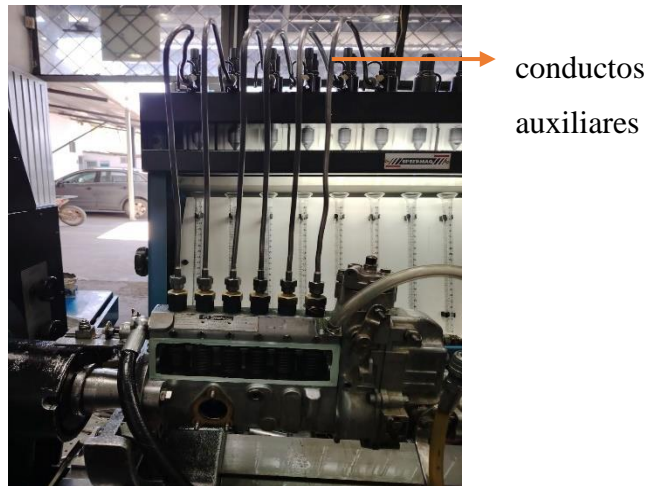


Fuente Autores

2) Se ejecuto pruebas de presión para verificar que la bomba de inyección alcance los niveles de presión requeridos. Este proceso es esencial para determinar los parámetros de presión adecuados para la bomba, asegurando que cumpla una inyección eficaz. Se

realizan evaluaciones detalladas para confirmar la integridad operativa del sistema de inyección, facilitando así una calibración precisa y asegurando un rendimiento óptimo de la bomba. (figuras 6 y7)

Figura 8: Conducto de las cañerías abiertas



Fuente: Autores

Figura 9: Giro del cabezal manualmente



Fuente: Autores

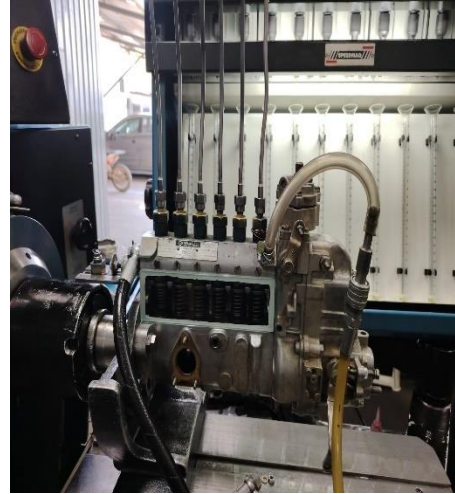
3) En este contexto, se identificó una irregularidad en la inyección de combustible, ya que el líquido no estaba fluyendo adecuadamente hacia los inyectores. Las pruebas de control se llevan a cabo con el objetivo de corroborar estas afirmaciones. Al girar manualmente el cabezal, se espera que se produzcan goteos a 60 grados para cada cilindro (ver figuras 8 y 9)

Figura 10: Conexión de conductos



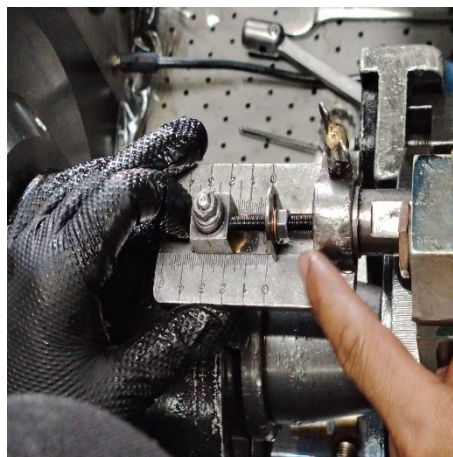
Fuente: Autores

Figura 11: Conexión de retorno de combustible



Fuente: Autores

Figura 12 Recorrido de la cremallera



Fuente: Autores

4) Esta verificación consiste en medir el caudal inyectado por cada uno de los componentes bajo condiciones específicas de prueba. Para llevar a cabo esta medición, es necesario instalar adecuadamente las cañerías y la conexión de retorno del combustible.

El caudal proporcionado por los elementos de bombeo a través de las cañerías y los inyectores, y finalmente se deposita en el interior de las probetas graduadas para su medición precisa (figuras 10 y 11).

5) La verificación subsiguiente se refiere al recorrido que debe realizar la cremallera bajo condiciones de carga máxima, específicamente a 1600 RPM. Para garantizar el funcionamiento óptimo de la bomba, el desplazamiento requerido es de 11.3 mm (figura 12).

Tabla 1: Resultados obtenidos en el banco de pruebas

Orden de encendido 1-5-3-6-2-4

Datos obtenidos:		
Cilindro 1: 60°	Cilindro 5: 140° (bajar 20°)	Cilindro 3: 180°
Cilindro 6: 230° (Subir 10°)	Cilindro 2: 300°	Cilindro 4: 360°
Recomendación:		
La inyección se da en el intervalo de 60° en cada elemento, es necesario corregir la falta y el exceso mediante la tuerca y la contratuerca de calibración.		
Resultados obtenidos:		
Con la calibración efectuada, se logró obtener el goteo exacto de la bomba en cada cilindro (60°)		

Tabla 2 :Herramientas utilizadas para el desarmado de la bomba

Llaves mixtas	22-24-12-19
Palanca de media y una racha	
Entenalla	
Pie de rey	
Desarmadores	plano -estrella
Mesas	

Cubetas
Playo
Martillo
Imán

Una vez completada la verificación de la bomba en un banco de pruebas real, se dio un detalle de todos los aspectos abordados durante la práctica. Se procedió al desarmado de una bomba seccionada con el objetivo de examinar y comprender mejor sus componentes internos. A continuación, se presentan las figuras correspondientes que ilustran estos elementos

Figura 13: Elementos de la bomba de inyección (seccionada)



Fuente: Autores

Figura 14: Contrapesos



Fuente: Autores

Los contrapesos en una bomba de inyección lineal diésel cumplen una función crucial al ayudar a equilibrar y suavizar el movimiento de los componentes internos, especialmente el émbolo. Su propósito es reducir las vibraciones y el desgaste, mejorando la eficiencia y la durabilidad del sistema. (figura 14)

Figura 15: El tapón en la parte inferior.



Fuente: Autores

El tapón en la parte inferior de una bomba de inyección lineal diésel es un componente esencial que sirve para sellar y proteger el sistema interno de la bomba. Su función principal es evitar fugas de combustible y mantener la presión adecuada dentro de la bomba (figura 15).

Figura 16: Muelle de la bomba de inyección lineal a Diesel



Fuente: Autores

El muelle o resorte del émbolo tiene la función de mantener el seguidor de rodillo del empujador en contacto constante con la leva, garantizando una transmisión precisa y uniforme del movimiento desde la leva hacia el émbolo en todo el rango de

funcionamiento. Esto asegura que la presión y el desplazamiento del émbolo sean consistentes, evitando irregularidades en la inyección de combustible y asegurando el correcto rendimiento del sistema de inyección en el motor diésel. (figura16) (Mafla Yopez, C. M. (2013). Calibración, preparación y montaje de dos tipos de bombas de inyección, lineal y rotativa en el laboratorio a diesel existente en los talleres de la Universidad Técnica del Norte [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte])

Figura 17: Árbol de levas de una bomba de inyección a Diesel



Fuente: Autores

La función principal es mover el émbolo, y la forma de la leva es crucial para determinar la duración de la inyección, el rendimiento general de la bomba y la velocidad de alimentación del combustible. La leva proporciona un corte de inyección rápido gracias a un cambio abrupto (plano) en su zona central, donde la velocidad de levantamiento es elevada. Es importante destacar que la inyección se completa antes de alcanzar la velocidad máxima de levantamiento, manteniendo siempre una distancia de seguridad de 0,3mmn en cada proceso de inyección. (Figura 17). (<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4112>)

(Chávez Balseca)

Figura 18: Émbolo de fresado recto de la bomba de inyección lineal a Diesel



Fuente: Autores

El émbolo en una bomba de inyección lineal diésel desempeña un papel fundamental en el sistema de inyección de combustible. Se mueve de manera alterna dentro de un cilindro, generando presión al desplazarse hacia adelante. Esta presión permite que el combustible sea inyectado a alta velocidad a través de los inyectores en el momento preciso del ciclo del motor. El control de la posición del émbolo asegura que la cantidad correcta de combustible se entregue, optimizando la combustión y mejorando la eficiencia del motor. (Figura 18).

Figura 19: Empujador o taque de la bomba de inyección a Diesel



Fuente: Autores

El taque en una bomba de inyección lineal diésel es un componente esencial que regula el flujo de combustible hacia los inyectores. Su principal función es mantener una presión constante, asegurando que el volumen de combustible se ajuste adecuadamente según las necesidades del motor. Al controlar la presión y el flujo, el taque contribuye a una inyección precisa en el momento adecuado, optimizando así la combustión y mejorando la eficiencia del motor. (Figura 19).

Figura 20: Palanca del acelerador.



Fuente: Autores

La palanca del acelerador en una bomba de inyección lineal diésel controla la cantidad de combustible que se inyecta al motor. Al ser manipulada, ajusta la posición del émbolo, aumentando o disminuyendo el flujo de combustible. Este mecanismo permite al conductor gestionar la potencia y velocidad del motor, asegurando un rendimiento óptimo (Figura 20).

Figura 21: Palanca o sector dentado de giro para la entrega de combustible de una bomba de inyección a Diesel lineal.



Fuente: Autores

La palanca de giro en una bomba de inyección lineal diésel es un componente clave que permite ajustar la entrega de combustible al motor de manera precisa. Al girar la palanca, se altera la posición del mecanismo de control, modificando la apertura del paso de combustible. Esto permite al conductor regular la cantidad de combustible que se inyecta, lo que afecta directamente la potencia y la aceleración del motor. Un control efectivo de esta palanca es fundamental para optimizar el rendimiento en diferentes condiciones de operación, mejorando la eficiencia y la respuesta del motor. (Figura 21).

Figura 22: Cremallera de la bomba de inyección a Diesel en línea



Fuente: Autores

La cremallera de inyección de combustible, también conocida como varilla reguladora, se utiliza para limitar la tasa de inyección de combustible a plena carga del motor. El recorrido máximo de la cremallera está limitado por un tope ajustable ubicado en la carcasa de la bomba de inyección, lo que evita que la cremallera se mueva demasiado en la dirección del suministro máximo de combustible. Se utilizan distintos tipos de topes, siendo los más comunes el "tope fijo" y el "tope elástico", que se pueden ajustar para garantizar un suministro de combustible adecuado y evitar la aparición de humo negro en el escape o una potencia insuficiente del motor. (Figura 22).

Figura 23: Bomba de alimentación.



Fuente: Autores

La bomba de alimentación de combustible funciona como un mecanismo de cebado, suministrando combustible a la bomba de inyección a una presión ligeramente superior a la atmosférica. Esta presión de alimentación, que se mantiene constante mediante la bomba de alimentación, crea una sobrepresión en la línea de suministro de combustible, facilitando la aspiración de combustible por parte de los elementos de bombeo de la bomba de inyección. Ambas bombas trabajan en conjunto para garantizar un suministro continuo y adecuadamente presurizado de combustible a los inyectores (Figura 23)

4. Construcción del banco didáctico de la bomba de inyección a Diesel.

4.1 Proceso general:

Para este proceso se utilizó dos bombas de inyección a diésel en línea, una bomba NISSAN FD6T (Figura 3) y una bomba IZUZU 6BD1 (Figura 2). Lo cual tuvo como objetivo estudiar sus componentes y proporcionar una visión sobre el funcionamiento de las bombas de inyección en línea.

4.1.1 Adquisición de materiales para el banco

Figura 24: Bomba Nissan -Izuzu

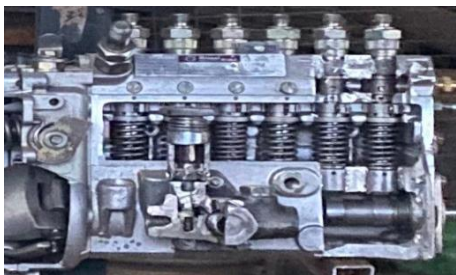


Figura 25: Mini tanque

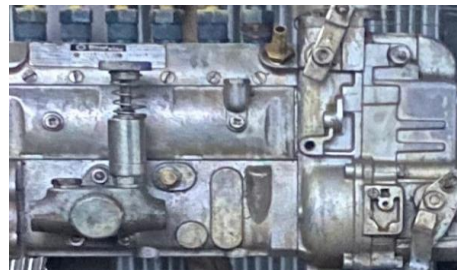


Figura 26: Inyectores



Fuente: Autores



Fuente: Autores

Figura 27: Cañerías



Fuente: Autores

Figura 28:Filtro



Fuente: Autores

Figura 29:Motor eléctrico



Fuente: Autores

Figura 30:Mini tanque diésel



Fuente: Autores

Figura 31: Probetas



Figura 32:banda y polea



Fuente: Autores

4.1.2 Estructura del Banco:

Tabla 3: Materiales que se van a Utilizar.

Referencia	Descripción
1	Tubo 4 x 4 en 1.2mm
2	Tubo interno 3 x 3 en 1.2mm
3	Tubo 4 x 2 en 1.2mm
4	Platina de 2 pulgadas en 4mm
5	Plancha melamina de 6mm
6	Ruedas de soporte (4)
7	Tornillo punta de broca
8	Electrodo 6011
9	Pernos, tuercas, arandelas
10	Pintura de fondo (1 litro)
11	Pintura blanca (1 litro)

Tabla 4: Maquinas y Herramientas.

Referencia	Descripción
1	Amoladora con disco (corte, desbaste, Grata)
2	Pistola de pintar
3	Compresor
4	Soldadora
5	Martillo
6	Escuadra
7	Flexómetro
	Extensión eléctrica
	Taladro
	Brocas

4.1.3 Proceso de construcción de la estructura:

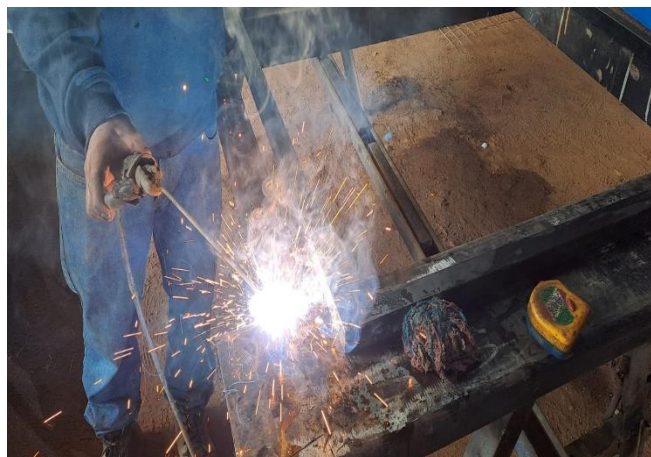
Figura 33: Corte y preparación de tubos



Fuente: Autores

Se procedió al corte de los tubos rectangulares utilizando una amoladora eléctrica, asegurando cortes precisos que contribuyan a la integridad estructural del diseño (figura 33)

Figura 34: Armado estructural con soldadura.



Fuente: Autores

Una vez completados los cortes, se procede a la soldadura de los tubos. Es fundamental garantizar que estos se encuentren perfectamente a escuadra y nivelados, con el objetivo de prevenir cualquier tipo de imperfección o defecto en la estructura. (figura 34)

Figura 35: Montaje y Fijación de soportes para la bomba



Fuente: Autores

Unión de soportes a la estructura previamente diseñada. Este proceso implica una evaluación de las posiciones específicas de las bombas, asegurando que los soportes se integren de manera óptima en la estructura existente. (figura 35)

Figura 36: Soporte del motor eléctrico



Fuente: Autores

Una vez realizadas todas las uniones y soportes estructurales, se procede al montaje de la mini estructura destinada a la colocación del motor eléctrico. Este proceso implica la utilización de pernos de acero, que facilita el ajuste necesario para evitar pérdidas por fricción entre la polea y la correa. La cuidadosa selección e implementación de este mecanismo de sujeción son cruciales para garantizar un óptimo desempeño del sistema mecánico. (figura 36)

Figura 37:Montaje y estructura de sujeción de los componentes mecánicos.



Fuente: Autores

Esta estructura funciona como soporte y base para los componentes asociados permitiendo la alineación y posicionamiento. Garantizando un óptimo funcionamiento de la bomba. (figura 37)

Figura 38: Aplicación de pintura en la estructura



Fuente: Autores

Con una superficie debidamente preparada, se procede a aplicar una capa de pintura de fondo para mejorar la adherencia de la pintura al metal. Una vez que la pintura ha secado, se aplica la pintura en color blanco. (figura 38)

Figura 39: Colocación de la plancha Melamina



Fuente: Autores

Colocamos la plancha de melamina en la estructura, marcando los puntos de perforación, a su vez realizamos mediciones para los cortes de las bases. (figura 39)

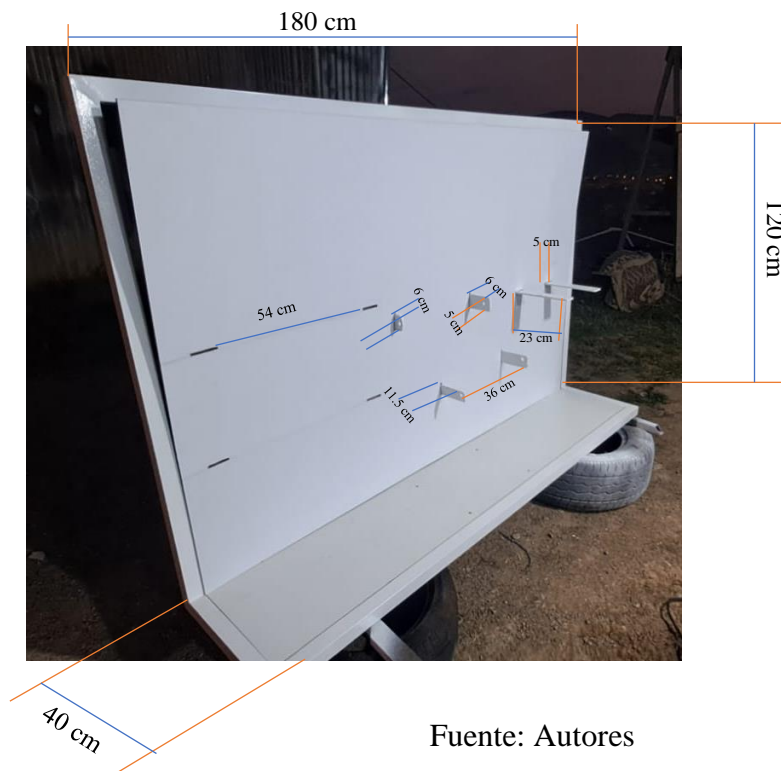
Figura 40: Fijación de las ruedas en la estructura



Fuente: Autores

La estructura ya realizada se coloca las ruedas en puntos señalados de tal modo que soporte el peso de todo el banco didáctico. (figura 40)

Figura 41: Dimensiones



Fuente: Autores

5. Desarrollo y preparación de los elementos que conforman las partes del banco didáctico de una bomba de inyección a diésel.

Figura 42: Corte del mini tanque diésel



Fuente: Autores

Se llevó a cabo la intervención en el mini tanque con el objetivo de realizar una observación detallada del comportamiento del combustible. Esta actividad permitió analizar el funcionamiento de la bomba de alimentación, que se encarga de absorber el

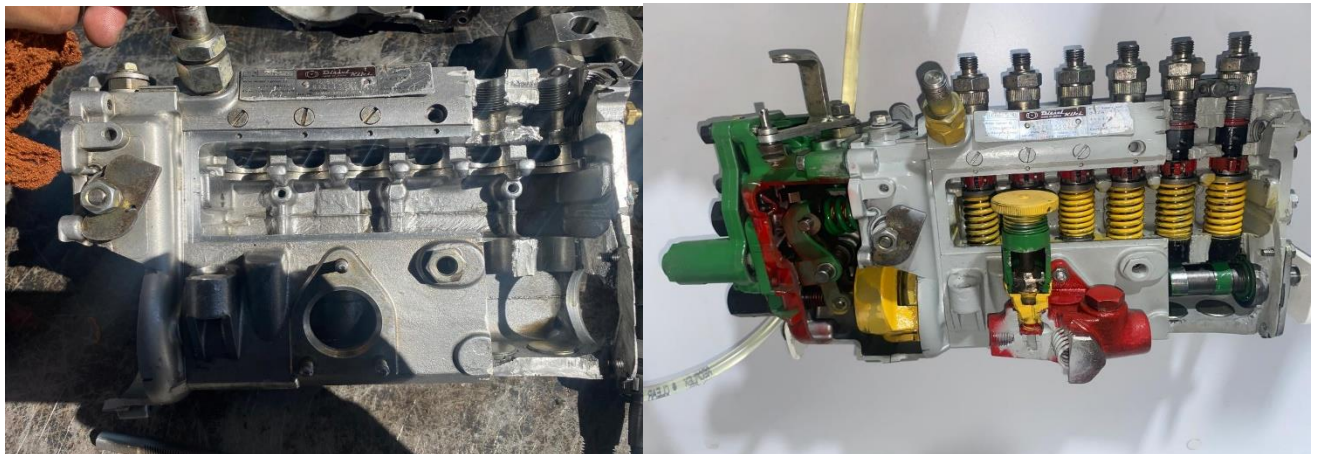
combustible del tanque. A su vez, se pudo verificar el flujo del combustible hasta llegar a la bomba de inyección, lo cual es fundamental para asegurar la eficiencia del sistema de abastecimiento.

Figura 43:Ensamblado de la base del filtro a la estructura



Fuente: Autores

Figura 44:Seccionado de la bomba



Fuente: Autores

En este paso se dio la realización de corte(seccionado) de la bomba de inyección reconociendo sus partes y así visualizar los componentes que conforman la bomba. (figura 44)

Figura 45: Instalación y terminado del tanque



Fuente: Autores

Limpeza y pintado del tanque; llenado de combustible para la respectiva succión que va a ejercer la bomba de alimentación. (figura 45)

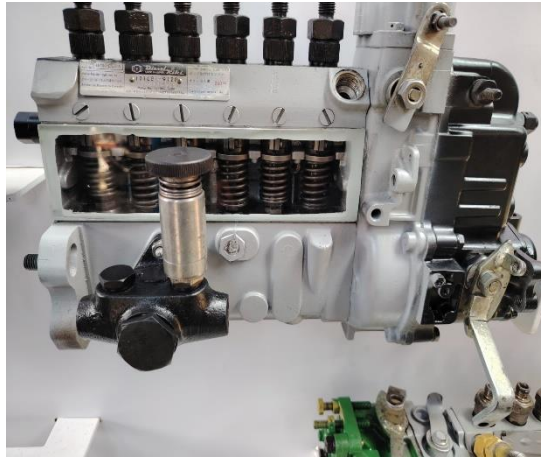
Figura 46: Acoplamiento de los inyectores en la base estructural



Fuente: Autores

Un proceso de acoplamiento para observar el comportamiento de inyección que genera la bomba y así poder visualizar el combustible en las probetas. (figura46)

Figura 47: Preparación y montaje de la bomba en la estructura



Fuente: Autores

Desengrasado de la bomba, limpieza y pintado para la representación que se va a demostrar y observar el trabajo que realiza. (figura 47)

Figura 48: Conexión y formas de las cañerías a los inyectores



Fuente: Autores

Dado que las cañerías estaban deformes realizamos el montaje para que tome la forma adecuada y ordenada de la bomba hacia los inyectores. (figura 48)

Figura 49:Montaje de las cañerías de retorno de los inyectores



Fuente: Autores

Se adquirieron pernos para el paso de combustible representando el retorno del diésel hacia al tanque. (figura 49)

Figura 50:Conexión de alimentación y retorno del combustible



Fuente: Autores

Se establece la conexión de suministro de combustible desde el mini tanque hacia la bomba de alimentación, la cual opera de manera manual. Este sistema permite la transferencia de combustible al filtro, donde se eliminan las impurezas presentes. Posteriormente, el combustible limpio es conducido hacia la cámara de la bomba. Durante este proceso, se genera la presión adecuada que impulsa el combustible hacia los inyectores, los cuales lo distribuyen directamente a las probetas. (Figura 50)

Figura 51: Implementación de tubos de ensayo



Fuente: Autores

Se implemento los tubos de ensayo con el objetivo de observar el volumen del combustible de manera precisa, ayudando a estudiar y analizar el comportamiento del combustible en diferentes condiciones del sistema. (Figura 51)

Figura 52: Asentamiento del motor eléctrico



Fuente: Autores

El motor eléctrico fue integrado para proporcionar el movimiento necesario a la bomba de inyección y para accionar el árbol de levas. Este sistema, junto con sus componentes internos, permite el funcionamiento adecuado del mecanismo, facilitando la visualización de las tareas que ejecuta. (Figura 52)

Figura 53: Interruptor



Fuente: Autores

Se incorporo un dispositivo de conmutación para controlar el encendido y apagado del motor eléctrico al utilizar la maqueta. Este interruptor permite una operación eficiente y segura del sistema, facilitando el manejo del motor según las necesidades del usuario en el proceso de demostración (figura 53)

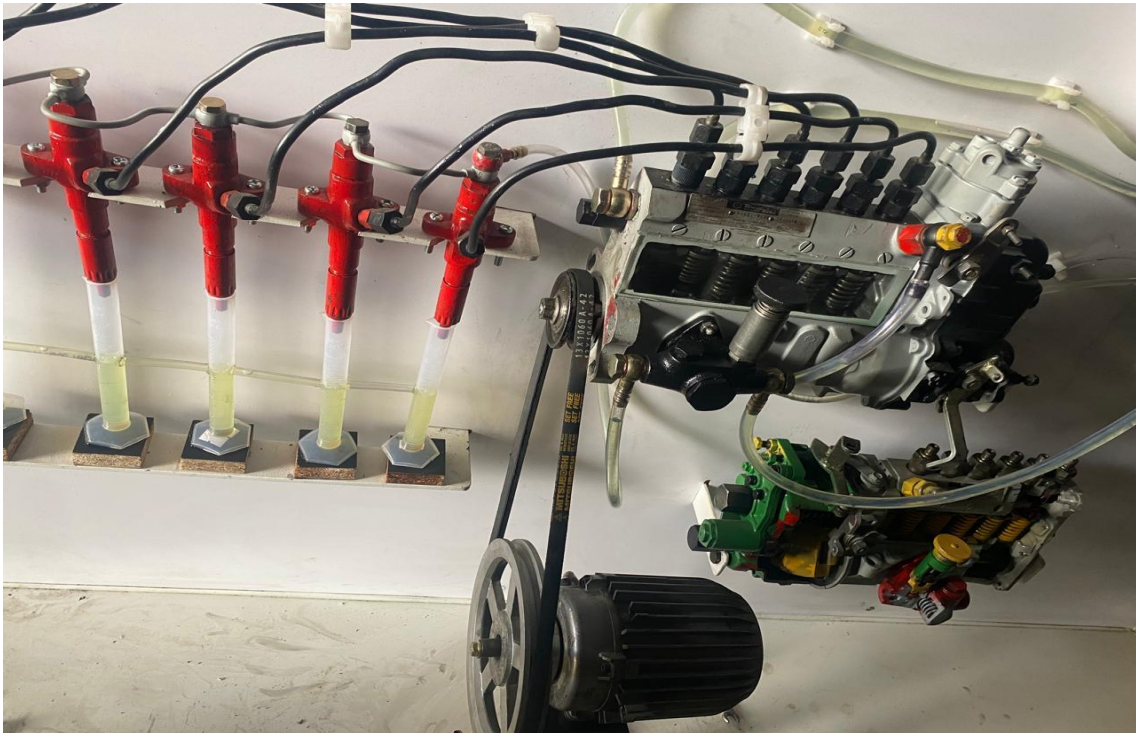
6. Finalización del banco didáctico de la bomba de inyección a Diesel en línea.

Se presenta la conclusión del banco didáctico, el cual ha sido desarrollado y probado. Este proyecto tiene como objetivo demostrar el funcionamiento de un sistema de inyección a diésel con una bomba seccionada y otra realizando las funciones de paso de combustible.

El banco didáctico actúa como una guía de representación en vehículos de carga, ilustrando de manera clara las entradas del líquido en la bomba. Este enfoque permite comprender mejor los principios que rigen el funcionamiento de los sistemas de inyección de combustible y su impacto en el rendimiento del motor.

Este banco didáctico no solo proporciona conocimientos teóricos, sino que también fomenta la experiencia práctica necesaria para la formación en el ámbito de la tecnología automotriz

Figura 54: Banco didáctico de bomba de inyección lineal Diesel.



Fuentes: Autores

6.1 Cuidado en el momento de utilizar el banco didáctico.

- Es fundamental evitar la inserción de los dedos en las bandas durante el arranque del motor, ya que existe el riesgo de que estas partes móviles puedan atrapar los dedos, lo que podría resultar en lesiones graves
- mantener en un lugar adecuado y nivelado para el momento de encender, que no se mueva y se mantenga en un solo lugar.
- No arrimarse sobre el banco de bombas de inyección.

7. Conclusiones

- Con la bomba seccionada nos permite observar los elementos internos, gracias a la pintura didáctica aplicada se puede dar este paso de reconocimiento.
- El banco integra una demostración de una tecnología basada en motores a diésel mecánicamente, ofreciendo una visualización de los avances que se han venido realizando durante los últimos años. Esto permite a los estudiantes evaluar el funcionamiento de las bombas de inyección diésel.

- Se visualiza el recorrido del combustible y en la forma en cómo trabaja la bomba, se observa el movimiento de sus elementos. permitiendo comprender el funcionamiento y el comportamiento del mismo.
- El banco didáctico de inyección en línea nos ayuda de manera eficaz comprender el proceso de inyección en un motor diésel, comprendiendo el funcionamiento del sistema de alimentación de combustible, consiguiendo observar su desempeño y el caudal de inyección.

8. Bibliografía

- (Mafla Yépez, C. M. (2013). Calibración, preparación y montaje de dos tipos de bombas de inyección, lineal y rotativa en el laboratorio a diésel existente en los talleres de la Universidad Técnica del Norte [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte)
- (<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4112>) (Chávez Balseca)