



Diseño y construcción de un banco didáctico funcional del sistema de frenos mixto en camiones, para el taller de mecánica automotriz del ISTL

Design and construction of a functional didactic bench of the mixed brake system in trucks, for the automotive mechanics workshop of the ISTL

Projeto e construção de uma bancada didática funcional do sistema misto de freios em caminhões, para a oficina mecânica de automóveis do ISTL

José Vicente Alvarado-Rodríguez ^I

jalvarado33@hotmail.es

<https://orcid.org/0000-0003-0714-0674>

Oscar Daniel Hidalgo-Álvarez ^{II}

ohidalgo34@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2473-3263>

Marco Alejandro Sarango-Quezada ^{III}

marco110594@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1902-8831>

Francisco Javier Japon-Ochoa ^{IV}

panchojapon0@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3182-3398>

Marco Felipe Cabrera-Eraza ^V

marcofce06@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-9947-0536>

Correspondencia: jalvarado33@hotmail.es

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículo de investigación

***Recibido:** 10 de abril de 2021 ***Aceptado:** 03 de mayo de 2021 * **Publicado:** 01 de junio de 2021

- I. Ingeniero Electromecánico, Prevención en Riesgos Laborales, Docente del Instituto Superior Tecnológico Loja, Loja, Ecuador.
- II. Estudiante del Instituto Superior Tecnológico Loja, Loja, Ecuador.
- III. Estudiante del Instituto Superior Tecnológico Loja, Loja, Ecuador.
- IV. Estudiante del Instituto Superior Tecnológico Loja, Loja, Ecuador.
- V. Magister en Gestión de Energías, Ingeniero Mecánico Automotriz, Formación de Formadores, Docente del Instituto Superior Tecnológico Loja, Loja, Ecuador.

Resumen

Para la implementación del actual banco se investigó la información técnica de elementos actuales para evitar posibles fallos durante el funcionamiento, cabe mencionar que son elementos que se encuentran actualmente en nuestro medio local.

En cuanto a la fabricación de la estructura se utilizaron procesos de corte, soldadura, y pintura que fueron procesos adquiridos durante la carrera tecnológica en diferentes asignaturas, los cuales nos sirvieron para la realización del presente proyecto, con el fin de que el banco esté completamente funcional.

Enfatizando en la información destacada del sistema de frenos, en diferentes sistemas de frenos existentes: hidráulico, neumáticos e hidroneumática. el freno hidráulico tiene las siguientes piezas: líquido de frenos, cilindro maestro principal, cilindro maestro auxiliar, amplificador de freno, cañerías. La composición del freno neumático consta de las siguientes partes: compresor de aire, almacenamiento de aire, válvula de liberación de aire, válvula de retención, manómetro, el sistema de freno neumático hidráulico es la fusión entre el sistema de frenos hidráulico y el sistema de freno neumático para vehículos pesados con cargas medias. estas son las diferentes partes mecánicas que componen el sistema de frenos: zapatas de freno, tambor de freno, plato, cilindro auxiliar, cañerías, rulimanes y pedal de freno.

Palabras clave: Compresor; frenos; hidráulica; neumática; tambor.

Abstract

For the implementation of the current bank, the technical information of current elements was investigated to avoid possible failures during operation, it is worth mentioning that they are elements that are currently in our local environment.

As for the manufacture of the structure, cutting, welding, and painting processes were used, which were processes acquired during the technological career in different subjects, which helped us to carry out this project, in order for the bank to be.

Emphasizing the outstanding information of the brake system, in different existing brake systems: hydraulic, pneumatic and hydropneumatic. The hydraulic brake has the following parts: brake fluid, master cylinder, auxiliary master cylinder, brake booster, pipes. The composition of the air brake consists of the following parts: air compressor, air storage, air release valve, check valve,

pressure gauge, the hydraulic air brake system is the fusion between the hydraulic brake system and the brake system. pneumatic brake for heavy vehicles with medium loads. These are the different mechanical parts that make up the brake system: brake shoes, brake drum, plate, auxiliary cylinder, pipes, rollers and brake pedal

Keywords: Compressor; brakes hydraulics; pneumatics; drum.

Resumo

Para a implantação do banco atual, foram investigadas as informações técnicas dos elementos atuais para evitar possíveis falhas durante a operação, vale ressaltar que são elementos que estão atualmente em nosso ambiente local.

Quanto ao fabrico da estrutura, foram utilizados processos de corte, soldadura e pintura, processos adquiridos ao longo da carreira tecnológica em diferentes disciplinas, que nos ajudaram a concretizar este projecto, para que o banco fosse totalmente funcional.

Enfatizando a excelente informação do sistema de freio, nos diferentes sistemas de freio existentes: hidráulico, pneumático e hidropneumático. O freio hidráulico tem as seguintes peças: fluido de freio, cilindro mestre mestre, cilindro mestre auxiliar, auxiliar de freio, tubos. A composição do freio pneumático consiste nas seguintes partes: compressor de ar, armazenamento de ar, válvula de liberação de ar, válvula de retenção, manômetro, o sistema de freio pneumático hidráulico é a fusão entre o sistema de freio hidráulico e o sistema de freio. Freio pneumático para pesados veículos com cargas médias. Estas são as diferentes partes mecânicas que compõem o sistema de freio: sapatas de freio, tambor de freio, placa, cilindro auxiliar, tubos, réguas e pedal de freio.

Palavras-chave: Compressor; freios; hidráulica; pneumática; tambor.

Introducción

Dicho proyecto consiste en la implementación de un banco didáctico funcional del sistema de frenos mixto por medio de conocimientos adquiridos, diseño y construcción con diferentes elementos adecuados para demostrar un correcto funcionamiento y de esta manera poder mejorar el aprendizaje de los alumnos.

El desarrollo del banco didáctico se llevará a cabo por partes para obtener un sistema eficaz, en primera instancia se desarrolla una exhaustiva investigación de los elementos que son más eficaces a usarse en el desarrollo del proyecto y tener en cuenta las dimensiones de cada uno de ellos por

lo que no deben ser tan grandes ni pesados para poder incorporarlos en una estructura diseñada y pueda ser transportable al momento de usarla, el sistema de frenado mixto será rediseñado para poder ser acoplado en la estructura y al momento de sus comprobaciones no presente fallas en su correcto funcionamiento.

Materiales y Métodos

Selección de materiales

Antes de empezar con el desarrollo de la estructura del banco didáctico se realizó la selección y compra de todos los elementos imprescindibles para su desarrollo y así lograr evaluar posibles alternativas en cuanto a la calidad, precio y características necesarias para el desarrollo del banco didáctico, a su vez también se procedió a la selección de los equipos necesarios.

Materiales y elementos

Para el desarrollo del banco didáctico se requirió de los materiales necesarios, cada material fue debidamente seleccionado tomando en consideración el diseño de la estructura, sus dimensiones y la función que debe emplear el banco didáctico.

Tabla 1: Listado de materiales y elementos

Cantidad	Material o elemento
26 metros	Tubo cuadrado estructural negro ASTM A 572 de 3.5 cm.
½ metro	Tubo rectangular estructural negro ASTM A 572 tal de 2.5 cm x 5cm
3 libras	Suelda ANSI/AWS D1.1 de Soldadura Estructural -Acero.
3 planchas	Galvanizadas de 1,22m x 2,44m y 0,9mm de espesor.
1 Funda sellada	Pernos auto perforantes
30	Remaches de ¾
1	Broca de ¾
4 juegos	Tambores y platos
4 juegos	Zapatas
4	Cilindros de freno
1	Pedal de freno
1	Cilindro principal con reservorio
1	Electroválvula
1	Manómetro neumático

1	Reservorio
1	Compresor
1	Válvula de alivio
1	Tapón rosca gruesa
1 metro	Manguera
8	Acoples para la manguera
1	Acople tipo codo
1 litro	Líquido de freno

Equipos

Los equipos utilizados para el desarrollo del banco didáctico son:

Tabla 2: Listado de los equipos

Cantidad	Equipo
1	Soldadora
1	Amoladora
1	Taladro

Desarrollo de los métodos

Para el perfeccionamiento del tema de titulación es necesario el manejo de métodos de investigación científica para empezar de una forma ordenada y sistemática en la obtención del intelecto y conseguir aplicarlo. Los métodos a utilizar son:

Con el método bibliográfico se recolectó toda la información pertinente para el desarrollo del banco didáctico y así lograr tener noción de las partes a utilizar y a su vez conocer el funcionamiento del sistema de freno mixto o hidroneumático y como adecuarlo en el banco didáctico

Las fuentes de donde se obtienen estos datos son en libros virtuales, manuales de mecánica, revistas y la utilización de vídeos.

La indagación de campo se la realizó en talleres capacitados de acuerdo a nuestro tema de titulación donde podamos ver vehículos en estado operativo y cuenten con sistemas funcionales. Todo con el propósito de tomar en consideración los elementos, sus dimensiones y conexiones, con el fin de determinar cuál sería el diseño más óptimo para el desarrollo del banco y obtener un funcionamiento más cercano al real.

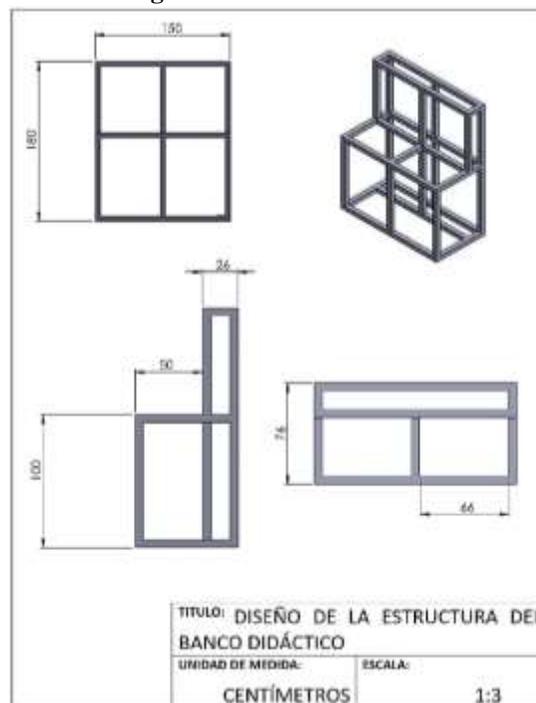
Utilizando el método práctico y la compilación de toda la información, mediante el uso de los métodos aplicados se realiza la planificación para la construcción del banco didáctico dividido por etapas.

Etapa 1: diseño de la estructura

El diseño de la estructura está pensado en todos los elementos que se van a incorporar en el banco didáctico teniendo en cuenta que su localización debe ser en una zona estable, amplia donde permita la visualización de cada uno de los elementos y como a su vez su posicionamiento favorezca a las prácticas de los estudiantes.

La estructura tiene que ser lo más resistente posible debido a que los elementos a emplearse tienen un peso considerable y sin dejar de lado que al momento de su funcionamiento existirán vibraciones producidas por el compresor y este puede llegar a ser un factor de desgaste, daños y logrando debilitar la estructura. El diseño base de la estructura se realizó por medio de un programa de computador y así obteniendo un plano desarrollado.

Figura 1: Plano de la estructura



Anticipando la realización de la estructura se tomó en cuenta el peso de todos los elementos que conformarán el sistema de frenado mixto con el fin de distribuir correctamente su peso

Tabla 3: Peso de los elementos

ELEMENTOS	PESO DE LOS ELEMENTOS
4 tambores y platos de freno	8 kg .
Reservorio	2 kg
Compresor	18 kg
Válvula de freno	2 kg

Sumando todos estos elementos nos da un total de 30 kg que deberá soportar la estructura por lo cual el material utilizado es, el acero ASTM A 572 por sus características de dureza especificadas en su ficha técnica

Figura 2: Características Mecánicas, (Aceros Otero, s.f.)

ASTM A572 GRADO 50



Estado de Suministro: Laminado.
Tolerancia: ASTM A5.

Características
Acero estructural ASTM A572 Grado 50 estable y de baja aleación, aleado con Níobio y Vanadio como afinadores de grano.

Aplicaciones
Sus mejores propiedades mecánicas, en comparación con el producto ASTM A36, permiten reducir espesores y disminuir peso de estructuras remachadas, apuntables o soldadas como por ejemplo puentes, carrocerías, equipos de transporte y estructuras en general.

Propiedades Mecánicas					
Esfuerzo Fluencia (kg / cm ²)	Esfuerzo Fluencia (MPa)	Esfuerzo Tracción (kg / cm ²)	Esfuerzo Tracción (MPa)	Elongación (%)	
35 (mín.)	345 (mín.)	48 (mín.)	450 (mín.)	21 (mín.)	

Composición Química (%)						
% C	% Mn	% Si	% P	% S	% V	% Nb
0.25 máx.	1.34 máx.	0.40 máx.	0.04 máx.	0.05 máx.	0.01 - 0.18	0.006 - 0.08

Mínimo Radio Interior de Plegado en Fdo (**)		
Espesor E (mm.)		
Hasta 25 mm. (incl.)	Entre 25 mm. hasta 25 mm. (incl.)	Entre 25 mm. hasta 90 mm. (incl.)
1.8 X E	1.5 X E	2.0 X E

Etapa 2: división y ensamblaje de los tubos para el montaje de las planchas metálicas en la estructura

Para realizar la estructura del presente proyecto se procedió a la disección de los tubos metálicos de acuerdo a las medidas establecidas en el diseño de la estructura.

Figura 3: Disección de los tubos metálicos



Después se procedió soldar los tubos metálicos formando la estructura, todo esto lo podemos observar.

Figura 4: Soldado de una sección de la estructura



A continuación, se procedió a marcar las dimensiones necesarias en las planchas metálicas para su posterior corte e instalación de las planchas metálicas en la estructura, obteniendo como resultado una superficie que nos servirá para el montaje de los elementos.

Figura 5: Instalación de las planchas metálicas en la estructura del banco didáctico



El uso de las planchas metálicas galvanizadas aparte de servir como una superficie para el montaje de los elementos también está pensado también para la parte estética del banco didáctico ya que al pasar en el taller de la carrera está propenso a ensuciarse y gracias a su superficie galvanizada se facilita su limpieza.

Etapa 3: montaje de los elementos del sistema hidroneumático

Platos y tambores

El tambor y plato de freno se lo colocó en la parte superior central de la estructura, donde se encuentran los refuerzos de la estructura todo esto con el fin que sean visibles al momento de las demostraciones, a cada tambor se le soldó un pedazo de tubo rectangular en la parte trasera y soldado a la estructura Anexo VIII.

Tres de los cuatro tambores serán funcionales esto con la finalidad de que con el cuarto tambor los alumnos del ITSL puedan realizar prácticas con el desarme del mismo y puedan identificar cada uno de sus elementos internos.

Figura 6: Platos y tambores



Cilindro principal con reservorio

También llamado cilindro maestro tiene la función de almacenar y a su vez enviar líquido por las cañerías que conforman el sistema de freno, aquí es recomendable siempre tener una buena presión del fluido para lo cual es se debe verificar el nivel óptimo en el reservorio, es por esto que decidimos ponerlo junto a los tambores en la esquina de la parte superior de la estructura por el motivo del reservorio debe estar en una superficie recta y visible

Figura 7: Cilindro principal con reservorio



Electroválvula

Figura 8: Electroválvula



Una vez colocado las piezas principales del sistema de freno, procedemos a instalar la válvula electromecánica lo cual nos ayudará a controlar el paso del fluido por el conducto, esto nos permitirá accionar el freno neumático que generalmente se lo conoce como hidroneumático, aquí su visualización se encuentra en la parte trasera del tambor deshabilitado para practicas

Compresor y reservorio

El compresor lo utilizamos para bombear aire del ambiente y comprimirlo dentro del tanque a una cierta presión, además para obtener la suficiente cantidad de aire utilizamos un reservorio para así obtener aire comprimido tanto en el compresor como el reservorio, resaltando que un sistema de freno hidroneumático utiliza una gran cantidad de aire para el correcto funcionamiento del mismo. Al compresor se lo colocó en la parte inferior dentro de la estructura ya que al ser un elemento grande este sería un obstáculo para obtener una buena visibilidad de los tambores, por otra parte, el tanque de reservorio se lo ubicó en la parte superior en la parte central de los 4 tambores

Figura 9: Compresor y reservorio



Manómetro neumático

Colocamos un manómetro con el fin de medir la presión con la que está almacenado el aire comprimido, en el caso que el indicador nos muestra una presión baja inmediatamente se lo recupera mediante el accionamiento del compresor, por esta razón se procedió a colocar el manómetro encima del tanque reservorio de aire con el objetivo de que se pueda observar el valor de la presión que se muestra en el sistema.

Figura 10: Manómetro neumático



Cilindro neumático

El cilindro neumático lo utilizamos con el objetivo de obtener energía cinética mediante la presión que se ejerce del aire comprimido, de esta manera se logra mover o hacer funcionar mecanismos para lo cual en este caso son elementos que conforman el sistema de freno hidroneumático, la ubicación de dicha pieza se la coloco junto al cilindro principal que es accionado por el pedal gracias a este sistema logramos un frenado eficaz, optimo, y preciso en el accionamiento del freno. Es una pieza mecánica la cual generalmente debe ser accionada mediante el pie, pero por la ubicación en el banco será accionada por medio de la mano, su función principal es transmitir el esfuerzo a un mecanismo en este caso al sistema hidroneumático que a través de la válvula del pedal modula el flujo del aire hacia las cámaras de frenos, para lo cual se lo ubico en la parte superior junto a los tambores con el fin de que sea más práctico a la hora de ejecutar la acción del mismo

Figura 11: Cilindro neumático



Funcionamiento general del banco didáctico

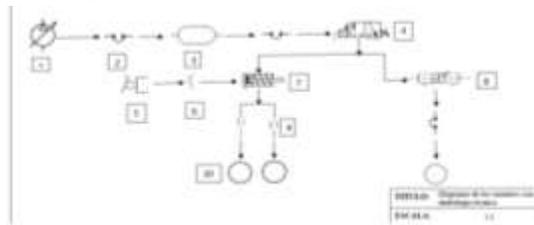
El funcionamiento de este banco didáctico inicia desde el momento en el que se presiona el pedal el cual al momento de ser presionado actúa sobre el líquido de freno enviándolo por medio de las cañerías hacia los cilindros de cada rueda eso sería para las ruedas delanteras en cambio para las traseras al momento de presionar lo al pedal este envía la presión hacia un trompo el cual activa una electroválvula que a su vez permite el paso de aire hacia las válvulas de las ruedas traseras las cuales accionan las heces y hacen que frené el vehículo. La presión de aire que se necesita para que la ruedas traseras acciones o trabajen eficazmente es de 6 bares.

Este tipo de sistema de frenos vino acoplado en vehículos de carga los cuales las ruedas delanteras con líquido y las traseras con aire por el peso del vehículo que se necesitaba más eficacia al

momento de realizar el frenado por lo cual se agregó este sistema que es más eficaz que el sistema que traen los automóviles que sólo hidráulico.

En este banco didáctico se logró acoplar este sistema que viene en camiones y a su vez adaptando piezas para que el funcionamiento sea similar al que viene en los camiones pero su eficacia es la misma y si se obtiene un correcto frenado, con el sistema hidroneumático se logra altas presiones de frenado con componentes muy pequeños los cuales hacen que el frenado sea eficaz con tiempos mínimos de reacción todo esto gracias a la mezcla de estos dos componentes tanto el hidráulico como el neumático

Figura 12: diagrama del banco didactico



Resultados y Discusión

Comprobación de la presión en el sistema hidroneumático

Una vez culminado el banco didáctico se procedió hacer la prueba de fugas del aire comprimido todo esto lo podríamos comparar sabiendo la presión que había en el circuito de 6 bares, procedentes del compresor, una vez culminada la prueba y no encontrar fugas existentes, se determinó que las instalaciones de las cañerías fueron exitosas.

Comprobación del sistema de frenado hidroneumático

Se realizaron las debidas pruebas con el fin de determinar el funcionamiento correcto del sistema, pruebas como:

Se comprobó el correcto funcionamiento de la electroválvula al momento de accionar el pedal y así esta tendría que activarse al momento de que el pedal toca un pulsador colocado en la parte posterior del mismo (final de carrera del pedal); se procedió a comprobar el correcto funcionamiento del cilindro principal mediante su activación y asegurándonos que el líquido de freno llegue con la adecuada presión.

Conclusiones

Con la ayuda del programa computarizado se pudo optimizar el trabajo, ya que con el plano de la estructura del banco didáctico se pudo determinar donde serán colocados los elementos neumáticos e hidráulicos con el fin de que no existan deformaciones de la estructura y obtener una buena visualización de cada uno de los elementos.

Todos los elementos utilizados fueron debidamente indagados para así obtener una óptima funcionalidad y no se presenten inconvenientes, teniendo en cuenta que los elementos fueron adaptados a un banco didáctico.

Una vez construido el banco didáctico se realizaron sus debidas comprobaciones para asesorarnos que todos los elementos trabajen adecuadamente y rectificar cualquier anomalía en su funcionamiento.

Referencias

1. Luque Rodríguez, P. (2010). Estudio del automóvil. Universidad de Olmedo.
2. Águeda Casado, E. (2011). Sistemas de transmisión y frenado (Segunda ed.). LOE.
3. J. Vicente, D. (2008, p.1). Regulador de presión. Obtenido de Funcionamiento de reguladores de presión en paralelo y serie: http://oa.upm.es/30186/1/INVE_MEM_2013_146339.pdf/Google académico
4. Thiessen, F. J., & Dales, D. N. (1996). Manual Técnico Automotriz (Prentice ed., Vol. 3). Prentice.
5. BAQUERO LEMA, V. F. (2003). DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE FRENOS HIDRONEUMATICO (AIR-PACK).
6. Cabrera Erazo, M. F. (2020). Guia de Practica de Laboratorio sobre sistema de frenos (Primera edición ed.). Casa Editora del polo.
7. Soriano, E. J. (2018). Sistemas de transmisión y frenado. En J. F. Esteban José Domínguez Soriano, Sistemas de transmisión y frenado (pág. 372). Editex S. A.
8. Flores Jiménez, A. G. (2017). Construcción e implementación de un banco simulador de un sistema de frenos hidroneumático para la carrera de ingeniería automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito: <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/14224>.

9. Anonimo. (13 de Marzo de 2020). International Peru Camiones . Obtenido de <https://www.interperu.pe/blog/frecuencia-reemplazar-zapatas-frenos/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20las%20zapatas%20de,de%20freno%20comenzar%C3%A1n%20a%20desgastarse>
10. Ganot, A. (1986). Tratado elemental de física experimental y aplicada y de meteorología. En A. Ganot, Tratado elemental de física experimental y aplicada y de meteorología (pág. 663). Madrid.
11. Carlo, C. C. (2020). Repositorio de la Universidad César Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/46356>
12. AGUDELO, A. (1992). Mecánica de patio . En A. AGUDELO, Mecánica de patio (pág. 22). SENA.
13. Parera, A. M. (1993). Frenos ABS. En A. M. Parera, Frenos ABS (pág. 98). Barcelona: Boixareu .
14. Solé, A. C. (2011). Neumatica e Hidráulica. En A. C. Solé, Neumatica e Hidráulica (pág. 120). Barcelona: Marcombo.

© 2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons

Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)