



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E  
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO SIMULADOR DE  
UN SISTEMA DE FRENOS POR DISCO – TAMBOR PARA LA  
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ DE LA  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
AUTOMOTRIZ**

**ERNESTO GABRIEL AMAN CHAVEZ**

**DIRECTOR: ING. MARIO CARVAJAL ORDOÑEZ**

**Quito, junio 2016**

© Universidad Tecnológica Equinoccial, 2016  
Reservados todos los derechos de reproducción

**FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO**  
**PROYECTO DE TITULACIÓN**

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1717991630
APELLIDO Y NOMBRES:	Aman Chávez Ernesto Gabriel
DIRECCIÓN:	Versalles N21-259 y San Gregorio
EMAIL:	gabo1018@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	2552173
TELÉFONO MOVIL:	0987901092

DATOS DE LA OBRA	
TITULO:	Diseño y Construcción de un Banco Simulador de un Sistema de Frenos por Disco-Tambor para la Carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial
AUTOR O AUTORES:	Aman Chávez Ernesto Gabriel
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	2016/05/09
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Mario Gilberto Carvajal Ordóñez
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Automotriz
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	El proyecto titulado "Diseño y Construcción de un Banco Simulador de un Sistema de Frenos por Disco – Tambor para la Carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial", se realizó con el objetivo de diseñar y construir un banco de simulación del sistema convencional de freno. Material didáctico con el cual podrán desarrollar habilidades y destrezas en el aprendizaje de las materias de la carrera. Este banco de pruebas está realizado con componentes de un vehículo

	<p>accidentado, del cual se pudo recuperar sus partes y piezas de todo el sistema de freno disco-tambor y en base a esto se logró elaborar el mismo para que los estudiantes tengan un libre acceso en realizar los laboratorios de la materia.</p> <p>Los componentes de este banco simulador fueron obtenidos de un sistema de freno convencional de un vehículo y para dar movimiento a todo este conjunto de frenos de disco-tambor colocamos un motor eléctrico que se encargará de dar movimiento simulando a un vehículo, el cual mediante una banda transmitirá su giro al eje de transmisión y simulará un auto en movimiento. Seguidamente se utilizará un pedal que transmitirá la fuerza al servo freno, y este se encargará que la bomba mediante cañerías distribuya el líquido de frenos, tanto al sistema de disco y tambores. Los manómetros están acoplados en el sistema hidráulico con el objetivo de medir las distintas presiones que se obtiene en mordaza o cilindro de doble pistón.</p> <p>Sobre el eje de transmisión se encuentra el sistema de frenado de disco y tambor similar al funcionamiento de un automóvil, el otro sistema de disco y tambor estará sobre su base cada uno donde se muestra movimiento y está en corte para poder observar su funcionamiento, el accionamiento y el movimiento del cilindro de mordaza y zapatas en el tambor.</p>
<p><b>PALABRAS CLAVES:</b></p>	<p>Sistema de disco-tambor, mordaza, sistema hidráulico</p>
<p><b>ABSTRACT:</b></p>	<p>The project entitled "Design and</p>

	<p>Construction of a Simulator Bank of a brake system Disk - Drum for Automotive Engineering of "Universidad Tecnológica Equinoccial" was held with the aim of designing and building a bank simulation of conventional system Brake.</p> <p>Teaching materials with which they can develop skills in learning the subjects of the career. This test is made with components of a crashed vehicle, which could be recovered parts and pieces of the whole brake system disc-drum and on this basis was achieved develop the same for students to have a free access laboratories performing matter.</p> <p>The components of this bank simulator were obtained from a conventional vehicle brake and to give movement to this set disc brake-drum put an electric motor to take care of giving motion simulating a vehicle, which by band transmit its rotation to the drive shaft and simulate a moving car.</p> <p>Then a pedal that transmit force to the servo brake, and this will handle the pump through pipes distribute the brake fluid, both the system disc and drums will be used. Pressure gauges are coupled to the hydraulic system with the aim of measuring the various pressures obtained in jaw or double piston cylinder.</p> <p>On an axle braking system disc and drum it will be; the other system disk and drum will each on its base. Movement will be in court to observe its operation, the drive and the movement of the jaw cylinder and brake shoe on the drum.</p>
<p><b>KEYWORDS</b></p>	<p>Disc-drum brake system, brake caliper, hydraulic system</p>



Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

---

AMAN CHAVEZ ERNESTO GABRIEL

1717991630

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **AMAN CHAVEZ ERNESTO GABRIEL**, CI 1717991630 autor del proyecto titulado: **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO SIMULADOR DE UN SISTEMA DE FRENOS POR DISCO – TAMBOR PARA LA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL** previo a la obtención del título de **INGENIERO AUTOMOTRIZ** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 9 de mayo del 2016.



---

AMAN CHÁVEZ ERNESTO GABRIEL

1717991630

## DECLARACIÓN

Yo **ERNESTO GABRIEL AMAN CHÁVEZ**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



---

Ernesto Gabriel Aman Chávez

C.I. 171799163-0



## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Diseño y Construcción de un Banco Simulador de un Sistema de Frenos por Disco – Tambor para la Carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial.**”, que, para aspirar al título de **Ingeniero Automotriz** fue desarrollado por **Ernesto Gabriel Aman Chávez**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Mario Carvajal O.', is written over a horizontal line. The signature is stylized and somewhat obscured by the line.

**Ing. Mario Carvajal O.**  
**DIRECTOR DEL TRABAJO**  
**C.I. 1801697572**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, por haberme dado toda la fuerza necesaria para no desfallecer en la lucha por cumplir con mis metas, y poder superar todos los obstáculos que se presentaron en la difícil carrera estudiantil, a mi familia por el apoyo brindado siempre durante el trayecto de mi carrera.

Este proyecto de titulación también está dedicado para mis padres y hermano a quienes amo con todo el corazón. Padres que siempre fueron un apoyo para mí, consejeros y educadores de lo que soy ahora que creyeron en mí y ven el resultado de su esfuerzo. A mi hermano que con su apoyo incondicional que siempre me dio ese pequeño empuje para salir adelante y alimentar que este sueño sea posible.

A mi esposa Andrea Rivera quien me ayudo a terminar este proyecto, con su apoyo a cada momento logró que pueda terminar sin descuido.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
<b>RESUMEN</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. ANTECEDENTES .....	1
1.2. PROBLEMA .....	1
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	2
1.4. OBJETIVO DEL PROYECTO .....	2
1.4.1. OBJETIVO GENERAL .....	2
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
1.5. ALCANCE .....	3
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	4
2.1. HISTORIA DE LOS FRENOS .....	4
2.2. DEFINICIÓN DE FRENOS.....	5
2.3. ADHERENCIA, FRICCIÓN Y CALOR.....	5
2.3.1. ADHERENCIA.....	5
2.3.2. FRICCIÓN.....	6
2.3.2.1. Coeficiente de rozamiento. ....	7
2.3.3. CALOR.....	8
2.3.3.1. Transferencia de calor en el sistema de frenos .....	9
2.4. PRESIÓN HIDRÁULICA .....	9
2.4.1. FUERZAS EN EL PEDAL DE FRENO Y REPARTIDOR DE FRENADA .....	11

2.4.2. DISTRIBUCIÓN DE PRESIONES GENERADAS POR LAS BOMBAS DE FRENO .....	12
2.4.3. DISTRIBUCIÓN DE PRESIONES EN EL INTERIOR DE LOS CONDUCTOS.....	13
2.4.4. FUERZAS LINEALES GENERADAS EN CADA PINZA DE FRENO. ....	13
2.5. CONSTITUCIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS DE UN VEHÍCULO.....	14
2.5.1. SISTEMA DE FRENOS DE DISCO. ....	15
2.5.1.1. Disco o rotor de freno .....	16
2.5.1.2. Pinza (mordaza o caliper) .....	17
2.5.1.3. Pastilla de freno (balata) .....	19
2.5.2. SISTEMA DE FRENOS DE TAMBOR .....	20
2.5.2.1. Tambor .....	21
2.5.2.2. Zapata o mordaza (primaria y secundaria) .....	21
2.5.2.3. Dispositivo de retención de las Zapatas .....	21
2.5.2.4. Cilindro de doble pistón .....	22
2.5.2.5. Muelle de retorno .....	22
2.5.3. BOMBA DE FRENO.....	22
2.5.4. DEPÓSITO DE LÍQUIDO DE FRENO .....	23
2.5.5. SERVOFRENO .....	24
2.5.5.1. Funcionamiento Servofreno .....	24
2.5.6. CAÑERÍAS.....	26
2.5.7. FRENO DE MANO .....	27
2.5.8. PEDAL DE FRENO.....	28
2.6. CIRCUITO HIDRÁULICO DE FRENO DEL AUTOMÓVIL. ....	29
2.6.1. VÁLVULA REPARTIDORA .....	30
2.6.1.1. Repartidor de simple efecto .....	30
2.6.1.2. Repartidor de doble efecto.....	31
2.7. LÍQUIDO DE FRENO .....	31

<b>3. METODOLOGÍA</b> .....	33
3.1. DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS .....	33
3.2. DISEÑO DEL BASTIDOR DEL BANCO DE PRUEBAS SISTEMA DE FRENO DISCO-TAMBOR .....	34
<b>4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	35
4.1. ESQUEMA DE LA ESTRUCTURA.....	35
4.1.1. CÁLCULO ESTRUCTURAL.....	36
4.2. ESQUEMA MECÁNICO .....	40
4.3. ESQUEMA HIDRÁULICO .....	41
4.4. ESQUEMA ELÉCTRICO .....	41
4.4. CONSTRUCCIÓN DE BANCO DE PRUEBAS SISTEMA DE FRENO DISCO-TAMBOR.....	41
4.4.1. MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS.....	41
4.4.1.1. Acero laminado.....	42
4.4.2. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS .....	42
4.4.2.1. Soldadura MIG/MAG.....	42
4.4.2.2. Herramientas para construcción estructura de banco .....	43
4.4.3. FABRICACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS .....	44
4.4.4. PROCESO DE FABRICACIÓN.....	44
4.4.5. ENSAMBLAJE DE LOS COMPONENTES DE FRENOS. .	46
4.4.5.1. Servofreno. ....	47
4.4.5.2. Pedal de freno.....	47
4.4.5.3. Freno de mano.....	48
4.4.5.4. Eje de Transmisión. ....	49
4.4.5.5. Tambores de freno.....	49
4.4.5.6. Disco de freno.....	50
4.4.6. ENSAMBLE DEL CIRCUITO HIDRÁULICO. ....	51

4.4.7. ENSAMBLE DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE CONTROL.	51
4.4.8. EMSAMBLE DE OTROS ELEMENTOS	
COMPLEMENTARIOS.....	54
4.4.8.1. Manómetros.....	54
4.4.8.2. Bomba de vacío.....	55
4.4.8.3. Motor Eléctrico.....	56
4.5. FUNCIONAMIENTO DEL BANCO .....	59
4.6. RESULTADO DE SIMULACIÓN DE ESFUERZOS EN	
BANCO DE PRUEBAS (SOLIDWORKS, 2015).....	59
4.7. GUÍAS DE PRÁCTICA.....	64
4.7.1 GUÍA DE PRÁCTICA 1 .....	64
4.7.2. GUÍA DE PRÁCTICA 2 .....	68
4.7.3. GUÍA DE PRÁCTICA 3 .....	72
4.7.4. GUÍA DE PRÁCTICA 4 .....	76
4.7.5. GUÍA DE PRÁCTICA 5 .....	79
4.7.6. GUÍA DE PRÁCTICA 6 .....	81
4.8. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS PRÁCTICAS.....	108
4.8.1. ANÁLISIS DE GUÍAS DE PRÁCTICA.....	108
4.9. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y	
CORRECTIVO .....	109
4.10. INFORMACIÓN SOBRE EL USO DEL BANCO	
DIDÁCTICO .....	111
4.11. IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MEDICIÓN .....	111
4.12. OBSERVACIONES.....	111
4.13. IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES Y	
CONOCIMIENTO DE SUS PROPIEDADES DE OPERACIÓN Y	
PARÁMETROS .....	112
4.14. NIVEL DE LÍQUIDO DE FRENO.....	113
4.15. NORMAS DE SEGURIDAD PARA EL CORRECTO USO	
DEL BANCO DIDÁCTICO DENTRO DEL LABORATORIO.....	113
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>115</b>

5.1. CONCLUSIONES.....	115
5.2. RECOMENDACIONES .....	116
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>117</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>119</b>

# ÍNDICE DE TABLAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Tabla 1.</b> Coeficiente de adherencia .....	6
<b>Tabla 2.</b> Coeficiente de rozamiento sobre vías respecto a cambios ambientales.....	8
<b>Tabla 3.</b> Especificaciones líquido de frenos .....	32
<b>Tabla 4.</b> Especificaciones tubo cuadrado estructural 1 pulgada.....	38
<b>Tabla 5.</b> Especificaciones de tubo tipo L. ....	39
<b>Tabla 6.</b> Especificaciones de tubo tipo C.....	40
<b>Tabla 7.</b> Herramientas para construcción estructura de banco .....	44
<b>Tabla 8.</b> Placa bomba vacío .....	56
<b>Tabla 9.</b> Placa motor eléctrico .....	57
<b>Tabla 10.</b> Control y cambios.....	108
<b>Tabla 11.</b> Control y cambios del banco de pruebas.....	109



# ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>PÁGINA</b>
<b>Figura 1.</b> Fuerza de fricción (resistencia) .....	7
<b>Figura 2.</b> Disco a alta temperatura .....	8
<b>Figura 3.</b> Acción de Presión sobre distintas superficies .....	9
<b>Figura 4.</b> Efecto hidráulico al someter a presión un fluido.....	10
<b>Figura 5.</b> Diagrama de frenos.....	14
<b>Figura 6.</b> Partes del sistema de frenos disco .....	15
<b>Figura 7.</b> Disco de freno .....	16
<b>Figura 8.</b> Pinza de freno .....	17
<b>Figura 9.</b> Pinza Flotante .....	18
<b>Figura 10.</b> Mordaza Oscilante. ....	19
<b>Figura 11.</b> Partes del tambor.....	20
<b>Figura 12.</b> Corte bomba de freno .....	22
<b>Figura 13.</b> Depósito líquido de frenos .....	23
<b>Figura 14.</b> Corte servofreno .....	24
<b>Figura 15.</b> Función y partes del servofreno .....	25
<b>Figura 16.</b> Cañerías freno .....	26
<b>Figura 17.</b> Palanca de freno de mano. ....	27
<b>Figura 18.</b> Pedal freno.....	28
<b>Figura 19.</b> Circuito hidráulico.....	29
<b>Figura 20.</b> Válvula repartidora .....	30
<b>Figura 21.</b> Esquema de estructura .....	35
<b>Figura 22.</b> Medidas de la estructura.....	36
<b>Figura 23.</b> Diagrama de peso equivalente de la estructura.....	37
<b>Figura 24.</b> Vista de la estructura 3D con programa SOLIDWORK.....	38
<b>Figura 25.</b> Medida de tubo cuadrado 1 pulgada.....	39
<b>Figura 26.</b> Medida tubo tipo L.....	39
<b>Figura 27.</b> Medida perfil tipo C. ....	40
<b>Figura 28.</b> Acero laminado. Características (anexo 2) .....	42

<b>Figura 29.</b> Soldadura MIG/MAG. Características (Anexo 3) .....	43
<b>Figura 30.</b> Soldadura de la estructura metálica.....	45
<b>Figura 31.</b> Pintura de la estructura.....	46
<b>Figura 32.</b> Pintura de partes.....	46
<b>Figura 33.</b> Colocación de servofreno.....	47
<b>Figura 34.</b> Montaje de pedal de freno.....	48
<b>Figura 35.</b> Montaje de freno de mano.....	48
<b>Figura 36.</b> Colocación de la transmisión.....	49
<b>Figura 37.</b> Colocación de los tambores de freno.....	50
<b>Figura 38.</b> Colocación de los discos delanteros.....	50
<b>Figura 39.</b> Conexión de cañería principal y repartidor.....	51
<b>Figura 40.</b> Circuito eléctrico del banco (cocodrile clips) .....	52
<b>Figura 41.</b> Interruptor de luces de freno instalado (freno de mano). .....	52
<b>Figura 42.</b> Indicador luz de freno.....	53
<b>Figura 43.</b> Convertidor de voltaje.....	54
<b>Figura 44.</b> Manómetros .....	55
<b>Figura 45.</b> Bomba de vacío .....	56
<b>Figura 46.</b> Motor eléctrico.....	57
<b>Figura 47.</b> Vista en 3D del diseño obtenido en el software.....	60
<b>Figura 48.</b> Estructura en 3D de esfuerzos aplicados.....	60
<b>Figura 49.</b> Tensiones del banco en funcionamiento (SolidWorks, 2015) ....	61
<b>Figura 50.</b> Desplazamiento del banco en funcionamiento (SolidWorks, 2015).....	62
<b>Figura 51.</b> Deformación del banco de pruebas (SolidWorks, 2015) .....	62

# ÍNDICE DE ANEXOS

## PÁGINA

### **ANEXO 1.**

Tabla de especificaciones del tipo de material que se utilizó..... 119

### **ANEXO 2.**

Especificaciones de la suelda eléctrica MIG..... 120

### **ANEXO 3.**

Ejercicios de palanca que actúa sobre el pedal de freno..... 121

### **ANEXO 4.**

Planos banco de pruebas. .... 123

## RESUMEN

El proyecto titulado “Diseño y Construcción de un Banco Simulador de un Sistema de Frenos por Disco – Tambor para la Carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial”, se realizó con el objetivo de diseñar y construir un banco de simulación del sistema convencional de freno. Material didáctico con el cual podrán desarrollar habilidades y destrezas en el aprendizaje de las materias de la carrera. Este banco de pruebas está realizado con componentes de un vehículo accidentado, del cual se pudo recuperar sus partes y piezas de todo el sistema de freno disco-tambor y en base a esto se logró elaborar el mismo para que los estudiantes tengan un libre acceso en realizar los laboratorios de la materia.

Los componentes de este banco simulador fueron obtenidos de un sistema de freno convencional de un vehículo y para dar movimiento a todo este conjunto de frenos de disco-tambor se coloca un motor eléctrico que se encargará de dar movimiento simulando a un vehículo, el cual mediante una banda transmitirá su giro al eje de transmisión y simulará un auto en movimiento. Seguidamente se utilizará un pedal que transmitirá la fuerza al servo freno, y este se encargará que la bomba mediante cañerías distribuya el líquido de frenos, tanto al sistema de disco y tambores. Los manómetros están acoplados en el sistema hidráulico con el objetivo de medir las distintas presiones que se obtiene en mordaza o cilindro de doble pistón.

Sobre el eje de transmisión se encuentra el sistema de frenado de disco y tambor similar al funcionamiento de un automóvil, el otro sistema de disco y tambor estará sobre su base cada uno donde se muestra movimiento y está en corte para poder observar su funcionamiento, el accionamiento y el movimiento del cilindro de mordaza y zapatas en el tambor.

## **ABSTRACT**

The project entitled "Design and Construction of a Simulator Bank of a brake system Disk - Drum for Automotive Engineering of "Universidad Tecnológica Equinoccial" was held with the aim of designing and building a bank simulation of conventional system Brake.

Teaching materials with which they can develop skills in learning the subjects of the career. This test is made with components of a crashed vehicle, which could be recovered parts and pieces of the whole brake system disc-drum and on this basis was achieved develop the same for students to have a free access laboratories performing matter.

The components of this bank simulator were obtained from a conventional vehicle brake and to give movement to this set disc brake-drum put an electric motor to take care of giving motion simulating a vehicle, which by band transmit its rotation to the drive shaft and simulate a moving car.

Then a pedal that transmit force to the servo brake, and this will handle the pump through pipes distribute the brake fluid, both the system disc and drums will be used. Pressure gauges are coupled to the hydraulic system with the aim of measuring the various pressures obtained in jaw or double piston cylinder.

On an axle braking system disc and drum it will be; the other system disk and drum will each on its base. Movement will be in court to observe its operation, the drive and the movement of the jaw cylinder and brake shoe on the drum.

# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. ANTECEDENTES**

El banco de pruebas del sistema de freno disco-tambor está elaborado de acuerdo a su función y forma que necesitan sus componentes utilizados en la construcción de este, con una disposición que es semejante a un automóvil.

Tomando en cuenta que su funcionamiento no será al 100% real, ya que es una simulación de presión de frenado en las ruedas.

El objetivo del frenado es detener o disminuir el movimiento del vehículo dependiendo la necesidad del conductor; para aquello, la energía cinética que obtiene el vehículo a velocidad tiene que ser opuesta en un porcentaje o al 100% para disminuir o detener totalmente la energía cinética producida por el vehículo, por medio de la fricción, es decir, transformar esta fuerza opuesta en calor.

Por esta razón se elabora un banco de pruebas para que los estudiantes obtengan un aprendizaje detallado del sistema de frenado, y se realice distintas prácticas de laboratorio, de manera que se complemente el conocimiento teórico con los prácticos.

## **1.2. PROBLEMA**

La necesidad de tener un banco de pruebas que pueda ser funcional tanto para los estudiantes y docentes, que no tiene el laboratorio de la carrera, será un objeto de práctica en la facultad de Ingeniería Automotriz. Este banco de pruebas los estudiantes utilizarán como complemento de estudio y poner en práctica sus conocimientos, saber cómo realmente es el funcionamiento del sistema de frenos por disco – tambor y permitirá que el estudiante desarrolle la habilidad de realizar el mantenimiento, correctivo y

preventivo de este sistema del automóvil.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La elaboración del banco simulador permitirá entender a los estudiantes el funcionamiento real de este sistema y solventar dudas que exista en los estudiantes y complementar conocimientos. Además los docentes impartirán el conocimiento teórico de una manera práctica. De esta manera el banco simulador se construirá para comprender su funcionamiento, posibles fallas que se puedan diagnosticar y proponer una solución, complementando el conocimiento mediante aplicaciones de guías de práctica encaminando a los estudiantes a la obtención de un diagnóstico y solución a problemas respecto a cómo trabajar en el sistema de frenado de un vehículo por disco-tambor.

### **1.4. OBJETIVO DEL PROYECTO**

#### **1.4.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar y Construir un Banco Simulador de un Sistema de Frenos por Disco – Tambor para la Carrera de Ingeniería Automotriz.

#### **1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Complementar conceptos adquiridos en las materias de Mecanismos, Resistencia de Materiales, Electricidad, Diseño Automotriz, Soldas Eléctricas, Hidráulica y Sistemas de Protección Automotriz para diseñar y construir del banco de pruebas.

- Realizar guías de prácticas para que los estudiantes sepan el funcionamiento, como se podrían diagnosticar y dar solución a posibles fallas que se puede dar en el sistema de frenado automotriz.
- Realizar un manual de mantenimiento para el debido cuidado de partes móviles y estéticas del Banco de pruebas y se pueda mantener funcional y alargar su vida útil.

## **1.5. ALCANCE**

El banco sirve para que el taller de la carrera de Ingeniería Automotriz simule el funcionamiento del sistema de frenos hidráulico de un vehículo y mediante la práctica lograr distinguir posibles fallas que se pueden dar en el sistema. El banco de pruebas es herramienta de apoyo para las cátedras en que se enseñe el sistema de frenado Disco-Tambor para obtener un mejor aprendizaje de la materia y del funcionamiento de todo el sistema.



## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. HISTORIA DE LOS FRENOS**

Los primeros automóviles creados a finales del siglo XIX, tuvieron sin duda mucha inseguridad con respecto a la aplicación de uno de los frenos verdaderamente eficaces. En esa época la velocidad de los automóviles no eran elevadas excepto los autos preparados para competencia, ni las transmisiones permitían que se pudiera alcanzar velocidades altas ni subir rampas empinadas. El freno aplicado se heredó directamente de las carrozas jaladas por caballos. Este freno tenía una zapata que se aplicaba directamente sobre la banda de rodadura de las ruedas traseras y que se presionaba por medio de una simple palanca.

Cuando aparecieron los primeros neumáticos creados por los hermanos Michelin y el Británico Dunlop, la ubicación de la zapata fue mucho más comprometida y tuvo que ser remplazado por los laterales de la goma. Louis Renault quien pensó en equipar los automóviles de su fabricación con frenos de tambor de expansión, su accionamiento se hizo por medio del pedal. Frederick Lanchester tenía su propia fábrica de automóviles, en el año de 1906 ya había aplicado el accionamiento por expansión en frenos de disco. Tanto el disco como las pastillas tenían dimensiones pequeñas, los primeros frenos de disco de Lanchester disponía ya de dos pastillas de fricción.

A partir de año 1962 muchas marcas implementaron la aplicación del sistema de frenos de disco en sus automóviles y se interesaron en dar un mantenimiento más sencillo y eficaz para dar un mejor servicio y tener materia prima para la variedad de vehículos que se requiera cambiar.

Los puntos fundamentales que tomaron en cuenta para hacer un sistema efectivo fue la aplicación de forros de asbesto y un sistema de accionamiento hidráulico, principalmente por su seguridad y la forma que actuó eficazmente. (Alonso, 2008)

## **2.2. DEFINICIÓN DE FRENOS**

El sistema de frenos debe cumplir la función de detener el automóvil, evitar el exceso de velocidad cuando el automóvil desciende y mantenerlo cuando se detiene sobre declives. Se diseña de modo que el esfuerzo de frenado pueda ser cambiado por el conductor y así mantener el automóvil bajo control.

El conjunto de elementos que intervienen en un sistema de frenado tienen por misión disminuir poco a poco la velocidad de un vehículo, estabilizar esta velocidad o que su velocidad sea nula. Este mando puede ser accionado:

- Por el conductor: mediante el pedal o a mano. Sin intervención directa del conductor.
- Por inercia: cuando la fuerza generada sea igual a la de fricción. (Alonso, 2008)

## **2.3. ADHERENCIA, FRICCIÓN Y CALOR.**

### **2.3.1. ADHERENCIA**

El coeficiente de adherencia ( $f$ ) es un valor experimental que define la mayor o menor adhesión de los cuerpos en contacto, neumático y calzada. Este coeficiente depende del desgaste de los neumáticos y del estado de la superficie de desplazamiento. La adherencia varía con:

- El peso del vehículo.
- Las características y el estado del neumático.
- La naturaleza y el estado de la carretera.

En la tabla 1 se podrá ver los coeficientes de adherencia en distintos tipos de materiales vías, dependerá muchos de los agentes ambientales. (RUEDA, 2010)

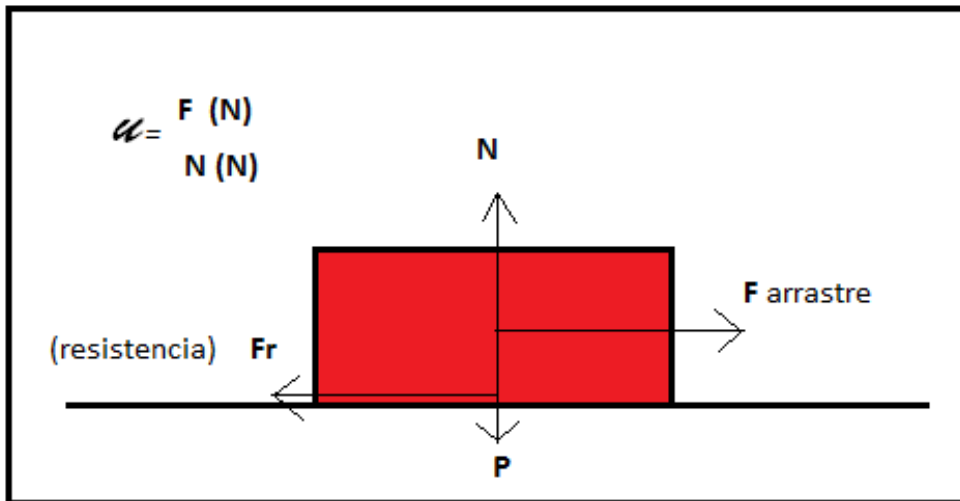
**Tabla 1. Coeficiente de adherencia**

CARRETERA		NEUMÁTICOS	
TIPO	ESTADO	NUEVOS	USADOS
HORMIGÓN NORMAL	SECO	1.0	1.0
	MOJADO	0.7	0.5
ASFALTO GRUESO	SECO	1.0	1.0
	MOJADO	0.7	0.5
ASFALTO NORMAL	SECO	0.6	0.6
	MOJADO	0.5	0.3

(CRIADO, 2012).

### 2.3.2. FRICCIÓN

Es la oposición al movimiento que existe entre dos objetos o cuerpos en contacto. Existe muchos tipos de fricción, pero el tipo de deslizamiento seco ofrece la mayor resistencia al movimiento ya que la superficie es más áspera como indica la figura 1.



**Figura 1.** Fuerza de fricción (resistencia)

(CRIADO, 2012)

En el caso de los vehículos, cuando se encuentra en movimiento tiene una cierta energía cinética y si se quiere detener tiene que transformar esa energía en otro tipo de energía que no involucre el movimiento del vehículo, tal como la energía calórica. (Luque, 2005)

### 2.3.2.1. Coeficiente de rozamiento.

El coeficiente de rozamiento o coeficiente de fricción expresa la oposición al deslizamiento que ofrecen las superficies de dos cuerpos en contacto. Es un coeficiente adimensional. Usualmente se representa con la letra griega  $\mu$  (niu).

El valor del coeficiente de rozamiento es característico de cada par de materiales en contacto como se presenta en la tabla 2; no es una propiedad intrínseca de un material. Depende además de muchos factores como la temperatura, el acabado de las superficies, la velocidad relativa entre las superficies, etc. (Zemansky, 2008)

**Tabla 2.** Coeficiente de rozamiento sobre vías respecto a cambios ambientales.

COEFICIENTE	SUELO
0,9	Asfalto seco y gravilla empotrada.
0,8	Asfalto rugoso seco.
0,6	Asfalto seco y adoquinado seco.
0,5	Asfalto rugoso húmedo.
0,4	Asfalto húmedo.
0,3	Adoquinado húmedo.
0,1	Hielo.

(SOTELO, 1998).

### 2.3.3. CALOR

El calor es la transferencia de energía térmica que se da entre diferentes cuerpos o diferentes zonas de un mismo cuerpo que se encuentran a distintas temperaturas, sin embargo en termodinámica generalmente el término calor significa transferencia de energía. Como se puede ver en la figura 2 debido a la fricción entre las pastillas de freno y disco, se genera alta temperatura. (Astudillo, 2010)



**Figura 2.** Disco a alta temperatura  
(F1E3P, 2008)

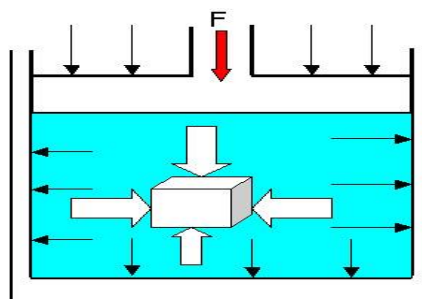
### 2.3.3.1. Transferencia de calor en el sistema de frenos

En el sistema de frenos se puede ver una relación paralela entre el incremento de la temperatura en los discos, pastillas de freno, tambores y zapatas. La fricción existe entre ellos cuando se utiliza el sistema provocará un acelerado incremento de la temperatura, sin embargo como en todo existe límites, si se sobre pasa el límite de temperatura perderá en gran cantidad las propiedades del sistema de frenos provocando que no se puede detener el vehículo o no tenga el tiempo de reacción adecuada al frenado. (Astudillo, 2010)

## 2.4. PRESIÓN HIDRÁULICA

La hidráulica es una rama de la mecánica de fluidos y ampliamente presente en la ingeniería que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los líquidos. Todo esto depende de las fuerzas que se interponen con la masa y a las condiciones a que esté sometido el fluido, relacionadas con la viscosidad de este.

El principio hidráulico de frenos utiliza un líquido para transmitir presión, fuerza y movimiento. Cuando se aplica la fuerza a un líquido confinado, se produce presión, la cual se ejerce de manera uniforme en todo el sistema y con fuerzas iguales en áreas iguales. Como se puede apreciar en la figura 3.



**Figura 3.** Acción de Presión sobre distintas superficies  
(SOTELO, 1998)

La presión es una magnitud escalar que relaciona la fuerza con la superficie sobre la cual actúa, lo cual equivale a la fuerza que actúa sobre la superficie. Cuando sobre una superficie plana se aplica una fuerza normal de manera uniforme, la presión viene dada de la siguiente fórmula:

$$\rho = \frac{F}{A} \quad [1]$$

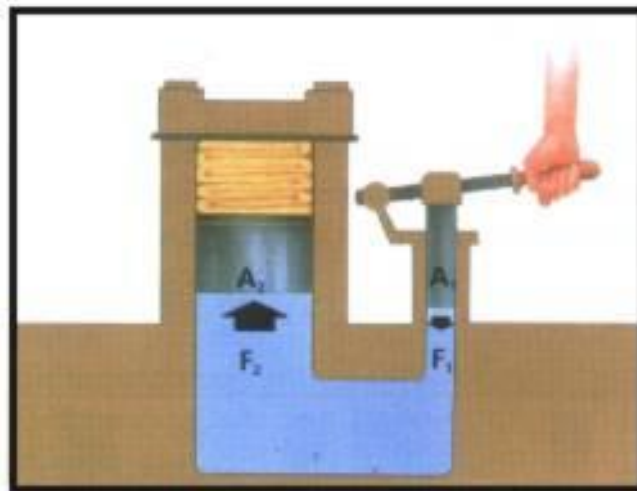
Donde:

$\rho$ : es la presión

F: la fuerza ejercida

A: el área que recibe la fuerza

En la figura 4 se puede ver cómo actúa la transferencia de fluido dependiendo la fuerza y área. (Zemansky, 2008)



**Figura 4.** Efecto hidráulico al someter a presión un fluido  
(Zemansky, 2008)

Con base a la fórmula básica de presión se puede calcular la presión de sistema hidráulico tomando en cuenta los siguientes puntos.

### 2.4.1. FUERZAS EN EL PEDAL DE FRENO Y REPARTIDOR DE FRENADA

El pedal de freno constituye un sistema de palancas mediante el cual el conductor ejerce una fuerza y esta se amplifica. De la estática elemental, se puede comprobar cómo el incremento de la fuerza aplicada por el conductor será igual a esta misma fuerza multiplicada por la relación de pedal.

$$f_{s,p} = f_{e,p} \cdot \frac{L1}{L2} \quad [2]$$

Donde:

$f_{s,p}$ : Fuerza de salida del pedal

$f_{e,p}$ : Fuerza de entrada del pedal

$\frac{L1}{L2}$ : Relación de longitudes del pedal

Esta fuerza será repartida equitativamente a cada una de las bombas de freno si el repartidor de frenada se encuentra ajustado al 0%, es decir, en posición de equilibrio. El repartidor dará el porcentaje de la fuerza ejercida sobre el sistema hidráulico delantero.

De esta manera, la fuerza a la salida del pedal que irá a cada una de las bombas será:

$$f_{s,rf,d} = (1 + \alpha) \cdot \frac{f_{s,p}}{2} \quad [3]$$

$$f_{s,rf,t} = (1 - \alpha) \cdot \frac{f_{s,p}}{2} \quad [4]$$

Donde:

$f_{s,rf,d}$ : Es la fuerza a la salida del pedal con el repartidor ajustado hacia la bomba del circuito delantero.



$f_{s,rf,t}$ : Es la fuerza a la salida del pedal con el repartidor ajustado hacia la bomba del circuito trasero.

$\alpha$ : Es porcentaje de fuerza ejercida del repartidor

#### 2.4.2. DISTRIBUCIÓN DE PRESIONES GENERADAS POR LAS BOMBAS DE FRENO

La función que debe desarrollar cada bomba de freno es la de transformar la fuerza aplicada por el conductor en el pedal de freno en presión, la cual se transmitirá a través del sistema hidráulico.

$$f_{e,b} = f_{s,rf} \quad [5]$$

Donde:

$f_{e,b}$ : Es la fuerza lineal a la entrada de la bomba.

$f_{s,rf}$ : Es la fuerza a la salida del repartidor de frenada.

Para hallar la presión generada por la bomba de freno, los líquidos son totalmente incompresibles y los conductos son infinitamente rígidos, con todo ello se tendrá que la presión generada por la bomba de freno será:

$$P_{b,d} = \frac{f_{e,b,d}}{A_b} \quad [6]$$

$$P_{b,t} = \frac{f_{e,b,t}}{A_b} \quad [7]$$

Donde:

$P_{b,d}$  : Es la presión hidráulica generada por la bomba.

$A_b$  : Es el área del pistón de la bomba.

$f_{e,b,d}$ : Es la fuerza lineal a la entrada de la bomba delantero.

$f_{e,b,t}$ : Es la fuerza lineal a la entrada de la bomba trasero.

### 2.4.3. DISTRIBUCIÓN DE PRESIONES EN EL INTERIOR DE LOS CONDUCTOS

La función del líquido de freno y los conductos, es la de transmitir la presión obtenida de las bombas de freno a las pinzas de freno. Aunque como bien se ha dicho en el documento, se trata de tubos flexibles, con lo que para realizar este cálculo, se debe suponer que el fluido es totalmente incompresible y los conductos infinitamente rígidos. Con ello, y considerando que no existe ningún tipo de pérdida, la presión que llegará a cada una de las pinzas con nuestras condiciones son:

$$P_{piston} = P_b \quad [8]$$

Donde:

$P_{piston}$  : Es la presión hidráulica transmitida a la pinza de freno.

$P_b$  : Es la presión hidráulica que transmite la bomba al sistema de freno.

### 2.4.4. FUERZAS LINEALES GENERADAS EN CADA PINZA DE FRENO.

La función principal de la pinza de freno, es la de transformar la presión hidráulica que le llega desde las bombas a través de los conductos en un fuerza mecánica lineal. Con las siguientes expresiones se puede calcular la fuerza lineal que generará cada pinza al transformar esa presión hidráulica.

$$f_{pinza,d} = n^0_{pistones} \cdot P_{piston,d} \cdot A_{piston,d} \quad [9]$$

$$f_{pinza,t} = n^0_{pistones} \cdot P_{piston,t} \cdot A_{piston,t} \quad [10]$$

Donde:

$f_{pinza,t}$  : Es la fuerza lineal generada por la pinza de freno.

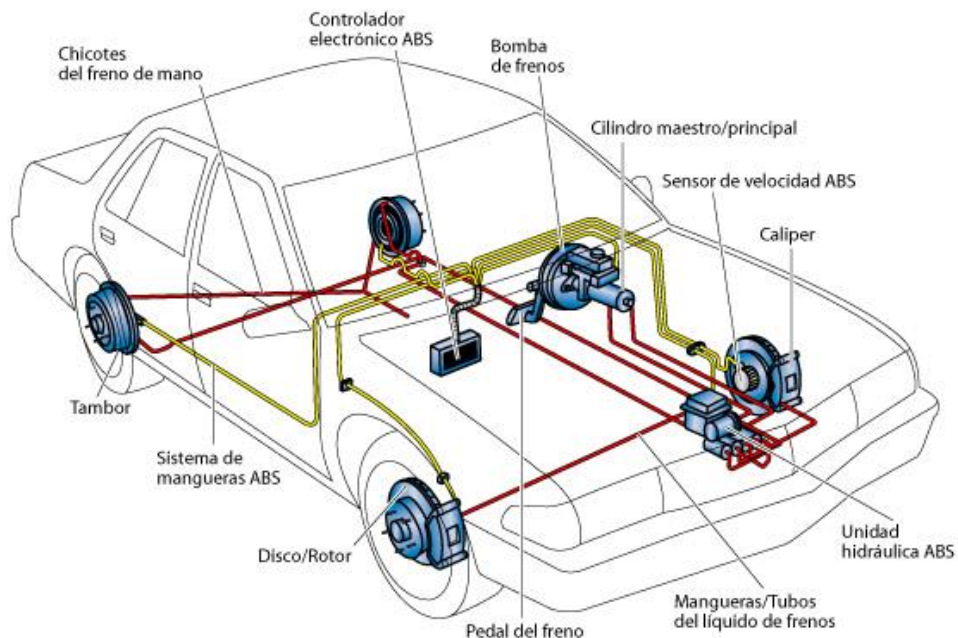
$A_{piston}$  : Es el área efectiva del pistón de una de las caras de la pinza.

$n^0_{pistones}$  : Es el número de pistones que posee por cara cada pinza.

$P_{piston,t}$  : Presión del pistón total.

## 2.5. CONSTITUCIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS DE UN VEHÍCULO

El diagrama de frenos más sencillo está constituido por las siguientes componentes. Como se observa en la figura 5.

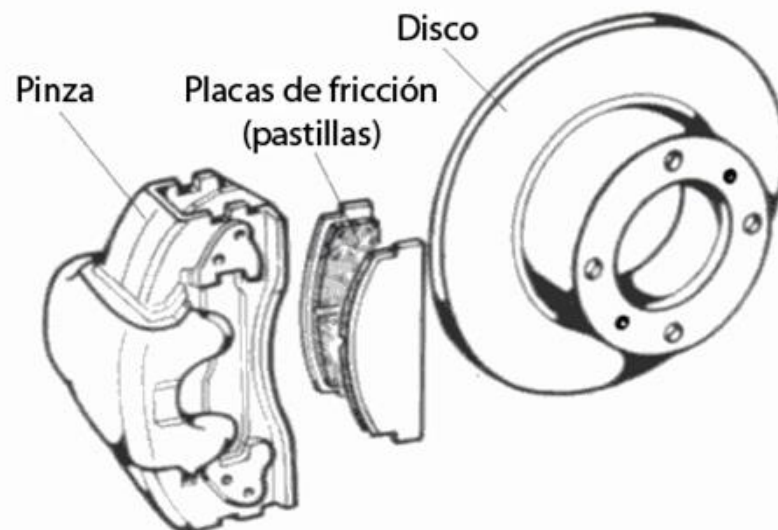


**Figura 5.** Diagrama de frenos  
(CRIADO, 2012)

- Sistema de frenos de discos
- Sistema de frenos de tambor
- Bomba de freno
- Depósito de líquido de freno
- Servofreno
- Cañerías
- Freno de mano
- Pedal de freno

### 2.5.1. SISTEMA DE FRENOS DE DISCO.

Las partes del sistema de freno son: Disco o rotor de freno, Pinza (mordaza o caliper) y Pastilla de freno (balata), como indica la figura 6.



**Figura 6.** Partes del sistema de frenos disco  
(Rojas, 2004)

### 2.5.1.1. Disco o rotor de freno

El disco de frenado es de acero o fundición y está expuesto a la corriente circulatoria de aire, determinada por la velocidad del automóvil. Por esta razón, el calor generado por la fricción de frenado se disipa rápidamente hacia el exterior. Los discos están realmente expuestos al ambiente, si bien se limpia por sí mismo, ya que expulsan por la fuerza centrífuga la suciedad que desde el suelo les alcanza.

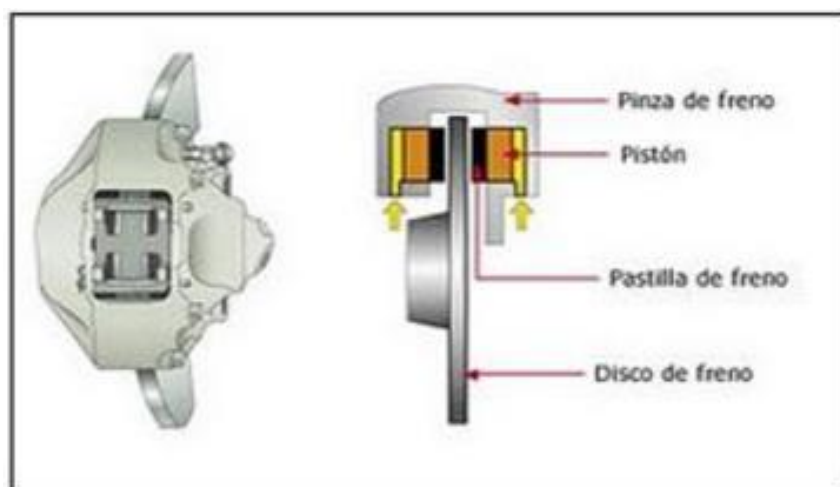
Los discos de frenos no deben presentar ni estrías profundas ni alabeamientos laterales. Los alabeamientos se reconocen mediante un dispositivo verificador adecuado. En el diámetro mayor de superficie de frenado, el alabeamiento lateral no debe sobrepasar 0,2 mm. En otro caso procede desmontar el disco y repararlo. En la figura 7 se puede ver a un disco de freno y sus cavidades de ventilación. (Rojas, 2004)



**Figura 7.** Disco de freno  
(Rojas, 2004)

### 2.5.1.2. Pinza (mordaza o caliper)

La pinza de freno (cáliper) es el elemento encargado de soportar las pastillas además de empujarlas contra el disco cuando se presuriza el sistema. Se trata de un elemento crítico en el sistema de frenos y está sometida a esfuerzos importantes durante el frenado tales como vibraciones, excesiva temperatura y otros elementos agresivos. Independientemente del tipo de pinza del que se trate, el funcionamiento del pistón o pistones de la misma funcionan de la misma manera. Al recibir la fuerza transmitida a través del líquido de frenos realizan un movimiento lineal desplazando las pastillas de freno, las cuales ejercen una fuerza de compresión contra el disco. Una vez cesada esta fuerza los pistones vuelven a su posición original ayudados por unas juntas de los que están dotados. Como se ve en la figura 8. (Rojas, 2004)



**Figura 8.** Pinza de freno

(Rojas, 2004)

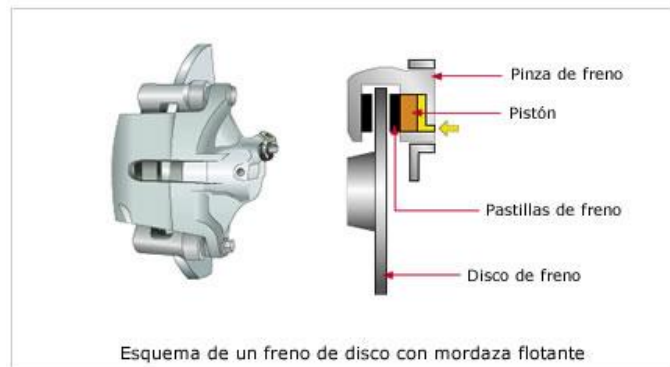
Como parte de la pinza de freno es la válvula de purga (purgador), es un elemento que permite la apertura del sistema para permitir la salida del aire del circuito hidráulico.

- **Pinza Fija**

Estas no se mueven en relación al disco de freno, y se utiliza una o más partes del pistón para accionar los ambos lados sobre las pastillas sobre las dos superficies del disco.

- **Pinza Flotante**

Las mordazas flotantes también denominadas “deslizantes”, se mueven en relación al disco; solo tiene un pistón a uno de los lados, empujan una de las pastillas hasta que hace contacto con el disco, haciendo que la pastillas del lado opuesto se deslice junto con la mordaza, de esta forma las dos pastillas se juntan a la superficie del disco. Este sistema tiene la mayoría de autos de gama media. Como se ve en la figura 9.



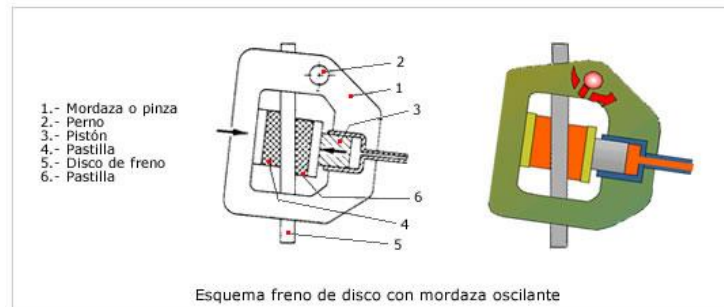
**Figura 9. Pinza Flotante**

(Rojas, 2004)

- **Pinza Oscilante**

La pinza oscilante se halla sujeta en un perno que sirve como eje de giro, al accionar presión sobre el pistón se ejerce una fuerza igual y opuesta sobre

el extremo cerrado del cilindro. Este obliga a que la mordaza a desplazarse en dirección opuesta a la del movimiento del pistón ya que su trayectoria es alrededor del perno pequeño, lo cual la mordaza empuja a la otra pastilla contra el disco quedando aprisionada entre las pastillas. Como indica la figura 10.



**Figura 10.** Mordaza Oscilante.  
(Rojas, 2004)

### 2.5.1.3. Pastilla de freno (balata)

Las pastillas de freno son el elemento del sistema de frenado que, junto con el disco de freno, van a producir la fricción necesaria para la deceleración del vehículo. (Rojas, 2004).

Existen varios tipos de materiales de pastillas entre estas existe:

- Metálicos y semimetálicos: Están compuestas por materiales de fricción como el hierro, la fricción en condiciones de seco y mojado no varían demasiado, por lo que tiene mejor frenada en condiciones de mojado que los otros tipos de pastilla. La duración es muy elevada. El calor desprendido es mucho mayor que los otros tipos, pero tiene un mayor desgaste en el disco por ser pastilla dura.
- Orgánicas: Están compuestas por materiales comunes y algunos como el grafito, resinas y fibras, estas son de una inmejorable calidad y adherencia al frenar, generan menos calor que las metálicas.



- Asbesto: El asbesto es un excelente aislante, lo que significa que el calor generado en el frenado se acumula en los forros y en el disco. Esto causa mayor desgaste en las pastillas y mayor mantenimiento. En la actualidad ya no se elabora pastillas de este tipo debido a su alta contaminación y efectos graves en el ser humano.

- Cerámicas: Este tipo de pastillas están compuestas por cerámica y fibra de cobre, lo que permite que las pastillas de este tipo controlen la tendencia del freno a perder potencia a temperaturas más altas y se recuperen de manera más rápida luego de detener el vehículo o móvil del disco esto permite que las pastillas no se cristalicen y pierdan su eficiencia al frenar bruscamente.

## 2.5.2. SISTEMA DE FRENOS DE TAMBOR

Este sistema de freno está formado por un tambor, que es el elemento que gira, montado sobre el buje de la rueda por medio de tornillos y tuercas, del cual recibe movimiento, y un plato de freno, elemento fijo sujeto al puente o la mangueta. En este plato van instalados los elementos de fricción, llamados ferodos, y los mecanismos de accionamiento para el desplazamiento de las zapatas. (Rojas, 2004). En la figura 11 se observa las partes del sistema a tambor:



**Figura 11.** Partes del tambor  
(GUALTIERI, 2014)

### **2.5.2.1. Tambor**

Como se observa en el ítem 1 de la figura 11, el tambor es la pieza que constituye la parte giratoria del freno y que recibe la casi totalidad del calor desarrollado en el frenado.

Se fabrica en fundición gris perlática con grafito esferoidal, material que se ha impuesto por su elevada resistencia al desgaste y menor costo de fabricación y que absorbe bien el calor producido por el rozamiento en el frenado.

Cabe destacar también, para ciertas aplicaciones, las fundiciones aleadas, de gran dureza que son capaces de soportar cargas térmicas muy elevadas. (CEAC, 2008)

### **2.5.2.2. Zapata o mordaza (primaria y secundaria)**

Como se observa en el ítem 2 y 3 de la figura 11, están formadas por dos placas de acero en forma de media luna sobre la que va fijado el material formado con fibras de amianto e hilos metálicos llamado ferodo, encargados de detener el vehículo. Los mismos que se fijan a las zapatas mediante remaches o adhesivos.

### **2.5.2.3. Dispositivo de retención de las Zapatas**

Como se observa en el ítem 4 de la figura 11, estas zapatas se unen, por un extremo, al cilindro y, por el otro, a un soporte fijo o regulable; a su vez, se mantienen unidas al plato, por medio de un sistema elástico de pasador y muelle.

Se coloca un muelle entre las dos zapatas, facilitando el retroceso de las mismas cuando cesa la fuerza ejercida por el cilindro. (CEAC, 2008)

#### 2.5.2.4. Cilindro de doble pistón

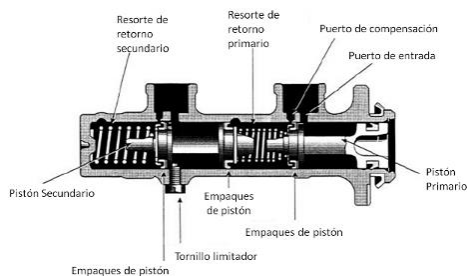
Como se observa en el ítem 6 de la figura 11, este tipo consta de un cilindro con dos émbolos de accionamiento gemelos. Al accionar el pedal de freno la presión hidráulica entra por los acoples de freno y hace desplazar a los émbolos hacia el exterior del cilindro de todo el sistema. (CEAC, 2008)

#### 2.5.2.5. Muelle de retorno

Como observa en el ítem 7 de la figura 11, es el que permite el retorno de las zapatas a su posición inicial, este permite que después que el conductor deje de accionar el pedal o freno de mano, retrocedan las zapatas para que permita mover el tambor y a su vez el neumático. (CEAC, 2008)

#### 2.5.3. BOMBA DE FRENO

El cilindro principal de freno (cilindro maestro), como se ve en la figura 12; es encargado de genera presión hidráulica en el circuito de freno y controla efecto de frenado. Recibe la presión de pedal de freno a través del auxilio del amplificador de fuerza de frenado y presiona el líquido de freno hasta los cilindros de mordazas y tambores que actúan en las pastillas de freno-disco y zapatas de tambor causando el efecto del frenado.



**Figura 12.** Corte bomba de freno  
(GUALTIERI, 2014)

El pistón está unido al pedal de freno por medio de un dispositivo de palanca que reporta una considerable ventaja mecánica. La fuerza de empuje aplicada al pedal de freno es multiplicada varias veces por el dispositivo de palanca del pedal. (Thomson, 2004)

#### **2.5.4. DEPÓSITO DE LÍQUIDO DE FRENO**

Se encuentra colocado encima de la bomba y unido a ésta mediante dos orificios de alimentación de líquido de frenos. Dispone de un medidor de nivel, una de nivel máximo y otra para el nivel mínimo. Actualmente se fabrican de plástico. Como se puede ver en la figura 13.



**Figura 13.** Depósito líquido de frenos

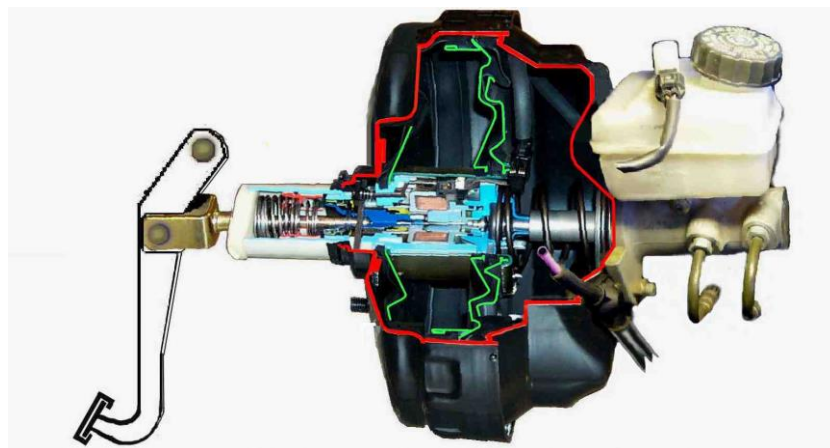
(GUALTIERI, 2014)

El acoplamiento a la bomba se realiza por medio de dos gomas o retenes para hermetizar el depósito.

Puede llevar un dispositivo de nivel, por medio de un contacto y una boya, cuando el líquido de frenos se sitúa en un nivel mínimo, se enciende el testigo de la falta de líquido. Cabe recalcar que cada fabricante especifica en la tapa del recipiente el tipo de líquido que debe usar el automóvil. (Gil, 2011)

## 2.5.5. SERVOFRENO

El servofreno amplifica la fuerza del pie al presionar el freno y disminuye así la fuerza real que se debe aplicar. Combinado con el cilindro principal, es parte integrante de la mayoría de sistemas de freno. En la figura 14, se puede ver cómo trabaja el servofreno acoplando y desacoplando el pedal.



**Figura 14.** Corte servofreno  
(GUALTIERI, 2014)

Se puede pensar que el servofreno sólo nos ofrece la posibilidad de realizar una presión mayor sobre el circuito hidráulico, y por lo tanto, sobre los pistones de las pinzas de freno con un mayor descanso del pie, pero esto no es únicamente así, sino que además proporciona una mejor dosificación de la frenada. (Gutierrez, 2006)

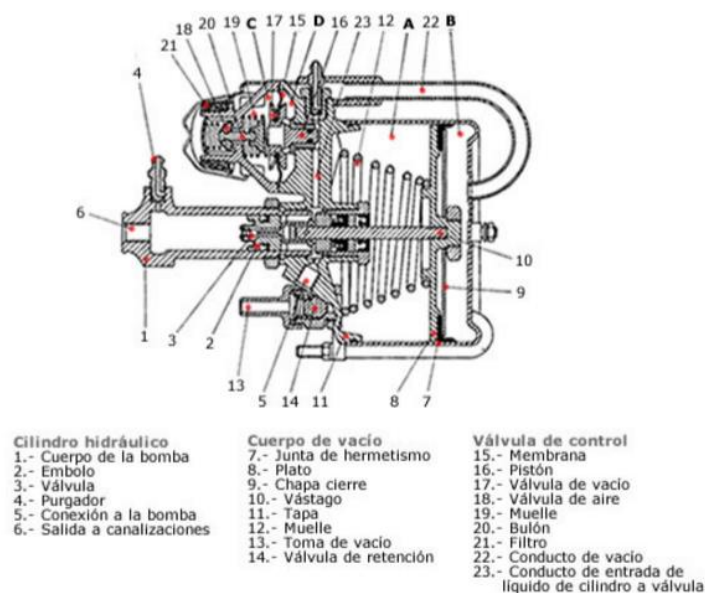
### 2.5.5.1. Funcionamiento Servofreno

El cilindro hidráulico indicado en la figura 12 está formado por un cuerpo de bomba (1), que se comunica con la válvula de control por el conducto (23), y los orificios de entrada (5) y salida del líquido (6), procedente de la bomba

principal de frenos, hacia las canalizaciones de las ruedas. Por su interior se desplaza un émbolo (2) unido mecánicamente, por medio del vástago (10), al plato (8) situado en el cuerpo de vacío, que se mantienen en su posición de reposo por medio del muelle (12) situado en la parte anterior del plato.

El cuerpo de vacío, formado de chapa y cerrado herméticamente, lleva en su interior al plato (8) que hace de émbolo y separa herméticamente las dos cámaras de vacío (A) y (B) por medio de la junta (7). Estas dos cámaras se comunican con la toma de vacío a través de la válvula de control.

La válvula de control está formada por un cuerpo de válvulas unido con tornillos a la tapa (11) del cuerpo de vacío. En su interior se forman dos cámaras (C) y (D), separadas por una membrana elástica (15), que se comunican a través de una válvula (17) unida al pistón (16) accionado por el líquido de frenos. Ambas cámaras se comunican a su vez con la toma de vacío y con las cámaras formadas en el cuerpo de vacío. La válvula (18) pone en comunicación la parte superior del cuerpo de válvulas con el aire exterior a través de un filtro (21) y se mantiene cerrada en su posición de reposo por la acción del muelle (19). Como se ve en la figura 15. (CRIADO, 2012)

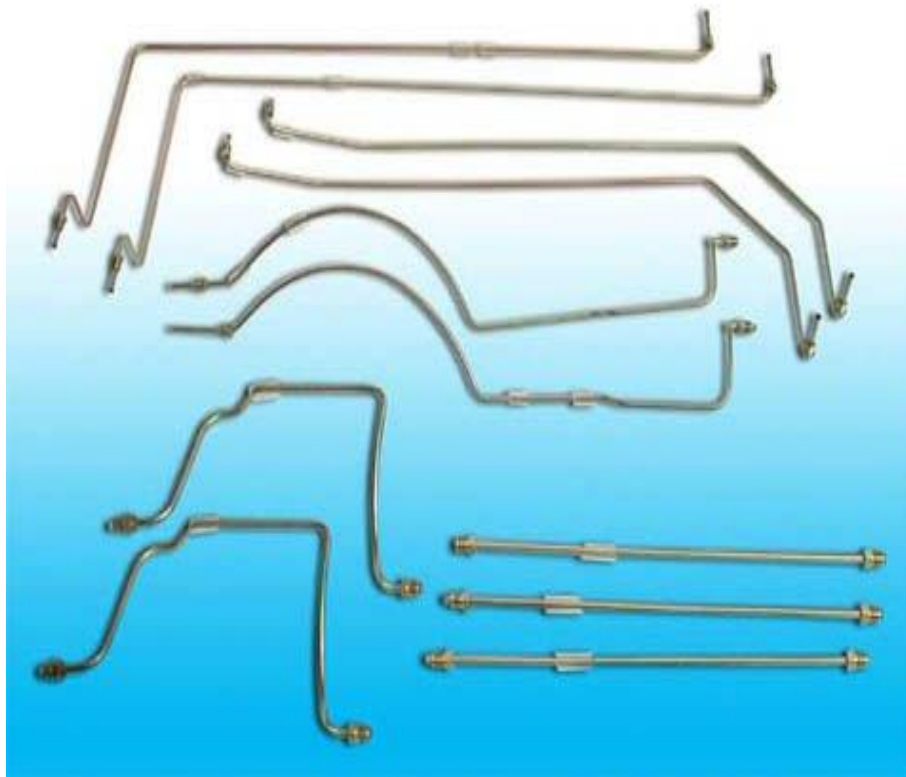


**Figura 15.** Función y partes del servofreno  
(CRIADO, 2012)

## 2.5.6. CAÑERÍAS

Las distintas partes de instalación de frenos hidráulicos en un vehículo se unen mediante cañerías.

Según las normas existentes deberán emplearse cañerías de acero sin costura, de doble arrollamiento o estirados o soldados. Como se ve en la figura 16.



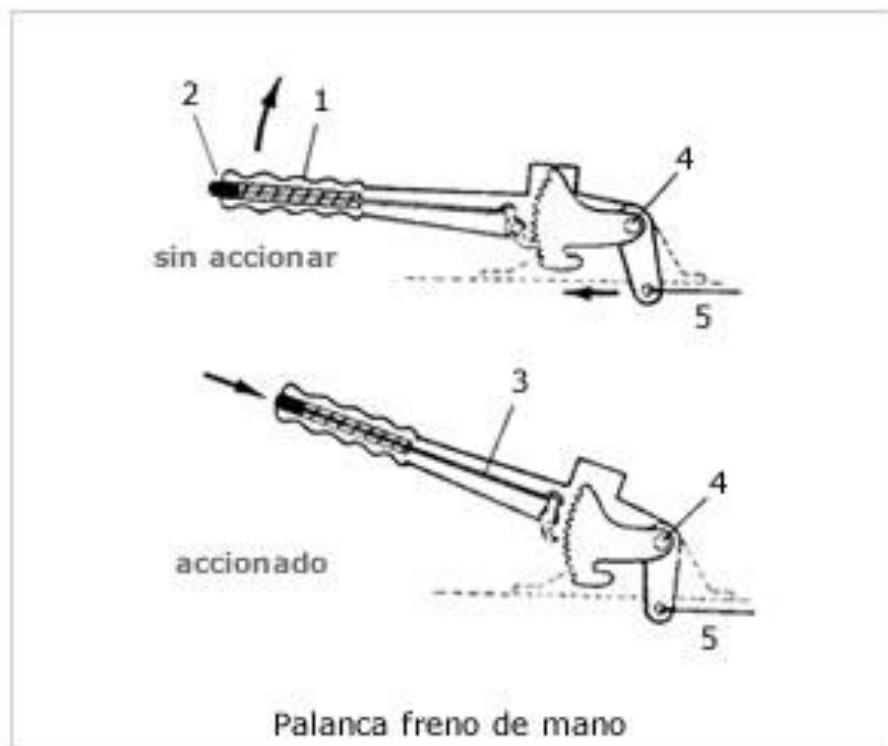
**Figura 16.** Cañerías freno

(GUALTIERI, 2014)

Según las dimensiones del auto y como sea distribuido, se va dar forma y longitud a las cañerías, también varía el diámetro de la cañería dependiendo el tamaño de la bomba y presión que deba aguantar todo el sistema hidráulico evitando fugas y fisuras en la cañería.

### 2.5.7. FRENO DE MANO

Conocido como freno de estacionamiento, actúa mecánicamente sobre las ruedas traseras del vehículo por medio de un sistema de varillas o cables accionados por una palanca situada en el interior de la carrocería al alcance del conductor. La palanca amplifica la presión de frenado y el cable compensa o equilibra las diferencias de movimiento de las varillas. Este freno da presiones desiguales de frenado; para corregirlas se instalan dispositivos especiales equilibradores, los cuales actúan de forma automática, o bien por ajuste manual. En la figura 17 se puede ver el accionamiento de la palanca de freno de mano. (Alonso, 2008)



**Figura 17.** Palanca de freno de mano.

(Alonso, 2008)

Se puede calcular la fuerza que se ejerce al momento de accionar el freno de mano, mediante la fórmula de:



$$M = f \times d$$

[11]

Donde:

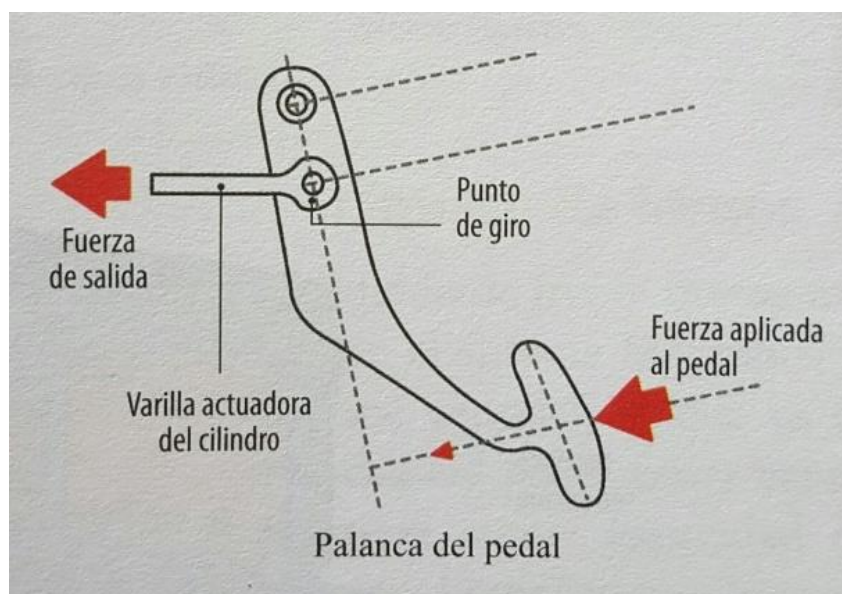
M: Momento que produce el sistema al ser accionado

f: La fuerza resultante que produce la palanca al ser accionada

d: El tamaño que tiene la palanca

### 2.5.8. PEDAL DE FRENO

El pedal de freno es comandado por el conductor, permite transmitir la fuerza aplicada por el pie al servo freno para poder controlar la intensidad de frenado que el conductor desee. El pedal de freno es diseñado en forma de palanca para poder aplicar menor fuerza y obtener mejor resultado al frenado, esto es transmitido al circuito hidráulico y a todo el sistema de freno para que el vehículo pueda detenerse en su totalidad o disminuir la velocidad acorde sea requerido. Como se puede ver en la figura 18.



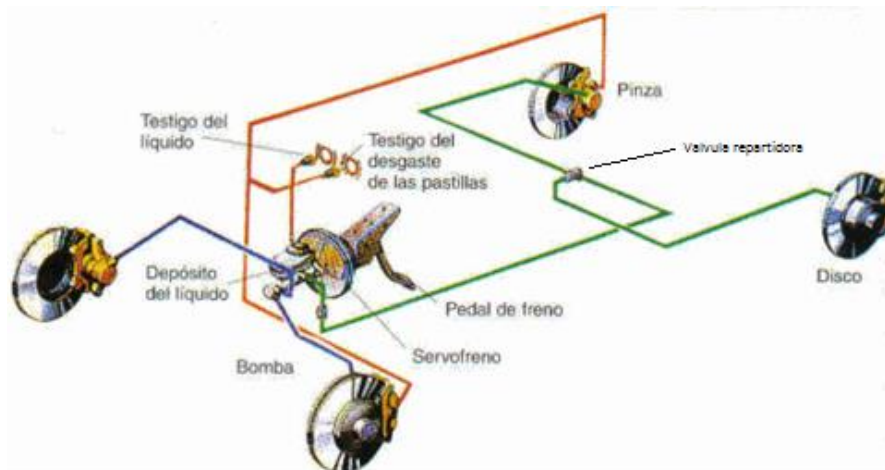
**Figura 18.** Pedal freno

(Gualtieri, 2012)

El pedal de freno es una palanca que accionada por el pie, empuja el pistón hacia adelante dentro del cilindro maestro y que aumenta la fuerza aplicada al pistón a través de una palanca mecánica con una relación aproximada de 3:1 o 4:1. Un resorte de retorno regresa al pedal contra su tope cuando el mismo es liberado. Por ejemplo, un conductor promedio acciona el pedal de freno con una fuerza máxima de 70 libras (32 Kg), producirá un empuje de 211 libras (96 Kg) en el pistón. Como se puede un ejercicio real en el anexo 4. (Alonso, 2008)

## 2.6. CIRCUITO HIDRÁULICO DE FRENO DEL AUTOMÓVIL.

Es una instalación de equipos de frenos propios de un automóvil. Como se puede ver en la figura 19.



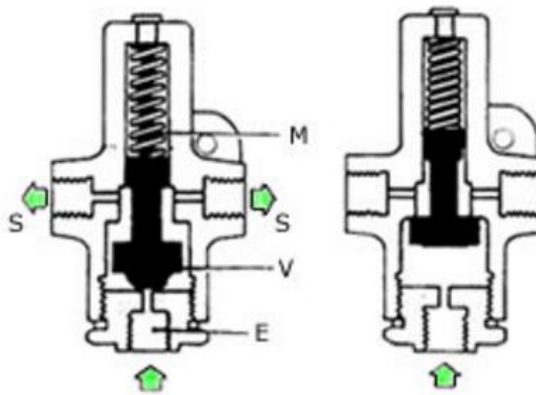
**Figura 19.** Circuito hidráulico  
(Alonso, 2008)

Una de las soluciones más frecuentes en los vehículos de este segmento consiste en aplicar frenos de disco en las ruedas delanteras y frenos de tambor en las traseras, en vehículos modernos los frenos suelen ser de disco en las cuatro ruedas, con los discos delanteros ventilados dependiendo el fabricante según las razones que tengan. (Alonso, 2008)

## 2.6.1. VÁLVULA REPARTIDORA

### 2.6.1.1. Repartidor de simple efecto

Tiene la función de limitar la presión de frenado a un valor determinado en el eje trasero, haciendo que las variaciones de presión en la bomba de frenos solo afecten al eje delantero. Este sistema se aplica generalmente a los vehículos donde la repartición de los pesos estáticos y la altura del centro de gravedad varían poco con la carga. Consiste en una válvula (V) provista de un muelle (M), a la que llega por su parte inferior (E) la presión de la bomba de frenos, saliendo a cada una de las ruedas traseras por los conductos laterales (S). Cuando la presión en el circuito sube por encima del valor tarado del muelle, la válvula se levanta obstruyendo las salidas para las ruedas, lo que no impide que siga subiendo la presión en la bomba. Como se ve en la figura 20.



**Figura 20.** Válvula repartidora

(DOBAC, 2010)

De esta manera se consigue limitar la fuerza de frenado aplicada a las ruedas traseras, tal como muestra en la gráfica de la figura anterior. El repartidor está ubicado generalmente cerca del eje trasero y fijado a la carrocería del vehículo.

### **2.6.1.2. Repartidor de doble efecto**

La transferencia de peso del eje trasero al eje delantero durante la frenada, depende principalmente de la velocidad del vehículo y de la intensidad de la frenada. Dentro de estos parámetros se pueden diferenciar entre frenadas fuertes a gran velocidad y a escasa velocidad. En el último caso, la adherencia de las ruedas traseras no tiene tanta importancia y se puede aumentar la presión de frenada en este eje, aunque se nos pudieran llegar a bloquear las ruedas. Para conseguir este funcionamiento se utilizan estas válvulas acopladas al circuito de frenos del eje trasero.

## **2.7. LÍQUIDO DE FRENO**

El líquido utilizado en el sistema de freno hidráulico se llama líquido de freno y debe tener características muy definidas. Debe ser químicamente inerte y muy poco afectado por temperaturas altas o bajas. También debe proveer la lubricación del cilindro principal y de los pistones de los cilindros de rueda. No debe atacar las partes metálicas ni a las partes de caucho del sistema de frenos. Por estas razones, se debe emplear siempre el recomendado por el fabricante.

El líquido de freno es el elemento que al ser presurizado por la bomba empuja los cilindros de las pinzas contra las pastillas, produciéndose así la acción de frenado.

Según la clasificación del Departamento de transporte de los Estados Unidos (DOT, por sus siglas en inglés), existen tres tipos de líquidos: DOT 3, DOT 4 y DOT5.

La principal diferencia entre estos tres líquidos radica en la temperatura a la cual llegan a su punto de ebullición, cuando el líquido patrón SAE (Asociación de Ingenieros del Automóvil) ha alcanzado un 3.7% de absorción de agua. Cada uno posee un punto de ebullición distinto y puede

ser de tipo glicol o silicona, compuesto químico que evita la absorción de humedad. Como se puede ver en la tabla 3: (DOBAC, 2010)

**Tabla 3.** Especificaciones líquido de frenos

<b>Especificación</b>	<b>Punto de ebullición seco</b>	<b>Punto de ebullición húmedo</b>	<b>Tipo</b>
<b>DOT 3</b>	205 °C	140 °C	Glicol
<b>DOT 4</b>	203 °C	155 °C	Glicol
<b>DOT 5</b>	260 °C	180 °C	Silicona
<b>DOT 5.1</b>	270 °C	191 °C	Glicol

(Continental, 2013)

### **3. METODOLOGÍA**

La metodología a utilizar va a ser un método investigativo, en el cual por medio de observación, el experimento y la medición, se deberá realizar para el desarrollo de esta tesis, para esto se necesita observar cual es el problema de nuestro alrededor y mediante qué forma se va a poder experimentar en esta tesis para alcanzar lo propuesto, realizando mediciones de parámetros del funcionamiento del banco y tomando en cuenta los problemas comunes del sistema de frenos y así realizar prácticas de operación y diagnóstico de fallas.

#### **3.1. DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS**

El diseño y simulación de acción y reacción del banco de pruebas se realizará con los programas AutoCAD y solidworks, son programas de diseño y de modelado mecánico en 2 y 3 dimensiones que permite simular detalladamente el comportamiento y ensamble de cada una de las piezas de la estructura a diseñar, a partir de un plano se puede insertar e interactuar con todas sus herramientas como dibujar piezas, colocar medidas y dimensiones, realizar cortes.

A los elementos que son dibujados se los puede someter a cargas en distintos sentidos según interactúen con la estructura y seleccionar el material a ser utilizado para someterlas a simulación de esfuerzos y analizar sí el diseño soportará los distintos tipos de cargas, de esta manera se puede replicar un comportamiento adecuado al campo real. Con el resultado de este programa se podrá empezar a la elaboración de la estructura soportante que sea adecuada para una correcta práctica por medio de la persona que vaya utilizar o poner en práctica el funcionamiento.

### **3.2. DISEÑO DEL BASTIDOR DEL BANCO DE PRUEBAS SISTEMA DE FRENO DISCO-TAMBOR**

Para el diseño del banco se tomó en cuenta la disposición de los elementos del sistema de frenos de un vehículo convencional, para que la práctica sea lo más semejante a la real.

Para el diseño del bastidor se montó un eje de transmisión central que sostiene a todo el conjunto de sistema de freno y se estructuró con parámetros similares al real para el correcto accionamiento de frenado; brindar la seguridad y ergonomía durante las prácticas de los estudiantes, para ello se diseñan los elementos de accionamiento de frenado acorde a un tamaño estándar a una persona y su estructura capaz de soportar las cargas a las que estará expuesta mediante la ayuda de un programa simulador.

El banco de pruebas está compuesto por tres partes:

La primera es la estructura soportante, donde se apoyará el eje de transmisión.

La segunda parte del banco de pruebas está formada por los elementos que sirven para la colocación de los distintos componentes necesarios para el funcionamiento de sistema de frenado como son: servofreno, pedal, freno de mano y el panel de control.

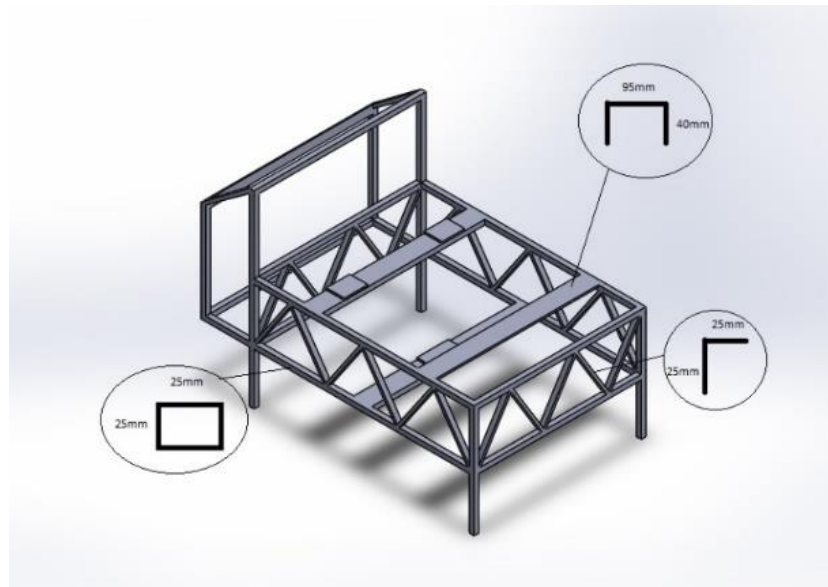
La tercera parte del banco de pruebas está formado por los elementos de movimiento como es el motor eléctrico y bomba de vacío.

## 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. ESQUEMA DE LA ESTRUCTURA

Se realiza el dibujo estructural del banco, en el programa de diseño AUTOCAD acorde a los parámetros requeridos, con esto se obtiene las primeras pautas para el desarrollo.

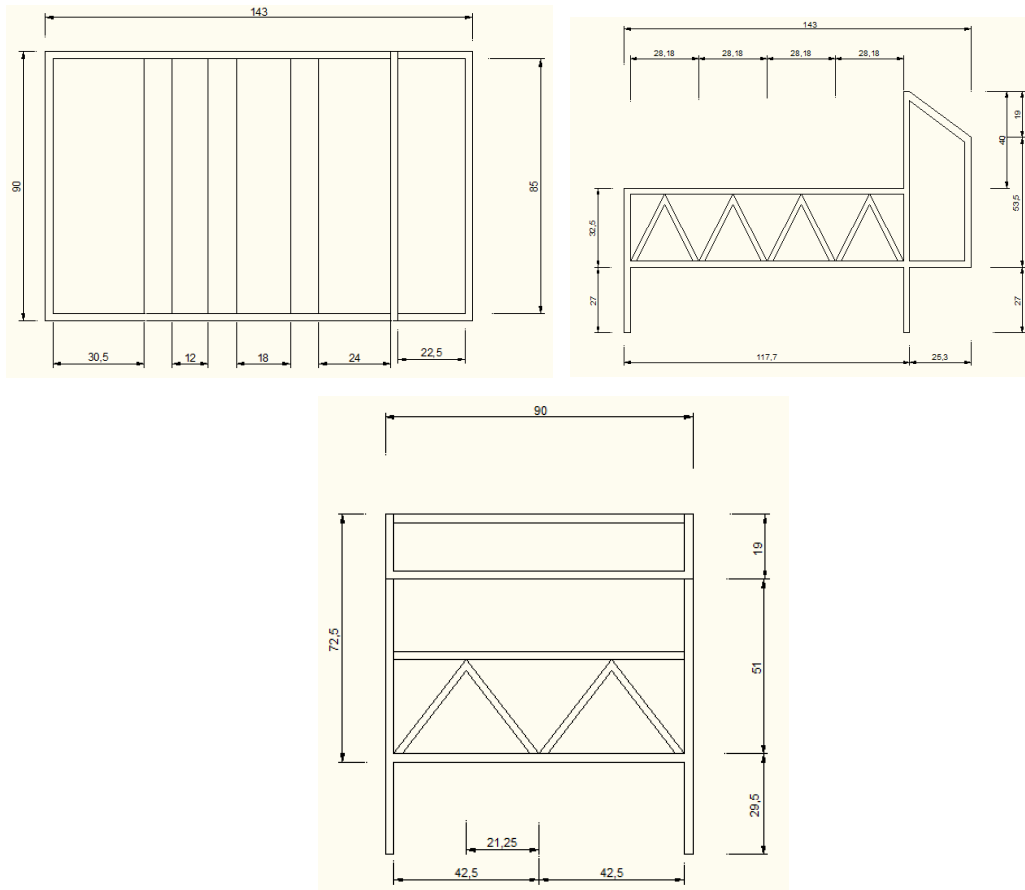
En la perspectiva que se muestra en la figura 21 se indica la forma del material a utilizar en cada parte de la estructura.



**Figura 21.** Esquema de estructura

Las vistas del plano que se muestran en la figura 22, son plano del banco de pruebas. Las medidas están expresadas en centímetros y bajo estas dimensiones se procede a la construcción del banco de pruebas, tal como se indica en el anexo 5 con más exactitud se expresa la forma del banco de pruebas.





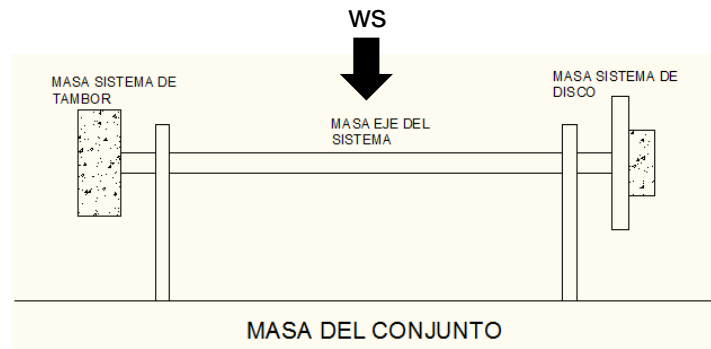
**Figura 22.** Medidas de la estructura

#### 4.1.1. CÁLCULO ESTRUCTURAL

Se realiza el cálculo estructural, con el objetivo de determinar si el diseño de la estructura soportante del bastidor, será el adecuado para soportar el peso del motor, y de los distintos componentes, de igual forma para determinar si el material con el que será construido, es el adecuado.

Las fuerzas que actuarán sobre la estructura se calcularon con base al peso de cada elemento que sufre todo el eje de transmisión en el banco, el mismo que se cuantifico experimentalmente y se obtuvo un peso neto de 28,9kg, en el siguiente figura 23 se puede observar el peso neto.

$$\omega_s = m_s * g \quad [12]$$



**Figura 23.** Diagrama de peso equivalente de la estructura

Donde:

$\omega_s$  : Peso del conjunto

$m_s$  : Masa del conjunto

$g$  : Gravedad

Se reemplaza los valores en la ecuación (12), y obtiene que:

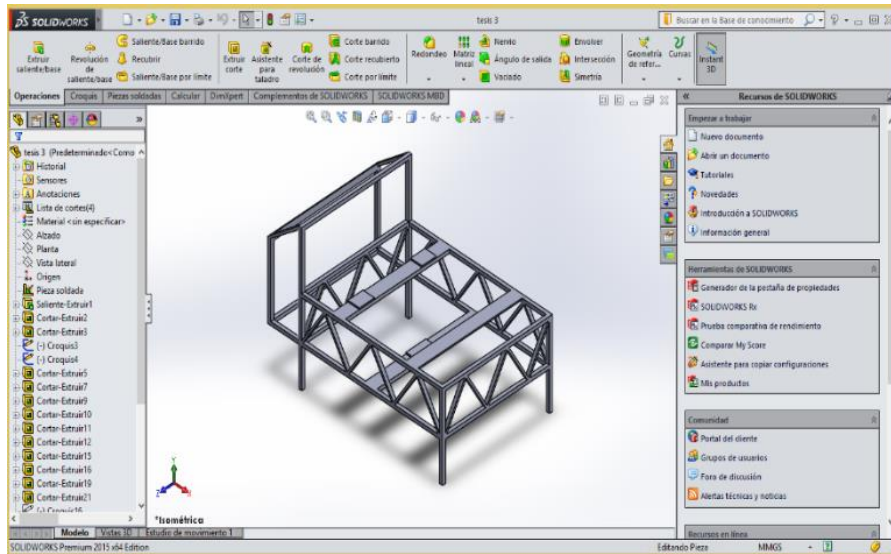
$$\omega_s = m_s * g$$

$$\omega_s = 28,9 \text{ Kg} * 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\omega_s = 283.22 \text{ N}$$

El valor que se obtuvo soportará la estructura, pero tomando en cuenta que son dos las bases sobre las cuales se apoyará el eje transmisión, se toma en cuenta que el lado del tambor pesa el 58.9 % y el lado del disco el 41.1% del peso neto del eje de transmisión, dando como resultado lado del tambor 166.82 N y el lado del disco 116.4 N.

Una vez conocidas las cargas que requiere soportar la estructura, se ha procedido a ejecutar el cálculo con la simulación de un programa (SOLIDWORKS 2015) que ofrece la posibilidad de determinar si el diseño, material y perfil estructural escogidos cumple con los requerimientos necesarios para soportar los elementos. Como se ve en la figura 24.



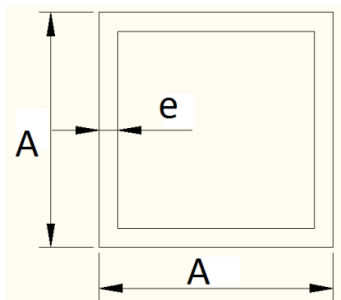
**Figura 24.** Vista de la estructura 3D con programa SOLIDWORK

El material seleccionado para construir la estructura soportante del bastidor, es acero ASTM A36 ( $F_y$ : 2741.97 kg/cm<sup>2</sup>,  $F_u$ : 3163. Kg/cm<sup>2</sup>), debido a que este material es empleado en la fabricación de partes automotrices y en estructuras de bastidores.

Específicamente se usa un tubo de acero estructural, cuyas especificaciones se presentan en las tablas 4, 5 y 6, una vista en corte en la figuras 25, 26 y 27.

**Tabla 4.** Especificaciones tubo cuadrado estructural 1 pulgada

	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>ESPESOR</b>	<b>PESO</b>
<b>DENOMINACIÓN</b> (pulgadas)	<b>A</b> (mm)	<b>E</b> (mm)	<b>P</b> (Kg/m)
1"	25	1	1.48

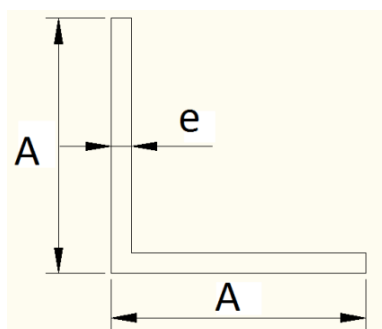


**Figura 25.** Medida de tubo cuadrado 1 pulgada.

Se utilizó perfiles tipo (L) de las siguientes dimensiones:

**Tabla 5.** Especificaciones de tubo tipo L.

	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>ESPESOR</b>	<b>PESO</b>
<b>DENOMINACIÓN</b> (pulgadas)	<b>A</b> (mm)	<b>E</b> (mm)	<b>P</b> (Kg/m)
AL 30x3	30	3	1.68

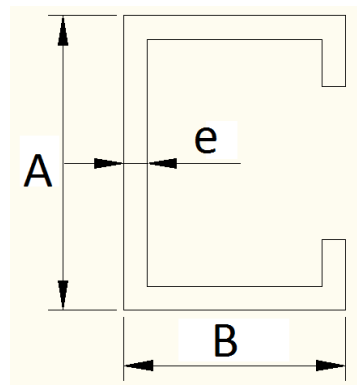


**Figura 26.** Medida tubo tipo L.

De igual forma se utilizó un tubo tipo C de las siguientes dimensiones:

**Tabla 6.** Especificaciones de tubo tipo C.

	DIMENSIÓN	DIMENSIÓN	ESPESOR	PESO
DENOMINACIÓN (pulgadas)	A (mm)	B (mm)	E (mm)	P (Kg/m)
Viga Tipo C 95x40	95	40	3	1.68



**Figura 27.** Medida perfil tipo C.

## 4.2. ESQUEMA MECÁNICO

Se realiza el en la estructura diseñada de la distribución del sistema de frenos en base a como está compuesto en un automóvil real, dos sistemas de disco y dos sistemas de tambor, tomando en cuenta que se va a mover solo un sistema de disco y un sistema de tambor mientras que los otros sistemas se muestran en corte. Se demuestra más detallado en el funcionamiento de cada sistema y visualizar su funcionamiento más factible y demostrativo.

### **4.3. ESQUEMA HIDRÁULICO**

El diseño de las cañerías del sistema hidráulico está diseñado acorde a la disposición de cada sistema, distinguiendo por colores a cual pertenece los frenos de disco (delanteros rojo) o posteriores (posteriores amarillos) de esta manera la práctica se podrá basar en qué lado debe ser analizado en el caso que sea necesario.

### **4.4. ESQUEMA ELÉCTRICO**

El diseño eléctrico es distribuido a las señales que se requiere para el funcionamiento de todo el banco de pruebas, tomando en cuenta que se necesita 12 Voltios para los testigos de luces y 110 Voltios para el motor eléctrico y vacío. Es indispensable la fuente de poder, ya que la fuente de 110V será la encargada de dar mayor fuerza para el giro de todo el sistema del banco.

### **4.4. CONSTRUCCIÓN DE BANCO DE PRUEBAS SISTEMA DE FRENO DISCO-TAMBOR**

#### **4.4.1. MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS**

A partir de la simulación elaborada en solidworks nos permitirá seleccionar el material adecuado y analizar su variedad de comportamientos cuando es sometido a una esfuerzo o cargas, lo que podrá obtener es reducir el tiempo de fabricación del banco de pruebas. Los materiales que se utilizan deben cumplir con las normas INEN para proceder con la fabricación del banco de pruebas. Para la elaboración de la banco se utilizó equipos de soldadura y

herramientas para obtener las medidas precisas indicadas en la parte de diseño.

#### **4.4.1.1. Acero laminado.**

Los materiales usados en la estructura del banco simulador de frenos del vehículo, están hechos de acero laminado se utiliza para hacer referencia a la tubería de acero que tiene una capa de óxido negro en la superficie. Esta capa de óxido negro se forma cuando el tubo es forjado y típicamente sellado con un aceite protector para evitar la corrosión. Debido a esta capa de óxido y a la cubierta protectora, las tuberías de acero negro requieren poco mantenimiento y son usadas en una gran variedad de aplicaciones, incluyendo los servicios de agua, vapor, aire y gas. En la figura 28 se observa el tipo de acero que se utilizó.



**Figura 28.** Acero laminado. Características (anexo 2)

<http://www.ec.all.biz/laminas-de-acero-bgg1079151>

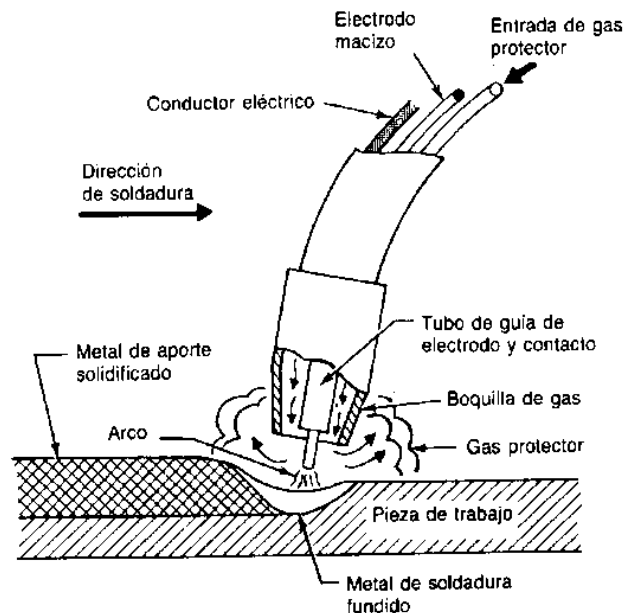
#### **4.4.2. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS**

##### **4.4.2.1. Soldadura MIG/MAG.**

Este banco se construyó con base a soldadura MIG/MAG debido a las propiedades siguientes:

La soldadura MIG/MAG es un proceso versátil, pudiendo depositar el metal a una gran velocidad y en todas las posiciones, este procedimiento es muy utilizado en espesores pequeños y medios en estructuras de acero y aleaciones de aluminio, especialmente donde se requiere una gran trabajo manual. Como indica la figura 29 nos indica el proceso e interacción de la suelda con el material.

En el banco de pruebas se utilizó el tipo de suelda MIG/MAG debido a que la estructura del automóvil está sometido a este proceso por tener mayor resistencia, mayor facilidad a dar un buen cavado y firmeza al unión entre materiales.



**Figura 29.** Soldadura MIG/MAG. Características (Anexo 3)

[http://www.tecnoficio.com/soldadura/soldadura\\_electrica4.php](http://www.tecnoficio.com/soldadura/soldadura_electrica4.php)

#### 4.4.2.2. Herramientas para construcción estructura de banco

Se tomaron en cuenta las siguientes herramientas para la construcción de la estructura del banco y se indican en la tabla 7.



**Tabla 7.** Herramientas para construcción estructura de banco

HERRAMIENTA	ESPECIFICACIÓN
Rayados de metales	Señala el segmento a ser cortado en metal
Flexómetro	Toma dimensiones a ser requeridas
Sierra	Cortar elementos de metal
Escuadra de precisión	Tomar ángulos exactos
Entenalla	Mantener fijo al elemento
Esmeril angular	Corta piezas metálicas

#### **4.4.3. FABRICACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS**

Con los planos del banco diseñados en AutoCAD, las pruebas de esfuerzos elaboradas en programa Solidworks y los materiales adecuados, se procede a la fabricación donde se utilizará herramientas y equipos adecuados para elaborar el banco de pruebas del sistema de frenos Disco-Tambor automotriz.

#### **4.4.4. PROCESO DE FABRICACIÓN**

Marcando exactamente las medidas requeridas, se procede a cortar los diferentes elementos para la estructura para luego continuar con el proceso de soldadura.

La estructura que soporta todo el banco está constituida por tubo estructural cuadrado de acero ASTM A36 (25X25X2) mm, la unión se la realiza con suelda MIG/MAG. Como se observa en la figura 30.



**Figura 30.** Soldadura de la estructura metálica.

Se utiliza casco y mascarilla de soldar para que el arco y el humo de la soldadura no afecten a la vista y respiración.

Luego de terminar la parte del esqueleto como se ve en la Imagen 12 de la estructura del bastidor, se construye los refuerzos en donde se dará mayor rigidez al momento que esté en funcionamiento el banco con tubo en forma de L estructural de Acero (25x25x3)mm.

Por último se procede a medir y cortar el tubo estructural en forma de C Acero (95x40x3) mm, que se utilizará para el soporte del eje de transmisión, motor eléctrico, etc.

Terminado de soldar la estructura principal en donde van a ir colocados los diferentes componentes de sistema de freno, se procede a pulir las fallas con la amoladora.

A la estructura se coloca soportes de caucho en las patas para evitar vibraciones en el banco didáctico, estas bases son necesarias para evitar el desplazamiento del banco y así brindar seguridad durante la realización de prácticas por los estudiantes.

Terminado de construir toda la estructura del banco de pruebas se procede a pintar todo el esqueleto del banco.

Este es el fin del proceso y tiene que ser realizado por una persona que tenga conocimientos sobre este. Como se ve en la figura 31 y 32.



**Figura 31.** Pintura de la estructura.



**Figura 32.** Pintura de partes

#### **4.4.5. ENSAMBLAJE DE LOS COMPONENTES DE FRENOS.**

Se instala los elementos en sitios adecuados en donde deben ir ubicados los componentes de sistema de freno disco-tambor.

#### 4.4.5.1. Servofreno.

Se ubica ésta en la parte superior del banco de pruebas, sobre la base constituida por tubo tipo “L” de acero, una de las razones es de mantenerla lo más cerca posible al pedal de freno donde va ser accionada por el practicante, otro de los motivos de esa ubicación, fue el hecho de optimizar el uso del espacio en el banco didáctico, para brindar la accesibilidad requerida. Como indica la figura 33.



**Figura 33.** Colocación de servofreno.

#### 4.4.5.2. Pedal de freno

Se instala el tubo tipo “L” de acero conjuntamente con el servofreno, está sujeta con pernos para dar estabilidad al realizar el respectivo frenado.

Este elemento principal permite al practicante ejecutar el frenado con solo pisar el pedal. Como indica la figura 34



**Figura 34.** Montaje de pedal de freno.

#### **4.4.5.3. Freno de mano**

El ensamble de la palanca de accionamiento con su base, se la realiza mediante pernos de sujeción, lo cual cumple la función de unir la palanca de accionamiento con su base y permite el movimiento longitudinal de la misma. Como se muestra en la figura 35.



**Figura 35.** Montaje de freno de mano.

#### 4.4.5.4. Eje de Transmisión.

Se coloca en la parte posterior del de la estructura en los tubos de acero tipo “C”, es decir de manera similar a la que se ubica en los vehículos, el eje de transmisión y el sistema de freno solo tendrá movimiento un disco y un tambor de freno, este se montó mediante 4 apoyos (2 ángulos de acero – 2 soportes cilíndricos), 2 de ellas colocados para el eje de trasmisión y los otros dos uno para el disco de freno y el otro para un tambor. Como muestra la figura 36.



**Figura 36.** Colocación de la transmisión.

#### 4.4.5.5. Tambores de freno

Se ubica en el lado derecho de la estructura, el un tambor funciona normalmente simulando el giro de los automóviles y el segundo tambor está en corte para poder enseñar a los estudiantes como es el accionamiento de este.

El mecanismo de frenado de tambor que está situado en la parte posterior de la estructura, está sujeto mediante una lámina de acero en “L” junto con pernos de sujeción al igual que el delantero, que nos ayudará a mantener estables dichos componentes. Como se muestra en la figura 37.

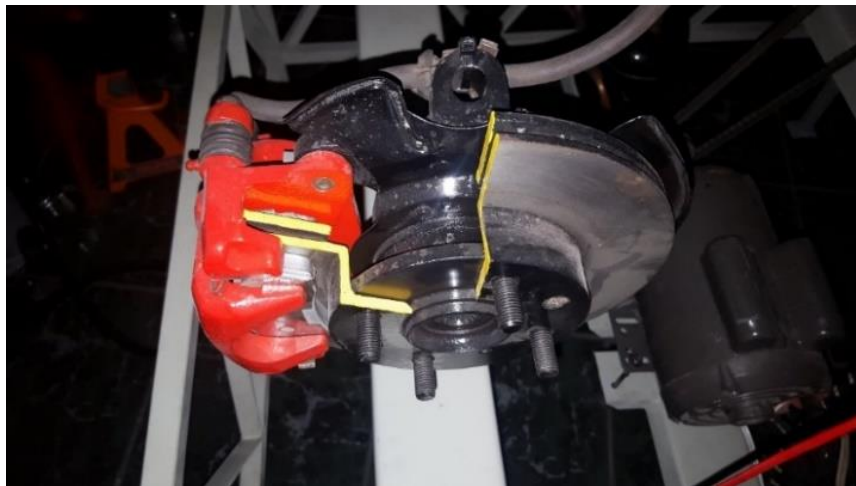


**Figura 37.** Colocación de los tambores de freno.

#### 4.4.5.6. Disco de freno

Se instala en la parte delantera y posterior del lado izquierdo del banco de pruebas, está sujeto mediante 2 cilindros de acero y pernos que ayudará a mantener estable en la estructura principal.

El disco delantero simula el giro real de un automóvil y el disco posterior está en corte para poder que pueda ser más didáctico el sistema. Como se ve en la figura 38.



**Figura 38.** Colocación de los discos delanteros.

#### **4.4.6. ENSAMBLE DEL CIRCUITO HIDRÁULICO.**

Para el ensamble del circuito hidráulico se inicia con el armado de los componentes de frenos delanteros y posteriores lo cual empezará en el cilindro principal de frenos y terminada en cada uno de ellos.

Para iniciar con la conexión del circuito hidráulico de disco, se conecta la cañería que va desde el cilindro principal hacia la entrada de fluido del regulador de presión hidráulica.

Luego la cañería va conectada hacia un regulador de presión, quien se encarga de repartir el fluido hidráulico a cada circuito del sistema de freno ya mencionado.

Cada circuito del sistema hidráulico de frenos fue pintado de distinto color acorde a que circuito corresponde si es posterior o delantero. Como se ve en la figura 39.



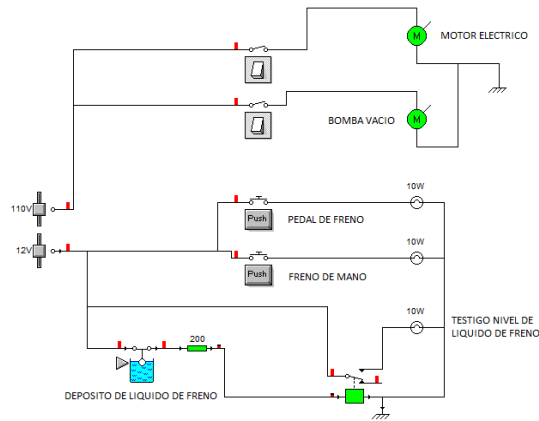
**Figura 39.** Conexión de cañería principal y repartidor.

#### **4.4.7. ENSAMBLE DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE CONTROL.**

Se coloca un panel de control que es necesario para la realización de las prácticas en el banco didáctico, siendo encargado de informar al operario, ciertas condiciones específicas relacionadas con el funcionamiento del sistema de frenos, como el nivel de líquido de freno, presión de frenado

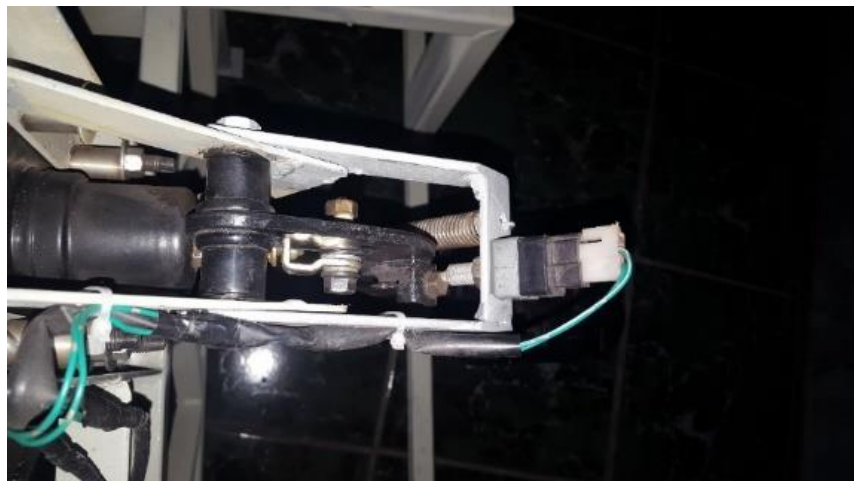


hidráulico, luces pilotos que indican la actividad del freno tanto de pedal y freno de mano, el encendido de Switch, indicador del bajo nivel del líquido de frenos. Como se ve en la figura 40.



**Figura 40.** Circuito eléctrico del banco (cocodrile clips)

Debajo del pedal se instala un pulsador normalmente abierto de dos posiciones, su función es encender las luces de freno al momento de pisar el pedal, como también activa la luz piloto en el tablero de control indicando así que el sistema está funcionando correctamente. Como se ve en la figura 41.



**Figura 41.** Interruptor de luces de freno instalado (freno de mano).

También se ha colocado el mismo pulsador en la palanca de freno de estacionamiento y realiza la misma función ya dicha anteriormente.

Se ubica en el tablero de control dos luces que se puede distinguir el frenado y nivel de líquido de frenos, y se procede a la conexión de dichos elementos. Como indica la figura 42.



**Figura 42.** Indicador luz de freno

Se coloca los manómetros de presión y de vacío en el tablero de control, dichos elementos son los encargados de demostrar las presiones que se generan en el sistema.

Por medio de los respectivos manómetros se observa el funcionamiento de freno delantero y trasero al momento de accionar el pedal.

El switch de encendido está situado en el tablero de control, cumple la función de activar el motor eléctrico al poner en contacto y un switch de parada para detener el motor eléctrico cuando se aplique el pedal de freno, es alimentado el circuito por 110V.

El sistema eléctrico funciona a 110V, pero se requirió un convertidor de voltaje de 110V a 12V para poder alimentar los testigos de luz de freno y de bajo nivel de líquido de frenos. Como indica la figura 43.



**Figura 43.** Convertidor de voltaje.

Para mayor seguridad se conecta lámparas pilotos en el tablero de control. Indica un bajo nivel de fluido hidráulico de frenos y a su vez el accionamiento de frenos.

#### **4.4.8. EMSAMBLE DE OTROS ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS**

##### **4.4.8.1. Manómetros**

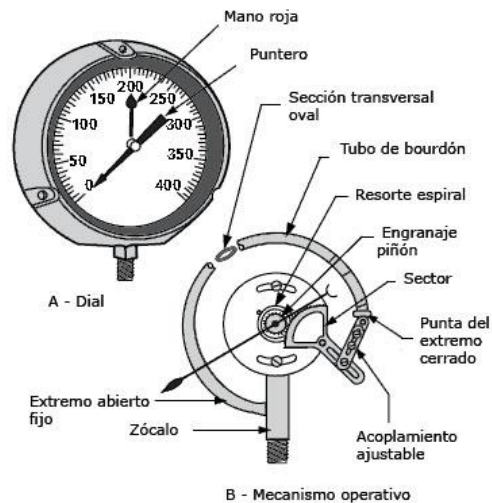
Instrumento para medir los cambios en una presión y convertir estos un movimiento mecánico, indicándolos sobre una escala graduada.

Los elementos de medición de presión tipo tubo son comúnmente usados para medir un amplio rango de presiones.

El elemento de medición está hecho de un tubo de pared delgada, doblado en forma de semicírculo (tipo C) o enrollado en un espiral (tipo helicoidal). Cuando la presión es aplicada al sistema de medición a través del puerto de presión o conexión, la presión causa que el tubo intente enderezarse, causando que la punta del extremo se desplace.

El movimiento de la punta del extremo es transmitido a través del eslabón al movimiento, el cual convierte el movimiento lineal del tubo en un movimiento de rotación que causa que el puntero se mueva e indique la medición de la presión en la carátula. Como indica la figura 44.

Estos sirven para registrar la presión de funcionamiento del sistema hidráulico de frenos.



**Figura 44. Manómetros**

Tiene un rango presión de 0 a 400 PSI cada una. Estos manómetros fueron escogidos por la resistencia que presentan, su capacidad que es apta para este tipo de trabajo así como es también muy didáctico pues se hallan graduados en dos escalas tanto en Bar como en PSI.

Estos dos manómetros están instalados en la parte izquierda de tablero.

#### **4.4.8.2. Bomba de vacío.**

La bomba se coloca en la parte inferior sobre la base constituida por el tubo en forma de “C” de acero junto al motor eléctrico, una de las razones fundamentales es mantenerla alejada de las vibraciones que este produce cuando está en funcionamiento. Otro de los motivos de esa ubicación, fue el

hecho de optimizar el uso del espacio en el banco didáctico, para brindar la accesibilidad requerida e instalación eléctrica más fácil debido a que tienen el mismo tipo de alimentación. Como indica la figura 45 y especificaciones en la tabla 8.



**Figura 45.** Bomba de vacío

**Tabla 8.** Placa bomba vacío

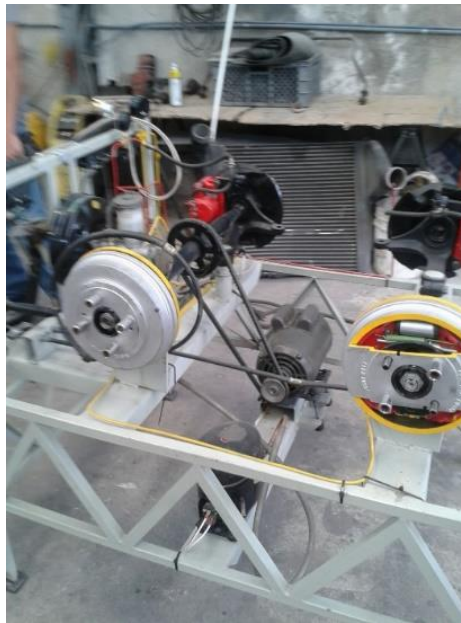
MODEL NO.	ADWS6T6
AMPERE	0.5 A
POWER SOURCE	110/120V/60HZ
RATED INPUT	0.7 KW (1 HP)

#### **4.4.8.3. Motor Eléctrico.**

Es el encargado de mover el eje de las dos ruedas delanteras través de una banda. Su potencia es de 2 Hp y necesita una fuente eléctrica de 110 voltios para su funcionamiento. El control de este motor es mediante la

manipulación de un switch la misma que se encarga de activar el sistema y mantener funcionando a 2900 RPM al motor.

El motor eléctrico tiene un velocidad de 0 a 3600 rpm, y se utiliza una polea apropiada para bajar las RPM. Se escoge el motor de 2Hp por seguridad y para tener la opción de implementar el otro disco y tambor del banco de prueba, el cálculo pertinente se desarrolla a continuación. Como se muestra en la figura 46 y sus especificaciones en la tabla 9.



**Figura 46.** Motor eléctrico.

**Tabla 9.** Placa motor eléctrico

MODEL NO.	MO0ICOX0000101746
AMPERE	1 A
POWER SOURCE	110/220V/60HZ
RATED INPUT	1.50 KW (2 HP)
FREQUENCY	F56H
RPM	3525

- **Cálculo para determinar la potencia del motor eléctrico**

La ecuación para calcular la potencia de un motor eléctrico es:

$$P = T \times \omega \quad [13]$$

Donde:

P: Potencia del motor eléctrico

T: Torque del vehículo utilizado

$\omega$ : Velocidad angular del vehículo

Consultando el motor del vehículo con el sistema de frenos similar al banco se tiene como información un Par de 14,3 *kgm*

Para el tambor y el disco se considera que será un porcentaje del 1% de la potencia del motor según las pérdidas por transmisión de mecanismos:

Luego el torque que se necesite para el banco será:

$$0.143 \text{ } kgm$$

Con los datos deducidos, se estima la potencia que debe asegurarse en el motor eléctrico como sigue:

Datos:

$$\text{Torque} = 0,143 \text{ } kgm$$

$$\text{rpm en el eje del banco} = 2900$$

Lo que significa una Potencia de:

$$P_{melec} = 0,143 \text{ } kgm * 2900 \frac{rev}{min}$$

Realizando operaciones y transformándose la potencia en Hp se tiene:

$$P = 414,7 \text{ kgm.} \frac{\text{rev}}{\text{min}} \left| \frac{9,8 \text{ N}}{1 \text{ kg}} \right| \frac{2\pi}{1 \text{ rev}} \left| \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right| \frac{1 \text{ Hp}}{746 \frac{\text{Nm}}{\text{s}}}$$

$$P_{melec} = 0,57 \text{ Hp}$$

Por lo tanto con el motor de 2Hp se asegura una potencia suficiente para el funcionamiento del banco de frenos diseñado.

#### **4.5. FUNCIONAMIENTO DEL BANCO**

El banco de pruebas del sistema de frenos disco-tambor permite visualizar la presión que ejerce el sistema de frenado delantero y posterior. También se da a conocer sus distintas partes y funciones de una forma más visual y didáctica, el estudiante tendrá una comprensión mejor y clara. Al poner el funcionamiento el banco didáctico se podrá notar que se activará la bomba de vacío quién se encarga de crear un vacío en el sistema, así simular el funcionamiento y aplicación de sistema de freno disco-tambor en forma real. La acción aplicada por el practicante en el pedal genera una fuerza hidráulica que mueve los pistones de la rueda delantera y el cilindro en la parte trasera efectuando así el frenado instantáneo, además existe una luz piloto que indica el funcionamiento de freno de pedal y de mano a realizar la acción.

#### **4.6. RESULTADO DE SIMULACIÓN DE ESFUERZOS EN BANCO DE PRUEBAS (SOLIDWORKS, 2015)**

En el programa se introduce el diseño con sus respectivas dimensiones, y se ubica las cargas que actuarán sobre la estructura con sus respectivos apoyos, además de ello se establece el tipo de acero utilizado y sus dimensiones respectivas.



Se considera que el peso del eje de transmisión actuará con una fuerza de torque, debido a que impulsará el motor eléctrico a todo el mecanismo como se ve en la figura 47.

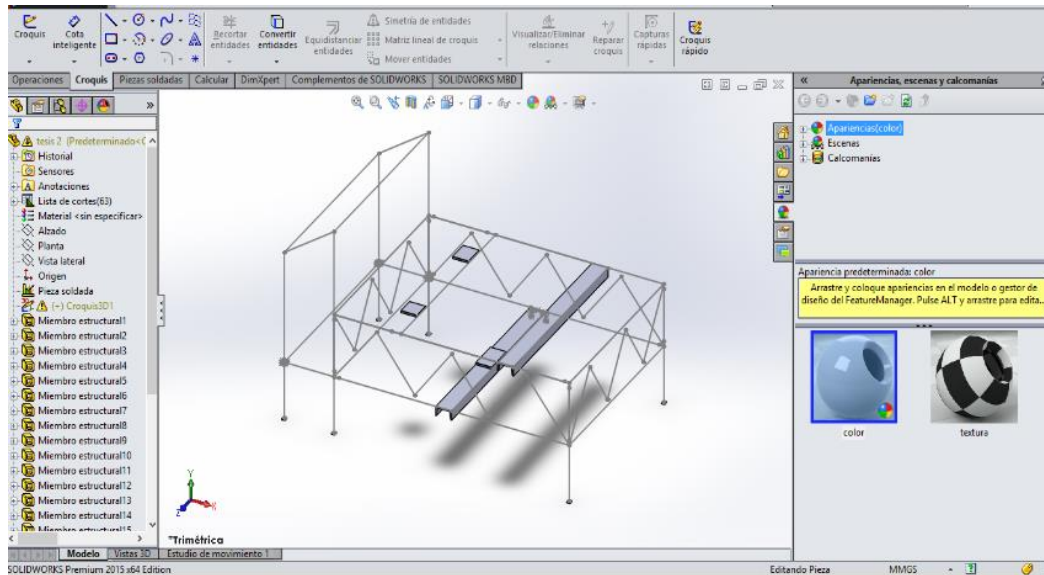


Figura 47. Vista en 3D del diseño obtenido en el software.

Para verificar si el material escogido para la fabricación del banco de pruebas es el adecuado y a su vez soporta las fuerzas aplicadas, se hace una visualización de resultados. Como se ve la figura 48

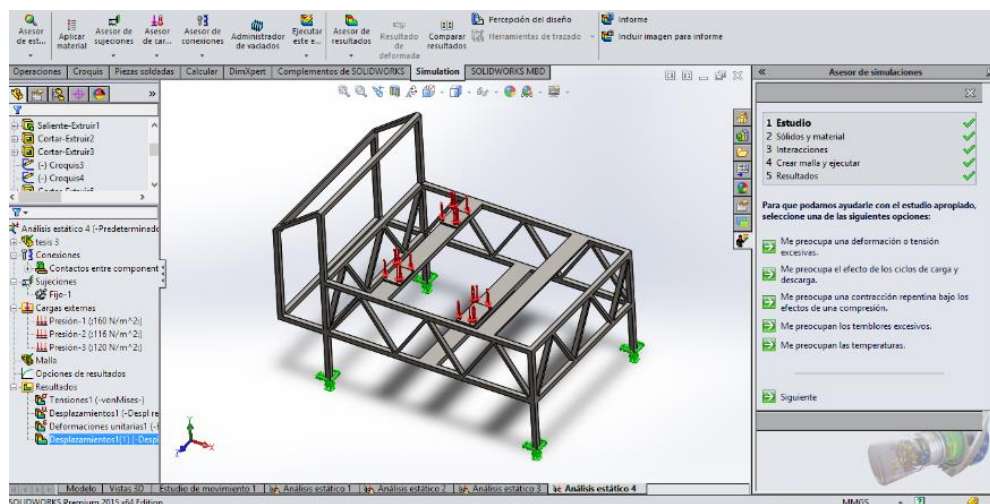
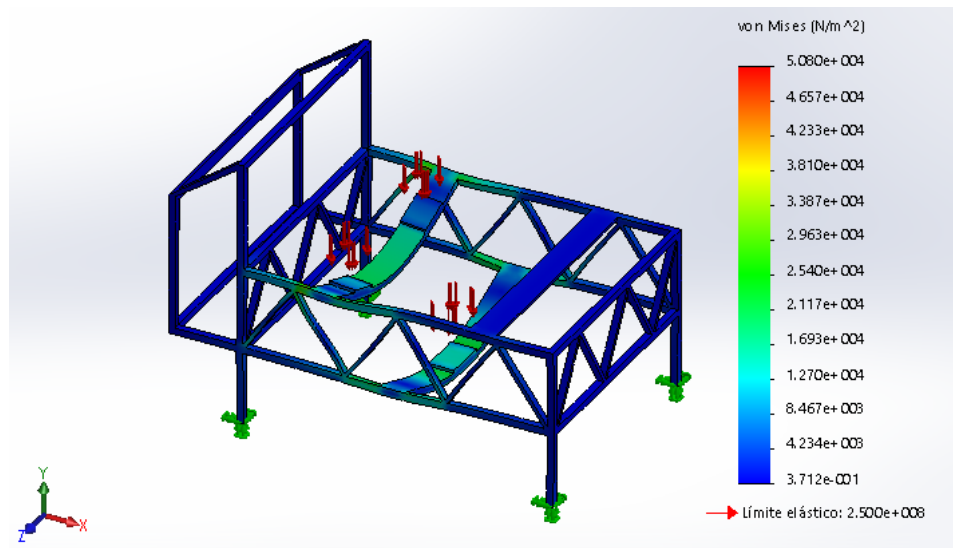


Figura 48. Estructura en 3D de esfuerzos aplicados

La visualización de resultados se divide en tres elementos como: tensión, torsión y deformaciones unitarias.

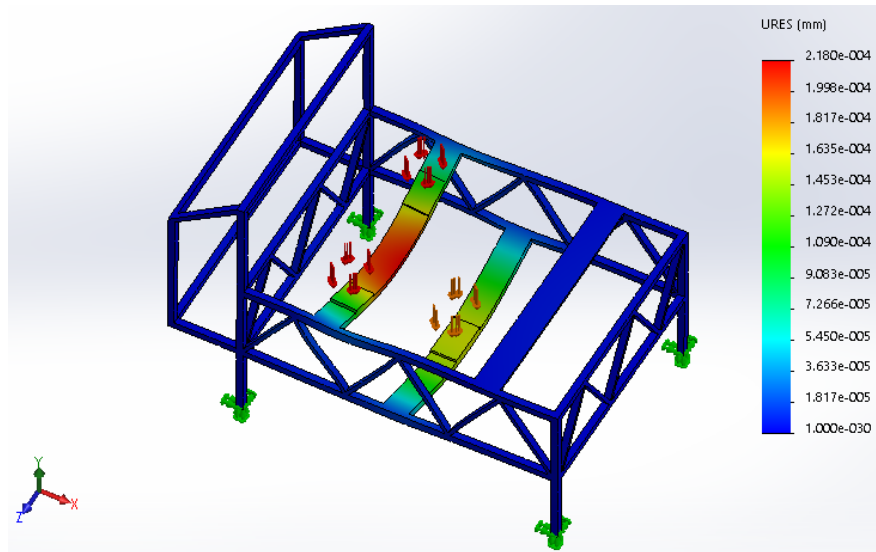
Cada simulación de estos elementos tiene colores para su respectiva interpretación.

Tensiones: Sirve para ver el modelo deformado. El color rojo y amarillo indican las mayores tensiones mientras que el color azul y verde indican las menores tensiones que el banco de pruebas soporta cuando está en funcionamiento, como se muestra en la figura 49.



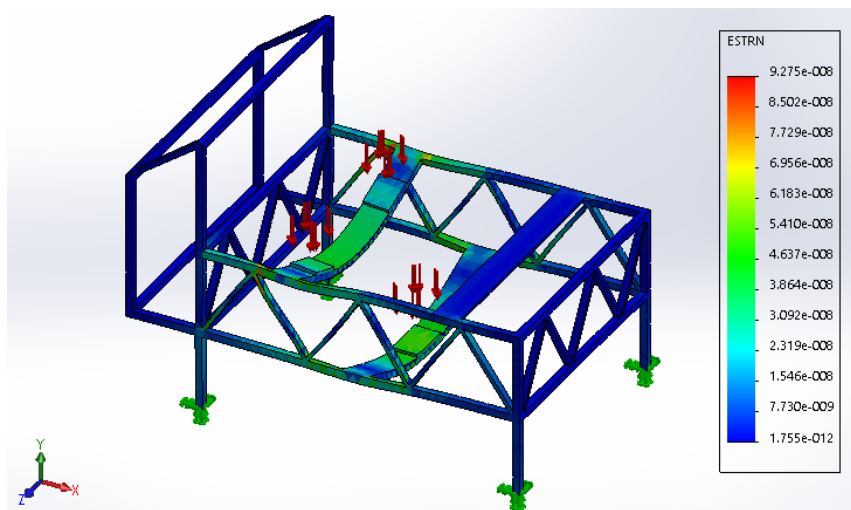
**Figura 49.** Tensiones del banco en funcionamiento (SolidWorks, 2015)

Desplazamientos: Sirve para ver el modelo deformado y los colores que definen los desplazamientos de cada uno de los nodos. El color rojo y amarillo indican las zonas con mayores deformaciones mientras que el color azul y verde indican las zonas que prácticamente no se han deformado en el banco de pruebas cuando está en funcionamiento como se muestra en la figura 50.



**Figura 50.** Desplazamiento del banco en funcionamiento (SolidWorks, 2015)

Deformaciones Unitarias: Sirve para ver las deformaciones unitarias sobre el modelo simulado. El color rojo y amarillo indican las zonas con mayores deformaciones mientras que el color azul y verde indican las zonas que prácticamente no se han deformado en el banco de pruebas cuando está en funcionamiento como se muestra en la figura 51.




**Figura 51.** Deformación del banco de pruebas (SolidWorks, 2015)

Analizados los resultados de las razones de esfuerzos, que se muestran en las Figuras, se concluye que la estructura si estará en capacidad de soportar las cargas que estarán actuando sobre ella, ya que las razones de esfuerzo para todos los elementos son menores al rango límite de acuerdo a la escala de colores aplicado; por ende, se puede empezar con la construcción de la estructura.

## 4.7. GUÍAS DE PRÁCTICA.

### 4.7.1 GUÍA DE PRÁCTICA 1

<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL</b>			
 <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA</b>		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE BANCO DE PRUEBAS</b>	<b>PRACTICA Nº 1</b>
<b>ESTUDIANTE (S):</b>			
<b>FACULTAD:</b>	Ciencias de la Ingeniería	<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Automotriz
<b>DOCENTE:</b>			
<b>FECHA PRÁCTICA:</b>	AA – MM – DD	<b>FECHA ENTREGA INFORME PRÁCTICA:</b>	AA – MM – DD
<b>Práctica:</b> SISTEMA DE FRENO (DISCO)			
<b>Objetivo:</b> Demostrar el estado del disco de freno mediante pruebas visuales y de medición.			
<b>Objetivos específicos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar el desgaste del disco y pastillas</li> <li>• Aprender a palpar y visualizar las imperfecciones de la superficie del disco.</li> </ul>			
<b>Accesorios y materiales</b>		<b>Especificaciones</b>	
<i>Calibrador</i>		Calibrador pie de rey, se puede utilizar a escala decimal,	

	vigesimal, quincuagésimal.
Llave mixta	14 milímetros
Guantes	
Limpiador de freno	

**Instrucciones y/o procedimiento:**

**Disco**

- Para el estudio del estado del disco no será necesario desmontarlo ya que puede ser analizado en el sitio.

**Pastillas**

- Para el análisis de las pastillas de freno, con la llave 14 se debe retirar el perno inferior de sujeción de la mordaza del sistema, de esta forma el perno de sujeción superior servirá como eje para levantar la mordaza y retirar las pastillas para poder hacer el análisis respectivo.

**Actividades por Desarrollar:**

Condiciones para la prueba

Banco de pruebas en	OFF
---------------------	-----

- 1) Espesor de disco de freno

Espesor en mm	
---------------	--

El rango de tolerancia de este tipo de disco es de 22-19, en el caso que sea menor o igual a 19 el disco deberá ser remplazado.

- 2) Estado del disco

	SI	NO
a) El disco tiene ceja		
b) El disco tiene deformidades en toda la superficie		
c) El disco tiene fisuras o perforaciones		
d) El disco esta pandeado o esta deformado.		

- En el caso que los ítem (a – b) tengan como respuesta "SI" y los ítem (c – d) sean "NO", el disco puede ser rectificad siempre y cuando el espesor no esté al mínimo del rango de tolerancia.
- Si los ítem (c o d) tiene como respuesta "SI", el disco debe ser remplazado.

### 3) Estado de pastillas

	SI	NO
a) Tiene aún el canal de seguridad		
b) El desgaste es uniforme en las 2 pastillas		
c) Tiene cuarteaduras la pastilla		

- En el caso que el ítem (a) sea "SI", la pastilla aun tendrá una vida útil, caso contrario deberá ser remplazada.
- En el caso que el ítem (b) sea "NO" se deberá chequear si el cilindro maestro o repartidor estén funcionando correctamente.
- Si el ítem (c) tiene una respuesta "SI", la pastilla deberá ser remplazada así tenga el canal de seguridad.

4) Espesor de pastilla

Espesor del material de la pastilla en mm	
--	--

- En el caso que espesor del material de la pastilla sea menor a 3mm, deberá ser sustituida.

NOTA;

- Antes de continuar siempre verificar que el banco este en modo off para que no existan accidentes.
- Después de culminar la prueba o estudio, se recomienda limpiar y piezas que fueron manipuladas.

**Resultados obtenidos:**

- a) ¿Cómo distinguir si las pastillas de freno-disco están desgastadas?
- b) ¿Qué función tiene el embolo en el sistema de freno-disco?
- c) ¿De qué material están hechas las pastillas de freno-disco?
- d) ¿Qué es recomendable al desmontar la mordaza del sistema de freno-disco, y qué puede evitar?
- e) ¿Cuál es el adecuado mantenimiento de la mordaza?
- f) ¿Qué función tiene las pastillas freno-disco en el sistema de frenado?

**Conclusiones:**

**Recomendaciones:**



## 4.7.2. GUÍA DE PRÁCTICA 2

<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL</b>			
 <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA</b>		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE BANCO DE PRUEBAS</b>	<b>PRACTICA Nº 2</b>
<b>ESTUDIANTE (S):</b>			
<b>FACULTAD:</b>	Ciencias de la Ingeniería	<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Automotriz
<b>DOCENTE:</b>			
<b>FECHA PRÁCTICA:</b>	AA – MM – DD	<b>FECHA ENTREGA INFORME PRÁCTICA:</b>	AA – MM – DD
<b>Práctica:</b> SISTEMA DE FRENO (TAMBOR)			
<b>Objetivo:</b> Demostrar el estado de tambor de freno mediante pruebas visuales y de medición.			
<b>Objetivos específicos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las partes del sistema de tambor</li> <li>• Aprender distinguir el desgaste del tambor y zapatas</li> <li>• Conocer cuando es requerido rectificar tambor.</li> </ul>			
<b>Accesorios y materiales</b>		<b>Especificaciones</b>	
<i>Calibrador</i>		Calibrador pie de rey, se puede utilizar a escala decimal, vigesimal, quincuagésimal.	
Llave de ruedas		19 milímetros	
Martillo de goma			

Destornillador	Plano				
Playo					
<p><b>Instrucciones y/o procedimiento:</b></p> <p><b>Tambor</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se debe quitar las 4 tuercas que sujetan al tambor, con la llave de ruedas</li> <li>- Se martilla alrededor del tambor para aflojar un al tambor que está sujeta a las zapatas.</li> <li>- Se retira el tambor y se procede a realizar la práctica</li> </ul> <p><b>Zapatas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se debe quitar las 4 tuercas que sujetan al tambor, con la llave de ruedas</li> <li>- Se martilla alrededor del tambor para aflojar un al tambor que está sujeta a las zapatas.</li> <li>- Se retira los muelles de retorno (2)</li> <li>- Se retira las retenciones laterales de las zapatas</li> <li>- Se hace la práctica necesaria</li> </ul>					
<p><b>Actividades por Desarrollar:</b></p> <p>Condiciones para la prueba</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Banco de pruebas en</td> <td>OFF</td> </tr> </table> <p>1) Espesor del tambor</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>           Espesor diámetro interno del tambor en mm         </td> <td></td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El rango de tolerancia de este tipo de tambor es de 213-221, en el caso que sea igual o mayor a 221 el tambor deberá ser sustituido.</li> </ul> <p>2) Estado del tambor</p>		Banco de pruebas en	OFF	Espesor diámetro interno del tambor en mm	
Banco de pruebas en	OFF				
Espesor diámetro interno del tambor en mm					

	SI	NO
a) La superficie de frenado tiene ceja o irregularidades		
b) El tambor tiene cuarteaduras o perforaciones		

- En el caso de que el ítem (a) es "SI", el tambor deberá ser rectificado.

- Si el ítem (b) es "SI", el tambor deberá ser sustituido.

3) Espesor de la zapata

Esesor del material de la zapata en mm	
--	--

- En caso que el espesor del material de la zapata sea menor a 3mm, la zapata deberá ser empacada.

4) Estado de la zapata

	SI	NO
a) El material de frenado esta cuarteado.		
b) El material de frenado esta cristalizado.		
c) El material de frenado esta desprendido.		

- En el caso que los ítem tengan como respuesta "SI", la zapata

deberá ser empacada.

NOTA:

- Antes de continuar siempre verificar que el banco este en modo off para que no existan accidentes.
- Después de culminar la prueba o estudio, se recomienda limpiar piezas que fueron manipuladas.

**Resultados obtenidos:**

- a) ¿Mencione los elementos que conforman el sistema de freno-tambor?
- b) ¿Qué problemas puede presentar el desgaste de las zapatas del sistema de frenado por tambor?
- c) ¿De qué material está conformado las zapatas de freno-tambor?
- d) ¿Es recomendable mantener el orden de los elementos de freno-tambor? Porqué?
- e) ¿Cómo regular las zapatas en el caso de que este demasiado frenado el tambor?

**Conclusiones:**

**Recomendaciones:**

### 4.7.3. GUÍA DE PRÁCTICA 3

<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL</b>			
 <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA</b>		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE BANCO DE PRUEBAS</b>	<b>PRACTICA N° 3</b>
<b>ESTUDIANTE (S):</b>			
<b>FACULTAD:</b>	Ciencias de la Ingeniería	<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Automotriz
<b>DOCENTE:</b>			
<b>FECHA PRÁCTICA:</b>	AA – MM – DD	<b>FECHA ENTREGA INFORMA PRÁCTICA:</b>	AA – MM – DD
<b>Práctica:</b> FUGAS EN EL SISTEMA			
<b>Objetivo:</b> Demostrar el estado del sistema hidráulico de freno mediante pruebas visuales.			
<b>Objetivos específicos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar partes del sistema hidráulico</li> <li>• Conocer el circuito hidráulico y su distribución delantera y posterior</li> </ul>			
<b>Accesorios y materiales</b>		<b>Especificaciones</b>	
<i>Guantes</i>		De caucho grueso	
Llave mixta		10 milímetros	
Trapos o guaiques			
<b>Instrucciones y/o procedimiento:</b>			
<b>Fugas</b>			
- Revisar todo el sistema hidráulico para identificar si existen fugas.			

- Si existe fuga por acoples se deberá desconectar con una llave mixta 10 y poner sellante en la rosca.
- En el caso que sea una cañería rota se deberá sacar la parte afectada y mandar hacer una cañería con las mismas dimensiones.
- Fugas en el cilindro maestro y mordaza, se deberá desmontar y sustituir retenedores u orines, si continua con el problema se sustituirá el cilindro maestro o mordaza.
- Fuga en el depósito, si se identificara fugas por el depósito se podría sellar la fuga, en el caso q sea grave se tendrá que remplazar.

**Actividades por Desarrollar:**

Condiciones para la prueba

Banco de pruebas en	OFF
---------------------	-----

1) Fugas en el sistema hidráulico del frenado del automóvil

	SI	NO
a) Fugas en la mordaza		
b) Fugas en el cilindro		
c) Fugas en el cilindro maestro		
d) Fugas en el recipiente del líquido de frenos		
e) Fugas en el repartidor		
f) Fugas en las cañerías		

g) Fugas en acoples		
---------------------	--	--

- En el caso que en los ítems se respuesta "SI", se deberá identificar el problema.
- Ítem (a o b): Se debe desmontar la mordaza y chequear los cauchos retenedores del cilindro y remplazarlos debido a que puede haber desgaste y no estén reteniendo el fluido correctamente.
- Ítem (c): Se debe desmontar y revisar que los retenedores de cada salida o entrada de líquido de frenos tengan un correcto funcionamiento al sellar.
- Ítem (d): Puede ser que el recipiente este roto, la tapa no cierre correctamente o no esté bien acoplado al cilindro maestro, en el caso que este roto el recipiente se deberá remplazarlo.
- Ítem (e): Chequear si las rocas del repartido no estén aislados y orrines estén haciendo su función de sellado, en el caso q este aislados las rocas se debe remplazar por un nuevo repartidor y si los orines están planos y no sellan correctamente se deben cambiarlos.
- Ítem (f): Debido a que el circuito hidráulico funciona a alta presión, se deberá chequear todo el circuito de cañerías, en el caso de haber una ruptura o un doblés que obstruya el paso del líquido de frenos, este debe ser remplazado.
- Ítem (g): Debido a que los acoples tienen la función de conectar la cañería con las distintas partes del sistema, esta puede fallar en su correcta unión sea por aislamiento de la rosca o porque no enrosque bien. Se debe chequear la rosca y si está aislado se tiene que remplazar el acople, o si tiene rosca pero no tiene un buen sellado se debe poder en la rosca un sellador.

NOTA:

- Se tomará las respectivas precauciones con el líquido de frenos ya que es un líquido de PH alto y puede causar irritación en la piel.

**Resultados obtenidos:**

- a) ¿En el caso de mantenimiento de cilindros hidráulicos que es recomendable cambiar?
- b) ¿Qué función desempeñan los cilindros hidráulicos?
- c) ¿Qué tipo de líquido se utiliza para la limpieza del cilindro hidráulico?
- d) ¿Cuándo es necesario remplazarlo?
- e) ¿Enumere las partes de sistema hidráulico?

**Conclusiones:****Recomendaciones:**



#### 4.7.4. GUÍA DE PRÁCTICA 4

<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL</b>			
 <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA</b>		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE BANCO DE PRUEBAS</b>	<b>PRACTICA Nº 4</b>
<b>ESTUDIANTE (S):</b>			
<b>FACULTAD:</b>	Ciencias de la Ingeniería	<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Automotriz
<b>DOCENTE:</b>			
<b>FECHA PRÁCTICA:</b>	AA – MM – DD	<b>FECHA ENTREGA INFORME PRÁCTICA:</b>	AA – MM – DD
<b>Práctica: CAMBIO DE LÍQUIDO O SANGRADO</b>			
<b>Objetivo:</b> Aprender el procedimiento de reemplazo del líquido de frenos para un correcto funcionamiento del banco de pruebas.			
<b>Objetivos específicos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprender el sangrado del sistema paso por paso</li> <li>• Identificar el estado del líquido de frenos</li> </ul>			
<b>Accesorios y materiales</b>		<b>Especificaciones</b>	
Llave mixta		8 milímetros	
Guantes		De caucho grueso	
Recipiente			
Trapos o Guaipes			
<b>Instrucciones y/o procedimiento:</b>			
<b>Sangrado</b>			

- Para eliminar el aire que puede existir en el sistema de frenos se procede a sangrar el sistema mediante el siguiente procedimiento:
- 1) Utilizar guantes para evitar el contacto con el líquido de frenos
- 2) El recipiente se pondrá en el lugar de purga de la mordaza.
- 3) El proceso de sangrado se hará mínimo entre 2 persona.
- 4) El un operador bombeará el pedal de freno de 3 a 6 veces y tendrá presionado a fondo mientras el otro operario con la llave mixta 8 desenroscará la purga de la mordaza despacio hasta que salga aire y líquido de frenos.
- 5) Este proceso se realiza varias veces hasta que el pedal no este esponjoso y frene adecuadamente.
- 6) Siempre se completará el líquido de frenos mientras se hace este procedimiento.
- Para cambiar el líquido de freno se repite este procedimiento de sangrado y se completará con el tipo de líquido que se desea probar o para la prueba que se necesite hacer.

**Actividades por Desarrollar:**

Condiciones para la prueba

Banco de pruebas en	OFF
---------------------	-----

1) Estado de líquido de freno

	SI	NO
a) Suciedad en el liquido		
b) Bajo nivel del liquido		
c) Baja eficiencia en el frenado		

- Ítem (a): en el caso que sea "SI", se procederá a la extracción del líquido de freno para colocar un nuevo líquido.
- Ítem (b): en el caso que sea "SI", se debe analizar el problema puede ser por fugas o desgaste de las pastillas de freno o zapatas.
- Ítem (c): en el caso que sea "SI", una de las razones existe aire en el circuito hidráulico, se procede a sangrar el sistema mediante las válvulas de purgado que hay en cada sistema de disco-tambor.

NOTA;

- Se tomarán las respectivas precauciones con el líquido de frenos ya que es un líquido de PH alto y puede causar irritación en la piel.


### **Resultados obtenidos:**

- a) ¿Cuáles son los síntomas de requerir purgar el sistema de frenado?
- b) ¿Qué ocurriría si no se purga bien el sistema de frenado?
- c) ¿Cuántos tipos de líquido de frenos existen?
- D) ¿Qué tipo de líquido de frenos es recomendable usar en los autos?

### **Conclusiones:**

### **Recomendaciones:**

#### 4.7.5. GUÍA DE PRÁCTICA 5

<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL</b>			
 <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA</b>		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE BANCO DE PRUEBAS</b>	<b>PRACTICA Nº 5</b>
<b>ESTUDIANTE (S):</b>			
<b>FACULTAD:</b>	Ciencias de la Ingeniería	<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Automotriz
<b>DOCENTE:</b>			
<b>FECHA PRÁCTICA:</b>	AA – MM – DD	<b>FECHA ENTREGA INFORME PRÁCTICA:</b>	AA – MM – DD
<b>Práctica: TIPOS DE LÍQUIDOS</b>			
<b>Objetivo:</b> Demostrar cuál tipo de líquido tiene mejor eficiencia en el frenado.			
<b>Objetivos específicos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprender las características de cada liquido</li> </ul>			
<b>Accesorios y materiales</b>		<b>Especificaciones</b>	
Llave mixta		8 milímetros	
Líquido de frenos		DOT 3, DOT4, DOT5	
<b>Instrucciones y/o procedimiento:</b>			
<b>Líquido de freno</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para el remplazo del líquido de frenos se toma en cuenta el procedimiento de la práctica de sangrado.</li> <li>- Se cambiará el líquido de frenos dependiendo la prueba que se</li> </ul>			

requiera hacer.

**Actividades por Desarrollar:**

Condiciones para la prueba

Banco de pruebas en	ON
---------------------	----

1) Prueba

Tipo de liquido	DOT 3	DOT 4	DOT 5
RPM			
Presión de frenado			
Tiempo de frenado			

NOTA:

- Se tomarán las respectivas precauciones con el líquido de frenos ya que es un líquido de PH alto y puede causar irritación en la piel.

**Resultados obtenidos:**

- a) ¿Cuáles son las características de cada liquido de freno DOT3, DOT4 y DOT5?
- b) ¿Cuál de los 3 líquidos es el más eficiente?

**Conclusiones:**

**Recomendaciones:**

#### 4.7.6. GUÍA DE PRÁCTICA 6

<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL</b>			
 <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA</b>		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE BANCO DE PRUEBAS</b>	<b>PRACTICA N° 6</b>
<b>ESTUDIANTE (S):</b>			
<b>FACULTAD:</b>	Ciencias de la Ingeniería	<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Automotriz
<b>DOCENTE:</b>			
<b>FECHA PRÁCTICA:</b>	AA – MM – DD	<b>FECHA ENTREGA INFORME PRÁCTICA:</b>	AA – MM – DD
<b>Práctica: SERVO FRENO</b>			
<b>Objetivo:</b> Demostrar la diferencia de presión con el funcionamiento de la bomba de vacío y sin la bomba de vacío.			
<b>Objetivos específicos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar que tan eficiente es puede ser el servo freno.</li> </ul>			
<b>Accesorios y materiales</b>		<b>Especificaciones</b>	
<b>Instrucciones y/o procedimiento:</b>			
<b>Servo freno</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para esta prueba solo se procede a suspender la bomba que genera el vacío, para esto se hace prueba encendiendo la bomba o que deje de funcionar.</li> </ul>			

**Instrucciones y/o procedimiento:**

Condiciones para la prueba

Banco de pruebas en	ON
Motor eléctrico	OFF

1) Nivel de presión

	Bomba de vacío ON	Bomba de vacío OFF
Presión de manómetro delantero		
Presión de manómetro posterior		

NOTA;

- Tomar en cuenta de no tener la bomba de vacío encendido todo el tiempo ya que basta pocos minutos para eliminar todo el aire q existe en el servo.


**Resultados obtenidos:**

- a. ¿Qué función tiene el servofreno?
- b. ¿Cuáles son los síntomas que distingue un servofreno defectuoso?
- c. ¿En qué lugar se encuentra alojado el servofreno?

**Conclusiones:****Recomendaciones:**



## Análisis 1

<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA</b>			
<b>EQUINOCCIAL</b>			
 <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA</b>		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE BANCO DE PRUEBAS</b>	<b>PRACTICA Nº 1</b>
<b>ESTUDIANTE (S):</b>			
<b>FACULTAD:</b>	Ciencias de la Ingeniería	<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Automotriz
<b>DOCENTE:</b>			
<b>FECHA PRÁCTICA:</b>	AA – MM – DD	<b>FECHA ENTREGA INFORME PRÁCTICA:</b>	AA – MM – DD
<b>Práctica:</b> SISTEMA DE FRENO (DISCO)			
<b>Objetivo:</b> Demostrar el estado del disco de freno mediante pruebas visuales y de medición.			
<b>Objetivos específicos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar el desgaste del disco y pastillas</li> <li>• Identificar las imperfecciones de la superficie del disco para evaluar si es necesario reemplazarlo.</li> </ul>			
<b>Accesorios y materiales</b>		<b>Especificaciones</b>	
<i>Calibrador</i>		Calibrador pie de rey, se puede utilizar a escala decimal, vigesimal, quincuagésimal.	
Llave mixta		14 milímetros	

Guantes		
Limpiador de freno		
<b>Instrucciones y/o procedimiento:</b>		
<b>Disco</b>		
- Para el estudio del estado del disco no será necesario desmontarlo ya que puede ser analizado en el sitio.		
<b>Pastillas</b>		
- Para el análisis de las pastillas de freno, con la llave 14 se debe retirar el perno inferior de sujeción de la mordaza del sistema, de esta forma el perno de sujeción superior servirá como eje para levantar la mordaza y retirar las pastillas para poder hacer el análisis respectivo.		
<b>Actividades por Desarrollar:</b>		
Condiciones para la prueba		
Banco de pruebas en	OFF	
1) Espesor de disco de freno		
Espesor en mm	21	
El rango de tolerancia de este tipo de disco es de 22-19, en el caso que sea menor o igual a 19 el disco deberá ser reemplazado.		
2) Estado del disco		
	SI	NO
a) El disco tiene ceja		X

b) El disco tiene deformidades en toda la superficie		X
c) El disco tiene fisuras o perforaciones		X
d) El disco está pandeado o está deformado.		X

- En el caso que los ítem (a – b) tengan como respuesta "SI" y los ítem (c – d) sean "NO", el disco puede ser rectificado siempre y cuando el espesor no esté al mínimo del rango de tolerancia.
- Si los ítem (c o d) tiene como respuesta "SI", el disco debe ser remplazado.

### 3) Estado de pastillas

	SI	NO
a) Tiene aún el canal de seguridad	X	
b) El desgaste es uniforme en las 2 pastillas	X	
c) Tiene cuarteaduras la pastilla		X

- En el caso que el ítem (a) sea "SI", la pastilla aun tendrá una vida útil, caso contrario deberá ser remplazada.
- En el caso que el ítem (b) sea "NO" se deberá chequear si el cilindro maestro o repartidor estén funcionando correctamente.
- Si el ítem (c) tiene una respuesta "SI", la pastilla deberá ser reemplazada así tenga el canal de seguridad.

### 4) Espesor de pastilla

Espesor del material de la pastilla en mm	6
---	---

- En el caso que espesor del material de la pastilla sea menor a 3mm, deberá ser sustituida.

**NOTA;**

- Antes de continuar siempre verificar que el banco este en modo off para que no existan accidentes.
- Después de culminar la prueba o estudio, se recomienda limpiar piezas que fueron manipuladas.

**Resultados obtenidos:**

- a) ¿Cómo distinguir si las pastillas de freno-disco están desgastados?

Las pastillas de freno vienen diseñadas de fábrica con una guía en el medio del material de la pastilla para tener como referencia el desgaste, cuando la pastilla está a punto de ser reemplazada se puede fijar que la guía está a punto de desaparecer.

De esta forma seria lo más común, también se podría medir el espesor de la pastilla con un calibrador pie de rey para asegurarnos que se necesita o no reemplazarlo.

- b) ¿De qué material están hechas las pastillas de freno-disco?

Existen varios tipos de materiales de pastillas entre estas existe:

- Metálicos y semimetálicos: Están compuestas por materiales de fricción como el hierro, la fricción en condiciones de seco y mojado no varían demasiado, por lo que tiene mejor frenada en condiciones de mojado que los otros tipos de pastillas. La duración es muy elevada, llegando a alcanzar los 15.000 kilómetros. El calor desprendido es mucho mayor que los otros tipos, pero tiene un mayor desgaste en el disco por ser pastilla dura.

- Orgánicas: Están compuestas por materiales comunes y algunos con el grafito, resinas y fibras, estas son de una inmejorable calidad y adherencia al frenar, generan menos calor que las metálicas y este tipo de pastillas necesita un rodaje en los primeros kilómetros

- Asbesto: El asbesto es un excelente aislante, lo que significa que el calor generado en el frenado se acumula en los forros y en el disco. Esto causa mayor desgaste en las pastillas y mayor mantenimiento. En la actualidad ya no se elabora pastillas de este tipo debido a su alta contaminación y efectos graves en el ser humano.

- Cerámicas: Este tipo de pastillas están compuestas por cerámica y fibra de cobre, lo que permite que las pastillas de este tipo controlen la tendencia del freno a perder potencia a temperaturas más altas y se recuperen de manera más rápida luego de detener el vehículo o móvil del disco.

c) ¿Cuál es el adecuado mantenimiento de la mordaza?

Al momento de desmontar es recomendable observar que no tenga fugas por los cilindros, en el caso que tenga se tendrá que desmontar la mordaza, desarmar y cambiar retenedores de caucho.

c) ¿Qué función tienen las pastillas freno-disco en el sistema de frenado?

Las pastillas de freno son el elemento del sistema de frenado que, junto con el disco de freno, van a producir la fricción necesaria para la deceleración del vehículo.


#### **Conclusiones:**

- En la presente práctica efectuada es evidente que es factible realizar la misma correspondiente al sistema de frenos de disco.
- Se determinó que mediante la práctica es posible identificar si es necesario el reemplazo de disco o pastillas de freno.

#### **Recomendaciones:**

- Se recomienda mantener en orden las piezas que se desarme del banco, ya que es necesario desmontar y montar de igual manera para el correcto funcionamiento de este.
- Seguir ordenadamente la práctica para obtener resultados óptimos.

## Análisis 2

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA			
EQUINOCCIAL			
 <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA</b>		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE BANCO DE PRUEBAS</b>	<b>PRACTICA N° 2</b>
<b>ESTUDIANTE (S):</b>			
<b>FACULTAD:</b>	Ciencias de la Ingeniería	<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Automotriz
<b>DOCENTE:</b>			
<b>FECHA PRÁCTICA:</b>	AA – MM – DD	<b>FECHA ENTREGA INFORME PRÁCTICA:</b>	AA – MM – DD
<b>Práctica:</b> SISTEMA DE FRENO (TAMBOR)			
<b>Objetivo:</b> Demostrar el estado de tambor de freno mediante pruebas visuales y de medición.			
<b>Objetivos específicos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las partes del sistema de tambor</li> <li>• Aprender distinguir el desgaste del tambor y zapatas</li> <li>• Conocer cuando es requerido rectificar tambor.</li> </ul>			
<b>Accesorios y materiales</b>		<b>Especificaciones</b>	
<i>Calibrador</i>		Calibrador pie de rey, se puede utilizar a escala decimal, vigesimal, quincuagésimal.	
Llave de ruedas		19 milímetros	
Martillo de goma			

Destornillador	Plano		
Playo			
<b>Instrucciones y/o procedimiento:</b>			
<p><b>Tambor</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se debe quitar las 4 tuercas que sujetan al tambor, con la llave de ruedas</li> <li>- Se martilla alrededor del tambor para aflojar el tambor que está sujeta a las zapatas.</li> <li>- Se retira el tambor y se procede a realizar la práctica</li> </ul> <p><b>Zapatas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se debe quitar las 4 tuercas que sujetan al tambor, con la llave de ruedas</li> <li>- Se martilla alrededor del tambor para aflojar el tambor que está sujeta a las zapatas.</li> <li>- Se retira los muelles de retorno (2)</li> <li>- Se retira Las retenciones laterales de las zapatas</li> <li>- Se hace la práctica necesaria</li> </ul>			
<b>Actividades por Desarrollar:</b>			
Condiciones para la prueba			
<table border="1"> <tr> <td>Banco de pruebas en</td> <td>OFF</td> </tr> </table>		Banco de pruebas en	OFF
Banco de pruebas en	OFF		
1) Espesor del tambor			
<table border="1"> <tr> <td>Espesor diámetro interno del tambor en mm</td> <td>218</td> </tr> </table>		Espesor diámetro interno del tambor en mm	218
Espesor diámetro interno del tambor en mm	218		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- El rango de tolerancia de este tipo de tambor es de 219-221, en el caso que sea igual o mayor a 221 el tambor deberá ser sustituido.</li> </ul>			
2) Estado del tambor			

	SI	NO
a) La superficie de frenado tiene ceja o irregularidades		X
b) El tambor tiene cuarteaduras o perforaciones		X

- En el caso de que el ítem (a) es "SI", el tambor deberá ser rectificado.

- Si el ítem (b) es "SI", el tambor deberá ser sustituido.

3) Espesor de la zapata

Esesor del material de la zapata en mm	7
--	---

- En caso que el espesor del material de la zapata sea menor a 3mm, la zapata deberá ser empacada.

4) Estado de la zapata

	SI	NO
a) El material de frenado esta cuarteado.		X
b) El material de frenado esta cristalizado.		X
c) El material de frenado esta desprendido.		X



- En el saco que los ítem ten la como respuesta "SI", la zapata deberá ser empacado.

**NOTA:**

- Antes de continuar siempre verificar que el banco este en modo off para que no exista accidentes.
- Después de culminar la prueba o estudio, se recomienda limpiar y piezas que fueron manipuladas.

**Resultados obtenidos:**

a) ¿Mencione los elementos que conforman el sistema de freno-tambor?

- Tambor
- Zapatas
- Dispositivo de retención de zapatas
- Soporte de articulaciones
- Bombín de doble pistón
- Muelle de retorno

b) ¿Qué problemas puede presentar el desgaste de las zapatas del sistema de frenado por tambor?

- El sistema ya no frena eficientemente
- La regulación del freno de mano es muy alta
- Rayaduras a la superficie de frenado del tambor

c) ¿De qué material está conformado las zapatas de freno-tambor?

Pastillas de freno de hoy en día están hechos de muchos materiales variados, incluidos el Kevlar, titanio, cerámica, etc. Ferro Pastillas de freno de carbono se crean las condiciones de conducción muy específicas y aplicaciones. De conductores al día necesitan diferentes pastillas de frenos de automóviles de coches de carreras y vehículo todoterreno.

Las pastillas de freno de cerámica. Estos beneficios se basan en la comodidad y la de cosméticos en lugar de la funcionalidad, pero las pastillas de freno de cerámica son duraderos y fiables. De hecho, las pastillas de freno de cerámica pueden prolongar la vida de frenado en comparación con

el semi-pastillas de freno metálicas y orgánicas.

d) ¿Es recomendable mantener el orden de los elementos de freno-tambor? Porqué?

Sí, porque el sistema tiene piezas pequeñas que se pueden perder o cambiar el orden que sea requerido.


**Conclusiones:**

- Mediante la práctica se diferencia el estado de todos los elementos que conforman el sistema de frenado de tambor que se encuentran desarmados.
- Se analizó y registro la parte del sistema de freno-tambor que estuvo en inspección o cambio.

**Recomendaciones:**

- Es necesario tomar en cuenta que mientras se hace este tipo de práctica, no se debe presionar el pedal de freno debido a que el embolo puede salir de su lugar.
- Limpiar las impurezas del desgaste de las zapatas al momento del desmontaje.

### Análisis 3

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA			
EQUINOCCIAL			
 <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA</b>		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE BANCO DE PRUEBAS</b>	<b>PRACTICA N° 3</b>
<b>ESTUDIANTE (S):</b>			
<b>FACULTAD:</b>	Ciencias de la Ingeniería	<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Automotriz
<b>DOCENTE:</b>			
<b>FECHA PRÁCTICA:</b>	AA – MM – DD	<b>FECHA ENTREGA INFORME PRÁCTICA:</b>	AA – MM – DD
<b>Práctica:</b> FUGAS EN EL SISTEMA			
<b>Objetivo:</b> Demostrar el estado del sistema hidráulico de freno mediante pruebas visuales.			
<b>Objetivos específicos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar partes del sistema hidráulico</li> <li>• Conocer el circuito hidráulico y su distribución delantera y posterior</li> </ul>			
<b>Accesorios y materiales</b>		<b>Especificaciones</b>	
Guantes		De caucho grueso	
Llave mixta		10 milímetros	
Trapos o guaiques			
<b>Instrucciones y/o procedimiento:</b>			
<b>Fugas</b>			
- Revisar todo el sistema hidráulico para identificar si existen fugas.			

- Si existe fuga por acoples se deberá desconectar con una llave mixta 10 y poner sellante en la rosca.
- En el caso que sea una cañería rota se deberá sacar la parte afectada y mandar hacer una cañería con las mismas dimensiones.
- Fugas en el cilindro maestro y mordaza, se deberá desmontar y sustituir retenedores u orrines, si continua con el problema se sustituirá el cilindro maestro o mordaza.
- Fuga en el depósito, si se identificará fugas por el depósito se podría sellar la fuga, en el caso q sea grave se tendrá que reemplazar.

**Actividades por Desarrollar:**

Condiciones para la prueba

Banco de pruebas en	OFF
---------------------	-----

1) Fugas en el sistema hidráulico del frenado del automóvil

	SI	NO
a) Fugas en la mordaza		X
b) Fugas en el cilindro		X
c) Fugas en el cilindro maestro		X
d) Fugas en el recipiente del líquido de frenos		X
e) Fugas en el repartidor		X
f) Fugas en las cañerías		X
g) Fugas en acoples		X

- En el caso que en los ítems se respuesta "SI", se deberá identificar el problema.
- Ítem (a o b): Se debe desmontar la mordaza y chequear los cauchos retenedores del cilindro y remplazarlos debido a que puede haber desgaste y no estén reteniendo el fluido correctamente.
- Ítem (c): Se debe desmontar y revisar que los retenedores de cada salida o entrada de líquido de frenos tengan un correcto funcionamiento al sellar.
- Ítem (d): Puede ser que el recipiente este roto, la tapa no cierre correctamente o no esté bien acoplado al cilindro maestro, en el caso que este roto el recipiente se deberá remplazarlo.
- Ítem (e): Chequear si las rocas del repartido no estén aislados y orrines estén haciendo su función de sellado, en el caso q este aislados las rocas se debe reemplazar por un nuevo repartidor y si los orrines están planos y no sellan correctamente se deben cambiarlos.
- Ítem (f): Debido a que el circuito hidráulico funciona a alta presión, se deberá chequear todo el circuito de cañerías, en el caso de haber una ruptura o un doblés que obstruya el paso del líquido de frenos, éste debe ser reemplazado.
- Ítem (g): Debido a que los acoples tienen la función de conectar la cañería con las distintas partes del sistema, esta puede fallar en su correcta unión sea por aislamiento de la rosca o porque no enrosque bien. Se debe chequearla rosca y si está aislado se tiene que reemplazar el acople, o si tiene rosca pero no tiene un buen sellado se debe poder en la rosca un sellador.

**NOTA:**

- Se tomarán las respectivas precauciones con el líquido de frenos ya que es un líquido de PH alto y puede causar irritación en la piel.

### **Resultados obtenidos:**

a) ¿En el caso de mantenimiento de cilindros hidráulicos que es recomendable cambiar?

Es recomendable cambiar retenedores de caucho ya que por el uso y desgaste pierden su función de retener líquido que está expuesto a alta presión.

e) ¿Enumere las partes de sistema hidráulico?

- Sistema de frenado de disco
- Sistema de frenado de tambor
- Cañerías
- Bomba maestro


### **Conclusiones:**

- Se visualizó todos los elementos que está conformado en el sistema hidráulico, se diagnosticó el estado de cada parte y como está distribuido.
- Aprendí que es importante tener controlado las fugas que pueden existir en este banco, ya que trabaja a alta presión.

### **Recomendaciones:**

- Se debe tener mucho cuidado con las cañerías del sistema ya que son delicadas si se llega a doblar o romper.
- Identificar correctamente el problema de fugas que pueda existir.

## Análisis 4

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA			
EQUINOCCIAL			
 <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA</b>		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE BANCO DE PRUEBAS</b>	<b>PRACTICA Nº 4</b>
<b>ESTUDIANTE (S):</b>			
<b>FACULTAD:</b>	Ciencias de la Ingeniería	<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Automotriz
<b>DOCENTE:</b>			
<b>FECHA PRÁCTICA:</b>	AA – MM – DD	<b>FECHA ENTREGA INFORME PRÁCTICA:</b>	AA – MM – DD
<b>Práctica: CAMBIO DE LÍQUIDO O SANGRADO</b>			
<b>Objetivo:</b> Aprender el procedimiento de reemplazo del líquido de frenos para un correcto funcionamiento del banco de pruebas.			
<b>Objetivos específicos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprender el sangrado del sistema paso por paso</li> <li>• Identificar el estado del líquido de frenos</li> </ul>			
<b>Accesorios y materiales</b>		<b>Especificaciones</b>	
Llave mixta		8 milímetros	
Guantes		De caucho grueso	
Recipiente			
Trapos o Guaipes			
<b>Instrucciones y/o procedimiento:</b>			
<b>Sangrado</b>			

- Para eliminar el aire que puede existir en el sistema de frenos se procede a sangrar el sistema mediante el siguiente procedimiento.
- 1) Utilizar guantes para evitar el contacto con el líquido de frenos
- 2) El recipiente se pondrá en el lugar de purga de la mordaza.
- 3) El proceso de sangrado se hará mínimo entre 2 persona.
- 4) El un operador bombeará el pedal de freno de 3 a 6 veces y tendrá presionado a fondo mientras el otro operario con la llave mixta 8 desenroscara la purga de la mordaza despacio hasta que salga aire y líquido de frenos.
- 5) Este proceso se realiza varias veces hasta que el pedal no esté esponjoso y frene adecuadamente.
- 6) Siempre se completará el líquido de frenos mientras se hace este procedimiento.
- Para cambiar el líquido de freno se repite este procedimiento de sangrado y se completará con el tipo de líquido que se desea probar o para la prueba que se necesita hacer.

**Actividades por Desarrollar:**

Condiciones para la prueba

Banco de pruebas en	OFF
---------------------	-----

1) Estado de líquido de freno

	SI	NO
a) Suciedad en el liquido		X
b) Bajo nivel del liquido		X
c) Baja eficiencia en al frenado		X



- Ítem (a): en el caso que sea "SI", se procederá a la extracción del líquido de freno para colocar un nuevo líquido.
- Ítem (b): en el caso que sea "SI", se debe analizar el problema puede ser por fugas o desgaste de las pastillas de freno o zapatas.
- Ítem (c): en el caso que sea "SI", una de las razones existe aire en el circuito hidráulico, se procede a sangrar el sistema mediante las válvulas de purgado que hay en cada sistema de disco-tambor.

**NOTA:**

- Se tomarán las respectivas precauciones con el líquido de frenos ya que es un líquido de PH alto y puede causar irritación en la piel.

**Resultados obtenidos:**

- a) ¿Cuáles son los síntomas de requerir purgar el sistema de frenado?
  - Freno esponjado
  - Baja eficiencia de frenado
- b) ¿Qué ocurriría si no se purga bien el sistema de frenado?  
Puede ingresar aire en el sistema y bajar la eficiencia de frenado
- c) ¿Cuántos tipos de líquido de frenos existen?  
Los más comerciales y que se usa en los vehículos dependiendo de la gama so DOT 3, DOT 4 y DOT 5.


**Conclusiones:**

- Se demostrar que si interfiere en la eficiencia de frenada dependiendo el líquido que sea utilizado.
- Aprendí a reconocer la mala función de un líquido de frenos, en caso que necesite ser reemplazado.

**Recomendaciones:**

- Se puede notar que después del purgado, el pedal del freno se vuelve más firme y seguro que antes. El bombeo de pedal debe ser constante y fuerte ya que si no se presiona bien el pedal a fondo no se puede expulsar todo el aire que este en toda la cañería del sistema.
- Tener precaución con el manejo del líquido de frenos ya que es perjudicial para la salud principalmente al momento de sangrado.

## Análisis 5

<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA</b>			
<b>EQUINOCCIAL</b>			
 <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA</b>		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE BANCO DE PRUEBAS</b>	<b>PRACTICA N° 5</b>
<b>ESTUDIANTE (S):</b>			
<b>FACULTAD:</b>	Ciencias de la Ingeniería	<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Automotriz
<b>DOCENTE:</b>			
<b>FECHA PRÁCTICA:</b>	AA – MM – DD	<b>FECHA ENTREGA INFORME PRÁCTICA:</b>	AA – MM – DD
<b>Práctica: TIPOS DE LÍQUIDOS</b>			
<b>Objetivo:</b> Demostrar cual tipo de líquido tiene mejor eficiencia en el frenado.			
<b>Objetivos específicos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprender las características de cada liquido</li> </ul>			
<b>Accesorios y materiales</b>		<b>Especificaciones</b>	
Llave mixta		8 milímetros	
Líquido de frenos		DOT 3, DOT4, DOT5	
<b>Instrucciones y/o procedimiento:</b>			
<b>Líquido de freno</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para el reemplazo del líquido de frenos se toma en cuenta el procedimiento de la práctica de sangrado.</li> <li>- Se cambiará el líquido de frenos dependiendo la prueba que se</li> </ul>			

requiera hacer.

**Actividades por Desarrollar:**

Condiciones para la prueba

Banco de pruebas en	ON
---------------------	----

1) Prueba

Tipo de liquido	DOT 3	DOT 4	DOT 5
RPM	2800	2800	2800
Presión de frenado PSI	14	15.5	16
Tiempo de frenado total en segundos	1.8	1.5	1

NOTA:

- Se tomarán las respectivas precauciones con el líquido de frenos ya que es un líquido de PH alto y puede causar irritación en la piel.

**Resultados obtenidos:**

a) ¿Cuáles son las características de cada liquido de freno DOT3, DOT4 y DOT5?

Los tres se diferencian en su punto de evaporación, de congelamiento, compresibilidad, etc.

b) ¿Cuál de los 3 líquidos es el más eficiente?

El fabricante recomienda que líquido debe ser utilizado en sus propios vehículos pero siempre va a ser mejor el que sea estudiado y analizado

recientemente DOT5 por eficiencia de frenado.

**Conclusiones:**

- Existe diferencia entre los 3 tipos de líquidos utilizados ya que se puede notar claramente la eficiencia de cada uno.

**Recomendaciones:**

- Al momento de cambiar un líquido con otro, no desperdiciar botando en el piso o ensuciando al banco ya que se puede utilizar para otra prueba.
- Tomar precauciones con el manejo del líquido de frenos

## Análisis 6

<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA</b>			
<b>EQUINOCCIAL</b>			
 <b>FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA</b>		<b>GUÍA DE PRÁCTICA DE BANCO DE PRUEBAS</b>	<b>PRACTICA N° 6</b>
<b>ESTUDIANTE (S):</b>			
<b>FACULTAD:</b>	Ciencias de la Ingeniería	<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Automotriz
<b>DOCENTE:</b>			
<b>FECHA PRÁCTICA:</b>	AA – MM – DD	<b>FECHA ENTREGA INFORME PRÁCTICA:</b>	AA – MM – DD
<b>Práctica: SERVO FRENO</b>			
<b>Objetivo:</b> Demostrar la diferencia de presión con el funcionamiento de la bomba de vacío y sin la bomba de vacío.			
<b>Objetivos específicos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar que tan eficiente puede ser el servo freno.</li> </ul>			
<b>Accesorios y materiales</b>		<b>Especificaciones</b>	
<b>Instrucciones y/o procedimiento:</b>			
<b>Servo freno</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para esta prueba solo se procede a suspender la bomba que genera el vacío para esto se hizo prueba encendiendo la bomba o que deje de funcionar.</li> </ul>			

**Instrucciones y/o procedimiento:**

Condiciones para la prueba

Banco de pruebas en	ON
Motor eléctrico	OFF

## 1) Nivel de presión

	Bomba de vacío ON	Bomba de vacío OFF
Presión de manómetro delantero	17	15.5
Presión de manómetro posterior	15.5	14

## NOTA:

- Tomar en cuenta de no tener la bomba de vacío encendido todo el tiempo ya que basta pocos minutos para eliminar todo el aire que existe en el servo.

**Resultados obtenidos:**

a. ¿Qué función tiene el servofreno?

Amplificar la fuerza de frenado que aplica el conductor en el pedal de freno.

b. ¿Cuáles son los síntomas que distingue un servofreno defectuoso?

El pedal puede estar duro o escuchar que absorbe aire por el servo cuando

existe vacío

c. ¿En qué lugar se encuentra alojado el servofreno?

Siempre va estar situado a la altura del pedal de freno para que pueda actuar el pedal como palanca y de esa forma aumentar la fuerza de frenado y presión

**Conclusiones:**

- Se concluyó que el servo freno ayuda a dar mayor eficiencia de frenado al sistema ya que apoya a la fuerza que aplica una persona sobre el pedal.

**Recomendaciones:**

- Tomar en cuenta que la bomba de vacío que se simula no tiene la misma absorción que causa el motor, pero simula a lo que se requiere para su correcta función



## 4.8. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LAS PRÁCTICAS

Como resultado de estas prácticas nos indica que es factible aplicar en este banco de pruebas y poder tener resultados reales y aproximados a los de un automóvil real. En la tabla 10 se observará el tiempo de práctica promedio que se puede demorar una práctica y la complejidad que puede tener el proceso, tomando en cuenta que se mide en 3 niveles; alto, medio y bajo.

**Tabla 10.** Control y cambios

	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 3	Análisis 4	Análisis 5	Análisis 6
Tiempo de práctica	60 min	75 min	40 min	75 min	90 min	30 min
Nivel de complejidad	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio

El nivel de complejidad de las prácticas son intermedias debido al tiempo que se requiere, al análisis en cada práctica y al proceso de desarmado y armado.

### 4.8.1. ANÁLISIS DE GUÍAS DE PRÁCTICA

Se realizó las guías del anexo 4, se obtuvo resultados respecto al desgaste del sistema de freno por medio de disco-tambor; tanto pastillas, zapatas, tambor y disco tienen sus límites de espesor o señales de seguridad, parámetros a seguir para reemplazar sí fuese necesario.

Como se pudo observar si en el sistema hidráulico existen fugas del líquido de frenos y sus soluciones a tomar en caso de que los tenga, en el caso que se solucione la fuga se procede al sangrado que también en las guías constan como prácticas y tener un funcionamiento correcto.

En el banco se podrá comprobar cuáles diferencias tienen los tipos de líquidos de freno y de qué forma ayuda el servo freno en el sistema de freno. Las prácticas no tomarán mucho tiempo en realizarlas, serán fáciles, entendibles y ayudarán a los alumnos como una acción complementaria de los estudios.

#### 4.9. PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO

Detalles que se debe tomar en cuenta en los mantenimientos que se debe realizar en el banco didáctico. Como se ve en la tabla 11.

**Tabla 11.** Control y cambios del banco de pruebas

MANTENIMIENTO RESPECTIVO	DIARIAMENTE	SEMANEL	MENSUAL	ANUAL
Lubricar punta de ejes	X			
Conexiones eléctricas	X			
Nivel líquido de frenos	X			
Funcionamiento de manómetros	X			
Motor eléctrico y bomba de vacío		X		
Sangrado del sistema				X
Banda del motor y eje				X
Cambiar líquido de frenos				X
Funcionamiento de testigos o luces			X	
Chequeo de fugas y acoples de cañerías	X			

El banco de pruebas de sistema de freno hidráulico se consideran pocos puntos para su mantenimiento, considerando su bajo nivel de mantenimiento éste debe ser sometido a inspecciones periódicas en sus distintos componentes; tambor de freno en especial los cilindros, servofreno, uniones en las cañerías, nivel de líquido, reposición y/o reemplazo del fluido de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Aplicar responsablemente las medidas de seguridad que han sido establecidas es este banco debido a que pueden existir accidentes por el movimiento fuerte que tiene el banco.

Seleccionar las herramientas necesarias para realizar el trabajo adecuadamente.

El montaje del sistema de freno, debe ser montado de acuerdo a los parámetros y procedimientos establecidos.

Llevar un seguimiento de forma periódica todos los elementos del sistema.

Se cambiará el líquido del circuito de freno, en el caso de que haya una fuga o a su vez para su mantenimiento respectivo.

Verificar que el líquido no sobrepase el nivel máximo, no produzca espuma y no se emulsione.

Medir el nivel de líquido en el depósito.

Realizar el purgado de sistema de freno, utilizando el tipo de fluido recomendado, considerando los parámetros y procedimientos técnicos establecidos.

Verificar con el banco didáctico ya en funcionamiento que los elementos de los frenos funcionan correctamente ya que puede haber desgastes.

Si el pedal de freno se endurece, inestabiliza o se escucha ruidos extraños, realizar una revisión completa antes que empeoren a pesar de que es material didáctico debe existir un correcto mantenimiento para que la función sea duradera.

## **4.10. INFORMACIÓN SOBRE EL USO DEL BANCO DIDÁCTICO**

Antes de utilizar el banco de pruebas, por favor seguir detenidamente las siguientes instrucciones.

- Revisar la tensión de alimentación del banco a 110V.
- Comprobar el nivel de líquido de frenos del depósito.
- Observar que no existan fugas en el sistema de frenos.
- Mantener el contorno de depósito limpio.
- Evitar golpes en la unidad de control electrónica.
- No manipular el cableado de la caja de control.
- No manipular los discos que simulan las ruedas del automóvil.
- No tener herramientas sobre el banco

Si el sistema no funciona inmediatamente, no debe forzarlo, se recomienda inspeccionar cual es la razón que produce esa falla para poder solucionarla, y luego ponerlo en funcionamiento.

## **4.11. IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MEDICIÓN**

Existe un punto de medición del banco de pruebas de sistema de frenos hidráulicos que nos indica las presiones que provoca tanto en el freno delantero y en el posterior. Cuando se acciona el pedal de freno por el conductor estos manómetros muestran las presiones en PSI o en BAR.

## **4.12. OBSERVACIONES**

- El líquido de frenos tiene que estar a nivel máximo, de esta forma se identifica si existen posibles fugas en el sistema hidráulico.

- Es recomendable tener el líquido adecuado para el funcionamiento del banco, la mayoría de los sistemas recomiendan los líquidos de freno DOT 3 y DOT 4. Elaborados con base a mezclas etílicas y son los líquidos recomendados para la mayor parte de vehículos que utilizan sistemas de frenos hidráulicos.
- Controlar que el nivel de líquido en el depósito sea el correcto, ya que podría realizarse la prueba de funcionamiento del sistema y no se obtendrá el correcto frenado.

El banco de pruebas de frenos debe ser utilizado solo para fines adecuados, de esta forma se puede dar instrucciones didácticas y prácticas de frenado. Tomar en cuenta todas las recomendaciones que se les ha explicado en el funcionamiento y cumplir con los mantenimientos adecuados para tener una larga vida útil del banco de pruebas y los estudiantes de distintos niveles puedan hacer el uso necesario.

#### **4.13. IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES Y CONOCIMIENTO DE SUS PROPIEDADES DE OPERACIÓN Y PARÁMETROS**

Para la correcta manipulación de este banco de pruebas, es importante conocer las distintas operaciones de todos los elementos para su funcionamiento, de misma manera leer todas las instrucciones de seguridad. En la próxima sección se explicarán distintas acciones referentes de seguridad del estudiante u operario, así como del banco de pruebas.

Se iniciará haciendo una rápida descripción de la distribución de los elementos en el banco de pruebas.

El conjunto del sistemas de freno disco-tambor: forman parte del mismo; disco de freno, tambor de freno, servofreno, accesorios, motor que genera vacío, cañerías, luces de freno, batería y reservorio para líquido de freno.

Panel de control y circuitos: Este conjunto se ubica en el interior del banco de pruebas, forman parte del mismo para activar la función del tablero de control y el banco de pruebas e iniciar la simulación.

#### **4.14. NIVEL DE LÍQUIDO DE FRENO**

Previo al funcionamiento del banco de pruebas, se deberán seguir los siguientes procedimientos recomendados.

- Verificar el correcto nivel de líquido de frenos en el depósito.
- El nivel debe estar entre las marcas mínimas y máximas.
- Si se encuentra baja, rellenar con líquido de frenos hasta la marca (Max), si es necesario.
- Utilice preferiblemente el líquido de frenos DOT 3.

Asegure que la tapa del depósito esté herméticamente sellado para evitar la absorción de humedad.

#### **4.15. NORMAS DE SEGURIDAD PARA EL CORRECTO USO DEL BANCO DIDÁCTICO DENTRO DEL LABORATORIO.**

Se deberán revisar todas las normas de seguridad, previo a poner en funcionamiento en el banco de pruebas.

Tomar en cuenta las siguientes recomendaciones generales que se deberá seguir para garantizar su seguridad personal:

- Por seguridad y salud, no fume, coma o beba en el ambiente interior del laboratorio o taller.
- La estructura sobre el cual está montado los componentes de sistema de freno disco-tambor, tiene instalado ruedas lo cual facilita su movilidad dentro del laboratorio o taller.

- Debido a que el sistema es de encendido electrónico tiene potencia muy superior a la de los sistemas convencionales, es altamente peligroso ejecutar cualquier servicio con el sistema conectado.
- Al realizar prácticas en este banco de pruebas, se deberá leer atentamente la respectiva guía de laboratorio, en todo momento seguir las instrucciones del profesor o instructor. Cualquier duda tendrá que ser consultado al responsable de la práctica.
- Utilizar herramientas adecuadas y en buenas condiciones, tener en cuenta su correcto manejo para las que fueron diseñadas, después de su utilización coloque en su respectivo lugar.
- Se deberá mantener fuera de humedad el área de trabajo alrededor del banco de pruebas, una buena organización, iluminación y ventilación; sin herramientas y piezas dispersas, fuentes de ignición y sustancias peligrosas. Analizar otras condiciones que puedan ser peligrosas y evitarlas.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Se ha elaborado un banco de pruebas didáctico de un sistema de frenado hidráulico disco-tambor con accionamiento manual, control de parada y presión de frenado, para el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial. De manera satisfactoria el banco de pruebas permitirá a los estudiantes aplicar sus conocimientos teóricos y prácticos, así como aumentar y complementar su conocimiento académico.
- El banco de pruebas fue diseñado en el programa solidworks lo cual nos permite seleccionar los materiales adecuados para realizar la simulación de esfuerzos que obtiene el banco, para poder proceder a la elaboración del banco con las especificaciones que se obtiene con el programa. Al realizar las pruebas de esfuerzos el banco de pruebas no sufrió ningún desperfecto. El programa ayuda a ahorrar tiempo y tener una respuesta de lo que puede pasar en la práctica.
- Se ha creado un manual de uso y seguridad para poder manipular este proyecto dentro del laboratorio, de esta forma se puede establecer los parámetros necesarios para salvaguardar la integridad tanto practicante y del equipo.
- Se elaboraron guías de prácticas que pueden encaminar a los estudiantes para obtener resultados más detallados de cada parte del sistema y sus respectivas funciones que permitan complementar con la clase teóricas y sirva como una herramienta de ayuda para el profesor.
- En las prácticas se consiguieron resultados reales, diferencias entre líquidos y su eficiencia de frenado. Teniendo así con éxito demostraciones que ayudarán a los alumnos en sus distintas prácticas que se elaboren respecto al sistema de frenado Disco-Tambor.



## 5.2. RECOMENDACIONES

- Tomar en cuenta el manual de seguridad, previa a la operación del banco de pruebas en donde detalla paso a paso los parámetros de funcionamiento así como el mantenimiento que requiere el equipo.
- Las prácticas deben ser realizadas siguiendo el proceso propuesto en las guías de laboratorio, se deberá manipular o experimentar con la autorización de un profesor. Las mismas no den ser tomadas como un juego al momento de utilizar el banco de pruebas.
- Tratar que el banco de pruebas no esté expuesto a agentes naturales, debido a que toda la estructura y partes del sistema puede sufrir de corrosión; sería importante limpiarlo continuamente.
- En caso de tener problemas con el funcionamiento del banco de pruebas, no se deberá insistir hasta encontrar la falla que pueda tener, debido a que el motor eléctrico consume un alto amperaje y puede quemarlo o hacer que no tenga arreglo.
- Se deberá aceitar a todas las partes móviles del banco de pruebas, debido a que el polvo puede causar que exista mayor fricción y el motor eléctrico no trabaje correctamente.
- Se puede desarrollar otra tipo práctica como puede ser el desmontaje de todos los elementos del sistema de Disco-Tambor, teniendo así como resultado un fácil armado y desarmado aplicado en un automóvil.

## BIBLIOGRAFÍA

- Sears ZEMANSKY, Young y Freedman. *Física Universitaria*. Pearson Addison Wesley. 11a. edición.
- Gutiérrez Manrique, Nilcer. *Mecánica automotriz*. Lima, Palomino, 2006.
- Tipler, PAUL A. *Física para la ciencia y la tecnología*. Editorial Reverté, 4ª. Edición.
- ALONSO, José M. *Sistema de frenado*, cuarta Edición, Colombia, 2008
- ASTUDILLO, Manuel. *Tecnología del automóvil*. España: Paraninfo, 2010
- CEAC, *Manual Ceac del Automóvil*. Barcelona: CEAC, 2008.
- CRANE, *Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías*, McGraw-Hill Interamericana. México, 2009.
- GIL, Hermógenes. *Manual práctico del automóvil, reparación, mantenimiento, practicas*. España, Grupo Cultural, 2011
- LUQUE, Pablo. *Ingeniería del automóvil*. España, Paraninfo, 2005
- ROJAS, Leonardo. *Mecánica Automotriz*, M. INACAP Capacitación, Marzo 2001
- CROUSE, William H. *Mecánica del automóvil*. España, Marcombo, 2007.
- THOMSON, Alonso M. *Técnicas del automóvil*. España, Paraninfos, 2004
- RUEDA, Jesús S. *Técnico en mecánica y electrónica automotriz*. Colombia, Diseli, 2010.
- LOS FRENOS EN EL AUTOMÓVIL  
<http://www.cdr.es/uploads/MFG/Los%20Frenos.pdf>10-26-2008
- LÍQUIDO DE FRENO
  - o <http://dobac.com/capac/Sistema%20de%20Frenos%20Hidr%C3%A1ulicos.pdf>20-8-2010
- MISIÓN DE LOS FRENOS
  - o <http://www.actiweb.es/servicionavarro/archivo1.pdf>17-11-2009
- FUNDAMENTOS DE SISTEMA DE FRENO
  - o <http://www.todomecanica.com/sistemas-de-frenos-fundamentos.html> 17-10-2007

- SERVOFRENO
  - o <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-6.htm> 19-07-2008
  
- SISTEMA DE FRENO HIDRAÚLICOS
  - o <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-2.htm> 28-11-2007

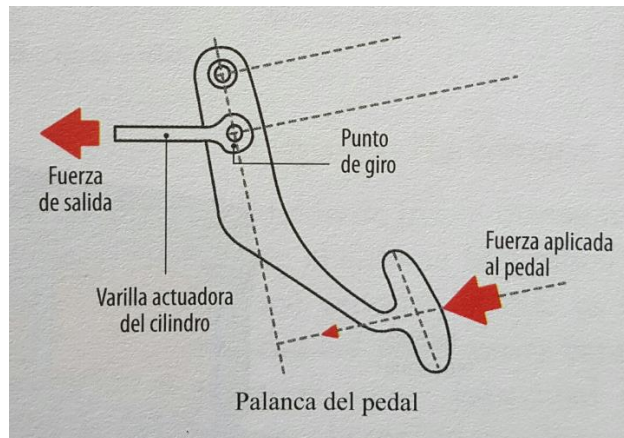
## ANEXOS

**ANEXO 1.** Tabla de especificaciones del tipo de material que se utilizó.

NOMINAL	DIAMETRO		ESPESOR		PRESION/PRUEBA		PESO
	EXTERIOR		e				
	mm	pulg	mm	pulg	kg/cm <sup>2</sup>	lb/pulg <sup>2</sup>	kg/m <sup>1</sup>
1/4"	13.70	0.54	2.24	0.08	49	700	0.63
3/8"	17.10	0.37	2.81	0.09	49	700	0.85
1/2"	21.30	0.84	2.77	0.10	49	700	1.27
3/4"	26.70	1.05	2.87	0.11	49	700	1.68
1"	33.40	1.31	3.38	0.13	49	700	2.50
1 1/4"	42.20	1.66	3.56	0.14	91	1300	3.38
1 1/2"	48.30	1.90	3.68	0.14	91	1300	4.05
2"	60.30	2.37	3.91	0.15	176	2500	5.44
2 1/2"	73.00	2.87	5.16	0.20	176	2500	8.62
3"	88.90	3.50	5.49	0.21	176	2500	11.29
4"	114.30	4.50	6.02	0.23	155	2210	16.07
5"	141.30	5.56	6.55	0.25	137	1950	21.78
6"	168.30	6.62	7.11	0.28	125	1780	28.26
8"	219.10	8.62	8.18	0.32	110	1570	42.53
10"	273.00	10.75	9.27	0.36	101	1430	60.29
12"	323.80	12.75	10.31	0.40	94	1340	79.65



### ANEXO 3. Ejercicios de palanca que actúa sobre el pedal de freno.



Ejercicio práctico de palancas sobre el pedal de freno.

En nuestro banco de pruebas se recopilaron datos para este ejercicio. El pedal que se aplicará una fuerza promedio de conductores es de 32Kgr, toda el pedal que tiene una distancia de 43cm y distancia que está el punto de giro respecto al punto de apoyo es de 10cm. Se encontrará la fuerza de salida hacia el servofreno.

$$M = F_s \cdot d$$

Donde.

M: Momento que causa la palanca

F<sub>s</sub>: Fuerza de salida que se ejercerá al momento de presionar el pedal.

d: Distancia que existe del punto de apoyo hacia el punto de giro.

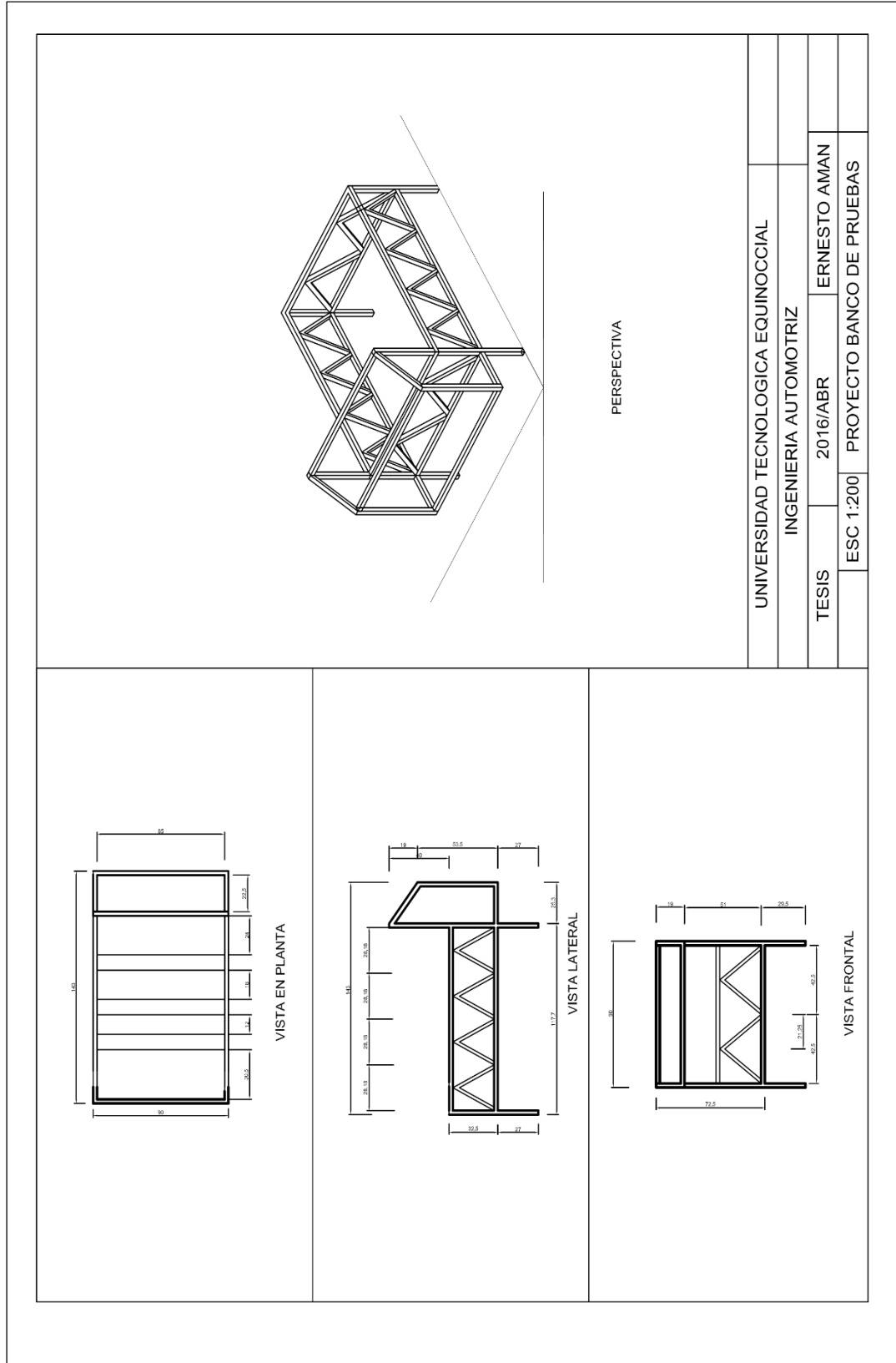
$$32\text{Kgr} \cdot 43\text{cm} = F_s \cdot 10\text{cm}$$

$$F_s = \frac{32\text{ kg} \cdot 43\text{cm}}{10\text{cm}}$$

$$F_s = 137.6\text{ kg}$$

Esto demuestra que se obtuvo una fuerza saliente hacia el servofreno de 4.3 veces más, que el aplicado por el conductor.

# ANEXO 4. Planos banco de pruebas.



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL	
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ	
TESIS	2016/ABR
ESC 1:200	PROYECTO BANCO DE PRUEBAS
	ERNESTO AMAN