



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Implementación de un eje adicional para la adaptación de un sistema de frenos con tambor, 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”

Moya Pazmiño, Adriana Nathaly

Departamento de Ciencias de 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 del 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 eje adicional para la adaptación de un sistema de frenos con tambor, 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 **Moya Pazmiño, Adriana Nathaly** 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 febrero del 2022

Ing. Carrera Tapia, Romel David Mgtr.

C.C: 0503393258

Reporte de verificación de contenido

COPYLEAKS

Adriana Moya _FRENOS TAMBOR .pdf

Scanned on: 16:1 February 24, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	67
Words with Minor Changes	55
Paraphrased Words	245
Omitted Words	0

Ing. Carrera Tapia, Romel David Mgtr.

C.C: 0503393258



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Moya Pazmiño, Adriana Nathaly**, con cédula de ciudadanía N° 1805039276; declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía, **“Implementación de un eje adicional para la adaptación de un sistema de frenos con tambor, 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 febrero del 2022

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir "Adriana Moya Pazmiño".

Adriana Nathaly Moya Pazmiño
C.C: 1805039276



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, **Moya Pazmiño, Adriana Nathaly**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Implementación de un eje adicional para la adaptación de un sistema de frenos con tambor, 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.

Latacunga, 25 febrero del 2022

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir "Adriana Moya Pazmiño".

Moya Pazmiño Adriana Nathaly
C.C: 1805039276

Dedicatoria

La presente monografía la dedico en primer lugar a Dios, a mis padres que han sido el pilar fundamental a lo largo de este camino. A mi novio por el estímulo brindado en todo momento y motivarme para lograr esta meta.

Moya Pazmiño, Adriana Nathaly

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme la sabiduría y paciencia para culminar esta etapa académica.

Al director de Carrera Ing. Jonathan Vélez por su apoyo en el transcurso de mi carrera.

Moya Pazmiño, Adriana Nathaly

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
Índice de tablas	11
Índice de figuras.....	12
Resumen	14
Abstract.....	15
Planteamiento del problema de investigación	16
Antecedentes.....	16
Planteamiento del problema.....	17
Justificación	18
Objetivos.....	18
<i>Objetivo general</i>	18
<i>Objetivos específicos</i>	18

Alcance	19
Marco teórico.....	20
Frenos de tambor	20
Funcionamiento.....	21
Componentes	21
<i>Zapatas</i>	<i>22</i>
<i>Tambor.....</i>	<i>23</i>
<i>Cilindro hidráulico o bombín.....</i>	<i>24</i>
<i>Plato.....</i>	<i>24</i>
<i>Resortes recuperadores</i>	<i>25</i>
<i>Palanca ajustadora.....</i>	<i>25</i>
Tipos de freno de tambor	26
<i>Simplex.....</i>	<i>26</i>
<i>Duplex.....</i>	<i>27</i>
<i>Twinplex.....</i>	<i>28</i>
<i>Duo-servo</i>	<i>29</i>
Ventajas y desventajas	29
Mantenimiento.....	30
Adaptación del sistema de frenos de tambor en la estructura	32
Instalación de frenos de tambor en la estructura	32
<i>Inspección del tambor de freno.....</i>	<i>33</i>

<i>Comprobación de condiciones</i>	34
<i>Comprobación de los pistones de los cilindros.....</i>	35
<i>Inspección del funcionamiento del sistema</i>	36
Mantenimiento del sistema de frenos	38
<i>Localizar el purgador</i>	38
<i>Manguera para purgar.....</i>	39
<i>Comprobación del pedal de freno.....</i>	40
<i>Relleno del sistema</i>	40
Diagnóstico de frenos de tambor	41
Regulación de frenos de tambor y freno de mano.....	42
Presupuesto para adaptación del sistema de frenos de tambor	43
Conclusiones y recomendaciones	45
Conclusiones.....	45
Recomendaciones.....	46
Bibliografía	47

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Presupuesto de sistema de frenado con tambor</i>	43
--	----

Índice de figuras

Figura 1 <i>Freno de Tambor</i>	20
Figura 2 <i>Componentes del freno de tambor</i>	22
Figura 3 <i>Zapatas</i>	23
Figura 4 <i>Tambor de freno</i>	23
Figura 5 <i>Cilindro hidráulico o bombín</i>	24
Figura 6 <i>Plato de freno de tambor</i>	24
Figura 7 <i>Resortes recuperadores de freno de tambor</i>	25
Figura 8 <i>Palanca ajustadora de freno de tambor</i>	25
Figura 9 <i>Freno de tambor simplex</i>	26
Figura 10 <i>Freno de tambor simplex</i>	27
Figura 11 <i>Freno de tambor duplex</i>	28
Figura 12 <i>Freno de tambor twinplex</i>	28
Figura 13 <i>Freno de tambor duo-servo</i>	29
Figura 14 <i>Cuadro de mantenimiento de frenos de tambor</i>	30
Figura 15 <i>Flujo grama de instalación de frenos de tambor en la estructura</i>	32
Figura 16 <i>Retiro e inspección del tambor de freno</i>	33
Figura 17 <i>Comprobación de condiciones</i>	34
Figura 18 <i>Comprobación de los pistones de los cilindros</i>	35
Figura 19 <i>Inspección del funcionamiento del sistema</i>	36

Figura 20 <i>Limpieza del sistema</i>	36
Figura 21 <i>Instalación del sistema de freno a tambor</i>	37
Figura 22 <i>Lubricación de puntos de contacto</i>	37
Figura 23 <i>Regulación inicial del sistema</i>	38
Figura 24 <i>Localización del purgador</i>	39
Figura 25 <i>Manguera para purgar</i>	39
Figura 26 <i>Comprobación del pedal de freno</i>	40
Figura 27 <i>Relleno del sistema</i>	41
Figura 28 <i>Flujo grama de regulación de frenos de tambor y freno de mano</i>	42
Figura 29 <i>Estructura didáctica de entrenamiento</i>	44

Resumen

La presente monografía describe la implementación de un eje adicional para la adaptación de un sistema de frenos con tambor, 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 establece la importancia y el porqué es necesario la implementación de un eje adicional de un sistema de frenos con tambor adaptado con los sistemas de dirección, suspensión y frenos de disco. Detallando en los antecedentes, planteamiento del problema, justificación, objetivos y alcance. El segundo capítulo comprende el marco teórico, detallando a profundidad los conceptos y funcionamiento de los frenos de tambor como sus componentes que son: Zapatas, tambor, cilindro hidráulico, plato, resortes y palanca ajustadora. Así también se describe los tipos de frenos de tambor como el dúplex, twinplex, duo-servo. Finalizando con las ventajas y desventajas de este sistema y su mantenimiento. Se detalla en el tercer capítulo la instalación de frenos de tambor, donde los principales procesos son el retiro e inspección del tambor de freno, comprobación de condiciones de los pistones de los cilindros e inspección del funcionamiento del sistema. Dentro del mantenimiento se describe la localización del purgador, manguera para purgar, comprobación del pedal de freno, relleno del sistema, prueba de frenos. Se finaliza el capítulo con el detalle de la cantidad y costo unitario de los componentes del sistema de frenado con tambor. En las conclusiones y recomendaciones se establece el buen uso y mantenimiento del sistema de frenado con tambor para alargar la vida útil del mismo, así como el aprendizaje de la nueva generación de tecnólogos en mecánica automotriz.

Palabras clave:

- **MECÁNICA DE PATIO**
- **SISTEMA DE FRENOS CON TAMBOR**
- **RECURSO EDUCATIVO**

Abstract

The present monograph describes the implementation of an additional axis for the adaptation of a brake system with drum, for the didactic structure of playground mechanics training, in the Higher Technology degree in Automotive Mechanics from the University of the Armed Forces ESPE-L". It consists of four chapters.

The first chapter establishes the importance and why it is necessary to implement an additional axle of a brake system with a drum adapted to the steering, suspension and disc brakes systems. Detailing the background, approach to the problem, rationale, objectives and scope. The second chapter comprises the theoretical framework, detailing in depth the concepts and operation of drum brakes as their components that are: Shoes, drum, hydraulic cylinder, plate, springs and adjuster lever. This also describes the types of drum brakes such as duplex, twinplex, duo-servo. Ending with the advantages and disadvantages of this system and its maintenance. Detailed in the third chapter is the installation of drum brakes, where the main processes are the removal and inspection of the brake drum, checking the condition of cylinder pistons and inspection of the system operation. Within the maintenance is described the location of the purger, hose to purge, check the brake pedal, system filler, brake test. The chapter is finished with the detail of the quantity and unit cost of the components of the drum braking system. The conclusions and recommendations establish the proper use and maintenance of the drum braking system to extend its useful life as well as the learning of the new generation of technologists in automotive mechanics.

Keywords:

- **MECHANICS OF THE SHIPYARD**
- **BRAKE SYSTEM WITH DRUM**
- **EDUCATIONAL RESOURCE**

Capítulo I

1. Planteamiento del problema de investigación

“Implementación de un eje adicional para la adaptación de un sistema de frenos con tambor, 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

Dentro de los últimos años se ha visto un incremento en el parque automotor del Ecuador, teniendo un total de 2.7 millones de automóviles para septiembre de 2021 según la Asociación de empresas automotrices del Ecuador (AEADE, 2021). Por lo que es necesario contar con buenos profesionales, con conocimientos sólidos tanto teóricos como prácticos, con el fin de satisfacer la demanda actual en servicios automotrices.

El sistema de frenos de tambor ha sido el pionero en ser utilizado en el mundo automotriz, además de seguir siendo empleado en los automóviles en sus ruedas traseras. Dentro del análisis realizado por Carrasco, E. (2019), compara los frenos de disco y de tambor, describiendo las funciones y componentes de cada uno. Menciona también que los frenos de tambor suscitan un desgaste muy rápido en las zapatas, por consecuencia un constante mantenimiento de estos.

Astudillo, O. & Loayza, A. (2013) menciona la importancia del estudio de otros componentes que pueden afectar al freno de tambor, como la pérdida de fluido. Esto puede afectar o anular el accionar de los frenos, estos puntos son importantes y de vital conocimiento dentro de la carrera de mecánica automotriz. El propósito es que el profesional pueda dar un oportuno mantenimiento, tanto correctivo como preventivo a los clientes, ya que cuenta con un dominio de los sistemas automotrices.

1.2. Planteamiento del problema

En un mundo de constantes cambios y competitivo, es importante ser un buen profesional, capaz de dar soluciones y servicios automotrices eficientes y eficaces. Por tal razón es que la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L, ha visto la necesidad de realizar la construcción e implementación de una estructura de entrenamiento de los sistemas de dirección, suspensión y frenos de un vehículo automotor tipo sedán. Esto beneficiará a los nuevos estudiantes, optimizando el tiempo de aprendizaje.

El presente proyecto de implementación de un eje adicional para la adaptación de un sistema de frenos con tambor, 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, tiene como propósito el dar a conocer una amplia base teórica. Abarcará componentes, funcionamiento, cálculos de frenos, características, ventajas y desventajas, con la que se puedan apoyar docentes y estudiantes.

En el año 2020, en el Ecuador la siniestralidad por falla mecánica en los sistemas y/o neumáticos (sistema de frenos, dirección, electrónico o mecánico) y daños mecánicos previsible, suman 162, según las estadísticas de siniestros de la Agencia Nacional de Tránsito (2020). Es por esto que es necesario como profesionales dar un buen servicio automotriz, así se genera confianza y conciencia a los clientes para que puedan realizar su mantenimiento automotriz de forma continua al sistema de frenos.

Parte de generar confianza a los clientes sobre el sistema de frenos, es hablarle de la eficacia del frenado. La oportuna y amplia experiencia práctica de los estudiantes al

momento de realizar sus estudios ayudará a tener una buena seguridad en el desempeño laboral.

1.3. Justificación

El sistema de frenado dentro de la formación académica es muy importante. Ya que de este depende la totalidad o parcial detención de un vehículo y por consecuencia la integridad de sus pasajeros. Por tal razón los estudiantes deben tener un amplio dominio sobre el tema. Además de que la competitividad laboral en el Ecuador es grande, por lo que es fundamental como carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE-L, dar al país profesionales de alta seguridad en su campo. De esta forma los estudiantes puedan ser apetecible en las empresas de servicios automotrices.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Implementar un eje adicional para la adaptación de un sistema de frenos con tambor, 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 tambor, para afianzar el conocimiento sobre definición, características, componentes necesarios, función del mecanismo y estructura. Fortaleciendo los resultados de aprendizaje de la asignatura de mecánica de patio.

- Aplicar los componentes de la estructura de frenado con tambor, para la parte trasera de un vehículo sedan. Con la finalidad de integrar el sistema a la estructura de entrenamiento de mecánica de patio.
- Adaptar el sistema de frenado con tambor, planificando dimensiones, materiales y estructuras a utilizar. Para integrar en conjunto con el sistema de suspensión y dirección en la estructura de entrenamiento de mecánica de patio.
- Comprobar el funcionamiento del sistema de frenado con tambor, junto a los sistemas de dirección y suspensión. Verificando la uniformidad de la estructura de entrenamiento de mecánica de patio.

1.5. Alcance

La presente monografía tiene como enfoque principal la implementación de un eje adicional en la estructura para la adaptación de un sistema de frenos con tambor. Para esto se integrará todos los componentes necesarios del sistema de frenado. Buscando siempre la armonía en la construcción e implementación de la estructura de entrenamiento de los sistemas de dirección y suspensión de un vehículo automotor tipo sedán.

La finalidad es elaborar material teórico, didáctico y práctico para optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Universidad Fuerzas Armadas ESPE-L. Esto favorecerá de gran manera a los futuros estudiantes y docentes en la impartición de sus clases. Se generará a la vez confianza y experiencia en los alumnos para enfrentarse al mundo laboral, así también se beneficia la universidad ya que sus titulados son deseables por su vasto conocimiento y experticia al momento de laborar.

Capítulo II

2. Marco teórico

2.1. Frenos de tambor

Estrada (2020), menciona que el freno de tambor es muy utilizado en casi todo tipo de máquinas y los automóviles no son una excepción. Tiene una gran superficie de fricción, por lo que requiere menos fuerza de frenado que los frenos de disco, pero la capacidad de disipar el calor generado al frenar es menor.

Figura 1

Freno de Tambor



Nota. En la figura 1 se observa el freno de tambor real. Tomado de Estrada (2020)

Estrada (2020), menciona que el freno de tambor frena mediante la fricción que se produce entre dos componentes: la zapata y el tambor. Esta función se crea por extensión de la función anterior activando el cilindro hidráulico.

Para su funcionamiento se necesita un dispositivo de control, ya sea mecánico, hidráulico o neumático, que ejerza fuerza sobre las zapatas y los mueva para que estén en contacto con la pared interior del tambor. Después de este proceso y cuando el

mecanismo de control deje de funcionar, las zapatas volverán a su posición original gracias a los resortes de retroceso (Estrada, E. 2020).

Tienen tres elementos constituyentes:

- Superficies de fricción.
- Medio de transmisión del par de torsión desde las superficies.
- Mecanismo de accionamiento.

2.2. Funcionamiento

El principio de funcionamiento de este tipo de freno es bastante sencillo. Las zapatas de freno ejercen presión en el interior del tambor para evitar el movimiento debido a la fricción. No es más que la conversión de energía cinética en calor.

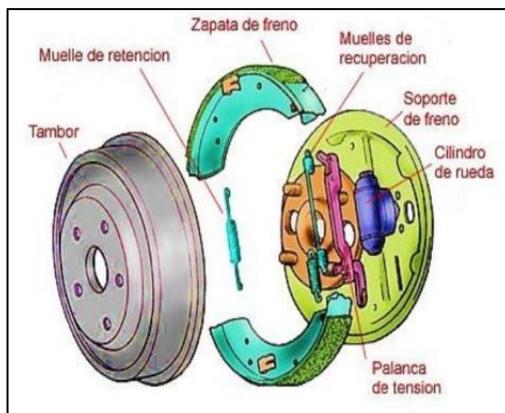
Astudillo & Loayza (2013), menciona que sus componentes funcionan de la siguiente forma: cuando se pisa el pedal del freno, el sistema hidráulico transfiere líquido de frenos a los cilindros, gracias a los cuales los pistones presionan las piezas contra el tambor. Cuando se deja de pisar el pedal, los resortes de rebote separan la zapata del tambor.

2.3. Componentes

Los elementos básicos de un freno de tambor son las zapatas, tambor, cilindro hidráulico, resortes y palanca de ajuste.

Figura 2

Componentes del freno de tambor



Nota. En la figura 2 se observa los componentes del freno de tambor. Tomado de Estrada (2020).

En términos de desgaste, los frenos de tambor no se desgastan tanto como los frenos de disco. Este hecho puede verse muy influido por el hecho de que esté situado en el eje trasero, ya que el coche no tiende tanto a los frenos como a los delanteros. (Astudillo Ortiz & Loayza Añazco, 2013).

2.3.1. Zapatas

Son los componentes de fricción en estos frenos. Son metálicas y se fijan en forma de medialuna y se cubren con pernos de alambre de cobre. Por lo que están envueltas por el tambor el cambio de zapatas es algo más complejo. Hay que retirar el tambor para acceder. Luego hay que retirar todos los remaches que la mantienen fija (Ayala, 2018).

Figura 3*Zapatas*

Nota. En la figura 3 se observa las zapatas reales. Tomado de Estrada (2020).

2.3.2. Tambor

Esta es la parte que rodea todo el sistema de frenos y recibe presión de las zapatas de freno. Por este motivo, se fijan al cubo de la rueda para girar, mientras que los espaciadores y el resto de los componentes se conectan al plato fijo, que se atornilla al eje principal. (Carrasco Tineo, 2019)

Figura 4*Tambor de freno*

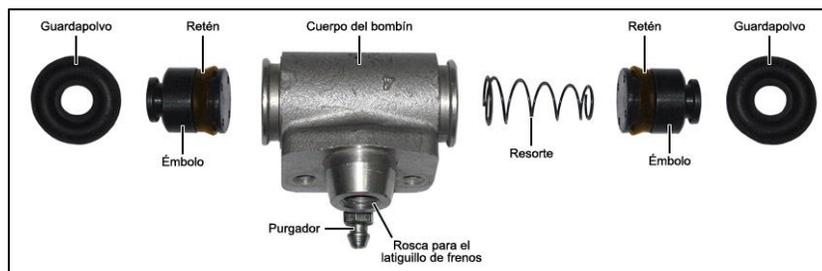
Nota. En la figura 4 se observa un tambor de freno. Tomado de Estrada (2020).

2.3.3. Cilindro hidráulico o bombín

Son partes llenas de líquido de frenos y esta presión empuja los pistones hacia afuera y las zapatas hacia el cilindro. Suelen tener dos émbolos, uno a cada lado, para empujar las dos zapatas. (Astudillo Ortiz & Loayza Añazco, 2013).

Figura 5

Cilindro hidráulico o bombín



Nota. En la figura 5 se observa un bombín de freno de tambor. Tomado de Estrada (2020).

2.3.4. Plato

Es el elemento donde se fijan los componentes internos del freno de tambor: los bombines, los resortes, la palanca ajustadora y las zapatas. (Astudillo Ortiz & Loayza Añazco, 2013).

Figura 6

Plato de freno de tambor



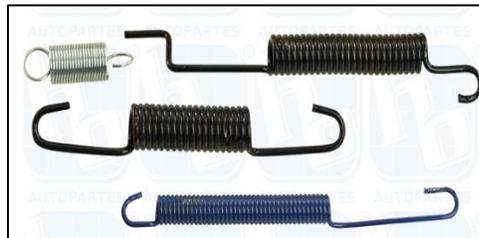
Nota. En la figura 6 se observa el plato de freno de tambor. Tomado de Astudillo & Loayza (2018).

2.3.5. Resortes recuperadores

Estos son los resortes encargados de devolver la zapata a su posición original cuando no se están aplicando los frenos. Deben ser lo suficientemente fuertes para hacer su trabajo, pero no demasiado fuertes para impedir el frenado.

Figura 7

Resortes recuperadores de freno de tambor



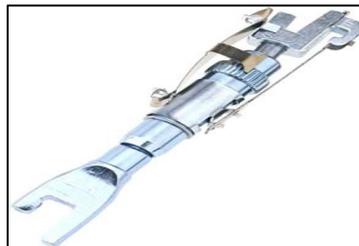
Nota. En la figura 7 se observa resortes recuperadores de freno de tambor. Tomado de Estrada (2020).

2.3.6. Palanca ajustadora

Es responsable de ajustar la distancia de las zapatas al tambor cuando el revestimiento está desgastado. De esta forma, no tendrán que viajar más lejos para alcanzar el tambor. (Estrada, 2020)

Figura 8

Palanca ajustadora de freno de tambor



Nota. En la figura 8 se observa una palanca ajustadora de freno de tambor. Tomado de Estrada (2020).

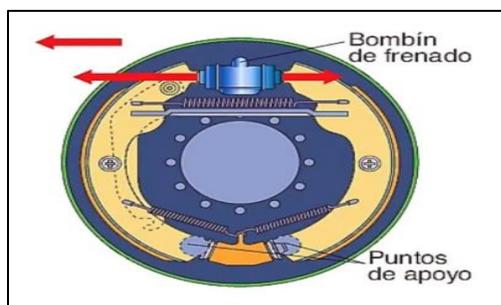
2.4. Tipos de freno de tambor

2.4.1. Simplex

Es el sistema de freno de tambor más simple. Solo tiene un responsable que es el bombín que ajusta la zapata al tambor. Por lo general se encuentra en la parte superior, mientras que se apoyan en la parte inferior sobre el pilar. Este sistema tiene un inconveniente que otros tipos de frenos de tambor han intentado superar. Dado que las zapatas solo están en contacto con el tambor en la parte superior de ellas, el frenado no es muy efectivo. Además, la zapata en la dirección del movimiento puede presionar con fuerza (la zapata principal), mientras que la zapata del lado opuesto apenas puede realizar su función (la zapata secundaria). (Colado, 2021)

Figura 9

Freno de tambor simplex



Nota. En la figura 9 se observa el freno de tambor tipo simplex. Tomado de (Colado, 2021)

a. Funcionamiento simplex

El tipo de freno por tambor tipo simplex, será el utilizado dentro de la estructura de entrenamiento de los sistemas de dirección, suspensión y frenos de un vehículo automotor tipo sedán, por lo que se detalla a continuación su funcionamiento de acuerdo a Ferrer (2021), su acción es bastante sencilla, ya que durante el frenado, una

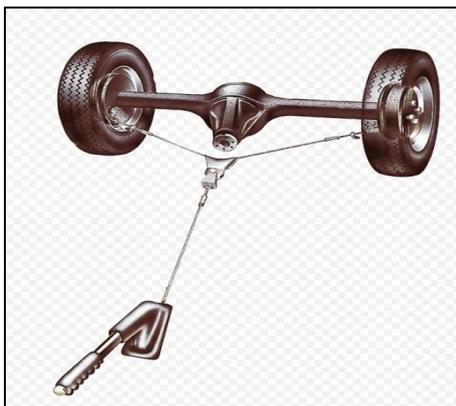
de las denominadas zapatas principales se apoya sobre el tambor en sentido contrario al mismo, creando una fuerte presión sobre el tambor. La zapata secundaria tiende a ser empujada debido a la rotación del tambor, por lo que la presión de frenado es menor.

b. Funcionamiento del freno de mano

Se incluye una palanca en la zapata de freno para sujetar el freno de mano o el freno de estacionamiento. Cuando se usa el freno de mano, esta palanca hace que las mordazas se abran hacia afuera y ejerzan presión sobre el tambor, lo que hace que la rueda se bloquee.

Figura 10

Freno de tambor simplex

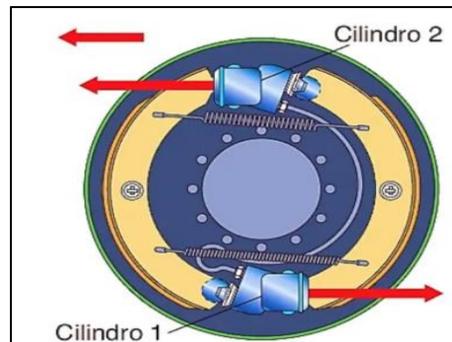


Nota. En la figura 10 se observa el accionar del freno de mano sobre el freno de tambor.

Tomado de (Colado, 2021)

2.4.2. Duplex

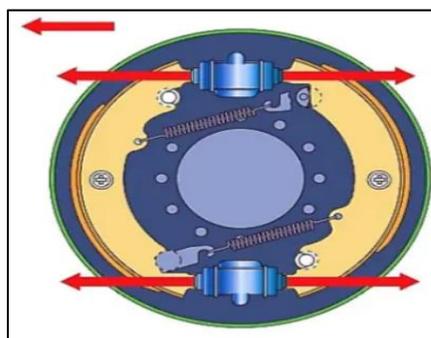
El sistema Duplex tiene dos cilindros para agarrar las zapatas en la parte superior e inferior. Lo que permite una mayor área de contacto para las zapatas y ambas aplican la misma fuerza de frenado. Por lo tanto en este sistema, ambas zapatas son primarias. La desventaja es que el aumento de la fricción hace que los frenos de tambor se calienten más (Colado, 2021).

Figura 11*Freno de tambor duplex*

Nota. En la figura 11 se observa el freno de tambor tipo duplex. Tomado de (Colado, 2021)

2.4.3. Twinplex

Las zapatas están sujetas de forma flotante, por lo que su posición se mueve para que toda su superficie toque el tambor. Con este sistema las dos zapatas son primarias en un sentido de marcha y secundarias en el otro (Colado, 2021).

Figura 12*Freno de tambor twinplex*

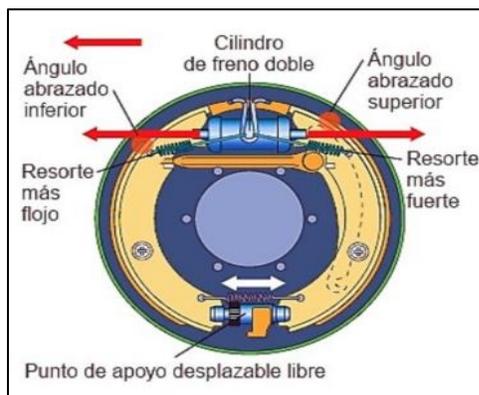
Nota. En la figura 12 se observa el freno de tambor tipo twinplex. Tomado de (Colado, 2021)

2.4.4. Duo-servo

Es un freno de tambor muy similar a un freno doble, pero las zapatas se mueven en un tambor en la parte superior y repelen un eslabón de transmisión en el otro. Este sistema le brinda una gran potencia de frenado (Colado, 2021).

Figura 13

Freno de tambor duo-servo



Nota. En la figura 13 se observa el freno de tambor tipo duo-servo. Tomado de (Colado, 2021)

2.5. Ventajas y desventajas

Entre las ventajas Colado, N. (2021) menciona que es menos costoso de fabricar y mantener porque está recubierto para que los elementos que los dañen no puedan entrar.

El nivel de ruido es inferior ya que existe una menor presión en las zapatas, Además existe una mayor superficie de fricción de las zapatas a diferencia de las pastillas de los frenos de disco. A diferencia de los de frenos de disco por ejemplo, que se puede insertar algún elemento entre el disco y la pastilla, que al frenar daña los dos componentes.

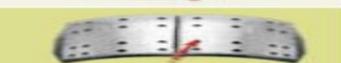
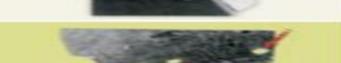
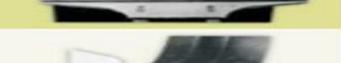
A si mismo Allen, J. (2017) indica las desventajas que se puede encontrar es que son menos resistentes a la fatiga, que a altas temperaturas fallan por sobrecalentamiento. El mantenimiento es más complicado que cambiar el del freno de disco.

2.6. Mantenimiento

El mantenimiento de los frenos de tambor es muy limitado porque se desgasta menos que los frenos de disco. Especialmente si están en el eje trasero, ya que soporta del 25 al 30 por ciento de la fuerza de frenado. Además, las zapatas tienen una superficie de contacto más grande, por lo que se desgasta a largo plazo (Carrasco Tineo, 2019).

Figura 14

Cuadro de mantenimiento de frenos de tambor

	PROBLEMAS	CAUSAS	SOLUCIONES
	Desgaste desigual	Tambor cónico u ovalizado	Rectificar o sustituir el tambor
	Falta de Refrigeración	Uso intenso del freno	Usar en conjunto freno motor y reducir marchas
	Cinta envidriada cristalizada	Poca presión de aire, ajustado con presión debajo de la especificación, tambor liso	Verificar presión de aire del vehículo. Sustituir ajustador. Rectificar o sustituir tambor
	Desgaste excesivo de las cintas inferiores	Resortes de retorno sin elasticidad	Sustituir resortes de retorno
	Forro levantado por encima del orificio del remache	Demasiada presión de remaches	Regular máquina de remachar entre 130 y 140 lbs.
	Deformación en la pista del patín	Remachado incorrecto	Remachar el forro siempre del medio hacia las puntas
	Patín con orificios ovalados	Mal remachado / patín muy desgastado	Sustituir patín
	Bordes del patín arrugados	Patines pegados al piso cuando el cambio de cintas de freno	Sustituir patín
	Cintas con ranuras	Tambor con surcos	Rectificar o sustituir el tambor
	Orificio sin protección ovalado	Clavos de anclaje desgastados	Sustituir clavos de anclaje

Nota. En la ilustración 14 se detalla los problemas, causas y soluciones del freno de tambor. Tomado de (Colado, 2021)

El elemento más común en sustituir es el cilindro hidráulico. Se pierde el líquido de frenos que cuando ingresa al sistema puede mojar la zapata de freno y afectar la eficiencia de frenado. En cuanto a los propios tambores, son los mismos que los discos de freno. Deben cambiarse con frecuencia para que puedan prolongar la vida útil del automóvil. A veces se pueden afilar para que las zapatas nuevas se ajusten perfectamente.

Capítulo III

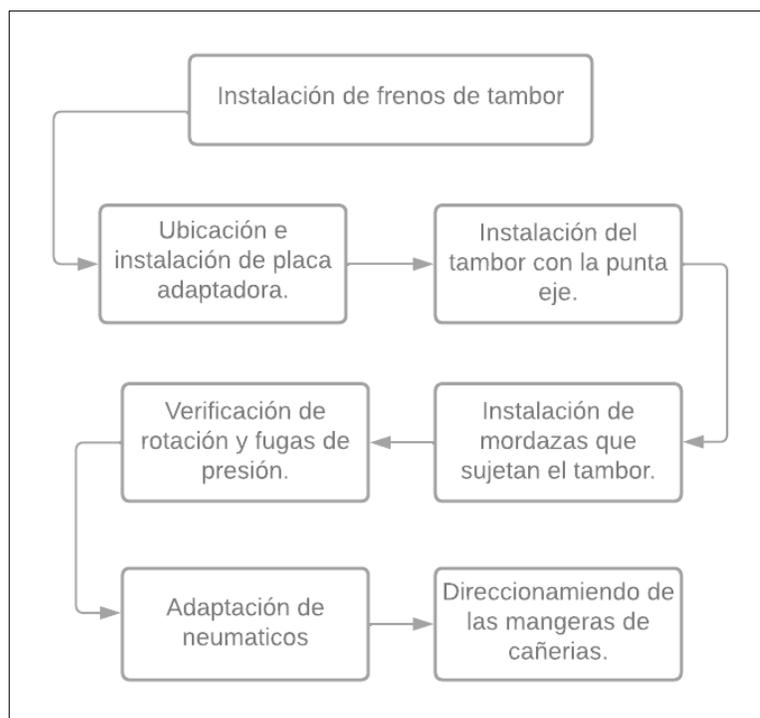
3. Adaptación del sistema de frenos de tambor en la estructura

3.1. Instalación de frenos de tambor en la estructura

Para el presente proyecto de implementación de un eje adicional para la adaptación de un sistema de frenos con tambor, en 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 realizó los siguientes procesos detallados en el flujo grama.

Figura 15

Flujo grama de instalación de frenos de tambor en la estructura



Nota. Flujo grama de procesos de instalación de frenos de tambor

Para garantizar el óptimo funcionamiento del sistema de frenos con tambor, se ha realizado procesos adicionales de inspección, comprobación de condiciones, comprobación de los elementos que componen el sistema.

3.1.1. Inspección del tambor de freno

Levantar la parte trasera de la estructura colocar los largueros del bastidor en un soporte. La mayoría de los vehículos se levantan de esta manera, montados en el bastidor, no en los componentes de la suspensión. Retirar e inspeccionar el tambor de freno, comprobando la medida límite de desgaste con una herramienta específica. Se comprueba también el desgaste irregular, si se encuentra ovalado, con grietas profundas o deformidades y abolladuras.

Figura 16

Retiro e inspección del tambor de freno



Nota. En la imagen se observa cómo se inspecciona el desgaste y mide el tambor.

Se recomienda no aplicar cintas o zapatas de freno nuevas sobre la pista de frenado del tambor, si la superficie de esta presentara irregularidades. Esto perjudicará

la eficiencia del frenado. Por lo que se debe primero reemplazar o rectificar los tambores si la medida del límite de desgaste lo permite.

El límite máximo de consumo determina cuánto material se puede eliminar de la superficie del tambor antes de que ocurra la falla. Cualquier depresión cuya profundidad supere los 2 mm y cuyo ancho supere los 0,8 mm es el límite máximo de consumo. Si el tambor remanufacturado excede este diámetro, se debe reemplazar todo el tambor para garantizar un frenado adecuado.

3.1.2. Comprobación de condiciones

Se comprueba las condiciones de las cintas de freno teniendo en cuenta el desgaste, grietas, cristalización, suciedad por grasa y/o líquido de freno. Verifique también que las zapatas no estén alabeadas, deformadas u oxidadas.

Figura 17

Comprobación de condiciones



Nota. Se observa las condiciones en la que se encuentra los elementos del freno de tambor.

Las cintas de freno deben reemplazarse cada 60.000 km o cada dos cambios de pastillas. El uso por un período mayor compromete la capacidad de frenado por pérdida de coeficiente de fricción.

3.1.3. Comprobación de los pistones de los cilindros

Se comprueba que pistones de los cilindros de rueda no presentan fugas o atascamiento y que la válvula de purga o sangrado no esté rota u obstruida. También se verifica si se encuentra correctamente emplazado de acuerdo a la medida del diámetro de los pistones. En caso contrario esto comprometerá totalmente la seguridad de frenado. Siempre que reemplace los cilindros de rueda se debe tener en cuenta la medida recomendada para el sistema de frenos del vehículo en el que se están realizando las tareas de mantenimiento.

Figura 18

Comprobación de los pistones de los cilindros



Nota. Comprobación de los pistones de los cilindros.

3.1.4. Inspección del funcionamiento del sistema

Todos los sistemas de freno a tambor están equipados con un mecanismo de regulación manual/automático. Es fundamental la inspección del funcionamiento de estos sistemas, los resortes de retracción de las zapatas deben tener buena presión y estar libres de óxido. Se verifica el accionamiento del freno de estacionamiento, los flexibles y las tuberías. La limpieza del sistema debe hacerse sólo con agua y detergente neutro. Nunca utilice productos derivados del petróleo.

Figura 19

Inspección del funcionamiento del sistema



Nota. Se inspecciona los elementos del sistema de frenado con tambor.

Figura 20

Limpieza del sistema



Nota. Se realiza limpieza a los elementos del sistema de frenado.

Se instala el sistema de freno a tambor siempre en el orden inverso al desmontaje, existen diferentes sistemas de freno a tambor, por eso nunca desmonte ambos lados al mismo tiempo para no perder el esquema de montaje y dar lugar a dificultades durante el mismo.

Figura 21

Instalación del sistema de freno a tambor



Nota. Instalación de los sistemas de freno de tambor.

Lubrique los puntos de contacto entre la zapata y el tambor para evitar ruidos; nunca utilice grasa común o para rodamiento.

Figura 22

Lubricación de puntos de contacto



Nota. Se realiza la correspondiente lubricación en los puntos de contacto.

La regulación inicial del sistema, posterior al montaje, se debe hacer a partir del conjunto de regulación del sistema y no del cable de freno. Al regularlo de forma correcta, se regula la carrera (altura) de la palanca de freno de estacionamiento.

Figura 23

Regulación inicial del sistema



Nota. Se observa la instalación del neumático posterior como parte de la regulación inicial del sistema.

3.2. Mantenimiento del sistema de frenos

3.2.1. Localizar el purgador

Verificar detrás del sistema de frenos el tornillo y manguera que sirven para realizar la purga del líquido de frenos. Es importante recalcar que el líquido para frenos puede ser corrosivo.

Figura 24

Localización del purgador



Nota. Se observa las mangueras para proceder con la purga de líquido de frenos.

3.2.2. Manguera para purgar

Se coloca una manguera flexible sobre el tornillo de purgase insertar al otro extremo un recipiente que receptara el líquido de frenos saliente. Se vuelve a rellenar el depósito con líquido de frenos.

Figura 25

Manguera para purgar



Nota. Proceso de purga de líquido de frenos.

3.2.3. *Comprobación del pedal de freno*

Es momento de pedir que alguien te ayude a presionar el freno. Después de bombear el pedal del freno algunas veces, debe mantenerlo presionado.

Figura 26

Comprobación del pedal de freno



Nota. Comprobación de pedal de freno.

3.2.4. *Relleno del sistema*

El tipo de líquido de freno que, a usar en el sistema de frenos con tambor, para la estructura de entrenamiento es DOT 3 que es utilizado en frenos de disco, tambor y ABS, es de glicol. Debe alcanzar un punto de ebullición mínimo de 205°C, que es el más habitual.

Una vez que has completado la purga en la primera estación, deberás rellenar con líquido de frenos todo el sistema de frenos.

Figura 27*Relleno del sistema*

Nota. Verificación del relleno del líquido de frenos.

3.3. Diagnóstico de frenos de tambor

Con años de uso y sin lubricación, las placas de soporte pueden desgastarse. El desgaste puede causar grietas, adherencia de las zapatas de freno y desgaste desigual.

Verificar los frenos desgastados que pueden causar traqueteos. Esto reducirá el frenado trasero y a menudo, provocará problemas con los frenos delanteros. Las placas desgastadas a menudo necesitan ser reemplazadas.

Una de las partes más importantes de un freno de tambor es la leva del freno. Esta pieza de metal en forma de S está unida al extremo del árbol de levas y mantiene un contacto constante con la rueda dentada montada en ambas zapatas de freno. Cuando se suelta el freno, el árbol de levas gira de manera que la parte delgada de la leva está en contacto con los rodillos de la leva.

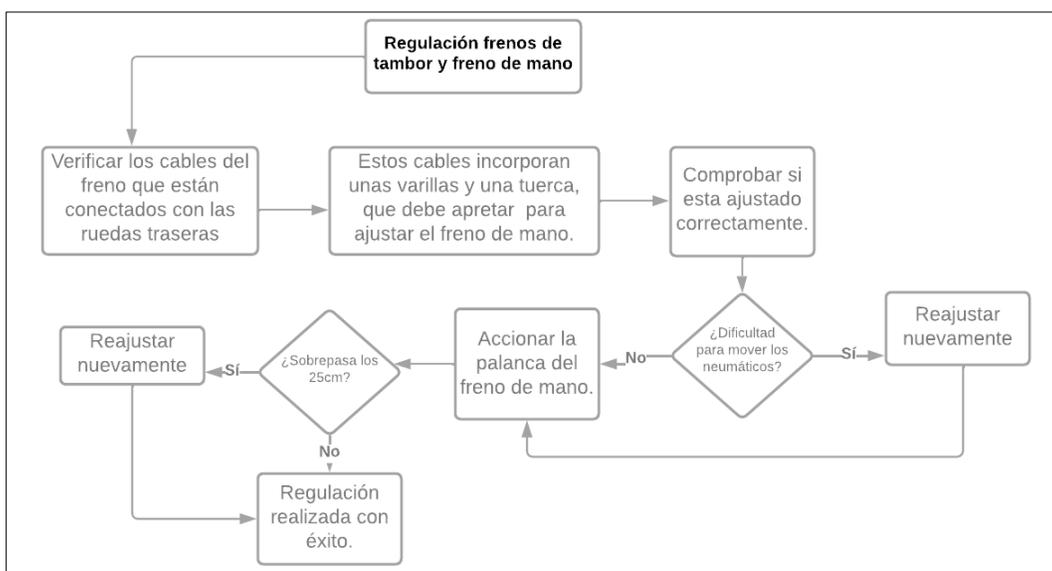
Cuando se pisa el pedal del freno, el árbol de levas gira de manera que hace contacto con el árbol de levas en la dirección ancha. Esto fuerza a los rodillos de leva hacia afuera, poniendo la zapata de freno en contacto con el tambor y provocando que se detenga la fricción necesaria.

3.4. Regulación de frenos de tambor y freno de mano

Para el presente proyecto de implementación de un eje adicional para la adaptación de un sistema de frenos con tambor, en 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 realizó los siguientes procesos detallados en el flujo grama para la regulación de frenos de tambor y freno de mano, los mismos que serán de mantenimiento.

Figura 28

Flujo grama de regulación de frenos de tambor y freno de mano



Nota. Flujo grama de procesos de regulación de frenos de tambor y freno de mano

3.4. Presupuesto para adaptación del sistema de frenos de tambor

El presupuesto para la implementación de un eje adicional para la adaptación de un sistema de frenos de tambor 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 1

Presupuesto de sistema de frenado con tambor

Cantidad	Concepto	Valor unitario	Valor total
2	Zapatas	\$ 20,00	\$ 40,00
2	Tambor	\$ 30,00	\$ 60,00
2	Cilindro	\$ 2,00	\$ 4,00
2	Manzanas	\$ 30,00	\$ 60,00
1	Cable de frenos de manos	\$ 12,00	\$ 12,00
1	kit de mangueras de cañerías	\$ 120,00	\$ 120,00
1	Líquido de frenos	\$ 4,00	\$ 4,00
1	Depósito de líquido de frenos	\$ 17,00	\$ 17,00
2	Neumáticos y aros R14	\$ 22,00	\$ 44,00
Total			\$ 361,00

Nota. Tabla de presupuestos con los valores de cada componente del sistema de freno con tambor para la estructura didáctica.

Figura 29

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 realizó la investigación sobre el sistema de frenado con tambor, para afianzar el conocimiento sobre definición, características, componentes necesarios, función del mecanismo y estructura. Fortaleciendo los resultados de aprendizaje de la asignatura de mecánica de patio.

Se instaló todos los componentes de la estructura de frenado con tambor, para la parte trasera de un vehículo sedan. Con la finalidad de integrar el sistema a la estructura de entrenamiento de mecánica de patio, entregando un material didáctico en óptimas condiciones.

Se adaptó el sistema de frenado con tambor, de acuerdo con lo planificado en dimensiones, materiales y estructuras a utilizar, integrando en conjunto con el sistema de suspensión y dirección en la estructura de entrenamiento de mecánica de patio.

Se comprobó la uniformidad en el funcionamiento del sistema de frenado con tambor, junto a los sistemas de dirección y suspensión, así como se llegó a cumplir con el presupuesto establecido para la instalación del sistema de frenado de tambor.

4.2. Recomendaciones

Verificación del desgaste de los elementos del sistema de frenos con tambor, puede darse al escuchar un chirrido y se detiene cuando frena, podría ser el sonido de la luz de desgaste de las zapatas de freno. Las zapatas son de acero, por lo que al entrar en contacto con el tambor, harán este sonido sin necesidad de utilizar los frenos. Esto significa que el lodo se desgasta y debe reemplazarse antes de que dañe la pista del tambor, lo que puede ser una solución costosa.

El mantenimiento regular del tambor de freno para evitar la oxidación es uno de los consejos más importantes, ya que para que el automóvil frene, el interior de la parte de fricción debe estar libre de rayones y grietas. Si es necesario reemplazar el tambor de freno, debemos reemplazarlo en ambas unidades de eje para evitar daños en el sistema de frenos.

También es importante controlar el nivel del líquido de frenos. Por ello, es muy conveniente sustituirlo cada dos años y utilizar siempre el líquido recomendado por el fabricante.

El freno de tambor trasero tiene una vida útil de 80 000 km, pero debe revisarse cada 30 000 km. Sin embargo, además de verificar el kilometraje, hay algunas señales de alerta que se debe tener en cuenta, como un recorrido más largo del pedal del freno, lo que podría indicar una fuga o espasmos de uno o ambos cilindros de la rueda, o incluso el mal funcionamiento del regulador automático; debido al desgaste del forro de la zapata y la fricción entre el metal y el rodillo, provocando ruido y falla del freno, o la trayectoria del freno está desalineada debido a un mal funcionamiento de uno de los frenos del eje.

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 toyota prius*. 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, G.& Loayza, 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, 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.