



Powered by
Arizona State University

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Automotriz

Autores: Fernando Xavier Vilatuña Bustos

Tutor: Ing. Edgar Vera Puebla, MSc.

**Adaptación de un Sistema de Frenos de Tipo Disco Sobre una
Plataforma Tubular de Transportación Biplaza**

Guayaquil-Ecuador |2023

Certificación de Autoría

Yo, Xavier Vilatuña, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedo los derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

Fernando Xavier Vilatuña Bustos

C.I.: 1752595908

Aprobación del Tutor

Yo, Edgar Vera Puebla certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo responsable exclusivo de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Ing. Edgar Vera Puebla, MSc.

Director de Proyecto

Dedicatoria

El presente trabajo se lo dedico a mi familia, quienes en todo momento me apoyaron y me ayudaron para realizar mi trabajo.

Dedico a mis padres y mis hermanos los cuales siempre son un apoyo para poder cumplir mis objetivos.

Fernando Xavier Vilatuña Bustos

Agradecimiento

Mis palabras de gratitud son totalmente para las personas que han estado al largo de mi carrera universitaria y sobre todo en el momento de la realización de este proyecto como un apoyo y alentándome en todo momento para seguir adelante.

Agradezco sobre todo a mi familia con la cual siempre puedo contar para cualquier adversidad.

Y, por último, pero no menos importante agradecer a la Universidad Internacional del Ecuador por brindarme la educación durante estos años, y al Ing. Edgar Vera por guiarme en el proceso de titulación.

¡Muchas gracias!

Fernando Xavier Vilatuña Bustos

Índice General

Certificación de Autoría.....	iii
Aprobación del Tutor.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice General.....	vii
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tablas.....	xii
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
Introducción.....	1
Capítulo I.....	3
Antecedentes.....	3
1.1. Tema de Investigación.....	3
1.2. Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema.....	3
1.2.1. <i>Planteamiento del Problema</i>	3
1.2.2. <i>Formulación del Problema</i>	4
1.3. Sistematización del Problema.....	4
1.4. Objetivos de la Investigación.....	4
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	4
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	4
1.5. Justificación y Delimitación del Problema.....	4
1.5.1. <i>Justificación Teórica</i>	4
1.5.2. <i>Justificación Metodológica</i>	5
1.5.3. <i>Justificación Practica</i>	5
1.5.4. <i>Delimitación Temporal</i>	5
1.5.5. <i>Delimitación Geográfica</i>	5
1.6. Conceptos Preliminares.....	6
Capítulo II.....	7
Marco Referencial.....	7
2.1 Marco Teórico.....	7

2.1.1	<i>Frenos</i>	7
2.1.2	<i>Tipos de Frenos</i>	7
2.1.3	<i>Frenos de Disco</i>	8
2.1.3.1	Componentes de Frenos de Disco.	8
2.1.3.2	Tipos de Discos de Frenos.	9
2.1.3.3	Tipos de Pastillas de Freno.....	9
2.1.3.4	Mantenimiento de Disco de Frenos.....	9
2.1.4	<i>Frenos de Tambor</i>	10
2.1.5	<i>Frenos de Mano de Emergencia</i>	11
2.1.6	<i>Frenos Antibloqueo</i>	13
2.1.7	<i>Frenos de Emergencia Hidráulica</i>	14
2.1.8	<i>Frenos Regenerativos</i>	16
2.1.9	<i>Chasis Tubular</i>	17
2.1.10	<i>Diagnóstico de Fallas en la Tubería del Sistema de Freno Hidráulico</i>	18
2.1.11	<i>Líquido de Frenos</i>	19
2.1.11.1	Tipos de Líquidos de Frenos.....	20
2.1.11.2	Principales Exigencias que Deben Satisfacer los Líquidos..	22
2.1.12	<i>Servofreno</i>	23
2.1.13	<i>Bomba de Frenos.</i>	26
2.1.13.1	Funcionamiento al Accionar el Pedal.	27
2.1.13.2	Funcionamiento al Soltar el Pedal.	28
2.1.14	<i>Pinza de Freno</i>	28
2.1.15	<i>Desarrollo del Sistema de Frenos</i>	30
	Capítulo III.....	32
	Adaptación del Sistema de Frenos.....	32
3.1	Idealización de la Adaptación del Sistema de Frenos	32
3.1.1	<i>Simulación Fluid SIM</i>	32
3.2	Adaptación Servofreno y Mangueras	36
3.3	Colocación de Mordazas y Calipers en los Discos	39
3.4	Cambio de Mangueras y Restauración de los Calipers.	42
	Capítulo IV.....	48
	Análisis de Frenado de la Plataforma Tubular de Transportación Biplaza	48

4.1	Chasis y Sistema de Frenos	48
4.2	Colocación de lo Componentes.....	48
4.3	Distancia de Frenado.....	48
4.4	Sistema de Frenos.....	49
4.5	Condiciones Ambientales.....	49
	Conclusión	50
	Recomendaciones	51
	Bibliografía	52

Índice de Figuras

Figura 1 Partes de Freno de Disco	8
Figura 2 Freno de Tambor	10
Figura 3 Sistema ABS.....	14
Figura 4 Freno Regenerativo	16
Figura 5 Ejemplosm de Tipos de Tiquidos de Frenos.	20
Figura 6 Esquema del Servofreno.....	23
Figura 7 Posición del Servofreno.....	24
Figura 8 Multiplicación del Esfuerzo	26
Figura 9 Bomba de Frenos.....	27
Figura 10 Pinza de Freno Flotante	29
Figura 11 Pinza de Freno Fija.....	30
Figura 12 Simulación FluidSIM-H	33
Figura 13 Parte Delantera del Chasis.....	34
Figura 14 Servofreno	35
Figura 15 Frenos de Disco	35
Figura 16 Antes del Servofreno	36
Figura 17 Después de la Colocación del Servofreno	37
Figura 18Cañerías del Servofreno a los Discos Delanteros.....	38
Figura 19 Distribución de Cañerías para la Parte Posterior.....	39

Figura 20 Conexión de Manguera - Mordaza Lado Frontal Derecho.....	40
Figura 21 Conexión Manguera - Mordaza Lado Frontal Izquierdo.....	41
Figura 22 Caliper y Mordaza	42
Figura 23 Mangueras	43
Figura 24 Cilindro del Caliper en Mal Estado	43
Figura 25 Perno de Purga Mal Estado	44
Figura 26 Nuevos Pernos	45
Figura 27 Caliper Antes de Ser Pintado.....	46
Figura 28 Caliper Pintado	46
Figura 29 Caliper en el Disco de Freno	47

Índice de Tablas

Tabla 1 Diagnóstico de Fallas.....	18
Tabla 2 Puntos de Ebullición	21

Resumen

El sistema de frenos es uno de los más importantes en cuestión de seguridad dentro del vehículo, desde su creación a finales del siglo diecinueve, en ese momento el vehículo se frenaba mediante un cable de acero que igual que ahora se activaba mediante un pedal, esto permitía que el conductor haga que las ruedas se bloqueen, el problema que tenía ese sistema en ese momento era la fuerza que se tenía que tener para accionar el freno, por lo contrario en la actualidad con el sistema de frenos de disco, que es el que se usó en esta adaptación del sistema de frenos a una plataforma de trasportación biplaza, este sistema no necesita que el conductor tenga gran fuerza en el pie para ser activado. Para está adaptación de un sistema de frenos de tipo disco sobre una plataforma tubular de transportación biplaza, se usó el servofreno y la bomba de freno de un Suzuki Forsa dos, esta bomba hace que la fuerza que ejerce el piloto mediante el accionamiento del pedal de frenado se convierta en presión hidráulica, la cual se traslada por medio de cañerías de cobre y mangueras, que fueron hechas a medida para esta adaptación, el servofreno por su parte aumenta la presión dentro del circuito, por lo cual el sistema de freno es activado y hace que el vehículo disminuya la velocidad hasta detenerse. Todo esto se puede llevar a cabo mientras que en el sistema no contenga aire, por este motivo se purgo el sistema de frenos varias veces para comprobar que en ninguna cañerías y mangueras por las que pasaba el líquido de frenos contuvieran aire. Después de colocar el sistema de frenos y purgar las líneas por donde pasa el líquido se hizo la prueba de frenado a una velocidad baja, de 30 km/h, en esta prueba al presionar el pedal de freno, se notó que el sistema de frenos tiene mayor presión en la parte posterior por lo cual las llantas de atrás se bloquean más que las de adelante.

Palabras clave: Sistema de frenos, servofreno, líquido de frenos.

Abstract

The brake system is one of the most important systems in terms of safety in the vehicle, since its creation at the end of the nineteenth century, at that time the vehicle was braked by a steel cable that as now was activated by a pedal, this allowed the driver to make the wheels lock. At that the problem with this system was the force that had to be used to activate the brake, on the contrary, nowadays with the disc brake system, which is the one that was used in this adaptation of the brake system to a two-seater transportation platform, this system does not require the driver to exert great force with the foot to activate the brake. For this adaptation of a disc brake system on a two-seater tubular transportation platform, we used the brake servo and the brake pump of a Suzuki Forsa 2, this pump makes the force exerted by the pilot through the brake pedal to be converted into hydraulic pressure, This pressure is transferred through copper pipes and rubber hoses, which were made for this adaptation, the brake servo increases the pressure inside the brake circuit, so the braking system is activated and makes the vehicle slow down till it stop. All this can be carried out if the system does not contain air, for this reason the brake system was bled several times to check that no pipes and hoses through which the brake fluid passed contained air. After placing the brake system and bleeding the lines through which the fluid passes, the braking test was performed at a low speed of 30 km/h. In this test, when the brake pedal was pressed, it was noticed that the brake system has more pressure in the rear part, so the rear tires lock more than the front ones.

Key words: Brake system, brake servo, brake fluid.

Introducción

A finales del siglo XIX, los automóviles empleaban un mecanismo de frenado que consistía en una cuerda que, al ser activada desde el pedal de freno, bloqueaba la rueda para detener el vehículo. Sin embargo, este sistema presentaba desafíos, ya que requería que el conductor aplicara una gran fuerza para detener el automóvil, lo que no siempre lograba con éxito. Además, este tipo de freno solo se aplicaba en las ruedas traseras, ya que se temía que frenar las ruedas delanteras pudiera provocar un vuelco durante la detención del vehículo.

Newton postuló que un objeto en movimiento continuará en movimiento a menos que sea influenciado por una fuerza externa. En el caso de un automóvil en movimiento, es esencial aplicar una fuerza para detenerlo, y este proceso de detención es llevado a cabo por el sistema de frenado. Con el paso del tiempo, los sistemas de frenos de automóviles han evolucionado y mejorado. Aunque el objetivo fundamental de detener el vehículo sigue siendo el mismo, los métodos utilizados en la actualidad son más avanzados en comparación con el pasado.

Los frenos de disco fueron patentados en los principios 1900, los cuales eran fabricados de hierro. Estos discos están comprimidos por las zapatas de freno para llevar el vehículo a un alto. Las pastillas de freno son presionadas por una pinza que está presionado por el fluido hidráulico. Inicialmente las pastillas de freno no tenían ningún revestimiento. Cuando las dos piezas de metal entraron en contacto, se produjo un ruido terrible, asbesto fue utilizado para el revestimiento tanto en sistemas de freno de disco y tambor de freno, a lo que contribuyó sustancialmente a mejorar el rendimiento (Cibercom Creativo, 2017).

La verdadera aplicación del frenado en los medios de locomoción concernió a las carretillas de las minas, y después fue favorecida por el desarrollo de los ferrocarriles. En este sector, los pioneros fueron Georges y Robert Stephenson, seguidos por George Westinghouse. Este último efectuó experimentos rigurosos que, yendo contra los prejuicios de la época, permitieron enunciar las leyes siguientes:

- La velocidad hace que el coeficiente de fricción varíe.
- La aplicación de presión hace que el coeficiente de fricción sea menor.
- El frenado es más efectivo cuando las ruedas están en movimiento en comparación con cuando están estáticas. El ABS actual es la aplicación de dicha ley.

(Acosta Álvarez & Pareja Dangond , 2019, pág. 6)

En los mismos años, aproximadamente de 1895 a 1900, Karl Benz, F.W Lanchester, Albert de Dion y George Bouton fueron pioneros en el desarrollo y la comercialización de los primeros automóviles. Sin embargo, fue F.W. Lanchester quien obtuvo una patente en 1902 para el freno de disco. Este innovador sistema consistía en un freno de disco que era un delgado disco metálico montado en el eje de la rueda y presionado entre dos elementos de material de fricción mediante palancas y tirantes al aplicar los frenos. Los resultados iniciales fueron decepcionantes debido a la falta de materiales adecuados y a la eficacia limitada del sistema de control. Durante ese mismo período, Herbert Froad desempeñó un papel crucial en la mejora de la técnica y la seguridad del frenado al desarrollar los primeros materiales de fricción modernos. En el proceso de evolución del freno de disco, cabe destacar el año 1953 cuando Dunlop instaló frenos de disco en un Jaguar XK 120. En 1954, aparecieron los primeros discos ventilados en un Alfa Romeo. Sin embargo, tuvimos que esperar hasta 1963 para presenciar la introducción de frenos de disco en camiones pesados de la marca Knorr.

Capítulo I

Antecedentes

1.1. Tema de Investigación

Adaptación de un sistema de frenos de tipo disco sobre una plataforma tubular de transportación biplaza.

1.2. Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema

Adaptación del sistema de frenos a un prototipo de chasis tubular que se encuentra como proyecto en la facultad de ingeniería automotriz de la UIDE matriz Guayaquil, para poder terminar la construcción total de prototipo tubular con su funcionamiento correcto.

1.2.1. Planteamiento del Problema

Los frenos son uno de los componentes más relevantes dentro de la fórmula SAE, ya que son esenciales para la seguridad de los vehículos que compiten. Además de su función de detener el vehículo, los frenos también son responsables de proporcionar un manejo y control adecuados durante las maniobras en la pista de carreras. Los vehículos de competición en la fórmula SAE requieren una gran cantidad de frenado debido a su alta velocidad y aceleración, lo que puede generar una gran cantidad de energía cinética que debe ser controlada.

La capacidad de frenado de un vehículo es un factor crítico en la capacidad de controlar el vehículo en la pista. Los sistemas de frenos de alta calidad y rendimiento pueden reducir significativamente el desplazamiento de frenado, lo que aumenta la facultad de los conductores para reaccionar ante situaciones imprevistas. Además, los frenos también son importantes para la estabilidad del vehículo, especialmente durante la frenada en curva. Los vehículos de competición necesitan un sistema de frenos que permita a los conductores frenar en línea recta y de manera controlada, sin deslizarse o derrapar.

1.2.2. Formulación del Problema

¿El proyecto de adaptación y utilidad del sistema de frenos dentro de un prototipo biplaza tubular ayudara a que el vehículo tenga un mejor control de maneja y seguridad en el momento de ir a altas velocidades?

1.3. Sistematización del Problema

- ¿De qué manera la implementación del sistema de frenos aportara al vehículo?
- ¿Qué tipo de frenos tendrá este vehículo?

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

Implementar un sistema de frenos eficiente en un chasis tubular para mejorar la seguridad y la estabilidad del vehículo.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar las características del chasis y del sistema de frenos que se va a implementar.
- Colocar los componentes del sistema de frenos en el chasis tubular que se usara.
- Realizar pruebas para asegurar el funcionamiento de forma óptima.

1.5. Justificación y Delimitación del Problema

Se definen los objetivos y la razón por la cual se realiza esta investigación, a la vez busca reponer esa interrogante mediante el uso de la teoría, metodología y práctica.

1.5.1. Justificación Teórica

Desde un punto de vista teórico, el sistema de frenos es una parte crítica de cualquier vehículo, ya que su función es detener o reducir la velocidad del vehículo de manera controlada y segura. En un chasis tubular, es particularmente importante contar con un sistema de frenos

efectivo, ya que este tipo de estructura suele utilizarse en vehículos de alta velocidad y/o competición, donde las fuerzas y la carga sobre el vehículo son mayores.

1.5.2. Justificación Metodológica

La implementación de un sistema de frenos en un chasis tubular implica una serie de pasos y consideraciones que deben ser abordados de manera sistemática, desde la selección de los componentes adecuados, la definición de los requerimientos técnicos y de seguridad, la evaluación de alternativas de diseño y la implementación del sistema de frenos en el chasis tubular.

1.5.3. Justificación Práctica

La implementación de un sistema de frenos en un chasis tubular se basa en la necesidad de mejorar la seguridad, el rendimiento y la capacidad del vehículo durante su operación en condiciones de alta velocidad y/o competición. La implementación de un sistema de frenos efectivo puede mejorar la capacidad de frenado del vehículo, permitir al conductor mantener un mayor control y confianza en el vehículo durante su operación y reducir la fatiga del conductor y la posibilidad de accidentes o fallas mecánicas.

1.5.4. Delimitación Temporal

El proyecto de la prevención de la corrosión en los bastidores será realizado a partir de inicios de mayo hasta la finalización del semestre, lo cual será en un rango de aproximadamente 10 semanas.

1.5.5. Delimitación Geográfica

En las competiciones de la fórmula SAE, los vehículos son sometidos a exigentes pruebas de aceleración, velocidad y maniobrabilidad. Los frenos son un componente esencial para

garantizar la seguridad de los conductores y el público, y para permitir un control adecuado del vehículo en la pista de carreras. La capacidad de frenado de un vehículo es crucial para controlar su velocidad y detenerlo de manera segura y eficiente.

1.6. Conceptos Preliminares

Los vehículos de la fórmula SAE suelen tener una aceleración y velocidad muy altas, lo que significa que requieren un sistema de frenos capaz de controlar y disipar grandes cantidades de energía cinética en un corto período de tiempo. Los frenos también son importantes para la estabilidad del vehículo durante las maniobras en la pista de carreras. Un sistema de frenos de alta calidad y rendimiento permite a los conductores frenar con confianza y control, reduciendo el riesgo de derrape y pérdida de control.

Además, los frenos también son importantes para el rendimiento del vehículo. Un sistema de frenos ineficiente puede provocar un excesivo calentamiento de las ruedas, lo que puede afectar negativamente la tracción y la velocidad del vehículo. Por otro lado, un sistema de frenos de alta calidad y rendimiento puede reducir el peso total del vehículo, lo que puede mejorar su rendimiento y aceleración.

Capítulo II

Marco Referencial

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Frenos

Los frenos dentro del campo automotriz desempeñan una función sumamente importante en seguridad y rendimiento del vehículo, tanto para los pasajeros como para los transeúntes. Son uno de los sistemas más fundamentales dentro de un vehículo, ya que permiten reducir la velocidad o detener el vehículo de manera efectiva.

La importancia que cumplen los frenos es:

- Seguridad, mediante el uso de este sistema se puede evitar tener una colisión o accidente cuando son activados, para la seguridad de los ocupantes del vehículo, así como de los demás usuarios de la vía.
- Los frenos también desempeñan un papel crucial en el control del automóvil. Permiten al conductor ajustar la velocidad en curvas, mantener una distancia segura con otros vehículos y detenerse de manera suave en los semáforos o en situaciones de tráfico.
- Un sistema de frenos en buen estado ayuda a prolongar la vida útil de otros componentes del vehículo, como los neumáticos y la suspensión. Al detener el automóvil de manera eficiente, se reduce el desgaste excesivo de estos componentes y se evitan daños costosos.

2.1.2 Tipos de Frenos

Dentro de este sistema de seguridad existen varios modelos que se usan o se usaban en su momento, cada uno con características distintas, que cumplen la misma función, aunque en la

actualidad los más comunes y en los que nos enfocamos en este proyecto es en el sistema de frenos de disco.

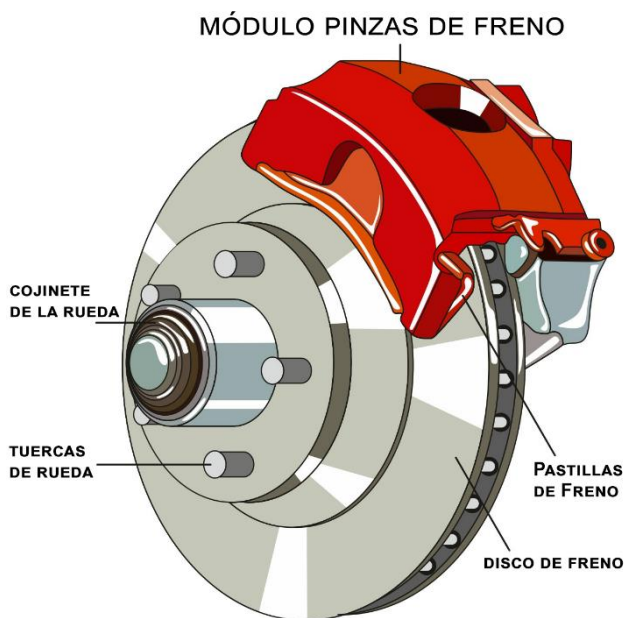
2.1.3 Frenos de Disco

Los frenos de disco son uno de los tipos más comunes de frenos utilizados en los vehículos modernos. Estos frenos utilizan un disco de metal que gira junto con la rueda y las pastillas de freno se presionan contra el disco para detener la rotación de la rueda.

2.1.3.1 Componentes de Frenos de Disco. Los frenos de disco constan de varios componentes, que incluyen el disco, las pastillas de freno, la mordaza y el sistema de frenos hidráulico, esto se puede evidenciar en la figura 1.

Figura 1

Partes de Freno de Disco



Fuente: (expertoautorecambios, 2017)

- El disco es una pieza de metal circular que gira junto con la rueda.

- Las pastillas de freno son almohadillas de fricción que se presionan contra el disco para detener la rotación de la rueda.
- La mordaza es la pieza que sostiene las pastillas de freno y se mueve hacia adelante para presionar las pastillas contra el disco.

El sistema de frenos hidráulico utiliza líquido de frenos para transferir la fuerza del pedal de freno a la mordaza.

2.1.3.2 Tipos de Discos de Frenos. Los discos de freno se pueden clasificar en función de su diseño y construcción. Los discos de freno pueden ser ventilados o sólidos. Los discos ventilados tienen una serie de ranuras en su superficie que permiten la circulación de aire y ayudan a disipar el calor generado por la fricción. Los discos sólidos no tienen estas ranuras y se utilizan en aplicaciones menos exigentes.

2.1.3.3 Tipos de Pastillas de Freno. Las pastillas de freno también se pueden clasificar en función de su material. Las pastillas de freno pueden ser de cerámica, semimetálicas u orgánicas. Las pastillas de freno de cerámica son más caras, pero ofrecen una mayor durabilidad y menos desgaste en los discos de freno. Las pastillas de freno semimetálicas ofrecen un mayor rendimiento en situaciones de frenado de alta exigencia. Las pastillas de freno orgánicas son más suaves y silenciosas, pero se desgastan más rápido.

2.1.3.4 Mantenimiento de Disco de Frenos. El mantenimiento de los frenos de disco es esencial para garantizar un rendimiento óptimo y prolongar su vida útil. Esto incluye la inspección regular de las pastillas de freno, el reemplazo de las pastillas de freno y los discos cuando sea necesario, la limpieza y lubricación de la mordaza, y el purgado del sistema de frenos hidráulico. Para la realización de todo este proceso primero se eleva el vehículo y se procede a

quitar las llantas para poder hacer un mantenimiento optimo, para esto es importante tener en cuenta la forma en la que se retira las llantas ya que, si no se retiran de forma correcta, como indica (Ing. Bryan Jhon Briceño Martínez, 2013) "existe riesgo de lumbalgias por sobre esfuerzo físico por parte de algunos trabajadores". Es importante seguir las recomendaciones del fabricante para el mantenimiento adecuado de los frenos de disco.

2.1.4 Frenos de Tambor

Los frenos de tambor son un sistema de frenado que se emplea en ciertos vehículos, principalmente en las ruedas traseras. Este sistema está compuesto por un tambor metálico que gira junto con la rueda y alberga un conjunto de zapatas de freno, como se ilustra en la figura 2. Al presionar el pedal de freno, las zapatas se expanden y entran en contacto con la superficie interior del tambor, lo que genera fricción y provoca la detención del movimiento de la rueda.

Figura 2

Freno de Tambor



Fuente: (Fersainz, 2021)

El freno de tambor se compone de varios componentes, incluyendo el tambor, las zapatas de freno, los resortes, el cilindro de freno y el mecanismo de ajuste automático. Cuando se pisa el pedal de freno, se activa un sistema hidráulico que hace que las zapatas se muevan hacia afuera y

hagan contacto con el tambor. La fricción generada entre las zapatas y el tambor ralentiza o detiene la rotación de la rueda.

A diferencia de los frenos de disco, los frenos de tambor tienden a ser menos efectivos en términos de disipación del calor y resistencia a la decoloración durante un uso intensivo o prolongado. Sin embargo, siguen siendo comunes en muchos vehículos más antiguos o de menor costo debido a su simplicidad y menor costo de fabricación.

En la actualidad, la mayoría de los vehículos nuevos utilizan frenos de disco en las cuatro ruedas, ya que ofrecen un mejor rendimiento de frenado y son más fáciles de mantener. Sin embargo, los frenos de tambor todavía se utilizan en algunos vehículos más pequeños y en las ruedas traseras de algunos automóviles y camiones, especialmente en regiones donde el costo es un factor importante.

2.1.5 Frenos de Mano de Emergencia

Los frenos de mano de emergencia, también conocidos como frenos de estacionamiento o frenos de mano, son un sistema de seguridad diseñado para mantener un vehículo estacionado de forma segura cuando no está en movimiento. Estos frenos son independientes del sistema de frenado principal del vehículo y se utilizan para evitar que el vehículo ruede o se mueva accidentalmente mientras está estacionado.

Los frenos de mano de emergencia suelen estar ubicados en el área del conductor, cerca del volante o la palanca de cambios. Por lo general, consisten en una palanca o un botón que se puede activar manualmente para aplicar el freno.

Cuando se activa el freno de mano, se aplica presión a los frenos traseros del vehículo, utilizando un mecanismo de cable o, en algunos casos, un sistema electrónico. Esto evita que las ruedas traseras giren libremente y ayuda a mantener el vehículo estacionado en su lugar.

Es importante tener en cuenta que los frenos de mano de emergencia no deben utilizarse como sustituto del sistema de frenado principal del vehículo mientras se conduce. Su función principal es mantener el vehículo estacionado cuando está detenido.

Al estacionar un vehículo, se recomienda seguir los siguientes pasos:

- Detener completamente el vehículo.
- Colocar la transmisión en "Neutral" o en "Parquear" en vehículos automáticos y en "Primera" o "Reversa" en vehículos manuales.
- Acciona el freno de mano de emergencia. Si es una palanca, tira de ella hacia arriba o hacia ti. Si es un botón, presiónalo para activarlo.
- Asegúrate de que el freno de mano esté completamente activado antes de abandonar el vehículo.

Funcionamiento del freno de mano: Las arandelas elásticas son comprimidas por el mango del freno de mano "Belleville". La barra de control afecta al cubo que se presiona contra el pistón, que al mismo tiempo hace contacto con la pastilla, por consiguiente, un resorte impide que el cubo gire en el vástago, en sentido de rotación, el resorte, cuya extremidad toca el pistón, ejerce presión sobre el cubo. En efecto, en este sentido de rotación, el muelle que tendría una extremidad apoyada en el pistón presionaría sobre el cubo. El movimiento del vástago va entonces a realizar el desplazamiento del pistón y de la pastilla.

Retroceso del freno de mano: El conjunto de arandelas elásticas tira sobre el vástago de mando. El vástago tira del cubo. El cubo es apoyado sobre el tope de bolas, tiene

tendencia a girarse, el muelle que ahora es concéntrico se mueve en ese sentido de rotación. La longitud D tiene tendencia a aumentar

(Molero, 2015).

2.1.6 Frenos Antibloqueo

Los frenos ABS (Anti-lock Braking System, en inglés y Sistema Antibloqueo de Rueda en español) son un componente importante de los sistemas de frenado en los vehículos, que fue presentado en el 78. La primera aparición de este sistema fue en un, por supuesto, Mercedes Benz Clase S W116 a finales del mismo año en el que fue presentado, 1978. Su función principal es prevenir el bloqueo de las ruedas durante una frenada brusca o de emergencia, lo que permite al conductor mantener el control del vehículo y evitar derrapes o deslizamientos.

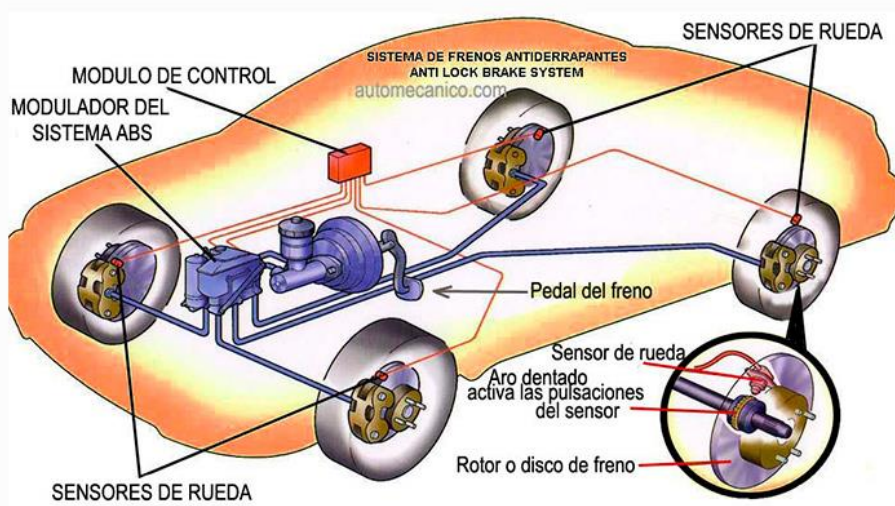
El sistema ABS está compuesto por varios sensores, una unidad de control electrónica y actuadores hidráulicos que se muestran en la figura 3. Los sensores monitorean la velocidad de rotación de las ruedas y envían esta información a la unidad de control. Si se detecta que una o más ruedas están a punto de bloquearse, el sistema de control modula la presión hidráulica en los frenos de esa rueda específica.

Al modular la presión hidráulica, el sistema ABS evita que la rueda se bloquee completamente, permitiendo que siga girando y manteniendo la tracción con la superficie de la carretera. Esto aumenta la estabilidad y el control del vehículo durante la frenada, especialmente en situaciones de frenado en curvas o en superficies resbaladizas. De no ser así, cuando el vehículo frene las llantas llegarían a bloquearse completamente, esto haría que el conductor en el caso de no ser muy experto en la conducción podría llegar a tener un accidente al no poder controlar el vehículo ya que este perdería estabilidad.

El sistema ABS es especialmente útil en condiciones de frenado difíciles, como en carreteras mojadas o cubiertas de nieve, donde el bloqueo de las ruedas puede hacer que el vehículo se deslice sin control. Al evitar el bloqueo de las ruedas, el ABS ayuda a reducir la distancia de frenado y mejora la capacidad de maniobra del vehículo.

Figura 3

Sistema ABS



Fuente: (Motorysa, 2021)

2.1.7 Frenos de Emergencia Hidráulica

Los frenos de emergencia hidráulicos, también conocidos como frenos de emergencia hidráulicos, son un tipo de sistema de frenado que se utiliza en vehículos para proporcionar una capacidad de frenado adicional en situaciones de emergencia. Estos frenos están diseñados para ser independientes del sistema de frenado principal del vehículo y se activan mediante un mecanismo de control separado.

El sistema de frenado hidráulico de emergencia generalmente consta de los siguientes componentes:

- Bomba hidráulica: esta bomba es accionada manual o automáticamente en situaciones de emergencia y es responsable de generar la presión hidráulica necesaria en el sistema.
- Cilindro maestro: es una parte crucial del sistema de frenado y está conectado a la bomba hidráulica. Cuando se activa el freno de emergencia, el cilindro maestro genera presión hidráulica que se transmite a los cilindros de freno.
- Cilindros de freno: están conectados a las ruedas del vehículo y contienen pistones hidráulicos. Cuando se activa el freno de emergencia, la presión hidráulica generada por el cilindro maestro se transmite a los cilindros de freno, lo que hace que los pistones se muevan y apliquen fuerza a los frenos de las ruedas.
- Líneas y mangueras hidráulicas: estas tuberías y mangueras son responsables de transportar el fluido hidráulico desde el cilindro maestro hasta los cilindros de freno.

Cuando se activa el freno de emergencia hidráulico, la presión hidráulica generada por el sistema actúa sobre los frenos de las ruedas, lo que provoca una fricción entre las pastillas de freno y los discos o tambores de freno. Esto ayuda a reducir la velocidad o detener completamente el vehículo en situaciones de emergencia.

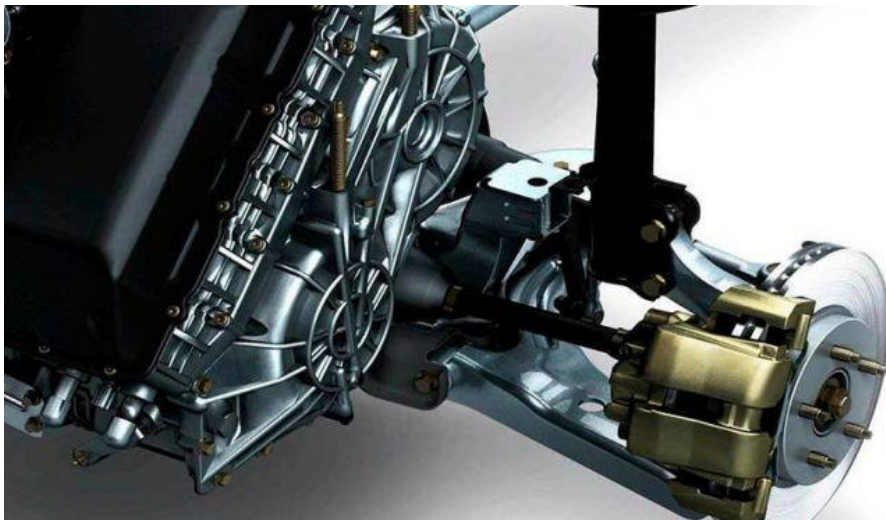
Este tipo de sistema de frenos es solo de emergencia, no se debe en ninguna circunstancia cambiar o reemplazar al sistema de frenos tradicional por este, sino más bien usar los dos, ya que estos solo se usan en casos específicos en los cuales se activa manual o automáticamente el sistema por un mecanismo de control distinto.

2.1.8 Frenos Regenerativos

Los frenos regenerativos, son un tipo de sistema de frenado utilizado en vehículos eléctricos híbridos y totalmente eléctricos se puede ver un ejemplo en la figura 4. A diferencia de los vehículos convencionales que utilizan frenos de disco o tambor para disipar la energía cinética y detener el vehículo, los frenos regenerativos aprovechan la energía cinética durante el proceso de frenado para convertirla en energía eléctrica.

Figura 4

Freno Regenerativo



Fuentes: (Garcia, 2019)

Cuando se aplica el freno regenerativo, el motor eléctrico del vehículo actúa como un generador y convierte la energía cinética en energía eléctrica. Esta energía eléctrica se almacena generalmente en la batería del vehículo para su uso posterior. Al utilizar los frenos regenerativos, se reduce la dependencia de los frenos tradicionales (frenos de disco o tambor), lo que conduce a una mayor eficiencia energética y una mayor autonomía del vehículo.

Además de proporcionar una forma de recargar la batería del vehículo, los frenos regenerativos también ofrecen otras ventajas. Por ejemplo, ayudan a reducir el desgaste de los frenos tradicionales, ya que se utilizan con menos frecuencia. También proporcionan una forma de controlar la desaceleración del vehículo de manera más suave y precisa, ya que la cantidad de frenado regenerativo se puede ajustar según sea necesario.

Es importante tener en cuenta que los frenos regenerativos tienen limitaciones. Si la batería del vehículo está completamente cargada o si el sistema de frenado regenerativo no puede manejar toda la energía generada durante el frenado, se utilizarán los frenos tradicionales para disipar el exceso de energía.

2.1.9 Chasis Tubular

Un chasis tubular es una estructura utilizada en la fabricación de vehículos, como automóviles, motocicletas, bicicletas y vehículos todoterreno. Está compuesto por tubos metálicos interconectados que forman una estructura resistente y liviana.

El chasis tubular se diferencia de otros tipos de chasis, como el chasis monocasco o los chasis de largueros y travesaños. En cambio, el chasis tubular utiliza tubos de acero, aluminio o aleaciones especiales para formar una estructura rígida y resistente que soporta el peso del vehículo y distribuye las cargas generadas durante la conducción.

Las principales ventajas de un chasis tubular son su resistencia, ligereza y flexibilidad. La estructura tubular proporciona una mayor rigidez torsional en comparación con otros tipos de chasis, lo que mejora la estabilidad y el manejo del vehículo. Además, la utilización de tubos permite diseñar chasis con formas y geometrías específicas para adaptarse a las necesidades del vehículo y maximizar su rendimiento.

Los chasis tubulares son comunes en vehículos deportivos, como autos de carreras, todoterreno y motocicletas de competición, donde se requiere una alta resistencia y agilidad. También se utilizan en algunos vehículos de uso diario, especialmente en el ámbito de la personalización y las modificaciones, donde se busca mejorar el rendimiento y la estética del vehículo.

En el caso del chasis tubular que usamos se usó la Formula Student para la creación del chasis, “la Formula Student es una competición internacional organizada por la SAE en la que varios equipos universitarios que cuentan con la carrera de ingeniería automotriz concursan con pruebas estáticas y dinámicas que brindan un buen rendimiento y fiabilidad en el automóvil” (Ing. Edgar Gustavo Vera Puebla MSc.Lic. David Job Morales Neira Mg, 2019). De esta manera se siguieron ciertas reglas para la creación del chasis, en este caso el chasis que se utilizó fue un biplaza tubular con el motor en la parte posterior.

2.1.10 Diagnóstico de Fallas en la Tubería del Sistema de Freno Hidráulico

En la tabla 1 podemos apreciar las distintas fallas que se llegan a encontrar dentro de las cañerías del sistema de frenos hidráulico, el cual es el más utilizado en los vehículos actuales y que tiene gran importancia, ya que si le llega a tener alguna de estas fallas el sistema no cumplirá su función correctamente.

Tabla 1

Diagnóstico de Fallas

Síntomas	Causas
El freno flota continuamente	Tubos obstruidos, torcidos o doblados
Disminuye el recorrido de seguridad a	Tubería flexible obstruida, tubería

medida que se usan los frenos	rígida abollada o líquido inadecuado
Frenado desigual en las ruedas o pérdida total del frenado	Fuga de líquido en una rueda.
Recorrido del pedal demasiado largo, elástico o esponjoso.	Aire en el circuito o unión flexible porosa

(Restrepo, 1992)

2.1.11 Líquido de Frenos

El líquido de frenos es un fluido especializado utilizado en los sistemas de frenos hidráulicos de vehículos, como automóviles y motocicletas. Su función principal es transmitir la fuerza aplicada al pedal de freno hacia las ruedas, generando así la presión necesaria para detener el vehículo. Según Sebastián Amores y Edmundo Ocaña (2022) “El líquido de frenos al igual que todos los fluidos es incomprensible, por lo que transmite la fuerza instantáneamente a los elementos.”

El líquido de frenos debe tener propiedades específicas para garantizar un rendimiento adecuado y seguro del sistema de frenos. Algunas de estas propiedades incluyen un alto punto de ebullición para evitar la formación de burbujas de vapor, una baja compresibilidad para una respuesta rápida del freno y una excelente resistencia a la corrosión para proteger los componentes del sistema.

Existen diferentes tipos de líquidos de frenos que se puede ver en la figura 5, siendo los más comunes los clasificados como DOT (Department of Transportation) 3, 4 y 5.1, utilizados en vehículos convencionales. También existe un tipo de líquido de frenos basado en silicona, conocido como DOT 5, que se utiliza principalmente en vehículos clásicos o de alto rendimiento,

en la tabla 2 podemos observar los distintos puntos de ebullición que tiene cada uno de los líquidos de frenos.

Figura 5

Ejemplos de Tipos de Líquidos de Frenos.



Fuente: (Autodoc, 2023)

2.1.11.1 Tipos de Líquidos de Frenos. Existen varios tipos de líquidos de frenos utilizados en los sistemas de frenado de vehículos. Los tipos más comunes son los siguientes:

DOT 3: Este líquido es ampliamente utilizado en frenos convencionales. Tiene un punto de ebullición seco de 205 °C y uno húmedo de 140 °C, con una viscosidad de 1500 cSt. Es altamente propenso a absorber humedad, aumentando en aproximadamente un 2 % su volumen de agua al año. A pesar de su fuerte composición, es el líquido de frenos más común y económico.

DOT 4: Llamado también LMA (Low Moisture Absorption) o fluido de baja absorción de humedad, este líquido se utiliza tanto en frenos convencionales como en sistemas ABS. Posee un punto de ebullición seco de 230 °C, uno húmedo de 155 °C y una viscosidad de 1800 cSt. Es

similar al DOT 3 pero ofrece un mejor rendimiento y más tiempo de duración. La especificación Super Blue Racing dentro de esta categoría proporciona un rendimiento aún más alto, el punto de ebullición que maneja es de 260 °C.

DOT 5: El DOT 5 el cual se clasifica como un fluido hecho de silicona y no es adecuado para vehículos que requieren líquidos de frenos de base sintética. Tiene una alta capacidad para absorber aire, hasta tres veces más que el DOT 3 y el DOT 4, especialmente a altitudes elevadas, lo que dificulta el proceso de purga debido a la expansión del aire atrapado con el aumento de la temperatura. El punto de ebullición que maneja es de 260 °C y no debe mezclarse con otros tipos de líquidos de frenos.

DOT 5.1: Se trata de un líquido sintético el punto de ebullición que maneja es de seco de 270 °C, húmedo de 180 °C y una viscosidad de 900 cSt. A pesar de su nombre, no es una continuación del DOT 5, sino del DOT 4. A menudo se le llama DOT 4 Plus en el mercado, aunque cumple con los estándares del DOT 5. Su principal desventaja es que, al igual que el DOT 3 y DOT 4, es higroscópico, lo que significa que puede absorber la humedad.

Tabla 2
Puntos de Ebullición

Especificación	Punto de	Punto de	Tipo
	ebullición seco	ebullición húmedo	
DOT 3	205 °C	140 °C	Glicol
DOT 4	230 °C	155 °C	Glicol
DOT 5	260 °C	180 °C	Silicona
DOT 5.1	270 °C	191 °C	Glicol

(Medina, 2015)

2.1.11.2 Principales Exigencias que Deben Satisfacer los Líquidos. Temperatura de funcionamiento: se debe tener en cuenta que el líquido puede evaporarse, por ese motivo el punto de ebullición de estos debe ser muy elevada, entre 230 y 240 °C, ya que si llega a existir vapor dentro de las cañerías, fenómeno de vapor-lock, y bajar la cantidad de líquido, provoca que la carrera del pedal sea mayor, y por consecuencia puede no existir la frenada del vehículo, por lo contrario también el líquido se puede llegar a solidificar por una baja temperatura, en este caso que el líquido se congele es en una temperatura de -70°C.

La humedad: por medio de la humedad atmosférico los líquidos pueden adquirir agua, y la temperatura puede subir unos 10 °C si el líquido contiene un 3% de agua en sus componentes.

La corrosión: este es uno de los aspectos más difíciles de tratar y dañinos para los componentes de los circuitos puesto que es incompatible con el acero, cobre, aleaciones, etc. La forma de proteger estos componentes es mediante el uso de aditivos anticorrosivos, aun así, en este caso el poder de esta anticorrosión con el tiempo va bajando, y hay que cambiarlo, sobre todo cuando hay un porcentaje de agua considerable dentro del líquido.

Pureza: el líquido que se utilice en el sistema de frenos debe estar libre de cualquier tipo de suciedad, impurezas, contaminantes o algún otro tipo de sustancia que no sea favorable para su calidad.

Viscosidad: este factor es muy dependiente del uso que se le vaya a dar al líquido, en este caso la viscosidad del líquido de freno está en un rango entre 800 y 1800 centistokes.

Densidad: como cualquier líquido la densidad que se tenga va a variar dependiendo de la temperatura y la presión que este sufriendo el líquido en ese momento, aun así, esta densidad

siempre debe mantenerse en los rangos que sean aceptados para su aplicación, la densidad se la toma como la cantidad de masa por unidad de volumen del líquido.

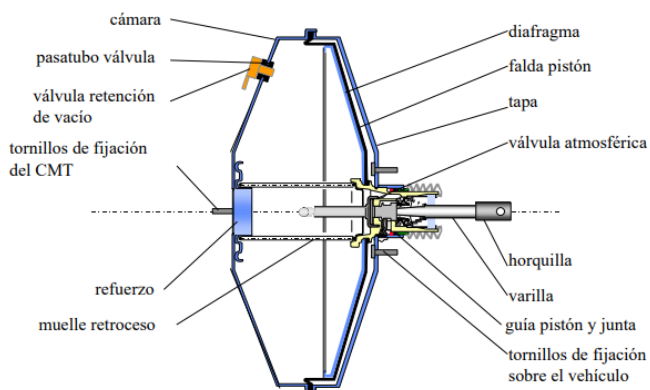
Compatibilidad de materiales: el líquido que se utilice debe ser compatible con los materiales con los que vaya a tener contacto, como el recipiente, las manguera y cañerías.

Toxicidad y seguridad: estos líquidos no pueden ser dañinos para el medioambiente o para la salud humana y en el caso de que no cumplan esas normas se debe tener en cuenta la manera en la que se manipula el líquido y cumplir regulaciones de seguridad específicas.

2.1.12 Servofreno

Dentro del servofreno podemos encontrar dos cámaras separadas entre ellas por una pared móvil y un sistema de válvulas, este sistema ayuda a que una de las cámaras tenga contacto con el exterior, si se llega a aplicar fuerza en el pedal de freno, se deja de hacerlo o se mantiene el sistema en reposo. Se debe tener en cuenta que la estanquidad de las cámaras y la superficie exterior debe ser revisada en todo momento, por lo que, si llegase a existir alguna fuga, esto llegaría a provocar perdida cuando se realice una frenada del vehículo, lo cual crea un riesgo de accidente.

Figura 6
Esquema del Servofreno

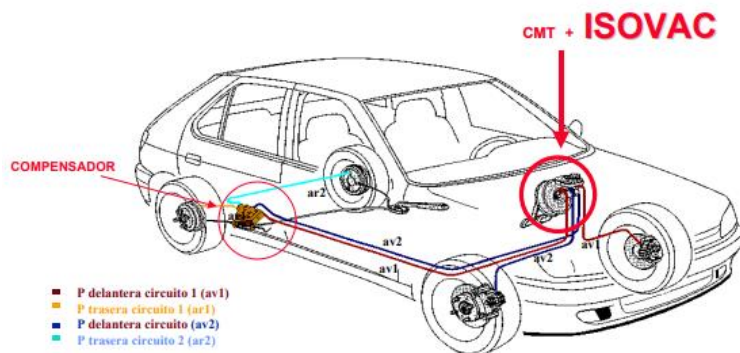


(Fenollosa, 2004)

Funciones que cumplen cada una de las partes principales dentro del servofreno, estas partes están indicadas en la figura 6:

- Válvula atmosférica: mantiene la estanquidad del exterior con las dos cámaras.
- Horquilla y varilla: es la conexión que se tiene con el pedal. Cambia según el fabricante.
- Guía pistón: nos ayuda a que el sistema tenga un correcto deslizamiento.
- Válvula de retención del vacío: genera vacío mediante la aspiración del servofreno, en el caso de la gasolina está conectada a la cámara de admisión del motor, mientras que, en diésel a la bomba de vacío, de esta manera genera vacío.
- Muelle de retroceso: genera que el pedal vuelva a su posición cuando se deja de hacer presión.
- Diafragma: ayuda a mantener la estanquidad entre las dos cámaras del servofreno, esto lo logra mediante la división de estas.
- Falda: nos da la sección eficaz.

Figura 7
Posición del Servofreno



(Fenollosa, 2004)

La función principal del servofreno en un vehículo es mejorar la eficacia del frenado al amplificar la fuerza aplicada por el conductor. Esto se logra al proporcionar una presión

hidráulica adecuada a los frenos delanteros y traseros del automóvil. Sin esta amplificación o asistencia, sería extremadamente difícil para el conductor ejercer la misma presión hidráulica de manera efectiva. El principio subyacente de este mecanismo de amplificación se basa en la diferencia de presión entre dos cámaras que están separadas por una pared móvil. Esta pared se desplaza hacia el lado donde la presión es menor con el fin de equilibrar, lo que permite una frenada más eficiente.

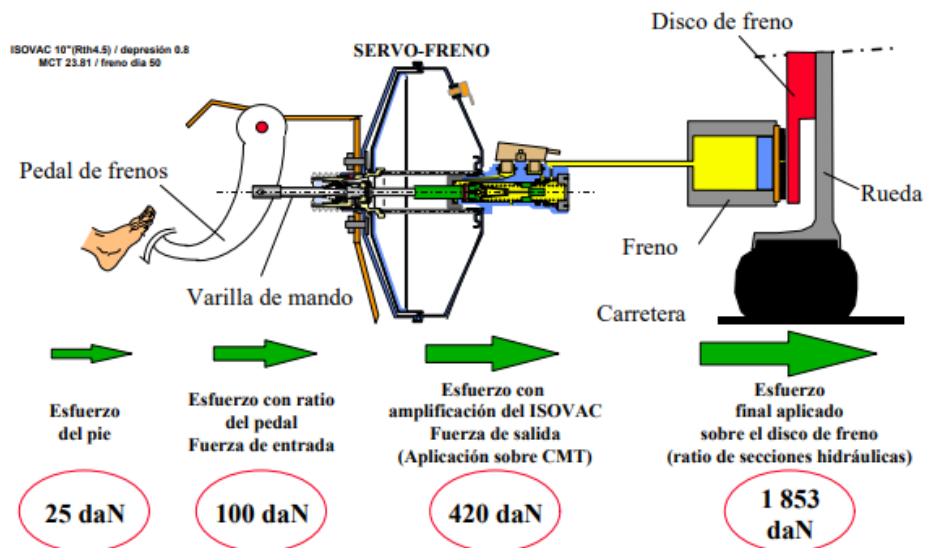
El sistema de frenado de un automóvil se compone esencialmente de varios componentes que están interrelacionados. Estos son, el pedal de freno, el servofreno que del que estamos tratando en este apartado, el cilindro maestro tándem, el depósito de líquido de freno, dos circuitos de freno, y los frenos en sí. El servofreno se coloca en la parte delantera del conductor de forma estratégica para que el soporte mecánico sea más directo, evitando que se coloquen mecanismos que trabajen con torsión. Esta forma de colocar ayuda a tener una mayor comodidad al pedal de freno, ya que se elimina la sensación de hundimiento excesivo sin comprometer el rendimiento del sistema de frenado.

El esfuerzo realizado por el pie del conductor del vehículo es amplificado en primer lugar por el pedal de freno (efecto palanca) que aplica una carga en la varilla del servofreno. Este amplifica el esfuerzo aplicándolo sobre el cilindro maestro tándem (C.M.T.) o bomba de freno y este mediante los dos circuitos hidráulicos aplica el esfuerzo amplificado sobre el sistema de frenos. En la figura 8 se puede ver un ejemplo esquematizado de las diferentes fases de multiplicación del esfuerzo realizado en la frenada de un vehículo. Como se puede ver en la figura 8 el factor multiplicador del esfuerzo total es de 75, dependiendo de factores como el tipo de servofreno, el cilindro maestro tándem, la relación de secciones del circuito hidráulico... Los factores típicos de

amplificación de un servofreno van de los 4.2 a 5.5, dependiendo del modelo (Fenollosa, 2004).

Figura 8

Multiplicación del Esfuerzo



(Fenollosa, 2004)

2.1.13 Bomba de Frenos.

Esta bomba tiene el objetivo de enviar mediante presión el líquido de frenos, mediante el uso de cañerías, hacia los cilindros de frenos figura 9. La bomba se acciona mediante el uso del pedal que tiene el conductor cuando quiere bajar la velocidad del vehículo o detenerse por completo.

Si se desea diseñar un sistema de frenos, es necesario establecer dos circuitos independientes, como nos indica la norma. En cada circuito se debe tener una bomba maestra y un depósito de frenos, y esta debe actuar en dos llantas al mismo tiempo. En el caso de fallar por alguna fuga uno de los circuitos, el otro estará disponible para que el

piloto pueda realizar un frenado; sin embargo, ahora este será menos efectivo (Cueva, 2018)

Figura 9

Bomba de Frenos



(Cueva, 2018)

2.1.13.1 Funcionamiento al Accionar el Pedal. 1.- Cuando se aplica el freno, la parte final de la varilla de empuje, impulsada por el pedal, se desplaza y entra en contacto con el fondo de su alojamiento en el pistón después de un corto recorrido, que se conoce como la holgura inicial del pedal.

2.- Al continuar presionando el pedal, el pistón avanza ligeramente dentro de la cámara y la copela primaria, después de un breve desplazamiento, sella el orificio de expansión (H), lo que aísla la cámara del depósito de fluido de frenos.

3.- Con el orificio de expansión sellado, el pistón sigue avanzando, generando presión en el líquido. Cuando esta presión supera el umbral de la válvula, esta se abre, permitiendo que el

líquido a presión fluya a través de las tuberías hacia los cilindros de las ruedas. En ese momento, los pistones en los cilindros aplican las zapatas de freno contra los tambores.

2.1.13.2 Funcionamiento al Soltar el Pedal. 1.- Gracias a los resortes que las impulsan, las zapatas regresan a su posición de reposo, arrastrando consigo a los pistones de los cilindros de las ruedas. El líquido fluye de vuelta a través de las tuberías hacia la bomba principal.

2.- Al mismo tiempo, el pistón de la bomba principal es devuelto a su posición inicial por un resorte, lo que provoca una disminución de la presión en el sistema. Esto se debe a que el retorno del líquido, que experimenta resistencia en las tuberías debido a la fricción, no es tan rápido como el retorno del pistón impulsado por el resorte. Como resultado, en la cámara se crea una depresión que succiona el líquido atrapado entre la pared del cilindro principal y el cuerpo del pistón. El líquido pasa a través de los orificios en la periferia del pistón, fluyendo hacia la cámara del cilindro y pasando entre la copela primaria y el cuerpo de la bomba, lo que se conoce como compensación. Además, la presión del líquido que proviene del sistema hacia el cilindro principal afecta la válvula de doble efecto y comprime ligeramente el resorte, permitiendo que el líquido fluya alrededor de ella.

2.1.14 Pinza de Freno

La pinza de freno o también llamado clíper se encuentra montado sobre un cuerpo de eje. Es una pieza que está hecha de metal, la cual nos permite regular la intensidad del frenado. En el momento en el que se piza el pedal esta pinza empuja las pastillas contra el disco, utilizando la fuerza mecánica que se genera mediante la fuerza del líquido de frenos que se encuentra en el sistema. Una pinza de freno se compone de un cuerpo principal que es el espacio en el cual va acoplada la pastilla, y sobre todo uno o algunos pistones hidráulicos, los cuales son los que van a ejercer presión sobre las pastillas y el disco para que se dé la acción del frenado del vehículo.

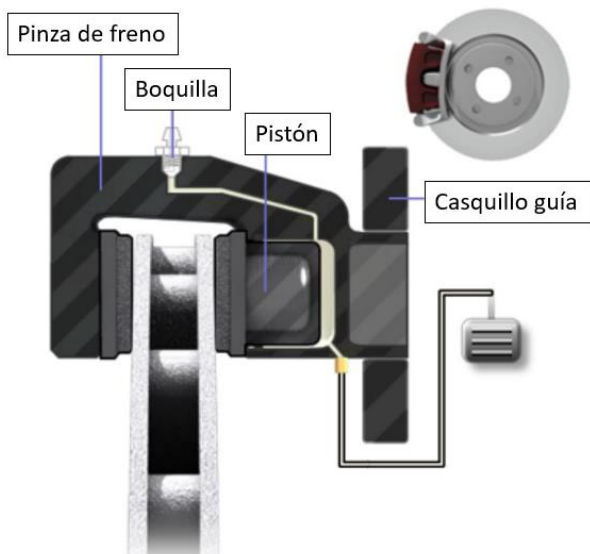
En el caso de esta investigación la pinza de freno que tenemos en cuenta es la pinza de freno de un freno de disco, ya que también existe la pinza de freno de freno de tambor, pero ya que ese tipo de freno no será en que utilizaremos no se colocará en la investigación.

Hay dos tipos de pinzas, la flotante que se ve en la figura 10 que tiene una purga, un pistón de freno y una guía que está en el cuerpo del pivote, y la pinza fija apreciada en la figura 11 por otro lado tiene una válvula de purga, y como mínimo dos pistones los cuales se ubican alrededor del disco, cada uno de estos ejercen presión en el disco de freno.

En los últimos años hay variaciones de las pinzas de freno las cuales tiene mayor desarrollo tecnológico, en el caso de esas pinzas se han creado para tener un mayor rendimiento, ya que se usan en deportes de motor, estas pueden tener distintas características como; múltiples pistones, materiales de construcción avanzados para resistir mayores temperaturas y sistema de enfriamiento integrado, esto para obtener una frenada más efectiva.

Figura 10

Pinza de Freno Flotante



(Cueva, 2018)

La función de estos pistones es hacer un roce con el disco, de esta manera mediante la fricción se genera por una parte calor, pero lo más importante y lo que se busca es desaceleración por parte del vehículo.

En el caso de esta investigación y para la adaptación que se realizó se utilizó una pinza de freno flotante, ya que es la que se obtuvo del vehículo Suzuki Forza dos.

“En caso hubiese algún desperfecto con una de las piezas de este sistema siempre se le debe comprar su repuesto totalmente nuevo y no usar se segunda mano ya que éste puede ser aún mucho más perjudicial que el repuesto a cambiar” (Arias y Paz,2004).

Figura 11

Pinza de Freno Fija



(Cueva, 2018)

2.1.15 Desarrollo del Sistema de Frenos

La mejora que se le ha dado a los materiales y resistencia que tiene el sistema de frenos con el paso del tiempo se ha generado ya que, el sistema de frenos es directamente proporcional

al incremento de potencia que generan los motores, ya que si el motor que tenemos genera mayor potencia, velocidad o poder, para que el vehículo se pueda detener de forma segura y en la menor cantidad de tiempo y espacio se necesita mejoras dentro de los sistemas de frenos, en este caso mediante el cambio de ciertos materiales, la mejora e investigación constante de los líquidos de frenos y el análisis de los materiales para que no exista ningún tipo de desperfecto o daño en el paso de los tiempos de uso del vehículo, de esta forma también se debe tener cuenta que el conductor o dueño del vehículo debe hacer mantenimientos constantes y revisiones de este sistema, ya que si se llega a tener la más mínima imperfección este sistema podría fallar o no funcionar y causar accidentes graves.

Capítulo III

Adaptación del Sistema de Frenos

3.1 Idealización de la Adaptación del Sistema de Frenos

Se realizó la adaptación de un sistema de frenos de tipo disco sobre una plataforma tubular de transportación biplaza

Para la adaptación de este sistema de frenos lo primero que se realizó fue la obtención de un vehículo en este caso un Suzuki Forsa dos del cual se obtuvo las partes para la adaptación.

Lo primero que se realizó fue el desarmado del vehículo completamente después se vieron las partes en este caso las que usaríamos para el sistema de frenos que era el servofreno y los dos discos delanteros ya que la parte posterior del vehículo tenían frenos de tambor los cuales no se usó en esta adaptación.

Posteriormente se limpió cada una de las partes y se analizó cómo colocarlas.

3.1.1 Simulación Fluid SIM

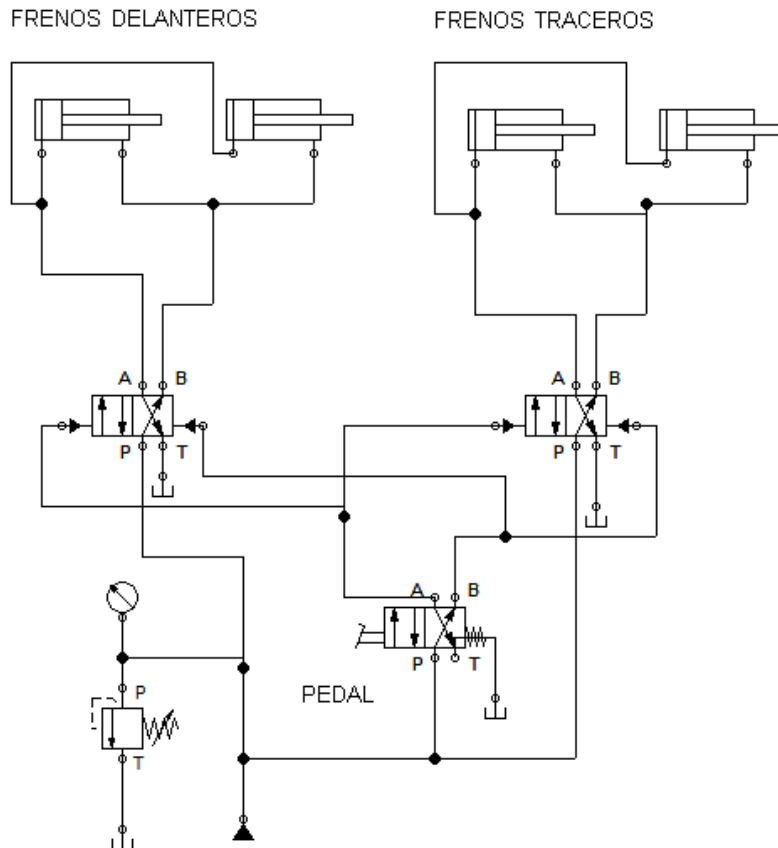
Antes de su colocación como podemos ver en la siguiente imagen se hizo una simulación en fluid SIM de hidráulica la designación consta de lo siguiente.

Primero se colocó válvula limitadora de presión la cual iba conectada a una válvula que de pies variables de cuatro vías con un pedal y con un retorno de muelle esto nos ayudaría para al pisar el pedal que hace referencia al freno que usaríamos de un vehículo comúnmente se pueda regresar los pistones como se puede apreciar en la imagen también usamos dos válvulas más de cuatro vías y cuatro pistones para asimilar los cuatro discos que tendrían los frenos, realmente también se colocó un grupo motriz simplificado el cual nos ayuda a generar esa presión para que el sistema cumpla su función. Mediante la creación de esta simulación se pudo analizar como adaptar el sistema de frenos dentro del chasis tubular, de esta manera se colocó desde la bomba

maestra del servofreno 2 cañerías directas a los discos delanteros y mediante otra cañería y un punto de distribución a los otros dos discos colocados en la parte posterior.

Esta aplicación del fluidSIM se puede observar en la figura 12.

Figura 12
Simulación FluidSIM-H



Para la colocación del servofreno lo primero que se analizó fue el espacio que teníamos centro del chasis al cual se le haría esta adaptación, como objetivo primordial era que el servofreno este lo más cerca del pedal para no tener que realizar grandes cambios en ninguno de los elementos, ya que era más factible cambiar, o modificar el chasis con soldaduras que hacerlo con el propio servofreno. Como se puede notar en la figura 13 el lugar perfecto para el servofreno era en la parte izquierda delantera, un poco cerca de la llanta.

Se colocó en esa parte en específico por la conexión con el pedal, es favorable que la conexión que tiene el pedal con el servofreno sea lo más fácil posible y que no tengamos mecanismo que trabajen con torsión, ya que estos pueden complicar el accionamiento del pedal en el futuro, pero existe una complicación que tenemos al colocar el servofreno en la parte delantera y este necesita de la presión que le da el motor por lo cual se colocó una manguera desde el motor que está en la parte posterior a la parte delante lo cual disminuyo

Figura 13

Parte Delantera del Chasis



Como se puede apreciar en la figura 14 el servofreno no tenía un tamaño muy grande para ser colocado, pero por su forma y la necesidad de que este tenga 4 pernos que lo sujeten al chasis se hizo una pequeña modificación al chasis.

También se hizo una modificación en el chasis para la colocación del pedal del freno que va conectado al servofreno para cumplir la acción del frenado, esta conexión se da mediante una varilla pequeña que va conectada en un extremo del pedal al extremo del servofreno, así cuando se pisa el pedal se crea un vacío en la cámara perteneciente al servofreno para la fuerza adicional al sistema de frenos.

Figura 14
Servofreno



También fue importante el colocar el servofreno junto al pedal de freno, sobre todo que este quede en medio entre el pedal de aceleración y también el de embrague, mediante las medidas y gracias al buen posicionamiento que se le dio a este sistema, no se modificó de ninguna manera los elementos que se adquirieron del Suzuki Forza dos.

Figura 15
Frenos de Disco



En el caso de los frenos, estaban en un estado decente para el uso en este proyecto, figura 15, aparte de que su uso serio más factible por tener ya las mangueras y las boquillas que van conectadas entre el servofreno y las mordazas de cada lado.

Para la colocación del servofreno lo primero que se realizó fue equipar una plaqueta en el espacio que se iba a utilizar para colocar el servofreno, esta plaqueta metálica debía tener en medio un espacio circular para que se pueda conectar el servofreno y el pedal y 4 huecos por los cuales se colocarían las tuercas para dejar inmóvil al servofreno y a su vez este esté bien posicionado. En la figura 16 se va a mostrar el antes y el después de cómo estaba el espacio donde se colocó el servofreno.

Figura 16

Antes del Servofreno



3.2 Adaptación Servofreno y Mangueras

Como podemos observar en la figura 16 aún no está colocada la plaqueta, pero si el espacio en el cual se colocó el servofreno para que este quede detrás del pedal de freno para su funcionamiento.

En la figura 17 se aprecia donde se colocó el servofreno, este fue colocado con una placa de metal la cual va soldada al chasis y de esa manera el servofreno se queda fijo, este va conectado con el pedal y también con una manguera al booster que produce más presión cuando se acciona el pedal del freno, de esta forma podemos frenar usando menos fuerza en el pedal y aun así el sistema va a responder correctamente.

Figura 17

Después de la Colocación del Servofreno



Como se puede observar en la figura 17 se utilizaron cañerías de cobre para las conexiones entre el servofreno y los discos de freno para poder administrar el líquido de frenos, se utilizó de este material ya que es uno de los más resistentes ante la presión que se ejerce cuando se activa el pedal del freno, también es más flexible y fácil de moldear, a la vez que no se daña fácilmente cuando es doblado para poder conectar correctamente los discos.

El siguiente paso que se realizó para el sistema de frenos fue la colocación de las cañerías y su conexión, en primer lugar, se las coloco en el servofreno, en sus tres conexiones que se dividen de la siguiente manera, dos directas a los discos delanteros y la tercera se conecta a un

distribuidor para los discos de la parte posterior de la plataforma tubular de transporte biplaza, de esta manera es como se distribuye el líquido de frenos a los 4 discos de frenos respectivamente, en la figura 18 y 19 se observara como es esta distribución.

Figura 18

Cañerías del Servofreno a los Discos Delanteros



En esta imagen se puede observar cómo se conectaron las cañerías con el servofreno, en la imagen están dos de las cañerías, la que va al disco derecho y la otra que va al distribuidor para los discos de la parte posterior.

Lo que se hizo con las cañerías primero escogiendo el cobre como el material que se usaría, se me dio el punto donde estaría el servofreno y los dos discos a sus lados laterales tanto izquierda en la parte de adelante si es una pequeña medición, y se colocaron las cañerías de forma que estas vayan conectadas en el freno y también vayan soldadas en el chasis para que éstas no se vean mucho ni tampoco se muevan al momento de manejar el vehículo, lo que se hizo fue crear unas nuevas cañerías ya que las cañerías que teníamos anteriormente del vehículo que se usó para esta este proyecto no eran funcionales por las medidas que estas tenían.

Entonces lo que hicieron fue crear nuevas cañerías que tengan medidas acorde a lo necesario para las conexiones y con el material que en este caso sería el cobre ya que las anteriores eran de otro material, lo que sí se usó para este vehículo fue las mismas mangueras ya que estaban en un estado aceptable para poder ser reutilizadas y aguantarían la misma presión ya que servofreno sigue siendo el mismo, las mangueras fueron conectadas en las nuevas cañerías y con la mordaza para el disco y así ejercer la presión en el momento de activarse el servofreno cuando nosotros pisemos el pedal.

Figura 19
Distribución de Cañerías para la Parte Posterior.



Como se puede observar las conexiones que se realizaron son estáticas en el caso de las cañerías para los discos de adelante y los de atrás.

3.3 Colocación de Mordazas y Calipers en los Discos

Como se observar en la figura 20 lo que se hizo fue colocar tanto las mordazas, los discos y las mangueras anteriormente sacadas del vehículo Suzuki Forsa dos el cual es el vehículo que

usamos para estas adaptaciones en la plataforma tubular de transportación biplaza que se está realizando.

Figura 20

Conexión de Manguera - Mordaza Lado Frontal Derecho.



La colocación de estas dos mangueras tanto del lado derecho como del lado izquierdo que se verá en la figura 21 podemos apreciar que se colocó bridas para que las mangueras no se muevan ni tengamos ningún problema con la suspensión y dirección del vehículo, también se hizo una pequeña curva en el caso de la cañería del lado izquierdo ya que esta tocaba con la suspensión de ese lado y podría ser un impedimento para después el movimiento también se hizo varias pruebas para que cuando la dirección se moviera hacia un lado o al otro la manguera tuviera un correcto movimiento al mismo tiempo que la llanta y no quede muy larga o muy

corta, así no pueda llegar a dañarse, zafar o romper en el peor de los casos, del lado derecho fue un poco más sencillo, ya que en ese lado está colocado el servofreno, en la parte delantera del lado derecho, y este no tenía mucho problema en el caso de la distancia entre la manguera y el servofreno

Figura 21

Conexión Manguera - Mordaza Lado Frontal Izquierdo.



Para la adaptación del sistema de frenos en la parte trasera de nuestro prototipo se tuvo que utilizar otro vehículo ya que en el caso del Suzuki forsa este tenía solo sistema de frenos de disco en la parte delantera y en la parte posterior tenía tambor. Para esto se hizo un análisis de cuáles quedarían bien y cómo se podría usar correctamente en el vehículo de esta manera se optó por usar el sistema de frenos de disco de un Aveo, ya que es bastante similar al del Suzuki forsa. En la figura 22 podemos ver la mordaza y el caliper que se utilizó para los discos posteriores.

Figura 22

Caliper y Mordaza

3.4 Cambio de Mangueras y Restauración de los Calipers.

Para la parte posterior se hicieron nuevas mangueras, para el líquido de frenos ya que necesitábamos que estas sean más largas para su colocación.

Estas mangueras fueron colocadas desde el punto en el que estaba la cañería de cobre hasta el caliper, las nuevas medidas de estas mangueras son de 50 cm. En la figura 23 se puede ver las nuevas mangueras.

Figura 23

Mangueras



Antes de colocar los calipers se cambiaron en los dos de la parte delantera los cilindros que se usan para la presión ya que como se puede evidenciar en la figura 24 estos estaban en un mal estado.

Figura 24

Cilindro del Caliper en Mal Estado



Para hacer el cambio de estos cilindros se realizó la compra de dos kits de reparación de calipers del Suzuki Forsa dos los cuales contenían dos cilindros, dos guardapolvos, cuatro tornillos para el caliper, ocho mecanismos de cierre, dos clips y cuatro pernos.

Para la colocación de estos nuevos cilindros, lo primero que se hizo fue mediante presión y con la ayuda de una prensa de mano y un tornillo, después se colocaron los guardapolvos en los nuevos pistones, un poco de grasa en el cilindro y en el espacio en el que iba a entrar y de la misma manera después de colocarlo correctamente se aplicó presión para que entre correctamente en el caliper, se realizó el mismo proceso en los dos calipers de la parte delantera.

Después del cambio de los pistones del caliper, se verifico el estado de los pernos de purga y también de los pernos para la colocación de las mangueras en el caliper, ya que estos pernos estaban en mal estado como se ve en la figura 25, se decidió comprar nuevos pernos para los calipers.

Figura 25

Perno de Purga Mal Estado



En la figura 26 se muestran los nuevos pernos para purgar y también para la conexión con las mangueras, estos pernos permiten hacer la purga del sistema de frenos, para de esta manera

quitar el aire que entra en el sistema cuando no está conectado a la vez que se limpia el servofreno por si llega a tener algún tipo de suciedad dentro del sistema.

Figura 26

Nuevos Pernos



Como se puede apreciar los calipers tenían la pintura desgastada, aparte como se hizo cierta modificación para que las mangueras se colocarán de una mejor manera tenían partes cortadas así que lo que se decidió fue pintarlos para que tengan una mejor estética junto a las mangueras y los nuevos pernos que se les implemento. En la figura 27 podemos apreciar como estaban los calipers anteriormente.

Para poder pintar el caliper lo primero que se hizo fue limpiarlo y quitarle los residuos con un cepillo de alambre, también con puntas para taladro que le quiten la suciedad y oxido que estaba en el espacio donde va el cilindro, después de realizar eso se limpió con desengrasante y detergente, se dejó secar el caliper y se volvió a limpiar con un paño para evitar algún residuo o tierra que aun haya en esté, después de eso se procedió al pintado con aerosol.

Figura 27

Caliper Antes de ser Pintado



Mientras que en la figura 28 está el caliper pintado para que este tenga una mejor estética y quede acorde a la reparación que se hizo al colocarle los nuevos pernos de purga y también los que van colocados con la manguera

Figura 28

Caliper Pintado



Después de que se hizo una pequeña restauración en los calipers y se colocaron los nuevos elementos que se compró para que tuvieran un correcto funcionamiento se procedió a

adaptar todo en el disco de freno y comenzar a realizar la purga del sistema de frenos para que este no tenga aire y pueda funcionar de una manera óptima.

Después de realizar esta purga del sistema de frenos y verificar que no tenga aire por ninguna de las cañerías se planeó realizar las pruebas, en la figura 29 podemos observar cómo quedó el caliper colocado en el disco de freno.

Figura 29

Caliper en el Disco de Freno



Capítulo IV

Análisis de Frenado de la Plataforma Tubular de Transportación Biplaza

4.1 Chasis y Sistema de Frenos

En el presente proyecto se utilizó un chasis tubular el cual fue creado anteriormente por un estudiante de la universidad, por otra parte, para el sistema de frenos se decidió tomar parte de un Suzuki Forsa dos, se adaptó a este nuevo chasis tanto el pedal como el servofreno del vehículo antes nombrado, ya que la mayor parte de este vehículo tiene componentes del Suzuki Forsa dos.

4.2 Colocación de lo Componentes

Después de analizar el chasis que se utilizara y los componentes que se usaran para adaptar al chasis se realizaron modificaciones al chasis para que los componentes tengan un espacio adecuado, para el servofreno se colocó una plaqueta en la parte delantera y también se modificó los pedales para que se pueda colocar el pedal de freno, de esta manera se hicieron las cañerías y las mangueras para que todo mantenga su buen funcionamiento.

4.3 Distancia de Frenado

Se pensó hacer pruebas de frenado en un banco dinamométrico, pero no se realizó esta prueba ya que según (Gómez & Llerena , 2020) “en el banco dinamométrico no se puede emular de forma exacta los comportamientos de manejo que se da en la ciudad, donde la circulación se ve afectada por frenadas y aceleraciones bruscas producidas por las acciones de los demás conductores”

Para la realización de esta prueba el vehículo se mantuvo en una velocidad inicial de 30 km/h al realizar el frenado la aceleración negativa que es igual a 10 m/s^2 hace que el vehículo

frene en 3,5 metros hasta detenerse totalmente. Para la prueba del frenado la vía en la que se realizó estaba seca y en un buen estado.

4.4 Sistema de Frenos

Como se ha descrito anteriormente en esta adaptación se implementó el sistema de frenos de disco en las cuatro ruedas, las 4 pastillas de frenos se encuentran en buen estado, en el caso de los discos, los discos de la parte posterior están en un mejor estado que los de la parte delantera, eso no quiere decir que los delanteros estén en mal estado, y por último las cañerías no presentan ningún tipo de fuga, así como las manguera que son nuevas y están en un excelente estado para el uso del sistema de frenos.

4.5 Condiciones Ambientales

En el momento que se realizaron las pruebas de frenado el cielo estaba poco nublado, y teníamos una temperatura de 27 grados, por lo cual no hubo ningún tipo de condición que cambiara o afectara la adherencia de la distancia la frenar el vehículo.

Conclusión

Mediante la adaptación de este sistema al chasis pudimos obtener una mayor seguridad para los pasajeros del vehículo, ya que se tiene un buen sistema de frenos al ser las cuatro llantas de disco, proporciona también un mejor manejo para la maniobrabilidad del vehículo por parte del piloto, y al mismo tiempo le da mayor confianza la piloto al momento de manejar a altas velocidades.

Después de la realización de esta adaptación, se identificó que el sistema de freno que se obtuvo del Suzuki Forsa dos era ideal para la adaptación en el chasis en el que se trabajó ya que, el servofreno, una de las partes primordiales para este sistema tenía el tamaño idóneo para ser adaptado al chasis, el cual no tiene mucho peso por el material que se utilizó en su construcción, aparte de que su tamaño no es de grandes dimensiones.

Por consiguiente, se realizó la colocación de cada una de las partes del sistema de frenos, comenzando en el servofreno para poder colocar los demás componentes, sobre todo las cañerías las cuales se quedan estáticas y van conectadas desde el servo freno hasta los 4 discos, se colocaron los 4 discos, las mordazas y los calipers, todo esto fue un proceso largo para ir colocando de forma correcta y en sus espacios indicados, también se adaptó el pedal para que pueda ir colocado a la altura de los demás pedales, el de aceleración y embrague, de esta manera se culminó la fase de adaptación del sistema de frenos al chasis tubular de transportación biplaza.

Podemos concluir que mediante la prueba que se realizó en una velocidad de 30 km/h que la adaptación del sistema de frenos cumple correctamente su función, realiza el bloqueo de las llantas y hacer que el vehículo se detenga de forma adecuada, posteriormente también se hicieron pruebas de menos velocidad.

Recomendaciones

Mediante esta adaptación se puede hacer una invitación para la creación de más prototipos, y a su vez aumentar la complejidad de este tipo de adaptaciones, de sistemas de frenos en un prototipo biplaza, ya que en este caso faltó realizar más énfasis en el sistema eléctrico, como se sabe existe un sistema de frenado que ayuda a los vehículos híbridos, que es el sistema de frenado regenerativo el cual permite recargar las baterías utilizando la potencia del frenado, en un futuro proyecto o en un mejoramiento en el vehículo que se usó, se podría adaptar con ciertos cambios en el prototipo, cambiándolo a híbrido, un freno regenerativo y de esta manera ampliar los conocimientos de los estudiantes para sacar provecho al proyecto ya realizado.

Bibliografía

- Acosta Álvarez, F., & Pareja Dangond, D. (2019). *Construcción de un banco de pruebas para el análisis del comportamiento al desgaste de los sistemas de frenos de disco automotrices*. Ocaña : Univercidad Francisco de Paula Santander .
- Autodoc. (2023). *Líquido de frenos Dot 3 y Dot 4: ¿cuál es la diferencia?* Obtenido de Autodoc : <https://www.autodoc.es/info/liquido-de-frenos-dot-3-y-dot-4-cual-es-la-diferencia>
- Cueva, D. E. (2018). *Diseño y construcción del sistema de frenos de un vehículo de competencia formula sae eléctrico*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- expertoautorecambios. (2017). *Conducir con tranquilidad: ¿cómo evitar los chirridos de los frenos?* Obtenido de expertoautorecambios: <https://www.expertoautorecambios.es/magazine/chirridos-de-los-frenos-1702>
- Fenollosa, J. F. (2004). *Diseño de útil verificador junta y guía de servofreno*. Barcelona: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona.
- Fersainz, R. (20 de 12 de 2021). *Práctico: ¿vuelven los frenos de tambor?* Obtenido de Autobild : <https://www.autobild.es/practicos/practico-vuelven-frenos-tambor-983505>
- Garcia, G. (05 de 01 de 2019). *Tecnologías de frenado regenerativo para coches eléctricos*. Obtenido de híbridosyelectricos: https://www.hibridosyelectricos.com/coches/tecnologias-frenado-regenerativo-coches-electricos_24252_102.html
- Gómez, F., & Llerena, A. (2020). Análisis de la Viabilidad para la Implementación de Vehículo Eléctrico que Preste Servicio de Taxi en la Ciudad de Cuenca. *INNOVA*, 306.
- Ing. Bryan Jhon Briceño Martínez, M. D. (2013). Diseño Automotriz, para una correcta Seguridad en movilidad y ambiente. *Colloquium*, 46.
- Ing. Edgar Gustavo Vera Puebla MSc.Lic. David Job Morales Neira Mg, M. A. (2019). *Ergonomía para pilotos de monoplaça*. Obtenido de Colloquiumbiblioteca: <https://www.colloquiumbiblioteca.com/index.php/web/article/view/10/9>
- Medina, J. J. (21 de abril de 2015). *Líquidos de frenos* . Obtenido de javierjimenezmedima: <http://javierjimenezmedima.blogspot.com/2015/04/stf-canalizaciones-y-liquido-de-frenos.html>
- Molero, L. (2015). *Los frenos en el automovil* . Bilbao : Universidad del país vasco .
- Motorysa. (23 de septiembre de 2021). *Así funcionan los frenos ABS*. Obtenido de Motorysa: <https://mitsubishi-motors.com.co/blog/frenos-abs-funcionamiento/>
- Restrepo, L. D. (1992). *Reparación de la tubería de frenos hidráulicos* . Obtenido de Servicio Nacional de Aprendizaje :

https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/5622/reparacion_tuberia_frenos_hidraulicos.pdf;jsessionid=5E5AD800ECCC7C81C66DEEA02274F46F?sequence=1

Ruta, 4. (2021). *Conociendo los distintos tipos de líquido de frenos*. Obtenido de blog.reparacion-vehiculos: <https://blog.reparacion-vehiculos.es/tipos-de-liquido-de-frenos>

Sebastián Alejandro, A. B. (2022). *Análisis del punto plástico de líquido de frenos en*. Quito : Universidad Internacional del Ecuador .