

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

**Tesis previa a la obtención del Título
de Ingeniero Mecánico Automotriz**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DOS BANCOS DIDÁCTICOS
FUNCIONALES DEL SISTEMA DE FRENOS HIDRÁULICO MIXTO
DISCO- TAMBOR”**

AUTORES:

WALTHER RENÉ MONTERO GUALPA

JOSÉ MIGUEL NAVAS NEIRA

DIRECTOR:

ING. FERNANDO CHICA

CUENCA-ECUADOR

2012

DECLARACION

Nosotros, **Walther René Montero Gualpa** y **José Miguel Navas Neira**, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluye en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Cuenca, abril del 2012

Walther René Montero Gualpa

José Miguel Navas Neira

Yo, Ing. Fernando Chica certifico que bajo mi dirección el proyecto de tesis fue realizado por los señores:

Walther René Montero Guallpa.

José Miguel Navas Neira.

Ing. Fernando Chica

DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Este proyecto de tesis quiero dedicar a mis padres, quienes siempre me han apoyado en mi vida estudiantil, siendo los principales motivadores para la culminación de mi carrera universitaria, quienes con su amor, confianza y esfuerzo, lograron que me forme como un profesional.

A mi hijo y a su madre, que con su ternura y cariño me ha ayudado a seguir adelante con mi carrera universitaria.

A mis hermanos, a mis abuelitos, a mis tíos y tías, que siempre me han brindado un apoyo moral y económico, para lograr que finalice un período tan significativo para mí y mi familia.

Walther René Montero Gualpa

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres. A Dios por haberme encaminado por la felicidad hasta ahora, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi capacidad e inteligencia.

A mis hermanos, tíos, primos, abuelos y amigos. Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida.

José Miguel Navas Neira

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgen María, por ampararme bajo su manto, protegiéndome y bendiciéndome día tras día.

Agradezco de una manera muy especial a mis padres, mis hermanos y a mis tías, quienes siempre me han brindado la ayuda y el apoyo, que necesitaba para el desarrollo de este proyecto de tesis.

Agradecer al Ingeniero Fernando Chica, quien con su paciencia y conocimientos nos ha colaborado como director de tesis.

Y a todos quienes me han apoyado, muchas gracias.

Walther René Montero Guallpa

AGRADECIMIENTO

A Dios y a la Virgen María que gracias a ellos, pude guiar mi vida cada día, y culminar esta tesis; a mis padres por su amor, y apoyo incondicional. Al Ing. Fernando Chica Director de Tesis por su paciencia y colaboración en la realización de este trabajo. A mis abuelitos, tíos, primos y amigos que me apoyaron de una manera incondicional durante toda mi carrera universitaria.

José Miguel Navas Neira

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I: RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE EL SISTEMA DE FRENOS.	- 1 -
1.1 Resumen	- 2 -
1.2 Definición	- 2 -
1.3 Componentes del sistema de frenos	- 4 -
1.3.1 Servofreno	- 4 -
1.3.2 Bombas de frenos	- 6 -
1.3.3 Pinza de freno.....	- 6 -
1.3.4 Tuberías y latiguillos	- 6 -
1.4 Clasificación de los sistemas de freno	- 7 -
1.4.1 Frenos Mecánicos	- 7 -
1.4.1.1 Constitución	- 7 -
1.4.1.2 Funcionamiento	- 8 -
1.4.2 Frenos Neumáticos	- 8 -
1.4.2.1 Constitución	- 8 -
1.4.2.2 Funcionamiento	- 9 -
1.4.3 Frenos Eléctricos	- 9 -
1.4.3.1 Constitución	- 9 -
1.4.4 Frenos Hidráulicos.....	- 10 -
1.4.4.1 Constitución	- 10 -
1.4.4.2 Funcionamiento	- 10 -
1.5 Principios Hidráulicos	- 11 -
1.5.1 Ley de Pascal.....	- 11 -
1.5.2 Palanca de Pascal.....	- 11 -
1.6 Freno de Disco	- 12 -
1.6.1 Sistemas de mordazas o pinza de freno	- 12 -
1.6.1.1 Freno de pinza fija.....	- 12 -
1.6.1.2 Freno de pinza oscilante	- 13 -
1.6.1.3 Freno de pinza flotante	- 14 -
1.6.2 Disco de freno	- 14 -
1.6.2.1 Discos clásicos o macizos.....	- 15 -
1.6.2.2 Discos ventilados.....	- 15 -

1.6.2.3	Discos perforados	- 16 -
1.6.2.4	Discos estriados	- 16 -
1.6.2.5	Discos cerámicos	- 17 -
1.6.3	Pistones y cilindros	- 17 -
1.6.4	Pastillas de freno.....	- 18 -
1.7	Frenos de Tambor.....	- 19 -
1.7.1	Según el sistema de aproximación automática del juego de desgaste..	- 20 -
1.7.1.1	Sistema Bendix.....	- 20 -
1.7.1.2	Sistema Lucas Girling.....	- 21 -
1.7.1.3	Sistema Teves.....	- 22 -
1.7.2	Según su tipo	- 23 -
1.7.2.1	El sistema Twinplex	- 23 -
1.7.2.2	El sistema Duo-servo.....	- 24 -
1.7.2.3	El sistema Simplex	- 25 -
1.7.2.4	El sistema Dúplex.....	- 27 -
1.7.3	Zapatas de Freno.....	- 28 -
1.8	Freno de Estacionamiento	- 31 -
1.8.1	Estructura del freno de mano	- 32 -
1.9	Ventajas que representan los frenos de disco frente a los de tambor ...	- 33 -
1.10	Tiempos de Reacción del frenado.....	- 33 -
1.11	Líquido de frenos	- 34 -
1.11.1	Tipos de Líquidos de Freno DOT.....	- 36 -
CAPITULO II: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DIDÁCTICO.....		- 38 -
2.1	Diseño del banco didáctico	- 39 -
2.1.1	Análisis de la estructura y elección del material para la construcción de los bancos.....	- 40 -
2.1.2	Resultados obtenidos en Programa.....	- 41 -
2.1.3	Tensiones	- 41 -
2.1.4	Tensión Equivalente	- 44 -
2.1.5	Deformaciones.....	- 46 -
2.1.6	Tensión Elástica Equivalente (Von Mises).....	- 49 -
2.1.6.1	Tensión Elástica Equivalente Mínima.....	- 49 -
2.1.6.2	Tensión Elástica Equivalente Máxima	- 50 -
2.1.7	Factor de Seguridad	- 50 -

2.2	Proceso de Construcción	- 53 -
2.2.1	Trazos y Cortes del Acero.....	- 53 -
2.2.2	Conformación de la estructura	- 53 -
2.2.2.1	Armado de la base	- 53 -
2.2.2.2	Colocación del tubo principal para los soportes telescópicos..	- 54 -
2.2.2.3	Doblado de la lámina de acero	- 55 -
2.3	Pintado de los bancos didácticos	- 55 -
CAPÍTULO III: IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS SIMPLEX Y DÚPLEX EN LOS BANCOS DIDÁCTICO.		
		- 58 -
3.1	Especificaciones de los elementos que forman parte de los bancos didácticos	- 59 -
3.2	Inspección física general del estado de los elementos	- 60 -
3.3	Despiece del elementos.....	- 60 -
3.4	Limpieza de todos los elementos	- 61 -
3.5	Pintado de los elementos.....	- 62 -
3.6	Armado de componentes	- 63 -
3.7	Implementación de los sistemas simplex y dúplex en los bancos didácticos	- 64 -
3.7.1	Implementación de los frenos de tambor.....	- 64 -
3.7.2	Implementación de los frenos de discos	- 64 -
3.7.3	Implementación de los servofrenos	- 65 -
3.7.4	Instalación de los manómetros en los bancos didácticos.....	- 65 -
3.7.5	Instalación de los circuitos hidráulicos de frenado.....	- 66 -
3.7.6	Instalación del freno de estacionamiento.....	- 68 -
3.7.7	Acoplamiento de las manivelas.....	- 69 -
CAPITULO IV: ELABORACIÓN DEL MATERIAL MULTIMEDIA (VIDEO, ANIMACIÓN, POWER POINT, PDF) PARA EL MANTENIMIENTO Y REALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE LOS DOS BANCOS DIDÁCTICOS FUNCIONALES DEL SISTEMA DE FRENOS HIDRÁULICO MIXTO DISCO – TAMBOR.....		
		- 71 -
4.1	GUÍA DE PRÁCTICA PARA EL RECONOCIMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS DE FRENOS HIDRÁULICOS DISCO – TAMBOR	- 72 -
4.1.1	Objetivo General	- 72 -
4.1.2	Objetivos Específicos	- 72 -
4.1.3	Procedimiento general de la práctica.....	- 72 -

4.2 GUÍA PRÁCTICA PARA EL MANTENIMIENTO Y COMPROBACIONES DE LOS SISTEMA DE FRENOS DISCO- TAMBOR-	82 -
4.2.1 Objetivos Generales:.....	- 82 -
4.2.2 Objetivos Específicos:	- 82 -
4.2.3 Introducción:	- 82 -
4.2.4 Medidas de seguridad.	- 83 -
4.2.5 Procedimiento del mantenimiento de frenos de disco- tambor.....	- 83 -
4.3 GUÍA PRÁCTICA PARA EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA HIDRAULICO Y DE LA BOMBA MAESTRA DE LOS FRENOS DISCO-TAMBOR	- 99 -
4.3.1 Objetivos Generales:.....	- 99 -
4.3.2 Objetivos Específicos:	- 99 -
4.3.3 Procedimiento del mantenimiento de frenos de disco- tambor.....	- 99 -
4.3.4 Comprobación del servofreno	- 110 -
4.3.5 Proceso de verificación y reglaje del freno de mano.....	- 112 -
4.3.6 Comprobaciones finales.....	- 112 -
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	- 117 -
BIBLIOGRAFIA	- 118 -
ANEXOS	- 120 -
ANEXO 1	- 121 -
PROPIEDADES DEL ACERO ESTRUCTURAL A-36	- 121 -
ANEXO 2	- 122 -
FORMULAS PARA EL CALCULO DE LA TENSION DE VON MISES ...-	- 122 -
ANEXO 3	- 126 -
CALCULO TÉCNICO PARA FUERZAS EN LA BOMBA (F1), FUERZA EN EL PISTÓN DEL FRENO DE TAMBOR (F2), FUERZA EN EL PISTÓN DEL FRENO DE DISCO (F3)	- 126 -
ANEXO 4	- 129 -
TABLAS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PROGRAMA	- 129 -
ANEXO 5	- 145 -
COMPROBACIONES EN EL SISTEMA DE FRENOS	- 145 -
ANEXO 6	- 151 -
ESTRUCTURA DEL BANCO	- 151 -

INTRODUCCIÓN

Los bancos didácticos desarrollados en nuestro proyecto de tesis van dirigidos para el beneficio de los catedráticos y estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana, así como también para aquellos estudiantes y personas que requieran una capacitación o que necesiten realizar prácticas dentro de esta universidad. Ya que servirá de gran aporte de material didáctico al taller, que posee la carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz.

En nuestra carrera universitaria pudimos ver que el laboratorio de sistemas de traslación de la carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, carecía de un banco con sistemas de frenos hidráulicos mixto disco-tambor, estos bancos ayudaran de una manera didáctica para que los estudiantes puedan aplicar sus conocimientos adquiridos acerca de este tema.

Los capítulos que se consignan en este trabajo son: Recopilación de información sobre el sistema de frenos, Diseño y construcción del banco didáctico, Implementación de los sistemas simplex y dúplex en los bancos didáctico, Elaboración del material multimedia (video, animación, power point, pdf) para el mantenimiento y realización de las prácticas de los dos bancos didácticos funcionales del sistema de frenos hidráulico mixto disco – tambor.

Nuestro diseño de los dos bancos fue ejecutado en un programa llamado ANSYS, este programa utiliza cálculos de resistencia de materiales, para el análisis estructural, el mismo que comprende deflexiones, deformaciones, tensiones, torsiones, y momentos producidos en la estructura.

**CAPITULO I: RECOPILOACIÓN
DE INFORMACIÓN SOBRE EL
SISTEMA DE FRENOS.**

1.1 Resumen

En cualquier máquina que utilice energía cinética para ejecutar alguna función, se requiere contar con un sistema de frenos adecuado al tipo de maquinaria y a los riesgos que pudiese significar permitir que el movimiento continúe. No basta con detener la marcha de un motor para detener el movimiento, un sistema de frenos contrarresta la inercia (tendencia de los cuerpos a mantener el estado de movimiento o reposo) del objeto en movimiento.¹

1.2 Definición

Son el conjunto de órganos que intervienen en el frenado y que tienen por función disminuir o anular progresivamente la velocidad de un vehículo, estabilizar esta velocidad o mantener el vehículo inmóvil si se encuentra detenido.²

En conjunto las exigencias de los frenos son:

- Seguridad de funcionamiento 100%.
- Alto confort de frenado.
- Alta resistencia térmica y mecánica.
- Resistencia a la corrosión.

Los frenos trabajan por rozamiento entre una parte móvil solidaria a las ruedas y otra parte fija solidaria a la estructura del auto. Al aplicarse los frenos, la parte fija se aprieta a la parte móvil y por fricción se consigue desacelerar el auto.

El sistema de freno principal, o freno de servicio, permite controlar el movimiento del vehículo, llegando a detenerlo si fuera preciso de una forma segura, rápida y eficaz, en cualquier condición de velocidad y carga en las que rueda. Para inmovilizar el vehículo, se utiliza el freno de estacionamiento (conocido también como freno de mano), que puede ser utilizado también como freno de emergencia en caso de fallo del sistema principal. Debe cumplir los requisitos de inmovilizar al vehículo en pendiente, incluso en ausencia del conductor.

¹ <http://html.rincondelvago.com/sistemas-de-frenos-hidraulicos-en-automoviles-livianos.html>

² <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/110/6/Capitulo1.pdf>

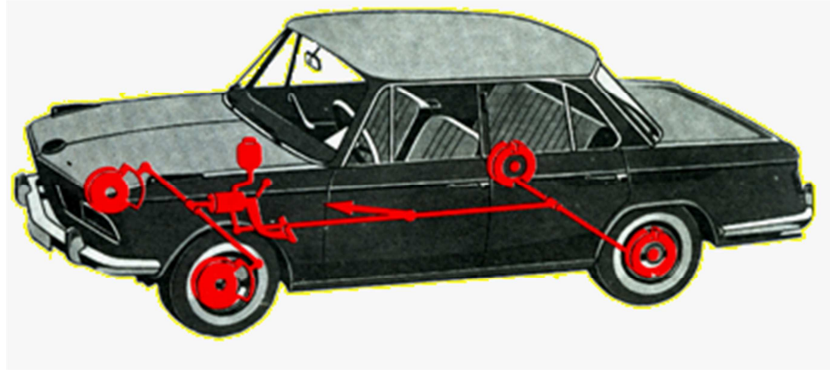


Figura 1.1 Esquema del sistema de frenos.

Fuente: <http://www.maldonadomotor.com.uy/articulos/vernota.asp?ref=6>

Un freno es eficaz, cuando al activarlo se obtiene la detención del vehículo en un tiempo y distancia mínimos. No deben de bloquearse las ruedas para evitar el deslizamiento sobre el pavimento.

La estabilidad de frenada es buena cuando el vehículo no se desvía de su trayectoria. Una frenada es progresiva, cuando el esfuerzo realizado por el conductor es proporcional a la acción de frenado, un frenado brusco ocasiona derramamiento.³

Todo dispositivo de frenado funciona por la aplicación de un esfuerzo ejercido a expensas de una fuente de energía. El dispositivo de frenado se compone de un mando, de una transmisión y del freno propiamente dicho.

Mando: Es el órgano o mecanismo cuyo funcionamiento provoca la puesta en acción del dispositivo de frenado; suministra a la transmisión la energía necesaria para frenar o controlar esta energía.

El mando puede ser accionado:

- Por el conductor; mediante el pedal o a mano.
- Sin intervención directa del conductor.
- Por inercia: acoplamiento entre remolque y el vehículo tractor.
- Por tracción: tensión de un cable entre un remolque y el vehículo tractor.

³ <http://html.rincondelvago.com/sistemas-de-frenos-hidraulicos-en-automoviles-livianos.html>

Transmisión: Es la unión de los elementos comprendidos entre el mando y el freno, acoplándolos de una manera funcional. La transmisión puede ser mecánica, hidráulica, eléctrica o combinada.

Freno: Órgano en el cual se desarrollan las fuerzas que se oponen al movimiento del vehículo. El freno puede ser:

- A fricción: Cuando las fuerzas se originan por el rozamiento entre dos piezas solidarias, una parte fija al vehículo y otra pieza unida a la rueda o a un conjunto de ruedas. Los de fricción son, el freno de tambor y el freno de disco.
- Eléctrico: Cuando las fuerzas se originan por acción electromagnética entre dos elementos en movimiento relativo, que no se tocan y que pertenecen al vehículo.
- A fluido: Cuando las fuerzas se desarrollan por la acción de un fluido que se encuentran entre dos elementos en movimiento relativo, que no se tocan, y que pertenecen los dos al vehículo.
- Motor: Cuando las fuerzas provienen de un aumento artificial de la resistencia interna del motor.
- Aerodinámica: Cuando las fuerzas provienen de un aumento de la resistencia al aire.

Los frenos eléctricos, a fluido y motor se suelen denominar retardador, y solo pueden actuar cuando el vehículo está en movimiento.⁴

1.3 Componentes del sistema de frenos

El sistema de frenos consta de los siguientes elementos:

1.3.1 Servofreno

El servofreno se refiere a los mecanismos o sistemas de mecanismos que sirven para minimizar el esfuerzo humano que hay que hacer sobre el mando de freno de un vehículo para frenarlo.

⁴ <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/110/6/Capitulo1.pdf>

El servofreno de vacío fue ideado en la época de los frenos mecánicos, se trata de un sistema neumático, que aprovecha la depresión o el vacío generado en el colector de admisión del motor de explosión para desmultiplicar el esfuerzo que hace el conductor con su pie sobre el pedal del freno. En los motores diesel esta depresión no existe debido a la ausencia de mariposa, por lo que se obtiene a través de una bomba de vacío o depresor sección de un servofreno, con el pedal a la izquierda y la bomba a la derecha

El vacío crea una depresión en una cámara que actúa sobre un embolo contenido dentro de ella, al abrir una válvula cuando se acciona el pedal de freno, la válvula permite el paso de la presión atmosférica al otro lado del embolo, haciendo que éste se desplace.

El émbolo actúa por medio de su vástago sobre el pistón de la bomba principal de freno hidráulico para generar en los dispositivos situados en las ruedas del vehículo (freno de tambor o de disco) una fuerza de frenado aún mayor, debido al principio de Pascal.

En efecto, si el área del pistón de la bomba es la mitad del área de los pistones de los discos o los tambores de freno, la fuerza hidráulica que se transmite es el doble.⁵

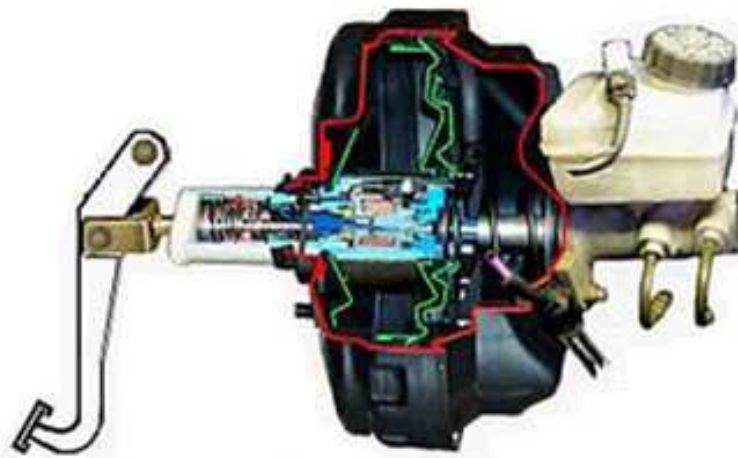


Figura 1.2 Sección de un servofreno, con el pedal a la izquierda y la bomba a la derecha.

Fuente:

<http://es.wikipedia.org/wiki/Servofreno>

⁵ <http://es.wikipedia.org/wiki/Servofreno>

1.3.2 Bombas de frenos

La función de la bomba de frenos, es la de convertir o transformar la fuerza mecánica de la presión ejercida por el conductor del vehículo sobre el pedal de freno, en presión hidráulica.

Esta presión hidráulica transmitida a través de las mangueras y líneas del sistema, crea la presión necesaria en el caliper, y cilindros de las ruedas para activar el sistema de frenos obteniendo la disminución de la velocidad o el detenimiento del vehículo. La bomba puede cumplir con la función siempre y cuando el sistema "no contenga aire".



*Figura 1.3 Muestra una bomba de freno.
Fuente: Los Autores*

1.3.3 Pinza de freno

La pinza de freno es el elemento encargado de soportar las pastillas además de empujarlas contra el disco cuando se presuriza el sistema.

1.3.4 Tuberías y latiguillos

Las tuberías y los latiguillos son los encargados de conducir el líquido de frenos, soportando la presión interna del líquido, además deben de resistir la agresión medioambiental y otros agentes agresivos del entorno.⁶

⁶ <http://www.museoseat.com/biblioteca/manuals%20varis/Manual%20tecnico%20pastillas%20freno.pdf>

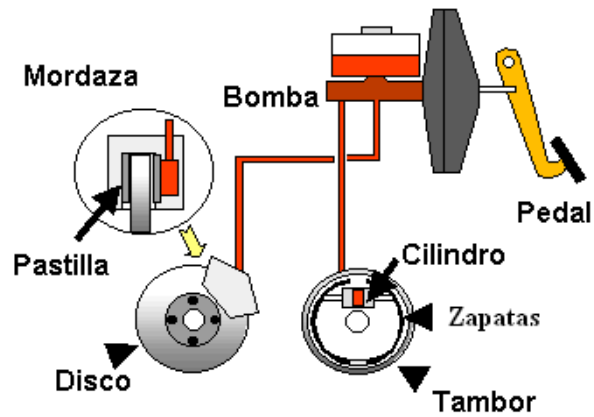


Figura 1.4 Esquema de componentes del sistema de frenos
Fuente: <http://html.rincondelvago.com/frenos-y-embragues.html>

1.4 Clasificación de los sistemas de freno

De acuerdo a la forma en que son accionados se clasifican en:

- Frenos Mecánicos.
- Frenos Neumáticos.
- Frenos Eléctricos.
- Frenos Hidráulicos.

1.4.1 Frenos Mecánicos

1.4.1.1 Constitución

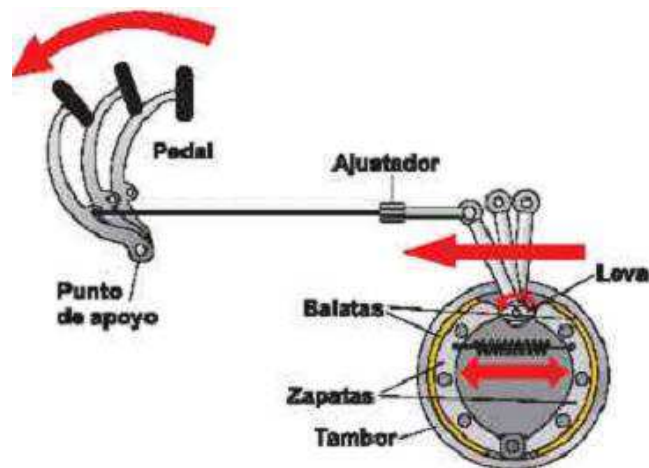


Figura 1.5 Muestra la distribución de un freno del tipo mecánico.
Fuente: <http://www.serviciodefrenos.cl/2010/04/02/frenos-mecanicos/>

1.4.1.2 Funcionamiento

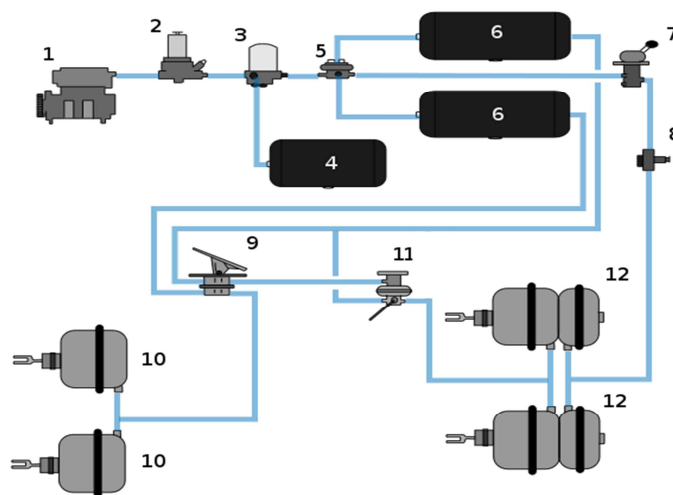
En el sistema de freno mecánico, la fuerza aplicada al pedal se transmite a los patines de freno de las diversas ruedas, por medio de varillas o cables (piolas), logrando de esta forma abrirlas y, mediante las balatas de éstas, trabar los tambores de las ruedas.

Antiguamente, el sistema de frenos mecánicos era el más utilizado, pero debido a que los vehículos actuales desarrollan velocidades mayores y principalmente la dificultad de mantener una presión pareja de frenado en las ruedas, fue necesario reemplazarlos por frenos hidráulicos o freno neumáticos.⁷

1.4.2 Frenos Neumáticos

1.4.2.1 Constitución

Los elementos constitutivos del sistema de freno neumático son:



1. Compresor, 2. Regulador de presión, 3. Secador de aire, 4. Depósito de regeneración, 5. Válvula de protección de cuatro vías, 6. Depósitos de aire comprimido, 7. Válvula de freno de mano, 8. Válvula de descarga del freno de mano, 9. Válvula de freno de servicio, 10. Cámaras de aire de frenos delanteros, 11. Válvula de control del reparto de frenada, 12. Cámaras de aire de frenos traseros.

Figura 1.6 Circuito neumático, frenos de un camión.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Freno_neum%C3%A1tico

⁷

<http://www.etp.uda.cl/areas/electromecanica/MODULOS%20CUARTO/MANTENIMIENTO%20DE%20LOS%20SISTEMAS%20DE%20TRANSMISI%C3%93N%20Y%20FRENADO/Gu%C3%ADa%20N%C2%BA%201%20Frenado.pdf>

1.4.2 Funcionamiento

El freno neumático es un tipo de freno cuyo accionamiento se realiza mediante aire comprimido. Utiliza pistones que son alimentados con depósitos de aire comprimido mediante un compresor, cuyo control se realiza mediante válvulas.

Estos pistones actúan como prensas neumáticas contra los tambores o discos de freno.⁸

1.4.3 Frenos Eléctricos

1.4.3.1 Constitución

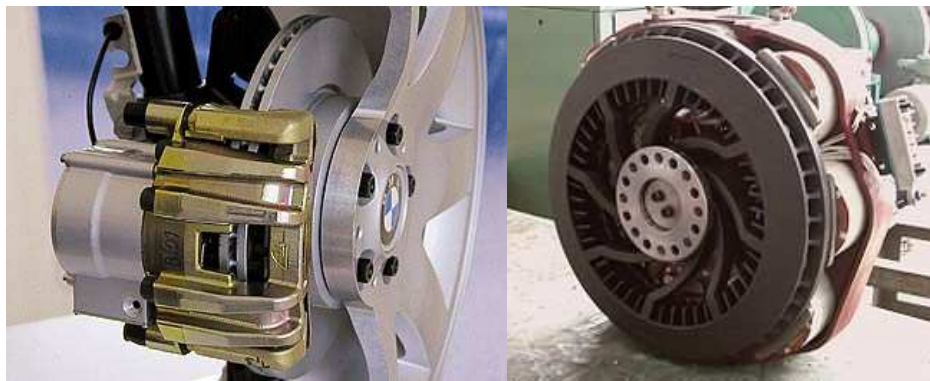


Figura 1.7 Freno eléctrico disco.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Freno_el%C3%A9ctrico

El sistema, de frenos eléctrico no tiene, ninguna unión mecánica o hidráulica entre el pedal y las pastillas. Lo que presiona la pastilla contra el disco es un motor eléctrico. El mando del dispositivo lo realiza por un controlador destinado a dosificar la intensidad de la corriente que circula en las bobinas del electroimán.

⁸ http://es.wikipedia.org/wiki/Freno_neum%C3%A1tico

1.4.4 Frenos Hidráulicos.

1.4.4.1 Constitución

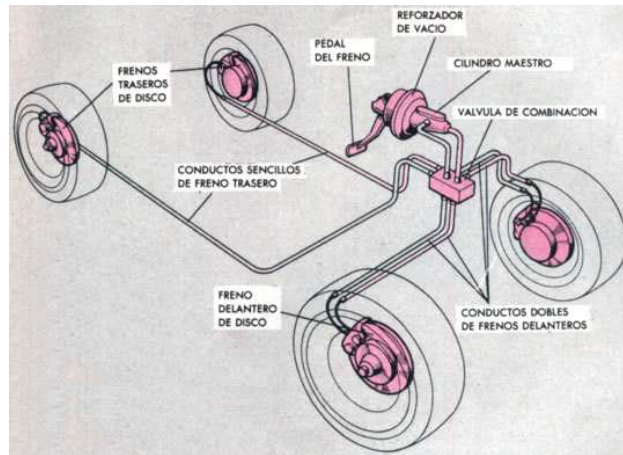


Figura 1.8 Muestra los componentes de un sistema de freno hidráulicos.

Fuente: <http://www.mimecanicapopular.com/verautos.php?n=125>

1.4.4.2 Funcionamiento

Al presionar el pedal se acciona el pistón de un cilindro hidráulico dentro de la bomba a través de una palanca. Este pistón obliga al líquido hidráulico a fluir a por unos conductos para accionar los mecanismos de freno de las ruedas, que en este caso son de disco en el eje delantero y de zapata en el trasero. Cuando se suelta el pedal la presión cesa y los frenos se relajan para permitir el movimiento del vehículo.

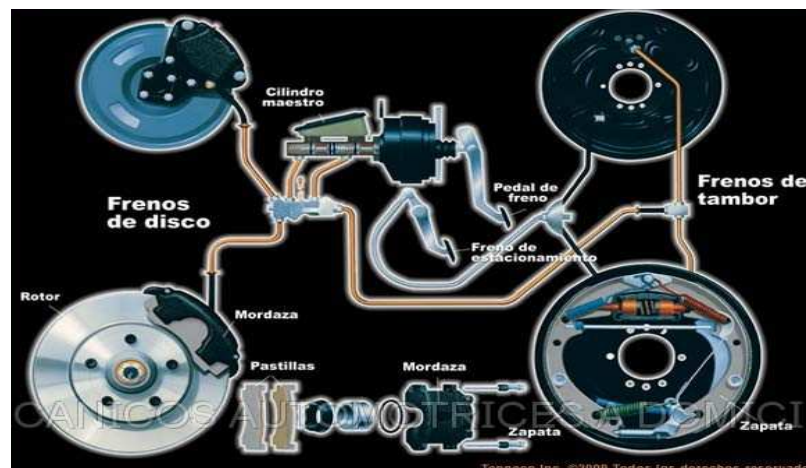


Figura 1.9 Esquema de los componentes de un sistema de freno hidráulicos.

Fuente: <http://www.monroebrakes.com/?lang=es>

1.5 Principios Hidráulicos

El efecto fundamental del sistema hidráulico se basa en la Ley de Pascal.

1.5.1 Ley de Pascal

La presión que se ejerce en un líquido recogido en un recipiente, se transmite uniformemente en todas direcciones.⁹

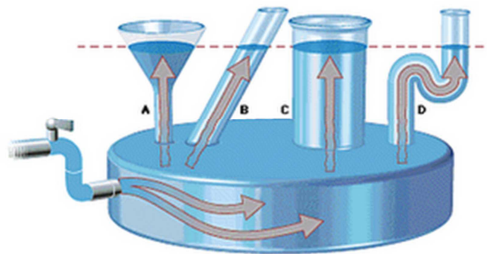


Figura 1.10 Principio de pascal.
Fuente: <http://patrocinadosgm.blogspot.com/2009/01/jorge-andres-cedano-rios-jerson.html>

1.5.2 Palanca de Pascal

La palanca de pascal es un principio que sirve para aumentar la fuerza, el objetivo es multiplicar la fuerza, pero eso implica poca altura de reacción. Una forma de aplicación es el principio de émbolos comunicados entre ellos.¹⁰

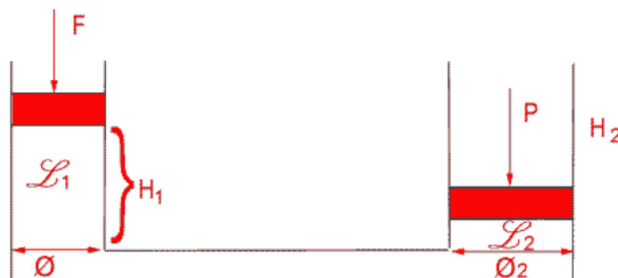


Figura 1.11 Principio de émbolos comunicados entre ellos.
Fuente: http://neuro.qi.fcen.uba.ar/ricuti/No_me_salén/FLUIDOS/FT_pascal.html

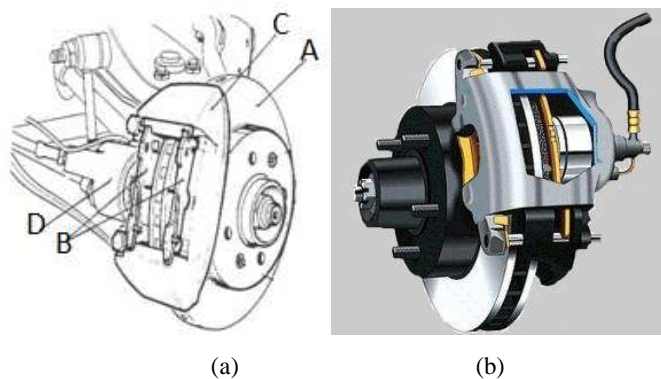
⁹ <http://patrocinadosgm.blogspot.com/2009/01/jorge-andres-cedano-rios-jerson.html>

¹⁰ <http://www.etp.uda.cl/areas/electromecanica/MODULOS%20CUARTO/MANTENIMIENTO%20DE%20LOS%20SISTEMAS%20DE%20TRANSMISIÓN%20Y%20FRENADO/Gu%C3%ADa%20N%C2%BA%201%20Frenado.pdf>

1.6 Freno de Disco

Consisten en un disco metálico sujeto a la rueda, en cada una de sus caras están las pastillas, que son planas y puestas en funcionamiento, aferran el disco con una acción de pinzas. La presión hidráulica ejercida desde el cilindro maestro causa que un pistón presione las pastillas por ambos lados del rotor, esto crea suficiente fricción entre ambas piezas para producir un descenso de la velocidad o la detención total del vehículo.

En los frenos de discos, el disco puede ser frenado por medio de unas plaquetas (B), que son accionadas por un émbolo (D) y pinza de freno (C), que se aplican lateralmente contra él deteniendo su giro. Suelen ir convenientemente protegidos y refrigerados, para evitar un calentamiento excesivo de los mismos.¹¹



*Figura 1.12 a) y b) Frenos de disco.
Fuente: <http://www.todomecanica.com/sistemas-de-frenos-fundamentos.html>*

1.6.1 Sistemas de mordazas o pinza de freno

Según el sistema empleado para la sujeción de la mordaza o pinza, los frenos de disco se clasifican en:

1.6.1.1 Freno de pinza fija

También llamada de doble acción, la mordaza va sujeta de forma que permanece fija en el frenado. La acción de frenado se realiza por medio de dos o cuatro pistones de doble acción, desplazables, que se ajustan a cada una de las caras del disco.

¹¹ <http://www.todomecanica.com/sistemas-de-frenos-fundamentos.html>

En este tipo de pinzas, cada pistón se encuentra en cada mitad de la mordaza. Durante el proceso de frenado, actúa una presión hidráulica sobre los dos pistones y cada pistón aprieta la pastilla contra el disco.

Los frenos de pinza fija contra el disco de freno son muy sólidos, por lo que se emplea en vehículos rápidos y pesados.

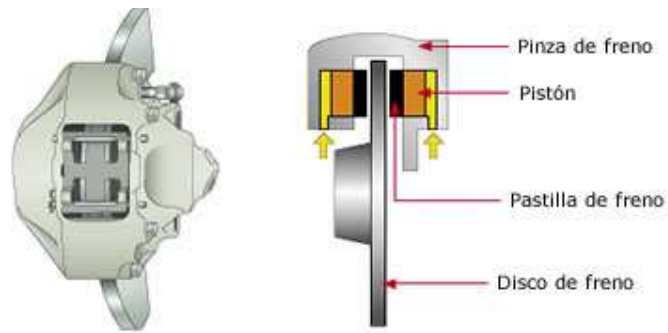


Figura 1.13 Freno de pinza fija.
 Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-3.htm>

1.6.1.2 Freno de pinza oscilante

En este tipo de freno la mordaza o pinza (1) se halla sujeta con un perno (2) que sirve de eje de giro. Al aplicar presión al líquido para accionar el pistón (3) se ejerce una presión igual y opuesta sobre el extremo cerrado del cilindro. Esto obliga a la mordaza a desplazarse en dirección opuesta a la del movimiento del pistón, ya que describe un pequeño giro alrededor del perno, con lo cual la mordaza empuja a la otra pastilla (4) contra el disco (5) quedando aprisionada entre las pastillas (4) y (6).

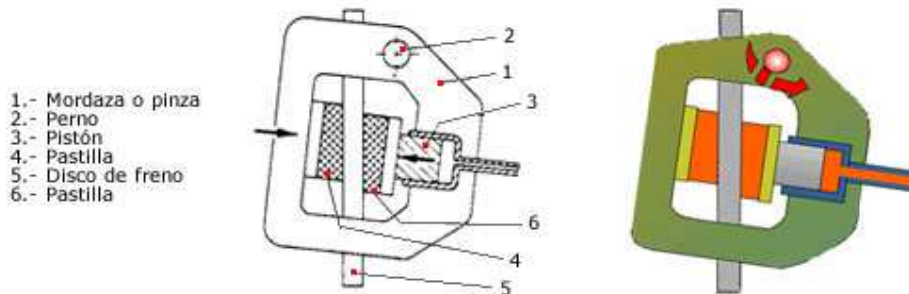


Figura 1.14 Freno de pinza oscilante.
 Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-3.htm>

1.6.1.3 Freno de pinza flotante

También llamado de reacción, el freno de disco de pinza flotante sólo utiliza un pistón, que cuando se acciona aprieta la pastilla de freno correspondiente contra el disco de freno. La fuerza con la que el pistón aprieta la pastilla contra el disco genera una fuerza opuesta o de reacción. Esa fuerza opuesta desplaza la pinza de freno y aplica la otra pastilla contra el disco.

Si en el eje trasero se monta un sistema pinza flotante, éste se puede utilizar también como freno de estacionamiento (freno de mano) por activación mecánica.

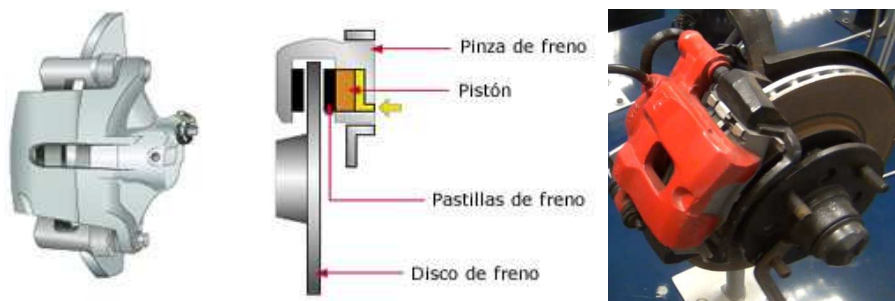


Figura 1.15 Freno de pinza flotante.

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-3.htm>

1.6.2 Disco de freno

El material para fabricar los discos de freno es la fundición gris nodular de grafito laminar, ya que garantiza una estabilidad de las prestaciones durante el periodo de vida de los discos. El disco puede ser macizo o con huecos (autoventilado), por donde circula el aire en forma de ventilador centrífugo.

Los discos de freno pueden ser:

- Clásicos (macizos).
- Ventilados.
- Taladrados o perforados.
- Estriados.
- Cerámicos.

1.6.2.1 Discos clásicos o macizos

Estos discos poseen una superficie de fricción sólida y lisa, no poseen ningún tipo de ventilación y son muy propensos a acumular calor, suciedad y tienden a cristalizar las pastillas. Tienen la ventaja de ser económicos de fabricar y como desventaja es que tienden a recalentarse impidiendo una frenada efectiva y a cristalizar las pastillas. Se doblan bajo el estrés continuo.



Figura 1.16 Discos clásicos y macizos.

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-3.htm>

1.6.2.2 Discos ventilados

Los discos ventilados son como si se juntasen dos discos, pero dejando una separación entre ellos, de modo que circule aire a través de ellos, del centro hacia afuera, debido a la fuerza centrípeta. Con ello se consigue un mayor flujo de aire sobre los discos y por lo tanto más evacuación de calor.



Figura 1.17 Discos ventilados.

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-3.htm>

1.6.2.3 Discos perforados

Los discos perforados aumentan la superficie del disco con las perforaciones y además llevan aire fresco a la pastilla del freno. Una perforación es como un pequeño túnel, las paredes del túnel sería el aumento de superficie capaz de disipar calor, además que cuando la perforación llega a la zona de las pastillas, llega con aire fresco que las refresca evitando el calentamiento en exceso.



Figura 1.18 Discos perforados.

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-3.htm>

1.6.2.4 Discos estriados

Estos discos se podrían clasificar dentro de los "perforados" ya que la finalidad del estriado o rayado es mejorar la refrigeración de los mismos. El estriado tiene la función principal de remover el aire caliente y de limpiar la pastilla de polvo y crear una superficie idónea para el frenado, con la única desventaja que desgasta más rápido la pastilla en pro de una mejor y más efectiva frenada.



Figura 1.19 Discos estriados.

Fuente: <http://www.razine.com/do/espanol/galeria-de-fotos.html>

1.6.2.5 Discos cerámicos

Los discos de frenos Carbo-Ceramicos, tienen sus orígenes en la industria de la aviación, más tarde a principio de la década de los 80 se utilizaron en las competiciones de F1, actualmente algunos automóviles muy exclusivos y de altas. Están hechos de compuesto de carbono en una base cerámica para darle la resistencia tan alta a las temperaturas que estos operan.

Los discos son de color negro (por el carbono) y cerámica como compuesto base, por eso a medida que se desgastan se desprende un polvo negro. Las pastillas que usan estos discos son también de carbo-ceramica o de carbono.

La principal ventaja de estos frenos es su bajísimo peso, su altísimo poder de frenado por la alta fricción y su gran poder estructural que evita roturas grietas y fallas a altas temperaturas. Pueden detener un vehículo de 320 Km/h a 0 en menos de 30 metros Su desventaja es su alto precio.¹²



Figura 1.20 Discos cerámicos.

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-3.htm>

1.6.3 Pistones y cilindros

Los pistones cuentan con una fijación que va alrededor y sellos que impiden el escape de la presión ejercida por el líquido de frenos, a través del cual son accionados. La mordaza lleva un conducto por el cual entra el líquido de frenos y eso hace que la mordaza empuje la pastilla contra el disco y, a la vez, que se corra la mordaza para frenar con ambas y se logre uniformizar el frenado y el desgaste.

¹² <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-3.htm>



*Figura 1.21 Pistón de freno de disco.
Fuente: Los Autores*

1.6.4 Pastillas de freno

Las pastillas están diseñadas para producir una alta fricción con el disco. Deben ser reemplazadas regularmente, y muchas están equipadas con un sensor que alerta al conductor cuando es necesario hacerlo. Algunas tienen una pieza de metal que provoca que suene un chillido cuando están a punto de gastarse, mientras que otras llevan un material que cierra un circuito eléctrico que hace que se ilumine un testigo en el cuadro del conductor.¹³

Para cumplir con la normativa vigente de la fabricación de vehículos, la composición de las pastillas cambia dependiendo de cada fabricante. Aproximadamente 250 materiales diferentes son utilizados, y pastillas de calidad utilizan entre 16 a 18 componentes.

Ejemplo de composición:

- 20% aglomerantes: Resina fenólica, caucho.
- 10% metales: Lana de acero, virutas de cobre, virutas de zinc, virutas de latón, polvo de aluminio.
- 10% fibras: Fibras de carbón, fibras orgánicas, lana mineral, fibras químicas.
- 25% material de relleno: Óxido de aluminio, óxido de hierro, sulfato sódico.
- 35% deslizantes: Grafito, sulfuro de cobre, sulfuro de antimonio.¹⁴

¹³ http://es.wikipedia.org/wiki/Freno_de_disco

¹⁴ <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-3.htm>



Figura 1.22 Pastillas de freno.
Fuente: Los Autores

1.7 Frenos de Tambor

Constan de un tambor de acero o de hierro sujeto a la rueda de forma tal que gira simultáneamente, en su interior, junto al semieje, están las dos pastillas o zapatas, separadas en su parte inferior por un tornillo de ajuste, y en su parte superior por un cilindro de rueda. La presión hidráulica ejercida desde el cilindro maestro, causa que el cilindro de rueda presione las pastillas contra las paredes interiores del tambor, produciendo el descenso de velocidad correspondiente.

En el interior de un freno de tambor van alojadas las zapatas (B), provistas de forros de un material muy resistente al calor y que pueden ser aplicadas contra la periferia interna del tambor por la acción del bombín (C), produciéndose en este caso el frotamiento de ambas partes. Como las zapatas van montadas en el plato (D), sujeto al chasis por el sistema de suspensión y que no gira, es el tambor el que queda frenado en su giro por el frotamiento con las zapatas.¹⁵

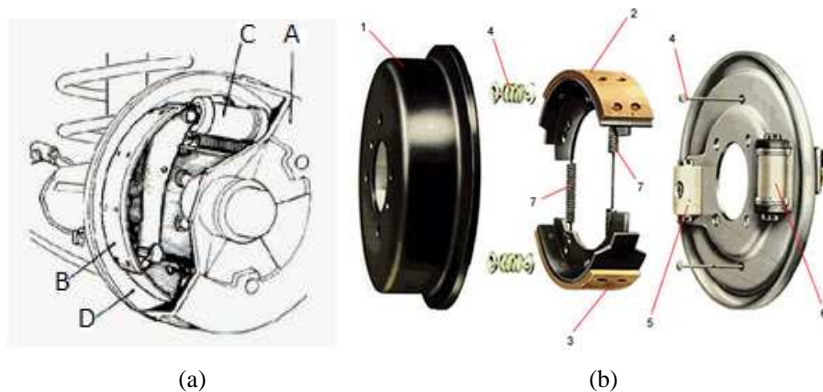


Figura 1.23 a) y b), Frenos de tambor.
Fuente: <http://www.todomecanica.com/sistemas-de-frenos-fundamentos.html>

¹⁵ <http://html.rincondelvago.com/sistemas-de-frenos-hidraulicos-en-automoviles-livianos.html>

Los frenos de tambor se pueden clasificar en diversos tipos, en función de su tipo o de su sistema de ajuste automático de desgaste.

1.7.1 Según el sistema de aproximación automática del juego de desgaste

Este tipo de mecanismos son necesarios para aproximar automáticamente la distancia, entre zapata y tambor, que se va generando por el desgaste de los forros. A su vez, también ocasiona un progresivo aumento en la distancia a recorrer por el pedal y por la palanca del freno de mano. Estos sistemas tratan de mantener siempre la misma distancia entre los forros de las zapatas y el tambor de freno, para poder permitir que:

- Las zapatas de freno, en su posición de reposo, no rocen con el tambor de freno.
- La distancia entre los forros de las zapatas y el tambor sea el mismo en ambas zapatas y ruedas, para poder obtener una frenada eficaz y segura.
- Las zapatas al desplazarse a su punto máximo se apoyen contra el tambor de freno y obtener el bloqueo del tambor.
- En el desplazamiento de las zapatas obtengamos una frenada progresiva.

En el sistema de aproximación automática existen tres tipos principalmente:

- El sistema Bendix.
- El Lucas Girling.
- El Teves.

1.7.1.1 Sistema Bendix

La palanca, articulada sobre la zapata primaria en su parte superior y dentado en su parte inferior. Un gatillo dentado que se engrana bajo la acción de un muelle sobre la palanca de reajuste. Una bieleta fijada a la zapata secundaria por un muelle y que engrana a través de la ventanilla.

Funcionamiento:

Al frenar, cuando el juego entre zapatas y tambor es superior al juego las zapatas se separan, la zapata secundaria mueve la bieleta, y mueve también la palanca. La

palanca se desplaza y pasa un número de dientes sobre el gatillo correspondientes al juego a aproximar.

Al desfrenar, la palanca no puede regresar por el gatillo dentado. El muelle hace que las zapatas hagan contacto sobre la bieleta por acción de la palanca y de la palanca del freno de mano. El juego determina entonces el juego ideal entre zapatas y tambor.

Despiece tambores de freno Bendix



1. Muelle de recuperación
2. Dispositivos de sujeción lateral
3. Cable del freno de mano
4. Palanca del freno de mano
5. Zapata primaria
6. Muelle de sujeción
7. Zapata secundaria
8. Mecanismo del sistema de ajuste automático
9. Muelle de recuperación superior
10. Muelle del sistema de ajuste automático
11. Cilindro de rueda
12. Captador del ABS
13. Tornillos de sujeción del plato del tambor
14. Saliente de la palanca del freno de mano.

Figura 1.24 Despiece tambores de freno Bendix.

Fuente: http://www.remsa.com/uploads/documentos/documentos_02_tipos_componentes_730e28bc.pdf

1.7.1.2 Sistema Lucas Girling

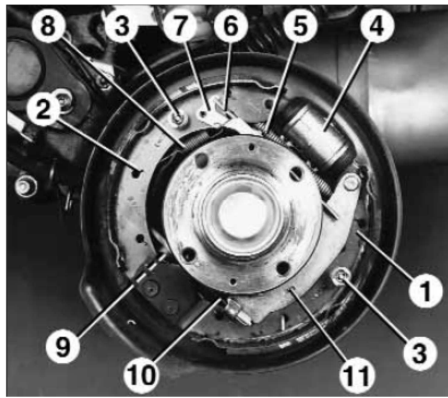
Con el fin de aproximar automáticamente la distancia entre zapata y tambor que se va creando por desgaste de los forros y que ocasiona un progresivo aumento de la distancia a recorrer por el pedal, este sistema hace variar la longitud de una biela situada entre las dos zapatas, primaria y secundaria.

El sistema consta de una biela de longitud variable mediante una rueda moleteada, un empujador fileteado y un vástago. La palanca, solidaria y articulada sobre la palanca de freno de mano y mantenida en contacto con la biela por un muelle. La palanca tiene un diente en contacto con la rueda. La leva del freno de mano está articulada sobre la zapata secundaria.

Funcionamiento:

Al frenar, las zapatas se separan y liberan así la bieleta. La palanca pivota sobre su eje bajo la acción del muelle y hace girar la rueda del empujador con el diente: la bieleta se alarga. Si la aproximación es buena (separación pequeña), el esfuerzo ejercido por el resorte es insuficiente para mover la rueda y la longitud de la biela no cambia.

Al desfrenar, las zapatas retornan, la palanca vuelve a su posición inicial, su diente pasa hacia delante de los dientes de la rueda sin moverla. El alargamiento de la biela ha permitido reducir el juego entre zapatas y tambor.



Despiece de un tambor Lucas Girling

1. Mordaza secundaria
2. Mordaza primaria
3. Dispositivos de retención lateral
4. Cilindro de rueda
5. Muelle de retorno superior
6. Dispositivos de recuperación del juego
7. Palanca del dispositivos de recuperación del juego
8. Muelle de recuperación del juego
9. Muelle de retorno inferior
10. Cable de freno de mano
11. Palanca del freno de mano.

Figura 1.25 Despiece de un tambor Lucas Girling.

Fuente: http://www.remsa.com/uploads/documentos/documentos_02_tipos_componentes_730e28bc.pdf

1.7.1.3 Sistema Teves

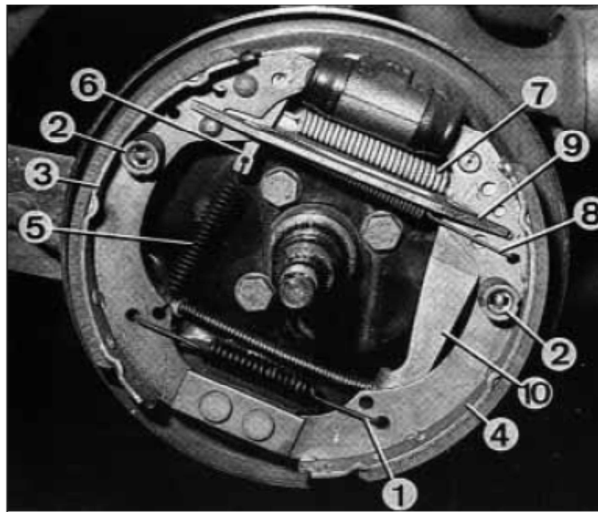
El principio de funcionamiento es el mismo que los sistemas anteriores, es decir, con la diferencia de que este sistema no dispone de una rueda o varilla dentada sino de una cuña que se interpone entre la zapata primaria y la varilla de empuje. Este sistema consta de una cuña, un muelle de tracción de la misma, un muelle de recuperación y de una varilla de empuje.

Funcionamiento:

Al frenar, las zapatas se separan y liberan la leva dentada y la varilla de empuje. Al liberar la varilla de empuje la leva, bajo la acción del muelle de tracción de la misma,

se interpone entre la zapata primaria y la varilla de empuje. En función del desgaste de las zapatas la leva se va interponiendo entre la misma y la varilla de empuje.

Al desfrenar, las zapatas retornan a su posición inicial, quedando suplido el juego de desgaste por el grosor de la cuña que queda entre la zapata y la varilla de empuje.



Despiece tambores de freno Teves

1. Muelle de recuperación inferior
2. Dispositivos de sujeción lateral
3. Zapata primaria
4. Zapata secundaria
5. Muelle de tracción
6. Leva dentada
7. Muelle de recuperación superior
8. Muelle de apoyo
9. Varilla de empuje
10. Cable de freno de mano.

Figura 1.26 Despiece tambores de freno Teves.

Fuente: http://www.remsa.com/uploads/documentos/documentos_02_tipos_componentes_730e28bc.pdf

1.7.2 Según su tipo

Según su tipo nos podemos encontrar con frenos de tambor con sistema:

- Twinplex.
- Dúo-servo.
- Simplex.
- Dúplex.

1.7.2.1 El sistema Twinplex

Es muy similar al Dúplex, salvo que los puntos de apoyo de las zapatas en lugar de ir montados fijos van montados en posición flotante. Gracias a este montaje de las zapatas se obtiene un mejor reparto de la presión ejercida sobre el tambor de freno, debido a que el efecto cuña que sufren las zapatas queda disminuido.

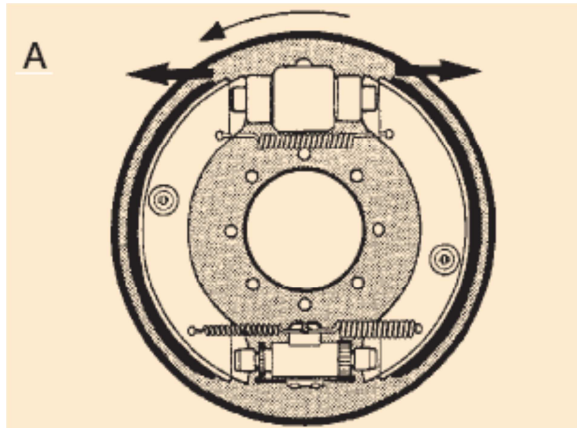


Figura 1.27 Sistema twinplex.

Fuente: http://www.remsa.com/uploads/documentos/documentos_02_tipos_componentes_730e28bc.pdf

1.7.2.2 El sistema Duo-servo

Se caracterizan porque el punto de apoyo consiste en una biela de acoplamiento. Las dos zapatas son también primarias. Al accionar las zapatas de freno, pivotan sobre su apoyo a la vez que empujan, mediante la biela de acoplamiento, a la otra zapata. Con este sistema se consigue un reparto de la presión de frenado más uniforme por toda la superficie de frenado del tambor y del forro de la zapata. Por el contrario, son muy sensibles a las variaciones de coeficiente de fricción que puedan sufrir los forros de las mismas.

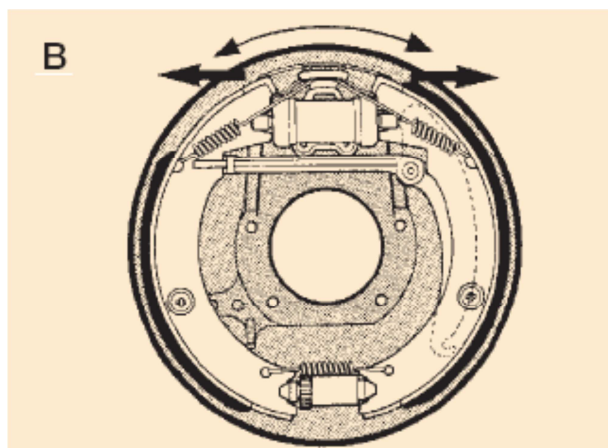


Figura 1.28 Sistema duo-servo.

Fuente: http://www.remsa.com/uploads/documentos/documentos_02_tipos_componentes_730e28bc.pdf

Para nuestro caso nos centraremos en los sistemas simplex y dúplex.

1.7.2.3 El sistema Simplex

En este tipo de freno las zapatas van montadas en el plato, fijas por un lado al soporte de articulación y accionadas por medio de un solo bombín de doble pistón. Este tipo de frenos de tambor es de los más utilizados sobre todo en las ruedas traseras.

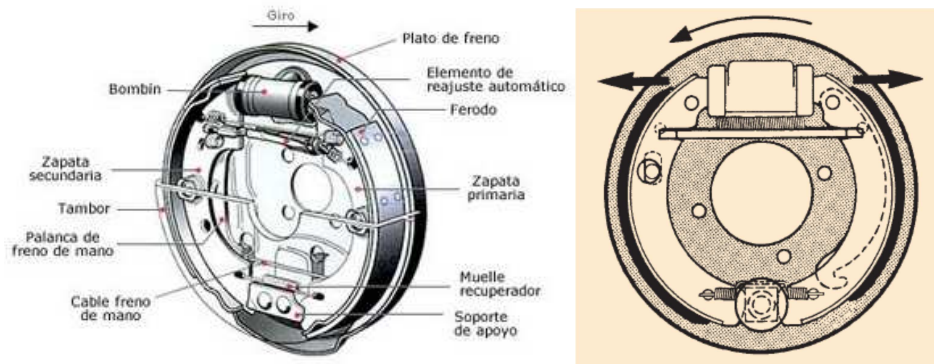


Figura 1.29 Freno de tambor sistema Simplex.

Fuente: http://www.remsa.com/uploads/documentos/documentos_02_tipos_componentes_730e28bc.pdf

Cuando accionamos el pedal de freno hacemos que la zapata primaria y la secundaria se pongan en contacto con el tambor de freno. La particularidad de este sistema es que la zapata de freno primaria, debido a su montaje, se apoya en el tambor en contra del giro del mismo obteniendo, así, una presión ejercida superior sobre la superficie de frenado del tambor.¹⁶

Por el contrario, la zapata secundaria se apoya en el tambor en el sentido de giro del mismo, lo que hace que la zapata tienda a salir rechazada, traduciéndose en una menor presión ejercida sobre el tambor, respecto a la zapata primaria.

El inconveniente de este sistema es que la frenada obtenida no es muy eficaz, debido a que la presión ejercida por las zapatas no es homogénea en toda la superficie de frenado del tambor.

¹⁶ http://www.remsa.com/uploads/documentos/documentos_02_tipos_componentes_730e28bc.pdf

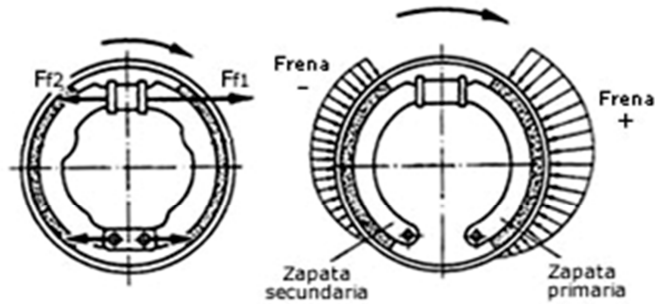


Figura 1.30 Zapata primaria y secundaria con sentido de giro del tambor hacia la derecha.

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-2.htm>

Invirtiendo el sentido de giro, se produce el fenómeno contrario: la zapata primaria se convierte en secundaria y la secundaria en primaria.

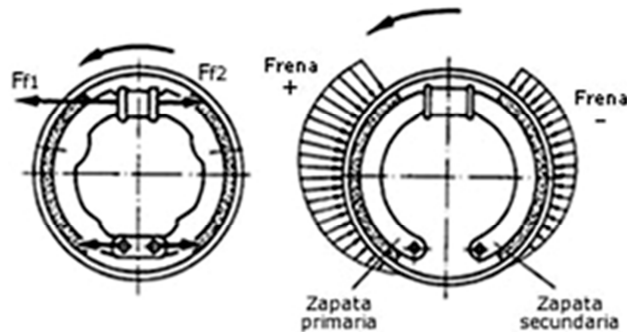


Figura 1.31 Zapata primaria y secundaria con sentido de giro del tambor hacia la izquierda.

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-2.htm>

Este tipo de freno de tambor se caracteriza por no ser el más eficaz a la hora de frenar, debido a que las zapatas no apoyan en toda su superficie sobre el tambor, pero destaca por su estabilidad en el coeficiente de rozamiento, es decir, la temperatura que alcanza los frenos en su funcionamiento le afectan menos que a los otros frenos de tambor.¹⁷

Razón por lo que frena más la zapata primaria que la secundaria: Según la disposición de montaje de las zapatas y del bombín de accionamiento se obtienen diferentes efectos de frenado. En la Figura 1.32 se ha representado una disposición de las zapatas, en las que ambas se unen al plato en los puntos (A) y (B). Si el tambor

¹⁷ <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-2.htm>

gira a izquierdas, como se ha representado, cuando se produce la acción de frenado la zapata izquierda se acuña contra el tambor, mientras que la derecha es empujada por él, debido a las fuerzas puestas en juego.

Esto provoca que la zapata izquierda (primaria) frene más que la derecha (secundaria).¹⁸

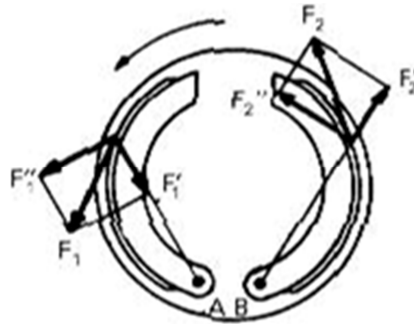


Figura 1.32 Disposición de las zapatas, en las que ambas se unen al plato en los puntos.
 Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-2.htm>

1.7.2.4 El sistema Dúplex

En este freno las zapatas están montadas en serie, y con el fin de obtener una mayor fuerza de frenado, se disponen las zapatas en forma que ambas resulten primarias. Para ello se acopla un doble bombín de pistón único e independiente para cada zapata, los cuales reparten por igual las presiones en ambos lados del tambor, de forma que el bombín de freno de una zapata sirve de punto de apoyo para la otra.

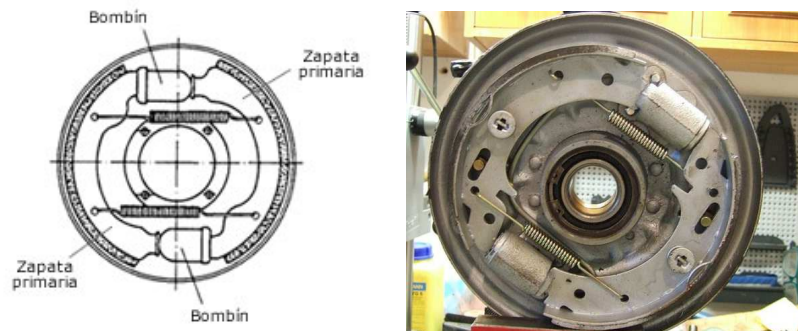


Figura 1.33 Freno de tambor Dúplex
 Fuente: http://www.remsa.com/uploads/documentos/documentos_02_tipos_componentes_730e28bc.pdf

¹⁸ <http://www.todomecanica.com/sistemas-de-frenos-fundamentos.html>

Obteniendo una frenada más eficaz, ya que la presión ejercida por las mismas es más uniforme en toda la zona de frenado del tambor que en el sistema Simplex.

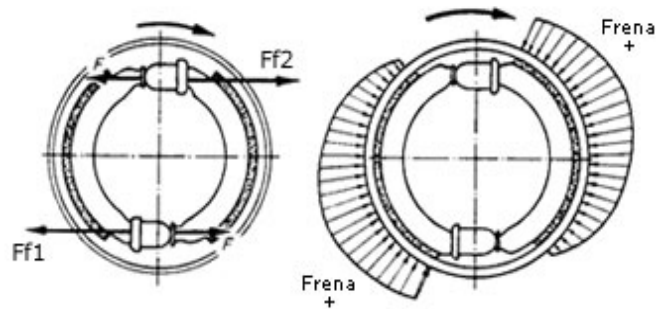


Figura 1.34 Freno de tambor Dúplex.

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-2.htm>

Con la ventaja de que, con su empleo, no se ponen de manifiesto reacciones sobre los rodamientos del buje.

Por el contrario son más sensibles a las variaciones de coeficiente de fricción que puedan sufrir los forros de las zapatas.¹⁹

1.7.3 Zapatas de Freno

Las zapatas son los elementos que incorporan los forros de freno y las encargadas de rozar contra el tambor y reducir la velocidad del mismo, es decir, las encargadas de transformar, junto con el tambor, la energía cinética del tambor en energía calorífica.



Figura 1.35 Zapatas del freno.

Fuente:

<http://www.autorecambioslcalzada.com/frenos.html>

¹⁹ <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-2.htm>

La zapata de freno se compone de dos elementos:

- Un soporte metálico, que es el cuerpo del conjunto, y
- Del forro, que es el material de fricción que entra en contacto con el tambor cuando accionamos el freno.

El material de fricción es un compuesto complejo con un coeficiente de rozamiento adaptado, generalmente entre 0,35 y 0,45, a las características específicas de los frenos. Es necesario apuntar que un coeficiente bajo es particularmente desaconsejable para evitar un rendimiento deficiente, pero de la misma manera, un coeficiente muy alto puede acarrear problemas peores, como pueden ser bloqueo de las ruedas, ruidos excesivos y temblores al frenar.

El coeficiente de rozamiento no es una magnitud física invariable, sino que puede cambiar en función de las condiciones de uso (presión, temperatura, velocidad, etc.). La fabricación de los forros tiene que tener muy en cuenta los diversos parámetros para determinar la amplitud de la variación que se producirá en el funcionamiento.

La obligatoriedad de eliminar el amianto supuso un cambio importante dentro de las formulaciones. El amianto era una fibra que constituía la base de cualquier formulación ya que era capaz de aportar las cualidades requeridas a cualquier material de fricción.

No obstante, aunque los primeros materiales “sin amianto” que aparecieron en el mercado eran de prestaciones y duración inferiores a los de “con amianto”, hoy en día los productos “sin amianto” han superados a aquellos en todos los requisitos exigibles a un material de fricción.

En la actualidad la mayoría de los fabricantes de fricción emplea en mayor o menor medida la base que a continuación se ofrece:

Las fibras: Las fibras son los elementos encargados de aglutinar y ligar el resto de los elementos. Es decir, las fibras son el “armazón” de las pastillas de freno, a través de sus múltiples ramificaciones se van uniendo el resto de los elementos.

Existen dos tipos principales de fibras las sintéticas y las minerales. Las más usuales en el campo de la fricción son: fibras de vidrio, fibras de aramida y lana de roca.

Las cargas minerales: Las cargas minerales son las encargadas de dar consistencia mecánica al conjunto, es decir, le aportan resistencia a la abrasión, resistencia a cortadura. Están encargadas también, de aportar resistencia a las altas temperaturas. Las más usuales son: barita, magnesita, talco, mica, carbonato, feldespato y otros.

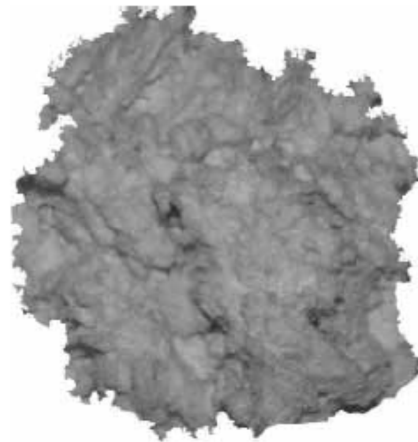


Figura 1.36 Vista al microscopio de una muestra de fibra sintética.

Fuente: http://www.remsa.com/uploads/documentos/documentos_02_tipos_componentes_730e28bc.pdf

Componentes metálicos: Se añaden en forma de polvo o viruta para conseguir homogeneizar el coeficiente de transferencia de calor de la pastilla al caliper.

Los más usuales son, latón, cobre, bronce entre otros.

No obstante una gran parte de los componentes metálicos usados en los materiales de fricción, tienen efectos nocivos sobre el medio ambiente por lo que se recomienda seguir estrictamente la legislación referente a los productos que contengan tales metales pesados. En la actualidad una nueva normativa europea obliga a los fabricantes de materiales de fricción no fabricar ningún material que contenga materiales pesados.

Los lubricantes o modificadores de coeficiente: Son los encargados de hacer variar el coeficiente de fricción normalmente a la baja, dependiendo del rango de temperatura de funcionamiento. Son empleados en forma de polvo suelen ser grafitos, coques, sulfuros, antracitas, etc.

Los materiales orgánicos: Son los encargados de aglomerar el resto de los materiales. Cuando alcanzan una determinada temperatura fluyen y ligan el resto de componentes, hasta que se polimerizan. Las más importantes son las resinas fenólicas termoendurecibles, aunque también son empleados diferentes tipos de cauchos, ceras, aceites.

Los abrasivos: Cumplen principalmente la misión de limpiar la superficie tanto del disco como del tambor. Lo que generan es el desprendimiento del material que aporta la pastilla para generar la fricción, permitiendo así, la formación de la capa intermedia o también conocida como tercera capa.

1.8 Freno de Estacionamiento

Como ya hemos comentado anteriormente, los frenos de estacionamiento, o coloquialmente llamado “Freno de mano”, asumen una serie de funciones. Para cumplir éstas, el sistema se compone de unos elementos básicos; el accionamiento (pedal o palanca del freno de mano), cables, tensor del cable y la palanca de accionamiento de las zapatas de freno.

También, se compone de las zapatas aunque en éstas existen dos variantes: las zapatas de los frenos traseros y las del tambor, específico para el freno de mano, para algunos vehículos con freno trasero de disco.

Funcionamiento: Al accionar la palanca, (o el pedal) del freno de mano, hacemos que el cable transmita la fuerza ejercida, por el conductor, a la palanca de accionamiento de la zapata primaria, desplazándola hacia el tambor de freno, y accionando mediante la bieleta del sistema de ajuste automático de desgaste la zapata secundaria.

En los vehículos con frenos traseros de disco los tambores del freno de mano, también, llevan sistema de ajuste automático de desgaste debido aunque el desgaste de las zapatas es insignificante.²⁰

²⁰ http://www.remsa.com/uploads/documentos/documentos_02_tipos_componentes_730e28bc.pdf

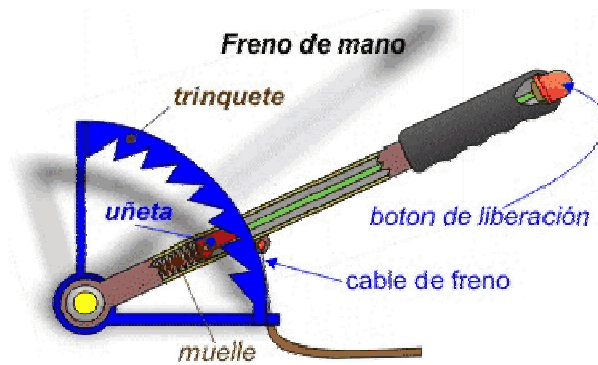


Figura 1.37 freno de mano
Fuente: <http://www.naikontuning.com/mecanica/sistema-freno/freno-mano/>

1.8.1 Estructura del freno de mano

En la Figura 1.38 se puede ver el despiece de un freno de mano clásico, en el que puede verse la palanca de mando (1), situada entre los asientos delanteros del vehículo, a la que se une la varilla de tiro (5), en el otro extremo de la varilla se une la pieza derivadora (6), que se sujeta con las tuercas de reglaje (7). De esta pieza parten los cables con funda (8), que van a cada una de las ruedas, uniéndose a la palanca de accionamiento (9), que acciona las zapatas, aplicándolas contra el tambor. Por el interior de la palanca de mando pasa la varilla (3), que acciona una uña que enclava el trinquete (4).²¹

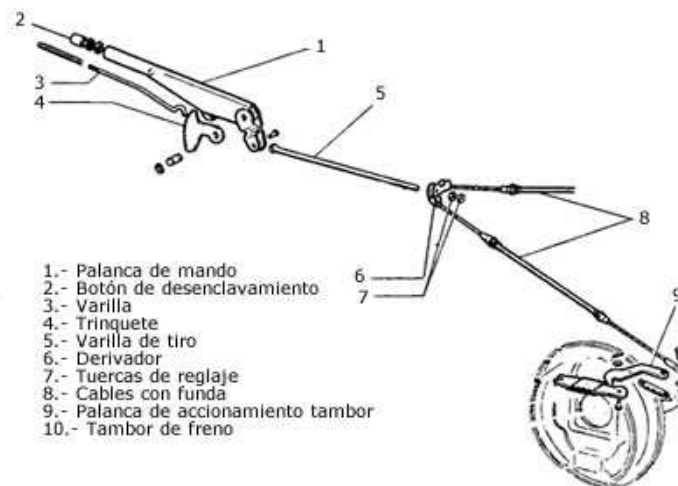


Figura 1.38 Estructura del freno de mano
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-2.htm>

²¹ <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-4.htm>

1.9 Ventajas que representan los frenos de disco frente a los de tambor

Las principales ventajas son:

- El equilibrio de las presiones en ambas caras del disco suprime toda reacción sobre el eje (delantero o trasero) del vehículo; además, estas presiones axiales no producen deformaciones de la superficie de frenado.
- La dilatación transversal bajo el efecto del aumento de temperatura tiende a disminuir el juego entre disco y pastillas; de todas formas, esta dilatación es más pequeña que la radial de los frenos de tambor, lo que facilita el reglaje y simplifica los dispositivos de reglaje automático.
- El disco se encuentra al aire libre y, por ello, su refrigeración está asegurada, retardándose la aparición del fading.
- Los cilindros de freno están situados en el exterior y son mejor refrigerados que en los frenos de tambor, resultando más difícil la aparición del fading por aumento de temperatura del líquido de frenos.
- Menor peso total, que en un automóvil de turismo puede llegar a suponer hasta 100 Kg.
- Mayor facilidad de intervención y sustitución de las guarnituras.
- Otra de las ventajas es que no se requiere reglaje de aproximación en los frenos de disco porque cuando cesa la acción de frenado, una vez que disminuye la presión hidráulica, el propio alabeo del disco hace que las pastillas se separen ligeramente de él. A una distancia mínima, sin que lleguen a rozar. Con este movimiento retrocede el pistón al mismo tiempo la distancia necesaria, adaptándose el recorrido al desgaste de las pastillas.²²

1.10 Tiempos de Reacción del frenado

El tiempo de reacción del conductor es el transcurrido entre el momento en que se percibe la necesidad de frenar y el momento en que comienza a actuar sobre el pedal.

De ensayos efectuados en Estados Unidos de América con 1000 conductores en condiciones normales de conducción, han dado los siguientes resultados:

²² <http://www.todomecanica.com/sistemas-de-frenos-fundamentos.html>

Tabla 1.1

Edad	Tiempo de reacción en segundos
menos de 20 años	0.58
de 20 a 29 años	0.58
de 30 a 39 años	0.58
de 40 a 49 años	0.60
de 60 años o más	0.63

Fuente: www.dspace.ups.edu.ec

Se puede admitir, como promedio que el tiempo de reacción de un conductor atento es del orden de 0.6 segundos, sin embargo no es raro constatar que este tiempo muerto alcanza 0.75 segundos en estado de atención difusa del conductor.

Por otra parte, de los ensayos efectuados por la firma Bosch se desprenden las conclusiones siguientes relativas a un conductor de aptitudes normales:

- Para un conductor advertido de la presencia de un obstáculo y que se apresta a frenar 0.6 segundos a 0.8 segundos.
- Para un conductor atento a 0.7 a 0.9 segundos.
- Para un conductor distraído por la conversación, una maniobra, etc. 1 a 1.1 segundos.
- Para un conductor desatento 1.4 a 1.8 segundos.²³

1.11 Líquido de frenos

La función del líquido de frenos es transmitir la presión de la frenada desde el pedal hasta las balatas. Para que se pueda reconocer un buen líquido de frenos se debe de tomar en cuenta que el líquido debe de ser:

- Incompresible (Que no se comprima en lo más mínimo)
- No debe de ocasionar fricción con la tubería del sistema de frenos.
- No debe ocasionar corrosión, para mantener en el mejor estado posible la tubería. Dado que el líquido de frenos está en contacto permanente con los componentes del circuito (caucho, Cobre, Acero, etc.), deberá poseer

²³ <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/110/6/Capitulo1.pdf>

propiedades anticorrosivas que impidan la interacción química entre ellos. Nunca se debe de mezclar un líquido mineral con otro sintético.

- Debe de tener un elevado punto de ebullición (en general oscila entre 230° y 240° C para un líquido nuevo).
- Debe de tener fluidez aun a bajas temperaturas.

Cuando se acciona el pedal de freno, se comprime el líquido que se dirige hasta los cilindros de rueda accionando las zapatas y pastillas de freno. Una de las características del líquido de freno es que él no se comprime, por lo tanto se comprime los accionadores de los frenos en las ruedas (pastillas y zapatas).

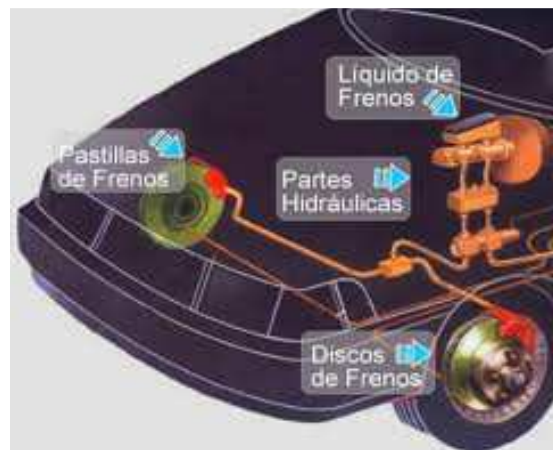


Figura 1.39 Sistema de frenos hidráulico
Fuente: <http://www.motorafondo.net/mantenimiento-del-sistema-de-frenado/>

El líquido de freno es hidrocópico, es decir absorbe agua, por lo tanto su vida útil es limitada, si el contenido de agua supera el 3%, la temperatura de ebullición desciende de 80° a 90° C, lo que implica la sustitución del líquido y además no debe utilizarse uno nuevo que se haya mantenido durante un tiempo prolongado en contacto con el aire. Eso indica que cuando hay mucha absorción de agua por el líquido, se pierden sus propiedades de compresibilidad, dificultando el proceso de frenado.

Los líquidos de frenos sufren una ligera degradación durante los primeros meses de utilización, debido a su poder de absorción de la humedad; pero transcurrido un cierto tiempo se llega a la estabilización de la tasa de humedad, de manera que no es necesario el cambio del líquido.

Sin embargo, cuando se realizan intervenciones en el circuito de frenos, como el cambio de un cilindro receptor, en las cuales se rompe la hermeticidad del circuito, es imprescindible realizar el cambio total del líquido de frenos. Los fabricantes recomiendan el cambio cada 40.000 Km. o dos años.²⁴

1.11.1 Tipos de Líquidos de Freno DOT.

DOT.- Es un acrónimo departamento de transporte (en Ingles). Ellos regulan la calidad de los líquidos vendidos. En Estados Unidos sólo hay tres productores de líquido. Todos los aceites de EE UU son producidos por Dupont, Dow o Unión Carbide.

Existen cuatro denominaciones DOT:

DOT 3

Es el líquido más barato y de menor desempeño producido:

- Base: Poliglicol sintético.
- Viscosidad a -40° F; 1500 cst (centistoke)
- Compatibilidad: DOT 4 y 5.1.
- Color: ámbar a claro.

DOT 4

- Base: Poliglicol sintético.
- Viscosidad a -40° F; 1800 cst.
- Compatibilidad: DOT 4 y 5.1.
- Color: ámbar a claro.

DOT 5

Líquido muy caliente usado actualmente solo en Harleys.

- Base: Silicona.
- Viscosidad a -40° F; 900 cst.
- Compatibilidad: DOT 5 base silicona.
- Color: púrpura.

No daña superficies como los otros DOT.

²⁴ <http://html.rincondelvago.com/sistemas-de-frenos-hidraulicos-en-automoviles-livianos.html>

DOT 5.1

Líquido Europeo que surgió por los nuevos sistemas ABS de los autos.

Es el más delgado de todos y ofrece el menor cambio en viscosidad de frío a caliente.

- Base: Poliglicol sintético.
- Viscosidad a -40° F; 900 cst.
- Compatibilidad: DOT 3 y DOT 4.
- Color: ámbar.²⁵

25

**CAPITULO II: DISEÑO
Y CONSTRUCCIÓN DEL
BANCO DIDÁCTICO.**

2.1 Diseño del banco didáctico

En nuestro caso, para diseñar los bancos de frenos debemos tener en cuenta la estética, espacio que va a ocupar, funcionalidad y que soporte debidamente los pesos que van a estar ubicados en su estructura, además deberá estar perfectamente dispuesta para la realización de prácticas que se desarrollaran en los mismos.

Primero tomamos en cuenta las cargas que va a soportar nuestro banco. Las mismas son las siguientes. Según su efecto sobre los cuerpos existen varios tipos de cargas.

1. Carga Puntual o Concentrada.
2. Carga Uniformemente Distribuida.
3. Carga Uniformemente variada.

Las cargas antes mencionadas se manifiestan en nuestro diseño de la siguiente manera:

- Todos los pesos y cargas que van a soportar el banco como son: discos con sus respectivos elementos, tambores con todos sus elementos, servofrenos, pedales, bomba hidráulica, freno de mano.
- Además la fuerza que aplica en el pedal y en el freno de mano, que genera el practicante.

Esfuerzos: El término fundamental para el estudio de la resistencia de los materiales es el llamado esfuerzo unitario, que es el cálculo de las fuerzas externas en una sección de un miembro el cual debe ser determinado por los conocimientos de la estática.

Esfuerzo Unitario: Puede ser definido como la fuerza interna por la unidad de área de una sección de unión. Hay dos tipos de esfuerzos. Esfuerzos normales los cuales actúan en forma perpendicular a las secciones en estudio y pueden ser de tensión o compresión, dependiendo de sus tendencias a alargar o comprimir el material sobre el cual actúa.

Deformación: Un cuerpo sólido sometido a un cambio de temperatura o a cargas externas se deforma.

Los procesos son también aspectos de consideración relacionados directamente con la seguridad, donde se debe seleccionar la sujeción, soporte, y el factor de seguridad que es un número que se utiliza en ingeniería para los cálculos de diseño de elementos o componentes de maquinaria, estructuras o dispositivos en general, proporcionando un margen extra de prestaciones por encima de las mínimas estrictamente necesarias²⁶

Para nuestro diseño también se toma en cuenta las dimensiones de los bancos, ya que debe salir lo más compacto posible para disminuir gastos y para que los bancos no ocupen mucho espacio dentro del área de trabajo para los estudiantes, así como también está la seguridad que los bancos no presenten elementos cortantes que puedan causar accidentes, pero si no está correctamente dimensionado puede provocar que los elementos queden desplazados y que la estructura no soporte las cargas y se produzca deformaciones o roturas en las mismas.

2.1.1 Análisis de la estructura y elección del material para la construcción de los bancos

Todo lo expuesto anteriormente se consideró para realizar el diseño del banco en el programa ANSYS, que nos sirvió como una herramienta para calcular de forma rápida el estudio de las fuerzas aplicadas en el Banco para la elección correcta del material con el que se va a construir el mismo.

El programa permite representar deformaciones, esfuerzos, cargas, momentos y puntos en los que se encuentra concentradas las cargas antes mencionadas y mediante la simulación de estos esfuerzos sobre el Banco calcularlas obteniendo valores reales con los que se puede trabajar y tomar decisiones adecuadas en la elección del material.

²⁶ BEER, Ferdinand P. y JOHNSTON, E. Russell, *Mecánica de Materiales*, Tercera Edición, Mc Graw – Hill Interamericana, México, 2004. p. 363

2.1.2 Resultados obtenidos en Programa

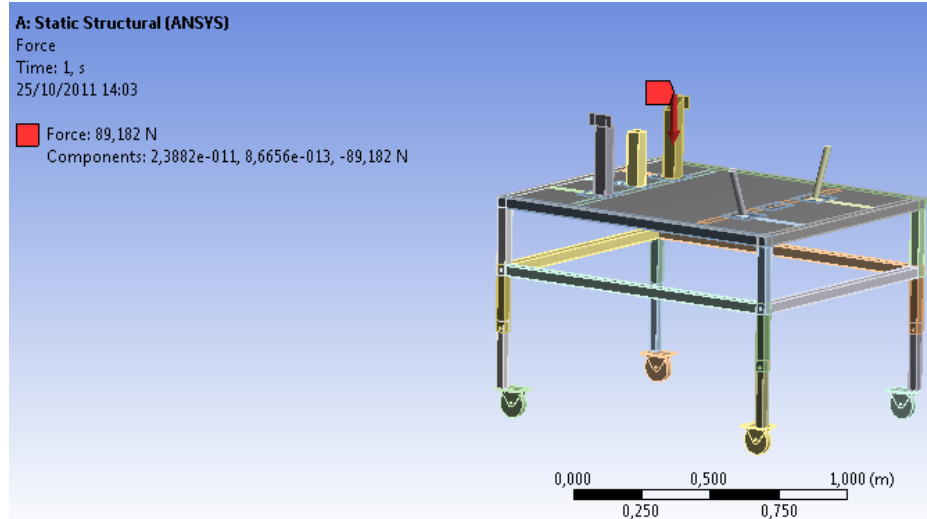


Figura 2.1 Calculo de la estructura.
Fuente: Los Autores

2.1.3 Tensiones

Tensión mecánica es el valor de la distribución de fuerzas por unidad de área en el entorno de un punto material dentro de un cuerpo material o medio continuo. Un caso particular es el de tensión uniaxial, que se define como la fuerza F uniformemente distribuida, aplicada sobre un área A . En ese caso la tensión mecánica uniaxial se representa por un escalar designado con la letra griega σ (sigma) y viene dada por: (Ecuación 3.1).

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (\text{ecu.3.1})$$

- Donde las unidades [Pa] (pascal = [N/m²]), [MPa] = 10⁶ [Pa] (y también [kp/cm²]).

La situación anterior puede extenderse a situaciones más complicadas con fuerzas no distribuidas uniformemente en el interior de un cuerpo de geometría más o menos compleja. En ese caso la tensión mecánica no puede ser representada por un escalar. El coeficiente de Poisson se introdujo para dar cuenta de la relación entre el área inicial A y el área deformada A' . La introducción del coeficiente de Poisson en los

cálculos estimaba correctamente la tensión al tener en cuenta que la fuerza F se distribuía en un área algo más pequeña que la sección inicial.²⁷

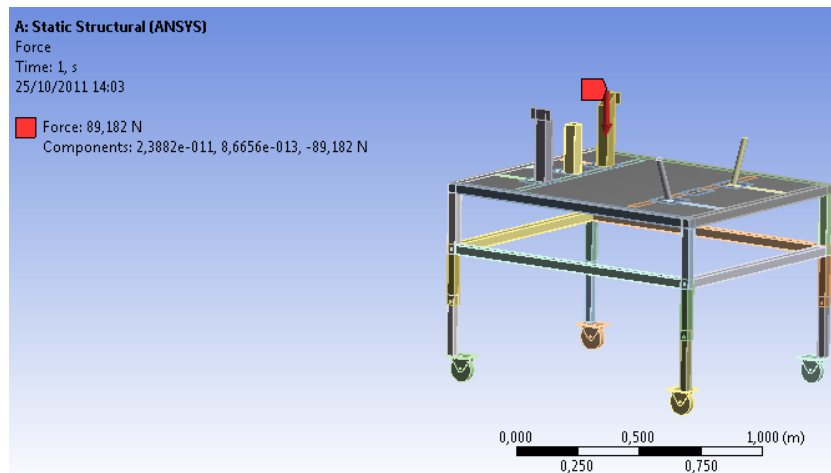


Figura 2.2 Simulación de la Fuerza que soportara el banco.
Fuente: Los Autores

En el grafico anterior se puede observar la fuerza que soportara el tubo, la cual corresponde al peso de los tambores de frenos con sus respectivos elementos.

En la Figura 2.3 se encuentra representado el peso de los elementos que conforman el servofreno, pedal y la bomba de freno, además se sumó a esta la fuerza que se aplica al pedal de freno para su accionamiento y que tiene un valor de 6.6 kgf ya todo esto se tomara en cuenta para el diseño del banco.

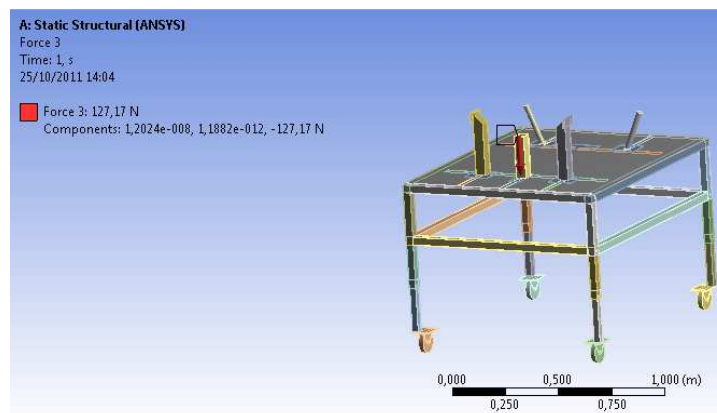
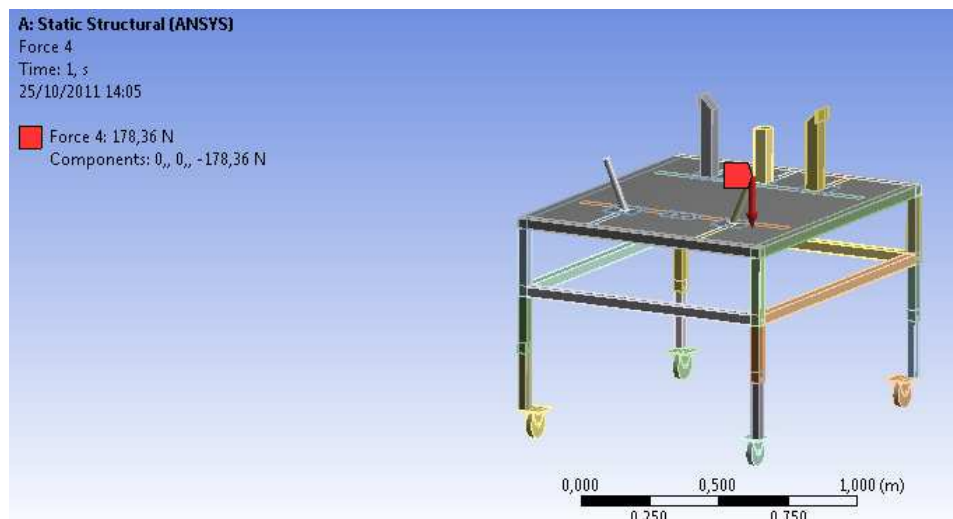


Figura 2.3 Simulación de la Fuerza que soportara el banco.
Fuente: Los Autores

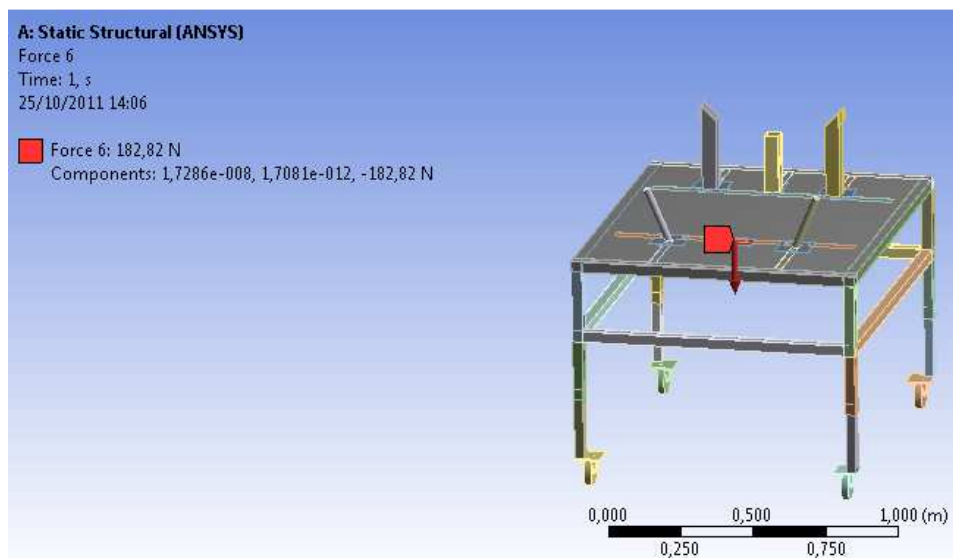
²⁷ SINGER, Ferdinand L, *Resistencia de Materiales*, Primera Edición, Harper & Row Latinoamericana, México, 1971. p .19

Como se puede apreciar en la Figura 2.4 se encuentra la fuerza que corresponde al peso del disco de frenos con sus respectivos elementos.



*Figura 2.4 Simulación de la Fuerza que soportara el banco.
Fuente: Los Autores*

Por último en Figura 2.5 se encuentra la fuerza que corresponde al accionamiento del freno de mano más el peso de mismo.



*Figura 2.5 Simulación de la Fuerza que soportara el banco.
Fuente: Los Autores*

2.1.4 Tensión Equivalente

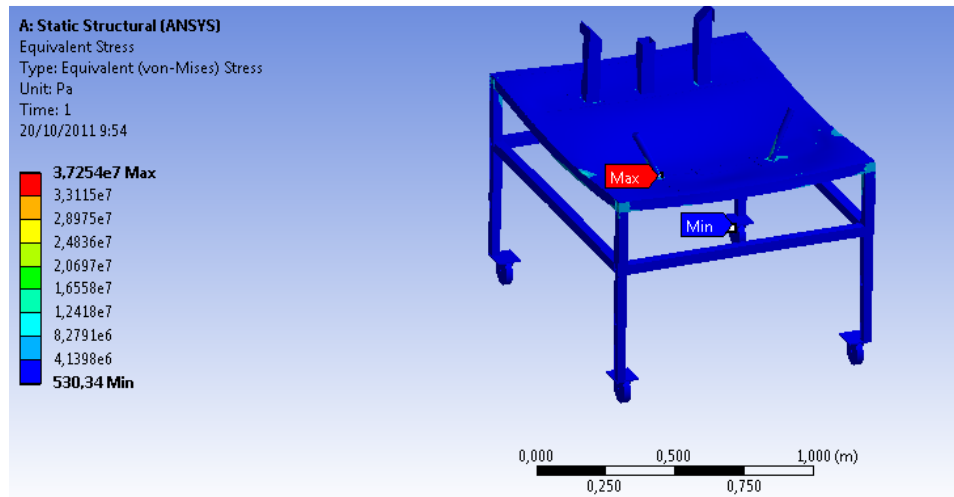


Figura 2.6 Simulación de la tensión que soporta el banco
Fuente: Los Autores

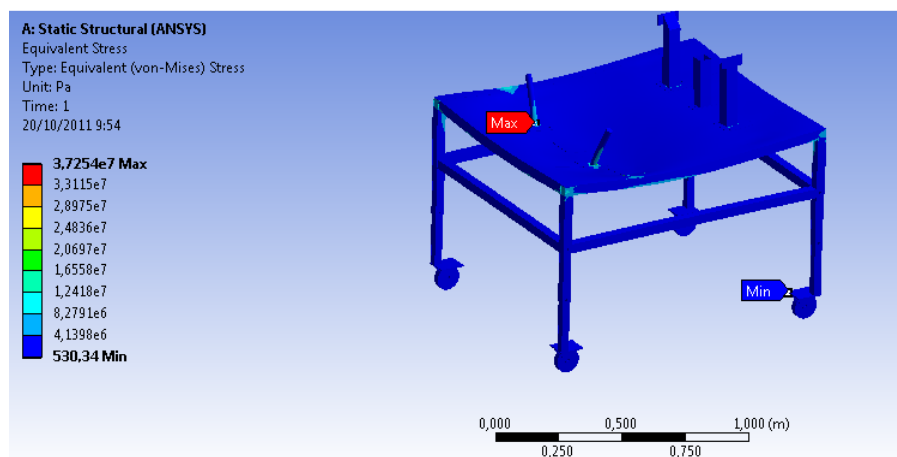


Figura 2.7 Simulación de la tensión que soporta el banco.
Fuente: Los Autores

Como se observa en la Figura 2.7 la tensión equivalente de la estructura es de $(3,7254e7\text{Pa})$ la cual está dentro de los parámetros para el acero estructural el cual puede soportar una tensión equivalente máxima de 400MPa la cual se apreciara en la siguiente Tabla.

Tabla 2.1 Propiedades típicas de materiales seleccionados usados en ingeniería

Apéndice B. Propiedades típicas de materiales seleccionados usados en ingeniería^{1,5} **747**
(Unidades SI)

Material	Densidad, kg/m ³	Resistencia última			Fluencia ³		Módulo de elasticidad, GPa	Módulo de rigidez, GPa	Coeficiente de expansión térmica, 10 ⁻⁶ /°C	Ductilidad, porcentaje de elongación en 50 mm
		Tensión, MPa	Compresión, MPa	Cortante, MPa	Tensión, MPa	Cortante, MPa				
Acero										
Estructural (ASTM-A36)	7 860	400			250	145	200	77.2	11.7	21
Alta resistencia-aleación baja										
ASTM-A709 Grado 345	7 860	450			345		200	77.2	11.7	21
ASTM-A913 Grado 450	7 860	550			450		200	77.2	11.7	17
ASTM-A992 Grado 345	7 860	450			345		200	77.2	11.7	21
Templado										
ASTM-A709 Grado 690	7 860	760			690		200	77.2	11.7	18
inoxidable, AISI 302										
Laminado en frío	7 920	860			520		190	75	17.3	12
Recocido	7 920	655			260	150	190	75	17.3	50
Acero de refuerzo										
Resistencia media	7 860	480			275		200	77	11.7	
Alta resistencia	7 860	620			415		200	77	11.7	

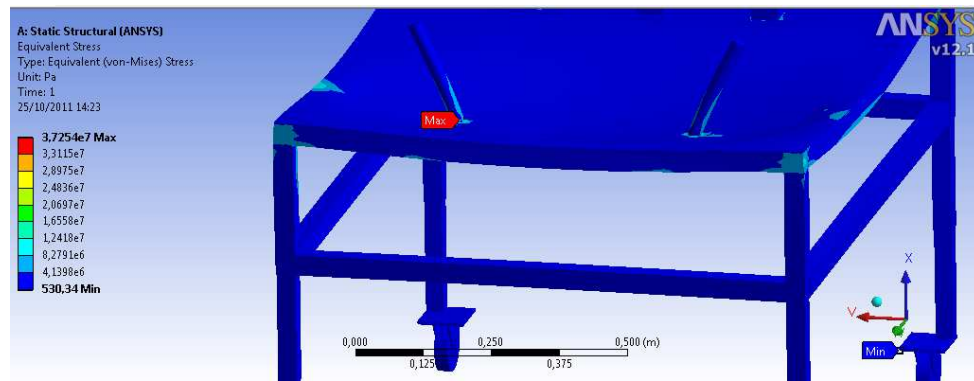


Figura 2.8 Simulación de Tensión.
Fuente: Los Autores

En la Figura 2.8 se observa que la máxima tensión está ubicada en eje de acero de transmisión que soporta los discos de frenos.

En el siguiente cuadro de resultados se muestra los valores de tensión mínima y máxima a los que se encuentra sometida la estructura.

Tabla 2.2 Valores de la Tensión

Nombre	Mínimo	Ubicación	Máximo	Ubicación
Tensión (Von Mises)	530,34Pa.	Platina de las garruchas	3,7254e7 Pa.	Eje delantero (frenos de disco)

Fuente: Los Autores

2.1.5 Deformaciones

La deformación es el cambio en el tamaño o forma de un cuerpo debido a esfuerzos internos producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo o la ocurrencia de dilatación térmica.

Medidas de la deformación

La magnitud más simple para medir la deformación es lo que en ingeniería se llama deformación axial o deformación unitaria se define como el cambio de longitud por unidad de longitud: **(Ecuación 3.2)**

$$\varepsilon = \frac{\Delta s}{s} = \frac{s' - s}{s} \quad \text{(ecu. 3.2)}$$

Donde “s” es la longitud inicial de la zona en estudio y “s’” la longitud final o deformada. Es útil para expresar los cambios de longitud de un cable o un prisma mecánico. En la Mecánica de sólidos deformables la deformación puede tener lugar según diversos modos y en diversas direcciones, y puede además provocar distorsiones en la forma del cuerpo.

Deformaciones elástica y plástica

Tanto para la deformación unitaria como para el tensor deformación se puede descomponer el valor de la deformación en:

Deformación (visco) plástica o irreversible

Modo de deformación en que el material no regresa a su forma original después de retirar la carga aplicada. Esto sucede porque, en la deformación plástica, el material experimenta cambios termodinámicos irreversibles al adquirir mayor energía potencial elástica. La deformación plástica es lo contrario a la deformación reversible.

Deformación elástica o reversible

El cuerpo recupera su forma original al retirar la fuerza que le provoca la deformación. En este tipo de deformación, el sólido, al variar su estado tensional y aumentar su energía interna en forma de energía potencial elástica, solo pasa por cambios termodinámicos reversibles.

Comúnmente se entiende por materiales elásticos, aquellos que sufren grandes elongaciones cuando se les aplica una fuerza, como la goma elástica que puede estirarse sin dificultad recuperando su longitud original una vez que desaparece la carga. Este comportamiento, sin embargo, no es exclusivo de estos materiales, de modo que los metales y aleaciones de aplicación técnica, piedras, hormigones y maderas empleados en construcción y, en general, cualquier material presenta este comportamiento hasta un cierto valor de la fuerza aplicada; si bien en los casos apuntados las deformaciones son pequeñas, al retirar la carga desaparecen.

Al valor máximo de la fuerza aplicada sobre un objeto para que su deformación sea elástica se le denomina límite elástico y es de gran importancia en el diseño mecánico, ya que en la mayoría de aplicaciones es éste y no el de la rotura, el que se adopta como variable de diseño (particularmente en mecanismos). Una vez superado el límite elástico aparecen deformaciones plásticas (remanentes tras retirar la carga) comprometiendo la funcionalidad de ciertos elementos mecánicos.²⁸

Deformación Total

La máxima deformación se da entre los dos ejes delanteros como se puede apreciar en la figura 2.9.

²⁸ BEER, Ferdinand P. y JOHNSTON, E. Russell, p. 58.

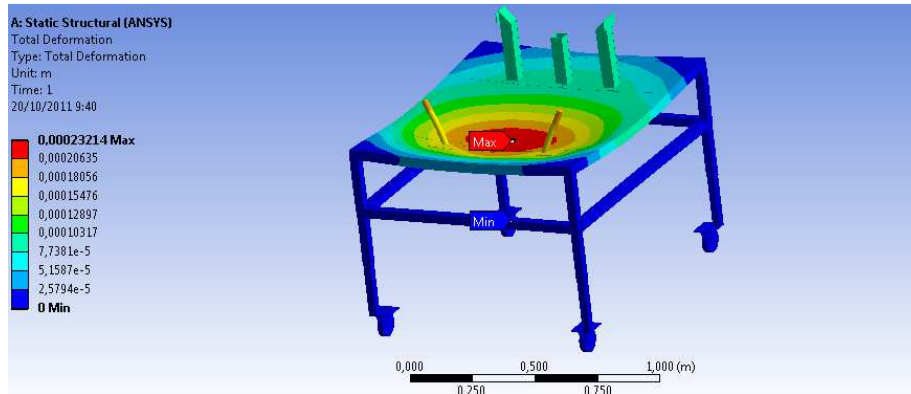


Figura 2.9 Deformación Total.
Fuente: Los Autores

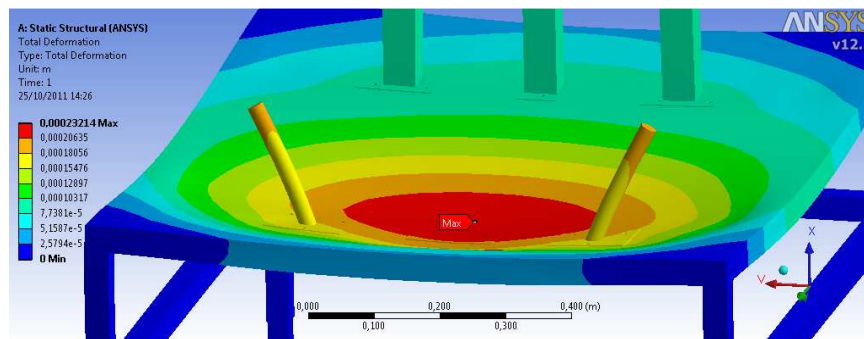


Figura 2.10 Acercamiento Deformación Total.
Fuente: Los Autores

En la Figura 2.10 se observa de color rojo el lugar en la estructura que tiene la mayor deformación producida por recibir la mayor cantidad de tensión al el peso de los discos de freno, el peso de freno de mano y la fuerza para accionar al mismo.

Tabla 2.3 Valores Deformación Total

	Deformación Total
Mínimo	0 m
Ubicación	Soportes de la estructura
Máximo	2.3214e-4 m
Ubicación	Entre los dos ejes delanteros

Fuente: Los Autores

2.1.6 Tensión Elástica Equivalente (Von Mises)

2.1.6.1 Tensión Elástica Equivalente Mínima

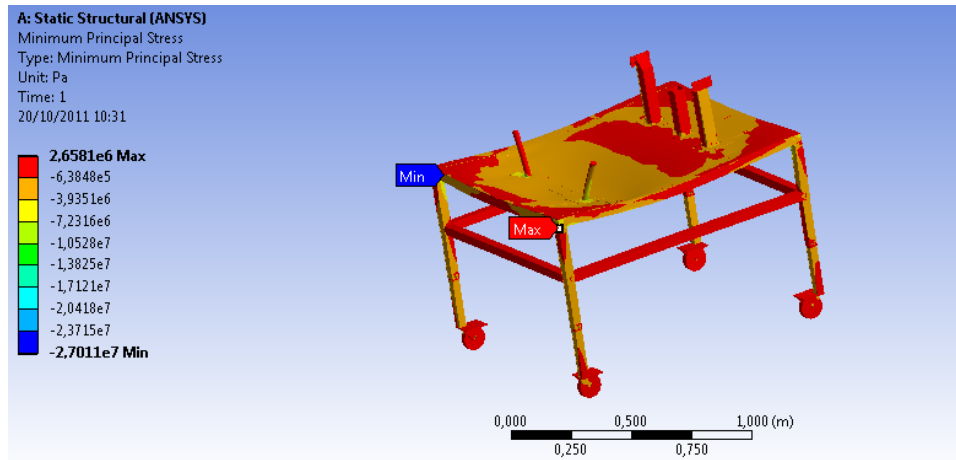


Figura 2.11 Deformación Elástica Mínima.

Fuente: Los Autores

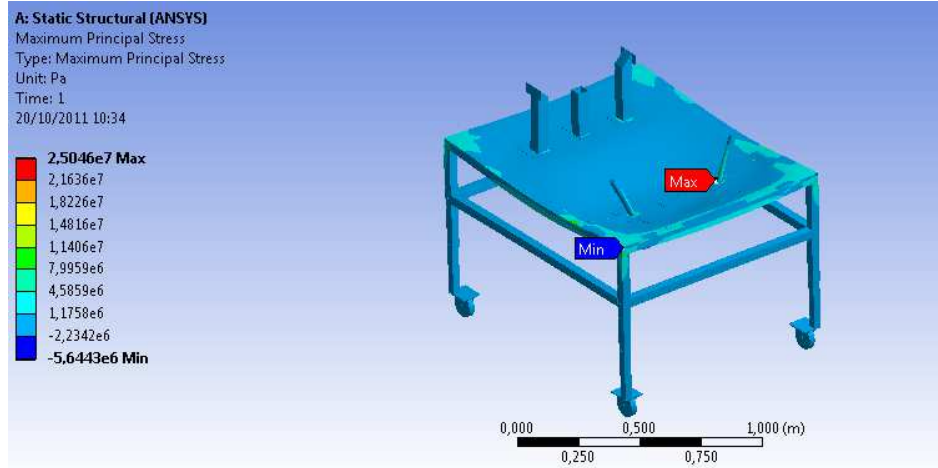
Como se puede apreciar en la figura 2.11 la tensión mínima tendrá un máximo de 2,6581e6 Pa, y está ubicada en el ángulo de la estructura entre el tubo horizontal y el tubo vertical del soporte. Y su valor mínimo es de $-2,7011e7$ Pa y está ubicado en la parte superior del tubo horizontal.

Tabla 2.4 Valores de Tensión Elástica Equivalente Mínima.

	Deformación elástica
Mínimo	-2,7011e7 Pa
Ubicación	Parte superior del tubo horizontal
Máximo	2,6587e6 Pa
Ubicación	Ángulo de la estructura.

Fuente: Los Autores

2.1.6.2 Tensión Elástica Equivalente Máxima



*Figura 2.11 Deformación Elástica Máxima.
 Fuente: Los Autores*

La tensión máxima equivalente, se da en la parte de unión entre el eje que soporta el disco de freno y la placa, y su valor mínimo está ubicada en la parte superior del ángulo de unión de los tubos de la estructura.

Tabla 2.5 Valores de Tensión Elástica Equivalente Máxima.

	Deformación elástica
Mínimo	-5,6443e6 Pa
Ubicación	Unión entre el eje y la placa
Máximo	2,5046e7 Pa
Ubicación	Ángulo de unión de los tubos

Fuente: Los Autores

2.1.7 Factor de Seguridad

El coeficiente de seguridad o factor de seguridad es un índice de la seguridad que cabe esperar de un determinado diseño desde el punto de vista resistente. La forma

más usual de definir el coeficiente de seguridad de un diseño mecánico es una de las siguientes:

- Como cociente entre la resistencia del material (S) y la tensión realmente existente (σ):

$$n_s = \frac{S}{\sigma} \quad (\text{ecu. 2.3})$$

- Como cociente entre la fuerza última o máxima para un funcionamiento correcto (F_u) y la fuerza realmente existente (F):

$$n_s = \frac{F_u}{F} \quad (\text{ecu. 2.4})$$

En el proyecto de elementos mecánicos, existen dos alternativas para incluir un coeficiente de seguridad en el diseño:

- Mayorar las fuerzas realmente esperadas, multiplicándolas por el coeficiente de seguridad (coeficiente de seguridad de mayoración de carga).
- Minorar la resistencia realmente esperable del material, dividiéndola por el coeficiente de seguridad (coeficiente de seguridad de minoración de resistencia).

Las dos aproximaciones anteriores son equivalentes siempre que las tensiones mantengan la proporcionalidad con las cargas externas aplicadas, cosa que ocurre en la mayor parte de los problemas mecánicos, aunque no en todos.

Un valor del coeficiente de seguridad superior a la unidad indica seguridad ante el fallo, tanto mayor, cuanto más elevado sea su valor, mientras que un valor inferior a la unidad indica inseguridad o probabilidad elevada de que ocurra el fallo. En función de la variabilidad de las cargas aplicadas y las propiedades del material, cada valor del coeficiente de seguridad se puede asociar a una probabilidad de fallo o de supervivencia de la pieza analizada.²⁹

²⁹ http://www.emc.uji.es/d/mecapedia/coeficiente_de_seguridad.htm

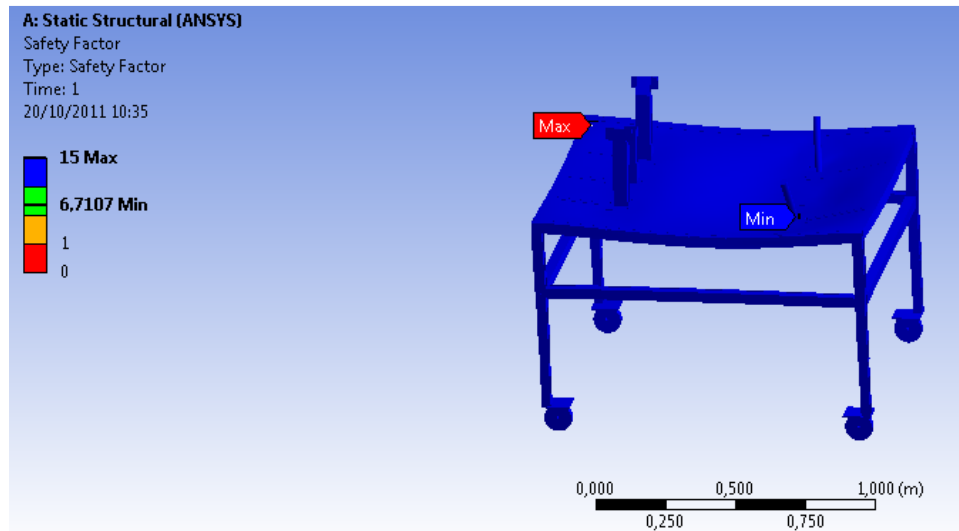


Figura 2.12 Factor de seguridad.
Fuente: Los Autores

Acercamiento al eje que soporta los discos de freno.

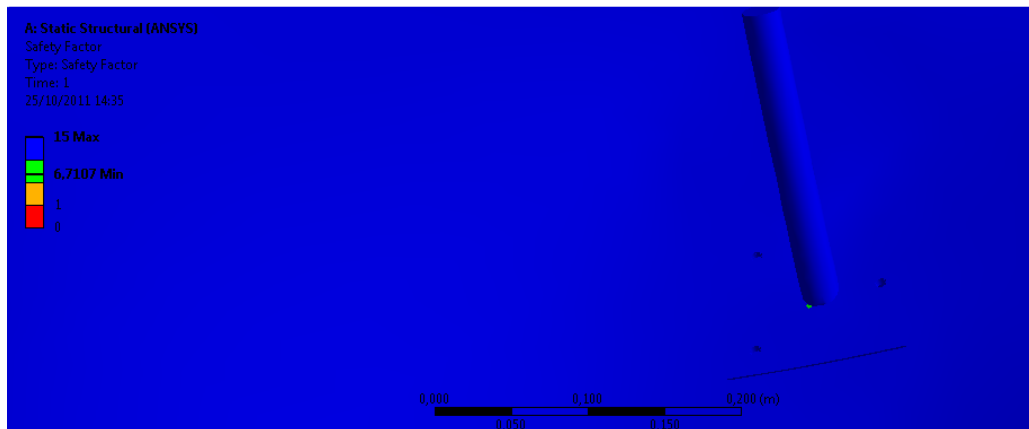


Figura 2.13 Factor de seguridad.
Fuente: Los Autores

En las Figuras anteriores observamos los puntos en los que el factor de seguridad disminuye, teniendo un máximo de 15 y un mínimo de 6,71 el cual se encuentra en la unión eje de transmisión que soporta los discos y su placa respectiva lo cual se observa en el acercamiento en la figura 2.13

Luego de haber analizados los resultados obtenidos en el programa se procedió a elegir el material, tomando en cuenta estos datos y comparando con lo que podemos encontrar en el mercado llegamos a la conclusión de que el acero estructural Astm

A-36 es el adecuado para la construcción de los bancos. Además que es el mismo con el que se calculó y simuló en el programa por lo que se asegura los resultados obtenidos en el mismo brindando la mayor seguridad posible al momento de la construcción.

2.2 Proceso de Construcción

2.2.1 Trazos y Cortes del Acero

Para proceder a la construcción del banco primero se realizó el trazado y corte del material, tubos estructurales y planchas a la medida necesaria, ya calculada, para la conformación del banco.

2.2.2 Conformación de la estructura

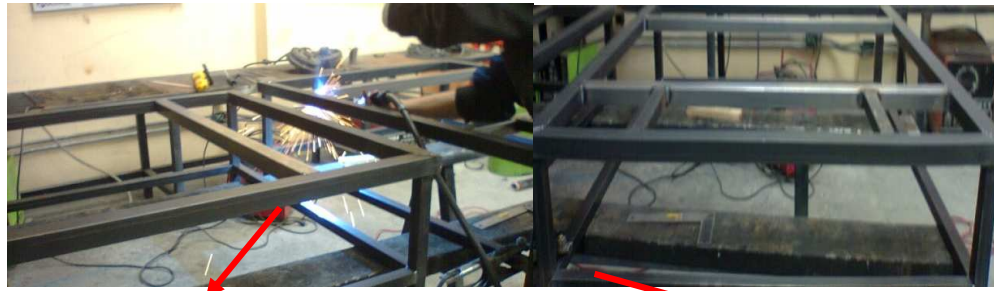
2.2.2.1 Armado de la base

Para elaborar la construcción de la estructura se utilizó tubos estructurales de 1¹/₂" x 1.5 mm los cuales se cortaron a la medida, para luego unirlos con suelda extremos con extremos. Los cuales están cortados a un ángulo de 45° para su perfecta unión.



*Figura 2.14 Base.
Fuente: Los Autores*

A continuación se procedió a colocar los tubos para dar la forma de la falda, así como también los tubos de refuerzo que van a soportar los elementos de los sistemas de frenos.



(a) Tubo de refuerzo

(b) Tubo para soportar la falda

Figura 2.15 (a) Tubo de refuerzo; (b) Tubo para soportar la falda.

Fuente: Los Autores

2.2.2.2 Colocación del tubo principal para los soportes telescópicos

Para poder realizar los soportes telescópicos primero se colocó un tubo de 2" x 2 mm para seguidamente proceder a cortar los tubos de menor sección es decir un tubo de 1 1/2" x 1.5 mm y por último un tubo de 1" x 1.5 mm.



Figura 2.16 Tubos que servirán para los soportes.

Fuente: Los Autores

En la figura 2.17 se puede observar la conformación de los soportes telescópicos, así como también colocamos garruchas en el extremo para facilitar el movimiento del banco.



*Figura 2.17 Soportes telescópicos.
Fuente: Los Autores*

2.2.2.3 Doblado de la lámina de acero

Una vez conformada la estructura se procedió al doblado de la lámina de acero que servirá como recubrimiento del mismo. Esta lámina de acero tiene un espesor de 0.70 mm.



*Figura 2.18 (a) y (b) colocación de la lámina de acero.
Fuente: Los Autores*

2.3 Pintado de los bancos didácticos

Finalmente con los bancos ya construidos se procedió a limar los filos cortantes y los puntos de suelda. A continuación limpiamos las grasas, limallas e impurezas.



Figura 2.19 Limado de fillos cortantes
Fuente: Los Autores

Seguidamente pasamos una capa de pintura comúnmente llamada fondo gris, ya que con esto evitaremos la corrosión de los materiales y también ayudara a que la calidad de pintado sea la correcta.

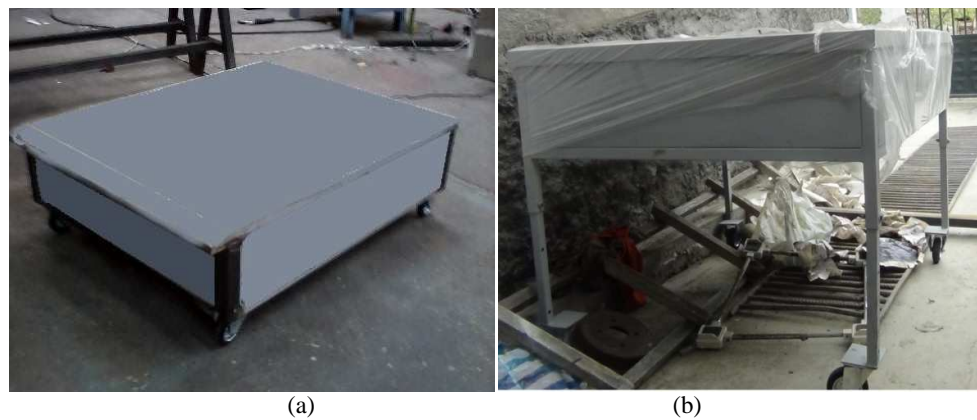


Figura 2.20 (a) y (b) Bancos con pintura de fondo.
Fuente: Los Autores

Una vez que el fondo quedo totalmente seco, pasamos a pintar los bancos de color azul español, en el cual se tuvo que dar dos capas de pintura para un mejor acabado.
 Figura 2.21



(a)

(b)

Figura 2.21 (a) Pintando los bancos y (b) Bancos terminados
Fuente: Los Autores

CAPÍTULO III:
IMPLEMENTACIÓN DE LOS
SISTEMAS SIMPLEX Y DÚPLEX
EN LOS BANCOS DIDÁCTICO.

3.1 Especificaciones de los elementos que forman parte de los bancos didácticos

Tabla 3.1

Bomba maestra	$\varnothing = 1\frac{3}{16}$ "
Accionamiento	Hidráulico
Frenos posteriores	Frenos de tambor tipo simplex
<i>Diámetro del bombín</i>	$\varnothing = \frac{3}{4}$ "
Tambor	\varnothing 204 mm
Freno de mano	Tipo mecánico por cable
Zapatas	4 mm espesor
Frenos delanteros	Frenos de disco pistón único
<i>Diámetro del pistón</i>	$\varnothing = 2\frac{3}{8}$ "
Disco	\varnothing 260 mm. x 16mm espesor
Pastillas	Espesor 9 mm.
Mordaza	Tipo flotante

Fuente: Los Autores

Tabla 3.2

Bomba maestra	$\varnothing = 1\frac{3}{16}$ "
Accionamiento	Hidráulico
Frenos posteriores	Frenos de tambor tipo duplex
Diámetro del bombín	$\varnothing = 1\frac{3}{16}$ "
Tambor	\varnothing 204 mm
Freno de mano	No dispone
Zapatas	5 mm espesor
Frenos delanteros	Frenos de disco pistón único
Diámetro del pistón	$\varnothing = 2\frac{3}{8}$ "
Disco	\varnothing 280 mm. x 17mm espesor
Pastillas	Espesor 8 mm
Mordaza	Tipo flotante

Fuente: Los Autores

Todos los elementos para la realización de estos bancos de frenos se obtuvieron de la Universidad Politécnica Salesiana gracias al plan Renova y con la ayuda del MIPRO. Los cuales son para uso de bancos didácticos funcionales.



*Figura 3.1 Puente posterior con tambores de frenos.
Fuente: Los Autores*

3.2 Inspección física general del estado de los elementos

Con los elementos adquiridos en la Universidad Politécnica Salesiana, se procedió a retirar los tambores para visualizar los elementos internos, llegando a determinar que carecía de seguros para las zapatas de freno, cañerías hidráulicas; también algunos componentes presentaban desgaste y oxido como tambores y discos de freno. Por otro lado los guardapolvos y neplós se encontraban en mal estado.



*Figura 3.2 Sistema de freno de tambor.
Fuente: Los Autores*

3.3 Despiece del elementos

Una vez realizada la inspección y una lista de elementos que se va a reemplazar, se procedió a desmontar los elementos internos que corresponden a los frenos de

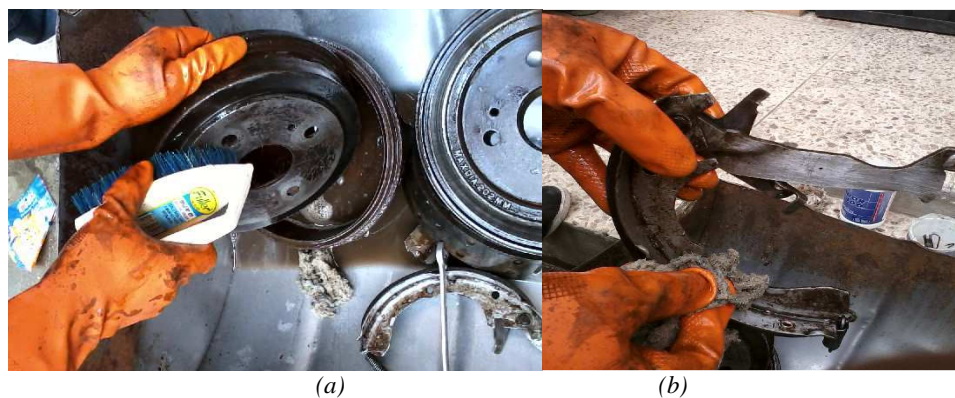
tambor, como las zapatas, los bombines, etc. De igual manera se procedió a despiezar los componentes de los frenos de disco, las mordazas, pastillas y los pistones.



*Figura 3.3 Desmontaje de elementos.
Fuente: Los Autores*

3.4 Limpieza de todos los elementos

Al tener todos los componentes totalmente despiezados, primero procedimos a retirar suciedades con agua y detergente. Como segundo paso se retiró el óxido de cada uno de los elementos para ello se utilizó lavador 100 como removedor, con otros materiales como lija y cepillos de acero y plástico. Una vez que se removió todas las impurezas pasamos a secar con aire a presión.



*Figura 3.4 (a) y (b) Limpieza de elementos.
Fuente: Los Autores*

La bomba también fue importante despiezarla para verificar el estado, ya que eran bombas utilizadas por vehículos que se encontraban circulando. Las bombas que se va a utilizar para los sistema de frenos simple y dúplex se limpió, se cambiaron los retenes y elementos respectivos, luego se volvió a armar.







*Figura 3.5 Despiece de la bomba maestra.
Fuente: Los Autores*

Al igual que la bomba todos los elementos de los sistemas de frenos se procedieron a armarlos correctamente para luego montarlos en los bancos correspondientes.

3.5 Pintado de los elementos

Con los elementos totalmente libres de impurezas y bien secos, se realizó el trabajo de pintura, tomando en consideración que los mismos estarán expuestos al medio ambiente se adquirió una pintura con características de durabilidad y protección contra la corrosión. Se pintó los componentes con los siguientes colores:

Tabla 3.3

COLORES	COMPONENTES	FIGURAS
NEGRO	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Soportes de los frenos de tambor. ➤ Platos de freno. ➤ Servo frenos con sus soportes. ➤ Pedal de freno. 	
GRIS	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Soportes para los discos de frenos. ➤ Tambores. ➤ Zapatas. ➤ Caja para los manómetros. ➤ Disco en su corona. 	
ROJO	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mordazas. ➤ Parte seccionada del tambor. 	
AMARILLO	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bombines de freno. ➤ Piezas pequeñas: seguros, resortes. 	

Fuente: Los Autores

3.6 Armado de componentes

El siguiente paso fue armar cada uno de los conjuntos con sus respectivas piezas, tomando en cuenta la posición correcta y el torque correspondiente de cada perno y tuerca respectivamente.

Como se dijo anteriormente que faltaban ciertas piezas, en este paso adquirimos y colocamos dichas piezas.

3.7 Implementación de los sistemas simplex y dúplex en los bancos didácticos

3.7.1 Implementación de los frenos de tambor

Una vez que se tuvo listo los conjuntos de frenos de tambores, soldados a un soporte con una placa de apoyo por su parte inferior. Entonces se procedió a colocar en el banco, con tres pernos de sujeción, como se observa en la Figura 3.6.



(a)



(b)

Figura 3.6 (a) y (b) Colocación Frenos de Tambor.
Fuente: Los Autores

3.7.2 Implementación de los frenos de discos

Al igual que los frenos de tambor, después de colocar los soportes con sus respectivas platinas, se colocó todo el conjunto al banco con tres pernos de sujeción. Debemos aclarar que estos soportes son de un tubo de acero y que están sujetas al conjunto del freno de disco mediante pernos.



(a)



(b)

Figura 3.7 (a) y (b) Colocación de Frenos de Discos.
Fuente: Los Autores

3.7.3 Implementación de los servofrenos

El servofreno conjuntamente con el pedal se soldó a un tubo que va a servir como soporte de este conjunto, luego de haber realizado este paso se instaló dicho conjunto en el lugar correspondiente en el banco didáctico



*Figura 3.8 Colocación del conjunto del servofreno.
Fuente: Los Autores*

3.7.4 Instalación de los manómetros en los bancos didácticos

Primero construimos unas protecciones hechas de láminas de acero de 0.7 mm de espesor para que dentro de estas se aloje los manómetros.



*Figura 3.9 Protección para los manómetros.
Fuente: Los Autores*

Los manómetros que nos indicaran la presión en el circuito delantero y el manómetro que nos indicara la presión en el circuito posterior se instalaron a lado izquierdo y a

lado derecho del servofreno respectivamente. Estos manómetros nos permitirán visualizar el valor de la presión que se encuentra en el circuito hidráulico.



*Figura 3.10 Protecciones de los manómetros.
Fuente: Los Autores*

En la figura 3.11 se aprecia los manómetros ya colocados en sus alojamientos.



*Figura 3.11 Manómetros en sus alojamientos.
Fuente: Los Autores*

3.7.5 Instalación de los circuitos hidráulicos de frenado

Para la conexión de todos los circuitos hidráulicos se utilizó cañerías de aluminio adecuadas para el sistema de frenos. Las cuales adquirimos a medida para cada uno de los circuitos y además se consiguió los neoplos que faltaban.



*Figura 3.12 Instalación de cañerías.
Fuente: Los Autores*

Como se observa en la figura 3.13 las cañerías se tuvieron que dar la forma adecuada para que estéticamente y de una manera práctica las cañerías queden ubicadas en el banco didáctico.



Figura 3.13 *Instalación de cañerías.*
Fuente: Los Autores



Figura 3.14 *Circuito hidráulico totalmente instalado.*
Fuente: Los Autores

Una vez instalado todo el circuito en los dos bancos se procedió a apretar todos los neplós de una manera correcta para que no puedan existir fugas a futuro.



Figura 3.15 *Apriete de neplós.*
Fuente: Los Autores

A continuación procedimos a colocar líquido de freno en cada una de las bombas, y procedimos a purgar el sistema para eliminar el aire dentro del sistema hidráulico.



*Figura 3.16 Purgado del sistema hidráulico.
Fuente: Los Autores*

Este proceso se repitió en los dos bancos didácticos con esto aseguramos que el circuito funcione de la mejor manera.

3.7.6 Instalación del freno de estacionamiento

El sistema de freno de estacionamiento o común mente conocido como freno de mano, instalamos únicamente en el banco que tiene el sistema de freno de tambor simplex, debido a que este lo dispone originalmente. Debemos aclarar que en el banco del sistema de frenos dúplex originalmente no dispone el sistema de freno de estacionamiento, ya que este sistema viene montado en los vehículos en su parte delantera, como por ejemplo en el Toyota 1000 y Datsun 1200.

Como se observa en la figura 3.17, se construyó un cajetín en donde se colocara la unión de los cables que salen de los tambores con el cable que se conecta a la palanca del freno de estacionamiento.



*Figura 3.17 Cajetín de freno de estacionamiento.
Fuente: Los Autores*

Seguidamente se procedió a instalar los cables con una platina que va a servir como la unión de los tres cables.



*Figura 3.18 Instalación de los cables.
Fuente: Los Autores*

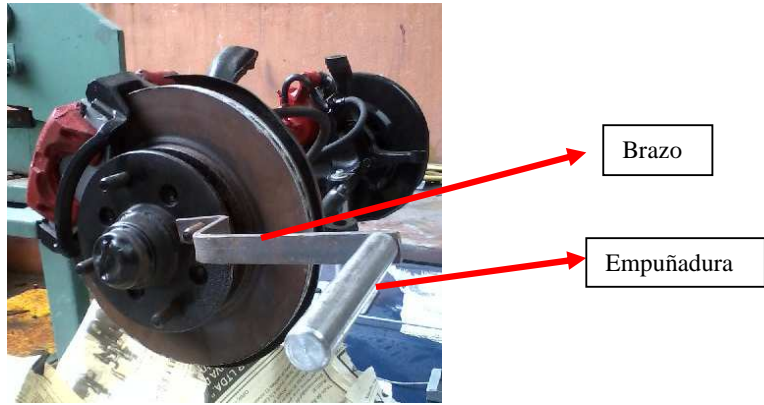
En la Figura 3.19 se puede ver la instalación completa del sistema hidráulico y del accionamiento del freno de estacionamiento.



*Figura 3.19 Instalación de los cables.
Fuente: Los Autores*

3.7.7 Acoplamiento de las manivelas

Por último se construyó unas manivelas para poder girar tanto los tambores como los discos de frenos de los dos bancos. El eje y el brazo de la manivela se construyeron con una platina de $\frac{3}{4}$ " x $\frac{1}{4}$ ", y la empuñadura se construyó con un tubo de acero de fundición como se observa en la Figura 3.20.



*Figura 3.20 Instalación de los cables.
Fuente: Los Autores*

**CAPITULO IV: ELABORACIÓN
DEL MATERIAL MULTIMEDIA
(VIDEO, ANIMACIÓN, POWER
POINT, PDF) PARA EL
MANTENIMIENTO Y
REALIZACIÓN DE LAS
PRÁCTICAS DE LOS DOS BANCOS
DIDÁCTICOS FUNCIONALES DEL
SISTEMA DE FRENOS
HIDRÁULICO MIXTO DISCO –
TAMBOR.**

4.1 GUÍA DE PRÁCTICA PARA EL RECONOCIMIENTO DE LOS ELEMENTOS DE LOS SISTEMAS DE FRENOS HIDRÁULICOS DISCO – TAMBOR

4.1.1 Objetivo General

- Desarrollar las destrezas y las capacidades intelectuales de los estudiantes, en la materia del reconocimiento de los elementos de los sistemas de frenos hidráulicos disco – tambor.

4.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar la inspección visual de la disposición de los diferentes conjuntos de frenos.
- Reconocer de una manera práctica los diferentes tipos de sistemas de frenos.
- Identificar de una manera práctica los diferentes tipos de elementos frenantes.
- Reconocer los elementos de calibración de cada tipo de frenos de tambor.

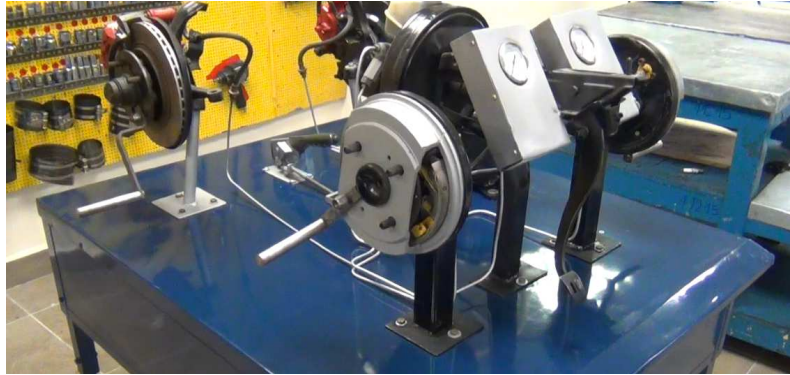
4.1.3 Procedimiento general de la práctica.

Paso 1: Con los bancos didácticos a su disposición, primero proceda a levantar los soportes telescópicos, para tener mejor facilidad de realizar el trabajo.



*Figura 4.1 Banco didáctico del sistema de frenos.
Fuente: Los Autores*

Paso 2: Frente a los bancos proceda a visualizar e identificar cada uno de los sistemas de frenos, tanto de tambor como los de disco, en los bancos didácticos correspondientes.



*Figura 4.2 Sistemas de frenos disco-tambor.
Fuente: Los Autores*

Paso 3: Una vez que ha identificado cada uno de los sistemas de frenos, proceda a desarmar los frenos de tambor siguiendo los siguientes pasos:

- 1) Proceda a retirar las tuercas que sujetan a las manivelas y las que sujetan a los tambores.



*Figura 4.3 Sacando tuercas que sujetan al tambor.
Fuente: Los Autores*

- 2) Retire los tambores, y observe detenidamente la posición de los elementos antes de desarmarlos para luego armarlo correctamente.



*Figura 4.4 Sistema de frenos de tambor.
Fuente: Los Autores*

- 3) Saque los seguros que sostienen a las zapatas del freno.



*Figura 4.5 Sacando los seguros que sujetan las zapatas.
Fuente: Los Autores*

- 4) Con cuidado proceda a sacar los resortes o muelles de retorno que tiene el conjunto.



*Figura 4.6 Extracción de muelles de recuperación de zapatas.
Fuente: Los Autores*

- 5) Saque los mecanismos de calibración y desconecte el cable del freno de mano en el banco que corresponda.

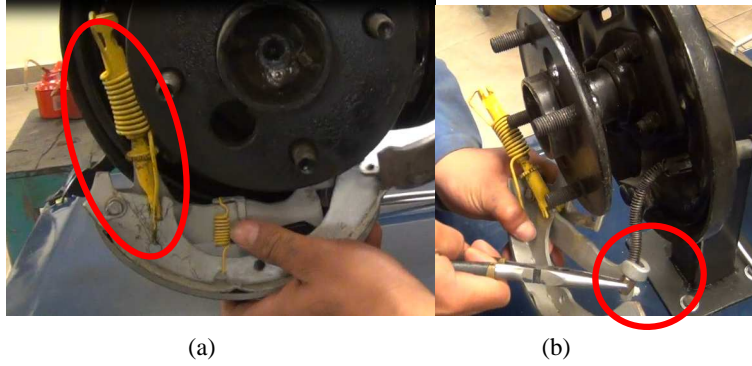


Figura 4.7 (a) Sacando el mecanismo de calibración, (b) Sacando el cable del freno de mano.
Fuente: Los Autores

- 6) Sacar los bombines y desmontar sus pistones con sus respectivos retenes, y el muelle que se encuentra dentro de cilindro, para el caso del sistema simplex.



Figura 4.8 Despiece del bombín del freno de zapatas.
Fuente: Los Autores

Paso 4: Desmontaje del sistema de frenos de disco.

- 1) Se procede por sacar las mordazas retirando un perno de guía.



Figura 4.9 Sacando perno guía de la mordaza.
Fuente: Los Autores

- 2) Saque las pastillas de freno, y luego retire sus guías correspondientes.



*Figura 4.10 Extracción de pastillas de freno.
Fuente: Los Autores*

- 3) Con la mordaza fuera, proceda a retirar el pistón de la siguiente manera:
 - Accionando con cuidado el pedal del freno, o bien, utilizando aire comprimido que se introduce por el orificio de llegada del líquido, cuidando de que el pistón no se golpee en su salida, para lo cual se suele colocar un taco de madera como tope.



*Figura 4.11 Extracción del pistón de la mordaza.
Fuente: Los Autores*

Paso 5: Una vez que tiene todos los elementos desmontados tanto del conjunto de frenos de tambor y de disco, proceda a realizar un dibujo de cada uno de estos elementos con sus respectivos nombres, para reforzar sus conocimientos.

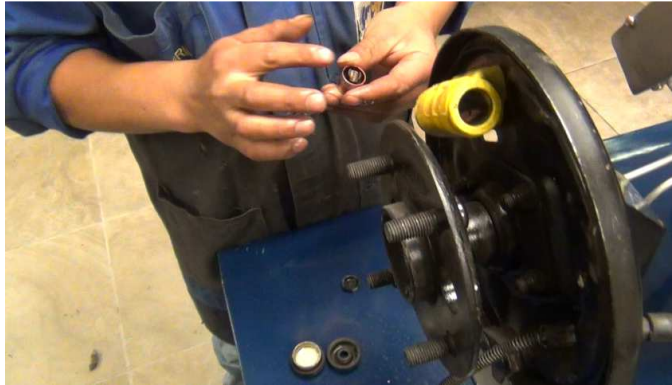
Paso 6: Armado del conjunto de freno por tambor.

- 1) Limpieza de todos los elementos. Con un poco de agua, detergente y papel de lija número 400 proceda a lijar el cilindro, así como el resto de elementos.



*Figura 4.12 Limpieza de elementos.
Fuente: Los Autores*

- 2) Luego séquelos en su totalidad usando aire comprimido y humedezca los retenes y el cilindro del bombín con líquido de frenos.



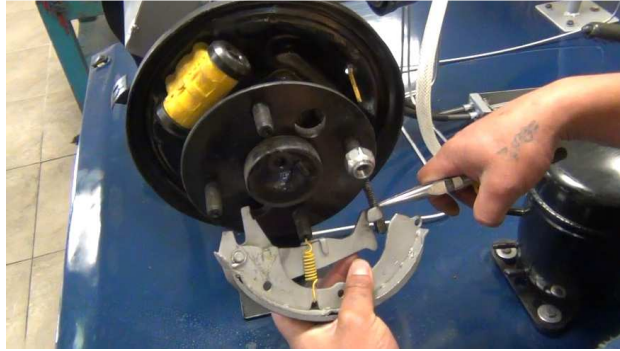
*Figura 4.13 Lubricación de elementos internos del bombín.
Fuente: Los Autores*

- 3) Armar el sistema de los bombines correctamente y luego colocarlos en el plato de freno.



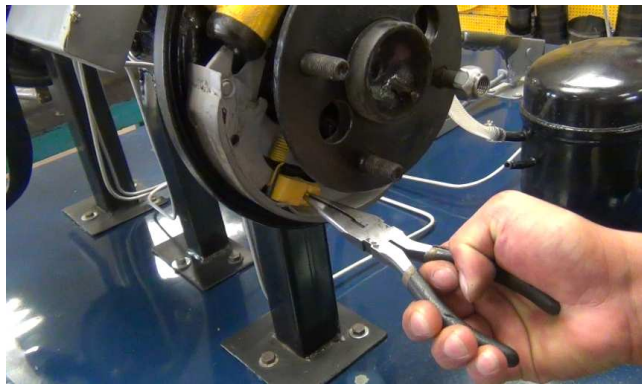
*Figura 4.14 Conjunto del bombín armado.
Fuente: Los Autores*

- 4) En el caso del sistema simplex coloque el cable del freno de mano.



*Figura 4.15 Colocación del cable de freno de mano.
Fuente: Los Autores*

- 5) Colocar los seguros de las zapatas.



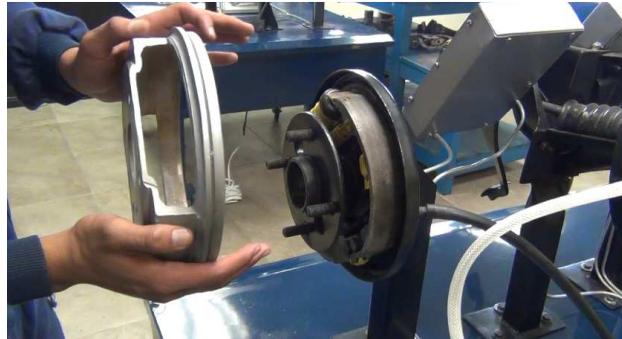
*Figura 4.16 Instalación de seguros para zapatas.
Fuente: Los Autores*

- 6) Colocar las zapatas, los resortes y los mecanismos de calibración.



*Figura 4.17 Instalación de muelles de recuperación de las zapatas.
Fuente: Los Autores*

- 7) Poner el tambor y fijarlo con las tuercas que posee.



*Figura 4.18 Colocación del tambor de freno.
Fuente: Los Autores*

Paso 7: Armado del conjunto de freno de disco.

- 1) Limpieza de todos los elementos. Con un poco de agua, detergente y papel de lija numero 400 proceda a lijar el cilindro, así como el resto de elementos.



*Figura 4.19 Pistón totalmente limpio.
Fuente: Los Autores*

- 2) Luego séquelos en su totalidad usando aire comprimido y humedezca los retenes y el cilindro con líquido de frenos.



*Figura 4.20 Lubricación de elementos para el montaje.
Fuente: Los Autores*

- 3) Se debe colocar el pistón y se debe tener cuidado de no dañar los cauchos retenes.



*Figura 4.21 Instalación del pistón en su alojamiento en la mordaza.
Fuente: Los Autores*

- 4) Antes de colocar las pastillas, debemos de lubricar los pernos guías con grasa que contenga algún lubricante sólido (grasa de litio, grasa de molibdeno, etc.)



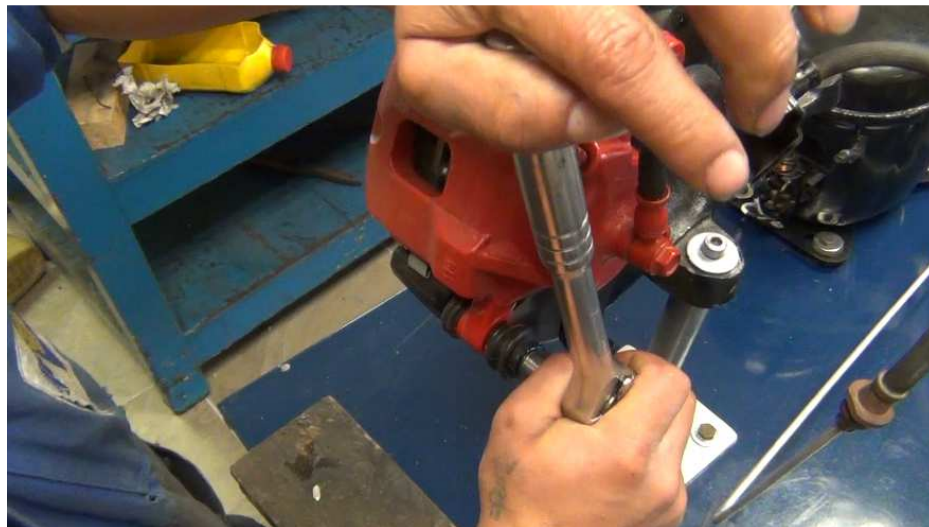
*Figura 4.22 Engrasado de guías de la mordaza.
Fuente: Los Autores*

- 5) Colocar el soporte de las pastillas, las pastillas y la mordaza para posteriormente ajustar los pernos de fijación.



*Figura 4.23 Instalación de las pastillas de frenado.
Fuente: Los Autores*

Paso 8: Finalmente verifique que todos los elementos estén correctamente armados y ajustados.



*Figura 4.24 Apriete del perno guía.
Fuente: Los Autores*

4.2 GUÍA PRÁCTICA PARA EL MANTENIMIENTO Y COMPROBACIONES DE LOS SISTEMA DE FRENOS DISCO-TAMBOR

4.2.1 Objetivos Generales:

- Desarrollar los conocimientos adquiridos y las habilidades manuales de los estudiantes, sobre el mantenimiento y comprobaciones del sistema de frenos disco- tambor.
- Implantar el método o procedimiento más adecuado para el mantenimiento del sistema de frenos disco- tambor, con el fin de que los estudiantes puedan a futuro ejecutar y proveer esta actividad, en los vehículos de turismo.

4.2.2 Objetivos Específicos:

- Realizar una inspección visual de los elementos para determinar su estado de funcionamiento.
- Desmontar y despiezar cada uno de los componentes para verificar el estado actual de los elementos internos, así como las posibles averías que se presentan.
- Establecer las causas que provocan daños en los elementos, basándose en el diagnóstico y en lo que dicta la teoría aplicada.

4.2.3 Introducción:

Los frenos son de vital importancia para la seguridad del vehículo y de sus ocupantes; por tanto, deben estar siempre en perfecto estado de funcionamiento.

El perfecto funcionamiento de los frenos se comprueba por su comportamiento en carretera y por la eficacia de su frenado, pudiéndose diagnosticar, en función de los fallos observados, la causa o causas que originen la avería para su posterior verificación y reparación de los elementos afectado.

4.2.4 Medidas de seguridad.

- El sistema de freno es un elemento crítico para garantizar la seguridad del vehículo, con lo cual todas las piezas que lo componen son imprescindibles para tal fin.
- Toda manipulación del sistema debe ser llevada a cabo con extremo cuidado y por profesionales cualificados. Un error en dicha manipulación, puede llevar al fallo completo del sistema.
- No se debe utilizar aire a presión para limpiar el polvo producto del desgaste de los elementos frenantes, ya que su inhalación puede ser perjudicial para la salud.
- Utilizar una mascarilla si se trabaja en ambientes mal ventilados.
- Emplear productos específicos de limpieza, como espray de freno.

4.2.5 Procedimiento del mantenimiento de frenos de disco- tambor

Paso 1. Con los bancos dispuesto para usted, realice una inspección visual de cómo está el estado de los elementos que se encuentran en los bancos.

Paso 2. Proceda a desamar los conjuntos de frenos de disco y tambor siguiendo los pasos necesarios de la guía 1. Véase *Guía 1 Paso 3 y Paso 4*.

Paso 3. Mantenimiento en el conjunto del freno de tambor.

En un tambor de freno se debe realizar las siguientes inspecciones:

- 1) Al girar el tambor escuchar si presenta ruidos, desgaste excesivo (ranuras, cóncavo, etc.). También se comprobará el ovalamiento de la superficie circular de rozamiento, que deberá ser inferior a 0.1 mm. Esta medida se tomara con la ayuda de un reloj comparador.



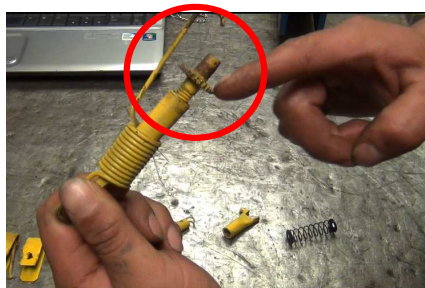
*Figura 4.25 Girando el tambor de freno.
Fuente: Los Autores*

- 2) Comprobaremos que los muelles de retroceso son eficientes, procediendo a su sustitución si observamos una extensión entre espiras. También es recomendable sustituirlas siempre que se cambien las zapatas.



*Figura 4.26 Comprobación de muelles de recuperación.
Fuente: Los Autores*

- 3) Comprobar el estado y funcionamiento del sistema de reglaje, especialmente en cuanto al dentado se refiere, que no debe presentar roturas de dientes ni desgaste excesivo. Cualquier anomalía en este sistema, se cambiara por nuevas.



*Figura 4.27 Inspección del sistema de calibración.
Fuente: Los Autores*

- 4) Zapatas de frenos.- Los forros de las zapatas no deben de estar sucios ni impregnados de aceite.
- Compruebe el estado de las zapatas si no presentan ralladuras o roturas.



*Figura 4.28 Zapatas de freno.
Fuente: Los Autores*

- Compruebe que el espesor sea superior a 2mm.



*Figura 4.29 Midiendo el espesor de las zapatas.
Fuente: Los Autores*

- En caso de que no cumpla con cualquiera de las dos condiciones anteriores, usted puede revestir las zapatas asegurándose de que los materiales de revestimiento sean de la misma calidad que el original. Lo recomendable es reemplazar las cuatro zapatas de los dos tambores del mismo eje.
- 5) Los dos tambores de freno del mismo eje deben de tener siempre el mismo diámetro. Cada vez que se realice un mantenimiento de frenos siempre se debe rectificar la superficie de fricción entre el tambor y las zapatas, para garantizar la efectividad del frenado.



*Figura 4.30 Midiendo el diámetro de los tambores de freno.
Fuente: Los Autores*

Paso 7. Mantenimiento del bombín para el sistema de frenos simplex.

- 1) Con el bombín despiezado compruebe el estado del cilindro, pistones y cauchos retenes. Si el daño en el conjunto es excesivo, reemplace por uno nuevo.



*Figura 4.31 Comprobación del bombín y sus elementos.
Fuente: Los Autores*

- 2) Si el daño es mínimo, tanto en el pistón como en el cilindro proceda a lijar la superficie exterior e interior de los elementos respectivamente, utilizando una lija muy fina (400) y aceite, luego límpielo de todas las impurezas que existan.



*Figura 4.32 Limpieza de elementos.
Fuente: Los Autores*

- 3) Siempre cambie los cauchos retenes en cada mantenimiento, para garantizar la estanqueidad en el bombín.

- 4) Para armar el bombín, primero humedezca con líquido de freno la parte interior del cilindro, así como los pistones con sus respectivos retenes y también el muelle.



Figura 4.33 Lubricación de elementos para el armado.
Fuente: Los Autores

- 5) Luego por el extremo del cilindro introduzca el pistón, luego el reten, seguidamente el muelle, introduzca el otro reten y por último el segundo pistón.



Figura 4.34 Armado de conjunto bombín.
Fuente: Los Autores

Paso 8. Mantenimiento del bombín para el sistema de frenos dúplex.



Figura 4.35 Sistema de frenos dúplex.
Fuente: Los Autores

- 1) Con el bombín despiezado compruebe el estado del cilindro, pistones y cauchos retenes. Si el daño en el conjunto es excesivo, reemplace por uno nuevo.



*Figura 4.36 Bombín despiezado.
Fuente: Los Autores*

- 2) Si el daño es mínimo, tanto en el pistón como en el cilindro proceda a lijar la superficie exterior e interior de los elementos respectivamente, utilizando una lija muy fina (400) y aceite, luego límpielo de todas las impurezas que existan.



*Figura 4.37 Limpieza del pistón.
Fuente: Los Autores*

- 3) Siempre cambie los cauchos retenes en cada mantenimiento, para garantizar la estanqueidad en el bombín.



Figura 4.38 Conjunto pistón – reten.
Fuente: Los Autores

- 4) En este tipo de freno dúplex no dispone un muelle entre el cilindro y el pistón.
- 5) Para armar el bombín, primero humedezca con líquido de freno la parte interior del cilindro, así como los pistones con sus respectivos retenes.

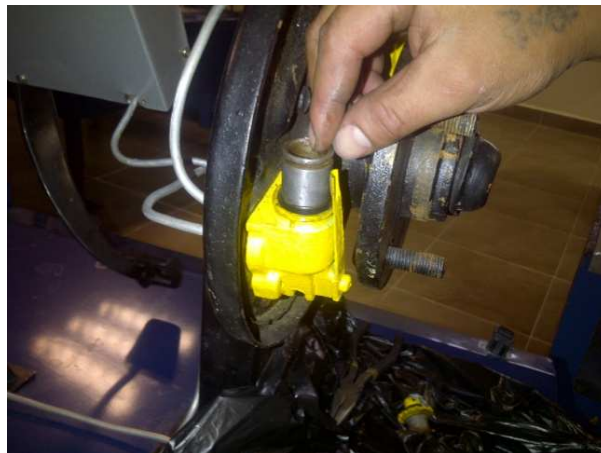


Figura 4.39 Introducción del pistón humedecido en el bombín.
Fuente: Los Autores

- 6) Luego introduzca el pistón con su respectivo reten dentro del cilindro del bombín, coloque el guardapolvo y por último introduzca el pistón flotante de calibración, dentro del pistón que está en el bombín.



*Figura 4.40 Introducción del pistón flotante.
Fuente: Los Autores*

Paso 9. Mantenimiento en el conjunto del freno de disco.

➤ **Importante:**

El material de fricción de las pastillas, así como los discos, no debe entrar en contacto con grasas, lubricantes, limpiadores o productos de origen mineral, ya que podrían causar la ineficacia del sistema de frenado. Si esta contaminación se produjese es recomendable la sustitución del material afectado.

Para la sustitución de las pastillas debe ser empleadas herramientas específicas que no causen daños al material de fricción, no deben contener aristas cortantes que puedan dañar las pastillas. Los aprietes deben ser los especificados por el fabricante siendo realizados con una llave dinamométrica.

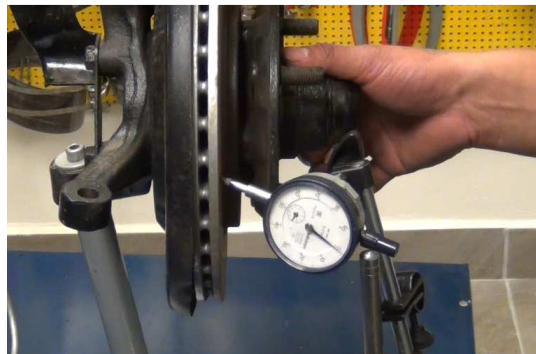
Cualquier tipo de fallo en el sistema observado durante la instalación de las pastillas nuevas, deberá ser subsanada para conseguir así, la garantía total del correcto funcionamiento del sistema.

➤ **Procedimiento:**

Primero procedemos a revisar el disco de freno: los discos pueden sufrir diferentes daños: alabeado, rotura y cristalización

1) Alabeo

- Causa.- El alabeo se produce por un sobrecalentamiento de la superficie de frenado que provoca una deformación en el disco.
- Efecto.- Provoca vibraciones en la frenada y una disminución en la potencia de frenado.
- Recomendación.- El alabeo puede ser prevenido con una conducción menos exigente con los frenos, aprovechando el freno motor con un uso inteligente de la caja de cambios para reducir la carga del freno de servicio. Pisar el freno continuamente provoca una gran cantidad de calor, por lo que debe evitarse.
- Comprobaciones.- Para verificar se mide con micrómetro (el espesor) y con un reloj comparador. Para medir el alabeo se coloca un reloj comparador como se observa en la siguiente figura. La medida no debe ser mayor a la de 0.1 mm caso contrario se puede rectificar el disco siempre que el alabeo no es excesivo, y si el disco todavía dispone de un espesor dentro del límite permitido. En caso de tener una medida exagerada de alabeo debe sustituir el disco.



*Figura 4.41 Comprobación de alabeo.
Fuente: Los Autores*

2) Rotura

- La rotura está en todos los tipos de discos, en los que pueden aparecer grietas entre los agujeros (para los ventilados y súper ventilados), y grietas en la superficie de fricción que tiene el disco. En caso de tener las roturas como se observa en la figura 4.42 es necesario sustituir el disco por uno nuevo.



*Figura 4.42 Disco de freno roto.
Fuente: Los Autores*

3) Cristalización

- El disco se cristaliza cuando, al momento de frenar, el material de fricción del disco con las pastillas generan una mayor temperatura, provocando que el disco se quemé, quedando de un color azulado.³⁰



*Figura 4.43 Cristalización del disco de freno.
Fuente: Los Autores*

- Para este daño hay que reemplazar el disco de freno por uno nuevo. Sin embargo esta peligrosa práctica puede dejar al vehículo sin frenos, ya que puede causar el "desvanecimiento" de estos, es decir la pérdida momentánea de gran parte o la totalidad de la capacidad de frenado en tanto los frenos no se enfríen.

³⁰ http://es.wikipedia.org/wiki/Freno_de_disco

- 4) Espesor mínimo.- Cada fabricante indica el espesor mínimo en el propio disco.
- Cuando el espesor está abajo del mínimo indicado, hay el peligro de supercalentamiento, ruptura del disco, deficiencia en el frenado, daños en los retenes (sellos) y “cristalización” de las pastillas por exceso.
 - Se debe medir el espesor del disco periódicamente con un pie de rey tomando en cuenta la media mínima que da el fabricante y de presentarse esta medida es necesario sustituir el disco.



*Figura 4.44 Comprobación del espesor del disco.
Fuente: Los Autores*

- 5) Pastillas de freno.- Cuando baja el factor de fricción, cambia considerablemente el comportamiento de los frenos y puede prologarse claramente la distancia de frenado.
- Por esta razón el factor de fricción debe mantenerse elevado durante toda la vida útil de las pastillas. Por este motivo cuando estén cristalizadas o tengan desgastes irregulares como ranuras, centro alto o cóncavo (muchas veces causas de ruido) y cuando se llegue al espesor mínimo, se deben reemplazar las pastillas por nuevas de preferencia originales para garantizar durabilidad y seguridad.



*Figura 4.45 Pastillas de freno.
Fuente: Los Autores*

- Es necesario revisar periódicamente el estado de las pastillas, siendo obligatorio cambiarlas antes de que el grosor del material sea de 8 mm. Además en la mayoría de vehículos viene montado dispositivos sonoros en las pastillas, los cuales permiten alertarnos de que las pastillas están desgastadas.
- Es fundamental sustituir a la vez las 4 pastillas de un mismo eje para evitar una frenada asimétrica.
- Colocar las nuevas pastillas de freno, siempre tomando en cuenta la posición que indica el fabricante ya algunos modelos tienen posición.
- Al momento de cambiar las pastillas de freno siempre tener en cuenta la marca y calidad de guarnición prescritas por el fabricante.

6) Pistones.

- Se tiene que retirar el pistón de la mordaza y observar si los cauchos retenes se encuentran en buen estado.



*Figura 4.46 Estado de caucho retenes.
Fuente: Los Autores*

- Además observar si el pistón no presenta óxido debido que el líquido de frenos puede tener agua, en el caso de que el pistón este corroído y presente fugas se deberá reemplazar el pistón y el retén respectivamente, caso contrario se debe dar el mantenimiento de la misma manera como se explicó en el mantenimiento de los bombines de los frenos de tambor.



*Figura 4.47 Limpieza del pistón.
Fuente: Los Autores*

- Revisar si los retenes están desgastados, reemplazar por nuevos porque eso puede provocar fugas y pérdidas de presión de líquido.

Paso 10. Una vez realizado las comprobaciones y el mantenimiento de los conjuntos del sistema de frenos, proceda a realizar el armado de los mismos; siguiendo los pasos de la guía 1 paso 6.

Paso 11. Con los conjuntos armados correctamente, procedemos a realizar el purgado del sistema hidráulico.

- 1) Se debe colocar suficiente líquido en el depósito.



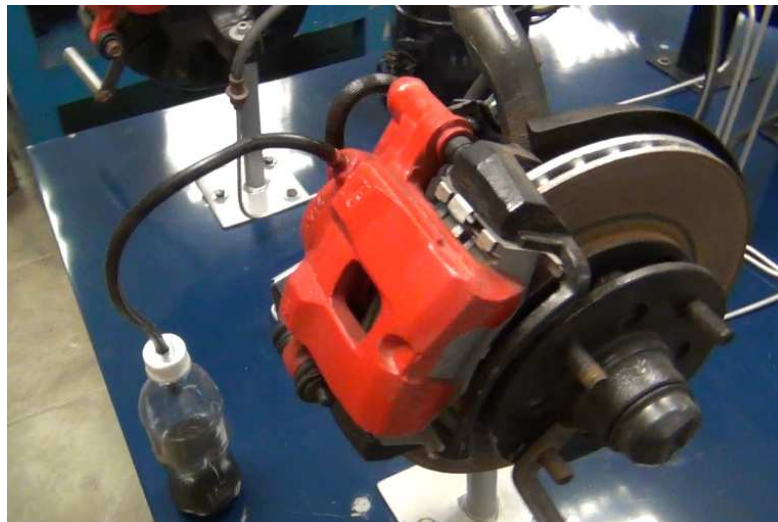
*Figura 4.48 Llenado de líquido de frenos en el depósito.
Fuente: Los Autores*

- 2) Se procede a encender el motor de vacío para reducir el esfuerzo al presionar el pedal.



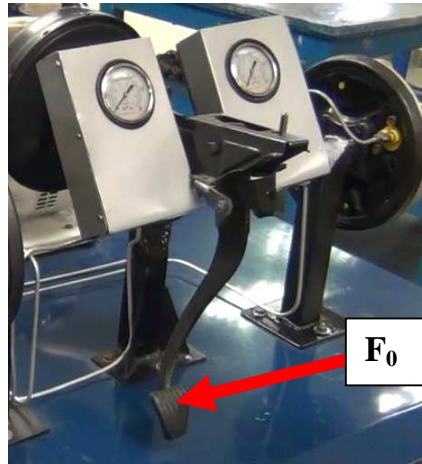
*Figura 4.49 Encendido del motor de vacío.
Fuente: Los Autores*

- 3) Coloque la manguera en la purga para evitar que el líquido salga descontrolado y no se derrame en el banco. Con esto estamos garantizando que se mantenga la pintura del banco.



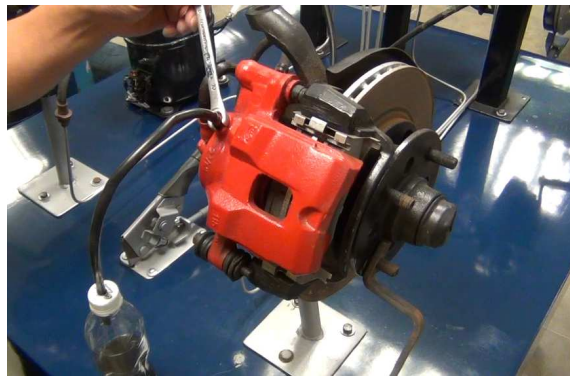
*Figura 4.50 Purgado del sistema hidráulico.
Fuente: Los Autores*

- 4) Presione varias veces el pedal de freno y luego mantenemos presionado.



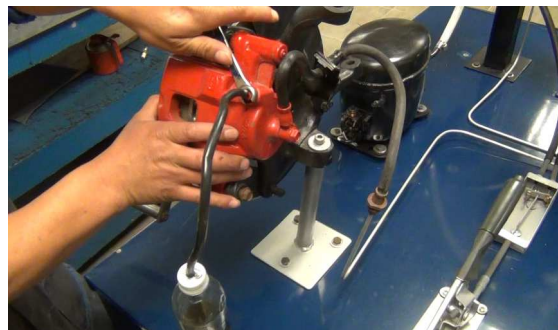
*Figura 4.51 Pedal de freno.
Fuente: Los Autores*

- 5) En ese momento con la llave de cañería abra el purgador y deje salir el aire.



*Figura 4.52 Purgado del sistema hidráulico.
Fuente: Los Autores*

- 6) Cierre el purgador y repita la operación hasta que salga líquido limpio y sin aire.



*Figura 4.53 Purgado del sistema hidráulico.
Fuente: Los Autores*

- 7) Al finalizar el purgado presione el pedal a fondo, debe mantenerse en esta posición y no ceder, ya que si ocurre esto es debido a que el sistema se encuentra con aire y se debe repetir el purgado, las veces que sea necesario.

- 8) Todo este procedimiento se realiza en las ruedas comenzando desde la más alejada del cilindro maestro.

4.3 GUÍA PRÁCTICA PARA EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA HIDRAULICO Y DE LA BOMBA MAESTRA DE LOS FRENOS DISCO-TAMBOR

4.3.1 Objetivos Generales:

- Desarrollar los conocimientos intelectuales y las habilidades manuales de los estudiantes, sobre el mantenimiento del sistema hidráulico y de la bomba maestra de los frenos disco- tambor.
- Implantar el método o procedimiento más adecuado para el mantenimiento del sistema hidráulico de frenos y de la bomba maestra, con el fin de que los estudiantes puedan a futuro ejecutar y proveer esta actividad, en los vehículos de turismo.

4.3.2 Objetivos Específicos:

- Realizar una inspección visual de los elementos para determinar su estado de funcionamiento.
- Desmontar y despiezar cada uno de los componentes de la instalación hidráulica de frenos como también la bomba maestra, para verificar el estado de los elementos, así como las posibles averías que se presentan.
- Establecer las causas que provocan daños en los elementos, basándose en el diagnóstico y en lo que dicta la teoría aplicada.

4.3.3 Procedimiento del mantenimiento de frenos de disco- tambor

Paso 1. Con los bancos dispuestos para usted, realice una inspección visual y verifique el estado de los elementos hidráulicos, así como la bomba maestra.

Paso 2. Prueba de estanqueidad del circuito de frenos.

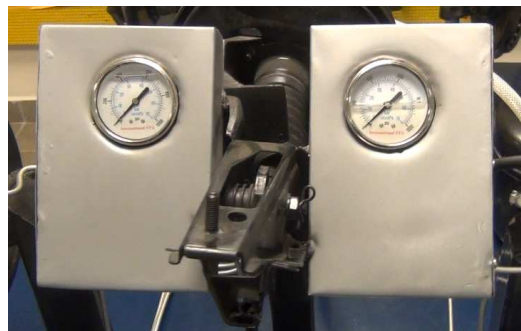
Los posibles puntos de fuga de un circuito de frenos pueden localizarse fácilmente por las mancha de líquido que dejan.

- 1) Cuando resulta difícil la localización del punto de fuga, se accionará varias veces y con fuerza el pedal del freno, observando al mismo tiempo si se producen fugas de líquido.



*Figura 4.54 Pedal de freno accionado.
Fuente: Los Autores*

- 2) También pueden comprobarse las fugas inyectando aire a una presión comprendida entre 2 y 3 bar por el tapón de llenado del depósito.
- 3) La estanqueidad del circuito se comprueba con la ayuda los manómetros ya instalados en los bancos. En estas condiciones, se acciona el pedal de freno hasta alcanzar una presión elevada en el circuito (del orden de 40 bar) y se fija el pedal del freno mediante un elemento apropiado para mantenerlo accionado. La presión en el circuito no debe de caer más de 5 bar en 10 min. En caso de descenso significativo, es síntoma de que existe fuga.



*Figura 4.55 Manómetros.
Fuente: Los Autores*

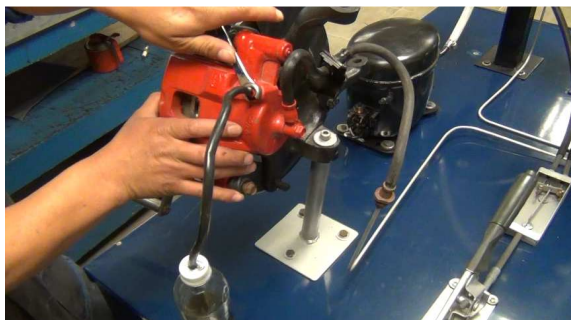
- 4) A veces la fuga se produce en el cilindro maestro, desde la cámara de presión hacia atrás en el interior. Se nota esta fuga cuando se acciona suave y

lentamente el pedal del freno pudiendo llegar a hundirse totalmente hasta el final del recorrido. El daño entonces está en el retén primario o el cilindro esta rayado.



*Figura 4.56 Cilindro maestro.
Fuente: Los Autores*

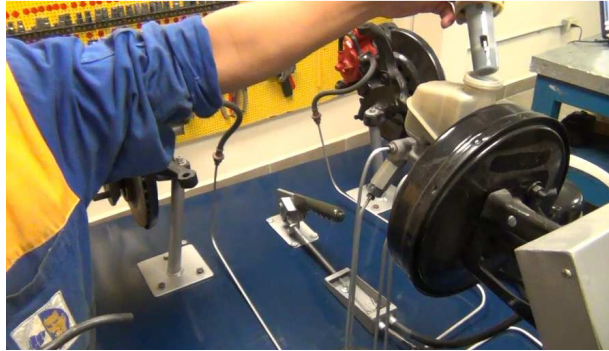
- 5) Deberá comprobarse también el correcto funcionamiento del orificio de dilatación del cilindro maestro. Para ello, teniendo conectado el manómetro en uno de los cilindros de rueda, se acciona el pedal con la mano hasta alcanzar una presión de 3 bares. Soltando el pedal a continuación, la aguja del manómetro debe de caer a cero rápidamente, salvo en el caso de los cilindros equipados con válvula de retención, en los cuales la presión se queda en un valor comprendido entre 0.5 y 1 bar.
- 6) También se deben de comprobar las posibles obstrucciones en el circuito de frenos, para lo cual, teniendo sometido el circuito a presión, se irán aflojando cada uno de los purgadores y comprobando que el líquido sale por ellos libremente. Si en algún caso sale con dificultad, es que existe una obstrucción.



*Figura 4.57 Comprobación de obstrucciones en el sistema hidráulico.
Fuente: Los Autores*

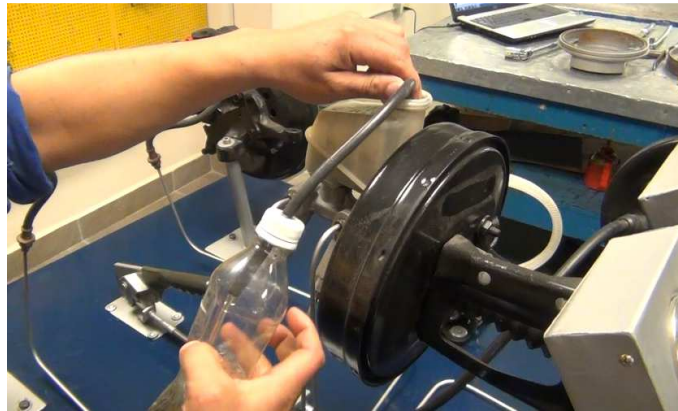
Paso 3. Luego de haber realizado las pruebas anteriores, proceda a vaciar el líquido de frenos, para desmontar la bomba:

- Primeramente retire la tapa del depósito.



*Figura 4.58 Tapa del depósito.
Fuente: Los Autores*

- Vaciar el líquido del depósito con la ayuda de una jeringa, en este caso con la ayuda de una botella y una manguera.



*Figura 4.59 Extracción del líquido para freno.
Fuente: Los Autores*

- Asegúrese de que salga todo el líquido de las cañerías, con los pasos del proceso de purga del sistema hidráulico (*Guía 2 paso 11*).

Paso 4. Proceda a aflojar los neoplos de las cañerías, tanto de los discos, tambores como los de la bomba.



*Figura 4.60 desconectando nepllos de las cañerías.
Fuente: Los Autores*

Paso 5. Una vez que usted tiene las cañerías hidráulicas desconectadas, proceda a revisarlas cuidadosamente que no presente obstrucciones, oxido, grietas. Para comprobar esto, se debe mandar aire a presión por las cañerías.

Paso 6. Con la bomba sin las cañerías proceda a retirarla del servofreno, sacando las tuercas que la sujetan, para seguidamente pasar al despiece de la misma.



*Figura 4.61 Sacando pernos de unión bomba-servofreno.
Fuente: Los Autores*

Paso 7. Desmontaje y despiece de la bomba maestra.

- Al momento de retirar la bomba, tenga cuidado de que no gotee liquido sobre la pintura de los bancos.



*Figura 4.62 Bomba principal.
Fuente: Los Autores*

- Coloque el cuerpo de la bomba en una entenalla y tenga cuidado al ajustar la entenalla para evitar daños en la bomba.



*Figura 4.63 Bomba principal montada en una entenalla.
Fuente: Los Autores*

- Con un desarmador retire el seguro que se observa en la siguiente figura.



*Figura 4.64 Despiece de la bomba principal.
Fuente: Los Autores*

- Ahora proceda a sacar el pistón, conjuntamente con el muelle y sus retenes.



*Figura 4.65 Despiece de la bomba principal.
Fuente: Los Autores*

Paso 8. Comprobaciones que se deben hacer en la bomba maestra son:

- Debe observar que los muelles y los retenes no se encuentren rotos o desgastados, ya que estas son las razones principales de fugas de líquido y pérdida de presión en el sistema. En caso de que los elementos presenten danos excesivos se deberá cambiarlos por nuevos, es decir cambiar el kit de reparación de la bomba.



*Figura 4.66 Comprobaciones en la bomba maestra.
Fuente: Los Autores*

- Generalmente, cuando se desmontan estos elementos para su revisión, es conveniente sustituir las gomas y retenes para garantizar la estanqueidad en la bomba.



*Figura 4.67 Comprobaciones en el pistón, muelles y cauchos retenes.
Fuente: Los Autores*

- Los émbolos no deben estar rayados ni tener síntomas de agarrotamiento; en caso contrario deben sustituirse.



*Figura 4.68 Comprobaciones en el pistón.
Fuente: Los Autores*

- Comprobar que la superficie interior del cuerpo de bomba que no presente asperezas ni señales de oxidación. En caso de oxidación superficial eliminarla con una lija muy fina bañada en aceite, procurando no disminuir el diámetro de los mismos.



*Figura 4.69 Comprobaciones en el interior de la bomba.
Fuente: Los Autores*

- También se debe revisar que el guardapolvo del servo freno en la que se apoya la bomba no se encuentre soplado o fatigado.



*Figura 4.70 Comprobaciones en el retén.
Fuente: Los Autores*

- Para proceder a tomar las medidas y realizar las comprobaciones de los elementos interiores, se debe realizarse la previa limpieza, de forma de obtener medidas lo más exactas posibles.



*Figura 4.71 Limpieza total de todos los elementos.
Fuente: Los Autores*

- Con un poco de agua y detergente proceda a la limpieza de los elementos.



*Figura 4.72 Limpieza del cilindro de la bomba maestra.
Fuente: Los Autores*

- Luego séquelos en su totalidad y lubríquelos con líquido de frenos.



*Figura 4.73 Lubricación de elementos internos de la bomba maestra.
Fuente: Los Autores*

- Las medidas que se necesita para el cálculo técnico de presión es del diámetro del cilindro.

Paso 9. Calculo técnico de fuerzas transmitidas hacia el pistón del freno de disco y al pistón del bombín del freno de tambor.

Paso 10. Armado de la bomba maestra

- 1) Para proceder al armado se debe lubricar los elementos como se dijo anteriormente.
- 2) Coloque el pistón con todos sus retenes y con el muelle, dentro del cilindro.



*Figura 4.74 Armado del conjunto de la bomba maestra.
Fuente: Los Autores*

- 3) Coloque el seguro respectivo.



*Figura 4.75 Armado del conjunto de la bomba maestra.
Fuente: Los Autores*

- 4) Finalmente coloque la bomba en el servo freno cuidadosamente y ajuste correctamente las tuercas.

Paso 11. Armado del sistema hidráulico

- 1) Con la bomba ya colocado en el servo freno, procedemos a colocar las cañerías en la bomba.



*Figura 4.76 Colocación de neplros de las cañerías.
Fuente: Los Autores*

- 2) Una vez que se tiene armado las cañerías y bien ajustado los neplros procedemos a colocar liquido de freno en el depósito.



*Figura 4.77 Bomba maestra.
Fuente: Los Autores*

- 3) El control del líquido de frenos es fundamental ya que un líquido demasiado usado puede provocar una pérdida de la eficacia de la frenada o una fuga en el sistema hidráulico, fuente de fallo potencial. Un testigo del tablero de abordo le indicará el nivel de alerta. O hay q revirar el estado y nivel del líquido a menudo.



*Figura 4.78 Nivel de líquido.
Fuente: www.cdxetextbook.com*

- 4) Para terminar purgue el sistema (*Guía 2 paso 11*).
- 5) Se recomienda cambiar el líquido de frenos en un plazo de 1 año o 20.000 km.

4.3.4 Comprobación del servofreno

Prueba de vacío: Se nota por una falta de asistencia en el frenado. Se revisaría después de comprobar el resto de componentes del sistema de frenos.

- Consiste en inspeccionar la toma de vacío, en la que no deben de existir fugas, así como las posibles deformaciones de las cámaras, o la zona de acoplamiento del cilindro principal, suciedad del filtro de toma atmosférica, etc.



*Figura 4.79 Comprobación del servofreno.
Fuente: Los Autores*

- La verificación de la estanqueidad del servofreno se realiza con los motores de vacío en funcionamiento.
- Conectando una unidad de depresión (vacuómetro) entre el servofreno y la toma de vacío con un adaptador (Fig. 4.80) y un tubo lo más corto posible, se hará funcionar el motor durante un minuto, transcurrido el cual se estrangulará el tubo entre el adaptador y la toma de vacío con una pinza o Playo.



Figura 4.80 Comprobación del servofreno.
Fuente: Los Autores

- Seguidamente se apaga el motor.
- Si la caída de vacío acusada por el vacuómetro es superior a 25 mm de Hg (33.33 mbar) en 20 seg., es síntoma de que existe una fuga, que puede estar localizada en la válvula de retención (1), la membrana del émbolo del servofreno, la unión (2) de éste con la bomba o el engatillado (3) de la semicarcasas del mismo.

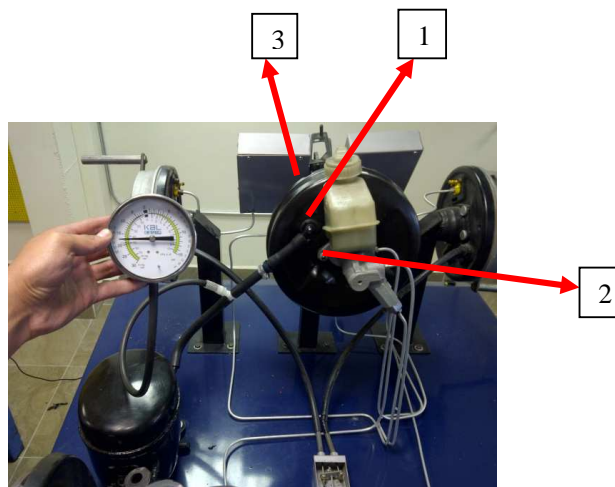


Figura 4.81 Comprobación del servo freno.
Fuente: Los Autores

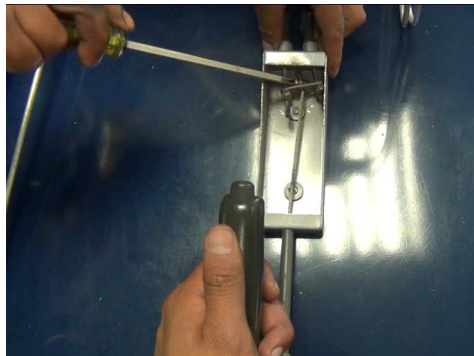
4.3.5 Proceso de verificación y reglaje del freno de mano.

- Comprobaremos su suavidad.
- También comprobaremos que no existen deformaciones ni agarrotamientos en los cables de mando, palanca, trinquete de fijación y demás componentes.



*Figura 4.82 Sistema de freno de mano.
Fuente: Los Autores*

- Posteriormente efectuaremos un reglaje del sistema, para lo cual, teniendo accionada la palanca del freno de mano hasta el sexto diente de su trinquete, se realizaremos el tensado del cable hasta obtener el frenado de la rueda, actuando sobre los prisioneros de reglaje.



*Figura 4.83 Calibración del freno de mano.
Fuente: Los Autores*

4.3.6 Comprobaciones finales.

- Verifique que el depósito de los frenos se encuentra con líquido a nivel máximo. Cuando el nivel del líquido desciende de este nivel, nunca agregue

líquido en el depósito tratando de mantener su nivel máximo ya que este nos ayuda a monitorear para el próximo mantenimiento, es decir cuando el líquido llegue a un nivel mínimo.

- Verificar que las tuberías estén limpias sin apreciarse fugas.
- Verificar que las zapatas estén calibradas correctamente.
- Verificar que la calibración del freno de mano este dentro del parámetro correcto el cual sería de seis a nueve dientes, esto varía según el fabricante. Un recorrido grande significa alargamiento de los cables o desgaste de las zapatas.

Tabla 4.1

AVERÍAS MAS FRECUENTES EN EL SISTEMA DE FRENOS	
CAUSA PROBABLE	SOLUCIÓN
EXCESIVA CARRERA DEL PEDAL	
1.- Fugas en el circuito	4.3.7 1.-Revisar todo el circuito y reemplazar la parte dañada.
2.-Aire en el sistema	2.-Purgue el sistema.
3.-Líquido de freno inadecuado	3.-Lave el sistema con alcohol metílico y luego llénelo con líquido adecuado.
4.-Bajo nivel de líquido de frenos	4.-Llene el depósito de líquido de frenos y purgue el sistema.
5.-Pastillas muy desgastadas.	5.-Sustituya las pastillas
PEDAL ESPONJOSO	
1.-Aire en el sistema hidráulico	1.-Elimine el aire purgando el sistema.
2.-Líquido inadecuado	2.-Lave con alcohol metílico y use el líquido adecuado.
3.-El pistón del caliper agarrotado.	3.-Limpie el alojamiento del pistón y reemplace el retén y el guardapolvo
4.-.Latiguillo debilitado	4.-Instale latiguillos nuevos.
5.-Pinza gripada	5.-Sustituya la pinza.
HAY QUE PISAR MUY FUERTE EL PEDAL PARA FRENAR	
1.-Las pastillas están impregnadas de grasa o líquido para frenos.	1.-Revise por donde se produce la perdida y sustituya las pastillas.

2.-Desplazamiento del pistón del caliper retardado.	2.-Limpie la cámara del pistón y reemplace el retén y guardapolvos.
3.-Líquido inadecuado.	3.-Lave el sistema con alcohol metílico, llénelo con líquido adecuado y púrguelo.
4.-Cilindro maestro o de rueda pegados	4.-Revise todos los elementos hidráulicos y sustituya el agarrotado.
5.-El pedal de freno se atora en su eje.	5.-Lubríquelo.
6.-Pastillas cristalizadas.	6.-Instale pastillas nuevas.
7.-Discos dañados.	7.-Reemplace los discos por eje.
8.-Mal funcionamiento del servofreno.	8.-Verificar su funcionamiento y reparar las partes dañadas. .
DISMINUYE LA CARRERA DEL PEDAL	
1.-Goma del cilindro maestro hinchada.	1.-Reemplace retenes y guarda-polvos y lave el sistema. Llénelo con líquido nuevo.
2.-El pistón del cilindro principal no vuelve a su lugar.	2.-Repare el cilindro principal o sustitúyalo.
3.-Resortes retractores débiles.	3.-Reemplace los resortes.
4.-Los pistones de los cilindros de rueda se pegan.	4.-Repare las gomas de los cilindros o sustitúyalos.
5.-Pistón del caliper pegado	5.-Limpie la caja del pistón, lubrique y cambie el retén.
PULSACIONES EN EL PEDAL DE FRENO	
1.-Discos alabeados.	1.-Cambie los discos.
2.-Rodamientos de rueda gastados o sueltos.	2.-Reemplácelos.
LOS FRENO SE DESVANECEN EN CALIENTE	
1.-Pastilla incorrecta.	1.-Reemplácela por la que recomienda el fabricante.
2.-La pastilla hace mal contacto.	2.-Verifique la causa e instale pastillas nuevas
3.-Disco muy delgado.	3.-Reemplace los discos.
SE BLOQUEA UNA RUEDA	
1.- Rodamientos de rueda sueltos.	1.-Ajuste o sustituya los rodamientos.
2.- Se han hinchado las gomas de los cilindros de rueda o el retén del pistón del caliper.	2.-Reconstruya los cilindros / caliper. Utilice nuevos juegos de repuesto.

3.-Se pegan los pistones en el cilindro de rueda.	3.-Reemplace los pistones.
4.-Obstrucción del conducto.	4.-Reemplácelo.
5.-Pastilla defectuosa.	5.-Reemplácela por la pastilla especificada.
6.-El cable del freno de mano se engancha.	6.-Lubríquelo.
EL COCHE OSCILA HACIA UN LADO	
1.-Pastillas de un lado impregnadas de grasa o líquido.	1.-Cambie las pastillas. Verifique posibles pérdidas de líquido.
2.-Los neumáticos no tienen la presión adecuada o presentan un desgaste desigual o un dibujo de diseño distinto.	2.-Hinche los neumáticos a la presión recomendada. Ponga neumáticos del mismo modelo en el eje delantero y el otro par con dibujo idéntico en el eje trasero.
3.-Pastillas cristalizadas.	3.-Sustituya las pastillas
4.-Cilindro de la rueda bloqueado	4.-Cambie el cilindro de rueda.
5.-Resortes de retorno sueltos o debilitados.	5.-Revise los resortes, reemplácelos.
6.-Una rueda se arrastra.	6.-Compruebe si hay una pastilla suelta y la causa.
7.-Dirección con holguras.	7.-Repárela y ajústela.
8.-Cotas de la dirección.	8.-Haga una alineación de dirección.
9.-Tubería hidráulica tapada o doblada.	9.-Repáre o reemplace la tubería.
10.-Rótulas de dirección con holguras.	10.-Reemplace las rótulas de dirección.
11.-Discos en malas condiciones.	11.-Sustitúyalos por eje.
LOS FRENOS CHIRRIAN	
1.-Lamina anti ruido doblada, rota o fuera de su sitio.	1.-Sustituir las pastillas.
2.-Partículas metálicas o polvo incrustado en las pastillas.	2.- Sustituir las pastillas.
3.-Pastillas incorrectas.	3.-Reemplace las pastillas siguiendo las especificaciones del fabricante.
4.-Las pastillas rozan contra el porta pastillas.	4.-Aplique lubricante en los apoyos de las pastillas con el porta pastillas.
5.-Resortes de sujeción débiles o rotos.	5.-Reemplace las piezas defectuosas.
6.-Rodamientos de las ruedas sueltos.	6.-Verificar y sustituir en caso necesario.
7.-El caliper no retrocede correctamente.	7.- Repare el caliper
8.-Discos en mal estado.	8.-Sustituya los discos.
LOS FRENOS VIBRAN	
1.-Pastillas con grasa, líquido o polvo.	1.-Sustituir pastillas.

2.-Resorte de retroceso roto o debilitado.	2.-Reemplácelo.
3.-Rodamientos de rueda sueltos.	3.-Reajústelos o reemplácelos.
4.-Discos alabeados.	4.-Cambie los discos, siempre por el eje.
5.-Ruedas desequilibradas.	5.-Equilibre las ruedas.

Fuente: Los Autores

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- El sistema de frenos es uno de los más primordiales sistemas que posee el vehículo. Gracias a este sistema se puede desacelerar el vehículo para lograr detenerlo, para brindar una mayor seguridad al conducir. Con esto se consigue una disminución de accidentes y mayor maniobrabilidad al conducir.
- Nuestro banco didáctico fue diseñado y construido para manipulación de los estudiantes al realizar las prácticas correspondientes, garantizando la durabilidad y seguridad en todo momento.
- Las personas que se dedican al estudio de la mecánica automotriz deben realizar prácticas lo más detallado posible, para ello contamos con nuestros bancos didácticos que será muy útil para aquellas personas que desean capacitarse en lo que refiere a frenos hidráulicos disco-tambor.

Recomendaciones:

- Se debe leer y entender las guías didácticas, antes de la utilización de los bancos didácticos para que el aprendizaje así como la conservación de los bancos sea realizada de la mejor manera.
- Cuando va realizar una práctica en los bancos didácticos, recuerde siempre debe vaciar totalmente el líquido de freno y del circuito hidráulico, en especial cuando va a manipular la bomba maestra o los bombines. Y al momento de finalizar la práctica purgue correctamente el sistema hidráulico para obtener un buen funcionamiento del banco didáctico.

BIBLIOGRAFIA


- BEER, Ferdinand P. y JOHNSTON, E. Russell, *Mecánica de Materiales*, Tercera Edición, Mc Graw – Hill Interamericana, México, 2004.
- SINGER, Ferdinand L, *Resistencia de Materiales*, Primera Edición, Harper & Row Latinoamericana, México, 1971.
- Manual del Automóvil, Editorial Cultural, S. A. España. 2000
- (Recuperado 15/08/2011)
<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/110/6/Capitulo1.pdf>
- (Recuperado 15/08/2011)
<http://es.wikipedia.org/wiki/Servofreno>
- (Recuperado 15/08/2011)
<http://www.museoseat.com/biblioteca/manuals%20varis/Manual%20tecnico%20pastillas%20freno.pdf>
- (Recuperado 21/08/2011)
<http://patrocinadosgm.blogspot.com/2009/01/jorge-andres-cedano-rios-jerson.html>
- (Recuperado 25/08/2011)
<http://www.etp.uda.cl/areas/electromecanica/MODULOS%20CUARTO/MANTENIMIENTO%20DE%20LOS%20SISTEMAS%20DE%20TRANSMISION%20Y%20FRENADO/Gu%C3%ADa%20N%C2%BA%201%20Frenado.pdf>
- (Recuperado 02/09/2011)
<http://www.todomecanica.com/sistemas-de-frenos-fundamentos.html>

- (Recuperado 02/09/2011)
http://es.wikipedia.org/wiki/Freno_de_disco Retomado
- (Recuperado 02/09/2011)
<http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-3.htm>
- (Recuperado 02/09/2011)
http://www.emc.uji.es/d/mecapedia/coeficiente_de_seguridad.htm


ANEXOS


ANEXO 1

PROPIEDADES DEL ACERO ESTRUCTURAL A-36³¹



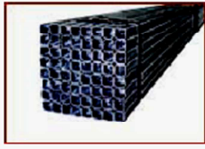
Tubo Estructural: Cuadrado





ESPECIFICACIONES GENERALES

Largo Normal: 6 m
 Recubrimiento: Negro o Galvanizado
 Dimensiones: Desde 3/4 a 4 plg
 (20 x 20) a (100 x 100) mm
 Espesores: Desde 1.5 a 4 mm
 Calidad del Acero: JIS G3132 SPHT-1
 ASTM A 569
 Observaciones: Otros largos previa consulta



NORMA INTERNA

Tolerancia Dimensional:
 3/4" (20 x 20) - 4" (100 x 100) ±0.30 mm
 Variación Longitud: -0
 +10

Rectitud: 0.4% de longitud (máximo)
 Radio máximo: 3 veces el espesor

APLICACIONES

Usos Estructurales

- Columnas de estructuras
- Estructuras para techos de vidrio
- Cerramientos
- Portones
- Postes de señalización

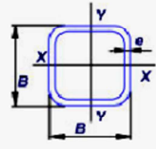
Otros usos

- Carrocerías
- Muebles metálicos
- Máquinas para gimnasio
- Casetas de guardiana
- Estructuras para letreros
- Estructuras metálicas
- Maquinaria industrial
- Remolques

DIMENSIONES	PESO		AREA		PROPIEDADES		
	B	e	P	A	I	W	i
Designación	mm	mm	Kg/6m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm
3/4	20	1.5	4.98	1.05	0.58	0.58	0.74
		2.0	6.30	1.34	0.69	0.69	0.72
1	25	1.5	6.36	1.35	1.21	0.97	0.95
		2.0	8.16	1.74	1.48	1.18	0.92
1 1/4	30	1.5	7.80	1.65	2.19	1.47	1.15
		2.0	10.08	2.14	2.71	1.81	1.12
1 1/2	40	1.5	10.62	2.25	5.48	2.74	1.56
		2.0	13.86	2.94	6.92	3.46	1.53
		3.0	19.80	4.21	9.28	4.64	1.48
2	50	1.5	13.44	2.85	11.06	4.42	1.97
		2.0	17.58	3.74	14.13	5.65	1.94
		3.0	25.50	5.41	19.40	7.76	1.89
2 3/8	60	1.5	16.26	3.74	18.68	6.22	2.23
		2.0	22.44	4.54	25.12	8.37	2.35
		3.0	33.30	6.61	35.06	11.69	2.30
3	75	2.0	27.00	5.74	50.47	13.46	2.97
		3.0	39.60	8.41	71.54	19.08	2.92
		4.0	51.54	10.95	89.98	24.00	2.87
4	100	2.0	36.42	7.74	122.99	24.60	3.99
		3.0	53.76	11.41	176.95	35.39	3.94
		4.0	70.38	14.95	226.09	45.22	3.89

NOMENCLATURA

A= Área de la selección transversal del tubo, cm² W= Módulo resistente de la sección, cm³
 I= Momento de Inercia de la sección, cm⁴ i= Radio de giro de la sección, cm



³¹ www.ipac-acero.com

ANEXO 2

FORMULAS PARA EL CALCULO DE LA TENSION DE VON MISES

La **tensión de Von Mises** es una magnitud física proporcional a la energía de distorsión. En ingeniería estructural se usa en el contexto de las teorías de fallo como indicador de un buen diseño para materiales dúctiles.

La energía de Von Mises puede calcularse fácilmente a partir de las tensiones principales del tensor tensión en un punto de un sólido deformable, mediante la expresión:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2}}$$

$$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$$

Siendo la tensiones principales.

La tensión de Von Mises y el criterio de fallo elástico asociado debe su nombre a Richard Edler von Mises (1913) propuso que un material dúctil sufría fallo elástico cuando la energía de distorsión elástica rebasaba cierto valor. Sin embargo, el criterio fue claramente formulado con anterioridad por Maxwell en 1865¹ más tarde también Huber (1904), en un artículo en polaco anticipó hasta cierto punto la teoría de fallo de Von Mises.² Por todo esto a veces se llama a la teoría de fallo elástico basada en la tensión de Von Mises como teoría de Maxwell-Huber-Hencky-von Mises y también **teoría de fallo J_2** .

La tensión de Von Mises es un escalar proporcional a la energía de de deformación elástica de distorsión que puede expresarse en función de las componentes del tensor tensión, en particular admite una expresión particularmente simple en función de las tensiones principales, por lo que la tensión de Von Mises puede calcularse a partir de la expresión de la energía de deformación distorsiva.

Igualmente la superficie de fluencia de un material que falla de acuerdo con la teoría de fallo elástico de Von Mises puede escribirse como el lugar geométrico de los

puntos donde la tensión de Von Mises como función de las tensiones principales supera cierto valor. Matemáticamente esta ecuación puede expresarse aún como el conjunto de puntos donde el invariante cuadrático de la parte desviadora del tensor tensión supera cierto valor.

Energía de deformación.

La energía de deformación de un sólido deformable, iguala al trabajo exterior de las fuerzas que provocan dicha deformación dicha trabajo puede descomponerse, entre el trabajo invertido en cambiar la forma del cuerpo o **energía de distorsión** y el trabajo invertido en comprimir o dilatar el cuerpo manteniendo constantes las relaciones geométricas o **energía elástica volumétrica**:

$$(1) E_{def} = E_{def,V} + E_{def,dist}$$

Los dos términos vienen dados por:

(2a)

$$E_{def,V} = \int_V \frac{3}{2} (\sigma_{xx} + \sigma_{yy} + \sigma_{zz})^2 \frac{1-2\nu}{E} dV = + \int_V \frac{(\sigma_{xx} + \sigma_{yy} + \sigma_{zz})^2}{2K} dV$$

(2b)

$$E_{def,dist} = E_{def} - E_{def,V} = \int_V \frac{1}{6G} [\sigma_{xx}^2 + \sigma_{yy}^2 + \sigma_{zz}^2 - (\sigma_{xx}\sigma_{yy} + \sigma_{yy}\sigma_{zz} + \sigma_{zz}\sigma_{xx})] dV + \int_V \frac{1}{2G} [\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2] dV$$

Frecuentemente, la energía de distorsión dada por la última expresión, se expresa en términos de una combinación especial de las otras componentes de tensión llamada tensión de Von Mises:

$$(3) E_{def,dist} = \int_V \frac{\sigma_{VM}^2}{6G} dV$$

Igualando los integrandos de (2) y (3) se obtiene que la tensión de Von Mises viene dada precisamente por:

(4)

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\sigma_{xx}^2 + \sigma_{yy}^2 + \sigma_{zz}^2 - (\sigma_{xx}\sigma_{yy} + \sigma_{yy}\sigma_{zz} + \sigma_{zz}\sigma_{xx}) + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}$$

Invariante cuadrático J_2

La energía de distorsión considerada en la sección anterior puede ser calculada a partir de la parte desviadora del tensor tensión:

$$[s_{ij}] = [\sigma_{ij}] - \sigma_V [I] = \begin{bmatrix} \sigma_x - \sigma_V & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \sigma_y - \sigma_V & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_z - \sigma_V \end{bmatrix}, \quad \text{con } \sigma_V = \frac{\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z}{3}$$

El segundo invariante cuadrático de este tensor denominado J_2 , es proporcional a la tensión de Von Mises y resulta ser:

$$J_2 = \frac{1}{6} [(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_x - \sigma_z)^2 + 6(\tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2 + \tau_{xy}^2)] = \frac{\sigma_{VM}^2}{3}$$

Por esta razón a veces la teoría de fallo de Von Mises se llama **teoría de fallo J_2** .

Tensión de Von Mises y tensiones principales

Aunque la expresión (4) ofrece una fórmula práctica para calcular la tensión de Von Mises o equivalentemente la energía de deformación distorsiva. La expresión se simplifica mucho si usamos en cada punto las tres tensiones principales para el cálculo de la tensión de von Mises:

$$(5a) \quad \sigma_{VM} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - (\sigma_1\sigma_2 + \sigma_2\sigma_3 + \sigma_3\sigma_1)}$$

Esta expresión se puede simplificar aún más:

$$(5b) \quad \sigma_{VM} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2}}$$

Tensión de Von Mises en una viga

Usualmente en una viga sólo 3 de las 6 componentes del tensor tensión son diferentes de cero: la tensión normal a la sección transversal y dos componentes independientes asociadas a la tensión tangencial, en ese caso las tensiones principales resultan ser:

$$\begin{cases} \sigma_1 = \frac{\sigma_x + \sqrt{\sigma_x^2 + 4(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2)}}{2} \\ \sigma_2 = 0 \\ \sigma_3 = \frac{\sigma_x - \sqrt{\sigma_x^2 + 4(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2)}}{2} \end{cases}$$

De donde se sigue que:

$$(6) \sigma_{VM} = \sqrt{\sigma_x^2 + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2)} = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

Tensión de Von Mises en una placa.

Usualmente en una viga sólo 3 de las 6 componentes del tensor tensión son diferentes de cero $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$, a partir de las cuales se pueden calcular las tensiones principales $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$:

$$\begin{cases} \sigma_1 = \frac{\sigma_x + \sigma_y + \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2}}{2} \\ \sigma_2 = 0 \\ \sigma_3 = \frac{\sigma_x + \sigma_y - \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2}}{2} \end{cases}$$

De donde se sigue que la tensión de Von Mises es:

$$(7) \sigma_{VM} = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x\sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2}$$

ANEXO 3

CALCULO TÉCNICO PARA FUERZAS EN LA BOMBA (F1), FUERZA EN EL PISTÓN DEL FRENO DE TAMBOR (F2), FUERZA EN EL PISTÓN DEL FRENO DE DISCO (F3)

Antes de realizar los cálculos, primero tomaremos los datos de la presión que marca en los manómetros en los bancos, medimos la fuerza que se aplica en el pedal (F_0), el diámetro del pistón de la bomba maestra (ϕ_1), el diámetro del pistón del bombín del freno de tambor (ϕ_2), y el diámetro del pistón del freno de disco (ϕ_3).

Como la presión ejercida en el sistema hidráulico es el mismo en todos los puntos, tenemos:

$$P_1 = P_2 = P_3$$

$$P_1 = \frac{F_1}{S_1}$$

$$P_2 = \frac{F_2}{S_2}$$

$$P_3 = \frac{F_3}{S_3}$$

En donde:

- P_1 = Presión en el pistón de la bomba maestra
- P_2 = Presión en el pistón del bombín del freno de tambor
- P_3 = Presión en el pistón del freno de disco
- F_1 = Fuerza en el pistón de la bomba maestra
- F_2 = Fuerza en el pistón del bombín del freno de tambor
- F_3 = Fuerza en el pistón del freno de disco
- S_1 = Superficie en la cabeza del pistón de la bomba maestra
- S_2 = Superficie en la cabeza del pistón del bombín del freno de tambor
- S_3 = Superficie en la cabeza del pistón del freno de disco

Calculo de áreas o superficies:

Superficie en la cabeza del pistón de la bomba maestra

$$S_1 = \frac{\pi\phi_1^2}{4}$$

Superficie en la cabeza del pistón del bombín del freno de tambor

$$S_2 = \frac{\pi\phi_2^2}{4}$$

Superficie en la cabeza del pistón del freno de disco

$$S_3 = \frac{\pi\phi_3^2}{4}$$

Tomando la ecuación de la presión en la bomba y la ecuación de la presión en el bombín del freno de tambor, tenemos:

$$P_1 = P_2$$

$$P_1 = \frac{F_1}{S_1}$$

$$P_2 = \frac{F_2}{S_2}$$

Igualando las ecuaciones tenemos:

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

$$F_1 = F_2 \cdot \frac{S_1}{S_2}$$

$$F_1 = F_2 \cdot \frac{\frac{\pi\phi_1^2}{4}}{\frac{\pi\phi_2^2}{4}}$$

$$F_1 = F_2 \cdot \frac{\phi_1^2}{\phi_2^2}$$

Para encontrar F_1 lo hacemos por el método de sumatoria de momentos; por lo tanto:

$$B \cdot F_1 = A \cdot F_0$$

$$F_1 = F_0 \cdot \frac{A}{B}$$

Para encontrar F_2 , reemplazamos F_1 en la siguiente ecuación,

$$F_2 = F_1 \cdot \frac{\phi_2^2}{\phi_1^2}$$

Para encontrar F_3 tomamos la ecuación de la presión en la bomba y la ecuación de la presión en el pistón del freno de disco, tenemos:

$$P_1 = P_3$$

$$P_1 = \frac{F_1}{S_1}$$

$$P_3 = \frac{F_3}{S_3}$$

Igualando las ecuaciones tenemos:

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_3}{S_3}$$

$$F_1 = F_3 \cdot \frac{S_1}{S_3}$$

$$F_1 = F_3 \cdot \frac{\frac{\pi \phi_1^2}{4}}{\frac{\pi \phi_3^2}{4}}$$

$$F_1 = F_3 \cdot \frac{\phi_1^2}{\phi_3^2}$$

$$F_3 = F_1 \cdot \frac{\phi_3^2}{\phi_1^2}$$

ANEXO 4

TABLAS DE RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PROGRAMA

Índice:

1.-Unidades

2.- Modelo

2.1.- Geometría

2.1.1.- Partes

2.2.- Sistema de Coordenadas

2.3.- Conexiones

2.3.1.- Puntos de Contacto

2.4.- Malla

2.5.- Estática Estructural

2.5.1.-Cargas

2.5.2.- Soluciones:

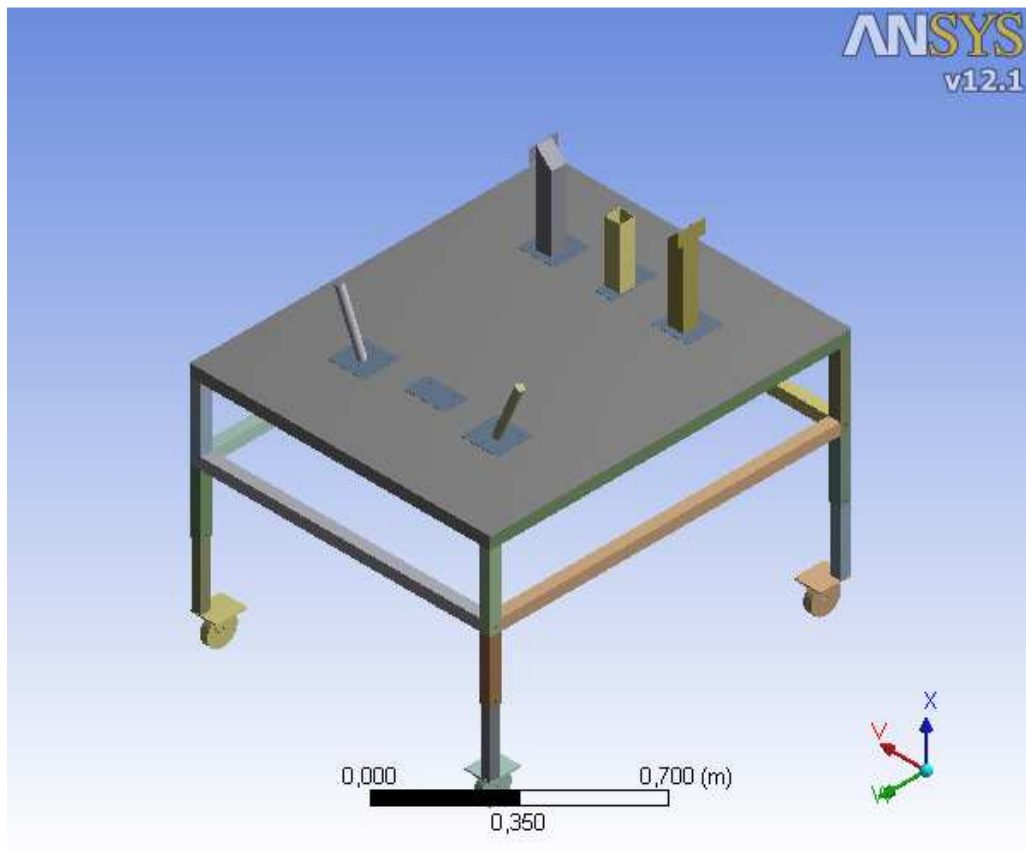
2.5.2.1.- Resultados.

2.5.2.2.- Factor de Seguridad.

2.5.2.3.- Sumatoria de Fuerzas y Momentos.

3.- Información del Material

3.1.- Acero Estructural.



1.- Unidades:

Unit System	Metric (m, kg, N, s, V, A) Degrees rad/s Celsius
Angle	Degrees
Rotational Velocity	rad/s
Temperature	Celsius

Tabla 2.1

2.- Modelo:

2.1.- Geometría:

Object Name	<i>Geometry</i>
State	Fully Defined
Definition	
Source	C:\Users\GABRIEL\Desktop\banco pruebas\bco pruebas.iam
Type	Inventor
Length Unit	Centimeters
Element Control	Program Controlled
Display Style	Part Color
Bounding Box	
Length X	1, m
Length Y	1,2 m
Length Z	1,1176 m
Properties	
Volume	7,0093e-003 m ³
Mass	55,023 kg
Scale Factor Value	1,
Statistics	
Bodies	38
Active Bodies	38
Nodes	77163
Elements	31717
Mesh Metric	None
Preferences	
Import Solid Bodies	Yes
Import Surface Bodies	Yes
Import Line Bodies	No
Parameter Processing	Yes
Personal Parameter Key	DS
CAD Attribute Transfer	No
Named Selection Processing	No
Material Properties Transfer	No
CAD Associativity	Yes
Import Coordinate Systems	No
Reader Save Part File	No
Import Using Instances	Yes
Do Smart Update	No
Attach File Via Temp File	Yes
Temporary Directory	C:\Users\GABRIEL\AppData\Local\Temp
Analysis Type	3-D
Mixed Import Resolution	None
Enclosure and Symmetry Processing	Yes

Tabla 2.2

2.1.1.- Partes.

Object Name	<i>transversales</i> :2	<i>transversales4</i> :1	<i>transversales5</i> :1	<i>transversales5</i> :2	<i>transversales5</i> :3
State	Meshed				
Graphics Properties					
Visible	Yes				
Transparency	1				
Definition					
Suppressed	No				
Stiffness Behavior	Flexible				
Coordinate System	Default Coordinate System				
Reference Temperature	By Environment				
Material					
Assignment	Structural Steel				
Nonlinear Effects	Yes				
Thermal Strain Effects	Yes				
Bounding Box					
Length X	1, m	2,54e-002 m			
Length Y	3,81e-002 m	0,2838 m	0,2438 m		
Length Z	3,81e-002 m	2,54e-002 m			
Properties					
Volume	2,196e-004 m ³	4,0546e-005 m ³	3,481e-005 m ³		
Mass	1,7239 kg	0,31829 kg	0,27326 kg		
Centroid X	-0,50084 m	-0,27924 m		-0,72244 m	-0,50074 m
Centroid Y	1,6377 m	2,6389 m	1,7784 m		
Centroid Z	0,92048 m	0,92683 m			
Moment of Inertia Ip1	7,7102e-004 kg·m ²	2,1678e-003 kg·m ²	1,38e-003 kg·m ²		
Moment of Inertia Ip2	0,14404 kg·m ²	6,0902e-005 kg·m ²	5,2294e-005 kg·m ²		
Moment of Inertia Ip3	0,14404 kg·m ²	2,168e-003 kg·m ²	1,3801e-003 kg·m ²		
Statistics					
Nodes	1104	1249	1243	1253	1259
Elements	152	593	583	591	595
Mesh Metric	None				

Tabla 2.3

Object Name	<i>soporte 5:1</i>	<i>Part1-2:1</i>	<i>Part1-2:2</i>	<i>transversales:3</i>	<i>transversales2:2</i>
State	Meshed				
Graphics Properties					
Visible	Yes				
Transparency	1				
Definition					
Suppressed	No				
Stiffness Behavior	Flexible				
Coordinate System	Default Coordinate System				
Reference Temperature	By Environment				
Material					
Assignment	Structural Steel				
Nonlinear Effects	Yes				
Thermal Strain Effects	Yes				
Bounding Box					
Length X	5,1148e-002 m	0,10155 m	1, m	3,81e-002 m	
Length Y	5,085e-002 m	2,6101e-002 m	3,81e-002 m	1,2 m	
Length Z	0,2 m	0,19367 m	3,81e-002 m		
Properties					
Volume	5,898e-005 m ³	9,8604e-005 m ³	2,196e-004 m ³	2,6352e-004 m ³	
Mass	0,46299 kg	0,77404 kg	1,7239 kg	2,0686 kg	
Centroid X	-0,49588 m	-0,23842 m	-0,76274 m	-0,50084 m	-1,9888e-002 m
Centroid Y	1,8832 m	2,5207 m	2,5205 m	2,7996 m	2,2187 m
Centroid Z	1,043 m	1,0326 m		0,92048 m	
Moment of Inertia Ip1	1,729e-003 kg·m ²	2,4551e-003 kg·m ²		7,7102e-004 kg·m ²	0,2487 kg·m ²
Moment of Inertia Ip2	1,7307e-003 kg·m ²	2,4551e-003 kg·m ²		0,14404 kg·m ²	9,2524e-004 kg·m ²
Moment of Inertia Ip3	3,7317e-004 kg·m ²	6,1384e-005 kg·m ²		0,14404 kg·m ²	0,2487 kg·m ²
Statistics					
Nodes	1567	388	1104	1216	
Elements	288	176	152	168	
Mesh Metric	None				

Tabla 2.4

Object Name	<i>transversales 2:3</i>	<i>transversales3:1</i>	<i>transversales3.1: 1</i>	<i>soporte tambor:1</i>	<i>soporte tambor :2</i>
State	Meshed				
Graphics Properties					
Visible	Yes				
Transparen	1				

cy					
Definition					
Suppressed	No				
Stiffness Behavior	Flexible				
Coordinate System	Default Coordinate System				
Reference Temperature	By Environment				
Material					
Assignment	Structural Steel				
Nonlinear Effects	Yes				
Thermal Strain Effects	Yes				
Bounding Box					
Length X	3,81e-002 m	0,8476 m		5,4303e-002 m	
Length Y	1,2 m	3,81e-002 m		9,5018e-002 m	
Length Z	3,81e-002 m			0,3 m	
Properties					
Volume	2,6352e-004 m ³	1,8523e-004 m ³	1,8538e-004 m ³	9,8899e-005 m ³	
Mass	2,0686 kg	1,454 kg	1,4552 kg	0,77635 kg	
Centroid X	-0,98179 m	-0,50084 m		-0,71874 m	-
Centroid Y	2,2187 m	2,4777 m	1,9196 m	1,8912 m	0,27314 m
Centroid Z	0,92048 m			1,1058 m	
Moment of Inertia Ip1	0,2487 kg·m ²	6,513e-004 kg·m ²	6,5168e-004 kg·m ²	6,7131e-003 kg·m ²	6,713e-003 kg·m ²
Moment of Inertia Ip2	9,2524e-004 kg·m ²	8,7576e-002 kg·m ²	8,7582e-002 kg·m ²	6,6636e-003 kg·m ²	6,6634e-003 kg·m ²
Moment of Inertia Ip3	0,2487 kg·m ²	8,7578e-002 kg·m ²	8,7583e-002 kg·m ²	6,3344e-004 kg·m ²	6,3342e-004 kg·m ²
Statistics					
Nodes	1216	2765	2613	2368	2400
Elements	168	1280	1214	1135	1159
Mesh Metric	None				
Object Name	<i>pata 1:1</i>	<i>pata 1:2</i>	<i>pata 1:3</i>	<i>pata 1:4</i>	<i>transversales 8:1</i>
State	Meshed				
Graphics Properties					
Visible	Yes				
Transparency	1				
Definition					
Suppressed	No				

Stiffness Behavior	Flexible				
Coordinate System	Default Coordinate System				
Reference Temperature	By Environment				
Material					
Assignment	Structural Steel				
Nonlinear Effects	Yes				
Thermal Strain Effects	Yes				
Bounding Box					
Length X	3,81e-002 m				
Length Y	3,81e-002 m				1,1238 m
Length Z	0,25 m				3,81e-002 m
Properties					
Volume	4,4092e-005 m ³				2,4679e-004 m ³
Mass	0,34612 kg				1,9373 kg
Centroid X	-0,98179 m	-1,9888e-002 m	-0,98179 m		
Centroid Y	1,6377 m	2,7996 m		2,2187 m	
Centroid Z	0,77686 m				0,67048 m
Moment of Inertia Ip1	1,8735e-003 kg·m ²				0,20432 kg·m ²
Moment of Inertia Ip2	1,873e-003 kg·m ²				8,6648e-004 kg·m ²
Moment of Inertia Ip3	1,5743e-004 kg·m ²				0,20432 kg·m ²
Statistics					
Nodes	2083	2077	2043	2039	1160
Elements	982	981	955	954	160
Mesh Metric	None				

Tabla 2.5

2.2.- Sistema de Coordenadas:

Object Name	<i>Global Coordinate System</i>
State	Fully Defined
Definition	
Type	Cartesian
Ansys System Number	0,
Origin	
Origin X	0, m
Origin Y	0, m
Origin Z	0, m
Directional Vectors	
X Axis Data	[1, 0, 0,]
Y Axis Data	[0, 1, 0,]
Z Axis Data	[0, 0, 1,]

Tabla 2.6

2.3.- Conexiones:

Object Name	<i>Connections</i>
State	Fully Defined
Auto Detection	
Generate Contact On Update	Yes
Tolerance Type	Slider
Tolerance Slider	0,
Tolerance Value	4,8017e-003 m
Face/Face	Yes
Face/Edge	No
Edge/Edge	No
Priority	Include All
Group By	Bodies
Search Across	Bodies
Revolute Joints	Yes
Fixed Joints	Yes
Transparency	
Enabled	Yes

Tabla 2.7

2.3.1- Regiones de Contacto:

Object Name	<i>Contact Region</i>	<i>Contact Region 2</i>	<i>Contact Region 3</i>	<i>Contact Region 4</i>	<i>Contact Region 5</i>
State	Fully Defined				
Scope					
Scoping Method	Geometry Selection				
Contact	1 Face			6 Faces	
Target	1 Face			6 Faces	
Contact Bodies	transversales:2				
Target Bodies	transversales5 :1	transversales5 :2	transversales5 :3	transversales2 :2	transversales2 :3
Definition					
Type	Bonded				
Scope Mode	Automatic				
Behavior	Symmetric				
Suppressed	No				
Advanced					
Formulation	Pure Penalty				
Normal Stiffness	Program Controlled				
Update Stiffness	Never				
Pinball Region	Program Controlled				

Tabla 2.8

Object Name	<i>Contact Region 6</i>	<i>Contact Region 7</i>	<i>Contact Region 8</i>	<i>Contact Region 9</i>	<i>Contact Region 10</i>
State	Fully Defined				
Scope					
Scoping Method	Geometry Selection				
Contact	1 Face				
Target	1 Face				
Contact Bodies	transversales:2			transversales4:1	
Target Bodies	pata 1:1	pata 1:2	tab:1	Part1-2:1	transversales:3
Definition					
Type	Bonded				
Scope Mode	Automatic				
Behavior	Symmetric				
Suppressed	No				
Advanced					
Formulation	Pure Penalty				
Normal Stiffness	Program Controlled				
Update Stiffness	Never				
Pinball Region	Program Controlled				

Tabla 2.9

Object Name	<i>Contact Region 11</i>	<i>Contact Region 12</i>	<i>Contact Region 13</i>	<i>Contact Region 14</i>	<i>Contact Region 15</i>
State	Fully Defined				
Scope					
Scoping Method	Geometry Selection				
Contact	1 Face				
Target	1 Face				
Contact Bodies	transversales4:1			transversales5:1	
Target Bodies	transversales3:1	tab:1	bases:1	transversales3.1:1	soporte tambor:2
Definition					
Type	Bonded				
Scope Mode	Automatic				
Behavior	Symmetric				
Suppressed	No				
Advanced					
Formulation	Pure Penalty				
Normal Stiffness	Program Controlled				
Update Stiffness	Never				
Pinball Region	Program Controlled				

Tabla 2.10

Object Name	<i>Contact Region 16</i>	<i>Contact Region 17</i>	<i>Contact Region 18</i>	<i>Contact Region 19</i>	<i>Contact Region 20</i>
State	Fully Defined				
Scope					
Scoping Method	Geometry Selection				
Contact	1 Face				
Target	1 Face				
Contact Bodies	transversales5:1		transversales5:2		
Target Bodies	tab:1	bases:1	transversales3.1:1	soporte tambor:1	tab:1
Definition					
Type	Bonded				
Scope Mode	Automatic				
Behavior	Symmetric				
Suppressed	No				
Advanced					
Formulation	Pure Penalty				
Normal Stiffness	Program Controlled				
Update Stiffness	Never				
Pinball Region	Program Controlled				

Tabla 2.11

Object Name	<i>Contact Region 21</i>	<i>Contact Region 22</i>	<i>Contact Region 23</i>	<i>Contact Region 24</i>	<i>Contact Region 25</i>
State	Fully Defined				
Scope					
Scoping Method	Geometry Selection				
Contact	1 Face				
Target	1 Face				
Contact Bodies	transversales5:2		transversales5:3		
Target Bodies	bases:1	soporte 5:1	transversales3.1:1	tab:1	bases:1
Definition					
Type	Bonded				
Scope Mode	Automatic				
Behavior	Symmetric				
Suppressed	No				
Advanced					
Formulation	Pure Penalty				
Normal Stiffness	Program Controlled				
Update Stiffness	Never				
Pinball Region	Program Controlled				

Tabla 2.12

Object Name	<i>Contact Region 26</i>	<i>Contact Region 27</i>	<i>Contact Region 28</i>	<i>Contact Region 29</i>	<i>Contact Region 30</i>
State	Fully Defined				
Scope					
Scoping Method	Geometry Selection				
Contact	1 Face				
Target	1 Face				
Contact Bodies	soporte 5:1			Part1-2:1	
Target Bodies	transversales3.1:1	tab:1	bases:1	tab:1	bases:1
Definition					
Type	Bonded				
Scope Mode	Automatic				
Behavior	Symmetric				
Suppressed	No				
Advanced					
Formulation	Pure Penalty				
Normal Stiffness	Program Controlled				
Update Stiffness	Never				
Pinball Region	Program Controlled				

Tabla 2.13

Object Name	<i>Contact Region 31</i>	<i>Contact Region 32</i>	<i>Contact Region 33</i>	<i>Contact Region 34</i>	<i>Contact Region 35</i>
State	Fully Defined				
Scope					
Scoping Method	Geometry Selection				
Contact	1 Face			6 Faces	
Target	1 Face			6 Faces	
Contact Bodies	Part1-2:2			transversales:3	
Target Bodies	transversales4:3	tab:1	bases:1	transversales2:2	transversales2:3
Definition					
Type	Bonded				
Scope Mode	Automatic				
Behavior	Symmetric				
Suppressed	No				
Advanced					
Formulation	Pure Penalty				
Normal Stiffness	Program Controlled				
Update Stiffness	Never				
Pinball Region	Program Controlled				

Tabla 2.14

Object Name	Contact Region 36	Contact Region 37	Contact Region 38	Contact Region 39	Contact Region 40
State	Fully Defined				
Scope					
Scoping Method	Geometry Selection				
Contact	1 Face				
Target	1 Face				
Contact Bodies	transversales:3			transversales2:2	
Target Bodies	pata 1:3	pata 1:4	transversales4:3	tab:1	pata 1:2
Definition					
Type	Bonded				
Scope Mode	Automatic				
Behavior	Symmetric				
Suppressed	No				
Advanced					
Formulation	Pure Penalty				
Normal Stiffness	Program Controlled				
Update Stiffness	Never				
Pinball Region	Program Controlled				

Tabla 2.15

Object Name	Contact Region 41	Contact Region 42	Contact Region 43	Contact Region 44	Contact Region 45
State	Fully Defined				
Scope					
Scoping Method	Geometry Selection				
Contact	1 Face				
Target	1 Face				
Contact Bodies	transversales2:2		transversales2:3		
Target Bodies	pata 1:3	tab:1	pata 1:1	pata 1:4	tab:1
Definition					
Type	Bonded				
Scope Mode	Automatic				
Behavior	Symmetric				
Suppressed	No				
Advanced					
Formulation	Pure Penalty				
Normal Stiffness	Program Controlled				
Update Stiffness	Never				
Pinball Region	Program Controlled				

Tabla 2.16

2.4.- Malla

Object Name	<i>Mesh</i>
State	Solved
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Relevance	50
Sizing	
Use Advanced Size Function	Off
Relevance Center	Coarse
Element Size	Default
Initial Size Seed	Active Assembly
Smoothing	Medium
Transition	Fast
Span Angle Center	Coarse
Minimum Edge Length	1,5e-003 m
Inflation	
Use Automatic Tet Inflation	None
Inflation Option	Smooth Transition
Transition Ratio	0,272
Maximum Layers	5
Growth Rate	1,2
Inflation Algorithm	Pre
View Advanced Options	No
Advanced	
Shape Checking	Standard Mechanical
Element Midside Nodes	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Number of Retries	Default (4)
Rigid Body Behavior	Dimensionally Reduced
Mesh Morphing	Disabled
Pinch	
Pinch Tolerance	Please Define
Generate on Refresh	No
Statistics	
Nodes	77163
Elements	31717
Mesh Metric	None

Tabla 2.17

2.5.- Estática Estructural

Object Name	<i>Static Structural (A5)</i>
State	Solved
Definition	
Physics Type	Structural
Analysis Type	Static Structural
Solver Target	ANSYS Mechanical
Options	
Environment Temperature	22, °C
Generate Input Only	No

Tabla 2.18

2.5.1.- Cargas:

Object Name	<i>Fixed Support</i>	<i>Fixed Support 2</i>	<i>Fixed Support 3</i>	<i>Fixed Support 4</i>	<i>Force</i>
State	Fully Defined				
Scope					
Scoping Method	Geometry Selection				
Geometry	1 Face				
Definition					
Type	Fixed Support				Force
Suppressed	No				
Define By					Vector
Magnitude					89,182 N (ramped)
Direction					Defined

Tabla 2.19

2.5.2.- Soluciones:

2.5.2.1.- Resultados

Object Name	<i>Total Deformation</i>	<i>Equivalent Stress</i>	<i>Minimum Principal Stress</i>	<i>Maximum Principal Stress</i>
State	Solved			
Scope				
Scoping Method	Geometry Selection			
Geometry	All Bodies			
Definition				
Type	Total Deformation	Equivalent (von-Mises) Stress	Minimum Principal Stress	Maximum Principal Stress
By	Time			
Display Time	Last			
Calculate Time History	Yes			
Identifier				
Results				
Minimum	0, m	530,34 Pa	-2,7011e+007 Pa	-5,6443e+006 Pa
Maximum	2,3214e-004 m	3,7254e+007 Pa	2,6581e+006 Pa	2,5046e+007 Pa
Minimum Occurs On	RUEDA:1	RUEDA:2	pata 1:3	
Maximum Occurs On	tab:1	bases:1	transversales:3	bases:1
Information				
Time	1, s			
Load Step	1			
Substep	1			
Iteration Number	1			
Integration Point Results				
Display Option	Averaged			

Tabla 2.20

Object Name	<i>Stress Tool</i>
State	Solved
Definition	
Theory	Max Equivalent Stress
Stress Limit Type	Tensile Yield Per Material

Tabla 2.21

2.5.2.2.- Factor de Seguridad:

Object Name	<i>Safety Factor</i>
State	Solved
Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
Definition	
Type	Safety Factor
By	Time
Display Time	Last
Calculate Time History	Yes
Identifier	
Integration Point Results	
Display Option	Averaged
Results	
Minimum	6,7107
Minimum Occurs On	bases:1
Information	
Time	1, s
Load Step	1
Substep	1
Iteration Number	1

Tabla 2.22

2.5.2.3.- Sumatoria de Fuerzas y Momentos:

Object Name	<i>Total Deformation</i>	<i>Equivalent Stress</i>	<i>Minimum Principal Stress</i>	<i>Maximum Principal Stress</i>
State	Solved			
Scope				
Scoping Method	Geometry Selection			
Geometry	All Bodies			
Definition				
Type	Total Deformation	Equivalent (von-Mises) Stress	Minimum Principal Stress	Maximum Principal Stress
By	Time			
Display Time	Last			
Calculate Time History	Yes			
Identifier				
Results				
Minimum	0, m	530,34 Pa	-2,7011e+007 Pa	-5,6443e+006 Pa
Maximum	2,3214e-004	3,7254e+007 Pa	2,6581e+006 Pa	2,5046e+007 Pa

	m			
Minimum Occurs On	RUEDA:1	RUEDA:2	pata 1:3	
Maximum Occurs On	tab:1	bases:1	transversales:3	bases:1
Information				
Time	1, s			
Load Step	1			
Substep	1			
Iteration Number	1			
Integration Point Results				
Display Option	Averaged			

Tabla 2.23

3.- Información del material

3.1.- Acero Estructural (Propiedades):

Density	7850 kg m ⁻³
Coefficient of Thermal Expansion	1.2e-005 C ⁻¹
Specific Heat	434 J kg ⁻¹ C ⁻¹
Thermal Conductivity	60.5 W m ⁻¹ C ⁻¹
Resistivity	1.7e-007 ohm m

Tabla 2.24

Compressive Ultimate Strength Pa
0

Tabla 2.25

Compressive Yield Strength Pa
2.5e+008

Tabla 2.26

Tensile Yield Strength Pa
2.5e+008

Tabla 2.27

Tensile Ultimate Strength Pa
4.6e+008

Tabla 2.28

Reference Temperature C
22

Tabla 2.29

Strength Coefficient Pa	Strength Exponent	Ductility Coefficient	Ductility Exponent	Cyclic Strength Coefficient Pa	Cyclic Strain Hardening Exponent
9.2e+008	-0.106	0.213	-0.47	1.e+009	0.2

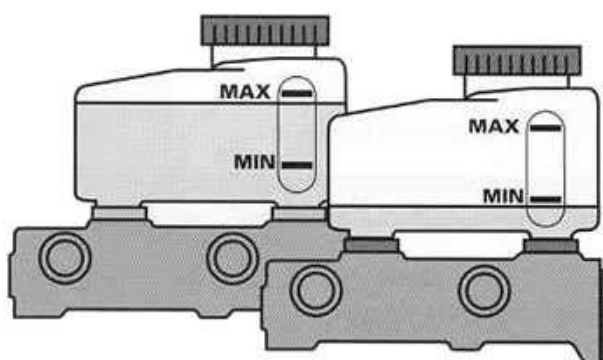
Tabla 2.30

ANEXO 5

COMPROBACIONES EN EL SISTEMA DE FRENOS

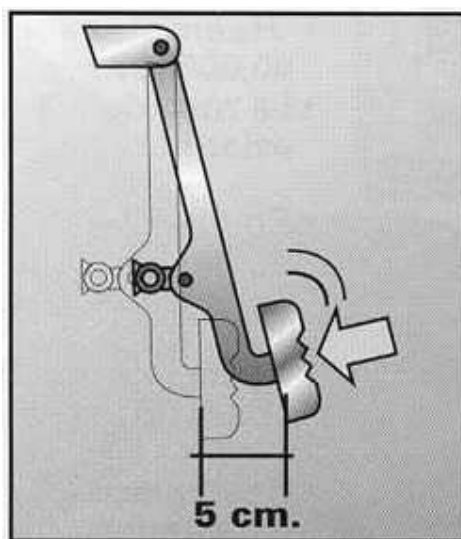
Bajo Nivel de Líquido.

Comprobar el nivel del líquido de frenos en el depósito de la bomba, con el desgaste de las pastillas y/o zapatas es normal el descenso del nivel del líquido, si este llegara a la marca de mínimo, puede indicar fugas. ¡No se limite a rellenarlo!, busque la causa de la avería y corrígela inmediatamente.



Incremento del Recorrido en Vacío del Pedal.

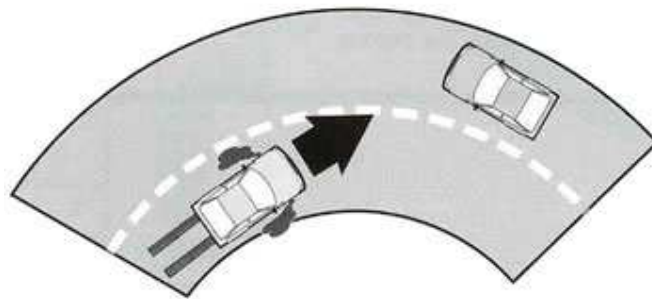
El recorrido promedio del pedal de freno debe ser de 5 cm max., en caso que este sea mayor, puede existir aire en el sistema o una falla en el circuito hidráulico.



Bloqueo de las Ruedas Delanteras.

Cuando las ruedas delanteras se bloquean, el vehículo seguirá su trayectoria y el conductor pierde el control del vehículo, esto puede ser ocasionado por alguna de las siguientes causas:

- Pastillas o zapatas equivocadas.
- Válvula reguladora o repartidora está mal ajustada o dañada.
- Zapatas o pastillas de freno traseras contaminadas (por aceite, grasa ó líquido de frenos).
- Disco o tambor desgastado o defectuoso.
- Falta de presión en la(s) línea(s) del eje trasero.
- Pistones pegados o deformados.

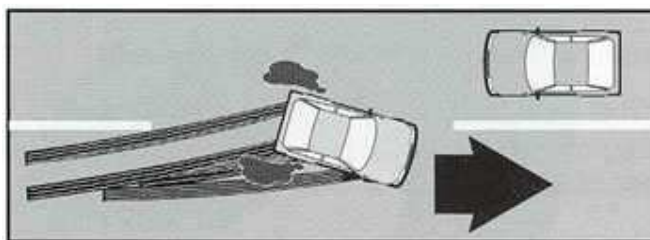


Bloqueo de las Ruedas Traseras.

El bloqueo en las ruedas traseras ocasionan que el vehículo "colee" bruscamente, se vuelva inestable y derrape.

Esto puede ocurrir:

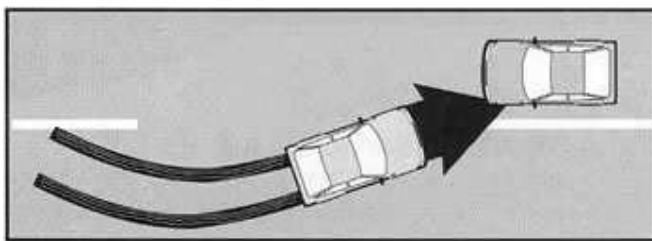
- Si se instalan pastillas o zapatas equivocadas.
- Si la válvula reguladora o repartidora está mal ajustada o dañada.
- Pastillas o zapatas delanteras contaminadas de aceite, grasa o líquido de frenos.
- Disco o tambor desgastado o defectuoso.
- Falta de presión en la(s) línea(s) del eje delantero.
- Pistones pegados o deformados.



Pérdida de Control durante el Frenado.

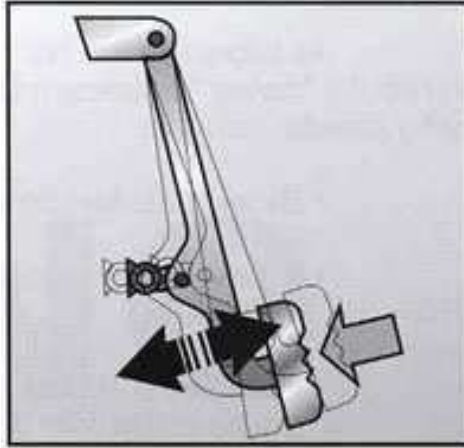
En situaciones de emergencias, se debe mantener totalmente el control del vehículo y evitar que derrape. Sin embargo la eficiencia en el frenado se pierde por:

- Pastillas o zapatas equivocadas o invertidas.
- Cristalización o contaminación por aceite, grasa o líquido de frenos.
- Disco o tambor desgastado o defectuoso.
- Pistones de caliper o cilindros de rueda atorados o pegados.
- Tubería obstruida o estrangulada en uno de los circuitos.
- Puntos de apoyo de las zapatas deformados.
- Resorte(s) de retorno de las zapatas debilitado o vencido.
- Llantas infladas con diferente presión.
- Rodamientos mal ajustados o dañados.



Pulsación en el Pedal de Frenos.

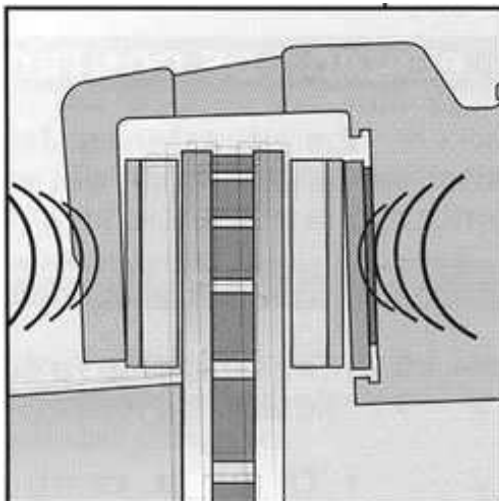
- Diafragma del booster con pequeñas fugas.
- Excesivo alabeo del disco (debe ser de 0.08 a 0.1 mm).
- Falta de paralelismo entre las caras del disco (variación del espesor entre varios puntos).
- Rodamientos mal ajustados o dañados.
- Tambores excéntricos u ovalados.
- Deformación en el asiento de lámina en tambores flotantes



Ruidos.

El procedimiento de frenado es un fenómeno de fricción en seco, por su propia naturaleza tiende a generar vibraciones y ruidos provocados por:

- La forma geométrica y las condiciones del disco hacen que sea un buen amplificador de ruido.
- Cuando las pastillas están excesivamente gastadas y su efecto de amortiguar vibraciones es insuficiente, genera rechinos o chillidos
- El material de fundición de los discos no cumple con las especificaciones del fabricante del vehículo.
- Las frenadas bruscas y frecuentes durante el periodo de asentamiento de las pastillas con el disco, son motivo de endurecimiento de la superficie de fricción y pueden producir ruidos.



Temperatura.

La temperatura excesiva produce una descomposición del elemento aglutinante de las pastillas y crea una capa superficial que contiene vapor y materiales metálicos, lo que disminuye el coeficiente de fricción así como la capacidad de la pastilla para acoplarse al rotor.

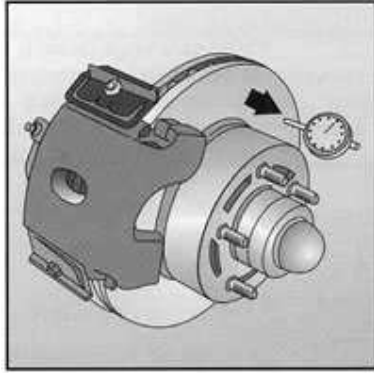
Siempre que el espesor de las pastillas lo permita (3.2 mm mín.), la única alternativa para reinstalar una pastilla "cristalizada" es desmontarlas, lijar, reinstalar y rodar el vehículo como si estas fueran nuevas.

El exceso de temperatura es ocasionado por:

- Pistones pegados
- Discos (espesor mín. fuera de especificación).
- Tambores (diámetro máx. fuera de especificación).
- Falta de rectificado en discos y tambores.
- Uso excesivo de los frenos. Montaje o aplicación inadecuados de pastillas y/o zapatas.

Recomendaciones.

- Consulte el catálogo AS, para la correcta selección de los componentes.
- Eliminar la película antioxidante antes de montar los discos o tambores.
- Reemplace el líquido de frenos cada año ó 40,000 Km.
- La zona de asentamiento de discos y tambores, debe estar libre de corrosión.
- En discos y/o tambores con maza, cambiar el retén para evitar fuga o contaminación, no exceda la cantidad de grasa de los rodamientos.
- Verificar el alabeo del disco con un indicador de carátula (debe ser de 0.08 a 0.1 mm máx.).
- Reemplace los herrajes, muelles y resortes dañados o gastados.
- En caso de daño en alguno de los discos y/o tambores, cambiar ambas piezas del mismo eje.
- Nunca instale: Discos con espesor mín. fuera de especificación.

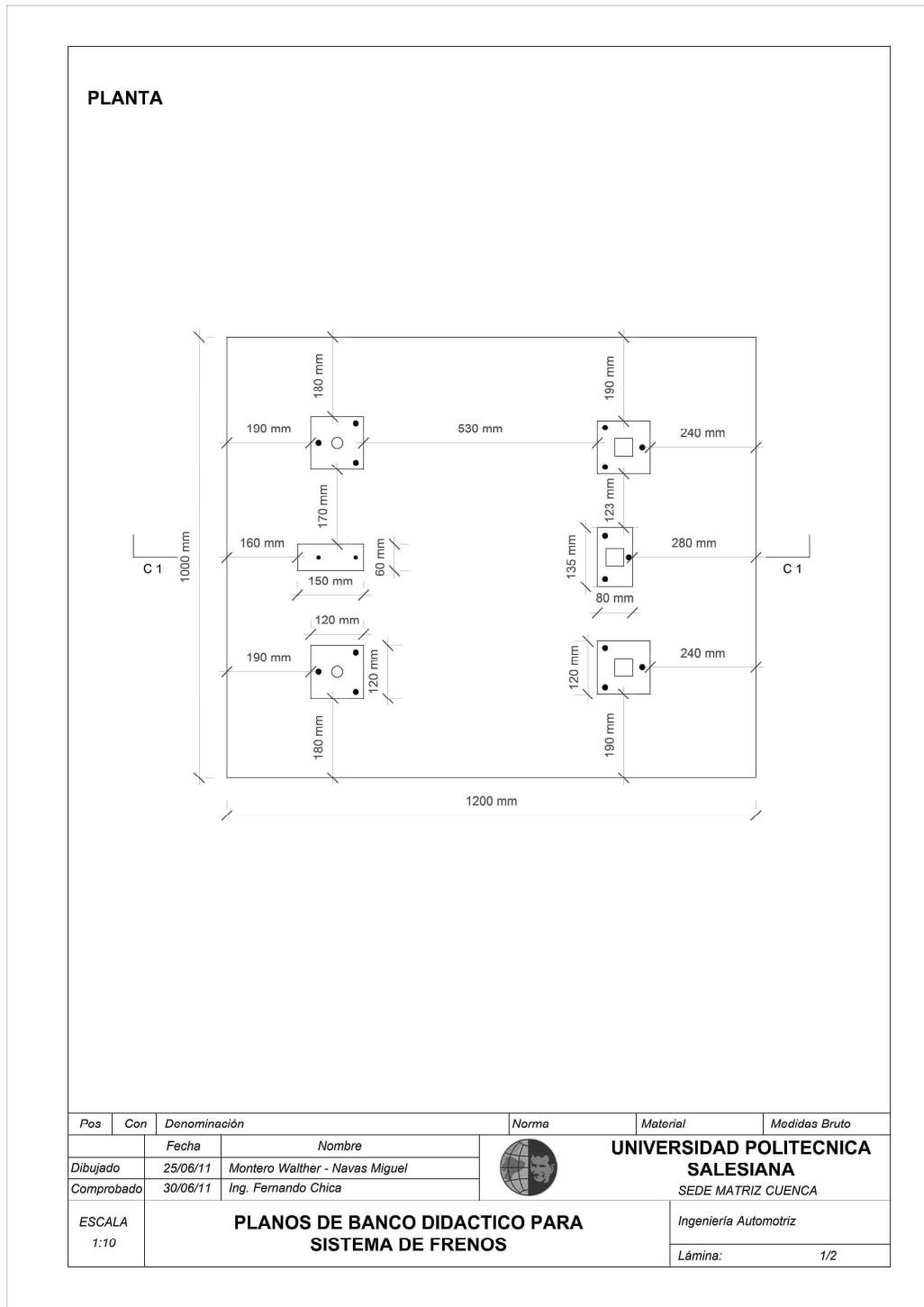


Tambores con diámetro máx. fuera de especificación. Pastillas o zapatas contaminadas con grasa o líquido de frenos. Pistones o cilindros "picados" Discos o tambores con: ralladuras profundas, grietas, deformaciones o evidencia de sobre calentamiento (color azul oscuro).³²

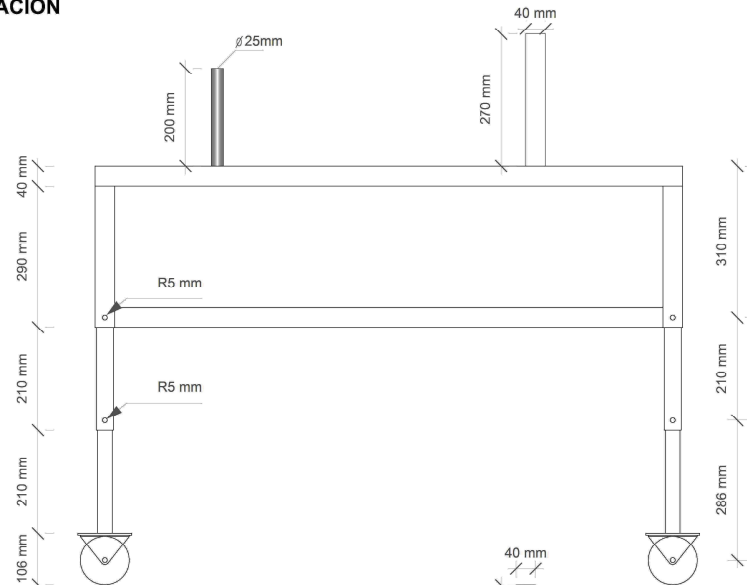
³² <http://www.orma.com.mx/docs/productos/catalogos/frenoluk/causas.html>

ANEXO 6

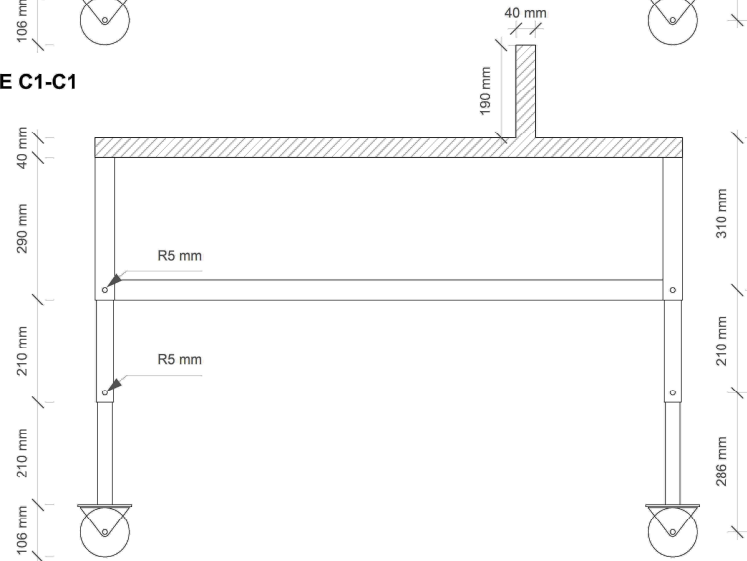
ESTRUCTURA DEL BANCO




ELEVACION



CORTE C1-C1



Pos	Con	Denominación	Norma	Material	Medidas Bruto
		Fecha	Nombre	 UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA SEDE MATRIZ CUENCA	
		Dibujado	Montero Walther - Navas Miguel		
		Comprobado	Ing. Fernando Chica		
ESCALA	1:10	PLANOS DE BANCO DIDACTICO PARA SISTEMA DE FRENOS			Ingeniería Automotriz
				Lámina:	2/2