

**DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN BANCO  
DIDÁCTICO DEL SISTEMA DE FRENOS DE ESTACIONAMIENTO  
AUTOMÁTICO PARA LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA  
UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO SEDE NEIVA.**

**PRESENTADO POR:**

**JOSÉ ANDRÉS SUÁREZ CASTRO.  
Código: 20451016616.**

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
NEIVA  
2015**

**DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN BANCO  
DIDÁCTICO DEL SISTEMA DE FRENOS DE ESTACIONAMIENTO  
AUTOMÁTICO PARA LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA  
UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO SEDE NEIVA.**

**JOSÉ ANDRÉS SUÁREZ CASTRO.  
Código: 20451016616.**

**Proyecto de Grado presentado como requisito para optar el título de  
Ingeniero Mecánico**

**Director**

**LUIS ANTONIO GAVIRIA BEJARANO  
Ingeniero Mecánico.**

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA  
NEIVA  
2015**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

**Director de proyecto.**

---

**Jurado 1.**

---

**Jurado 2.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Expreso mis más sinceros agradecimientos a:

A los **INGENIEROS** de la universidad Antonio Nariño por su incondicional apoyo durante el desarrollo de mi carrera como profesional.

A mis padres **ISIDORO SUAREZ DÍAZ Y YASMIN CASTRO SANTOS**, quienes son el motor de mi vida junto a mis hermanos **INGRY ALEXANDRA SUAREZ Y JOSÉ ALEJANDRO SUAREZ**; me motivaron a empezar y terminar mi carrera profesional siendo una persona íntegra y responsable.

## **DEDICATORIA.**

A **DIOS** primeramente por darme la vida y ayudarme con este gran logro en mi vida; **MIS PADRES**, quienes me ayudaron a salir adelante pese a las dificultades que se presentaron durante la etapa de mi formación como profesional, a mis hermanos, abuelos, amigos que me acompañaron en toda la carrera profesional; a todos quienes confiaron en mí, hoy les doy gracias.

## Tabla de contenido

1. TÍTULO.....	9
2. RESUMEN .....	10
3. ABSTRACT.....	11
4. INTRODUCCIÓN.....	12
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
6. JUSTIFICACIÓN .....	14
7. OBJETIVOS.....	15
7.1 OBJETIVO GENERAL .....	15
7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
8. MARCO TEÓRICO .....	16
8.1 FRENOS DE ESTACIONAMIENTO .....	16
8.2 CIRCUITO DE FRENOS EN LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES.....	16
8.3 TIPOS DE FRENOS.....	18
8.4 ACCIONAMIENTO DE SISTEMAS DE FRENOS .....	19
8.5 BANCO DIDÁCTICO FUNCIONAL DEL SISTEMA DE FRENOS HIDRÁULICOS MIXTO DISCO-TAMBOR.....	20
8.6 ENTRENADOR DIDÁCTICO PARA EL ESTUDIO DEL SISTEMA DE FRENOS ABS.....	21
8.7 PROPUESTA DEL PROYECTO DE GRADO .....	22
8.8 FRENOS HIDRÁULICOS .....	23
8.9 FRENOS MIXTOS DE AIRE E HIDRÁULICO .....	23
8.10 FRENO DE AIRE COMPRIMIDO .....	24
9. LISTA DE ECUACIONES .....	25
10. DISEÑO METODOLÓGICO .....	28
10.1 FASE DE DISEÑO .....	28
10.2 FASE DE CONSTRUCCIÓN .....	29
10.3 FASE DE PUESTA EN MARCHA.....	29
11. ALCANCE DEL PROYECTO .....	30
12. CÁLCULOS DE RESISTENCIA SELECCIÓN DE MATERIALES .....	31
12.1 CÁLCULOS DE LA FUERZA DE ROZAMIENTO NECESARIA PARA EL FRENADO .....	31

12.2	FUERZA DE ROZAMIENTO REQUERIDA PARA FRENAR EL DISCO Y EL TAMBOR .....	32
12.3	PRESIÓN DE SISTEMA HIDRÁULICO DE PRESIÓN .....	32
12.4	CAUDAL DEL SISTEMA HIDRÁULICO .....	33
12.5	NUERO DE REYNOLDS .....	33
12.6	CÁLCULO POTENCIA DE LA BOMBA DE FRENOS .....	35
12.7	POTENCIA BOMBA DE FRENOS .....	36
12.8	CÁLCULOS DEL DIÁMETRO DEL EJE PRINCIPAL DE LOS FRENOS .....	37
13.	DISEÑO DEL BANCO DIDÁCTICO .....	40
14.	CONSTRUCCIÓN .....	44
15.	PUESTA EN MARCHA.....	48
16.	RECURSOS FÍSICOS.....	49
16.1	RECURSO HUMANOS.....	49
17.	PRESUPUESTO .....	50
18.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	52
19.	RESULTADOS .....	54
20.	CONCLUSIONES .....	55
21.	BIBLIOGRAFÍA.....	56
22.	WEBGRAFÍA.....	57
23.	ANEXOS .....	58
APÉNDICE 1.	COEFICIENTE DE ROZAMIENTOS DE EMBRAGUES Y FRENOS.....	58
APÉNDICE 2.	PROPIEDADES DEL LÍQUIDO DE FRENOS .....	59
APÉNDICE 3.	VISCOSIDAD CINEMÁTICA DEL LIQUIDO DE FRENOS.....	60
ANEXO 1.	MANUAL DE OPERACIÓN REQUERIDO .....	62
ANEXO 2.	MANUAL DE MANTENIMIENTO REQUERIDO .....	63
ANEXO 3.	PLANOS DEL BANCO DIDÁCTICO .....	71
ANEXO 4.	GUÍAS DIDÁCTICAS DE LABORATORIO.....	72
ANEXO 5.	PLANOS ELÉCTRICOS DEL BANCO DIDÁCTICO .....	78

## Lista de figuras

FIGURA 1. FRENO DE MANO .....	16
FIGURA 2. CIRCUITO DE FRENOS .....	17
FIGURA 3. BANCO DIDÁCTICO DE SISTEMAS DE FRENOS HIDRÁULICOS MIXTO DISCO-TAMBOR ....	21
FIGURA 4. ENTRENADOR DIDÁCTICO DEL SISTEMA DE FRENOS ABS .....	22
FIGURA 5. FRENO HIDRÁULICO .....	23
FIGURA 6. FRENO MIXTO .....	24
FIGURA 7. FRENO DE AIRE COMPRIMIDO .....	24
FIGURA 8. DISEÑO DEL BANCO DIDÁCTICO .....	40
FIGURA 9 VISTA FRONTAL DEL BANCO .....	41
FIGURA 10. VISTA LATERAL DERECHA DEL BANCO .....	42
FIGURA 11. VISTA SUPERIOR DEL BANCO .....	43
FIGURA 12. BOMBA DE FRENOS .....	44
FIGURA 13. BOMBA DE FRENOS Y ACTUADOR HIDRÁULICO .....	44
FIGURA 14. INSTALACIÓN BRAZO AXIAL DE FRENO DE TAMBOR Y DISCO .....	45
FIGURA 15. ESTRUCTURA PRINCIPAL DEL BANCO .....	45
FIGURA 16. INSTALACIÓN DE FRENOS .....	46
FIGURA 17. INSTALACIÓN MOTOR ELÉCTRICO .....	46
FIGURA 18. INSTALACIÓN SISTEMA DE POLEAS .....	47
FIGURA 19. PUESTA EN MARCHA BANCO DE SISTEMA DE FRENOS .....	48

## LISTA DE TABLAS

TABLA 1. TIPOS DE FRENOS DE FRICCIÓN EN LOS VEHÍCULOS .....	18
TABLA 2. ACCIONAMIENTO DE SISTEMAS DE FRENOS .....	19

## **1. TÍTULO**

**DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE UN BANCO  
DIDÁCTICO DEL SISTEMA DE FRENOS DE ESTACIONAMIENTO  
AUTOMÁTICO PARA LA FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA  
UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO SEDE NEIVA.**

## **2. RESUMEN.**

Con la implementación del banco didáctico del sistema de frenos de estacionamiento automático se podrá experimentar el funcionamiento del freno de tambor y disco, verificar el sistema hidráulico y analizar los aspectos para automatizar sistemas mecánicos para el uso en la industria.

El banco didáctico del sistema de frenos se puede realizar prácticas en diferentes materias del pensum de la facultad de ingeniería mecánica para la capacitación teórica-práctica de experimentos sobre la operación, mantenimiento y automatización de máquinas y aplicaciones en el sector automotriz.

### **3. ABSTRACT.**

With the implementation of the didactic bank of the automatic system of stop brakes it will be possible experience the functioning of the drum brake and disc, check the hydraulic system and analyze the aspects to automate mechanical systems for one in the industry.

The didactic bank of the system of brakes can realize practices in different matters of the pensum of the faculty of mechanical engineering for the theoretical - practical training of experiments on the operation, maintenance and automation of machines and applications in the self-propelling sector.

#### **4. INTRODUCCIÓN.**

En el sector automotriz, una parte fundamental de un vehículo es el freno de estacionamiento, debido a que se encarga de bloquear el vehículo cuando este no se encuentra en movimiento, evitando de esta manera que se movilice cuando ya no hay ocupantes dentro del automóvil.

Con el actual crecimiento tecnológico, se ha innovado en los accesorios de seguridad activa y pasiva de los automóviles, sobre todo en la gama media y alta, permitiendo así contar con mayores sistemas que proporcionan una excelente conducción del vehículo. Es por tal motivo que se ha implementado en los automotores, el sistema de freno de estacionamiento asistido eléctricamente y automático, garantizando que el vehículo se bloquee así al conductor se le olvide ajustar manualmente el bloqueo de frenos.

Por esta razón, se va a implementar un banco didáctico del sistema de frenos de estacionamiento automático en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Antonio Nariño, con el fin de capacitar a los alumnos sobre las nuevas tecnologías y ventajas que se han implementado en los vehículos, como lo es la seguridad activa y pasiva, para mejorar la conducción y seguridad del conductor y pasajeros.

## **5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Los frenos de estacionamiento son primordiales para garantizar el bloqueo del vehículo cuando éste se encuentra totalmente detenido en lugares planos o en pendientes.

La evolución de la tecnología y automatización de los sistemas mecánicos han garantizado y mejorado considerablemente la seguridad pasiva y activa de los vehículos, ya que al automatizar los componentes mecánicos ayuda a prevenir fallas mecánicas en el desarrollo del freno de estacionamiento.

Los frenos de estacionamiento con accionamiento regulable manual, han presentado fallas mecánicas o en algunas situaciones los conductores ignoran este elemento y no lo accionan, ocasionando que los vehículos se muevan y causen accidentes cuando se encuentran estacionados en pendientes o en terrenos inestables.

Motivo por el cual, se requiere implementar un banco didáctico del sistema de frenos de estacionamiento automático para que los estudiantes de ingeniería se capaciten sobre las nuevas tecnologías en cuanto a la seguridad pasiva y activa de los vehículos y el por qué solo se implementan en los automotores de gama media y alta.

## **6. JUSTIFICACIÓN.**

En la facultad de ingeniería mecánica de la Universidad Antonio Nariño sede Neiva, en asignaturas como mecánica del automóvil y mecánica del motor se ve la necesidad de contar con un sistema de frenos de estacionamiento automático para que los estudiantes puedan hacer sus prácticas de manera didáctica y así experimentar los procesos que suceden cuando se ejecuta una acción de frenado en sus diversas clases: freno de tambor, freno de disco y freno automático, por tal motivo es indispensable la implementación de este banco didáctico ya que actualmente la universidad no cuenta con este sistema.

## **7. OBJETIVOS**

### **7.1 OBJETIVO GENERAL:**

- Diseñar, construir y poner en marcha un banco didáctico de sistema de frenos de estacionamiento para la facultad de ingeniería mecánica en la Universidad Antonio Nariño.

### **7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Identificar la problemática para cual requerimos el banco didáctico del sistema de frenos de estacionamiento automático.
- Diseñar el banco didáctico del sistema de frenos de estacionamiento automático.
- Construir el banco didáctico del sistema de frenos de estacionamiento automático.
- Poner en funcionamiento el banco didáctico del sistema de frenos de estacionamiento automático.
- Crear un manual de operación y mantenimiento del banco didáctico del sistema de frenos de estacionamiento automático, con el fin de que todos los usuarios puedan operarlo.
- Realizar una serie de guías didácticas para la manipulación del banco de frenos de estacionamiento automático.

## 8. MARCO TEÓRICO.

### 8.1 FRENO DE ESTACIONAMIENTO.

El freno de estacionamiento debe soportar el vehículo detenido si está en un territorio plano o en pendiente y con ausencia del conductor, en los automóviles y vehículos industriales livianos el sistema de frenos de estacionamiento es similar al freno auxiliar y se le conoce como freno de mano<sup>1</sup>.

**Figura 1. Freno de mano.**



Fuente: ALLBIZ. Freno de mano: Recuperado el 15 Junio de 2015. Disponible en internet: [http://ciudad-buenos-aires.all.biz/freno-de-mano-g58489#.VdJ8Ubj\\_NBc](http://ciudad-buenos-aires.all.biz/freno-de-mano-g58489#.VdJ8Ubj_NBc)

### 8.2 CIRCUITOS DE FRENOS EN LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES.

En los vehículos automotores, hay dos sistemas de frenos independientes, el circuito principal de frenos y el circuito auxiliar, estos sistemas están reglamentados que deben instalarse en cada vehículo de producción.

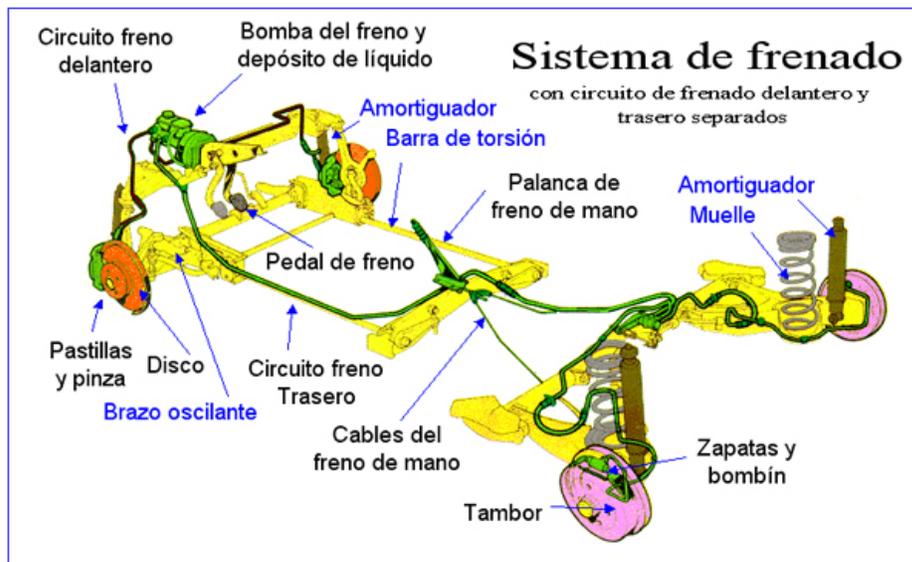
---

<sup>1</sup> Dominguez, Esteban & Ferrer, Julian. Sistemas de transmisión y frenado. El freno de estacionamiento. Recuperado el 15 Junio 2015. Disponible en internet: <https://books.google.es/books?id=JNn2AwAAQBAJ&pg=PA396&dq=frenos+de+estacionamiento&hl=es&sa=X&ved=0CC4Q6AEwAWoVChMIlvWboa6xxwIVyrleCh2bxACN#v=onepage&q=frenos%20de%20estacionamiento&f=false>

El circuito principal de frenado debe ser capaz de detener el vehículo cuando está siendo movilizado por el conductor y requiere frenar de forma uniforme o abrupta, ocasionando el paro inmediato del vehículo.

El circuito secundario está diseñado para bloquear el vehículo cuando el automóvil este detenido sin importar si el vehículo se encuentra en lo plano o en una pendiente<sup>2</sup>.

**Figura 2. Circuito de frenos.**



Fuente: Plataforma educativa aragonesa. Sistema de frenado. Recuperado el 20 de Junio de 2015. Disponible de internet: [http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4935/html/5\\_sistema\\_de\\_frenado.html](http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4935/html/5_sistema_de_frenado.html)

<sup>2</sup> Sumba, Xavier. Diseño y construcción de un freno de estacionamiento automatico para la implementación de un automóvil Mazda 323 HX3 del año 1999. Circuito de frenos. Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador. 2010. Pag. 28. Disponible en internet: file:///C:/Users/ANDRES%20PERDOMO/Downloads/UPS-CT001985.pdf

### 8.3 Tipos de frenos.

Dependiendo del tipo de frenado se componen por frenos de fricción que mediante las fuerzas de rodamientos detienen las ruedas del vehículo, lo cual transforma en calor la energía cinética al detener el automóvil.

**Tabla 1. Tipos de frenos de fricción en los vehículos.**

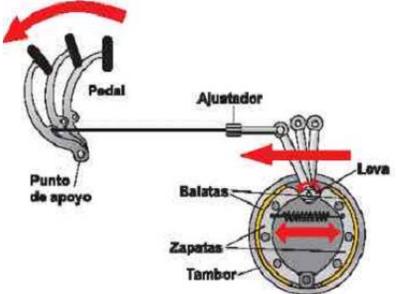
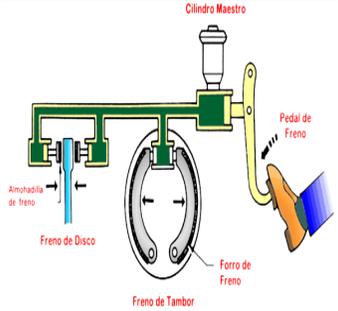
<p>Frenos de banda</p>	<p>Contiene una banda flexible que mediante un cilindro acciona y empuja la banda sobre un cilindro rígido giratorio, al momento del frenado se libera energía en calor.</p>	 <p>1 - Tambor 2 - Zapata o mordaza primaria 3 - Zapata o mordaza secundaria 4 - Dispositivo de retención lateral de las mordazas 5 - Soporte de articulación 6 - Bombín de doble pistón 7 - Muelles de retorno</p>
<p>Frenos de disco</p>	<p>Es un disco rígido o lobulado que mediante unas pastillas le aplica rozamiento para detener las ruedas de los vehículos.</p>	
<p>Frenos de tambor</p>	<p>El un tambor que va unido a un eje giratorio y en su interior hay unas zapatas o pastillas que mediante un accionamiento rozan y se genera calor para frenar el automóvil.</p>	
<p>Frenos de llantas</p>	<p>Se usa la llanta para frenar mediante el accionamiento de mordazas sobre los rines de la bicicleta, también se usa para producir energía eléctrica mediante dinamos.</p>	

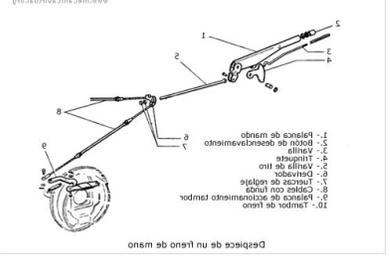
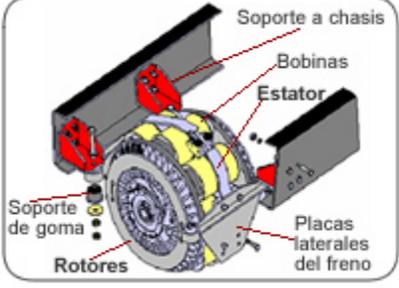
Fuente: <https://sites.google.com/site/sistemadefrenos29/home>

## 8.4 ACCIONAMIENTO DE SISTEMAS DE FRENOS.

En los vehículos se cuentan con 5 sistemas de accionamiento de los sistemas de frenos delanteros y traseros, dependiendo de la configuración del fabricante y tipo de automóvil.

**Tabla 2. Accionamiento de sistemas de frenos.**

<p>Frenos mecánicos</p>	<p>Los frenos mecánicos aplican la fuerza transmitida mecánicamente por palancas, poleas u otros mecanismos, es recomendado para bajas potencias y requiere ajustes frecuentes.</p>	
<p>Frenos neumáticos</p>	<p>El freno neumático se usa en vehículos pesados por su funcionalidad simple para detener vehículos pesados mediante la aplicación de aire comprimido para actuar unas válvulas y cilindros para activar las bandas o zapatas sobre el tambor.</p>	
<p>Frenos hidráulicos</p>	<p>Usa la fuerza y la incompresibilidad de un fluido para ejercer fuerza sobre los cilindros hidráulicos para impulsar la zapata, banda o pastillas sobre el disco o campana.</p>	

<p>Freno de estacionamiento</p>	<p>Es el sistema que inmoviliza el vehículo de forma manual o automática en ausencia del conductor y pasajeros.</p>	 <p>10 - Timón de freno 9 - Timón de accionamiento tambor 8 - Cables con bridas 7 - Timón de soporte 6 - Pistones 5 - Timón de freno 4 - Timón de freno 3 - Timón de freno 2 - Timón de freno 1 - Timón de freno</p>
<p>Frenos eléctricos</p>	<p>Usan la corriente eléctrica para frenar el vehículo mediante el las fuerzas magnéticas, también es usado para generar corriente en autos híbridos y eléctricos.</p>	

Fuente: Fuente: <https://sites.google.com/site/sistemadefrenos29/home>

### 8.5 BANCO DIDÁCTICO FUNCIONAL DEL SISTEMA DE FRENOS HIDRÁULICOS MIXTO DISCO - TAMBOR.

Es un banco didáctico de sistema de frenos mixtos usando la aplicación de la hidráulica para frenar las zapatas, bandas y pastillas en los tambores y discos<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Monero walther & Navas jose. Diseño y construcción de dos bancos didácticos funcionales del sistema hidráulico mixto disco tambor. Ecuador. 2012.

**Figura 3. Banco didáctico del sistema de frenos hidráulicos mixto disco-tambor.**



Fuente: Monero Walter & Navas José. Diseño y construcción de dos bancos didácticos funcionales del sistema hidráulico mixto disco tambor. Recuperado el 22 Junio 2015.

### **8.6 ENTRENADOR DIDÁCTICO PARA EL ESTUDIO DEL SISTEMA DE FRENOS ABS.**

El banco didáctico permite analizar el funcionamiento del sistema de frenos cuando se aplica el sistema antibloqueo de ruedas, el estudiante puede visualizar el flujo de líquido de freno, velocidad estimada del automóvil y la velocidad de cada rueda, permite determinar la presión del circuito hidráulico de frenado y además analiza el sistema de frenado convencional.

**Figura 4. Entrenador didáctico del sistema de frenos ABS.**



Fuente: Grupo MEDiatec. Entrenador didáctico para el estudio del sistema de frenado ABS. Recuperado el 26 Junio de 2015. Disponible en internet:

<http://www.grupo-mediatec.com/?q=node/104>

### **8.7 PROPUESTA DEL PROYECTO DE GRADO.**

El banco didáctico consiste en un sistema de frenos convencional al que se va implementar un sistema de frenos de estacionamiento automático, que mediante un circuito electrónico programado por medio de pic, nos permita bloquear las ruedas y no permita el movimiento cuando este activado la llave de encendido (forma automática de activación) o un botón (forma manual de activación o desactivación del sistema de freno de estacionamiento).

El proyecto servirá de gran ayuda para los alumnos porque tiene conceptos de automatización industrial y aplicaciones en el sector automotriz.

Clasificación según el tipo de accionamiento

### 8.8. FRENOS HIDRÁULICOS:

Gracias a la introducción de un mecanismo de servofreno se mejoró notablemente la fuerza de frenado que inicialmente se tenía, con el cual la aportación de la fuerza de vacío creada en el múltiple de admisión cuando cierra la mariposa del gas y se frena, genera una fuerza suplementaria que ayuda a mejorar la acción de frenado. Actualmente este es el sistema que se emplea en los automóviles. (Figura 5).

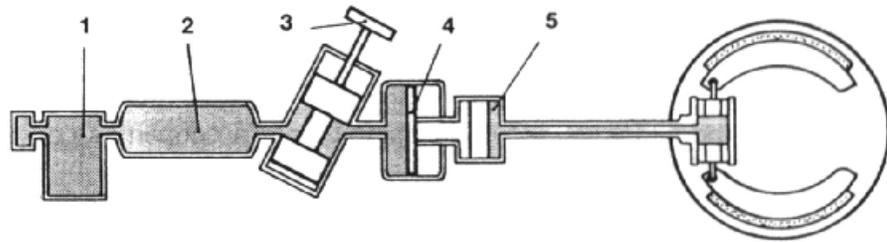
**Figura 5. Freno hidráulico**



Fuente: Freno hidráulico. Citado 25/10/2015. Disponible en internet: <http://www.unioviado.es/DCIF/IMecanica/Frenos/F.TAMBOR/teoria%20clasificacio n%20ACCIONAMIENTO.htm>

### 8.9. FRENOS MIXTOS DE AIRE E HIDRÁULICO:

Se caracteriza porque el accionamiento del servofreno no se realiza a través del vacío generado en el múltiple, sino mediante una corriente de aire comprimido que se establece desde un compresor (1) traspasándolo a un calderín. El pedal de freno (3) determina el paso del aire comprimido hacia el servofreno (4) y desde allí se empuja el líquido hidráulico de una bomba hidráulica (5) enviando esta presión sobre unos bombines de accionamiento de las mordazas o zapatas.

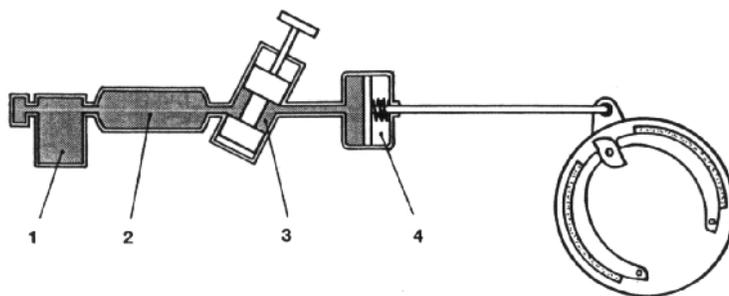


Fuente: Freno mixto. Citado 25/10/2015. Disponible en internet: <http://www.unioviedo.es/DCIF/IMecanica/Frenos/F.TAMBOR/teoria%20clasificacion%20ACCIONAMIENTO.htm>

### 8.10. FRENO DE AIRE COMPRIMIDO:

En este el aire es el responsable de obtener la fuerza completa de la acción de frenado. En la Figura 7, se representa como a partir de un compresor (1), el aire se acumula en un calderín (2) y su salida del calderín se regula mediante una válvula del pedal del freno (3), la que determina el paso del aire hacia el cilindro de mando (4) de los frenos y, con ello el accionamiento de las zapatas.

**Figura 7. Freno de aire comprimido**



Fuente: Freno de aire comprimido. Citado 25/10/2015. Disponible en internet: <http://www.unioviedo.es/DCIF/IMecanica/Frenos/F.TAMBOR/teoria%20clasificacion%20ACCIONAMIENTO.htm>

## 9. Lista de ecuaciones.

Las ecuaciones se citaron de los siguientes libros guías.

- Resistencia de materiales de Robert L. Mott<sup>4</sup>
- Diseño de elementos de máquinas, Robert L. Mott<sup>5</sup>
- Mecánica de fluidos Mott<sup>6</sup>,

Ecuación 1. Peso

$$W = mg$$

Ecuación 2. Sumatoria de fuerzas

$$\sum F = w + \mu Fr$$

Ecuación 3. Presión del sistema hidráulico.

$$P = \frac{F}{A}$$

Ecuación 4. Volumen bomba frenos

$$V = \frac{\pi \theta^2}{4} * C$$

---

<sup>4</sup> Mott, Robert. Resistencia de materiales. México. 2006. Cuarta edición.

<sup>5</sup> Mott, Robert. Diseño de elementos de máquinas México. 2006. Cuarta edición.

<sup>6</sup> Mott, Robert. Mecánica de fluidos. México. 2002. Cuarta edición.

Ecuación 5. Caudal

$$Q = \frac{V}{t}$$

Ecuación 6. Velocidad de flujo.

$$v = Q/A$$

Ecuación 7 Número de Reynolds.

$$N_R = \frac{v*d}{\vartheta}$$

Ecuación 8. Ecuación de Bernoulli.

$$\frac{p_2}{\gamma} + Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + h_A - h_L - h_r^0 = \frac{p_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

Ecuación 9. Potencia requerida de bombas.

$$P_A = h_a * \gamma * Q$$

Ecuación 10. Torque

$$P = T*n$$

Ecuación 11. Fuerza

$$F = \frac{T}{r}$$

Ecuación 12. Esfuerzo flector

$$\sigma = \frac{M \cdot C}{I}$$

Ecuación 13. Esfuerzo torsor

$$\tau = \frac{T \cdot C}{J}$$

Ecuación 14 Esfuerzos biaxiales

$$\sigma_1, \sigma_2 = \frac{\sigma}{2} \pm \sqrt{\tau^2 + \frac{\sigma^2}{4}}$$

Ecuación 15 Esfuerzos de Von Poises

$$\sigma_V = [\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + (\sigma_1 * \sigma_2)]^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación 16. Diámetro mínimo recomendado.

$$\sigma_V < \frac{S_Y}{F.S.}$$

## 10. DISEÑO METODOLÓGICO.

La metodología que se desarrolló el proyecto es en la generación de la idea, en el suministro de información primaria: tesis, libros, documentos oficiales (Diseño de elementos de máquinas, Resistencia de materiales, libros de Mecánica Automotriz), datos secundarios: webgrafía, revistas y anexos como datos técnicos, con los resultados obtenidos se implementa la fase de diseño para calcular, seleccionar y comprobar el diseño mecánico del banco didáctico.

Luego comienza la fase de diseño, es esta etapa de construye la máquina, instalando los elementos de máquinas y sistemas eléctricos, mecánicos, hidráulicos y se desarrolla los manuales de operación y mantenimiento requerido para garantizar el buen uso del equipo en los laboratorios de la facultad de ingeniería mecánica de la Universidad Antonio Nariño.

La última fase es la puesta en marcha o de comprobación, en esta etapa se realizan los últimos ajustes de funcionamiento y se hace la entrega oficial en la Universidad Antonio Nariño, también de los manuales de mantenimiento y operación requeridos, y de las guías didácticas.

### **10.1 FASE DE DISEÑO.**

Las actividades que se van a realizar en esta etapa son las siguientes:

- Recolección de información.
- Análisis de la información para el banco didáctico.
- Selección de la información.
- Calcular las partes de la máquina.
- Diseño mecánico establecido.
- Diseño del freno de disco
- Diseño del freno de tambor
- Diligenciamiento del libro anteproyecto final.
- Correcciones del anteproyecto final.
- Aprobación anteproyecto.
- Inicio formal del proyecto de grado.

### **10.2 FASE DE CONSTRUCCIÓN**

- Inicio del libro final del proyecto de grado.
- Cotización de materiales e insumos para el diseño mecánico.
- Compra de materiales e insumos para la máquina.
- Transporte de componentes.
- Instalación de componentes.
- Documentación del libro final.
- Evidencias construcción y de materiales.
- Pruebas iniciales de funcionamiento y ajustes correctivos.
- Pruebas secundarias.

### **10.3 FASE DE PUESTA EN MARCHA.**

- Prueba de funcionamiento finales.
- Verificación del funcionamiento del banco didáctico.
- revisión de los manuales de operación y mantenimiento.
- Entrega documento final.
- Correcciones del proyecto de grado final.
- Revisión de banco didáctico por los jurados designados de la facultad de ingeniería mecánica.
- Entrega del banco didáctico a la Universidad.
- Entrega documento final a la Universidad Antonio Nariño.
- Entrega de manuales de operación y mantenimiento requerido.
- Entrega información adicional del proyecto a la Universidad.

## **11. ALCANCE DEL PROYECTO**

El desarrollo del proyecto innovará el aprendizaje y capacitación sobre las nuevas tecnologías de seguridad activa y pasiva de los vehículos de gama alta, también será de estudio para profundizar sobre la automatización de sistemas mecánicos en la industria.

Por último, se pretende implementar a nivel regional para las universidades, centros de aprendizajes, institutos y colegios para que los estudiantes afiancen sus conocimientos sobre los avances tecnológicos y los conductores de vehículos conozcan sobre el funcionamiento del sistema de frenos de estacionamiento automático que garantiza su seguridad al conducir y al estacionar su automóvil en pendientes.

## 12. CÁLCULOS DE RESISTENCIA Y SELECCIÓN DE MATERIALES

Para los cálculos requeridos del banco didáctico se debe tener en cuenta las fuerzas presentes en las ruedas al momento de detener el vehículo y accionar el freno de estacionamiento. También tener en cuenta el fluido que se requiere para frenar y cálculos de la estructura de la máquina.

### 12.1 Cálculos de la fuerza de rozamiento necesaria para el frenado.

Se debe tener en cuenta el peso del freno de banda y el freno de disco, también el peso de los rines y la velocidad de giro de 600 rpm, para realizar el freno recomendado.

El peso de los dos frenos es de 100 Kg. Luego usando la ecuación 1 se calcula el peso equivalente.

$$W = mg$$

Remplazando tenemos que:

$$W = mg = (100 \text{ Kg}) * (9,81 \text{ m/s}^2) = 981 \text{ N} \approx 1.000 \text{ N}$$

La fuerza de los frenos de banda y disco son 1.000 N

## 12.2 Fuerza de rozamiento requerida para frenar el disco y tambor.

Ya se conoce la fuerza de los frenos, ahora se calcula la fuerza de rozamiento, teniendo en cuenta el coeficiente de rozamiento del apéndice 1 es 0,45. Teniendo en cuenta que a fuerza normal es igual a la fuerza de rozamiento, se agrega en la sumatoria de fuerzas el resultante de las fuerzas de fricción de los frenos. Usar ecuación 2

$$\sum F = w + \mu Fr$$

$w$ : Peso 1.000 N

$\mu$ : Coeficiente de rozamiento frenos 0,45

$Fr$ : Fuerza de rozamiento = Fuerza normal = 1.000N

Luego:

$$\sum F = w + \mu Fr = 1.000 N + (0,45) * 1.000N = 1.450 N.$$

Es decir que la fuerza necesaria para frenar el vehículo es de 1.450 N

## 12.3 Presión del sistema hidráulico de frenado.

La presión de frenado en un sistema de frenos, se debe realizar la estanqueidad con una presión de 50 bares que equivalen a 725,19 psi que se aproxima a 750 psi para cálculos<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> TODO MECANICA. Verificación y control del sistema de frenos. (Citado 15 marzo 2015). Disponible en internet: <http://www.todomecanica.com/blog/51-verificacion-control-sistema-frenos.html>

## 12.4 Caudal del sistema hidráulico.

Para determinar el caudal que se requiere para la bomba de frenos, se conoce el diámetro del pistón es de 1/4 in (12,7 mm) y carrera de 30 mm, luego el volumen de llenado de la bomba se calcula usando la ecuación 4.

$$V = \frac{\pi \theta^2}{4} * C = \frac{\pi(12,7 \text{ mm}^2)}{4} * 30 \text{ mm} = 3.800,31 \text{ mm}^3 = 3,8 * 10^{-4} \text{ m}^3$$

El tiempo de frenado debe realizarse en 1 segundo, luego el caudal que requiere se debe hallar con la ecuación 5.

$$Q = \frac{V}{t}$$

$$V = 3,8 * 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$t = 1 \text{ s}$$

$$Q = \frac{3,8 * 10^{-4} \text{ m}^3}{1 \text{ s}} = 3,8 * 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \text{ que equivale a gpm}$$

$$Q = 3,8 * 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * \frac{264,2 \text{ gal}}{1 \text{ m}^3} * \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 6 \text{ gpm}$$

El caudal mínimo recomendado para el sistema hidráulico del banco didáctico es de 6gpm

## 12.5 Número de Reynolds.

Para hallar el número de Reynolds se desarrolla con la ecuación 6, para determinar el flujo del fluido hidráulico si es turbulento o laminar. Para esto se calcula la velocidad del líquido de frenos.

Datos de entrada:

$$Q = 3,8 * 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

$$A = 126,7 \text{ mm}^2 = 1,26 * 10^{-4} m^2$$

$$v = Q/A = \frac{3,8 * 10^{-4} \frac{m^3}{s}}{1,26 * 10^{-4} m^2} = 3 \text{ m/s}$$

La velocidad mínima de flujo del líquido de frenos es  $3 \text{ m/s}$

Datos de entrada:

Se usa la ecuación 7 para calcular el número de Reynolds. La viscosidad cinemática del líquido de frenos se puede verificar en el apéndice 2.

$$N_R = \frac{v * d}{\vartheta}$$

$\vartheta$ : Viscosidad cinemática ( $100 \text{ mm}^2/\text{s} = 1 * 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ ).

d: Diámetro de tubería =  $\frac{3}{16} = 4,76 \text{ mm} = 4,76 * 10^{-4} \text{ m}$

v: Velocidad del fluido =  $3 \text{ m/s}$

$$N_R = \frac{(3) * (4,76 * 10^{-4} \text{ m})}{1 * 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}} = 14,28 < 2000$$

El flujo es laminar

## **12.6 Cálculo potencia de la bomba de frenos.**

Se determina  $h_a$  con la ecuación 8 para determinar la potencia de la bomba de frenos. Del apéndice 3 la gravedad específica del líquido de frenos es de 1,08

$$\frac{p_2}{\gamma} + Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + h_a - h_L - h_r^0 = \frac{p_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$p_2 = 750 \text{ psi} = 5,17 \text{ Mpa} = 5,17 * 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$Z_2 = 1 \text{ m}$$

$$v_2 = 3 \text{ m/s}$$

$$\gamma = (1,08) * 9.810 \text{ N/m}^3 = 10.594,8 \text{ N/m}^3$$

Se halla  $h_a$ , luego:

$$h_a = \frac{p_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

$$h_a = \frac{5,17 * 10^6 \text{ N/m}^2}{10.594,8 \text{ N/m}^3} + 1 \text{ m} + \frac{(3 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{(2)(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})}$$

$$h_a = 489,43 \text{ m}$$

La carga ( $h_a$ ) que requiere la bomba de frenos es de: 489,43 Nm/m

## 12.7 Potencia bomba de frenos.

Se determina la potencia de la bomba de frenos con la ecuación 9:

$$P_A = h_a * \gamma * Q$$

Dónde:

$$h_a = 489,43 \text{ m}$$

$$Q = 3,8 * 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

$$\gamma = 10.594,8 \text{ N}/m^3$$

Reemplazando en la ecuación se tiene:

$$P_A = h_a * \gamma * Q$$

$$P_A = 489,43 \text{ m} * 10.594,8 \text{ N}/m^3 * 3,8 * 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

$P_A = 1.970,46 \text{ W}$ , ya que en el comercio no se encuentra la potencia en Watts, se realiza la conversión a hp.

$$1.970,46 * \frac{1 \text{ hp}}{745,7 \text{ w}} = 2,6 \text{ hp}$$

Se selecciona una bomba de frenos de 2,6 hp

## 12.8 Cálculo del diámetro del eje principal de los frenos.

En esta sección se debe calcular las fuerzas presentes para determinar el diámetro recomendado, se seleccionó un motor eléctrico de 1 hp a 1800 rpm, cuya fuerza son 100 N, cuyas resistencias son cada una 50 N y el momento flector máximo es 50 Nm

Ahora se determina las características del eje.

Material: Acero AISI 1040 recocido  $S_y = 352 \text{ Mpa} = 352 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$

Torque: 3,96 Nm

Momento flector máximo: 50 Nm

Eje circular:

$$\text{Momento de inercia } I = \frac{\pi d^4}{64}$$

$$\text{Momento polar de inercia } J = \frac{\pi d^4}{32}$$

Factor de seguridad: (F.S.) = 4

Ya con las especificaciones del eje, se el diámetro mínimo del eje dejando en términos de d (diámetro).

Con la ecuación 12 se calcula el esfuerzo flector máximo

$$\sigma = \frac{M \cdot C}{I} = \frac{(50 \text{ Nm})(d/2)}{\frac{\pi d^4}{64}} = \frac{1.600 \text{ Nm}}{\pi d^3},$$

De la ecuación 13 se calcula el esfuerzo torsional máximo.

$$\tau = \frac{T \cdot C}{J} = \frac{(3,96 Nm)(d/2)}{\frac{\pi d^4}{32}} = \frac{63,36 Nm}{\pi d^3},$$

Ahora se halla los esfuerzos principales en el eje con la ecuación 14.

$$\sigma_1 \cdot \sigma_2 = \frac{\sigma}{2} \pm \sqrt{\tau^2 + \frac{\sigma^2}{4}} = \frac{\frac{1.600 Nm}{\pi d^3}}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{63,36 Nm}{\pi d^3}\right)^2 + \frac{\left(\frac{1.600 Nm}{\pi d^3}\right)^2}{4}}$$

$$\sigma_1 \cdot \sigma_2 = \frac{800 Nm}{\pi d^3} \pm \sqrt{\left(\frac{644.014,49 N^2 m^2}{\pi^2 d^9}\right) +}$$

$$\sigma_1 \cdot \sigma_2 = \frac{800 Nm}{\pi d^3} \pm \sqrt{\frac{369.032,61 N^2 m^2}{\pi^2 d^9}} = \frac{800 Nm}{\pi d^3} \pm \frac{802,5 Nm}{\pi d^3}$$

Esfuerzo principal  $\sigma_1$

$$\sigma_1 = \frac{800 Nm}{\pi d^3} + \frac{802,5 Nm}{\pi d^3} = \frac{1.602,5 Nm}{\pi d^3}$$

$$\sigma_1 = \frac{1.602,5 Nm}{\pi d^3}$$

Esfuerzo principal  $\sigma_2$

$$\sigma_2 = \frac{800 Nm}{\pi d^3} - \frac{802,5 Nm}{\pi d^3} = \frac{2,5 Nm}{\pi d^3}$$

Ahora se halla el esfuerzo de Von Mises de la ecuación 15 para calcular esfuerzos biaxiales en el eje.

$$\sigma_V = [\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + (\sigma_1 * \sigma_2)]^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma_V = \left[ \left( \frac{1.602,5 \text{ Nm}}{\pi d^3} \right)^2 + \left( \frac{2,5 \text{ Nm}}{\pi d^3} \right)^2 + \left( \frac{1.602,5 \text{ Nm}}{\pi d^3} * \frac{2,5 \text{ Nm}}{\pi d^3} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma_V = \frac{1.603,75 \text{ Nm}}{\pi d^3}$$

De la ecuación 16 la teoría de la energía de distorsión (DET) establece una falla en el eje si se cumple:

$$\sigma_V < \frac{S_Y}{F.S.}$$

$$\frac{1.603,75 \text{ Nm}}{\pi d^3} < \frac{S_Y}{F.S.} \text{ Despejamos } d, \text{ luego:}$$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{(1.603,75 \text{ Nm})(F.S.)}{\pi S_Y}} = \sqrt[3]{\frac{(1.603,75 \text{ Nm})(4)}{\pi(352 * 10^6 \text{ N/m}^2)}}$$

$$d \geq 0,01797 \text{ m} * \frac{1.000 \text{ mm}}{1 \text{ m}} = 17,97 \text{ mm} \approx 19,05 \text{ mm}$$

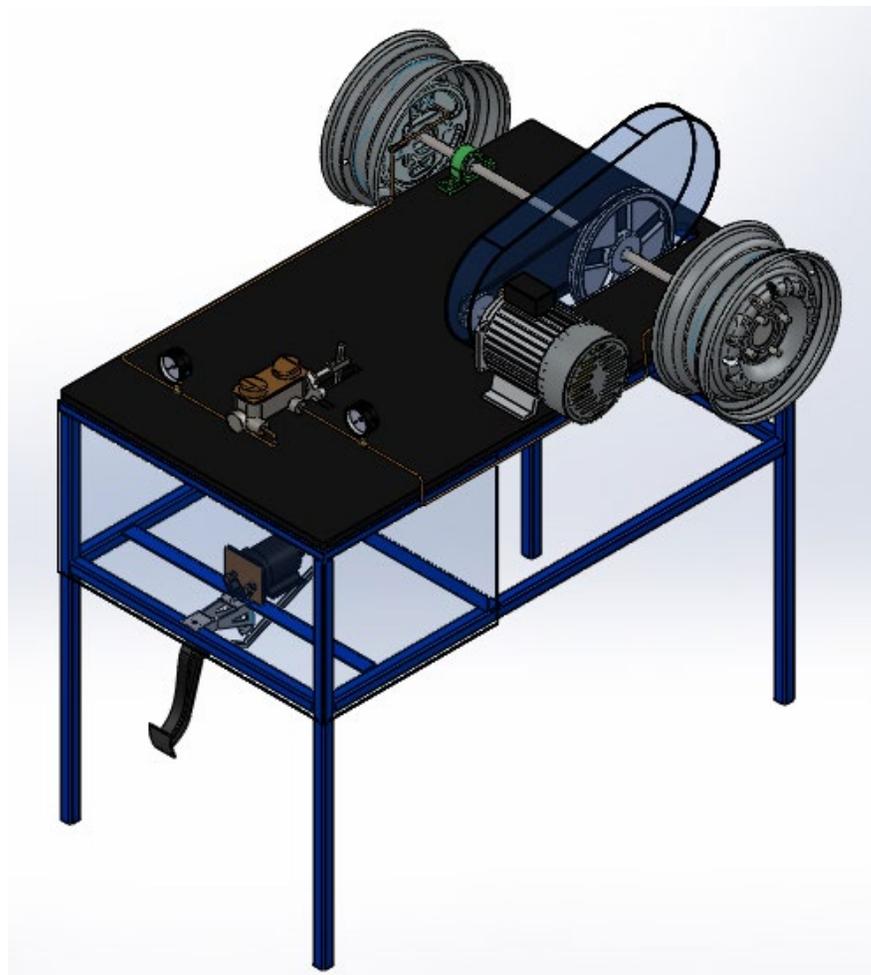
$$d \geq 19,05 \text{ mm}$$

El diámetro mínimo del eje es de 19,05 mm ( $\frac{3}{4}$  in) con acero AISI 1040 recocido y una longitud de 1 m.

### 13. DISEÑO DEL BANCO DIDÁCTICO.

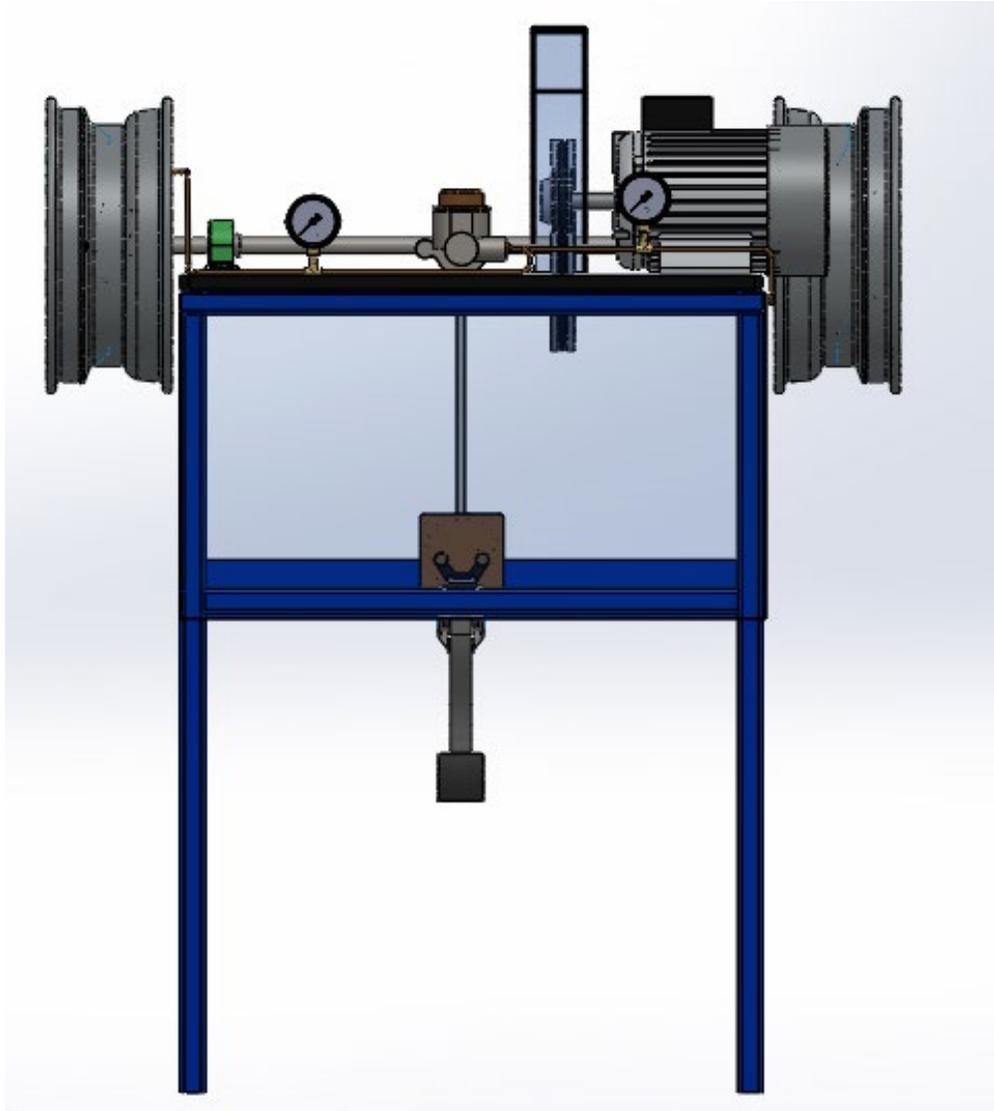
En esta etapa se realiza el diseño digital del prototipo del proyecto se tiene en cuenta las dimensiones y materiales seleccionados para la comprobación del diseño mecánico

Figura 8. Diseño del banco didáctico



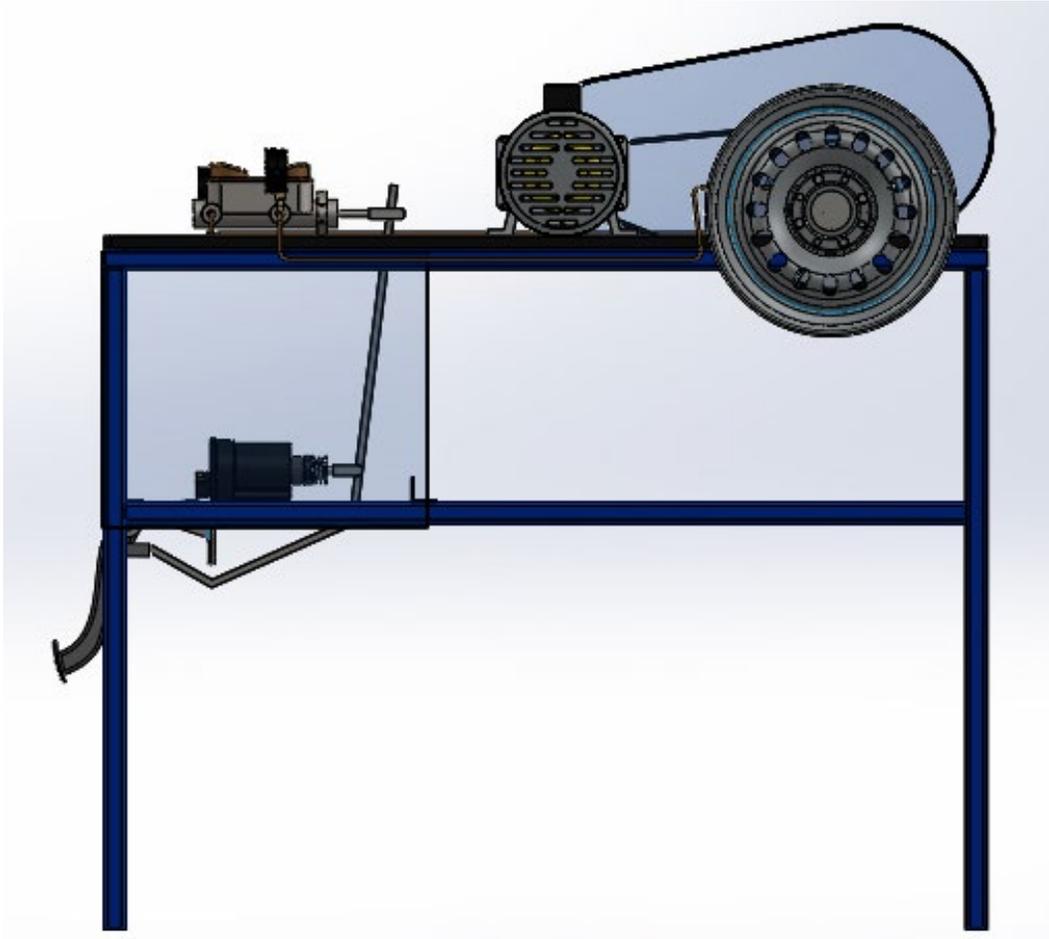
Fuente: Autores

Figura 9. Vista frontal del banco



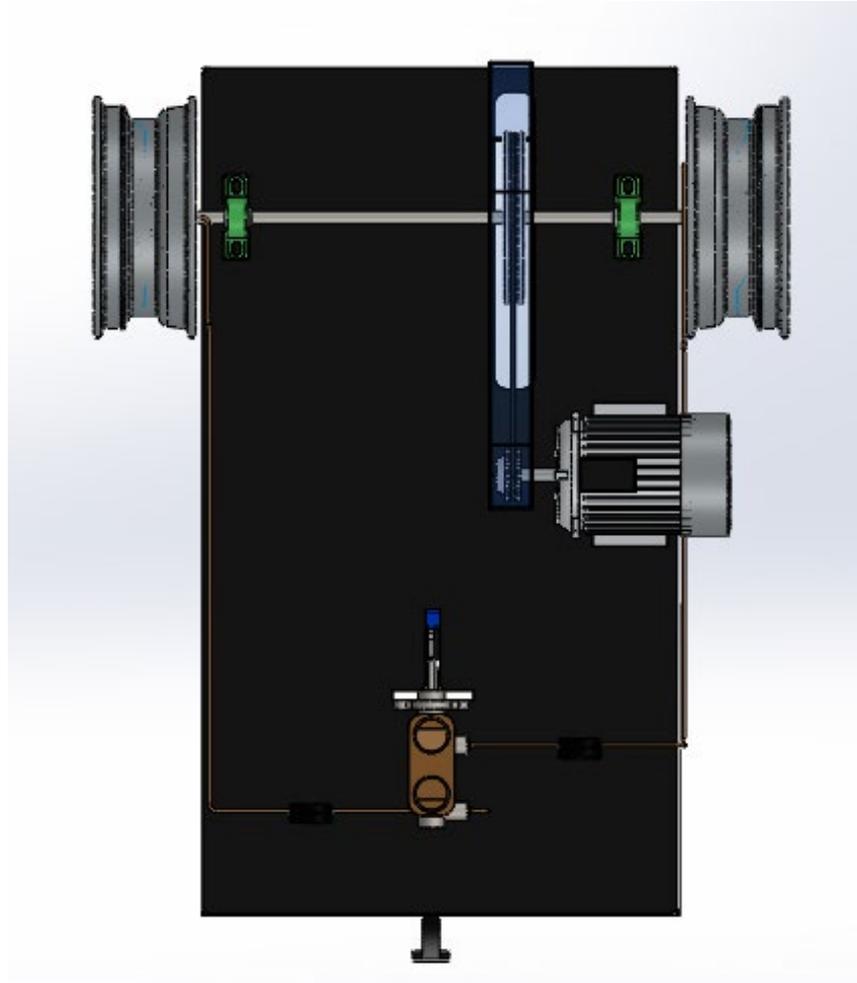
Fuente: Autores.

Figura 10. Vista lateral derecha del banco.



Fuente: Autores

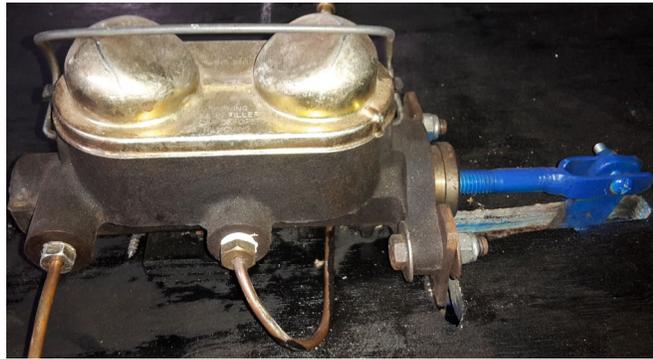
Figura 11. Vista superior del banco.



## 14. CONSTRUCCIÓN.

Figura 12. Bomba de frenos

Bomba de frenos de un vehículo Dodge 300



Fuente: Autores.

En la tapa de construcción se dispone de una bomba de frenos Y un actuador automático para ser instalados en el banco.

**Figura 13. Bomba de frenos y accionador automático.**

Accionador hidráulico (Warner electric)



Fuente: autores

A continuación se procede a instalar el brazo axial de los frenos tambor y disco.

**Figura 14. Instalación brazo axial de freno de tambor y disco.**



**Fuente: autores**

Se arma la estructura principal del banco didáctico.

**Figura 15. Estructura principal del banco**



**Fuente: autores.**

Se hace la instalación del freno al banco de trabajo.

**Figura 16. Instalación del freno de disco.**

Frenos de disco de un vehículo Chevrolet spark



Fuente: autores

A continuación se realiza la instalación del motor eléctrico a la mesa de trabajo.

**Figura 17. Instalación motor eléctrico**

Motor eléctrico siemens de 1.5 HP



Fuente: autores.

Se hace la instalación del sistema de poleas para transmitir el movimiento producido por el motor a las ruedas, ver figura 18

**Figura 18. Instalación sistema de poleas.**

Polea del eje de 10"  
Polea del motor de 3"  
Correa Dayco (ref. 15465)



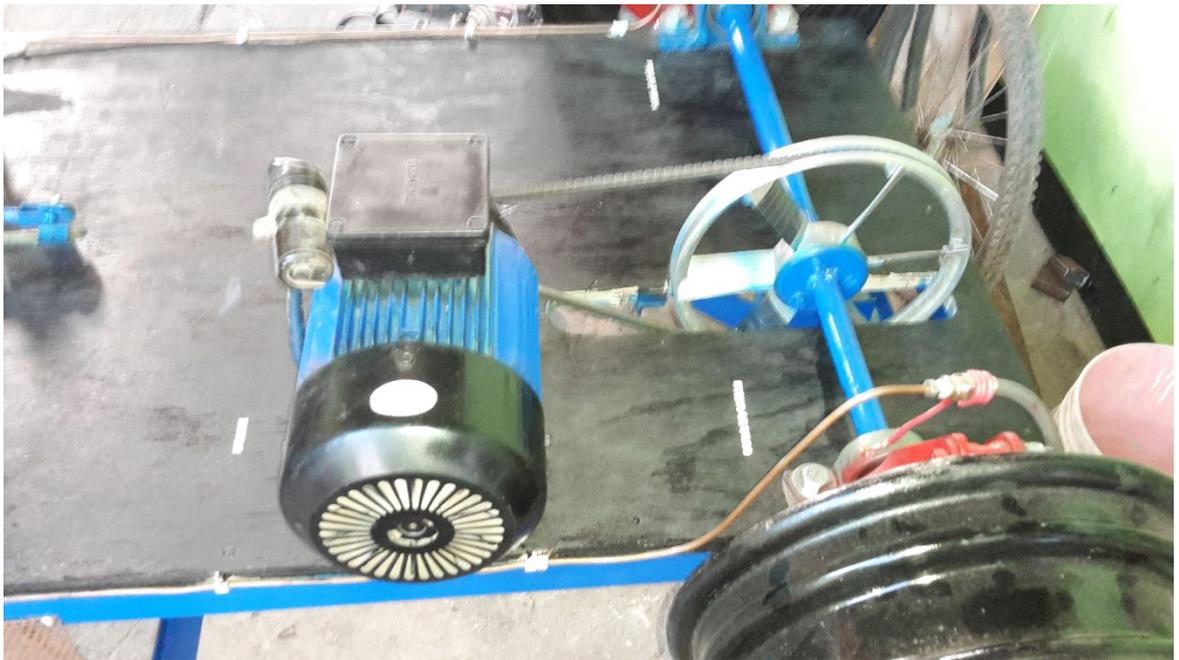
Fuente: autores.

Como último paso se realiza el ajuste de todos los elementos del banco didáctico terminando así la etapa de construcción.

## 15. PUESTA EN MARCHA.

Durante esta etapa se hacen los ajustes correspondientes al equipo y se realizan pruebas de funcionamiento para verificar el correcto funcionamiento del banco de sistema de frenos.

Figura 19. Puesta en marcha banco de sistema de frenos.



Fuente: Autores.

## **16 RECURSOS FÍSICOS**

Los recursos físicos que se cuenta para la elaboración del banco didáctico del sistema de freno de estacionamiento automático son:

- Laboratorios de la facultad de ingeniería mecánica.
- Herramientas manuales
- Herramientas de corte
- Equipos de soldadura eléctrica.
- Talleres automotrices.
- Sena industrial.

### **16.1 RECURSOS HUMANOS.**

El recurso humano que se cuenta para el diseño, construcción y puesta en marcha del banco didáctico son:

- Asesor de proyecto de grado.
- Ingenieros de la Universidad Antonio Nariño.
- Técnicos automotrices
- Soldadores certificados.
- Técnicos eléctricos certificados
- Técnicos electrónicos certificados.

**17. PRESUPUESTO.**

<b>MATERIALES</b>	<b>PRECIOS</b>
Líquido de frenos	20000
Bomba de frenos	250000
Polea de 10"	60000
Polea de 3"	15000
Correa Dayco	22000
Rodamiento sistema de freno tambor	30000
Sistema de freno tambor	180000
Sistema de freno de disco	220000
Pastillas sistema freno de disco	60000
Bandas sistema freno de tambor	40000
Tubería y acoples	80000
Pedal de freno	50000
transformador	80000
Circuito programado por medio de pic	120000
Accionador automático	450000
swich	15000
interruptores	25000
Sistema de enganche en la bomba de frenos	70000
Puente rectificador	10000
Regulador de voltaje	5000
Manómetros (2)	120000
Motor siemens	450000
Rines (2)	80000
Mesa para el banco didáctico	300000
Soportes de mesa (chumaceras)(2)	80000
Eje	50000

<b>Diseño digital de la maquina</b>	350.000
<b>Diseño estructural de la maquina</b>	500.000
<b>Fotocopias</b>	160.000
<b>Imprevistos</b>	280.000
<b>Total</b>	<b>4.172.000</b>

## 18. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

<b>Actividades (Semanas) año2015</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>1.FASE DE DISEÑO</b>																
Recolección de información.	15/03															
Análisis de la información para el banco didáctico.		25/03														
Selección de la información.			30/03													
Calcular las partes de la máquina.				05/04												
Diseño mecánico establecido.																
Diseño del freno de tambor					07/04											
Diseño del freno de disco						07/04										
Diligenciamiento del libro anteproyecto final.					15/04											
Correcciones del anteproyecto final.						20/04										
Aprobación anteproyecto.							10/05									
Inicio formal del proyecto de grado.							10/06									
<b>2.FASE DE CONSTRUCCIÓN</b>																
Inicio del libro final del proyecto de grado.								10/09								
Cotización de materiales e insumos para el diseño mecánico.								15/09								
Compra de materiales e insumos para la máquina.									16/09							
Transporte de componentes.										20/09						



Entrega información adicional del proyecto a la Universidad.																
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## 19. RESULTADOS.

Al contar con el banco didáctico del sistema de frenos en la universidad ANTONIO NARIÑO, se beneficiaran docentes y estudiantes debido a que podrán hacer clases teórico-prácticas que faciliten comprender el funcionamiento directo del mecanismo de frenos en un automóvil.

Las asignaturas que beneficia este proyecto son:

Mecánica del motor  
Mecánica del automóvil  
Dinámica  
Estática

## **20. CONCLUSIONES.**

- Se realizó el diseño, y construcción del banco didáctico del sistema de frenos de estacionamiento automático.
- Se puso en funcionamiento el banco didáctico del sistema de frenos de estacionamiento automático.
- Se creó los manuales de operación y mantenimiento del banco didáctico del sistema de frenos de estacionamiento automático, con el fin de que todos los usuarios puedan operarlo.
- Se gestionó las guías didácticas de laboratorio para ser implementadas en el banco didáctico.

## 21. BIBLIOGRAFÍA.

Domínguez, Esteban & Ferrer, Julián. Sistemas de transmisión y frenado. El freno de estacionamiento. Recuperado el 15 Junio 2015. Disponible en internet: <<https://books.google.es/books?id=JNn2AwAAQBAJ&pg=PA396&dq=frenos+de+estacionamiento&hl=es&sa=X&ved=0CC4Q6AEwAWoVChMIlvWboa6xxwIVyrleCh2bxACN#v=onepage&q=frenos%20de%20estacionamiento&f=false>>

INCONTEC. Trabajos escritos: Presentación y referencias bibliográficas. Bogotá. Incontec. 2012. 50p. ISBN 9789589383810

Monero Walter & Navas José. Diseño y construcción de dos bancos didácticos funcionales del sistema hidráulico mixto disco tambor. Ecuador. 2012.

Mott, Robert L. Diseño de elementos de máquinas. 4 ed. México: Pearson Prentice Hall. 2006. 944 p. ISBN 9702608120.

Mott, Robert L. Resistencia de Materiales. 5 ed. México: Pearson Prentice Hall, 2009. 792 p. ISBN: 9786074420470.

Sumba, Xavier. Diseño y construcción de un freno de estacionamiento automático para la implementación de un automóvil Mazda 323 HX3 del año 1999. Circuito de frenos. Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador. 2010. Pag. 28. Disponible en internet: <<file:///C:/Users/ANDRES%20PERDOMO/Downloads/UPS-CT001985.pdf>>

## **22. WEBGRAFÍA.**

ALLBIZ. Freno de mano: Recuperado el 15 Junio de 2015. Disponible en internet: [http://ciudad-buenos-aires.all.biz/freno-de-mano-g58489#.VdJ8Ubj\\_NBc](http://ciudad-buenos-aires.all.biz/freno-de-mano-g58489#.VdJ8Ubj_NBc)

Documentos google. Sistemas de frenado. Recuperado el 18 Junio 2015. Disponible en internet: <https://sites.google.com/site/sistemadefrenos29/home>

Grupo MEDiatec. Entrenador didáctico para el estudio del sistema de frenado ABS. Recuperado el 26 Junio de 2015. Disponible en internet: <http://www.grupo-mediatec.com/?q=node/104>

Plataforma educativa aragonesa. Sistema de frenado. Recuperado el 20 de Junio de 2015. Disponible de internet: [http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4935/html/5\\_sistema\\_de\\_frenado.html](http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4935/html/5_sistema_de_frenado.html)

## 23. ANEXOS.

### Apéndice 1. Coeficiente de rozamientos de embragues y frenos



#### Materiales de fricción para embragues.

MATERIAL	COEFICIENTE DE FRICCIÓN		TEMPERATURA MÁXIMA		PRESIÓN MÁXIMA	
	EN HUMEDO	EN SECO	°F	°C	Psi	Kpa
Hierro fundido sobre hierro fundido	0,05	0,15-0,20	600	320	150-250	1000-1750
Metal pulverizado* sobre hierro fundido	0,05-0,10	0,10-0,40	1000	540	150	1000
Metal pulverizado* sobre acero duro (templado)	0,05-0,10	0,10-0,30	1000	540	300	2100
Madera sobre acero o hierro fundido	0,16	0,20-0,35	300	150	60-90	400-620
Cuero sobre acero o hierro fundido	0,12	0,30-0,50	200	100	10 40	70-280
Corcho sobre acero o hierro fundido	0,15-0,25	0,30-0,50	200	100	8 14	50-100
Fieltro sobre acero o hierro fundido	0,18	0,22	280	140	5 10	35-70
Asbesto tramado* sobre acero o hierro fundido	0,10-0,20	0,30-0,60	350-500	175-260	50-100	350-700
Asbesto moldeado* sobre acero o hierro fundido	0,08-0,12	0,20-0,50	500	260	50-150	350-1000
Asbesto impregnado* sobre acero o hierro fundido	0,12	0,32	500-750	260-400	150	1000
Grafito sobre acero	0,05-0,10	0,25	700-1000	370-540	300	2100

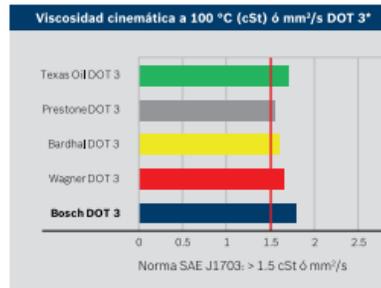
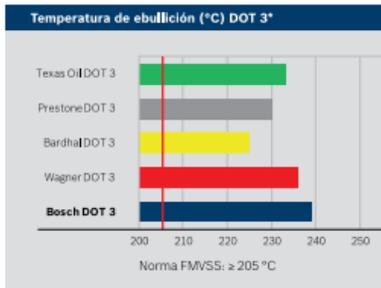
\* El coeficiente de fricción puede mantenerse dentro de  $\pm 5\%$  en el caso de materiales específicos en este grupo.

#### Algunas propiedades de revestimientos para frenos.

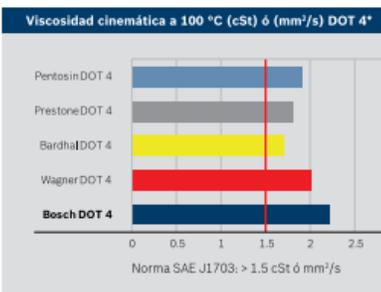
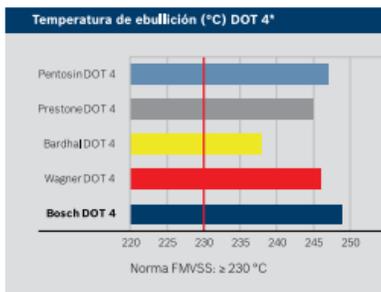
	TRAMADOS	MOLDEADOS	DE BLOQUE RÍGIDO
Resistencia a la compresión, Kpsi	10 15	10 18	10 15
Resistencia a la compresión, MPa	70-100	70-125	70 100
Resistencia a la tensión, Kpsi	2,5-3	4 5	3 4
Resistencia a la tensión, MPa	17-21	27-35	21-27
Temperatura máxima, °F	400-500	500	750
Temperatura máxima, °C	200-260	260	400
Velocidad máxima, ft/min	7500	5000	7500
Velocidad máxima, m/s	38	25	38
Presión máxima, Psi	50-100	100	150
Presión máxima, KPa	340-690	690	1000
Coeficiente de fricción, medio	0,45	0,47	0,40-0,45

## Apéndice 2. Propiedades del líquido de frenos.

Características del líquido para frenos **Bosch DOT 3 (LF-3)**, recomendado para vehículos **sin sistema de frenos ABS**.



Características del líquido para frenos **Bosch DOT 4 (LF-4)**, recomendado para vehículos **con sistema de frenos ABS**.



*FB = Factor de balastro*

1.25 alumbrado fluorescente

1.0 Alumbrado incandescente

### Apéndice 3. Viscosidad cinemática del líquido de frenos.



*Hoja de Datos de Seguridad para Sustancias Químicas*

## **LÍQUIDO PARA FRENOS DOT-4**

#### **SECCIÓN I-DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL PRODUCTO**

---

Nombre del fabricante o importador: Lubricantes de América, S.A. de C.V.  
Teléfono de emergencia: 81 22 74 01 al 24  
Domicilio Completo: Carretera a García Km 1.2 Interior 8 Santa Catarina N.L CP 66350

#### **SECCIÓN II-IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO**

---

Nombre del Producto: LÍQUIDO PARA FRENOS DOT-4  
Nombre del Químico: Mezcla propia  
Familia Química: Glicoles  
Fórmula Molecular: N.E.  
Sinónimos: Líquido para frenos

#### **SECCIÓN III-INGREDIENTES**

---

Nombre Químico:	No.CAS	% Vol.	Límites de exposición-ref
Líquido para frenos	N.D.	100	TLV 30 ppm

#### **SECCIÓN IV-PROPIEDADES FÍSICAS**

---

Estado físico a 25°C:	líquido
Gravedad específica (agua=1)	1.08
Solubilidad en agua:	100%
Temperatura de fusión:	ca-60
Densidad de vapor (aire=1):	>1
Presión de vapor (mm Hg):	<0.01
Temp. de ebullición:	>230°C
Rango de evaporación (acetato de butilo=1):	<0.01

NOTA: N.A No aplica N.D. No disponible N.E. No establecido

**Unidades SI**

Temperatura (°C)	Densidad $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Viscosidad $\mu$ (N · s/m <sup>2</sup> )	Viscosidad cinemática $\nu$ (m <sup>2</sup> /s)	Tensión superficial $\sigma$ (N/m)	Presión de vapor (kPa)	Módulo de volumen B (Pa)
0	999.9	1.792 x 10 <sup>-3</sup>	1.792 x 10 <sup>-6</sup>	0.0762	0.610	204 x 10 <sup>7</sup>
5	1000.0	1.519	1.519	0.0754	0.872	206
10	999.7	1.308	1.308	0.0748	1.13	211
15	999.1	1.140	1.141	0.0741	1.60	214
20	998.2	1.005	1.007	0.0736	2.34	220
30	995.7	0.801	0.804	0.0718	4.24	223
40	992.2	0.656	0.661	0.0701	3.38	227
50	988.1	0.549	0.556	0.0682	12.3	230
60	983.2	0.469	0.477	0.0668	19.9	228
70	977.8	0.406	0.415	0.0650	31.2	225
80	971.8	0.357	0.367	0.0630	47.3	221
90	965.3	0.317	0.328	0.0612	70.1	216

**Unidades inglesas**

Temperatura (°F)	Densidad (slug/ft <sup>3</sup> )	Viscosidad (lb-s/ft <sup>2</sup> )	Viscosidad cinemática (ft <sup>2</sup> /s)	Tensión superficial (lb/ft)	Presión de vapor (psi)	Módulo de volumen (psi)
32	1.94	3.75 x 10 <sup>-5</sup>	1.93 x 10 <sup>-5</sup>	0.518 x 10 <sup>-2</sup>	0.089	293 000
40	1.94	3.23	1.66	0.514	0.122	294 000
50	1.94	2.74	1.41	0.509	0.178	305 000
60	1.94	2.36	1.22	0.504	0.256	311 000
70	1.94	2.05	1.06	0.500	0.340	320 000
80	1.93	1.80	0.93	0.492	0.507	322 000
90	1.93	1.60	0.83	0.486	0.698	323 000
100	1.93	1.42	0.74	0.480	0.949	327 000
120	1.92	1.17	0.61	0.465	1.69	333 000
140	1.91	0.98	0.51	0.454	2.89	330 000
160	1.90	0.84	0.44	0.441	4.74	326 000
180	1.88	0.73	0.39	0.426	7.51	318 000
200	1.87	0.64	0.34	0.412	11.53	308 000
212	1.86	0.59 x 10 <sup>-5</sup>	0.32 x 10 <sup>-5</sup>	0.404 x 10 <sup>-2</sup>	14.7	300000

## Anexo 1. Manual de operación requerida

Por favor tenga en cuenta las siguientes instrucciones para garantizar una correcta operación del banco didáctico:

1. Despeje la parte trasera del banco didáctico y ubíquese en la parte frontal
2. Verifique que el interruptor que energiza el transformador se encuentre en posición "Off".
3. Verifique que el interruptor que energiza el motor este en posición "Off".
4. Verifique que el swich que realiza la activación o desactivación (simulando encender o apagar el vehículo) se encuentre en "Off".
5. Conecte el banco didáctico a una toma corriente de 120 voltios.
6. Colocar el interruptor que energiza el transformador en posición "On"
7. Inserte la llave en el swich y póngalo en posición "On"
8. Active el interruptor que energiza el motor (posición "On") y de esta manera las ruedas empiezan a girar.
9. Coloque el interruptor en posición en posición "Off", (el interruptor que energiza el motor), las ruedas siguen girando y el motor se apaga.
10. Ponga el swich en posición "Off" como si apagáramos el vehículo, inmediatamente las ruedas se detienen (activación automática del sistema de frenos de estacionamiento), observe como se eleva la presión de los manómetros.
11. El swich debe ponerse nuevamente en posición "On" como si el vehículo se encendiera y las ruedas quedaran libres, observe como baja la presión a "cero" de los manómetros.
12. Coloque el interruptor que energiza el motor en posición "On" para que las ruedas inicien sus giros.
13. Ponga el interruptor en posición "Off" para que el motor se apague y las ruedas continúen girando.
14. Oprima el botón "On" que se encuentra en la parte frontal del banco (Activación manual del sistema de frenos de estacionamiento) y las ruedas se detienen, obsérvese como se eleva la presión de los manómetros.
15. Presione el botón "Off" y las ruedas quedan libres. Obsérvese como baja la presión de los manómetros a "cero".
16. Coloque el swich en posición "Off" (como si apagara el vehículo) y retire la llave.
17. Ponga el interruptor que energiza el transformador en posición "Off".
18. Desconecte el banco didáctico.

## **Anexo 2. Manual de mantenimiento requerido.**

### **LISTADO DE PARTES**

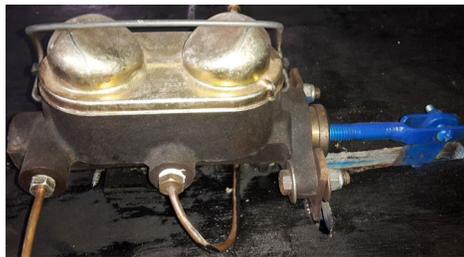
- Líquido de frenos (SL DOT4).
- Bomba de frenos de Dodge 300.
- Polea de impulso de 10”.
- Polea motriz de 3”.
- Correa Dayco (ref. 15465).
- Rodamiento de freno de banda Koyo (ref. 6207NR).
- Sistema de freno de disco de Chevrolet spark.
- Pastillas para Chevrolet spark (Bosch).
- Sistema de freno tambor de Suzuki Ij80.
- Bandas para Suzuki Ij80.
- Transformador. (Voltaje de entrada 115 voltios) y (voltaje de salida 12 voltios).
- Circuito electrónico programado por Pic.
- Motor Siemens de 1.5 HP.
- Swich de dos puntos.
- Manómetros de (1000 psi).
- Accionador automático (Warner electric).
- Soporte de mesa de 1”.
- Soporte de mesa de ¾”.
- Interruptor de 12 voltios.
- Interruptor de 110 voltios.
- Activador manual del freno de estacionamiento.
- Botón de emergencia (tipo hongo NC)

## Identificación de las partes:

- Líquido de frenos (SL DOT4).



- Bomba de frenos de Dodge 300.



- Polea de impulso de 10”.



- Polea motriz de 3".



- Correa Dayco (ref. 15465).



- Rodamiento de freno de banda Koyo (ref. 6207NR).



- Sistema de freno de disco de Chevrolet spark.



- Pastillas para Chevrolet spark (Bosch)



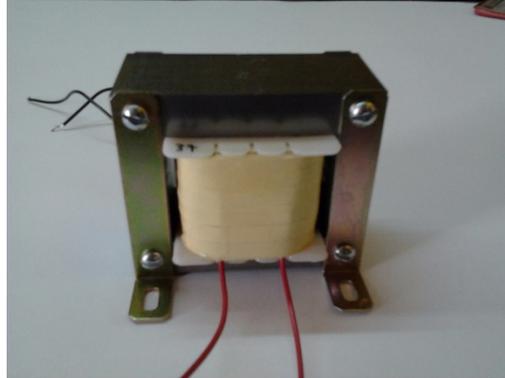
- Sistema de freno tambor de Suzuki Ij80.



- Bandas para Suzuki Ij80



- Transformador. (Voltaje de entrada 115 voltios) y (voltaje de salida 12 voltios).



- Circuito electrónico programado por Pic.



- Motor Siemens de 1.5 HP.



- Swich de dos puntos.



- Manómetros de (1000 psi)



- Accionador automático (Warner electric).



- Soporte de mesa de 1"



- Soporte de mesa de ¾"



- Interruptor de 12 voltios



- Interruptor de 110 voltios



- Activador manual del freno de estacionamiento.



- Botón de emergencia (tipo hongo).



El siguiente banco didáctico presenta alto rozamiento entre sus partes, por favor tenga en cuenta las siguientes recomendaciones.

- Cada semana verificar el ajuste de las ruedas.
- Cada 200 horas o cada mes y medio verifique el estado de las bandas y las pastillas.
- Cada 500 horas o cada 4 meses revise los rodamientos del eje de la rueda para prevenir fallas prematuras.
- Cada 1.000 horas o cada 6 meses revise las conexiones eléctricas.
- Inspeccione las partes del banco didáctico para verificar si hay algún ruido anormal durante su funcionamiento.
- Ajuste cada 2.000 horas o cada 8 meses las bandas y las pastillas del banco didáctico.
- Cada 5.000 horas o cada año reemplace la correa por una nueva de la misma marca y referencia.
- Limpie cada vez que use el equipo para garantizar la operación del equipo.

### **ANEXO 3. PLANOS DEL BANCO DIDÁCTICO DEL SISTEMA DE FRENOS DE ESTACIONAMIENTO AUTOMÁTICO**

Los planos del banco didáctico se encuentran al final del libro.

## Anexo 4. Guías didácticas de laboratorio.

### GUÍA DIDÁCTICA 1.



**Docente:**

**Materia:**

**Fecha:**

**Alumno:**

**Código:**

<b>TEMA</b>	<b>PRACTICA</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>FECHA</b>
Inspección sistema de frenos de disco	Inspeccionar y verificar los componentes principales del sistema de frenos de disco.	Informe escrito con evidencias fotográficas sobre la actividad presentada.	

#### **Procedimiento:**

- ✓ Porte los elementos de protección personal para iniciar la operación del banco didáctico.
- ✓ Revise las conexiones eléctricas para prevenir corto circuitos por mala manipulación del sistema eléctrico.
- ✓ Conecte las conexiones eléctricas.
- ✓ Revise el área de trabajo, debe estar organizado y no presentar obstrucciones que perjudiquen el correcto funcionamiento del equipo.
- ✓ Encienda el banco didáctico
- ✓ Verifique la rotación normal del eje principal.

- ✓ Revise las conexiones del sistema de frenos de disco llanta derecha
- ✓ Realice el frenado manual.
- ✓ Presione el pedal de freno e inspeccione el sobrecalentamiento del sistema para simular cuando se encuentra en funcionamiento.
- ✓ Revise conexiones hidráulicas del sistema de frenos de disco
- ✓ Revise pastillas y realice el accionamiento automático.
- ✓ Apague el equipo.
- ✓ Toma de evidencias.
- ✓ Presentación resultados docentes.
- ✓ Desconecte las conexiones eléctricas del equipo.

#### Conclusiones:

- ✓ Se verifica los componentes del sistema de frenos de disco.
- ✓ Se inspecciona fugas para prevenir pérdidas de presión del sistema de frenos
- ✓ Se evidencio el correcto funcionamiento del equipo.

## GUÍA DIDÁCTICA 2.



**Docente:**

**Materia:**

**Fecha:**

**Alumno:**

**Código:**

TEMA	PRACTICA	RESULTADOS	FECHA
Inspección sistema de frenos de bandas	Inspeccionar y verificar los componentes principales del sistema de frenos de bandas.	Informe escrito con evidencias fotográficas sobre la actividad presentada.	

### Procedimiento:

- ✓ Porte los elementos de protección personal para iniciar la operación del banco didáctico.
- ✓ Revise las conexiones eléctricas para prevenir corto circuitos por mala manipulación del sistema eléctrico.
- ✓ Conecte las conexiones eléctricas.
- ✓ Revise el área de trabajo, debe estar organizado y no presentar obstrucciones que perjudiquen el correcto funcionamiento del equipo.
- ✓ Encienda el banco didáctico
- ✓ Verifique la rotación normal del eje principal.
- ✓ Revise las conexiones del sistema de frenos de bandas llanta izquierda
- ✓ Realice el frenado manual.

- ✓ Presione el pedal de freno e inspeccione el sobrecalentamiento del sistema para simular cuando se encuentra en funcionamiento.
- ✓ Revise conexiones hidráulicas del sistema de frenos de bandas
- ✓ Revise bandas y realice el accionamiento automático.
- ✓ Apague el equipo.
- ✓ Toma de evidencias.
- ✓ Presentación resultados docentes.
- ✓ Desconecte las conexiones eléctricas del equipo.

Conclusiones:

- ✓ Se verifica los componentes del sistema de frenos de bandas.
- ✓ Se inspecciona fugas para prevenir pérdidas de presión del sistema de frenos
- ✓ Se evidencio el correcto funcionamiento del equipo.

### GUÍA DIDÁCTICA 3.



**Docente:**

**Materia:**

**Fecha:**

**Alumno:**

**Código:**

<b>TEMA</b>	<b>PRACTICA</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>FECHA</b>
Accionamiento manual y automático del sistema de frenos.	Comprobar y accionar el sistema de frenos de forma automática y manual	Informe escrito con evidencias fotográficas sobre la actividad presentada.	

#### **Procedimiento:**

- ✓ Porte los elementos de protección personal para iniciar la operación del banco didáctico.
- ✓ Revise las conexiones eléctricas para prevenir corto circuitos por mala manipulación del sistema eléctrico.
- ✓ Conecte las conexiones eléctricas.
- ✓ Revise el área de trabajo, debe estar organizado y no presentar obstrucciones que perjudiquen el correcto funcionamiento del equipo.
- ✓ Encienda el banco didáctico
- ✓ Verifique la rotación normal del eje principal.
- ✓ Revise las conexiones del sistema de frenos de disco y bandas, no debe presentar fugas en el sistema
- ✓ Realice el frenado manual.

- ✓ Presione el pedal de freno e inspeccione el sobrecalentamiento del sistema para simular cuando se encuentra en funcionamiento.
- ✓ Revise conexiones hidráulicas del sistema de frenos de disco, no se debe caer la presión, si existe caída de presión, hay una fuga que perjudica el funcionamiento del banco didáctico
- ✓ Revise pastillas y bandas, realice el accionamiento automático.
- ✓ Evidencie el estado de frenado
- ✓ Apague el equipo.
- ✓ Toma de evidencias.
- ✓ Presentación resultados docentes.
- ✓ Desconecte las conexiones eléctricas del equipo.

#### Conclusiones:

- ✓ Se verifica los componentes del sistema de frenos de disco y bandas.
- ✓ Se inspecciona fugas para prevenir pérdidas de presión del sistema de frenos
- ✓ Se evidencio el correcto funcionamiento del equipo.
- ✓ Se evidencio el funcionamiento del sistema de estacionamiento de forma manual y automático.

## **ANEXO 5. PLANOS ELÉCTRICOS DEL BANCO DIDÁCTICO DEL SISTEMA DE FRENOS DE ESTACIONAMIENTO AUTOMÁTICO.**

Los planos eléctricos del banco didáctico se encuentran al final de libro.