



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“Implementación de un sistema de frenos de disco para la estructura de entrenamiento de mecánica de patio en la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L”.

Reyes Valencia, Adrian Mauricio

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Mecánica Automotriz

Ing. Carrera Tapia, Romel David Mgtr.

25 de febrero de 2022

Latacunga



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **“Implementación de un sistema de frenos de disco para la estructura didáctica de entrenamiento de mecánica de patio en la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L”**, fue realizado por **Reyes Valencia, Adrian Mauricio** la cuál ha sido revisada en su totalidad y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 25 de febrero de 2022



Firmado electrónicamente por:
**ROMEL DAVID
CARRERA**

Director del trabajo de Titulación
Ing. Carrera Tapia, Romel David Mgrt
C.C.: 0503393258

REPORTE DE VERIFICACIÓN DE CONTENIDO



Reyes Adrián _Implementación de un sistema de frenos de ...

Scanned on: 15:23 February 24, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	259
Words with Minor Changes	64
Paraphrased Words	174
Omitted Words	0

Firmado electrónicamente por:
ROMEL DAVID
CARRERADirector del trabajo de Titulación
Ing. Carrera Tapia, Romel David ~~Mart~~
C.C.: 0503393258

Website | Education | Businesses



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Reyes Valencia, Adrian Mauricio**, con cédula de ciudadanía N° 1713977278; declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía, **“Implementación de un sistema de frenos de disco para la estructura didáctica de entrenamiento de mecánica de patio en la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L”**. Es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 25 de febrero 2022



Firmado electrónicamente por:
ADRIAN MAURICIO
REYES VALENCIA

Reyes Valencia, Adrian Mauricio

C.C: 1713977278



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Reyes Valencia, Adrian Mauricio**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Implementación de un sistema de frenos de disco para la estructura didáctica de entrenamiento de mecánica de patio en la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L”**. En el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.



Firmado electrónicamente por:
ADRIAN MAURICIO
REYES VALENCIA

Reyes Valencia, Adrian Mauricio

C.C: 1713977278

DEDICATORIA

La presente monografía dedico en primer lugar a Dios, por haberme permitido llegar a esta meta de su mano. A mis padres que han sido mi fortaleza a lo largo de mi vida. A cada miembro de mi familia que me han brindado sus consejos durante mi carrera universitaria. A mis amigos que fueron un soporte incondicional para cumplir un peldaño más en mi carrera. Y finalmente aquella persona especial en mi vida quien me guio para ser una mejor persona y un buen profesional.

Reyes Valencia, Adrian Mauricio

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga, por permitirme prepararme con excelencia académica y calidad humana, a mis docentes quienes me brindaron sus conocimientos, en cada una de las cátedras impartidas. A mi tutor de monografía Mgtr. Romel Carrera, que me guio y ayudo en la investigación durante todo el proceso de desarrollo del presente trabajo monográfico con el fin de culminar con éxito mi carrera universitaria.

Reyes Valencia, Adrian Mauricio

Tabla de contenidos

Carátula.....	1
Certificación.....	2
Reporte de verificación de contenido	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento	7
Tabla de contenidos	8
Indice de tablas.....	10
Indice de figuras	11
Resumen	12
Abstract.....	13
Planteamiento del problema de investigación	14
Antecedentes.....	14
Planteamiento del Problema.....	15
Justificación	16
Objetivos.....	16
<i>Objetivo general</i>	16
<i>Objetivos específicos</i>	17
Alcance	17
Marco Teórico	18
Evolución de los frenos	18
Definición de los frenos de disco.....	18
Componentes de los frenos de disco	19
<i>Disco de freno</i>	19
<i>Pinza de freno</i>	20
<i>Pinza flotante</i>	21

<i>Pastillas de freno</i>	22
<i>Bomba de freno</i>	22
Ventajas de los frenos de disco	23
Defectos de los frenos de disco.....	24
Implementación del sistema de frenos de disco	26
Materiales para el sistema de frenado con disco.....	26
<i>Disco de frenos</i>	26
<i>Cañerías de freno</i>	27
<i>Pedal</i>	27
<i>Líquido de frenos</i>	29
<i>Tee de freno</i>	29
<i>Neumáticos</i>	30
Instalación de disco de frenos	31
<i>Ubicación e instalación de placa adaptadora.</i>	32
<i>Instalación del disco con la punta de eje</i>	32
<i>Instalación de mordazas que sujetan el disco</i>	32
<i>Verificación de rotación y fugas de presión</i>	32
<i>Adaptación de neumáticos</i>	32
<i>Direccionamiento de las mangueras de cañerías</i>	33
Cambio de frenos de disco.....	33
Proceso de purgado de los frenos de disco	36
Presupuesto del sistema de frenado con disco.....	37
Conclusiones y recomendaciones	40
Conclusiones.....	40
Recomendaciones.....	40
Bibliografía.....	42
Anexos	44

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Defectos y causas de los frenos de disco</i>	25
Tabla 2 <i>Características de disco de frenos</i>	26
Tabla 3 <i>Características de manguera de freno</i>	27
Tabla 4 <i>Características del tee de freno</i>	29
Tabla 5 <i>Características de los neumáticos</i>	31
Tabla 6 <i>Presupuesto del sistema de frenado con disco</i>	38

Índice de figuras

Figura 1 <i>Ventilación dinámica del disco de freno</i>	19
Figura 2 <i>Tipos de frenos de disco</i>	20
Figura 3 <i>Pinza de freno</i>	21
Figura 4 <i>Funcionamiento de la pinza flotante</i>	21
Figura 5 <i>Bomba de freno</i>	22
Figura 6 <i>Disco de freno</i>	26
Figura 7 <i>Cañerías de freno</i>	27
Figura 8 <i>Pedal</i>	28
Figura 9 <i>Líquido de freno</i>	29
Figura 10 <i>Tee de freno</i>	30
Figura 11 <i>Neumáticos</i>	30
Figura 12 <i>Flujograma instalación de disco de frenos</i>	31
Figura 13 <i>Cambio de frenos de disco</i>	34
Figura 14 <i>Retiro de neumático</i>	34
Figura 15 <i>Retiro de mordaza</i>	35
Figura 16 <i>Limpieza de polvo</i>	35
Figura 17 <i>Retiro de seguros del disco</i>	36
Figura 18 <i>Inicio de purgado de los frenos de disco</i>	36
Figura 19 <i>Presión del freno</i>	37
Figura 20 <i>Estructura didáctica de entrenamiento</i>	39

Resumen

El presente estudio de implementación de un sistema de frenos de disco para la estructura didáctica de entrenamiento de mecánica de patio en la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L, se compone de cuatro capítulos. En el primer capítulo se detalla los antecedentes, planteamiento del problema, justificación, objetivos y alcance, definiendo la importancia del tema dentro de una estructura de entrenamiento de los sistemas de dirección, suspensión y frenos de un vehículo automotor tipo sedán y el impacto que tendrá en los futuros estudiantes. En el segundo capítulo se detalle el marco teórico de los componentes de los frenos de disco, en los que constan los discos, pinzas, plantillas, bombas, así como se detalla las ventajas y defectos de los frenos de discos. En el tercer capítulo se enfoca la implementación del sistema de frenos de disco, detallando cada uno de los materiales que se utilizaron en la estructura didáctica, que fueron los discos de frenos, manguera de freno, pedal, líquido de frenos, tee de freno, llantas y aros, así también se desglosan catorce pasos para el mantenimiento y cinco pasos para el proceso de purgado de los frenos de disco, concluyendo con el presupuesto que se generó para la implementación del sistema de frenado dentro de la estructura de entrenamiento. Se finaliza con las conclusiones y recomendaciones en las que se detalla que se ha cumplido con los objetivos propuestos para el tema, a la vez se detalla la bibliografía utilizada para el presente estudio.

Palabras clave:

- **ESTRUCTURA DIDÁCTICA**
- **MECÁNICA DE PATIO**
- **SISTEMA DE FRENADO**
- **FRENOS DE DISCO**

Abstract

The present study of implementation of a disc brake system for the didactic structure of training of yard mechanics in the career of Superior Technology in Automotive Mechanics of the University of the Armed Forces ESPE-L, consists of four chapters. The first chapter details the background, approach of the problem, justification, objectives and scope, defining the importance of the topic within a training structure of management systems, suspension and brakes of a motor vehicle type sedan and the impact it will have on future students. The second chapter details the theoretical framework of the disc brake components, which include discs, clamps, templates, pumps, as well as details of the advantages and defects of disc brakes. The third chapter focuses on the implementation of the disc brake system, detailing each of the materials used in the didactic structure, which were brake discs, brake hose, pedal, brake fluid, brake tee, The invention also relates to fourteen steps for maintenance and five steps for the process of purging the disc brakes, concluding with the budget generated for the implementation of the braking system within the training structure. It concludes with the conclusions and recommendations detailing that the proposed objectives for the topic have been met, while detailing the bibliography used for this study.

Keywords:

- **EDUCATIONAL STRUCTURE**
- **PATIO MECHANICS**
- **BRAKING SYSTEM**
- **DISC BRAKES**

Capítulo I

1. Planteamiento del problema de investigación

“Implementación de un sistema de frenos de disco para la estructura didáctica de entrenamiento de mecánica de patio en la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L”.

1.1. Antecedentes

El sistema de frenado es considerado uno de los más importantes, teniendo en cuenta el principio de su función. Se trata de ralentizar la velocidad de un vehículo y de ser el caso llegar a la detención total del mismo. Ayala, D. (2018), recalca también que es necesario contar con un buen diseño de freno que brinde estabilidad, eficiencia y seguridad. La vida de las personas que van dentro de un automóvil depende de un sistema de frenado totalmente eficiente, sin importar los costos que este implique en su mantenimiento y corrección.

En un principio el sistema de frenado con disco fue adaptado en autos deportivos, ya que demandaban una mayor capacidad al momento de frenar. Los mismos que fueron posicionados junto al diferencial y después optaron en su gran mayoría colocar dentro de las ruedas, además por su forma de trabajar optimizan la presión que se ejerce en el mando. Hoy en día casi la totalidad de los vehículos cuentan con un sistema de frenos con disco, aunque se mantiene el freno con tambor en la parte posterior de los autos.

García, R. & Flórez, E. (2016), mencionan que dentro de la evolución del sistema de freno se ha ofrecido al consumidor un compromiso razonable entre seguridad y costos. Se producen autos de gama baja, simplificando la función del freno de mano, ya que en el eje delantero se produce la mayoría de la fuerza de frenada.

Parte de la eficiencia en la formación académica es contar con material didáctico y práctico para enseñar a los alumnos. Dentro del estudio de Ludeña, J. (2017), donde realiza un banco didáctico de funcionamiento del sistema de frenos, concluyen que se eleva el nivel académico contando con material seguro y ergonómico para ejecutar las prácticas.

1.2. Planteamiento del Problema

Dentro del campo amplio de la Ingeniería, Industria y Construcción, existe la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz, que ofrece la ESPE-L, cuyo objeto de estudio es la formación de profesionales Tecnólogos para contribuir a la matriz detallada de la Mecánica y Profesiones afines a la Metalistería (ESPE, 2021). Dado el caso se ve la necesidad de implementar una estructura de entrenamiento de los sistemas de dirección, suspensión y frenos de un vehículo automotor tipo sedán. En esta presente monografía tratará específicamente el tema de la implementación de un sistema de frenos de disco para la estructura didáctica de entrenamiento de mecánica de patio en la carrera.

La falta de material didáctico sobre los sistemas automotrices repercute directamente en los estudiantes. La estructura didáctica de entrenamiento ayudará a estimular el desarrollo de habilidades meta cognitivas y estrategias de aprendizaje de los alumnos, que les permitirán planificar, modificar y evaluar su propio aprendizaje, y provocar la reflexión sobre sus conocimientos y los métodos que utilizan en el razonamiento.

Dentro de las principales características de un sistema de frenado están: físicas, mecánicas, estabilidad, eficacia, progresividad y confort. Estas deben ser dominadas por los estudiantes para enfrentarse al mundo laboral. Es necesario que se cuente en los laboratorios prácticos de la universidad estructuras y materiales de apoyo para la

formación académica. Respondiendo a situaciones reales de operación, con la finalidad de que los estudiantes ganen experiencia en servicios automotrices.

1.3. Justificación

Sin duda la seguridad vial en el país es de vital importancia, debido al constante incremento de accidentes (ANT, 2021). Parte de la solución es formar tecnólogos capaces de reconocer desperfectos o averías en el sistema de frenado por disco. Para esto es necesario contar con estructuras dentro de la universidad que permitan un aprendizaje lúdico, donde se pueda simular situaciones reales de mantenimiento correctivo y preventivo en cuanto al sistema de frenado.

El sistema de freno con disco se integrará en los ejes delantero y posterior de la estructura de entrenamiento. Este tema es muy importante dentro de la enseñanza de las actividades que se realizan en mecánica de patio, ya que de este depende la totalidad o parcial detención de un vehículo y por consecuencia la integridad de sus pasajeros. García, Acosta, y Flórez (2015), mencionan que el 70% de la fuerza cinética se desarrolla en el movimiento, el mismo que es absorbido por los frenos de disco delanteros y el restante por el freno trasero. Estos aspectos deben ser manejados por los nuevos profesionales al momento de trabajar.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Implementación de un sistema de frenos de disco, para la estructura didáctica de entrenamiento de mecánica de patio, en la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L”

1.4.2. Objetivos específicos

- Investigar sobre el sistema de frenado con disco, para dominar bases teóricas, funcionamiento, características, mantenimiento, estructura y componentes necesarios para su función. Con el fin de reforzar el aprendizaje de la materia de mecánica de patio.
- Aplicar los componentes del sistema de frenado de disco con todos los materiales necesario, para incorporar en la estructura de entrenamiento de mecánica de patio.
- Adaptar el sistema de freno con disco, verificando la estructura y dimensiones. Para ensamblar en conjunto con la estructura de entrenamiento de mecánica de patio.
- Comprobar el funcionamiento del sistema de freno con disco, para generar armonización con los otros sistemas de la estructura de entrenamiento de mecánica de patio como son la dirección y suspensión.

1.5. Alcance

La presente monografía tiene como alcance generar material teórico y práctico donde incluye definición, tipos, estructura, ventajas y desventajas de una estructura de un sistema de freno con disco en la parte delantera y posterior de un vehículo tipo sedán. El mismo que será adaptado al sistema de dirección y suspensión, con la finalidad de proveer de material óptimo de entrenamiento a la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de las Fuerzas Armadas ESPE-L. Estas herramientas serán útiles para la formación de los nuevos profesionales, de esta forma el país contará con tecnólogos aptos y con experiencia en servicios automotrices, desarrollando sus destrezas y habilidades.

Capítulo II

2. Marco Teórico

2.1. Evolución de los frenos

Los frenos han sido desde su inicio la parte fundamental en la constitución del vehículo y la evolución de su desempeño va en pro de la seguridad vial. Colado (2021), menciona que, desde los finales del siglo XIX, los sistemas de frenos que se utilizaban, necesitaban una gran fuerza para detener por completo el automóvil por parte del conductor y esto no se lograba. Se tenía otros problemas como la posición de los frenos solo en la parte trasera, ya que se pensaba que si al tener en la parte delantera podría generarse un volcamiento.

Goncalves, R. (2016), indica una cronología detallada de los avances de los frenos. A partir de los años 50, apoyándose en la fuerza hidráulica el conductor no ejercía su propia fuerza para detener el vehículo. Esto dio paso al servofreno, el mismo que aprovecha el vacío de motor. En los años 60 las empresas Volvo y Mercedes realizan cambios, por un lado, se añade una válvula que limita la presión y por otro se introduce sistemas de frenos con tres circuitos. A partir de los 80 se introduce los ABS, dando inicio a la electrónica en los sistemas de frenado.

2.2. Definición de los frenos de disco

García & Flórez (2016), conceptualizan a los frenos de disco como un dispositivo cuya finalidad es ralentizar o detener por completo la velocidad de rotación de una llanta, por medio de las pastillas que se presionan de forma mecánica o hidráulica contra los laterales del disco. Por lo general están elaborados con material de acero y se encuentra junto a la rueda.

Figura 1

Ventilación dinámica del disco de freno



Nota. En la figura se observa la dinámica de ventilación del disco de freno. Tomado de Buñay Morocho & Ramón Chacho (2021, pág. 32).

La fricción que se ejerce entre las pastillas y el disco hace que la rueda frene. Además, tiene una gran ventaja de disipar el calor con más rapidez, frente a los frenos de tambor. Ya que se encuentra expuesto a la atmosfera, esta ventaja permite usar placas para redirigir el aire constantemente hacia las superficies del disco. Esto permite el enfriamiento del rotor mientras el auto siga en movimiento (García, Acosta, & Flórez, 2015).

2.3. Componentes de los frenos de disco

Paez, D. (2019), detalla los principales componentes de los sistemas de freno de disco son: Disco de freno, pinza de freno, pinza flotante, pastillas de freno y bomba de freno. A continuación, se describe los componentes, su función en el sistema de frenado recopilado entre los autores Ludeña (2017) y García León & Flórez Solano (2016).

2.3.1. Disco de freno

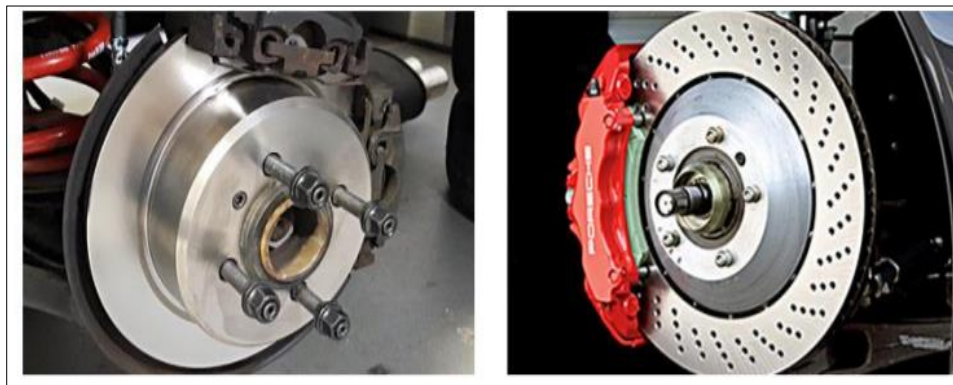
En los frenos de disco las fuerzas de fricción se generan en la superficie de las calzadas para evitar que giren y por lo tanto frenen el automóvil. Estas fuerzas de fricción en la pista producen el calentamiento del disco. Por lo tanto, una gran parte de

la energía cinética del vehículo en movimiento se disipa mediante mecanismos de transferencia de calor que transfieren esta energía a la atmósfera (Ayala, 2018).

Hay dos tipos de frenos de disco en los automóviles; disco macizo y disco ventilado.

Figura 2

Tipos de frenos de disco

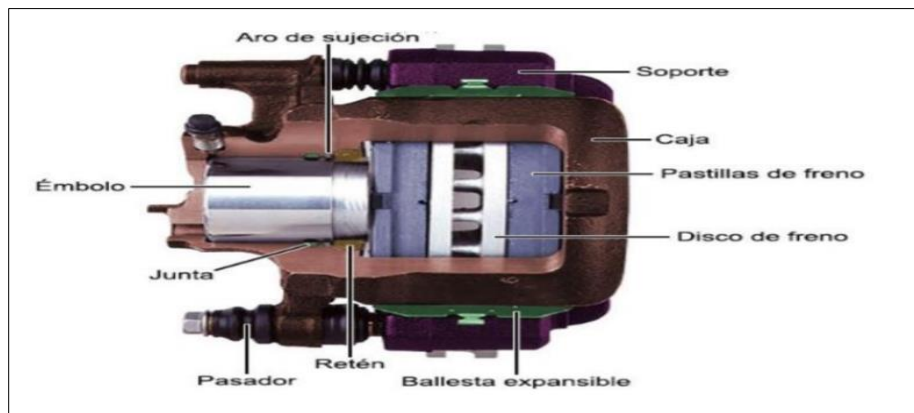


Nota. En la figura se observa la diferencia entre disco macizo y ventilado. Tomado de Paez, D. (2019, pág. 33).

La diferencia entre ellos está en la forma en que disipan el calor. Los discos de freno ventilados son más efectivos en esta tarea, porque tiene conductos entre las barras para que circule el aire que fuerza su rotación y forma, lo que resulta en una disipación de calor más rápida. Los discos de freno macizo no tienen estos mecanismos.

2.3.2. Pinza de freno

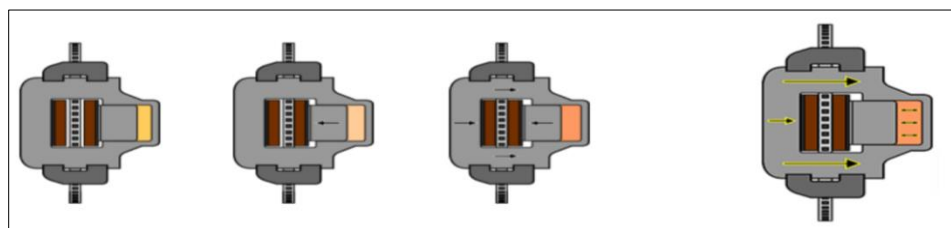
Es un elemento del sistema de frenos que presiona las pastillas de freno sobre el disco. Usado para cambiar y mover las pastillas de empuje, es una fuerza causada por la expansión de uno o más pistones que es accionada por la presión del líquido de frenos (Moreno, 2013).

Figura 3*Pinza de freno*

Nota. En la figura se observa los elementos que conforman la pinza de freno. Tomado de Paez, D. (2019, pág. 34).

2.3.3. Pinza flotante

En la industria automotriz la pinza flotante es la más utilizada. El funcionamiento se basa en la expansión del volumen de aceite que existe entre el embolo y cilindro. Produciendo movimiento en el embolo presionando la pastilla de freno interior, lo que genera fuerzas de reacción en el cuerpo de la caja. Provocando que la caja se deslice sobre los pasadores de manera contraria al movimiento del embolo ubicando la pastilla exterior en contacto con las pistas del disco (Moreno, 2013).

Figura 4*Funcionamiento de la pinza flotante*

Nota. En la figura se observa el funcionamiento de la pinza de flotante. Tomado de Paez, D. (2019, pág. 35).

2.3.4. Pastillas de freno

Las pastillas de freno ejercen presión sobre el rotor (la parte importante de la transmisión de potencia del motor), que está conectado directamente a cada rueda. Esta presión crea la fricción necesaria para reducir la velocidad o detener el vehículo. Cuando el rotor se detiene, las ruedas también se detienen.

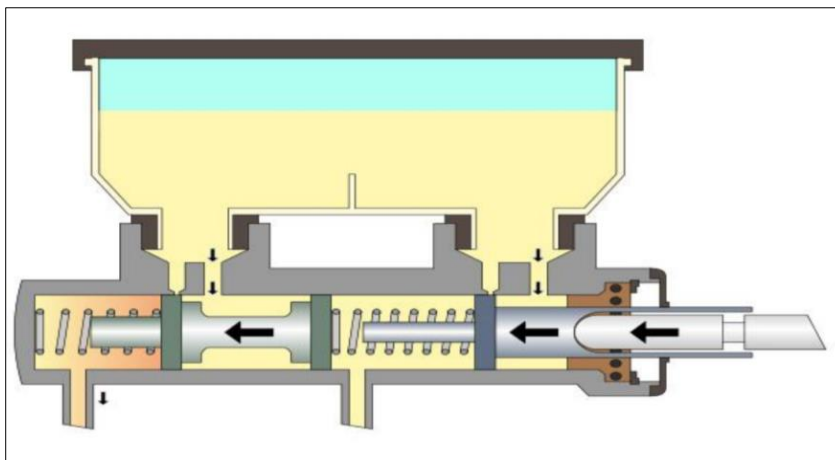
2.3.5. Bomba de freno

También conocido como cilindro maestro, es un elemento del sistema de frenos de disco que convierte la fuerza ejercida por el conductor sumando la asistencia del servofreno en presión en el líquido de frenos comunicando a la pinza. (Moreno, 2013)

Tiene dos cámaras de presión independientes que alimentan cada circuito hidráulico, además la bomba este combinada con el tanque que contiene el depósito de líquido de frenos (Moreno, 2013).

Figura 5

Bomba de freno



Nota. En la figura se observa el funcionamiento de la bomba de freno. Tomado de Paez, D. (2019, pág. 35).

2.4. Ventajas de los frenos de disco

Bauzá, F. (2018), en su estudio de sistema de frenado en los vehículos ligeros, menciona las ventajas y desventajas de los frenos de disco.

2.4.1. Ventajas

- Los discos quedan en el exterior por lo que su enfriamiento es mucho mejor, retrasando la aparición del efecto fading.
- El cilindro de freno está ubicado en el exterior y se enfría mejor que el freno de tambor, por lo que es más difícil de desgastar debido a la alta temperatura del líquido de frenos.
- Reemplazar los frenos de tambor con un sistema de freno de disco puede ahorrar 100 kg del peso bruto del vehículo.
- Gracias a la igualación de la presión en ambos lados del disco, no hay juego en los ejes (delantero o trasero) del automóvil.
- La expansión lateral bajo la influencia de un aumento de temperatura tiende a reducir la holgura entre el disco y las pastillas, aunque todavía es menor que la expansión radial de los frenos de tambor, lo que facilita el ajuste y simplificación de los dispositivos de ajuste automático.
- Más fácil de mantener y reemplazar las pastillas.

2.4.2. Desventajas

- Una menor eficiencia de frenado debido a una superficie de fricción más pequeña significa una mayor presión del motor, que se logra prácticamente aumentando el diámetro del cilindro receptor.
- El nivel de ruido es mayor que el de los frenos de tambor, porque la presión aplicada a la superficie de fricción es mayor que la de los frenos de disco, lo que requiere el uso de materiales más rígidos.

- Mayor esfuerzo en el pedal y menor eficacia en frío.

2.5. Defectos de los frenos de disco

Parte de la seguridad activa es realizar revisiones constantes al sistema de frenado, así se evitará fallas aumentando la seguridad. Buñay & Ramón (2021), indica que estos problemas se pueden evitar con un mantenimiento adecuado de los frenos. Los signos de desgaste de las pastillas de freno pueden comenzar a partir de los 30.000 kms, aunque esto depende en gran medida del material de la pastilla y del estilo de conducción del conductor. Los discos deben comprobarse cada 60.000 kms, buscar grietas, abolladuras o áreas más finas.

Tabla 1*Defectos y causas de los frenos de disco*

Defectos	Causas
Cambios en el recorrido del pedal de freno	Si el camino es más largo de lo habitual, puede ser debido a que el líquido de frenos no es bueno, hay una fuga en el circuito o las pastillas están dañadas. Por el contrario, si el trayecto es menor, puede ser un problema de defectos en las partes que interfieren en la retracción y extensión de las partes móviles.
Cambios en la sensibilidad al pisar el pedal de freno.	Dificultad al pisar: Las pastillas pueden ensuciarse, mancharse o cristalizarse. También puede ser causado por un problema con un pistón de la pinza, un disco de freno dañado, un servofreno fallado o un problema con el líquido de frenos. Pedal es demasiado suave: Las mangueras de freno se deforman de modo que la presión del fluido hace que se expandan y reduzcan la presión sobre los pistones. También puede ser causado por aire en el sistema, líquido de frenos deficiente o pinzas atascadas.
Sonido de frenado	Las pastillas pueden estar gastadas o sucias, por lo que la fricción con el disco provoca un sonido molesto. Esto puede suceder cuando las pastillas son de mala calidad, incluso si son nuevas. Otro caso es el disco en mal estado.
Pérdida de la capacidad de frenado en caliente.	Al usar los frenos en exceso, habrá ocasiones en las que pierdan su efectividad a medida que aumenta la temperatura, un efecto conocido como fading. Otra posibilidad es que el disco sea demasiado delgado.

Nota. Tabla 1 fallas y causas frecuentes de los discos de frenos. Tomado de Bauzá (2018).

Capítulo III

3. Implementación del sistema de frenos de disco

3.1. Materiales para el sistema de frenado con disco

3.1.1. Disco de frenos

El material de fabricación del disco de freno se deriva de hierro fundido gris con una placa de grafito y está hecho de este material, ya que garantiza un rendimiento constante durante toda la vida útil del disco (Ayala, 2018).

Figura 6

Disco de freno



Nota. Disco de freno

Tabla 2 Características de disco de frenos

CARACTERÍSTICAS DISCO DE FRENOS	
Altura total:	46.50 MM
Cantidad de agujeros:	6
Componente:	DISCO VENTILADO
Diámetro exterior:	240 MM
Diámetro de agujero copa:	59 MM
Espesor máximo:	20 MM
Espesor mínimo:	18.20 MM
Posición de la pieza:	DELANTERO

Nota. Ficha técnica de las características de disco de frenos

3.1.2. Cañerías de freno

Las cañerías de freno transmiten la potencia de accionamiento a los frenos de las ruedas, tanto hidráulica como mecánica.

Figura 7

Cañerías de freno



Nota. Cañerías de freno.

Tabla 3

Características de manguera de freno

CARACTERÍSTICAS DE MANGUERA DE FRENO	
Posición	Delantera
Medidas-longitud	398 mm

Nota. Caracterización de las mangueras de freno que se utilizó en la estructura dinámica.

3.1.3. Pedal

Esta es la pieza encargada de transmitir la fuerza que actúa sobre ella hasta llegar a la bomba de freno. El pedal de freno es la primera parte del sistema de frenos, por lo que el coche se detiene cuando el conductor lo toca. Es un elemento que se asienta bajo el volante de un vehículo, a los pies del conductor, y está diseñado para facilitar su manejo rápido y cómodo.

Figura 8*Pedal*

Nota. Pedal de freno.

El pedal del freno está ubicado en la posición de conducción, debajo del volante y entre el acelerador derecho y el pedal del embrague izquierdo. El conductor inicia el proceso de frenado presionando sobre él, dependiendo de la presión que ejerza el conductor, la intensidad del frenado será diferente y el auto tardará más o menos en detenerse.

Cuando el conductor comienza a frenar pisando el pedal del freno, la unidad se mueve realizando un movimiento de rotación en un eje, impulsada por otra parte del sistema de frenos, el servofreno.

El pedal del freno está diseñado para crear un efecto de compresión que aumenta un poco la fuerza aplicada cuando se presiona, y cuando se enciende, el pedal del freno actúa sobre las varillas de empuje que moverán el pistón del cilindro, la ropa principal. Cuando se quita el pie del pedal del freno, se libera la presión hidráulica en el sistema y el pedal vuelve a su posición original debido a esta presión.

3.1.4. Líquido de frenos

El líquido de frenos es el medio a través del cual la fuerza aplicada al pedal se transmite a las pastillas de freno. Siempre debe estar equilibrado para no perder potencia de frenado. Si es bajo, la luz de freno en el tablero se encenderá. También debe sentir la esponja del pedal del freno (Moreno, 2013).

Figura 9

Líquido de freno



Nota. Líquido de freno, Tomado de Millantas.com (2022)

3.1.5. Tee de freno

Esta es una pieza de repuesto para una amplia gama de aplicaciones. Tamaño pequeño, peso ligero, gran compatibilidad, fácil de usar. Su instalación, rendimiento es confiable, puede reemplazar directamente.

Tabla 4

Características del tee de freno

CARACTERÍSTICAS DEL TEE DE FRENO	
Presión de trabajo segura:	1841 PSI/127 bar.
Apto para uso con	Tubo de 3/16 pulgadas.

Nota. Caracterización del tee de freno que se utilizó en la estructura dinámica.

Figura 10

Tee de freno



Nota. tee de freno. Tomado de Millantas.com (2022)

3.1.6. Neumáticos

Para la estructura de sistema de frenado se ha considerado neumáticos R13, donde se instala el disco de freno. Las ruedas de este tipo se caracterizan por una estructura radial, es decir, la posición de sus cables sigue un patrón perpendicular a la dirección de rodadura o radial desde el eje de rotación del neumático. Actualmente es el neumático más utilizado debido a sus importantes ventajas en seguridad, tracción, tracción, durabilidad y resistencia.

Evidentemente, estos neumáticos R13 se utilizan para coches con un radio de llanta de 13. Según su anchura, se adaptan a una amplia gama de vehículos.

Figura 11

Neumáticos



Nota. Neumáticos

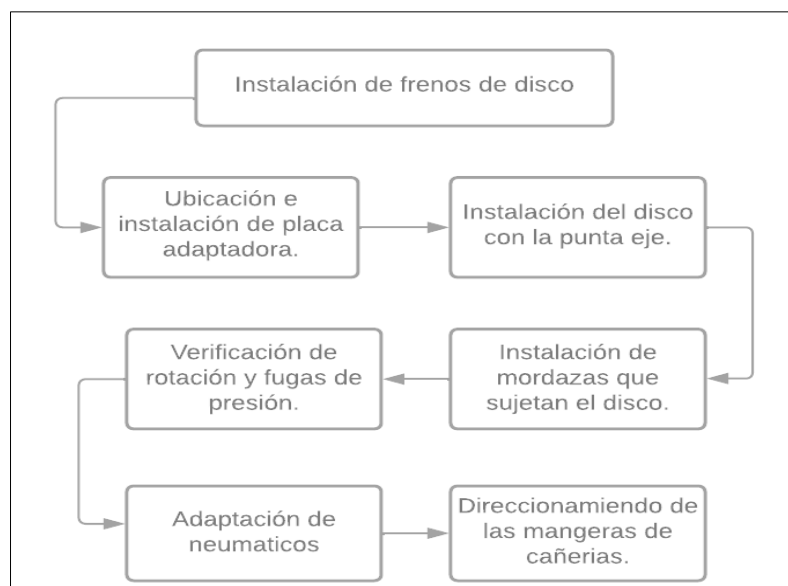
Tabla 5*Características de los neumáticos*

CARACTERÍSTICAS DE NEUMÁTICOS	
Ancho	165
Alto	65
Rin	13
Índice De Carga	77
Índice De Velocidad	T

Nota. Caracterización del tee de freno que se utilizó en la estructura didáctica.

3.2. Instalación de disco de frenos

Para la implementación de un eje adicional para la adaptación de un sistema de frenos de disco se realizaron los siguientes pasos detallados en el flujo grama.

Figura 12*Flujograma instalación de disco de frenos*

Nota. Flujograma de instalación de frenos de disco.

3.2.1. Ubicación e instalación de placa adaptadora.

Se adapta las placas donde se ubicará el soporte de las mordazas y el resto de componentes del disco de frenos.

Se instala el punto de eje y se engrasa los rodamientos.

3.2.2. Instalación del disco con la punta de eje

Después de instalar los rodamientos, usamos una llave de 22 mm para enroscar la tuerca de la rueda y la tapa del eje y apretarlos para que la placa gire libremente.

3.2.3. Instalación de mordazas que sujetan el disco

En la placa adaptadora usamos tornillos M10 galvanizados y una llave de 15mm para colocar un juego de pastillas de freno para calzar el disco de freno, una vez ensambladas fijamos las abrazaderas en su lugar y continuamos

Redirigir y enrutar las líneas de líquido de frenos usando un rizador de mano y una llave de 10 para instalar accesorios, llene el sistema con líquido fresco y luego límpielo con una llave de 8 mm.

3.2.4. Verificación de rotación y fugas de presión

Se verifica que no haya fugas ni pérdidas de presión y que el disco pueda girar libremente sin tocar la junta ni ninguna otra parte del sistema.

3.2.5. Adaptación de neumáticos

Se ensambla la base de la tuerca central para que el neumático pudiera instalarse con los mismos cuatro pernos de disco y una llave 15 mm.

3.2.6. Direccionamiento de las mangueras de cañerías

Al redirigir las tuberías, tenga en cuenta la distancia y la curvatura de cada tubería para garantizar la misma fuerza de frenado y respuesta en ambos lados. La forma más sencilla es mantener los tubos espaciados uniformemente, es decir, las dos ruedas del eje delantero están igualmente espaciadas y las dos ruedas del eje trasero están igualmente espaciadas, teniendo en cuenta que las mangueras hidráulicas e hidrodinámicas están "desgastadas". En este caso, resulta que el espacio entre las tuberías en la parte delantera y trasera es muy similar porque son despreciables, y la desviación incluye el punto de conexión de la línea al accesorio.

3.3. Cambio de frenos de disco

Las herramientas para el remplazo de los discos de frenos son los siguientes:

- cepillo de alambre
- aerosol WD-40
- limpiador de frenos
- grasa de cobre
- llave de vaso n° 12
- llave de vaso n° 17
- llave de impacto para llantas №19
- herramienta de retorno del pistón de freno
- llave de trinquete
- llave dinamométrica
- llave giramachos
- destornillador plano
- palanca

- cuñas para ruedas

Los pasos para realizar el cambio de los frenos de disco son los siguientes

Estacionar el vehículo en una superficie plana y activar el freno de manos. Después se procede a aflojar las tuercas de los pernos con una pistola de impacto neumática, llave en cruz o L, esto se debe realizar en el suelo para evitar que las llantas giren.

Figura 13

Cambio de frenos de disco



Nota. Proceso de retiro de tuercas.

Colocar la gata en una parte segura del vehículo, para proceder con el retirar completamente las tuercas y posteriormente se retira de neumático.

Figura 14

Retiro de neumático



Nota. Retiro de neumáticos

Con una llave quitar el perno para retirar la mordaza y con un desarmador plano, retirar un poco el cilindro para liberar las pastillas y poner retirar las mordazas. Desplazamos la mordaza hacia arriba, retiramos las pastillas para revisar su estado limpiamos o realizamos el reemplazo

Figura 15

Retiro de mordaza



Nota. Se observa el retiro minucioso de la mordaza.

Recoger el bombillo del cilindro, esto facilita la instalación del sistema y limpiar el polvo que generan las pastillas. Si es necesario cambiar el orín cuando existan fugas de líquido de frenos. Se retira la base de la mordaza para poder sacar la manzana y el disco de frenos.

Figura 16

Limpieza de polvo



Nota. Se observa la limpieza y mantenimiento de los discos.

Se retira los seguros del disco, con una llave especial, retirar el tornillo de sujeción de la mordaza. Retiramos el disco de frenos, luego se procede a retirar la manzana re retira la punta de eje.

Figura 17

Retiro de seguros del disco



Nota. Se observa el proceso de retiro de seguros del disco.

3.4. Proceso de purgado de los frenos de disco

Encuentra las válvulas o tornillos de purgado, se ubica las válvulas de purgado, que por lo general se encuentran en la parte trasera de cada neumático. Se ejerce presión sobre el freno, pisar el pedal del freno, como si te estuvieras deteniendo en una señal de alto.

Figura 18

Inicio de purgado de los frenos de disco



Nota. Se procede al purgado de los frenos de disco.

Figura 19*Presión del freno*

Nota. Se observa cómo se ejerce presión en el pedal de freno.

Cuando se observa que el líquido fluye sin burbujas, procede a cerrar las válvulas. En este caso, es esencial que tu ayudante mantenga el pie sobre el pedal hasta que logres subir el freno a su posición inicial.

3.5. Presupuesto del sistema de frenado con disco

El presupuesto para la realización del sistema de frenos de disco para la estructura didáctica de entrenamiento de mecánica de patio en la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L, es la siguiente:

Tabla 6*Presupuesto del sistema de frenado con disco*

Cantidad	Concepto	Valor unitario	Valor total
2	Llantas RIN 13	43	86
2	RIN 13	15	30
2	Tee de freno	3,5	7
1	Líquido de frenos	4	4
2	Pastillas	12	24
2	Disco de frenos	25	50
4	Mordaza	57	228
2	O-ring	10	20
2	Manzana	30	60
1	kit de mangueras de	80	80
1	Depósito de líquido de frenos	17	17
Total			606

Nota. Tabla de presupuestos con los valores de cada componente de la estructura de frenado para la estructura didáctica.

Figura 20

Estructura didáctica de entrenamiento



Nota. Estructura didáctica de entrenamiento de mecánica de patio en la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L.

Capítulo IV

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

Se ha investigado sobre el sistema de frenado de disco, para dominar bases teóricas, funcionamiento, características, mantenimiento, estructura y componentes necesarios para su función, reforzando el aprendizaje de la materia de mecánica de patio.

Se incorporó el sistema de frenado con disco todos los materiales y componentes óptimos, la estructura de entrenamiento de mecánica de patio, con la finalidad de entregar una herramienta útil para el aprendizaje

Se adaptó el sistema de freno de disco, verificando la estructura y dimensiones, para ensamblar en conjunto con la estructura de entrenamiento de mecánica de patio.

Se comprobó el funcionamiento del sistema de freno de disco, para generar armonización con los otros sistemas de la estructura de entrenamiento de mecánica de patio como son la dirección y suspensión.

4.2. Recomendaciones

Para evitar el desgaste prematuro de los frenos y provocar un sobrecalentamiento, lo ideal es realizar un mantenimiento regular para reemplazar los discos y las juntas y, si es necesario, instalar piezas de alta calidad.

Comprobar al menos cada dos meses, que el líquido de frenos esté en un nivel óptimo, las pastillas de freno tienden a desgastarse. Por lo tanto, lo ideal es revisarlo cada. El líquido de frenos es altamente corrosivo, se debe tener cuidado de no manchar la pintura de la estructura de entrenamiento cuando llene el tanque, ya que puede causar daños irreparables.

Comprobar si al momento de frenar en un uso normal se percibe que el pedal vibra, esto significa que los discos se encuentran chuecos y deberán ser remplazados. Tener en cuenta que la modificación del sistema de frenos debe ser por personal calificado, siempre se deberá hacer el mantenimiento por personas especializadas en el sistema de frenos.

El disco y la pastilla funcionan en simbiosis, por lo que su mantenimiento debe realizarse teniendo en cuenta esta característica. Es importante recordar que al sustituir los discos de freno se deben cambiar obligatoriamente también las pastillas.

Bibliografía

AEADE. (Septiembre de 2021). *Sector automotriz en cifras Septiembre 2021*. Recuperado el 01 de Noviembre de 2021, de Asociación de empresas automotrices del Ecuador: <https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2021/10/9.-Sector-en-Cifras-Resumen-Septiembre-1.pdf>

Allen, J. (2017). *Análisis electrónico del sistema de frenos del toyotaprius*. Guayaquil: Universidad Internacional del Ecuador.

ANT. (Septiembre de 2021). *Agencia Nacional de Tránsito*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2021, de comparativo tabular de siniestros de tránsito, según causa probable, por meses 2021: https://www.ant.gob.ec/?page_id=2670

Astudillo Ortiz, G., & Loayza Añazco, D. (2013). *Diseñar y construir bancos didácticos funcionales del grupo diferencial y freno de tambor*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.

Ayala, D. (2018). *Diseño e implementación de un sistema de frenos para un vehículo tipo fórmula*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.

Carrasco Tineo, E. (2019). *Análisis comparativo del freno de tambor y freno de disco para optimizar la eficiencia del sistema de frenos en vehículo de servicio público de 800 cm³ de cilindrada*. CHICLAYO: Universidad Cesar Vallejo.

Colado, N. (2021). *Elemento del sistema de frenos*. Madrid: Instituto Jovellanos.

ESPE. (Noviembre de 2021). *Obtenido de ESPE Sede Latacunga*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2021, de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz: <https://espe-el.espe.edu.ec/tecnologia-superior-en-mecanica-automotriz/>

Estrada, E. (2020). *Manual Didáctico Edesma y aprendizaje del sistema de frenos de disco y tambor en estudiantes de educación secundaria de Cañete*. Tarma: Universidad Nacional Del Centro Del Perú.

Goncalves, R. (13 de Diciembre de 2016). *Los frenos y su evolución*. Recuperado el 02 de Noviembre de 2021, de Motor y Racing: <https://www.motoryracing.com/pruebas/noticias/los-frenos-y-su-evolucion/>

Moreno, R. (2018). *Diseño e implementación de un sistema de frenos de disco en un vehículo con frenos de tambor, para mejorar las seguridades y facilidad de maniobrabilidad*. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccial.

Shiguango, J. L., & Farinango, Á. P. (2012). *Implementación de un tablero didáctico de un sistema de frenado hidráulico con accionamiento manual, control de parada y presión de frenado electrónico, para el laboratorio de la escuela de ingeniería automotriz de la ESPOCH*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Anexos