

**41UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA  
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**CONSTRUCCION DE MAQUETA DIDACTICA DE FRENOS HIDRAULICO**

Trabajo de Titulación para optar  
al Título de Técnico Universitario en  
**MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

Alumnos:

Gonzalo Andrés Tapia Aracena

Nicolás André Cabrera Esquivel

Profesor Guía:

Sr. Walter Adrian Lemus

## **RESUMEN**

En el presente trabajo se detallara el procedimiento que se llevó a cabo para realizar la maqueta de aprendizaje que consta de un sistema de frenos, para la cual se efectuaron diversas tareas, tales como despiece , limpieza y ensamblaje de las distintas piezas del sistema de frenos.

Para comenzar con el proyecto de la maqueta se adquieren piezas como el tambor de freno delantero de un furgón “Suzuki Carry ST90”, tambor trasero y sistema de disco delantero del vehículo “Chevrolet Corsa”, y un último elemento que es el servo-freno que fue sacado de un automóvil “Subaru Legacy”, estos elementos fueron adquiridos de vehículos en desarme los cuales se encuentran em desarmaduras sercanas a los alumnos que están desarrollando este proyecto, no obstante a esto se comienza con el propósito que tiene por finalidad convertirse en una maqueta de aprendizaje para los futuros estudiantes de la carrera de Técnico Universitario en Mecánica Automotriz de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Cuando cada componente fue adquirido, se comienza con el proceso de limpieza, para lo cual, se realizó un despiece de estas separando cada componente, los cuales eran los sistemas de frenos tanto de tambor como de disco y sus respectivos componentes principales, también la bomba de frenos , con su servofrenos entre otros para realizar una detallada y exhaustivas limpieza para que al momento de montar cada componente en dicha maqueta se pueda visualizar de forma correcta cada elemento en general, y para esto se ocupó la técnica de limpiar las piezas con kerosene o bencina blanca la cual fue una técnica efectiva de limpieza.

**INDICE**

RESUMEN.....	2
INDICE .....	1
INDICE DE FIGURAS.....	6
INDICE DE TABLA.....	8
SIGLAS Y/O SIMBOLOGIA.....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
OBJETIVOS .....	3
OBJETIVOS GENERALES .....	3
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	3
CAPÍTULO 1: PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO BÁSICOS DE UN SISTEMA DE FRENOS .....	4
1.PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO BÁSICOS DE UN SISTEMA DE FRENOS..	5
1.1.INTRODUCCIÓN .....	5
1.2.PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.....	6
1.2.1.PRINCIPIO DE PASCAL .....	6
1.2.2.EJERCICIO DE LA LEY DE PASCAL.....	7
1.2.3.LA FRICCIÓN.....	9
1.2.4.ENERGÍA CINETICA .....	10
1.2.5.ENERGÍA CALORÍCA.....	10
CAPÍTULO 2: COMPONENTES PRINCIPALES, DISPOSICIONES Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	12
2.COMPONENTES PRINCIPALES, DISPOSICIONES Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.....	13
2.1.COMPONENTES PRINCIPALES Y SUS CARACTERISTICAS .....	13
2.1.1.FRENOS DE TAMBOR.....	13
2.1.2.PLATOS PORTA FRENOS .....	15
2.1.3.EL TAMBOR DE FRENO .....	16
2.1.4.ZAPATAS DE FRENO .....	16

2.1.5.BALATAS O FORRO DE FRENOS .....	17
2.1.6.RESORTES DE RETRACCION O RETORNO .....	18
2.1.7.REGULADORES DE AJUSTES DE LOS FRENOS .....	18
2.1.8.TIPOS DE FRENOS DE TAMBOR .....	19
2.1.9.FRENO DE DISCO .....	20
2.1.10.DISCO DE FRENO .....	23
2.1.11.CALIPER.....	23
2.1.12.DISCO.....	23
2.1.13.TIPOS DE DISCOS DE FRENOS .....	23
2.1.14.OBSERVACIONES.....	25
2.1.15.VENTAJAS Y DESVENTAJAS ENTRE FRENO DE TAMBOR Y FRENO DE DISCO.....	25
2.1.16.SERVO FRENO BOOSTER .....	28
2.1.17.FUNCIONAMIENTO SERVOFRENO .....	30
2.1.18.SERVOFRENO DE AIRE A PRESION .....	31
2.1.19.SERVOFRENO SISTEMA TELMA.....	31
2.1.20.SERVOFRENO MIXTO O INTEGRALES .....	32
2.1.21.CONSTITUCION .....	32
2.1.22.BALATA.....	33
2.1.23.MATERIALES .....	34
2.1.24.PASTILLAS DE FRENO .....	36
2.1.25.MATERIALES DE PASTILLAS DE FRENO .....	36
2.1.26.PEDAL DE FRENO .....	37
2.1.27.CAÑERIA DE PRESION .....	38
2.1.28.PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA UN SISTEMA CON CAÑERIAS Y/O TUBERÍAS.....	38
2.1.29.CILINDRO DE RUEDA .....	39
2.1.30.TIPOS DE CILINDROS .....	39
2.1.31.BOMBA DE FRENO.....	40
2.1.32.FUNCIONAMIENTO .....	41
2.1.33.BOMBA HIDRAULICA SIMPLE.....	42

2.1.34.COMONENTES BASICOS Y FINALIDAD.....	42
2.1.35.ORIFICIOS DE COMPENSACION .....	43
2.1.36.CAMARA DE PRESIÓN .....	43
2.1.37.CAMARA DE REABASTECIMIENTO.....	43
2.1.38.RETEN SECUNDARIO .....	44
2.1.39.RETEN OBTURADOR DEL CILINDRO PRINCIPAL (RETEN PRIMARIO).....	44
2.1.40.VALVULA DE CONTROL (DE RETENCION O DE PRESION RESIDUAL).....	45
2.1.41.CILINDRO MAESTRO .....	45
2.1.42.CILINDRO MAESTRO “TANDEM” .....	47
2.1.43.CILINDROS DE RUEDAS .....	48
2.2.DISPOSICIÓN DE LOS CIRCUITOS DE FRENOS Y FUNCIONAMIENTO .....	48
2.2.1.CIRCUITO DE FRENOS .....	48
2.2.2.CIRCUITO PRINCIPAL DE FRENOS .....	49
2.2.3.CIRCUITO AUXILIAR DE FRENOS.....	49
2.2.4.SISTEMA DE MANDOS DE FRENOS .....	50
2.2.5.SISTEMA DE FRENOS POR FUERZA AUXILIAR .....	50
2.2.6.SISTEMA DE FRENOS POR FUERZA AJENA.....	51
CAPITULO 3: MANTENIMIENTO, DIAGNOSTICO Y BUSQUEDA DE FALLAS...53	
3.MANTENIMIENTO, DIAGNOSTICO Y BUSQUEDA DE FALLAS .....	54
3.1.PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS.....	54
3.1.1.PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DEL CIRCUITO DE FRENOS.....	54
3.1.2. VERIFICACIONES QUE DEBEN REALIZARSE EN UN FRENO DE DISCOS.....	55
3.1.3.PROCESO DE VERIFICACION DE DEFORMACION DE UN DISCO DE FRENO.....	57
3.1.4.VERIFICACIONES QUE DEBEN REALIZARSE EN UN FRENO DE TAMBOR.....	58
3.1.5. PROCESO DE VERIFICACION DE UN SISTEMA DE REGLAJE DE BALATAS.....	59

3.1.6.PURGADO DE FRENOS.....	61
3.1.7.PRECAUCIONES QUE DEBEN DE TOMARSE EN LAS OPERACIONES DE PURGADO DE LOS FRENOS .....	62
3.1.8.PROCESO DE VERIFICACION DEL LIMITADOR DE FRENADO.....	63
3.1.9.PROCESO DE VERIFICACIONES DE UN SERVOFRENO .....	66
CAPITULO 4: CONSTRUCCION DE LA MAQUETA.....	68
4.CONSTRUCCION DE LA MAQUETA.....	69
4.1.OBTENCION DE COMPONENTES.....	69
4.2.REVISION DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES .....	69
4.2.1.BOMBA DE FRENO.....	69
4.2.2.SERVOFRENO .....	70
4.2.3.TAMBORES DE FRENOS (SIMPLE Y DUPLEX).....	70
4.2.4.BALATAS Y PORTA BALATAS.....	70
4.2.5.DISCO DE FREENO.....	70
4.2.6.CALIPER.....	70
4.2.7.COMPRESOR .....	70
4.3.CONSTRUCCION DE LA MAQUETA .....	71
4.3.1.TAMBOR SIMPLEX .....	72
4.3.2.TAMBOR DUPLEX.....	73
4.3.3.DISCO DE FRENO .....	74
4.3.4.BOMBA DE FRENO Y SERVOFRENO .....	75
4.3.5.COMPRESOR .....	76
4.3.6.MANGUERA PARA SANGRAR FRENOS .....	76
4.4.DISEÑO DEL MUEBLE.....	77
4.5.DIMENSIONES DE LA MAQUETA.....	79
4.6.FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUETA DE FRENO .....	81
4.7.RESUMEN DE GASTOS.....	83
CONCLUSIONES .....	84
BIBLIOGRAFIA.....	85
MEMORIAS .....	86

ANEXOS.....	87
5.RECONOCIMIENTO DE COMPONENTES Y DESCRIPCION.....	91
6.REVISION DEL SISTEMA DE FRENO.....	92
7.PURGADO DEL SISTEMA Y SU IMPORTANCIA.....	93

**INDICE DE FIGURAS**

<a href="#"><u>Figura 1.1 Sistema de frenos convencional</u></a> .....	6
<a href="#"><u>Figura 1.2 Principio de Pascal</u></a> .....	7
<a href="#"><u>Figura 2.1 Freno de tambor</u></a> .....	14
<a href="#"><u>Figura 2.2 elementos que forman un tambor de freno</u></a> .....	14
<a href="#"><u>Figura 2.3 Balatas</u></a> .....	17
<a href="#"><u>Figura 2.4 Frenos Simplex</u></a> .....	19
<a href="#"><u>Figura 2.5 Tipos de frenos</u></a> .....	20
<a href="#"><u>Figura 2.6 Freno de Disco</u></a> .....	21
<a href="#"><u>Figura 2.7 Esquema de un sistema de frenos de disco</u></a> .....	22
<a href="#"><u>Figura 2.8 Disco clásicos</u></a> .....	23
<a href="#"><u>Figura 2.9 Discos ventilados</u></a> .....	24
<a href="#"><u>Figura 2.10 Disco Perforado</u></a> .....	24
<a href="#"><u>Figura 2.11 Servofreno</u></a> .....	29
<a href="#"><u>Figura 2.12 Posición de reposo servofreno</u></a> .....	30
<a href="#"><u>Figura 2.13 Posicion de frenado servofreno</u></a> .....	31
<a href="#"><u>Figura 2.14 Constitución (Servofreno)</u></a> .....	32
<a href="#"><u>Figura 2.15 Balatas</u></a> .....	35
<a href="#"><u>Figura 2.16 Pastillas de freno</u></a> .....	36
<a href="#"><u>Figura 2.17 Pedal de freno</u></a> .....	37
<a href="#"><u>Figura 2.18 Cañerías de presión</u></a> .....	38
<a href="#"><u>Figura 2.19 Cilindro de rueda)</u></a> .....	39
<a href="#"><u>Figura 2.20 Bomba principal o bomba de freno</u></a> .....	41
<a href="#"><u>Figura 2.21 Bomba hidráulica simple</u></a> .....	42
<a href="#"><u>Figura 2.22 Esquema de frenado hidráulico</u></a> .....	44
<a href="#"><u>Figura 2.23 Esquema de frenado hidráulico</u></a> .....	45
<a href="#"><u>Figura 2.24 Cilindro maestro</u></a> .....	46
<a href="#"><u>Figura 2.25 Cilindro maestro “Tandem”</u></a> .....	47
<a href="#"><u>Figura 2.26 Esquema básico de un sistema general de frenos</u></a> .....	48
<a href="#"><u>Figura 2.27 Circuito principal de frenos</u></a> .....	49
<a href="#"><u>Figura 2.28 Circuito auxiliar de frenos</u></a> .....	49
<a href="#"><u>Figura 2.29 Sistema de frenos por fuerza auxiliar</u></a> .....	50
<a href="#"><u>Figura 2.30 Sistema hidráulico de frenos</u></a> .....	51
<a href="#"><u>Figura 3.1 Despiece de una pinza de freno</u></a> .....	56
<a href="#"><u>Figura 3.2 Verificación de fugas de la pinza de freno</u></a> .....	57
<a href="#"><u>Figura 3.3 Verificación de deformación del disco de freno</u></a> .....	58

<u>Figura 3.4 Despiece de un freno de tambor</u> .....	58
<u>Figura 3.5 Verificación del sistema de reglaje automático de aproximación de las balatas</u> .....	60
<u>Figura 3.6 Operación de reglaje del sistema de aproximación automática</u> .....	60
<u>Figura 3.7 Reglaje de aproximación de zapatas en los frenos convencionales de tambor</u> .....	61
<u>Figura 3.8 Proceso de purga de los frenos</u> .....	62
<u>Figura 3.9 Control de la presión en el cilindro de rueda</u> .....	63
<u>Figura 3.10 Verificación de la presión de frenado</u> .....	64
<u>Figura 3.11 Verificación del servofreno</u> .....	66
<u>Figura 4.1 Maqueta</u> .....	71
<u>Figura 4.2 vista de la maqueta cara trancera</u> .....	72
<u>Figura 4.3 Tambor Simplex descubierto</u> .....	73
<u>Figura 4.4 Tambor Simplex completo</u> .....	73
<u>Figura 4.5 Tambor Duplex descubierto</u> .....	74
<u>Figura 4.6 Tambor Duplex completo</u> .....	74
<u>Figura 4.7 Disco de freno</u> .....	75
<u>Figura 4.8 Bomba de freno y Servofreno</u> .....	75
<u>Figura 4.9 Compresor</u> .....	76
<u>Figura 4.10 Mangueras para Sangrar frenos</u> .....	77
<u>Figura 4.11 Diseño de la maqueta de frenos</u> .....	78
<u>Figura 4.12 Diseño de la estructura metálica</u> .....	79
<u>Figura 4.13 Vista frontal</u> .....	80
<u>Figura 4.14 Vista lateral</u> .....	81

**INDICE DE TABLA**

<u>Tabla 1.1. Clasificación de coeficiente de fricción.....</u>	<u>9</u>
<u>Tabla 2.1. Ventajas y desventajas freno de tambor con freno de disco.....</u>	<u>26</u>
<u>Tabla 3.1. Diagnostico.....</u>	<u>64</u>
<u>Tabla 3.2. Diagnostico.....</u>	<u>67</u>
<u>Tabla 4.1. Resumen de gastos.....</u>	<u>83</u>
<u>Tabla 5.1 Clasificación de los líquidos de frenos.....</u>	<u>88</u>

**SIGLAS Y/O SIMBOLOGIA**

SAE: Society Automotive Engineers (Sociedad de Ingenieros Automotrices)

Ø: Diámetro

\$.: Peso chileno

SIMBOLOGÍA (De acuerdo con lo estipulado por el Sistema Internacional de Unidades [SI])

cm: Centímetro

J: Joule

km: Kilómetro

L: Litro

m: Metro

mm<sup>3</sup> : Milímetro cúbico

mm<sup>2</sup>: Milímetro cuadrado

N : Newton

s : Segundo

## INTRODUCCIÓN

En el mundo automotriz para que un vehículo pueda entrar al mercado de diferentes países, es necesario y primordial que cumpla con un margen específico de seguridad que disponga dicho mercado automotriz, esto hace que cada vehículo el cual llega a un mercado disponga de diferentes sistemas de seguridad abordó y los diez más conocidos y/o esenciales son:

- Los neumáticos
- Antibloqueo de frenos
- Asistencia a la frenada de emergencia
- Dirección asistida
- Control de tracción
- Control de estabilidad
- Suspensión
- Avisador de cambio de carril involuntario
- Detección y aviso de circulación en sentido contrario
- Detección de Angulo muerto

Los tres últimos son elementos más avanzados dentro de modelos de vehículos de alta gama o automóviles que se encuentran desde el año 2016 hacia adelante.

Dentro de dicho trabajo y maqueta de aprendizaje estará centrado, al sistema de frenos hidráulicos del vehículo, ya que, este sistema es uno esencial y primordial al momento de que el conductor efectuó la tarea de manejar o maniobrar el vehículo.

En dicho trabajo se dara a conocer el funcionamiento de cada componente que se encuentra dentro del sistema de frenos, explicaremos algunas pruebas que se desarrollan en los distintos elementos y por último se desmotrará todo el proceso de la construcción de la maqueta de frenos didáctica.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVOS GENERALES**

Construir una maqueta didáctica de frenos hidráulicos para la asignatura de Sistema de frenos, para el alumno de Mecánica Automotriz de la Universidad Técnica Federico Santa María.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Reconocer las posibles fallas y diagnóstico que puedan presentarse dentro de la maqueta de frenos.
- Identificar componentes principales en la maqueta con su respectiva función, para así operar de forma correcta la maqueta de frenos convencional.
- Experimentar con cada componente dentro de la maqueta, para verificar el comportamiento del sistema de freno con aire dentro de las cañerías.
- Analizar y relacionar las posibles fallas estudiadas en la maqueta, con que se encuentran en el área de Mecánica Automotriz.

**CAPÍTULO 1: PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO BÁSICOS DE UN**  
**SISTEMA DE FRENOS**

# **1. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO BÁSICOS DE UN SISTEMA DE FRENOS**

## **1.1. INTRODUCCIÓN**

Un sistema de frenos es el desarrollo que se produce entre dos energías físicas las cuales son ; energía cinética y energía calórica, en lo que conlleva que la interacción entre el freno y el movimiento de un vehículo puede ser entendida como un intercambio de energías. El movimiento se conoce como energía cinética y la operación para realizar el frenado está denominada como energía de calor. Una vez que la energía de calor contrarresta a la energía cinética y el auto se detiene, la energía mecánica de movimiento se convierte en calorífica mediante la fricción entre dos piezas una fija y una móvil que en el ámbito automotriz se le conocen como los frenos.

Los frenos hidráulicos aprovecha la acción multiplicadora del esfuerzo ejercido sobre un líquido, con esto la presión que se ejerce sobre un pistón que actúa sobre el líquido, es transmitida a otros pistones que accionan los frenos, con lo cual se logra la misma presión de frenado en los distintos elementos de fricción.

El sistema de freno fundamenta su funcionamiento en los dos principios básicos de física:

- La ley de Pascal
- La fricción

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 la que se mueva.

Un sistema de freno consiste en :

Una bomba hidráulica la cual entrega el caudal, un sistema de frenos de disco o tambor los cuales son los encargados de efectuar la acción de frenado, una pedalera en la que se ejerce la fuerza, cañerías que llevan el líquido hidráulico hacia los frenos y un servo según corresponda al sistema de freno.

Un sistema de freno cabe destacar es eficaz, cuando al activarlo se obtiene la detención del vehículo en un tiempo y distancia mínima.

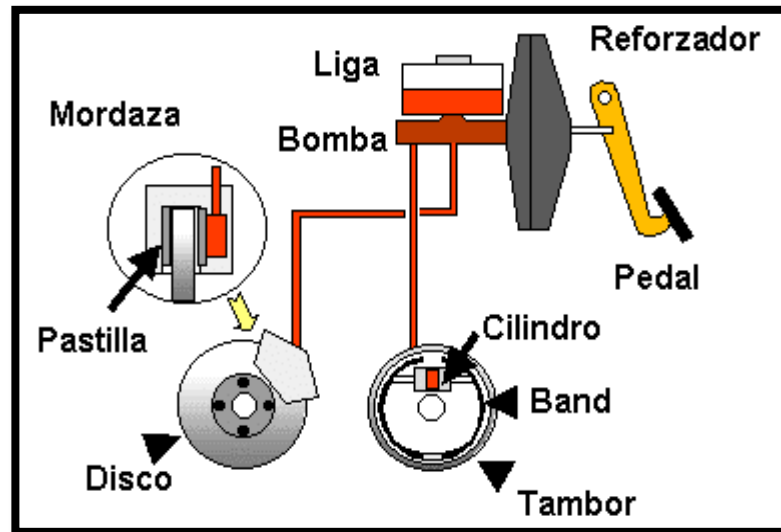


Figura 1.1 Sistema de frenos convencional

Fuente: <http://multiservicioautomotriz3h.blogspot.com/2011/03/sistema-convencional-de-freno.html>

## 1.2. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

### 1.2.1. PRINCIPIO DE PASCAL

La presión aplicada a un punto de un fluido estático e incompresible encerrado en un recipiente se transmite a todos los puntos del fluido.

La prensa hidráulica en el siglo XVII, en Francia, el matemático y filósofo Blaise Pascal comenzó una investigación referente al comportamiento de los fluidos. Observó que al empujar un líquido, la presión que se ejercía era igual en magnitud en todas las direcciones. Gracias a este principio se ha logrado producir fuerzas muy grandes utilizando fuerzas relativamente pequeñas.

Uno de los aparatos más comunes para alcanzar lo anteriormente mencionado es la “prensa hidráulica”, la cual está basada en el principio de Pascal.

La prensa hidráulica está formada por dos pistones de diferente área, los cuales se conectan entre sí, por medio de una manguera o un cilindro. Los pistones se pueden accionar hacia arriba o hacia abajo según sea.

Nota: el punto de aplicación de las fuerzas debe estar situado sobre la sección de los émbolos.

Si se ejerce una fuerza  $F_1$  (Figura 1.2) sobre el embolo pequeño de sección  $S_1$ , se crea una presión  $P$  en el líquido bajo el embolo pequeño de valor  $F_1/S_1$ . Esta misma presión  $P$  se manifiesta en todo el fluido, y ejerce una presión en el embolo grande, de sección  $S_2$  una fuerza  $F_2$ .

Es decir, la fuerza que hace el líquido sobre el embolo grande es  $F_2$ .

La fuerza que hace la prensa ( $F_2$ ) es la que se ha hecho al pisar el freno ( $F_1$ ) multiplicada por la relación entre las superficies de los émbolos ( $S_2/S_1$ ). Si la superficie es doble que la que se ha hecho; si la relación es triple, la fuerza es triple, etc.

Cuando se aplica una fuerza  $F_1$  (Figura 1.2) sobre el pistón de menor área  $A_1$  se genera una presión  $P_1$ :

$$P_1 = F_1 / A_1$$

Del mismo modo en el segundo pistón:

$$P_2 = F_2 / A_2$$

Se observa que el líquido está comunicado, luego por el principio de Pascal, la presión en los dos pistones es la misma, por lo tanto se cumple que:

$$P_1 = P_2$$

Esto es:

$$F_1 / A_1 = F_2 / A_2$$

Con lo que tenemos, ordenado términos, que la relación variable de la prensa hidráulica es:

$$F_1 / F_2 = A_1 / A_2$$

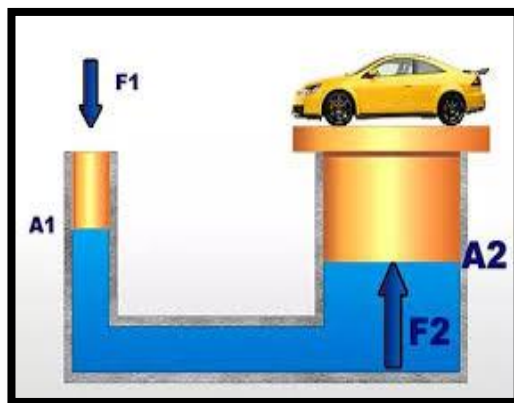
En donde:

$F_1$ : Fuerza del pistón menor

$F_2$ : Fuerza del pistón mayor

$A_1$ : Área del pistón menor

$A_2$ : Área del pistón mayor



**Figura 1.2 Principio de Pascal**

Fuente: <http://lorenabuitrago.wixsite.com/fisicaparatodos/pascal>

### 1.2.2. EJERCICIO DE LA LEY DE PASCAL

En la imagen tenemos un coche de 1000 [kg] encima de un disco con un radio de 2 metros y por otro lado tenemos otro disco de 0.5 metros y luego el depósito lleno de agua.

La presión o fuerza que tenemos que ejercer en el disco pequeño será la necesaria para poder elevar el coche de 1000 [kg]. Pero. ¿Cuál es?

$F_1$  = Fuerza que tenemos que ejercer en el disco pequeño.

$A_1$  = El área o superficie del disco pequeño

$F_2$  = Fuerza en el disco grande

$A_2$  = Área o superficie del disco grande.

Si el principio de Pascal dice que esas 2 presiones son iguales, es decir, la presión ejercida en el disco pequeño y la presión ejercida en el disco grande.

$P_1$  es la presión para el disco pequeño y  $P_2$  la presión para el disco grande, se tendrá entonces:

$$P_1 = F_1/A_1;$$

$$P_2 = F_2/A_2;$$

Según Pascal las dos son iguales:

$$F_1/ A_1 = F_2/ A_2$$

Recuerda: El área o superficie de un disco es pi por su radio al cuadrado.

$$A_1 = \pi R^2 = \pi 0.52 = 0.785 \text{ [m}^2\text{]};$$

$$A_2 = \pi R^2 = \pi 2^2 = 12.566 \text{ [m}^2\text{]};$$

Recuerda que siempre hay que poner las dos áreas en la misma unidad dentro de la fórmula, [mm<sup>2</sup>],[ cm<sup>2</sup>],[ m<sup>2</sup>], etc.

OJO el dato que nos dan del coche, los 1000 [kg] es su masa, ya que la unidad de fuerza es el Newton. La fuerza es igual a la masa por la gravedad, por lo tanto primero tenemos que convertir estos 1000[kg] de masa en peso o fuerza:

$$F_1 = m \text{ (masa)} \times g \text{ (gravedad)} = 1000 \text{ [kg]} \times 9.8 \text{ [m]/ [sg}^2\text{]} = 9.800 \text{ [Newton] (N)}$$

Conocemos las áreas y una fuerza, la que debe ser en el lado del coche para levantarlo, es decir 9.800[N] ( $F_2$ ). Sustituimos todos los valores conocidos en la fórmula de la igualdad de las dos presiones y tenemos:

$$F_1/0.785 = 9.800/12.566; \text{ Despejando } F_1 \text{ tenemos}$$

$$F_1 = (F_2/A_2) * A_1 \text{ introduciendo los datos anteriores:}$$

$$F_2 = 612 \text{ [N]}$$

Esto quiere decir que solamente con aplicar una fuerza de 612 [Newton] podemos elevar un coche de 9.800[N].

Si ahora queremos expresar los Newton en [kg], ya que en la práctica es lo que se suele utilizar, simplemente tenemos que dividir los newton entre la gravedad, es decir

$$F_1 = m_1 \times g; m_1 = 612/9.8 = 62.4 \text{ [kg];}$$

$$F_2 = m_2 \times g; m_2 = 9.800/9.8 = 1000 \text{ [kg];}$$

Es decir, con un poco más de 62[kg] podemos levantar un coche de 1000[kg] utilizando la prensa hidráulica y el principio de Pascal.

**1.2.3. LA FRICCIÓN**

La ley de conservación de la energía establece que “la energía no se crea ni se destruye solo se transforma”, la energía cinética y la calórica son dos tipos de energía, la primera es aquella energía que tienen los cuerpos al estar en movimiento y la segunda es la energía que absorben o liberan los cuerpos en forma de calor, cuando un vehículo se encuentra en movimiento tiene una cierta energía cinética y si queremos detenerlo tenemos que transformar esa energía en otro tipo de energía que no involucra el movimiento del vehículo, tal como la energía calórica.

Lo anterior se logra mediante la fricción, que es la fuerza que se opone al movimiento entre dos objetos que se encuentran en contacto. La fricción de un material se determina por su coeficiente de fricción, designado por la letra griega  $\mu$  (miu), donde  $\mu = 0$  significa que no hay fricción entre las superficies en contacto y  $\mu = 1$  significa que hay una fricción máxima entre las superficies de contacto. La codificación en cuanto a los coeficientes de fricción ha sido establecida por la SAE (Society of Automotive Engineers), según lo muestra la siguiente tabla:

<b>Coeficiente de fricción</b>	<b><math>\mu</math></b>
<b>Coeficiente de fricción (C)</b>	<b>0,00 – 0.15</b>
<b>Coeficiente de fricción (D)</b>	<b>0.15 – 0.25</b>
<b>Coeficiente de fricción (E)</b>	<b>0.25 – 0.35</b>
<b>Coeficiente de fricción (F)</b>	<b>0.35 – 0.45</b>
<b>Coeficiente de fricción (G)</b>	<b>0.45 – 0.55</b>
<b>Coeficiente de fricción (H)</b>	<b>0.55 y mayor</b>
<b>Coeficiente de fricción (Z)</b>	<b>Sin calificación</b>

**Tabla 1.1 Clasificación de coeficiente de fricción**

Fuente: <https://www.fisimat.com.mx/friccion/>

**Clasificación del (os) coeficiente de fricción**

El coeficiente de fricción es el factor por el cual se multiplica la fuerza del caliper o mordaza de frenos para obtener la fuerza de fricción. Es decir, entre más alto es el coeficiente mayor es la fuerza de frenado.

La Fuerza de Fricción es directamente proporcional al peso, esto significa que conforme el cuerpo aumenta en peso también aumenta la fricción al ponerse en contacto con otro cuerpo. La fricción depende del material de fricción, temperatura y acabado de la superficie del tambor o rotor.

#### **1.2.4. ENERGÍA CINÉTICA**

En física, la energía cinética de un cuerpo es aquella energía que posee debido a su movimiento. Se define como el trabajo necesario para acelerar un cuerpo de una masa determinada desde el reposo hasta la velocidad indicada. Una vez conseguida esta energía durante la aceleración, el cuerpo mantiene su energía cinética salvo que cambie su velocidad. Para que el cuerpo regrese a su estado de reposo se requiere un trabajo negativo de la misma magnitud que su energía cinética. Cuando un cuerpo está en movimiento posee energía cinética ya que al chocar contra otro puede moverlo y, por lo tanto, producir un trabajo.

Para que un cuerpo adquiera energía cinética o de movimiento; es decir, para ponerlo en movimiento, es necesario aplicarle una fuerza. Cuanto mayor sea el tiempo que esté actuando dicha fuerza, mayor será la velocidad del cuerpo y, por lo tanto, su energía cinética será también mayor. Otro factor que influye en la energía cinética es la masa del cuerpo.

La fórmula que representa la Energía Cinética es la siguiente:

$$E_c = 1/2 \times [m] \times [v^2]$$

$E_c$  = Energía cinética

$m$  = masa

$v$  = velocidad

Cuando un cuerpo de masa “ $m$ ” se mueve con una velocidad “ $v$ ” posee una energía cinética que está dada por la fórmula escrita más arriba.

En esta ecuación, debe haber concordancia entre las unidades empleadas. Todas ellas deben pertenecer al mismo sistema. En el Sistema Internacional (SI), la masa “ $m$ ” se mide en [kg] y la velocidad “ $v$ ” en [m/s], con lo cual la energía cinética resulta medida en Joule.

#### **1.2.5. ENERGÍA CALORÍCA**

La energía térmica es la manifestación de la energía en forma de calor. En todos los materiales los átomos que forman sus moléculas están en continuo movimiento ya sea trasladándose o vibrando. Este movimiento implica que los átomos tengan una determinada energía cinética a la que nosotros llamamos calor, energía térmica o energía calorífica.

Si se aumenta temperatura a un elemento aumenta su energía térmica; pero no siempre que se aumenta la energía térmica de un cuerpo aumenta su temperatura ya que en los cambios de fase (de líquido a gas, por ejemplo) la temperatura se mantiene. Por ejemplo, al calentar un recipiente con agua, poco a poco le vamos dando energía térmica y va aumentando su temperatura, pero cuando llega a los 100[°C] (temperatura de ebullición) la energía térmica que le suministramos a partir de este momento se utiliza para cambiar de fase de líquido a gas, es decir, a vapor de agua, pero no para aumentar su temperatura, a temperatura atmósfera.

**CAPÍTULO 2: COMPONENTES PRINCIPALES, DISPOSICIONES Y  
FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA**

**2. COMPONENTES PRINCIPALES, DISPOSICIONES Y  
FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.**

**2.1. COMPONENTES PRINCIPALES Y SUS CARACTERISTICAS**

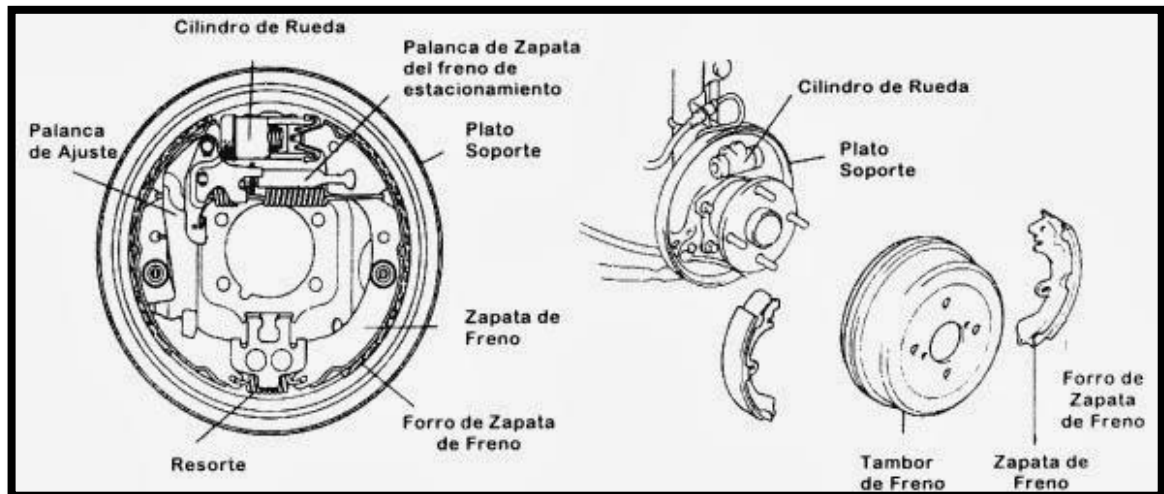
**2.1.1. FRENOS DE TAMBOR**

Los frenos de tambor se inventaron en 1902 por Louis Renault, aunque un tipo de freno similar pero menos sofisticado ya se había usado por Wilhelm Maybach un año antes. En los primeros diseños las balatas eran dirigidas mecánicamente; a mediados del los años 1930 se introdujo un sistema hidráulico por medio de aceite, si bien el sistema clásico se siguió utilizando durante décadas en algunos modelos.

Las balatas eran un elemento que había que ajustar regularmente hasta que en los años 1950 se introdujo un sistema de auto adaptación que hacia innecesario el ajuste manual. En los años 1960 y 1970 se empezaron a dejar de fabricar vehículos con frenos de tambor en el eje delantero. En su lugar se fue introduciendo el freno de disco y actualmente todos los vehículos de gama media y alta los incorporan. Esto es debido a que los frenos de tambor con balatas internas tienen poca capacidad de disipar el calor generado por la fricción, lo que hace que se sobrecalienten fácilmente. En esos casos los materiales se vuelven más endebles y es necesario presionar con más fuerza para obtener un frenado aceptable.

Actualmente los frenos de tambor se siguen utilizando en los vehículos de gama baja debido a su menor costo sobre frenos de disco.

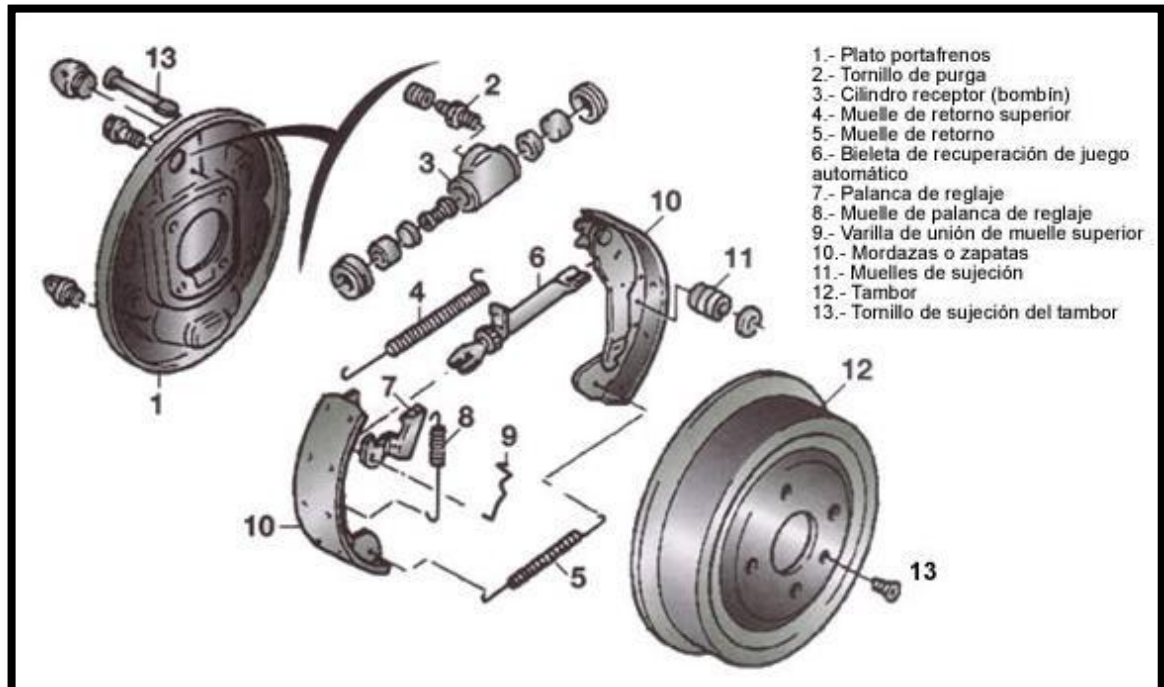
El freno de tambor (Figura 2.1) está fijado a la rueda por medio de tornillos de sujeción en cuyo interior van alojadas las balatas o zapatas, provistas de forros de un material muy resistente al calor y que pueden ser aplicadas contra la periferia interna del tambor por la acción del pistón, produciéndose en este caso el frotamiento de ambas partes. Como las zapatas van montadas en el plato, 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.



**Figura 2.1 Freno de tambor**

Fuente: <http://sistemadefrenosuide.blogspot.com/2014/02/el-freno-de-tambor-el-freno-de-tambor.html>

En este dispositivo de frenado denominado como “freno de tambor”, consiste en una parte móvil, la cual va girando a medida que se mueve el vehículo y la designan con el nombre de “tambor”, esta pieza va sobre el buje que también van montados a una pieza fija llamado “plato” el cual lleva en si los forros (balatas) y mecanismos que da el accionamiento para que puedan desplazarse las “zapatas”.



**Figura 2.2 elementos que forman un tambor de freno**

Fuente: <http://mecanicaautomotores.blogspot.com/2012/10/partes-del-freno-de-tambor.html>

El tambor como se menciona anteriormente es la parte giratoria del freno y la que se lleva todo el calor generado a la hora de frenar, también junto a este se encuentra en la parte de atrás, el “plato de freno” que con este elemento se completa el conjunto de freno de tambor.

En el componente denominado como “plato de freno” está compuesto por un plato porta freno, que en este elemento van puestos los cilindros de accionamiento hidráulico, las zapatas de freno y los demás elementos de fijación y regulación de las zapatas. Es decir, que las zapatas van dispuestas dentro del tambor (parte en movimiento) y plato de fijación (parte fija).

Al colocar las zapatas al medio de estos dos componentes se unen en los extremos al cilindro hidráulico en la otra punta a un soporte fijo o regulable. Al mismo tiempo de que las zapatas se unen al plato de fijación mediante un muelle que permite el movimiento al tambor, y este mecanismo denominado muelle permite que las zapatas vuelvan a su posición de origen solo y cuando el cilindro ha dejado de funcionar.

Siguiendo con las zapatas son de una forma más parecidas a una “media luna”, y que en su parte externa contienen los elementos llamadas “balatas” o “forros de freno”, y estos son los encargados de frenar mediante fricción con el tambor. las balatas están expuestas a deformaciones por estas razones deben cumplir una serie de características las cuales son:

- Dureza inferior al disco o tambor para no dañar las zonas de frenado.
- Resistir la abrasión y ser estables con la variación de temperatura.
- Tener un coeficiente de rozamiento uniforme.
- Conductibilidad térmica adecuada.
- Estar lubricadas para que la adherencia sea suave a cualquier velocidad.
- El material tiene que ser homogéneo para que no se formen zonas calientes.
- Deben ser indeformables
- Tener mucha resistencia a la compresión, choque y cizallamiento.

### **2.1.2. PLATOS PORTA FRENOS**

El plato porta frenos proporciona el lugar necesario para montar y anclar los elementos de frenado de dicho sistema, están hechos de hojas de acero estampado y asegurados a la manguera delantera y al yugo trasero, por pernos o tornillos, sobre el cual van montados.

Este está provisto de unas perforaciones que facilitan el ajuste de las zapatas, de la inserción de los cables de freno de emergencia y las líneas del freno hidráulico. El plato contiene un elemento contra el cual descansa la zapata, estos componentes mantienen la alineación correcta entre la zapara y el tambor de freno.

### **2.1.3. EL TAMBOR DE FRENO**

Los tambores de frenos tienen forma características, uniéndose al cubo de la rueda por medio de fuertes tornillos o espárragos, que también son los que aseguran la rueda respectiva. El interior del tambor debe estar mecanizado, presentando una superficie perfectamente cilíndrica y su construcción debe ser lo suficientemente robusta para resistir los grandes esfuerzo y el calentamiento que se produce durante el frenado, sin que este se destorme.

Para impedir daños en el forro de altas temperaturas, los materiales empleados en la fabricación de los tambores son muy variados, algunos tambores se construyen de chapa de acero embutida, se recubre con una capa de hierro colado, que forma un anillo fundido en el interior del tambor.

Hay tambores contruidos totalmente de hierro fundido y en algunos automóviles deportivos se emplean tambores cuya superficie interna, de roce está constituida por un anillo de hierro fundido, sobre el cual se funde la parte externa y lateral de aleaciones ligeras de aluminio, ya que estos materiales proporcionan una buena fricción y tiene grandes propiedades para disipar el calor, algunos tambores presentan su superficie exterior formando canales y aletas que facilitan el enfriamiento del tambor que como se ha dicho , se caliente notablemente al emplear los frenos.

### **2.1.4. ZAPATAS DE FRENO**

En la construcción de las zapatas de freno se han empleados los más diversos materiales, tales como planchas de acero recortadas y soldadas, fundición de hierro y aleaciones de ligeras fundidas. En la cara externa de las zapatas se fijan unas placas de alto coeficiente de rozamiento, conocido con el nombre de “balatas”.

Las zapatas consisten en un alma montada en ángulo recto sobre una cara, el alma recibe la fuerza que mueve al patín contra el tambor, la cara o mesa provee una superficie lisa a la cual el forro o balata puede ser asegurado a ella mediante remaches o pegamento, el alma esta agujerada para acomodar los extremos de los resortes, de retención, de retracción y algunas veces al pasador de anclaje. Se prevé espacio suficiente para acomodar los vástagos del cilindro, los mecanismos que operan el freno de emergencia y el pasador de anclaje.

La fijación de las zapatas sobre la placa soporte, también llamada placa porta frenos o plato porta frenos, es muy variable de un vehículo a otro y esta disposición va a ser la característica fundamental de las diferencias entre uno y otro tipo, ya que de la disposición de las zapatas va a depender la eficiencia del frenado.

### 2.1.5. BALATAS O FORRO DE FRENOS

Las balatas están adheridas a las zapatas, ya sea por remaches o bombeado (pegado a alta temperatura), esta fabricación es de un compuesto de asbesto especial, que se refuerza con un tejido de algodón y alambre fino de cobre o bronce, que varía según la fábrica que lo produce.

Las balatas están diseñadas para soportar el calor y el efecto de frotación o fricción que se desarrolla cuando la zapata es forzada contra el tambor, además debe soportar una alta presión.

Las guarniciones de los frenos se desgatan con mucha facilidad. Debido al rozamiento quedan al descubierto los remaches, dañan la superficie de los tambores de freno. Muchas veces los poros de las balatas, debido a defectuosa estanqueidad, se impregnan del aceite de engrase o liquido de freno, el freno en estas condiciones es ineficaz y debe proceder a la sustitución de la guarnición afectada.

Para el recambio de la guarnición remachada se utiliza, preferentemente, una máquina de remachar neumáticos que funciona a una presión de trabajo uniforme y no lesiona las zapatas. Los remaches huecos se expulsan y se introducen mediante un mandril adecuado.

Hasta ahora se han acreditado los remaches huecos de cobre. Tiene una resistencia suficiente y permiten una fácil conformación, pero su inserción correcta requiere y exige una impecable disposición de los taladros y una adecuada extensión del remache.

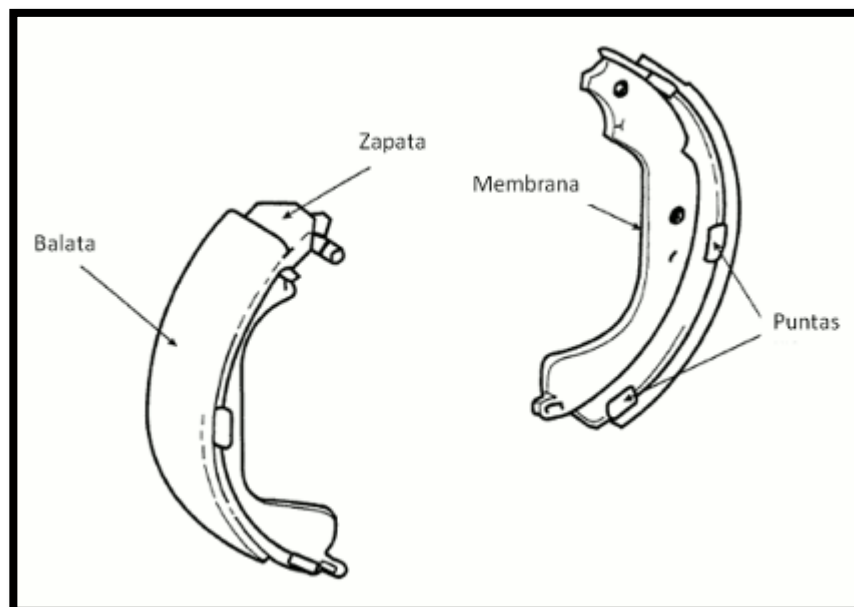


Figura 2.3 Balatas

Un buen efecto de frenado se obtiene únicamente a perfecta adaptación de las guarniciones al tambor, toda guarnición nueva debe por esta razón se debidamente ajustada. Los remaches se reducen a lima y así gradualmente se perfecciona adaptabilidad de las zapatas, existen para tal efecto dispositivos especiales llamados aisladores rotatorios, para rebajar o acomodar la balata al tambor.

Cada cierto periodo se cambian las balatas que estén gastadas a  $1/32$  [mm] o 0.79 [mm] del remache o que este gastada y saturada de aceite a grasa. Si no se cambian las balatas gastadas el resultado es un tambor rayado. Cuando se hace necesario cambiar una balata, se debe cambiar el juego completo del vehículo, deben inspeccionarse los patines por: distorsión, grietas o aflojamiento, si existe alguna de estas condiciones, se debe cambiar el patín.

Al verificarse el claro entre el patín y la balata, este debe asentar apretadamente contra el patín, con un claro no superior a 0.005 [mm] o 0.13 [mm], entre dos remaches cualesquiera.

#### **2.1.6. RESORTES DE RETRACCION O RETORNO**

Variadas formas y tamaños de resortes se usan como retractares de las zapatas para así retirarlas del tambor cuando cesan los fenómenos del frenado, dependiendo del tipo de freno y el tamaño, los resortes van a presentar formas características al caso.

Los materiales empleados en la construcción de los resortes de este tipo, son de acero aleados y tratados especialmente al efecto, los tipos de resortes que encontramos en el sistema de frenos cumplen funciones bien específicas, ellas son: resortes de tensión, resorte de patín, resorte del regulador y resortes de fijación o seguros del patín al plato.

#### **2.1.7. REGULADORES DE AJUSTES DE LOS FRENOS**

La distancia entre las zapatas de los frenos y el tambor, se hace más grande en el curso del tiempo, debido al desgaste de la guarnición, lo que se traduce en el exigencia de un mayor recorrido de la palanca del freno del pie y por consiguiente en un retardo en el proceso de frenado. Procede entonces un nuevo ajuste de la holgura.

Este ajuste tiene lugar mediante una tuerca de reajuste o bien mediante un tornillo excéntrico. La tuerca de reajuste tiene un encaje exterior y puede girarse utilizando la herramienta para el caso, de este modo se gradúa la posición del perno del soporte o bien del cojinete de apoyo.

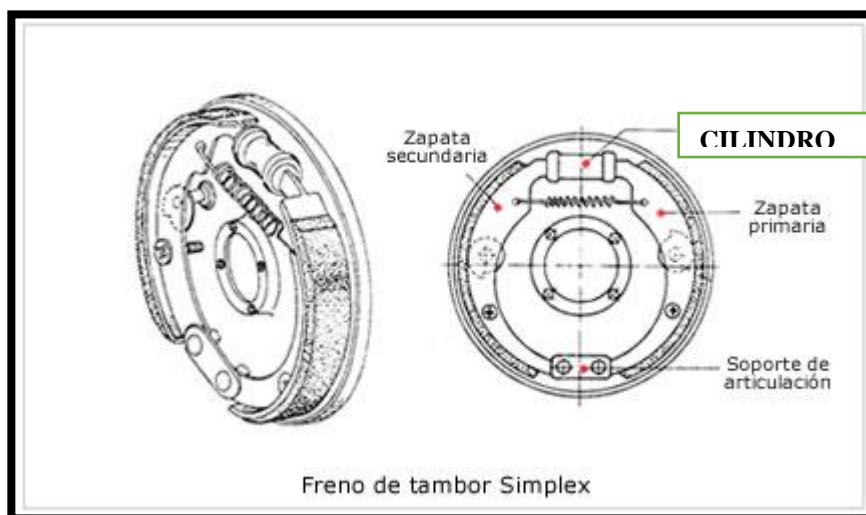
El tornillo se ajusta desde el exterior con una llave. La excentricidad limita el retroceso de las zapatas y define así la holgura, para el correcto ajuste de las zapatas del freno, son primeramente aproximadas al tambor por giro de los tornillos de ajuste y luego nuevamente retirados.

Las zapatas se desplazan por general, sobre una ranura guía y se mantienen siempre a igual distancia, el juego de aireación es consecuencia de la tolerancia del perno en el manguito de reajuste. La tensión de los discos de fricción debe ser siempre mayor que la fuerza del muelle de retroceso.

### **2.1.8. TIPOS DE FRENOS DE TAMBOR**

#### **2.1.8.1 FRENO DE TAMBOR SIMPLEX**

Este tipo de freno, cuenta con las zapatas montadas sobre el plato, donde uno de sus extremos está fijado al soporte de articulación y accionadas mediante un solo cilindro de doble pistón. Su funcionamiento, es muy sencillo, ya que, durante el frenado una de las zapatas llamada primaria, se apoya en el tambor en sentido contrario al mismo, efectuando gran presión sobre el tambor. La zapata secundaria, tiende a ser expulsada por efecto del giro del tambor, por lo que su presión de frenado es inferior.



**Figura 2.4 Frenos Simplex**

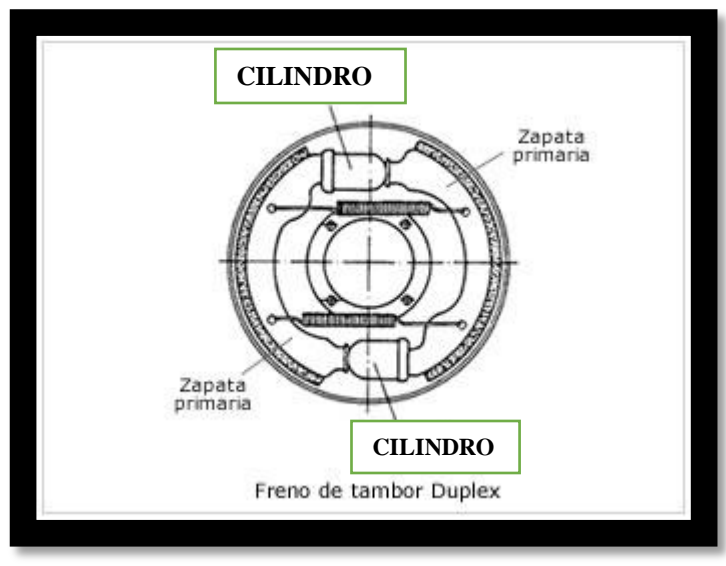
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/frenos-2.htm>

### **2.1.8.2 FRENO DE TAMBOR TWINPLEX**

Este freno, dispone las zapatas de forma que ambas son primarias, para obtener una mayor fuerza de frenado. Las zapatas están accionadas por un doble cilindro de un solo pistón para cada zapata, de modo que la presión es la misma por ambos lados del tambor. Es un sistema muy eficaz pero muy sensible a la variación del coeficiente de rozamiento.

### **2.1.8.3 FRENO DE TAMBOR DUPLEX**

Este freno es una variante del tipo TWINPLEX, con la diferencia de que las zapatas, en este caso son secundarias, accionadas mediante un sistema de articulación en posición flotante, acoplando al tambor en toda su superficie ejerciendo una presión uniforme sin que se produzcan acñamientos.

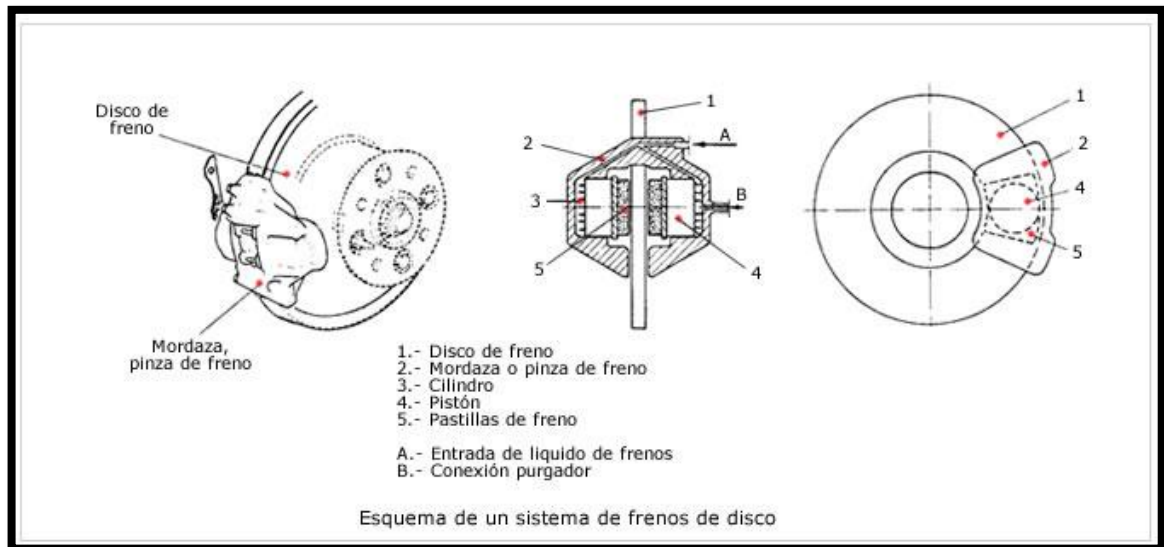


**Figura 2.5 Freno de Tambor Duplex**

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

### **2.1.9. FRENO DE DISCO**

Los frenos de disco, sustituyen el tambor por un disco, que también se une a la rueda por medio de tornillos de sujeción (Figura2.1). Este disco puede ser frenado por medio de pastillas de freno, que son accionadas por un embolo y caliper, que se aplican lateralmente contra él, deteniendo su giro. Suelen ir protegidos y refrigerados, para evitar un calentamiento excesivo de los mismos.



**Figura 2.6 Freno de Disco**

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

Los experimentos con los frenos de disco comenzaron en Inglaterra sobre 1890. El primer automóvil con frenos de disco fue patentado por Federick William Lanchester en su fábrica de Birmingham en 1902, aunque tuvo que pasar medio siglo para que esta innovación se utilizara ampliamente.

Los primeros diseños de frenos de disco modernos comenzaron en Inglaterra sobre los años 1940 y 1950. Ofrecían mucho mejor rendimiento en la frenada que los frenos de tambor, tenían mucha menor resistencia al sobrecalentamiento y no perdían su eficiencia al sumergirlo en agua, importante en los vehículos todo-terrenos. Además son mucho más fiables que los frenos de tambor debido a su simplicidad mecánica, tiene menos piezas y son más sencillos de ajustar.

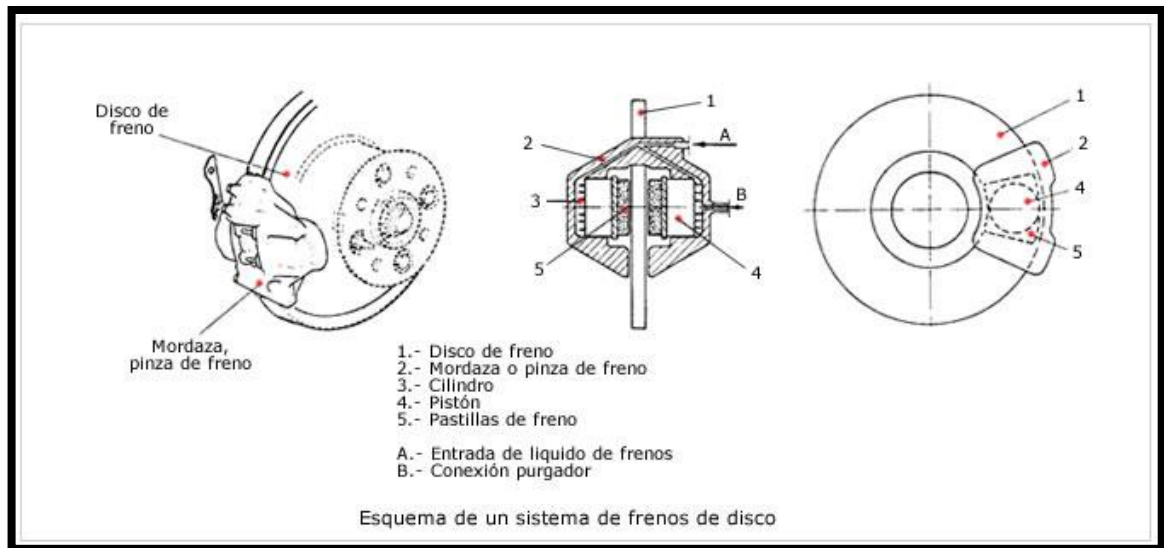
Inicialmente los frenos de disco fueron introducidos en los vehículos deportivos que demandaban una mayor capacidad de frenado. Algunos estaban colocados dentro del vehículo, junto al diferencial, pero la inmensa mayoría de los actuales se colocaban dentro de las ruedas. Los posicionados dentro del vehículo permiten disminuir el calor transmitido a las ruedas, importante en la alta competición.

En la actualidad los frenos de disco han sido introducidos prácticamente en la totalidad de los vehículos, si bien se siguen utilizando los frenos de tambor en el eje trasero en las gamas bajas, como formas de reducir costes y simplificar el funcionamiento del freno de mano, dado que la mayoría del esfuerzo de frenada se produce en el eje delantero, esta solución ofrece un compromiso razonable entre costo y seguridad.

Hoy en día los vehículos del año; ocupan este tipo de mecanismo el cual es el freno de disco tanto para su parte delantera como trasera.

Una de las ventajas que se pueden ver a diferencia del freno de tambor, es que al momento de frenar, el frenado es más energético, es decir que esto ayuda a que el tiempo de frenado sea menor y que con esto da un resultado de menor distancia de parada.

El resultado de frenado sea menor es debido a que los elementos de fricción van montados en el aire, al disponer de una mejor fricción la absorción de energía y transformación en calor se puede realizar más rápidamente.



**Figura 2.7 Esquema de un sistema de frenos de disco**

Fuente: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn74.html>

Las ventajas que se encuentra con el freno de disco y freno de tambor, por muy lejos gana el dispositivo de freno de disco, se destaca una ventaja las cual es que en el freno de disco no aparece el fenómeno de “fading” o “desvanecimiento” la cual se ve en los frenos de tambor, este efecto se produce por un frenado sucesivo por lo cual el tambor no tiene tiempo de evacuar el calor absorbido en la transformación de energía, por lo cual el tambor se dilata alejando las superficie de adherencia del contacto con las zapatas. Al contrario con los frenos de disco, que evacuan el calor producido a la hora de frenar de mejor manera, por lo cual no hay un calentamiento crítico al interior de sus componentes que tienen fricción entre ellos, por lo tanto no hay dilatación rápida.

- Constitución: Está compuesto por un disco que va anclado a un buje de la rueda, el cual permite que a medida que la rueda gira este de la misma forma también lo haga, lo cual se denomina como elemento móvil de frenado, también en el se localizan los cilindros en el cual se mueven los pistones los cuales van unidos a las pastillas de frenos.

### **2.1.10. 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.

### **2.1.11. CALIPER**

Lleva los cilindros y por lo tanto a los componentes hidráulicos.

### **2.1.12. DISCO**

Puede ser de acero o fundición de hierro, algunos tipos se presentan, macizos y otros con alabes en su parte media. Este disco va solidario a la masa de la rueda y gira con ella.

### **2.1.13. TIPOS DE DISCOS DE FRENOS**

#### **2.1.13.1 DISCOS CLASICOS 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 2.8 Disco clásicos**

Fuente: <https://articulo.mercadolibre.cl/MLC-438439362-disco-freno-vent-honda-fit-14el-par- JM>

### 2.1.13.2 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 2.9 Discos ventilados**

Fuente: [https://www.infotaller.tv/electromecanica/diferencias-disco-freno-macizo-ventilado\\_0\\_1046595338.html](https://www.infotaller.tv/electromecanica/diferencias-disco-freno-macizo-ventilado_0_1046595338.html)

### 2.1.13.3 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, de cuando la perforación llega a la zona de las pastillas, llega con aire fresco que las refresca evitando el calentamiento en exceso.

(Normalmente se usan discos ventilados en vehículos de serie de media potencia. Para altas potencias se utilizan los perforados.)



**Figura 2.10 Disco Perforado**

Fuentes: <http://www.partes.org.mx/parte/parte.asp?im=555029704>

#### **2.1.14. OBSERVACIONES**

Como observaciones se menciona lo siguiente:

- Este sistema de frenos es accionado en forma hidráulica como el freno de tambor, pero debido a las mayores presiones que se deben ejercer todos utilizan servo freno, como la excepción de los vehículos japoneses actuales que en un gran número de ellos lo traen.

- Estos tipos de frenos no cuentan con un sistema de regulación, entre disco y zapata ya que esta se realiza en forma automática.

- Finalmente se dice que los demás tipos de frenos que no fueron expuestos, se basan en los mismos componentes y principios ya vistos, con algunas variantes de construcción, que persiguen una mejor y mayor superficie de contacto y una mayor disciplina.

#### **2.1.15. VENTAJAS Y DESVENTAJAS ENTRE FRENO DE TAMBOR Y FRENO DE DISCO**

Hay que saber que ambos sistemas, tanto de tambor como de disco, funcionan de la misma manera, es decir, que la tarea desarrollada al momento de frenar es por acción de fricción entre elementos, ya sea, balatas y/o pastillas. Es decir que el sistema de frenos de tambor, todos los componentes de este van dentro del mismo, este sistema gira en el mismo sentido al eje de las ruedas, por lo cual, al momento que el conductor pise el pedal de freno el sistema de tambor contiene unas zapatas las cuales presionan al tambor generando la fricción para que el vehículo se detenga.

De igual manera el freno de disco como mencionamos anteriormente actúa de la misma manera que el freno de tambor, es decir, que funciona por fricción entre elementos estáticos y móviles. Se destaca, de que, ambos sistemas actúan de la misma forma pero su diseño es diferente, este sistema como su nombre lo dice se compone con un disco, el cual gira en el mismo sentido del eje de las ruedas y que está expuesto al aire, el freno de disco contiene dos pinzas las cuales llevan las pastillas que generan la fricción para detener el vehículo.

Las ventajas generales por el momento que se pueden mencionar en el freno de tambor, son que resultan muy efectivos, el costo de fabricación es reducido y pueden durar más tiempo que otros sistemas, pero una de las desventajas que se nota por la estructura y diseño de este sistema, es como va sellado, es decir, que sus componentes no contienen contacto con el aire, por lo cual hay una escasa ventilación o refrigeración en las partes de fricción por lo cual pueden adquirir una alta temperatura que es difícil evacuar.

En los frenos de tipo disco ocurre algo muy diferente, en la explicación anterior se dice que sus elementos están en contacto con el aire por lo cual el calor que pueden contener sus piezas al momento de frenas se disipa más rápido de lo normal gracias a la exposición con el aire.

Dando una conclusión al tema, “La construcción de ambos sistemas de frenado son diferentes, pero el mejor sistema sin dudar es el freno de disco. Para entender esto es necesario considerar el hecho de que cuando el vehículo frena, la mayor parte del poder de frenado proviene de las ruedas delanteras, por lo que un sistema con disco en las partes delanteras y tambores en las partes traseras permite un frenado adecuado para la mayoría de los vehículos”.

**Tabla 2-1 Ventajas y desventajas freno de tambor con freno de disco**

• **Freno de Disco**

Ventajas	Desventajas
- Mejor estabilidad.	-Sus pastillas son más pequeñas que las zapatas del freno de tambor.
-Dilatación de disco favorece la frenada.	-Se gastan más pronto (Pastillas).
-Facilita instalación y cambios de pastillas.	La superficie de fricción es plana en este sistema actuando de forma axial.
-Cuando el disco se calienta y se dilata, se hace más grueso aumentando la presión contra las pastillas.	Más esfuerzo de pedal, necesita servofreno.
-Mejor frenado en condiciones adversas, cuando el disco desecha agua y el polvo por acción centrifuga.	Material de fricción más duro.
-Respuesta bastante rápida de frenado.	-Menor eficacia en frío.
	-Necesita freno de mano adicional.
	-Mayor costo.

<p>-Gran disipación de calor por permitir circulación del aire por ambos lados del disco.</p> <p>-Espacio reducido para la gran potencia desarrollada.</p> <p>-Mantenimiento rápido y cómodo.</p> <p>-El ajuste de las pastillas al disco es automático.</p>	
--	--

• **Freno de Tambor**

Ventajas	Desventajas
<p>-Posibilidad de usar material de fricción más blando.</p> <p>-Posibilidad sencilla de freno de mano.</p> <p>-Menor costo.</p> <p>-Mayor superficie de fricción.</p> <p>-Mayor capacidad de frenado, es ideal para sistemas de frenado de mayor peso.</p> <p>-la temperatura de trabajo es menor que la de disco.</p>	<p>-Cuando logran altas temperaturas, fallan por sobrecalentamiento, ya que, la temperatura dilata el material y pierde fricción.</p> <p>-Los tambores se deforman u ovalan, en casos más severos se agrietan por efecto de la temperatura.</p> <p>-se aumenta el peso debido a que el sistema es más pesado que el de disco.</p> <p>-Requiere mayor cantidad de piezas para lograr su función.</p>

<p>-Están mejor protegidos contra los agentes contaminantes exteriores.</p>	<p>-El ensamblaje es más complejo.</p> <p>-Tienden a generar mayor ruido, un característico “chirrido”.</p> <p>-Mala evacuación de calor, Mayor recorrido de pedal por dilatación.</p> <p>-Alta posibilidad de bloqueo de rueda.</p>
---	--

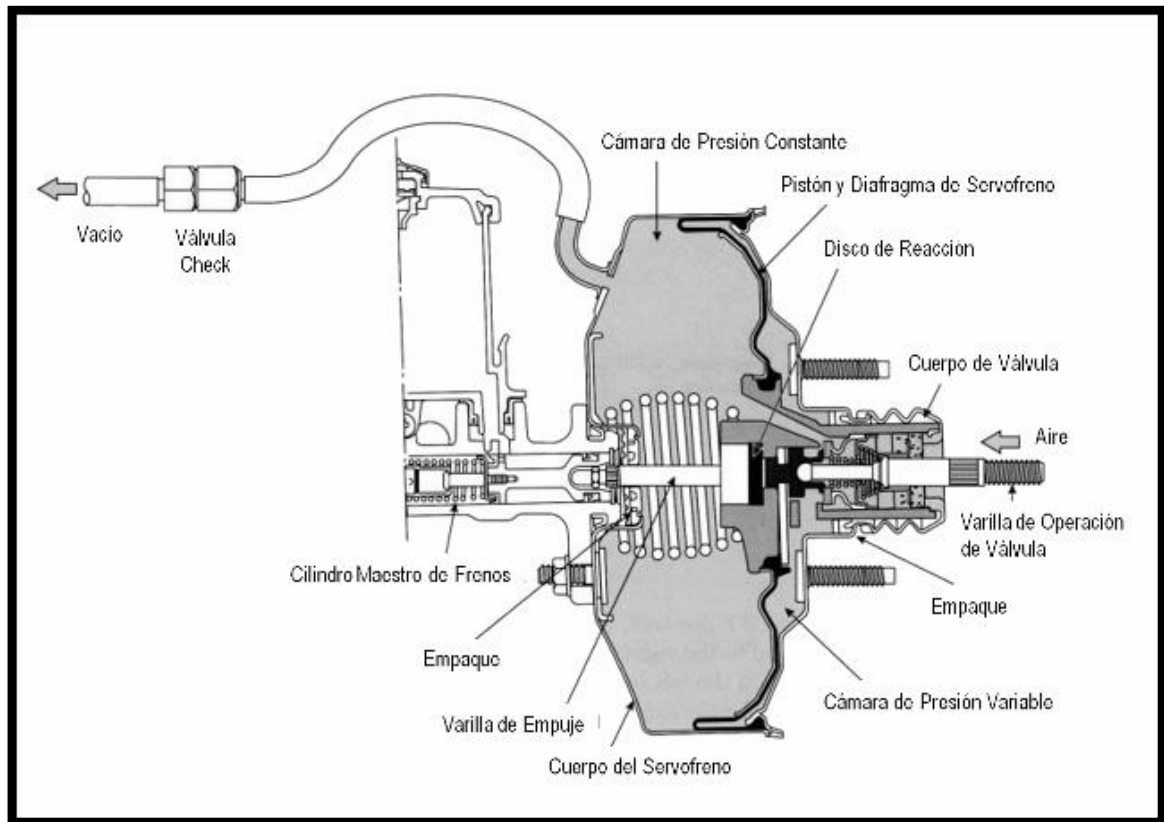
**2.1.16. SERVO FRENO BOOSTER**

La función principal de un servo freno es, para que el esfuerzo aplicado por el conductor sobre el pedal de freno no tenga que ser considerable. Se utilizan los servofrenos, que ayudan con su fuerza la acción sobre el pedal.

Las ventajas del servofreno no son exclusivamente el poder realizar una presión mayor sobre el circuito hidráulico, y por consiguiente sobre los pistones de las pinzas con un mayor descanso para el pie, ya que esto podría arreglarse jugando con los diámetros de los pistones de la bomba de freno.

La mayor eficacia proporcionada por el servofreno se encuentra en la modulación que de la presión se puede hacer por medio del pie sobre el pedal de manera que se consiguen unas frenadas con muchos matices de presión.

Los sistemas de frenos hidráulicos generalmente están equipados con un amplificador de fuerza de frenado que actúa bajo la depresión del motor también conocido como Booster o servo freno. Este aprovecha el vacío que se manifiesta en el múltiple de admisión por la acción de los cilindros en la carrea de admisión para incrementar la fuerza que el conductor este ejerciendo sobre el pedal en el habitáculo del conductor.



**Figura 2.11 Servofreno**

Fuente: <http://blog.atingo.es/2016/05/24/que-es-el-servofreno-y-para-que-sirve/>

Para que el esfuerzo aplicado por el conductor sobre el pedal de freno no tenga que ser demasiado, se utilizan los servofrenos, que ayudan con su fuerza la acción sobre el pedal.

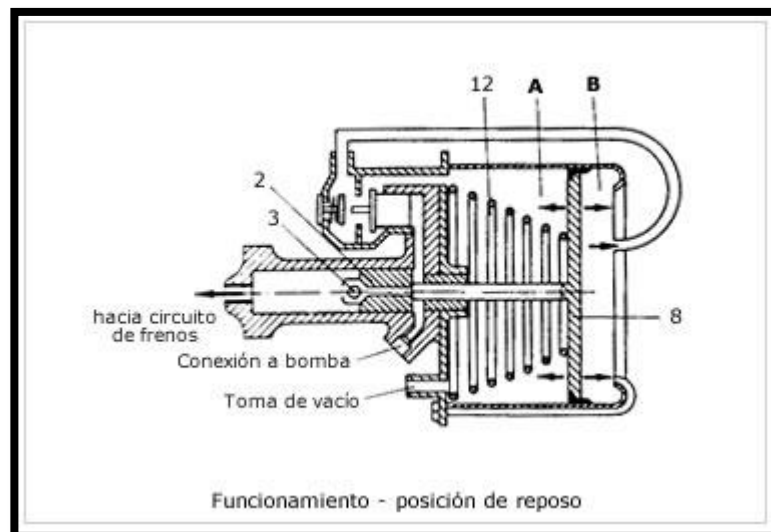
Las ventajas del servofreno no son exclusivamente del orden de poder realizar una presión mayor sobre el circuito hidráulico, y por consiguientes sobre los pistones de las piezas con un mayor descanso para el pie, esto podría arreglarse jugando con los diámetros de los pistones de la bomba de freno. La mayor eficacia proporcionada por el servofreno se encuentra en la modulación que de la presión se puede hacer por medio del pie sobre el pedal de manera que se consiguen unas frenadas con muchos matices de presión.

Un sistema es el de servofreno que actúa por vacío, también los hay hidráulicos, en los que al pisar el pedal, además, de enviarse líquido a presión con la bomba de pies, se revelan una tras otras varias válvulas que envían sucesivamente mucha más presión procedente de una bomba accionada por la transmisión del vehículo, o con otros sistemas en los que una bomba mandada por el motor envía líquido a un cilindro acumulador lleno de aires que reduce su volumen almacenado más líquido de modo que al soltarlo con las válvulas que va abriendo el pedal de freno sale con fuerte presión acumulada. De esta forma aunque el vehículo vaya despacio o con el motor parado, hay una fuerte acción de ayuda con líquido a presión.

## 2.1.17. FUNCIONAMIENTO SERVOFRENO

### 2.1.17.1 POSICION DE REPOSO

En su posición de reposo (figura inferior) el plato (8) y el pistón (2) se encuentran situados, por la acción del muelle (12), en la parte posterior del servofreno (parte derecha del dibujo), mientras que las cámaras anterior (A) y posterior (B) del cuerpo de vacío se encuentran sometidas a la depresión creada por el vacío interno en ellas. En esta posición, el circuito hidráulico procedente de la bomba que llega al circuito hidráulico del servofreno, pasa por el interior del pistón (2) a través de la válvula (3), situada en él, y que permanece abierta por la presión del líquido a las canalizaciones de las ruedas. De esta forma, si se produce una avería en el servofreno o fallos en el circuito se vacío que impide el funcionamiento del mismo, el sistema hidráulico queda establecido a través del émbolo, funcionando, en este caso, como un sistema simple sin el servofreno.



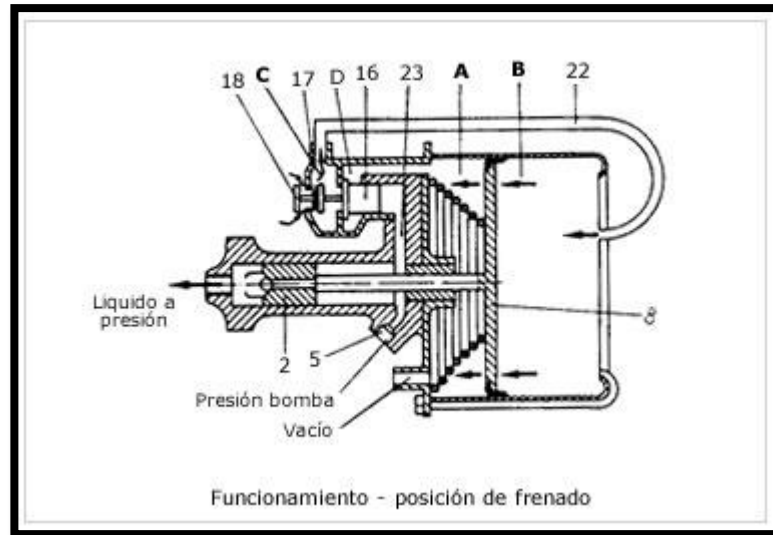
**Figura 2.12 Posición de reposo servofreno**

Fuente: <http://pardetorsion.blogspot.com/2015/01/el-servo-freno-ese-gran-desconocido.html>

### 2.1.17.2 POSICION DE FRENADO

Al accionar los frenos (figura inferior) el líquido a presión, procedente de la bomba, entra por el orificio (5), pasa por el conducto (23) y actúa sobre el émbolo (16) de la válvula de control, que cierra la válvula (17) incomunicando las dos cámaras de la válvula (C) y (D). A su vez abre la válvula de aire (18) pasando éste a la cámara posterior (B) del cuerpo de vacío, a través del conducto (22), mientras que la cámara anterior (A) sigue sometida al vacío. La depresión existente en la cámara anterior (A), ayudada por la presión atmosférica, al entrar en la cámara posterior (B), hace avanzar el plato (8) en el sentido indicado, desplaza el pistón (2) del cilindro hidráulico que cierra la válvula e

impulsa el líquido a presión hacia los pistones de las ruedas .Como se puede observar, sobre el émbolo del cilindro hidráulico actúan la fuerza de empuje del servofreno y la presión del líquido transmitido por la bomba, por lo que la presión total de salida del líquido hacia los bombines de las ruedas es la suma de ambos efectos.



**Figura 2.13 Posición de frenado servofreno**

Fuente: <http://pardetorsion.blogspot.com/2015/01/el-servo-freno-ese-gran-desconocido.html>

### **2.1.18. SERVOFRENO DE AIRE A PRESION**

Estos usan aire a presión en lugar de un fluido hidráulico para el accionamiento de los pistones que mueven las zapatas, necesitan de un compresor y un tanque de reserva de aire comprimido para mantener una capacidad de frenado adecuada en todas las ocasiones aun cuando el motor no funciona. El conductor al pisar el pedal de freno da paso al aire a presión hacia los frenos. Se usa en vehículos pesados, como camiones, etc.

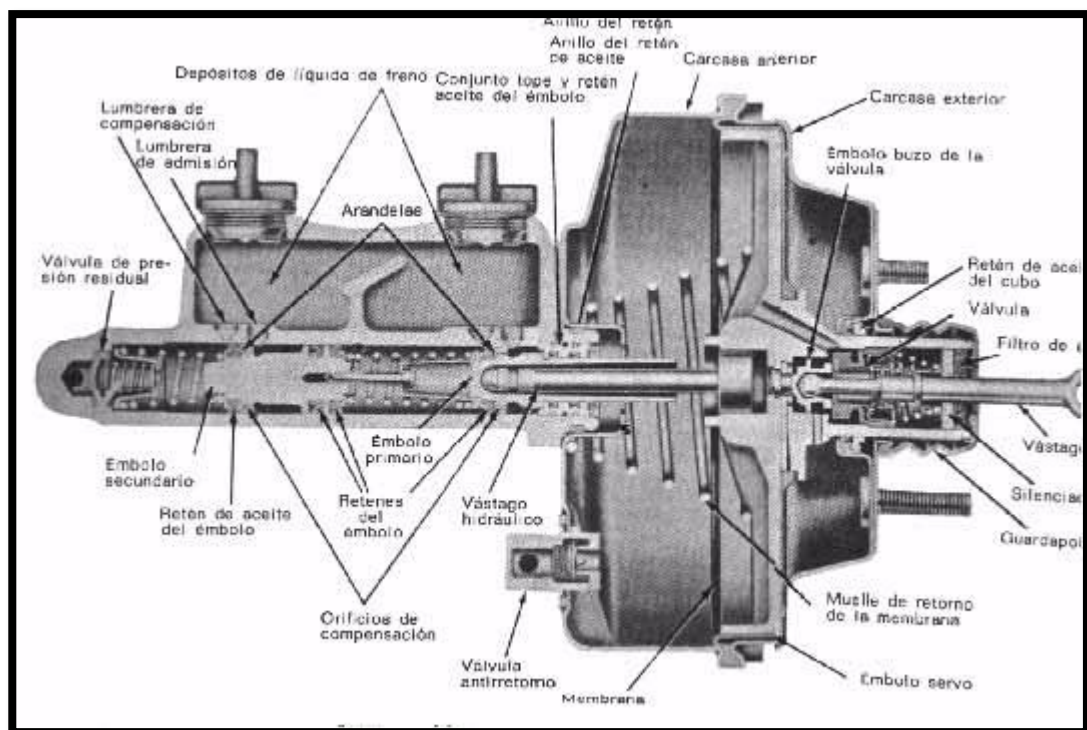
### **2.1.19. SERVOFRENO SISTEMA TELMA**

El sistema Telma está basado en el principio de la creación de corrientes que nacen en una masa metálica conductora cuando esta se sitúa en un campo magnético variable, estas corrientes se denominan “Foucault”. En la práctica el estator crea un campo magnético fijo, y es el movimiento de los rotores unidos al eje de arrastre a frenar lo que produce la variación.

### 2.1.20. SERVOFRENO MIXTO O INTEGRALES

Estos pueden ser de vacío e hidráulicos como el “Hydrovac” de la casa Bendix, o los Mastervac. Estos sistemas combinan el sistema de mando hidráulico y la ayuda por vacío, y son muy utilizados porque ya no se fabrican vehículos con mando enteramente mecánico y se aprovechan los dos sistemas. El servo se encuentra incorporado en la propia bomba de freno. Este es el sistema más utilizado.

### 2.1.21. CONSTITUCION



**Figura 2.14 Constitución (Servofreno)**

Fuente: <http://www.todomonografias.com/automocion-y-mecanica-del-automovil/servofreno/>

Se observa fácilmente la presencia de dos cámaras, la cámara de depresión y la cámara de contacto con la atmosfera. El conducto de conexión de la depresión en la posición de reposo y el conducto de entrada de las depresiones en la cámara.

Cuando se desplace el vástago de accionamiento vence en primer lugar la acción de un primer muelle, luego otro pequeño muelle y pasa a arrastrar la válvula que cierra el conducto que comunica ambas cámaras.

Sigue arrastrando el embolo del servo el cual ayuda al desplazamiento de la varilla de accionamiento del embolo primario de la bomba de freno.

El aire puede entrar a la primera cámara a través de un filtro, también el muelle de retorno del embolo, es un muelle calibrado que hace que en la posición de reposo el embolo retorne a su posición.

El servo contiene un buen número de retenes, casquillos y demás, que son necesarios para su correcto funcionamiento.

Además de los elementos que forman un solo conjunto esta otro elemento importante que es el tubo vacío, que debe ser totalmente estanca, tiene una válvula de retención de vacío. Las abrazaderas o conexiones tienen que ser totalmente estancas.

La válvula de retención de vacío es una válvula unidireccional de diseño sencillo que permite que la depresión pase a la cámara pero no que ocurra lo contrario, es decir, gracias a esta válvula la depresión no puede pasar de la cámara del servofreno al colector, con lo que se consigue que en el servofreno se recoja la mayor depresión posible acumulándose para utilizarla cuando usen los frenos.

### **2.1.22. BALATA**

La balata es un elemento del sistema de freno concebido para friccionar contra el disco de acero en el que va montado el neumático, y desarrollar en conjunto la acción de frenado. Actualmente la balata más común en el mundo entero es la “balata integral”.

La parte principal de la balata es el material de fricción, ya que de este depende la eficiencia del sistema de frenado. El material de fricción es un compuesto o mezcla de diferentes materias primas, las cuales son:

- 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% deslizante grafito, sulfuro de cobre, sulfuro de antimonio.

El material de fricción está adherido a un respaldo o soporte de acero, el soporte de acero además de sostener el material de fricción tiene las guías que le permiten avanzar hacia el disco o retroceder después de accionar el pedal. Dependiendo del diseño de la balata, existen otros elementos que la conforman como son: los accesorios para posicionar a la balata en las guías del caliper, el clip para pistón, los sensores mecánicos o electrónicos de desgaste y las lanas anti-ruido.

La balata debe tener características que garanticen su desempeño bajo condiciones extremas del ambiente como pueden ser humedad, calor extremo, lluvia, frío, presión del pedal y velocidad alta o baja.

Es por eso que los requerimientos del usuario son:

- La duración de la balata.
- Frenado óptimo.

-Que no rechine.

-Que no mache el rin.

Que no se despegue.

Para cumplir con los requisitos anteriormente señalados es necesario someter a la balata a diferentes pruebas de desempeño y calidad, principalmente los materiales de fricción, para determinar sus características físicas. Las pruebas típicas son: Dureza, resistencia a la compresión, resistencia a la tensión, resistencia al corte, resistencia a la flexión, resistencia a la tensión, coeficiente de fricción.

### **2.1.23. MATERIALES**

Las Fibras: Las fibras son 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 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 fricción son: fibras de vidrio, fibras de aramida, lana de roca, entre otras.

Las Cargas Minerales: Estas son las encargadas de dar consistencia mecánica al conjunto, es decir, le aportan resistencia a la abrasión. Están encargadas también, de aportar resistencia a las altas temperaturas. Las más usuales son: magnesita, talco, mica, carbonato, feldespatos, entre otros.

Componentes Metálicos: Se añaden en forma de polvo o viruta para conseguir homogenizar el coeficiente de fricción así como la transferencia de calor de la pastilla al caliper. Los más usuales son, latón, cobre, bronce, entre otros.

Lubricantes o Modificadores de Coeficiente: Son los encargados de hacer variar el coeficiente de fricción normalmente baja, dependiendo del rango de temperatura de funcionamiento. Son empleados en forma de polvo suelen ser grafitos, coque, 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 los componentes, hasta que se polimerizan. Las más importantes son las resinas fenólicas termo endurecibles.

Los Abrasivos: Cumplen principalmente la misión de incrementar el coeficiente de fricción y también renuevan y limpian la superficie del disco permitiendo la formación de la capa intermedia o también conocida como tercera capa.

Hoy en día se busca remplazar los materiales metálicos por otros materiales con mejores características, tanto mecánicas como físicas, un ejemplo de estos materiales son los materiales cerámicos.

## Materiales Cerámicos

Los materiales cerámicos son compuestos inorgánicos no metálicos, en su mayoría óxidos, aunque también se emplean carburos, nitruros y siliciuros. Tienen amplias propiedades mecánicas y físicas. Debido a sus enlaces iónicos o covalentes, los cerámicos son duros, frágiles, con un alto punto de fusión, baja conductividad eléctrica y térmica, buena estabilidad química, resistencia a la compresión. La cerámica incluye los trabajos de alfarería, porcelana, ladrillos, baldosas y azulejos de gres. Estos productos no sólo se utilizan con fines decorativos o para servicio de mesa, también se utilizan en los materiales de construcción, e incluso para fabricar soportes magnéticos. Las partículas de óxido de hierro constituyen el componente activo de muchos medios de grabación magnética, como las cintas de casete y los disquetes o discos de ordenador (computadora). Los aislantes cerámicos tienen una amplia variedad de propiedades eléctricas y han reemplazado a los materiales convencionales. Se han descubierto en fechas recientes propiedades eléctricas de superconductividad, en la familia de compuestos cerámicos basados en óxido de cobre, a temperaturas mucho más altas que a las que ciertos metales experimentaban este fenómeno. En la tecnología espacial se utilizan unos materiales cerámicos llamados cermets para fabricar la parte delantera de los cohetes, las placas resistentes al calor de los transbordadores espaciales y otros muchos componentes. Los cermets son aleaciones de alta resistencia al calor que se obtienen mediante mezcla, prensado y cocción de óxidos y carburos con metales en polvo.



**Figura 2.15 Balatas**

Fuente: <https://refaccionariamario.com/balatas/3581-balatas-traseras-para-vw-sedan.html>

#### **2.1.24. PASTILLAS DE FRENO**

Las pastillas de freno son esenciales dentro del sistema de frenado del automóvil ya que proporcionan la fricción necesaria a los discos de freno de tal forma que cuando se acciona el pedal, el vehículo se detiene.

Por tanto, será necesario para garantizar una frenada óptima y eficaz que las pastillas de freno se encuentren en buen estado, ya que de lo contrario se aumentará la distancia de frenado y podrían ocasionarse derrapes indeseados. Tanto el buen estado de las pastillas de freno, como el buen estado de los discos de freno serán esenciales a la hora de garantizar una frenada segura y uniforme.

Las pastillas de freno no son elementos en los que se produzcan averías, sino que son propensos al desgaste y requieren por tanto un mantenimiento periódico. Así pues, cuando se circula con pastillas de freno considerablemente desgastadas se estará restándole eficacia al sistema completo.

Otro de los síntomas que se produce cuando las pastillas de freno del coche están desgastadas, son las frenadas chirriantes. Esto sucede cuando las pastillas están por debajo de su nivel de seguridad y también cuando el disco de freno empieza a desgastarse.



**Figura 2.16 Pastillas de freno**

Fuente: <https://www.endado.com/blog/cuando-cambio-las-pastillas-y-los-discos-de-freno/>

#### **2.1.25. MATERIALES DE PASTILLAS DE FRENO**

Antes de pasar a detallar los componentes, es importante destacar que los diferentes fabricantes en este campo automotriz, entre los que destacan nombres como Bosch, Zimmermann, TRW, Ferodo, ATE y Mintex, generalmente utilizan los mismos componentes en sus productos, con variaciones que dependen de las técnicas correspondientes de cada marca.

- Cargas minerales: éstas se utilizan para generar una consistencia mecánica a todo el conjunto, aportando resistencias tanto a nivel de abrasión, así como a nivel de cortaduras.

- Materiales orgánicos: tienen la misión principal de combinar todos los materiales que están incluidos en las pastillas de frenos, mediante un efecto de polimerización que alcanzan a ciertas temperaturas.

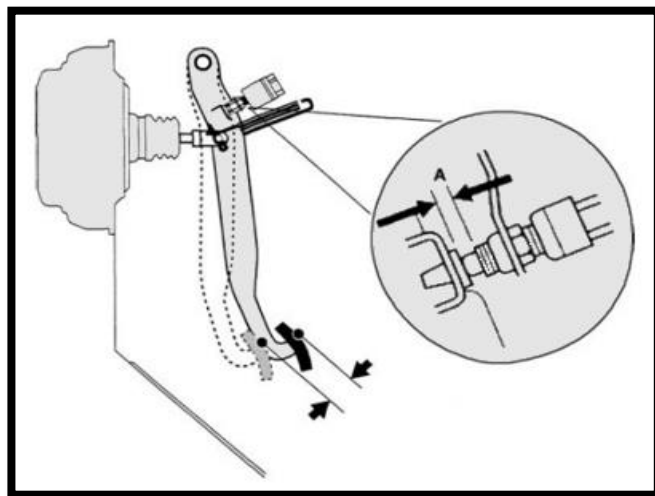
- Fibras: constituyen principalmente el armazón general de todo el conjunto, ya que a través de sus variadas ramificaciones van conectando los diferentes elementos.

- Componentes metálicos: tienen la finalidad de homogeneizar de forma detallada el coeficiente de fricción, además de canalizar la transferencia de calor de las pastillas de frenos.

- Lubricantes y abrasivos adicionales: los primeros hacen variar los niveles del coeficiente de fricción, mientras que los segundos se encargan de la limpieza constante de la superficie del disco.

#### **2.1.26. PEDAL DE FRENO**

Pieza metálica que transmite la fuerza ejercida por el conductor al sistema hidráulico. Con el pedal se consigue hacer menos esfuerzo a la hora de transmitir dicha fuerza. El pedal de freno forma parte del conjunto “pedalera”, donde se sitúan dos o tres palancas de accionamiento individuales que permiten manejar los principales sistemas del vehículo.



**Figura 2.17 Pedal de freno**

Fuente: <https://www.e-auto.com.mx/enuw/index.php/85-boletines-tecnicos/6399-frenos-diagnostico-2>

### **2.1.27. CAÑERÍA DE PRESIÓN**

Las cañerías de presión se encargan de llevar la presión generada por la bomba a los diferentes receptores, se caracterizan por que son tuberías rígidas y metálicas, que se convierten en flexibles cuando pasan del bastidor a los elementos receptores de presión. El ajuste de las tuberías rígidas o flexibles se realizan habitualmente con acoplamientos cónicos, aunque en algunos casos la estanqueidad se consigue a través de arandelas deformables (pueden ser de cobre o aluminio).



**Figura 2.18 Cañerías de presión**

Fuente: <http://www.guimun.com/ecuador/catalogo/3446/mahisa-mangueras-hidraulicas-y-frenos-de-aire/4008/canerias->

### **2.1.28. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO PARA UN SISTEMA CON CAÑERÍAS Y/O TUBERÍAS**

La lista siguiente muestra los pasos que deben completarse en el diseño mecánico de cualquier sistema de tuberías:

1.-Establecimiento de las condiciones de diseño incluyendo presión, temperaturas y otras condiciones, tales como la velocidad del viento, movimientos sísmicos, choques de fluido, gradientes térmicos y número de ciclos de varias cargas.

2.-Determinación del diámetro de la tubería, el cual depende fundamentalmente de las condiciones del proceso, es decir, del caudal, la velocidad y la presión del fluido.

3.-Selección de los materiales de la tubería con base en corrosión, fragilización y resistencia.

4.-Selección de las clases de "rating" de bridas y válvulas.

5.-Cálculo del espesor mínimo de pared (Schedule) para las temperaturas y presiones de diseño, de manera que la tubería sea capaz de soportar los esfuerzos tangenciales producidos por la presión del fluido.

6.-Establecimiento de una configuración aceptable de soportes para el sistema de tuberías.

7.-Análisis de esfuerzos por flexibilidad para verificar que los esfuerzos producidos en la tubería por los distintos tipos de carga estén dentro de los valores admisibles, a objeto de comprobar que las cargas sobre los equipos no sobrepasen los valores límites, satisfaciendo así los criterios del código a emplear.

### 2.1.29. CILINDRO DE RUEDA

Es un conjunto compuesto por un cilindro por el cual pueden desplazarse uno o dos pistones, dependiendo de si el bombín es ciego por un extremo o tiene huecos por ambos lados (los pistones se desplazan de forma opuesta hacia el exterior del cilindro).



**Figura 2.19 Cilindro de Rueda**

Fuente: [https://es.slideshare.net/AlejitaAmores/el-sistema-de-frenos?next\\_slideshow=1](https://es.slideshare.net/AlejitaAmores/el-sistema-de-frenos?next_slideshow=1)

### 2.1.30. TIPOS DE CILINDROS

#### 2.1.30.1 MONO CILINDRICO

El mono cilíndrico es el tipo más básico de cilindro maestro, y es internamente muy similar a una jeringa plástica de un médico. La palanca del pedal de freno empuja el émbolo (pistón) en el interior del cilindro, que empuja el fluido a través de las líneas y en

los cilindros esclavos o receptores. Cuando el pedal del freno se suelta, un resorte en el interior del cilindro empuja el émbolo hacia atrás a su posición original. La presión negativa extrae el líquido de frenos en el cilindro de las líneas y desde el depósito del líquido de frenos. Los fabricantes de automóviles hace mucho tiempo cambiaron al cilindro maestro tándem más redundante, pero muchos constructores de autos de carrera prefieren utilizar un par de cilindros individuales en lugar de un solo cilindro tándem para controlar el sesgo de presión de los frenos delantero/trasero.

### **2.1.30.2 CILINDRO TANDEM CON PUERTO**

Un cilindro tándem es de dos pistones en uno. El pistón principal está conectado al pedal del freno. Cuando el pedal de freno es presionado, el pistón empuja sobre un resorte conectado a la parte posterior del pistón secundario. Una vez que el resorte se comprime completamente, el pistón secundario comienza a empujar el líquido a través de su propio sistema dedicado. El puerto de entrada de depósito permite que el líquido fluya detrás de los pistones para mantener la presión igual en ambos lados. Cuando el pedal del freno se suelta, la presión del resorte empuja los pistones de vuelta y un puerto pequeño de compensación del depósito de líquido de frenos introduce un exceso de líquido en la cámara. El puerto de compensación es necesario para acelerar la liberación del freno, que de otro modo sería inhibida por la velocidad del fluido que se mueve hacia atrás a través de las líneas.

### **2.1.30.3 CILINDRO PRINCIPAL SIN PUERTO**

Presentado por primera vez en el Toyota MR2, los cilindros principales sin puerto ofrecen una liberación más rápida del freno, que los diseños estándar que utilizan un puerto de compensación. Los cilindros sin puerto utilizan un conjunto de válvula en los pistones que se abre para igualar la presión al soltar los frenos. Esto permite que el cilindro de freno funcione sin el puerto de compensación, que es más restrictivo que el flujo de líquidos y extrae presión del sistema de frenos bajo la aplicación inicial. El cilindro sin puerto de respuesta más rápida funciona mejor con el sistema de antibloqueo de frenos (ABS), que utiliza modulaciones rápidas de presión para ajustar la fuerza de frenado.

### **2.1.31. BOMBA DE FRENO**

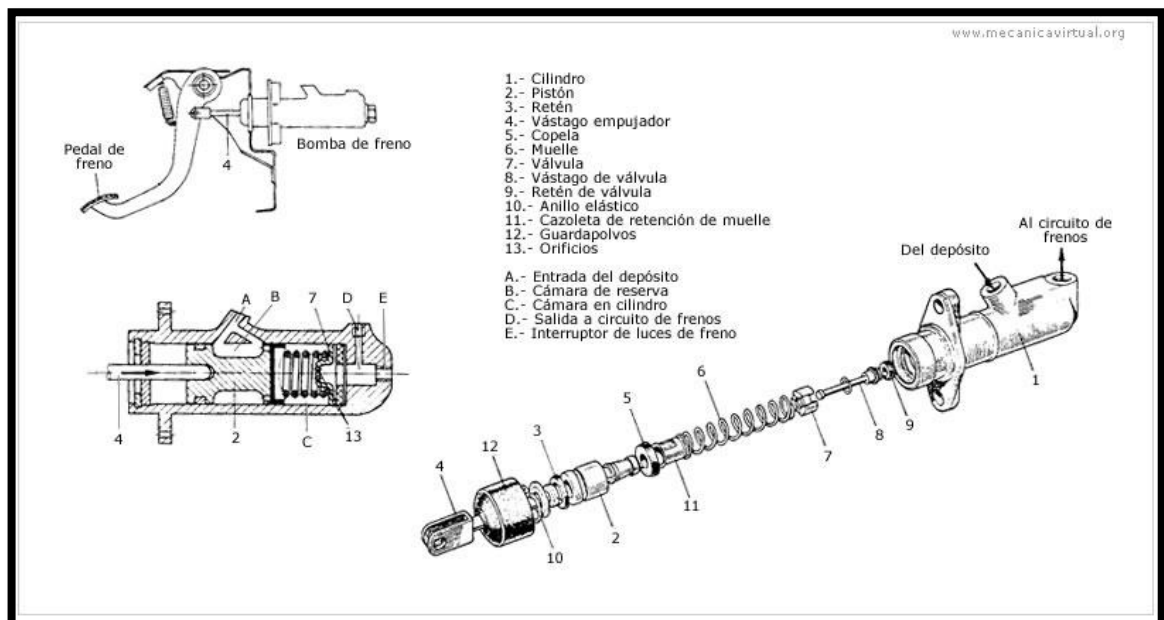
Es la encargada de generar el caudal y a través de ella, la fuerza necesaria para que los elementos de fricción frenen el vehículo convenientemente, al presionar la palanca de

freno, desplazamos los elementos interiores de la bomba, generando la fuerza necesaria para frenar el vehículo.

Básicamente, la bomba es un cilindro con diversas aperturas donde se desplaza un embolo en su interior, provisto de un sistema de estanqueidad y un sistema de oposición al movimiento, de tal manera que, cuando cede el esfuerzo, vuelva a su posición de reposo.

### **2.1.32. FUNCIONAMIENTO**

En su posición de reposo el pistón está desplazado hacia la izquierda por la acción del muelle y el interior del recinto está lleno de líquido procedente del depósito, que entra por (A) hacia las cámaras (B) y (C). Al pisar el pedal de freno la palanca desplaza la varilla (4) que, a su vez, empuja el pistón (2) hacia delante, comprimiendo el líquido en la cámara (C) y saliendo a presión por los orificios de la válvula (7) hacia las conducciones (D) que envían el líquido a los bombines y ejerciendo presión en (E) para efectuar el cierre del interruptor de la luz de freno. Si se levanta el pie del pedal el pistón (2) vuelve a su posición inicial por la acción del muelle (6) y el interior del cilindro (C) se llena con el líquido que está en las canalizaciones debido al vacío que hace el pistón en su retroceso. Si el líquido de las conducciones no vuelve a la bomba, con suficiente rapidez o en la cantidad debida, el vacío interno hace que la guarnición (5) doble a sus bordes hacia el interior, permitiendo que pase líquido desde la cámara (B), a través de los orificios del pistón, llenando así el vacío interno. De esta forma, aunque haya pérdidas de líquido en las canalizaciones, se compensa en la misma bomba. El orificio de llenado sirve también para compensar la dilatación del líquido, cuando se calientan los frenos, retornando por él al depósito.



**Figura 2.20 Bomba principal o bomba de freno**

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/frenos-5.htm>

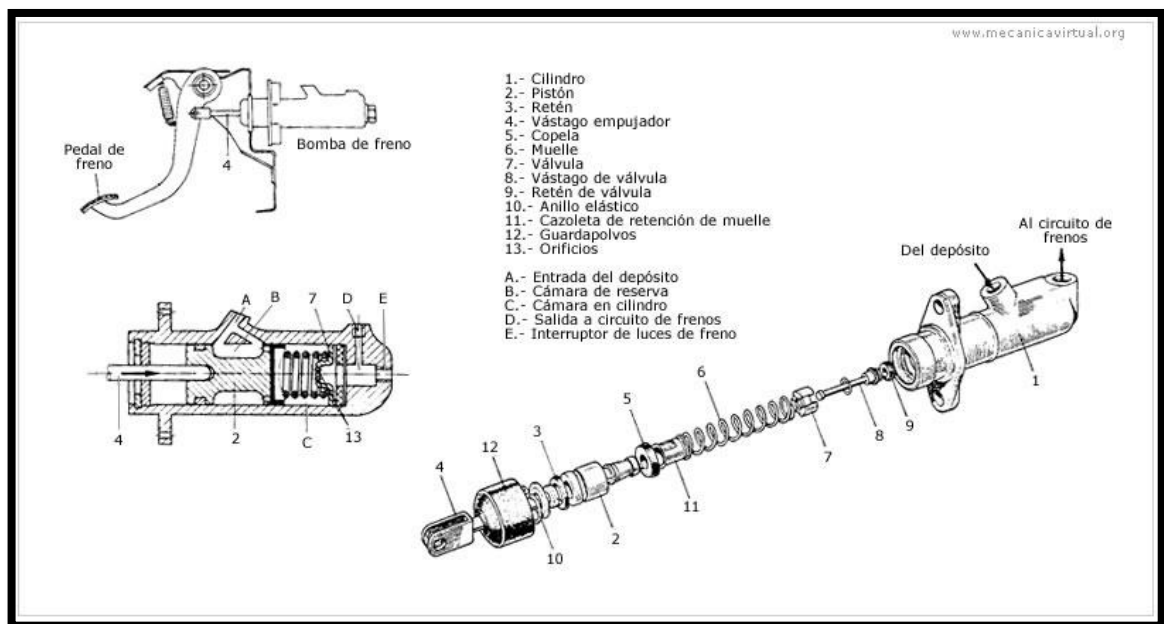
### 2.1.33. BOMBA HIDRAULICA SIMPLE

La finalidad de la bomba hidráulica simple es actuar y controlar el proceso de frenar.

Este componente es el principal de un sistema con servo, ya que, es el único elemento que se encarga de dar la presión que actúa sobre los pistones y bombines de freno, y en este caso indicaremos de forma general algunas partes y/o componentes que contiene la bomba:

-cilindro-pistón-retén-vástago-muelle-válvula

La bomba hidráulica es un dispositivo que transforma, la fuerza neumática transmitida por el servo, en presión hidráulica.



**Figura 2.21 Bomba hidráulica simple**

Fuentes: <http://www.aficionadosalamecanica.net/frenos-5.htm/>

### 2.1.34. COMPONENTES BASICOS Y FINALIDAD

Los componentes básicos de este dispositivo son los siguientes:

- Un cilindro al cual está ligado un depósito.
- Un embolo con sus copas y cazalotes de estanqueidad (retenes) y su muelle de retroceso.
- Una válvula de retención y una válvula de purga.

### **2.1.35. ORIFICIOS DE COMPENSACION**

El líquido de frenos existente en el cilindro principal, en las tuberías y en los cilindros de frenos de ruedas, está expuesto a variaciones de temperatura que causan su dilatación o contracción es por ello que se producen variaciones de presión y volumen, se hace entonces una compensación a través del orificio de comunicación de la cámara de presión con el depósito de líquido con lo cual el volumen mayor de fluido puede expandirse.

La compensación del volumen se consigue por medio del orificio de compensación, al dilatarse el líquido de frenos el excedente vuelve al depósito, y viceversa, las eventuales disminuciones del volumen se compensan con el líquido del depósito.

Para que el orificio de compensación cumpla su función, es preciso que quede abierto siempre que el freno se encuentre en posición de reposo, pues de lo contrario el líquido dilatado por el calor podría regresar al depósito y el aumento de presión consiguiente, ocasionaría un roce continuo de las balatas de freno, esto último se evita previendo, al efectuar el montaje del cilindro principal en el servo freno, un juego de libre aproximadamente 1 mm entre la varilla y el embolo.

### **2.1.36. CAMARA DE PRESIÓN**

El cilindro en el que se desplaza el embolo con sus dos retenes, está dividido por el retén primario en dos cámaras: una depresión y otra de reabastecimiento.

La cámara de presión, es el espacio comprendido entre el orificio de compensación y la salida del cilindro.

### **2.1.37. CAMARA DE REABASTECIMIENTO**

Ocupa el espacio restante a la cámara de presión. Esta está ligada a través de un orificio mayor, tiene por función reabastecer rápidamente con fluido la cámara de presión (en caso de ser necesario). En este caso, al retornar el embolo, el fluido alcanza la cámara de presión a través de los canales existentes en el embolo, pasa entre la arandela de protección del retén primario, circula sus surcos, pasa sobre sus borde flexible y alcanza la cámara de presión.

### 2.1.38. RETEN SECUNDARIO

Sirve de precinto entre la cámara anular y el exterior. El retén tiene forma de anillo, va montado sobre el embolo, impidiendo pérdida de fluido retenido en la cámara de reabastecimiento y la entrada de aire al sistema.

### 2.1.39. RETEN OBTURADOR DEL CILINDRO PRINCIPAL (RETEN PRIMARIO)

La cámara de presión del cilindro principal esta sellada únicamente por el retén obturador primario, la comunicación entre el cilindro y el depósito de compensación que interrumpe cuando se acciona el freno, porque el labio del retén primario sobre el orificio de compensación, al desplazarse el embolo un trecho pequeño.

Ahora para evitar la aspiración de aire, existen detrás del retén primario una cámara anular liquida. De otra forma, retroceder rápidamente el embolo del cilindro principal, el líquido de freno puede salir del depósito de compensación por los orificios de alimentación del retén obturador primario provisto de ranuras, y llegar hasta el circuito de frenos, si al retroceder rápidamente el embolo se produjera con ella un vacío dentro del cilindro principal, nunca entrara aire, sino que fluiría siempre líquido de frenos de la cámara trasera del embolo.

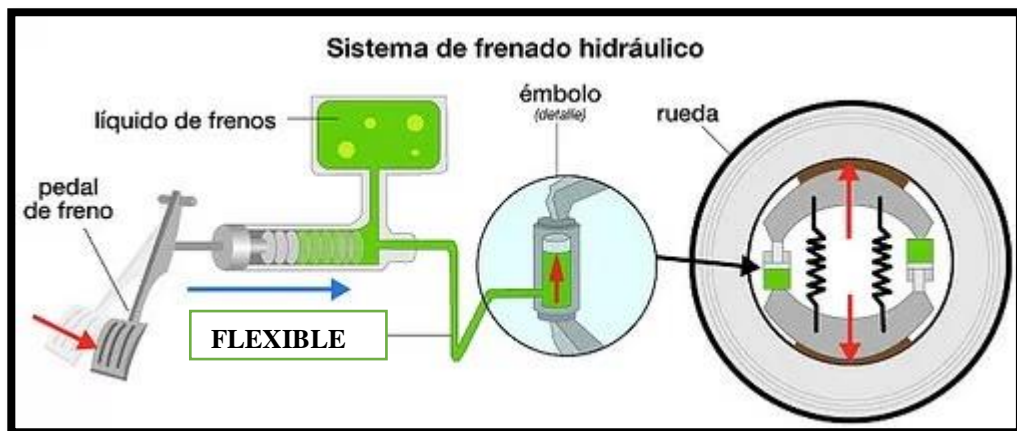
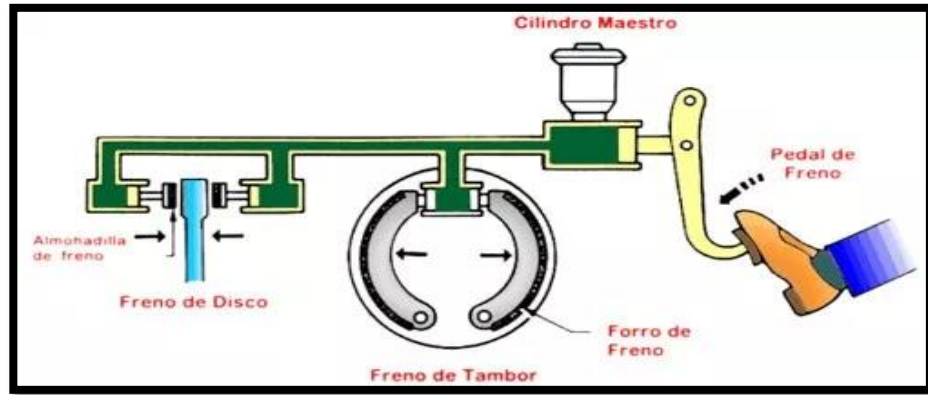


Figura 2.22 Esquema de frenado hidráulico

Fuente: <https://www.blogicars.com/2013/06/%C2%BFque-son-los-frenos-hidraulicos/>



**Figura 2.23 Esquema de frenado hidráulico**

Fuente: <https://www.blogicars.com/2011/08/frenos-hidraulicos-mecanismo-de-frenado/>

#### **2.1.40. VALVULA DE CONTROL (DE RETENCION O DE PRESION RESIDUAL)**

Esta válvula se ubica en la salida del cilindro principal, tiene la finalidad de mantener el circuito (tuberías y cilindro de freno de ruedas) bajo una determinada presión, denominada “presión residual”.

Mediante la carga del muelle, se logra que el líquido, que se encuentra en el circuito, este bajo cierto sobrepresión. De modo que con el ligero aumento de presión se produzca un frenado inmediato. Con eso se evita:

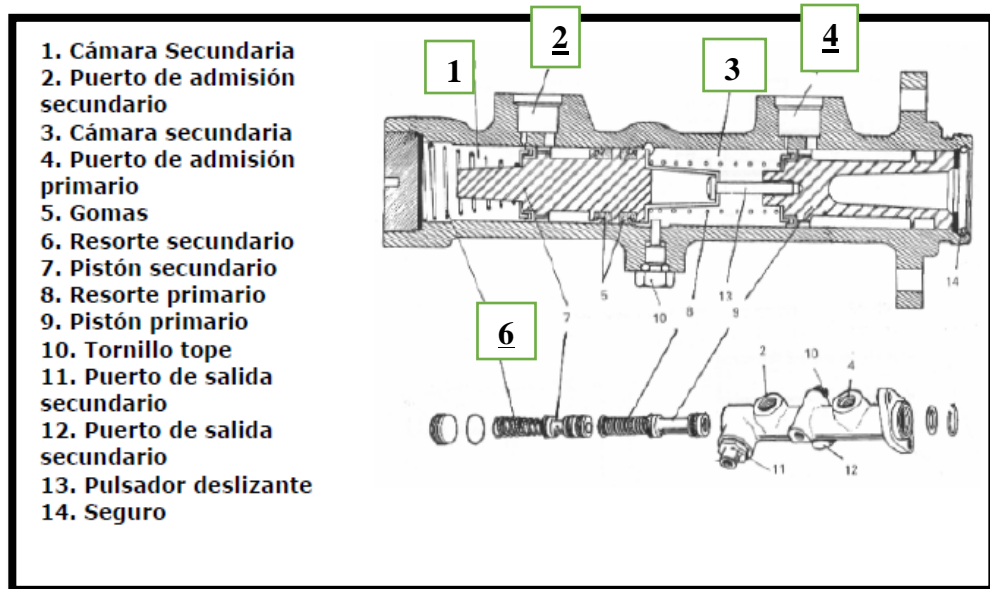
- La carrera muerta del pedal de freno.
- Toda entrada de aire al sistema hidráulico, debido a que la sobrepresión fuerza a los retenes de los cilindros de las ruedas con mayor tensión contra las paredes de los cilindros.

Para poder cumplir la función de compensar el volumen y la presión en el sistema hidráulico, la válvula de control funciona como una válvula doble.

Si la presión del líquido en las tuberías es inferior a la que reina en el cilindro principal, se abre la pequeña válvula inferior. Esta válvula reacciona a la más pequeña diferencia de presión, dejando salir el volumen de líquido necesario del depósito de compensación hacia las tuberías, ahora si la presión en las tuberías es superior a la del depósito, se levanta toda la válvula de su alojamiento de modo que el líquido de frenos pueda regresar al depósito compensador. Ocurre lo mismo al soltar el freno.

#### **2.1.41. CILINDRO MAESTRO**

El cilindro maestro es el encargado de crear la presión que actuara en el sistema y será entregada por medio del fluido a los cilindros de rueda, para que estos últimos accionen los componentes mecánicos que efectúan el frenado.



**Figura 2.24 Cilindro maestro**

Fuente: <http://tusfrenos.mx/funcionamiento-del-cilindro-maestro-doble/>

El cilindro maestro que aparece en la figura 2.24 funciona de la siguiente manera:

Cuando se pisa el pedal, el vástago empuja al embolo, al comenzar a desplazarse el embolo cierra la tobera de retorno, que comunica el depósito de líquido con el cilindro y seguidamente el líquido del cilindro es empujado a presión abriendo la válvula en su parte central, y pasando a las tuberías. La tobera de alimentación cual permite el paso del líquido del depósito para mantener constantemente lleno el cilindro maestro, los orificios del embolo, permiten el paso del fluido al cilindro maestro cuando el embolo retrocede. La válvula de retorno permite el regreso del líquido desde las tuberías y cilindro de rueda al cilindro maestro, cuando cesa la presión de este, el resorte hace retroceder al embolo cuando se deja de pisa el pedal de freno, la carrear de retroceso del embolo queda limitada por el tope, en el manguito de salida del líquido de las tuberías está instalado el interruptor de lis parada, este interruptor cierra el circuito cuando se produce la presión del frenado en el líquido del sistema de frenos.

#### **2.1.41.1 EL EMBOLO**

El embolo es un cuerpo metálico y lleva dos juntas de cierre de goma sintética, una deforma de tasa, otra de forma de anillo, cuyo bordes se apoyan firmemente sobre las paredes del cilindro y así, procuran un cierre efectivo del mismo, cuando el embolo se mueve en su carrera de compresión, a su vez la junta con forma de taza no produce este cierre cuando el movimiento es en sentido opuesto, es en retorno.

### 2.1.41.2 EL VASTAGO

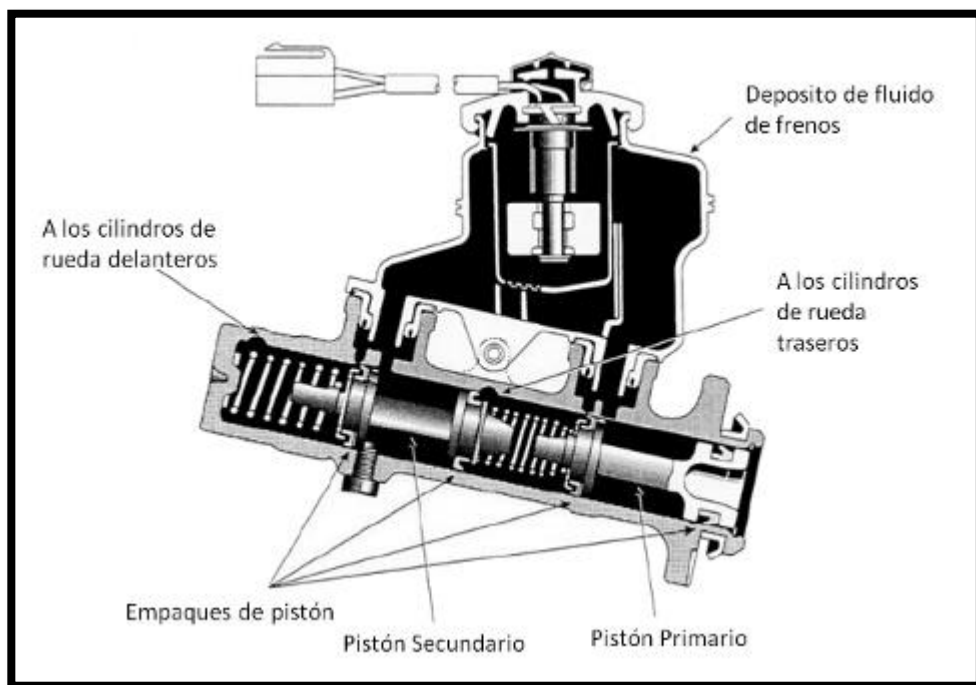
El vástago tiene contacto con el pistón por medio de un extremo esférico que el mismo posee, y un alojamiento de igual forma en el embolo doble, habiendo entre ambas piezas un cierto juego, para permitir el movimiento requerido.

En su extremo exterior consta de una guarnición de cierre para retener el líquido, a la vez que un guardapolvo de goma sintética y flexible, tiene por objetivo impedir la entrada de elementos extraños, como por ejemplo la tierra y agua.

### 2.1.42. CILINDRO MAESTRO “TANDEM”

Los frenos hidráulicos con cilindro maestro simples, tienen el inconveniente de quedar totalmente fuera de servicio si se rompe la cañería o existiera fuga excesiva, porque se escurre todo el líquido.

Los frenos con cilindro maestro envían líquido a presión a cada grupo de ruedas, traseras y delanteras, contiene dos válvulas de retención por cada cilindro, de esta forma, si se rompe una cañería de la rueda trasera el embolo de las ruedas delanteras seguirá enviando líquido con lo cual se logra el frenado al menos en un circuito.



**Figura 2.25 Cilindro maestro “Tandem”**

Fuente: <http://m77e.blogspot.com/2017/10/cilindro-maestro.html>

### 2.1.43. CILINDROS DE RUEDAS

La construcción de los cilindros de rueda es mucho más sencilla que la de los cilindros maestros, lo cuales también son fabricados de hierro colado, y ofrecen la alternativa de ser del mismo diámetro en toda su extensión en los cuales los pistones son iguales, también existen con diferencias de diámetro.

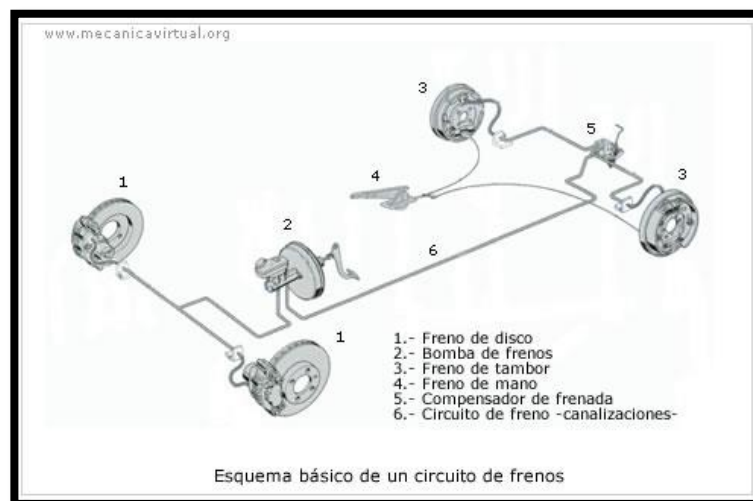
## 2.2. DISPOSICIÓN DE LOS CIRCUITOS DE FRENOS Y FUNCIONAMIENTO

### 2.2.1. CIRCUITO DE FRENOS

Existen dos tipos de sistema dentro del vehículo los cuales son:

-Uno de este sistema, se le denomina “circuito de frenado primario”, el cual cumple el deber o la tarea de detener el vehículo en movimiento, siempre y cuando el conductor lo requiera.

-El segundo sistema que se puede encontrar en los automóviles es el “circuito auxiliar”, que este sistema se ocupa para bloquear las ruedas del vehículo, con el motivo de que estas no se muevan cuando este mismo se encuentre detenido.



**Figura 2.26 Esquema básico de un sistema general de frenos (circuito de frenado primario – circuito auxiliar)**

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/frenos-5.htm>

### 2.2.2. CIRCUITO PRINCIPAL DE FRENOS

Este circuito es activado por un elemento conocido como pedal, el cual se encuentra dentro del vehículo y que transmite la fuerza aplicada por el conductor a los distintos dispositivos que le dan el frenado a la rueda.

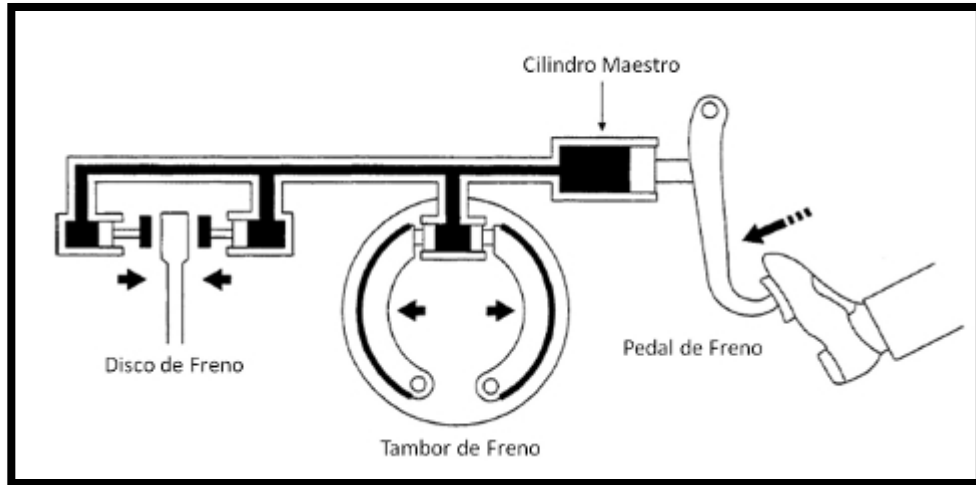


Figura 2.27 Circuito principal de frenos

Fuente: <http://www.e-auto.com.mx/engew/index.php/85-boletines-tecnicos/3493-sistema-de-frenos-1-fundamentos>

### 2.2.3. CIRCUITO AUXILIAR DE FRENOS

Este tipo de circuito, en sí, es un freno de tipo mecánico, llamado por muchos “freno de mano”, hay que destacar que este elemento va situado al interior del vehículo y cumple la función de frenar las ruedas traseras del automóvil.

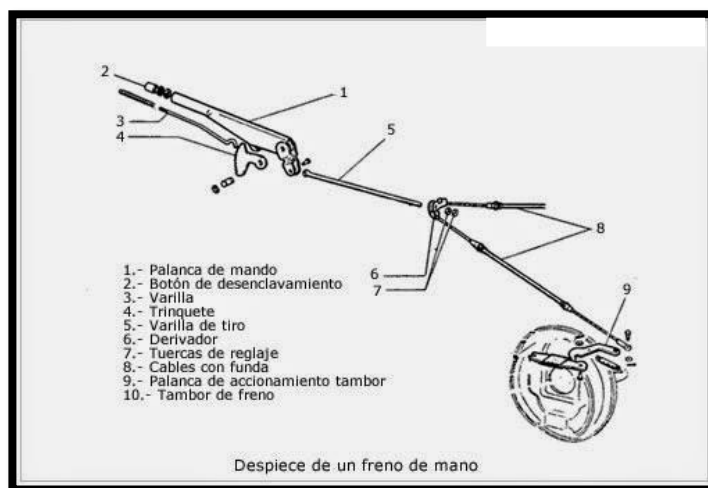


Figura 2.28 Circuito auxiliar de frenos

Fuente: <http://hola-mecanicaautomotriz.blogspot.com/2012/01/sistema-de-frenos.html>

#### 2.2.4. SISTEMA DE MANDOS DE FRENOS

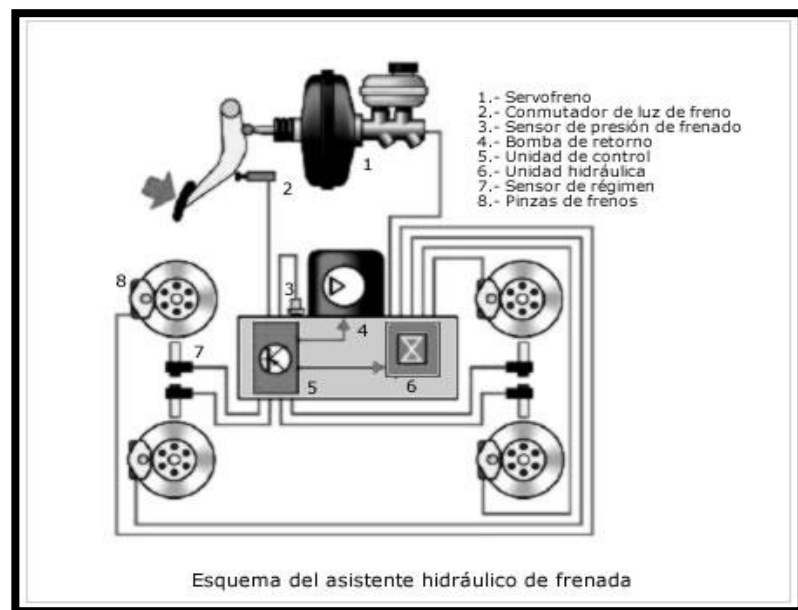
Funcionamiento del sistema de frenos:

El funcionamiento de un tipo de sistema de frenos depende totalmente de la estructura de sus dispositivos en su interior o a lo largo de circuito, pero una de las características primordial es el tipo de modalidad que se encuentra en este, existen 3 tipos, las cuales son:

- Sistema de freno por fuerza muscular.
- Sistema de freno por fuerza auxiliar.
- Sistema de freno por fuerza ajena.

#### 2.2.5. SISTEMA DE FRENOS POR FUERZA AUXILIAR

Este tipo de sistema se encuentra ya en vehículos de gama común, como también en vehículos industriales de gama baja, el funcionamiento de este tipo de sistema es que incrementa la fuerza muscular ejercida por el conductor, gracias a un elemento llamado servofreno y con el esto la fuerza muscular es amplificada para luego ser transmitida hidráulicamente a los frenos de las ruedas.



**Figura 2.29 Sistema de frenos por fuerza auxiliar**

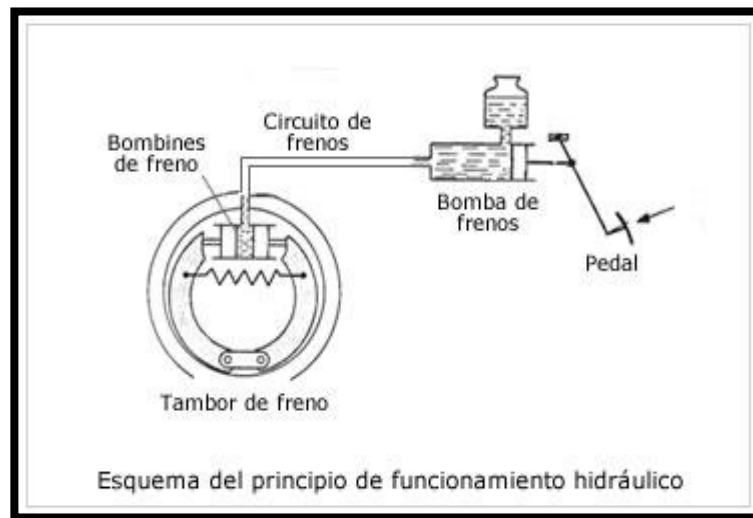
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/frenos-8.htm>

### 2.2.6. SISTEMA DE FRENOS POR FUERZA AJENA

El sistema de freno por fuerza ajena utilizado generalmente en vehículos industriales se emplea aisladamente en turismos grandes con ABS integrado. El sistema trabaja con energía hidráulica y con transmisión hidráulica, el líquido de freno se almacena en acumuladores de energía y una bomba hidráulica genera la presión hidráulica, que en el acumulado de energía se encuentra continuamente en equilibrio con la presión del gas.

El sistema de mando hidráulico es el que se emplea desde hace ya bastantes años en todos los automóviles. El sistema de mando hidráulico se fundamenta en el hecho de que los líquidos son prácticamente incomprensibles y que según el principio de Pascal, la presión ejercida sobre un punto cualquiera de una masa líquida se transmite íntegramente en todas direcciones.

En la figura inferior se ve la disposición elemental de un sistema hidráulico de frenos, constituido por un cilindro maestro o principal que genera una presión sobre el líquido que se transmite a través del circuito hacia un cilindro receptor o esclavo, que mueve mediante un pistón unas zapatas que son empujadas contra el tambor.



**Figura 2.30 Sistema hidráulico de frenos**

**Fuente:** <http://www.aficionadosalamecanica.net/frenos-5.htm>

Cuando el conductor pisa el pedal de freno, se empuja el embolo del cilindro maestro, el cual comprime y desplaza el líquido por la canalización hasta el cilindro de rueda, en donde se produce el desplazamiento de sus émbolos para aplicar las zapatas contra el tambor. Una vez logrado esto, todo esfuerzo posterior del conductor sobre el pedal de freno se traduce en un aumento de presión en el circuito hidráulico, que aplica a las zapatas contra el tambor con mayor fuerza.

Elementos principales de un sistema de accionamiento hidráulico de frenos:

- Depósito de líquido de frenos
- Cilindro principal o bomba
- Conmutador de la luz de freno
- Tuberías de conducción de líquidos
- Líquido de frenos
- Cilindros o bombines de freno
- Pedal de freno y sus articulaciones
- Servofreno.

**CAPITULO 3: MANTENIMIENTO, DIAGNOSTICO Y BUSQUEDA DE**

**FALLAS**

### **3. MANTENIMIENTO, DIAGNOSTICO Y BUSQUEDA DE FALLAS**

#### **3.1. PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS**

Uno de los métodos de verificación de un sistema de frenos más comunes es, realizar mediante una prueba en carretera, en la que se efectúa las frenadas oportunas para determinar la eficiencia y el comportamiento de los frenos, a partir de los cuales puede diagnosticar su estado.

La eficacia del frenado, se determina midiendo la fuerza de frenado, que es necesario aplicar a las ruedas para tener el vehículo en el menor espacio y tiempo posible. Al mismo tiempo que se realiza esta prueba, se debe observar el comportamiento del vehículo ante el frenado (desviación lateral del vehículo, vibración, entre otros), así como la “dureza” relativa del pedal y la elasticidad del mismo, estas últimas deben de ser comprobadas con el vehículo detenido y el motor parado, descargando previamente el servofreno con sucesivos accionamientos del pedal.

Cabe destacar, que antes de efectuar las pruebas con el vehículo en carretera, se deben revisar los neumáticos (grado de desgaste y presión de inflado), puesto que la influyen en la adherencia de las ruedas al suelo y, por ello, en la eficacia del frenado, la fuerza de frenado debe ser grande e iguales en las ruedas de un mismo eje para que no se produzca desviaciones laterales por parte del vehículo.

##### **3.1.1. PRUEBA DE ESTANQUEIDAD DEL CIRCUITO DE FRENOS**

Cuando se observan manchas de líquido de freno, existe la posibilidad de que haya posibles puntos de fuga en el circuito de frenos. Si resultase difícil la localización del punto de fuga, se debe accionar varias veces y con fuerza el pedal de freno, observando al mismo tiempo si se producen fugas de líquido, también pueden comprobarse estas inyectando aire a una presión entre “2 y 3 [bar]” por el tapón de llenado del depósito.

La estanqueidad del circuito se comprueba con la ayuda de un manómetro que se conecta en uno de los cilindros de rueda, dadas esta condiciones, se acciona el pedal de freno hasta alcanzar una presión elevada en el circuito (del orden de 50 [bar]) y se mantiene el pedal de freno presionado, al mismo tiempo se observar que la presión en el circuito no debe caer más de 5[bar] en 10 [min]. Em caso de que exista un descenso importante, es síntoma de que exista fuga.

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

lentamente el pedal de freno pudiendo llegar a hundirse totalmente hasta el final del recorrido, el defecto puede ser que el cilindro este rayado.

Cuando se realizan las pruebas de estanqueidad, se debe comprobar también el correcto funcionamiento del orificio de dilatación del cilindro maestro, teniendo conectado el manómetro en uno de los cilindro de rueda, se acciona el pedal con la mano hasta alcanzar una presión de 3 [bar]. Soltando el pedal a continuación, la aguja del manómetro debe caer a cero rápidamente, salvo en el caso de los cilindro equipados con válvula de retención, en los cuales la presión queda en un valor comprendido entre 0.5 y 1 [bar].

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, esto puede ser debido que existe aire en el circuito de presión.

### **3.1.2. VERIFICACIONES QUE DEBEN REALIZARSE EN UN FRENO DE DISCOS**

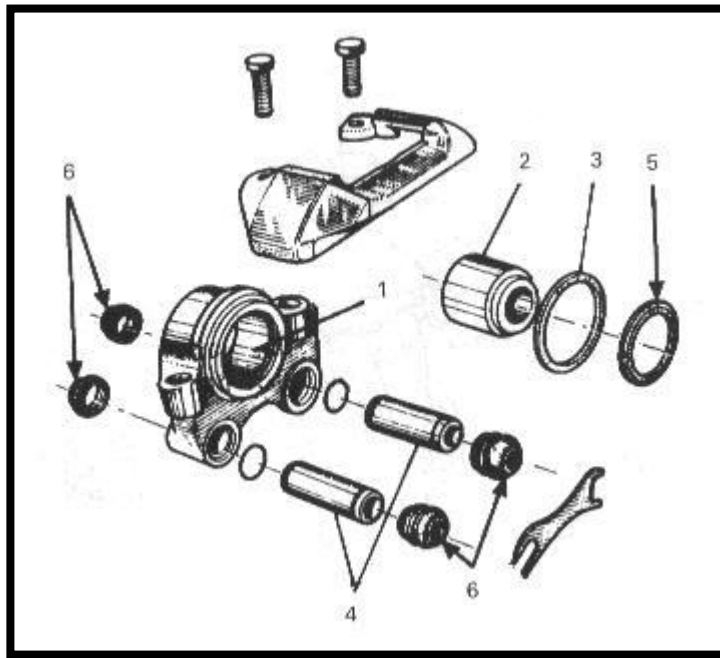
Antes de desmontar, se comprobara su funcionamiento observando si al pisar el pedal de desplazan la pinza correctamente. Si no es así se debe desmontar y reparar.

No debe haber fugas de líquido en el cilindro receptor, ni en la unión de la línea de presión con el cilindro, también se comprobara el desgaste que presentan el disco y la pastilla, sustituyéndose los componentes defectuosos. De no ser necesario, se vuelven a montar las pastillas en el mismo sitio. El espesor de las pastillas de freno deben de ser superior a 2[mm] (de la materia rozante). Cuando alguna se encuentre defectuosa, se deberán sustituir todas as del mismo eje, en algunos vehículos se colocan unos detectores en las pastillas, avisándonos cuando llega a un límite de desgaste.

Cuando es necesario cambiar las pastillas de freno, el mayor espesor de las nuevas obliga a desplazar los émbolos de los cilindros receptores, ayudándonos de una gata, esto ocasiona que el líquido regrese al cilindro maestro, cuyo deposito puede desbordarse por esta causa si se ha rellenado indebidamente. Para evitarlo se debería retirar el líquido sobrante.

Si se observa un desgaste irregular de las pastillas de freno en una misma rueda, se deberá comprobar que el pistón no este agarrotado en el cilindro y que la pinza se deslice correctamente al accionar el freno. También se deben de revisar las fijaciones de la pinza.

La Figura 3.1 muestra el despiece de una pinza de frenos, cuyo cilindro (1) se desliza en el funcionamiento sobre los ejes (4), que deben encontrarse perfectamente limpios y protegidos con los guardapolvos (6) en ambos extremos. Si se encontrase suciedad sobre los ejes, deberán limpiarse y posteriormente cambiar los guardapolvos. Un posible agarrotamiento del embolo (2) sobre el cilindro (1), supone el desmontaje del mismo para su posterior limpieza, en caso de encontrar anomalías en cualquier de ellos, como ralladuras o erosiones, deberán sustituirse el conjunto. Si se vuelven a montar los mismo elementos, es conveniente sustituir el retén de estanqueidad (3) y el guardapolvos (5).

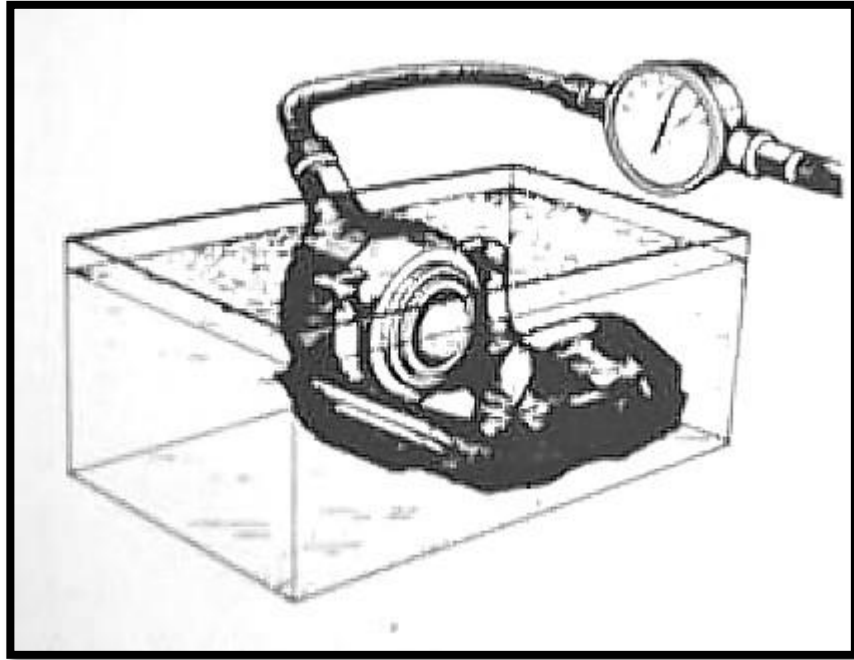


**Figura 3.1 Despiece de una pinza de freno**

Fuente: <http://preparandoclasesymotores.blogspot.com/>

La extracción del pistón se facilita utilizando la propia presión hidráulica, 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 suele colocar un taco de madera como tope.

En el montaje se lubricaran las superficies del cilindro y el pistón con abundante líquido de frenos y, una vez finalizado, se comprobaba que no existen fugas sumergiendo el conjunto en una vasija con líquido y aplicando aire al orificio de entrada de líquido al cilindro (figura 3.2), a una presión inferior a 2[bar], teniendo el embolo bloqueado con un taco de madera para impedir que se salga de su alojamiento. La subida continua de las burbujas a la superficie indica que existen fugas, en cuyo caso es necesario desmontar nuevamente el embolo y sustituir este o el anillo de estanqueidad.



**Figura 3.2 Verificación de fugas de la pinza de freno**

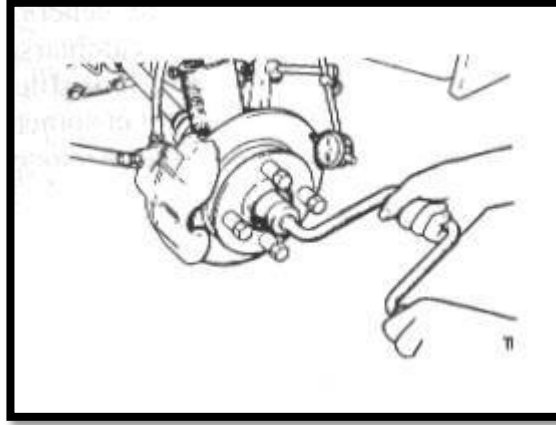
Fuente: <https://www.todomecanica.com/blog/51-verificacion-control-sistema-frenos.html>

El disco de frenos se debe sustituir cuando el desgaste que presente sea superior al 10% de su espesor.

### **3.1.3. PROCESO DE VERIFICACION DE DEFORMACION DE UN DISCO DE FRENO**

Cuando no se deba de sustituir el disco de frenos, se comprobara la deformación de sus caras, para lo cual se colocara sobre ellas sucesivamente un comparador de caratula (figura 3.3) y se hace girar a mano el disco, observando las desviaciones de la guja, una deformación en cualquiera de las caras superior a 0.1 [mm], implica la sustitución del disco, en cuyo caso también deben de montarse astillas nuevas.

Se debe evitar durante las intervenciones, impregnar la grasa las superficies de frotamiento, tanto del disco como de las pastillas. Si en el desmontaje se encuentra grasa en las pastillas, estas deberán de ser sustituidas y el disco limpiado con desengrasante.

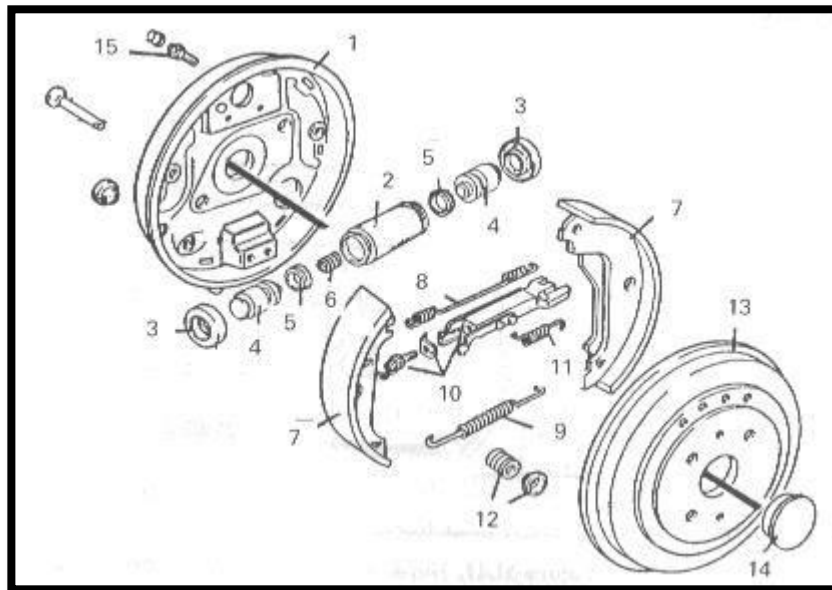


**Figura 3.3 Verificación de deformación del disco de freno**

**Fuente:** <https://www.todomecanica.com/blog/51-verificacion-control-sistema-frenos.html>

### **3.1.4. VERIFICACIONES QUE DEBEN REALIZARSE EN UN FRENO DE TAMBOR**

Retirado el tambor de freno y antes de continuar el desmontaje, se inspeccionara el estado en que se encuentran los distintos componentes, grado de desgaste, posición de montaje, entre otros.



**Figura 3.4 Despiece de un freno de tambor**

**Fuente:** <https://www.todomecanica.com/blog/51-verificacion-control-sistema-frenos.html>

Se comprobará que el tambor (13) no tenga excesivos desgastes y ralladuras en la superficie de rozamiento, en el caso contrario se rectificara o se sustituirá.

También se comprobara la ovalizacion de la superficie circular de rozamiento, que deberá ser inferior a 0.1 [mm]. Los dos tambores de freno del mismo eje deben de tener

siempre el mismo diámetro, por lo que si rectificamos uno de ellos, rectificaremos también el otro.

En las balatas o zapata (7) comprobaremos que no están deformadas ni presentan roturas.

Se debe observar que los muelles de retroceso (8) y (9) estén en buen estado, procediendo a su sustitución si observamos una extensión entre espiras. También se sustituirán siempre que se cambien las balatas.

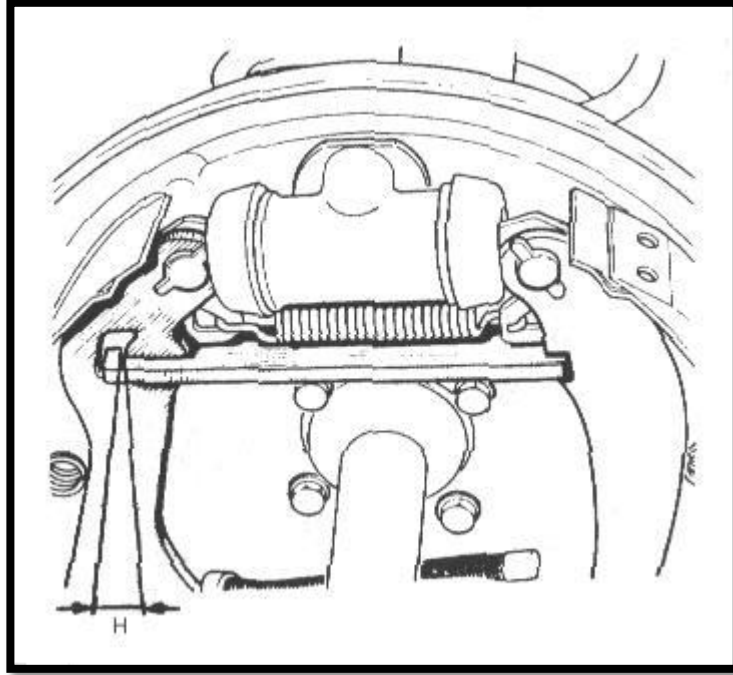
Las balatas no deben de estar sucios ni impregnados de aceite, si fuese así, cambiaremos las balatas.

Debido al rozamiento entre las balatas y el tambor, se produce un desgaste de ambos, de mayor proporción en las balatas, siendo necesario sustituirlas cuando el espesor del forro se haga inferior a 2[mm]. También se comprobará el estado y funcionamiento del sistema de reglaje (1), especialmente en cuanto al dentado se refiere, que no debe presentar roturas de dientes ni desgaste excesivo. Cualquier anomalía en este sistema, supondrá su sustitución.

### **3.1.5. PROCESO DE VERIFICACION DE UN SISTEMA DE REGLAJE DE BALATAS**

Se comprobará su estado y funcionamiento, especialmente el dentado que no debe presentar roturas de dientes ni desgaste excesivos, en los cilindros receptores comprobaremos que no existen fugas antes de desmontarlos. Si se encuentra humedad alrededor de un pistón, esto indica que ha existido una fuga, siendo necesario desmontarlo y verificarlo, comprobando que no existen ralladuras en el cilindro ni en los pistones y que los guardapolvos se encuentran en buen estado. En caso de defectos se debe sustituir el cilindro receptor completo, salvo que sean los guardapolvos los defectuosos.

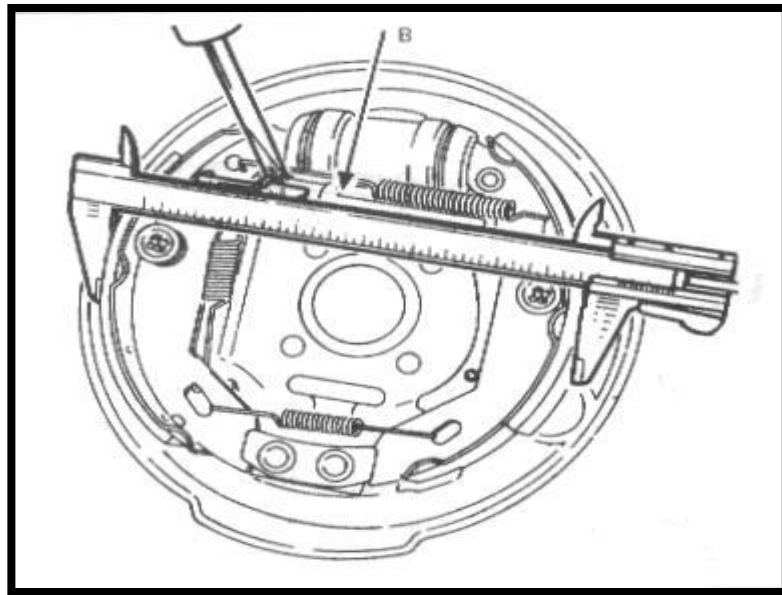
Las intervenciones que se realicen sobre los cilindros receptores, deben ser limpias y en el montaje se debe impregnar los componentes con líquido de frenos. En los sistemas con reglaje automático de las balatas, una vez montadas estas, se debe comprobar la cota (H) de reglaje (figura 3.5), que debe ser de 1 [mm] aproximadamente, estando la palanca de freno de mano a tope contra las balatas. Si la cota no fuese la adecuada deberá sustituirse el muelle de tensión de la bieleta, así como los muelles de llamada de las balatas.



**Figura 3.5 Verificación del sistema de reglaje automático de aproximación de las balatas**

Fuente: <https://www.todomecanica.com/blog/51-verificacion-control-sistema-frenos.html>

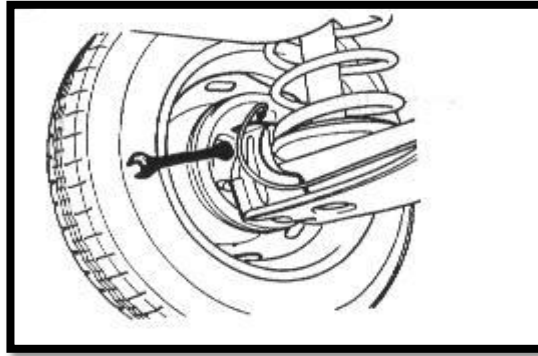
Seguidamente se hace un reglaje de aproximación de las balatas (figura 3.6), accionando el pie de metro del sistema de reglaje para separar las balatas hasta conseguir una cota de valor 2 [mm], inferior al diámetro del tambor. Posteriormente se monta el tambor y se acciona varias veces el pedal de freno para hacer funcionar el mecanismo de reglaje automático y aproximar definitivamente las balatas al tambor.



**Figura 3.6 Operación de reglaje del sistema de aproximación automática**

Fuente: <http://preparandoclasesymotores.blogspot.com/2011/04/verificacion-y-control-del-sistema-de.html>

Finalizada la revisión y montaje del conjunto del freno, deberá efectuarse un reglaje de aproximación de las balatas, esto es en los tipos convencional, por lo cual, levantando una rueda, actuaremos sobre la tuerca de reglaje correspondiente de cada zapata (figura 3.7), girando la llave hacia abajo obtener el bloqueo de la rueda para aflojar luego ligeramente hasta que gire libremente sin rozamiento.



**Figura 3.7 Reglaje de aproximación de zapatas en los frenos convencionales de tambor**

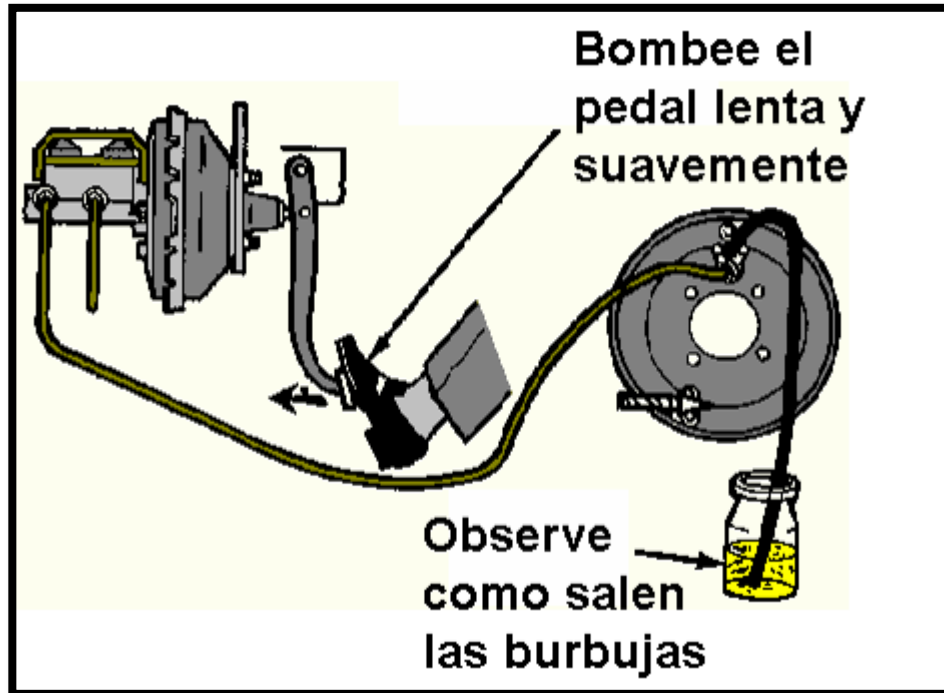
Fuente: <http://preparandoclasesymotores.blogspot.com/2011/>

### **3.1.6. PURGADO DE FRENOS**

Se trata de expulsar al exterior el aire que pueda existir en las líneas de presión, bomba o cilindro receptores, antes es conveniente pisar varias veces el pedal del freno con el motor parado, para consumir el vacío residual del servofreno.

Para realizar la purga, se conecta un tubo de goma o plástico en el purgador del cilindro receptor, el otro extremo les sumergido en un recipiente de cristal que contenga un poco de líquido de frenos del mismo utilizado por el vehículo (figura3.8) situado a unos 30[cm], por encima del purgador, lo que dificultara la entrada de aire al cilindro receptor a través de la rosca del purgador. Se abre el purgador y se pisa el pedal de freno varias veces, con esto se debe producir una salida de líquido desde el cilindro maestro hacia el recipiente, si el circuito tiene aire, se producira burbujas de aire en el recipiente.

Se procede hasta que no salga burbujas de aire y el líquido que llegue al recipiente este limpio, durante esta operación se debe mantener lleno el depósito del líquido de la bomba. Finalmente se presiona el purgador con el pedal de freno pisando a fondo.



**Figura 3.8 Proceso de purga de los frenos**

Fuente: <http://tusfrenos.mx/principios-basicos-purga-en-forma-manual/>

Esto se repite en cada uno de los cilindros receptores de las ruedas, comenzando por el más próximo a la bomba, siempre se tendrá el depósito de la bomba lleno. La presión ejercida sobre el pedal durante la purga no debe ser muy alta, puesto que hay vehículos que llevan un limitador de frenado y cortan la comunicación para las ruedas traseras si aumenta mucho la presión, impidiendo el purgado de las mismas.

Cuando haya que vaciar por completo el circuito de frenos, el llenado se realizará manteniendo los cuatro purgadores abiertos mientras se llena el circuito, cuando solo salga líquido por ellos, se cierran y se llena el depósito, y seguidamente se purga todo el sistema.

El purgado se efectúa con máquinas, destacando dos tipos:

- Las que aplican presión al circuito, y se instalan sobre el depósito de reserva.
- y las que realizan la purga por vacío, en este caso se instala en los purgadores de los cilindros receptores de rueda.

### **3.1.7. PRECAUCIONES QUE DEBEN DE TOMARSE EN LAS OPERACIONES DE PURGADO DE LOS FRENOS**

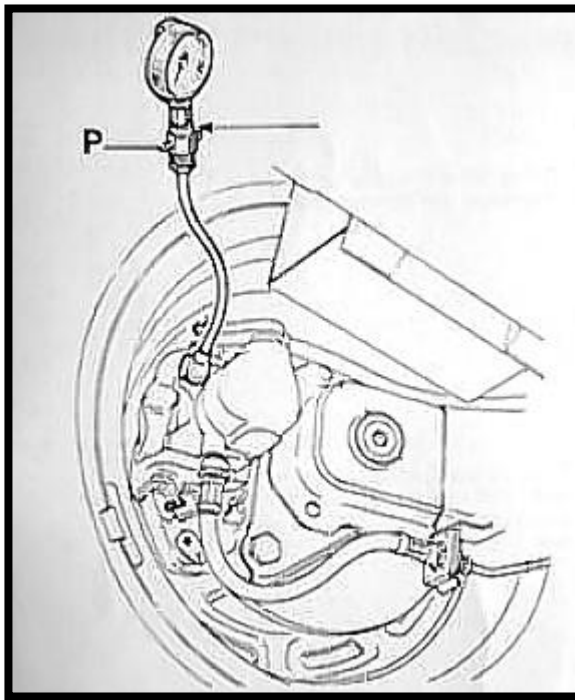
- Pisar varias veces el pedal del freno con el motor parado, para consumir el vacío residual del servofreno.
- mantener el depósito de líquido de la bomba lleno mientras se purga.
- Utilizar el mismo líquido de freno.
- Anular el limitador de frenado en el vehículo que dispongan de él.

- Al final de la purga, apretamos el purgador con el freno pisado a fondo.
- Cuando se realiza la purga con un aparato de presión, cuidar de que el aire comprimido este seco (dejar funcionar un cierto tiempo antes de la purga).
- Con máquinas, no sobrepasar la presión de 2[bar], pues se puede emulsionar el aire con el líquido.

### 3.1.8. PROCESO DE VERIFICACION DEL LIMITADOR DE FRENADO

Primero se inspecciona, observando que no existan fugas de líquido, agarrotamiento de su sistema de mando, ni deformaciones de las palancas de accionamiento. Seguidamente se comprueba su funcionamiento accionando repetidas veces el pedal de freno.

El control de la presión de corte se realiza disponiendo un manómetro (figura 3.9) en el cilindro receptor de cualquiera de las ruedas traseras, retirando previamente el purgador correspondiente en cuyo orificio se acopla el manómetro y se purga a continuación por el tornillo. En estas condiciones, se acciona totalmente el pedal de freno, observando la subida de presión en el manómetro.



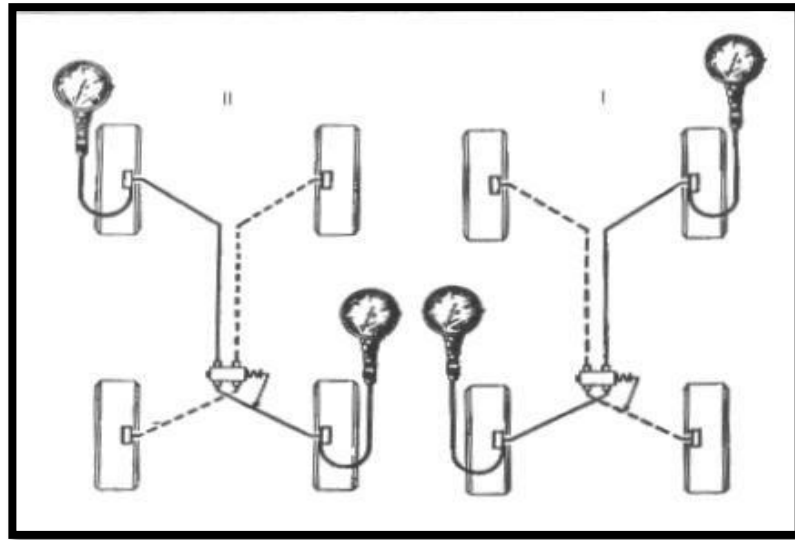
**Figura 3.9 Control de la presión en el cilindro de rueda**

Fuente: <http://www.r5alpine.com/mecom13mot.htm>

La máxima presión se debe corroborar con la especificada por el fabricante, estando el vehículo sobre el suelo horizontal y en las condiciones de carga adecuada para realizar la verificación, los valores medido depende del tipo de vehículo, estando estos entre 25 y 45 [bar], para vehículos de turismo en condiciones de vacío.

El reglaje se efectuaría sobre las varillas del mando que posicionan la palanca de accionamiento del limitador, alargándola o acortándola por medio de los correspondientes tornillos de reglaje, dependiendo de que quiera aumentar o disminuir la presión de corte.

En los vehículos equipados con compensador de frenado y circuito en “X” (Figura 3.10) la presión de parada se efectúa comparando las presiones con las de los frenos delanteros, para ello se instala un manómetro en las dos ruedas del circuito que se comprueba, debiéndose comprobar los dos circuitos.



**Figura 3.10 Verificación de la presión de frenado.**

Fuente: <https://www.todomecanica.com/blog/51-verificacion-control-sistema-frenos.html>

**Tabla 3.1. Diagnostico**

Fallas	Causas	Reparación
Baja presión en el sistema. Pedal llega a fondo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Válvula de retorno averiado.</li> <li>-Guarnición flexible del embolo de la bomba vencida.</li> <li>-Guarnición flexible del cilindro de rueda vencida.</li> <li>- Balatas mal reguladas o gastadas.</li> <li>-Aire en el sistema.</li> <li>- Fuga del líquido por cañerías.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Revisar o cambiar. (Válvula de retorno)</li> <li>- Cambiar ( Guarnición flexible del embolo de la bomba)</li> <li>- Regular o cambiar (balatas)</li> <li>- Purgar (aire en el sistema)</li> </ul>

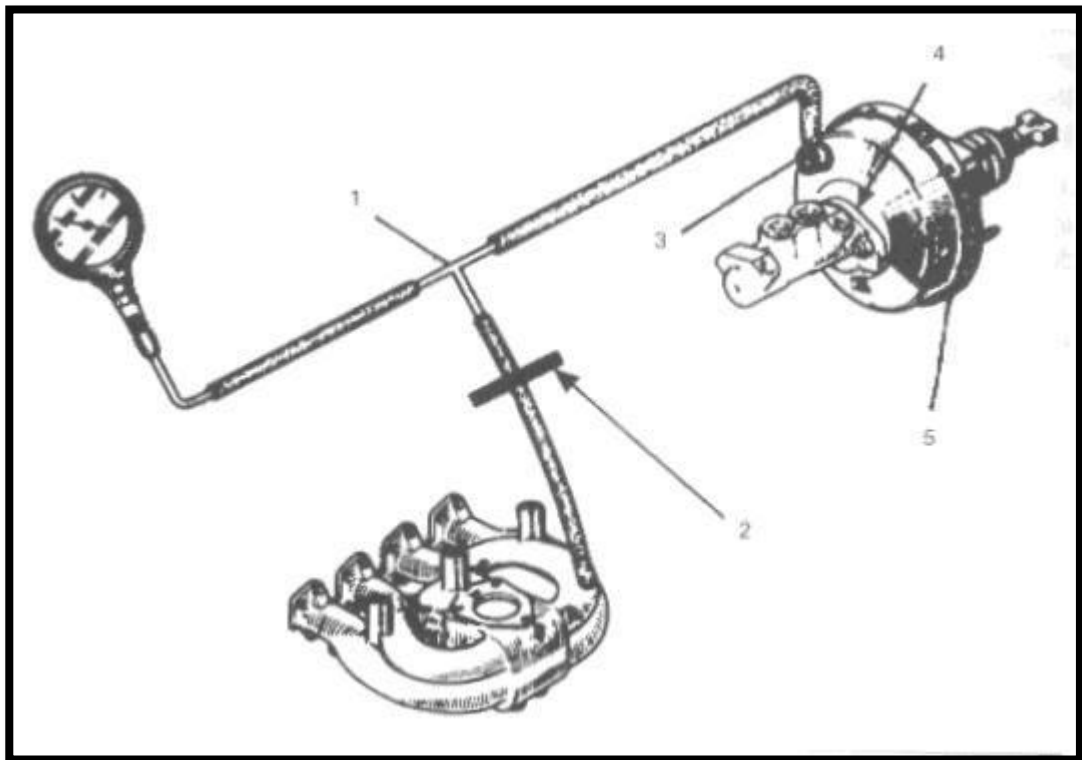
		-Revisar y ajustar (Fuga del líquido por cañerías)
No se existe presión en el cilindro de rueda.	- Válvula de salida pegada. - Cañerías obstruidas	- Revisar y/o cambiar (Válvula de salida)  -Revisar, destapar o cambiar. (Cañerías obstruidas)
No hay acción de frenado luego de uso prolongado	- Excesivo valor vaporiza el líquido.	-Evitar el uso prolongado de frenado.
Frenos traseros se pegan.	- Balata muy cerca del tambor  - Resortes de balatas rotos o con pérdida de tensión.	- Regular ( Balatas)  -Reemplazar (balatas)
Pedal elástico	- Freno mal ajustado.  - Aire en el sistema.	- Regular (frenos)  - Reemplazar
Pedal duro	- Manguera de vacío rota.  -Agujero o acople de la toma de vacío obstruido.  -Trabada la varilla de impulsión del embolo.  -Perdida por la válvula atmosférica.	- Cambiar (manguera de vacío)  -Limpiar (Agujero de toma de vacío)  - Limpiar y destrabar (varilla de impulsión del embolo)  -Cambiar (Válvula atmosférica)

### 3.1.9. PROCESO DE VERIFICACIONES DE UN SERVOFRENO

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 toma de vacío, en la que no deben de existir fugas, así como las posibles deformaciones de la cámara, o a la zona de acoplamiento del cilindro principal, suciedad del filtro de toma atmosférica, entre otras.

La verificación de la estanqueidad del servofreno se realiza sobre el vehículo, estando en funcionamiento el circuito hidráulico de frenos. Conectando una unidad de depresión (vacuómetro) entre el servofreno y la toma de vacío (colector de admisión), con un adaptador (figura 3.11) y un tubo lo más corto posible, se hará girar el motor a ralentí durante 1 minuto, transcurrido el cual se conecta el tubo entre el adaptador y la toma de vacío (zona 2). Seguidamente se para el motor.

Si la caída de vacío acudan por el vacuómetro es superior a 33 [mbar] en 15 [seg.], es síntoma de que existe una fuga, que puede estar localizada en la válvula de retención (3), la membrana del embolo del servofreno, la unión (4) de este con la bomba o el engatillado (5) de la semi carcasa del mismo.



**Figura 3.11 Verificación del servofreno**

Fuente: <https://www.todomecanica.com/blog/51-verificacion-control-sistema-frenos.html>

Los defectos de la válvula de retención o el acoplamiento de la bomba, pueden ser reparados sustituyendo la junta correspondiente o el componente defectuoso; pero si los defectos son del propio servofreno, deberán sustituirse este, pues no tiene posibilidad de reparación.

Tabla 3.2. Diagnostico

Síntomas	Causas
-Pedal duro: Retraso aparenten en la ayuda del servo con el motor funcionando	- Tubería obstruida. -Fugas en las conexiones de la tubería. -Toma de aire en el servo bloqueadas. -Filtro atascado. -Embolo de salida averiado. -Avería general de la unidad
-Acción lenta del servo	-Filtro bloqueado o toma de aire obstruida -Conexiones o tuberías de vacío averiadas.
-Falta de ayuda en las fuertes frenadas: El servo actúa solo cuando el motor está funcionando. Ralentí pobre del motor.	- Escape de aire en el servo y por ello bajo vacío. -Fugas de aire por la junta, arandela de la válvula de retención, manguito de caucho, diafragma o válvula de aire. -Tuberías de vacío o válvula de retención averiada.
-Pérdidas de líquido.	- Avería de las juntas o retenes de la unidad. -Paredes interiores ralladas.
-Pedal retrocede	- Tubería de entrada y salida hidráulica erróneamente conectada. -Unidad defectuosa.

**CAPITULO 4: CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA**

## **4. CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA**

### **4.1. OBTENCIÓN DE COMPONENTES**

Para realizar el proyecto es necesario adquirir varios componentes, los cuales ayudaran a un funcionamiento total de la maqueta para poder cumplir con los objetivos tanto generales como especificos. Muchos de estos elementos fueron comprados , pero cabe destacar que una minoria de estos fueron donados.

Lista de elementos necesarios para la construccion de la maqueta didactica de frenos hidraulicos:

1. Bomba de freno
2. Servofreno
3. Tambores de freno, con sus respectivas balatas y porta balatas
4. Disco de freno con su respectivo Caliper
5. Compresor (funcionamiento equivalente a bomba de vacío)
6. Cañerías de freno
7. Liquido de freno
8. Estructura metálica
9. Tabla de maciza enchapada en melamina
10. Fungibles
11. Ruedas
12. Pernos y tuercas

### **4.2. REVISION DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES**

Para poder construir la maqueta y que esta pudiera prestar el servicio requerido se tuvo que revisar los componentes y hacer algunos arreglos necesarios los cuales son:

#### **4.2.1. BOMBA DE FRENO**

La bomba de freno se revisó y se llegó a la conclusión que el depósito de líquido debía ser limpiado ya que tenía residuos, en relación al cuerpo de la bomba esta debía ser reparada, ya que, al momento de juntar la presión necesaria para el circuito de frenos, este elemento no mantenía presión en ningún momento por lo cual, se revisó y cambio todos los componentes internos de la bomba de freno.

#### **4.2.2. SERVOFRENO**

El servofreno se encontró en buen estado por lo cual no se requería repararlo.

#### **4.2.3. TAMBORES DE FRENOS (SIMPLE Y DUPLEX)**

Ambos tambores se encontraban al momento de su adquisición desgastados y con ralladuras por lo cual se enviaron a rectificar, para poder estar en óptimo estado al momento de emplearlos en la maqueta. Cabe destacar que los cilindros en los tambores dúplex, se encontraban muy oxidados por lo cual se recurrió a comprar ambos pares de cilindros nuevos para que la maqueta pudiera funcionar correctamente.

#### **4.2.4. BALATAS Y PORTA BALATAS**

Se embalato ya que no se encontraban en buen estado los forros de las balatas. En cuanto al elemento porta balatas, este se encontraba en buen estado por lo cual se precedió solo a su limpieza tanto de resortes como de cilindro ruedas.

#### **4.2.5. DISCO DE FREENO**

El disco de freno se encontraba rallado por lo cual se mandó a rectificar de la misma forma de los tambores de freno.

#### **4.2.6. CALIPER**

El caliper se encontró funcionando por lo cual no fue necesario repararlo.

#### **4.2.7. COMPRESOR**

Este componente se encontraba en buen estado, ya que, era de un mini-refrigerador el cual se encontraba funcionando.

Para concluir con la revisión y reparación de los diferentes componentes hay que mencionar que muchos elementos de esta maqueta no son nuevos, es decir que son de segunda mano por lo cual el daño y el desgaste era notable, por lo cual, se debe decir que al principio el funcionamiento de la maqueta era muy variable , pero con los arreglos que se le hicieron a la mayoría de los elementos la maqueta cumplirá el objetivo para la cual fue construida.

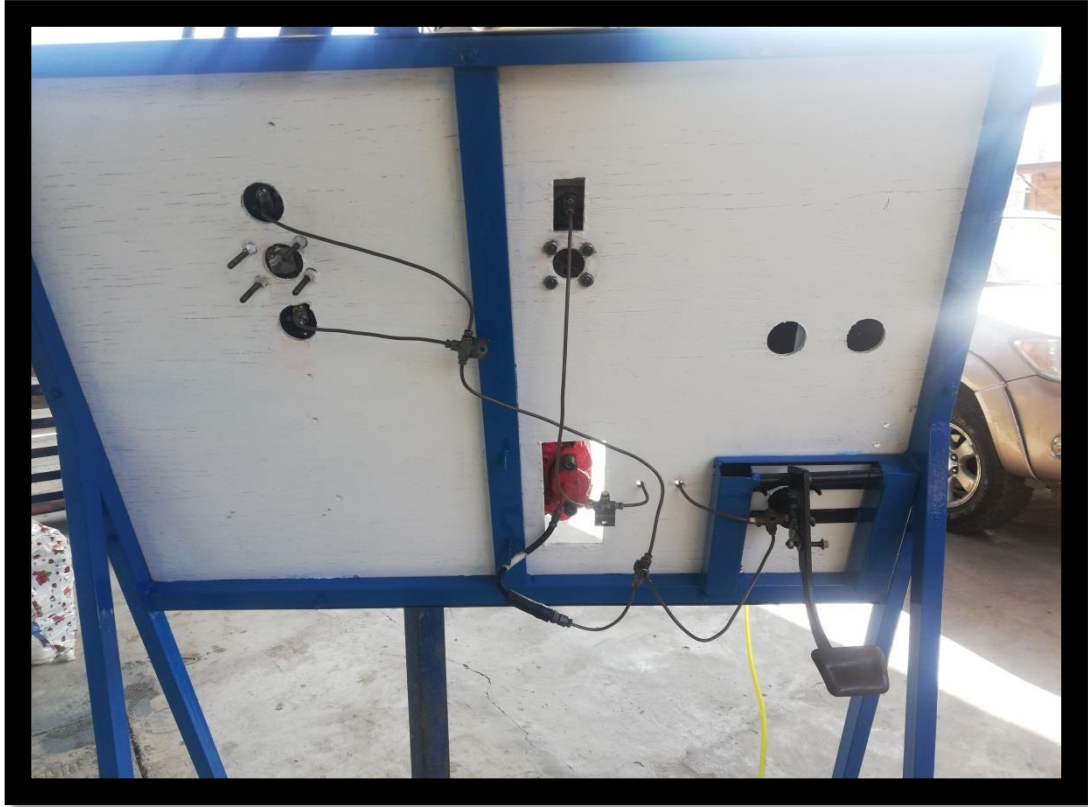
### 4.3. CONSTRUCCION DE LA MAQUETA

Los alumnos encargados de desarrollar este proyecto estuvieron buscando una necesidad dentro del taller, y también buscaron desarrollar un elemento de ayuda para alguna asignatura de la carrera de Mecánica Automotriz, al construir una maqueta de frenos se crea una posibilidad de ser material de estudio y/o también material de apoyo para el alumnado dentro del taller, para que pongan sus habilidades como Mecánico y puedan observar los aspectos que tiene un sistema convencional de frenos, como también podrán diagnosticar fallas que se producen en el campo automotriz en un el conjunto total de sistema de frenos.

La construcción de dicha maqueta ayudara a la carrera de Mecánica Automotriz de la Universidad Técnica Federico Santa María, a que el profesor a cargo de la asignatura correspondiente para la utilización de este proyecta pueda fabricar interrogaciones al estudiante , para que, este desempeñe todo sus conocimientos a lo largo del semestre y así poder diagnosticar la falla a la cual se esté enfrentando en ese momento y así dejar operativa la maqueta.



**Figura 4-1 Maqueta**



**Figura 4.2 vista de la maqueta cara trcera**

Para poner en marcha dicho conjunto de frenos, es necesario conectar el compresor que en este caso funciona como bomba de vacío y así poder hacer funcionar el servo, al momento de hacer funcionar el compresor se puede precionar el pedal de frenos, y así generar la presión necesaria para que el líquido de freno se desplase a todo este sistema de freno.

#### **4.3.1. TAMBOR SIMPLEX**

Este tambor fue comprado en una desarmaduría, este elemento es del sistema de freno tracero y corresponde a un Chevrolet corsa.



**Figura 4.3 Tambor Simplex descubierto**



**Figura 4.4 Tambor Simplex completo**

#### **4.3.2. TAMBOR DUPLEX**

Al igual que el otro tambor este también fue comprado en una desarmaduría, la característica es que este tambor es menos complejo y más fácil de armar, contiene dos cilindros, este sistema de frenos corresponde al delantero y pertenece a un furgón Suzuki Carry ST90.



**Figura 4.5 Tambor Duplex descubierto**



**Figura 4.6 Tambor Duplex completo**

### **4.3.3. DISCO DE FRENO**

Este dispositivo también fue comprado, este disco es simple, contiene su Caliper, pastillas, piston entre otro componente, también es del sistema de freno delantero y corresponde a un Chevrolet corsa.



**Figura 4.7 Disco de freno**

#### **4.3.4. BOMBA DE FRENO Y SERVOFRENO**

Este componente a diferencia de los otros fue donado por un sercano de los alumnos, se encontraba con algunos imperfectos dentro de la bomba los cuales fueron reparados para que dicho elemento funcionara correctamente, pertenece a un Subaru legacy.



**Figura 4.8 Bomba de freno y Servofreno**

#### 4.3.5. COMPRESOR

Este compresor es de un refrigerador, en la maqueta la función que cumplirá será como una bomba de vacío, esto puede llegar a cabo, ya que, se invierten las entradas de aire con las conexiones que van al servofreno.



**Figura 4.9 Compresor**

#### 4.3.6. MANGUERA PARA SANGRAR FRENOS

Este tipo de mangueras están por medidas dependiendo del tipo de sangrador que se encuentra en el dispositivo de frenos, también se adquirieron para que el líquido de freno no escurra por la pintura y la desgaste.



**Figura 4.10 Mangueras para Sangrar frenos**

#### **4.4. DISEÑO DEL MUEBLE**

Su diseño fue primordialmente porque en el taller de Mecánica Automotriz no se encuentra un elemento de apoyo para verificar de forma más simple el funcionamiento total de los circuitos de frenos, por lo cual, no todos pueden llevar automóviles para realizar actividades en la universidad respecto al sistema de frenos. Mencionado esto, también se da a conocer que siendo el diseño simple el alumno que no domina tanto conocimiento de sistema básico de frenado con la ayuda de esta maqueta podrá aprender de forma más rápida como desenvolverse en este ámbito.

Al realizar la construcción se tuvieron varias opciones de como diseñar la maqueta, pero se tomó la opción de que el diseño de la misma sea fácil para que el alumnado de la carrera técnica en mecánica automotriz pudiera observar y también movilizarla sin ningún problema por el taller. Aproximadamente se demoró en la construcción de esta maqueta 6 meses desde que se compraron gran mayoría de los elementos hasta dejarla lista y culminada para el funcionamiento total de la misma.

Al construir el mueble o el marco total de la maqueta de frenos, se decidió este diseño por el motivo de que es mucho más cómoda para trasladar dentro del taller, ya que al tener una estructura con un ángulo de inclinación el peso de los fierros más los implementos de freno hacen que la maqueta no quede muy pesada para su traslación.

Otra característica que se decidió en la construcción del marco de la maqueta fue la altura, la cual es una altura favorable y acorde para que al momento de desempeñar alguna actividad dentro de la maqueta, al estudiante de la carrera le facilite para observar y manipular los elementos que se encuentran en esta.

Dicho diseño fue hecho de forma que sea mucho más fácil para que el estudiante al momento de hacer una actividad como reconocer sus partes, purgar frenos, entre otros los elementos quede a la altura de este mismo para que pueda maniobrar más rápido cada componente.



**Figura 4.11** Diseño de la maqueta de frenos



**Figura 4.12 Diseño de la estructura metálica**

#### **4.5. DIMENSIONES DE LA MAQUETA**

El diseño de la maqueta está determinado de tal forma que el usuario sea capaz de ver todos los elementos sin ninguna dificultad es decir, lo haga de pie y en posición vertical sin tener que esforzarse para lograr captar cada una de las piezas que constituyen los sistemas de freno aquí montados esto es debido a que la altura es de 1.75 [m].

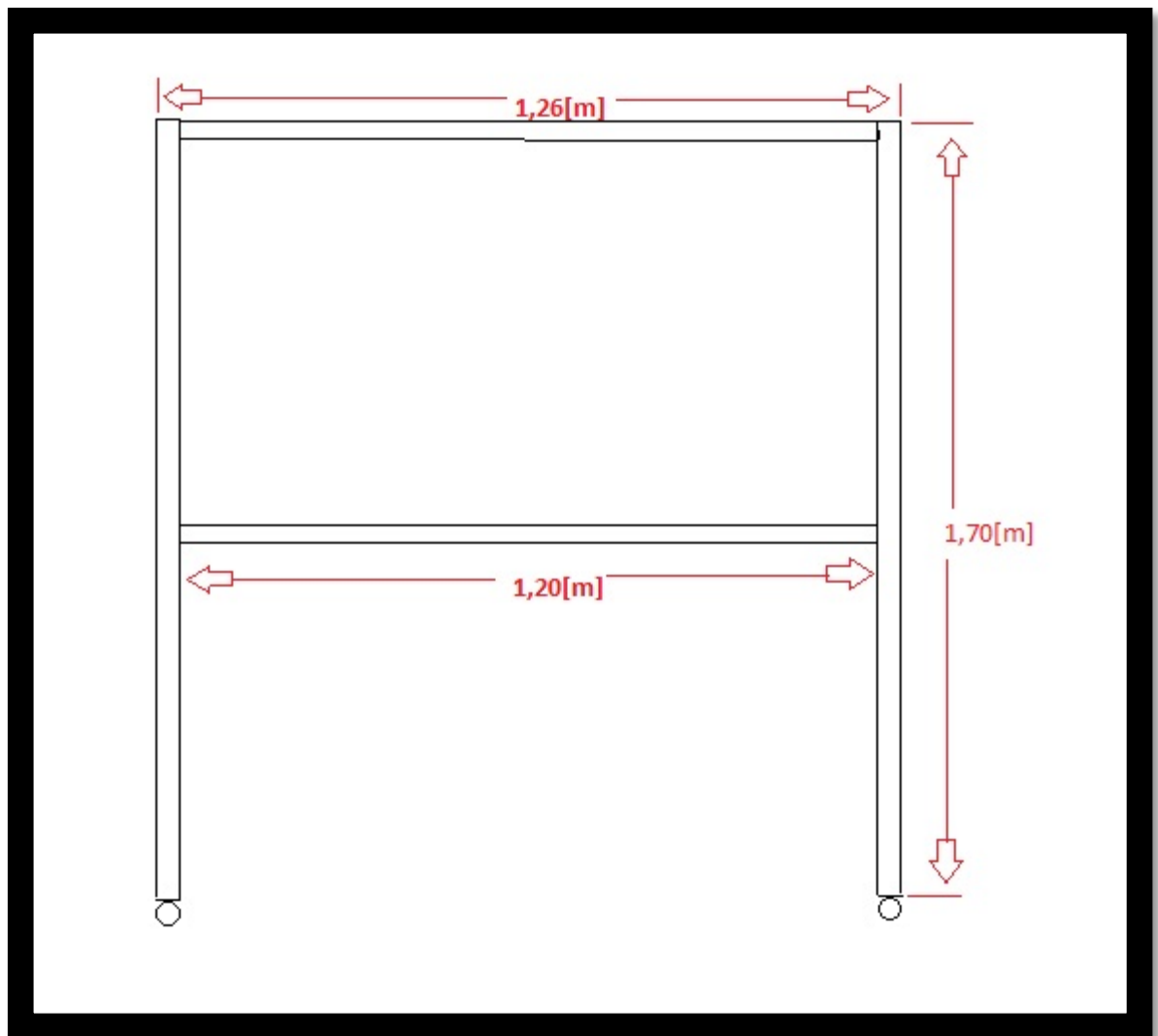
El ancho de la maqueta se determinó para que pudiese entrar por cualquier puerta del taller para así facilitar su traslado y además para que el observador no tenga que moverse para ver los componentes y así captar que existe entre el sistema de balatas con el sistema de disco.

También podemos mencionar que el ángulo de inclinación que se desarrolló en la maqueta fue determinado por dos factores: permitir que el centro de gravedad quede lo mas al centro y bajo de la maqueta para con ello mejorar su estabilidad y maniobrabilidad además de esto alejar del cuerpo los componentes debido a un posible choque de la cara del observador con las piezas esto es super importante, ya que, si esto sucediese el observador se puede dañar físicamente y esto es lo último que se quiere debido que bien humano es primordial.

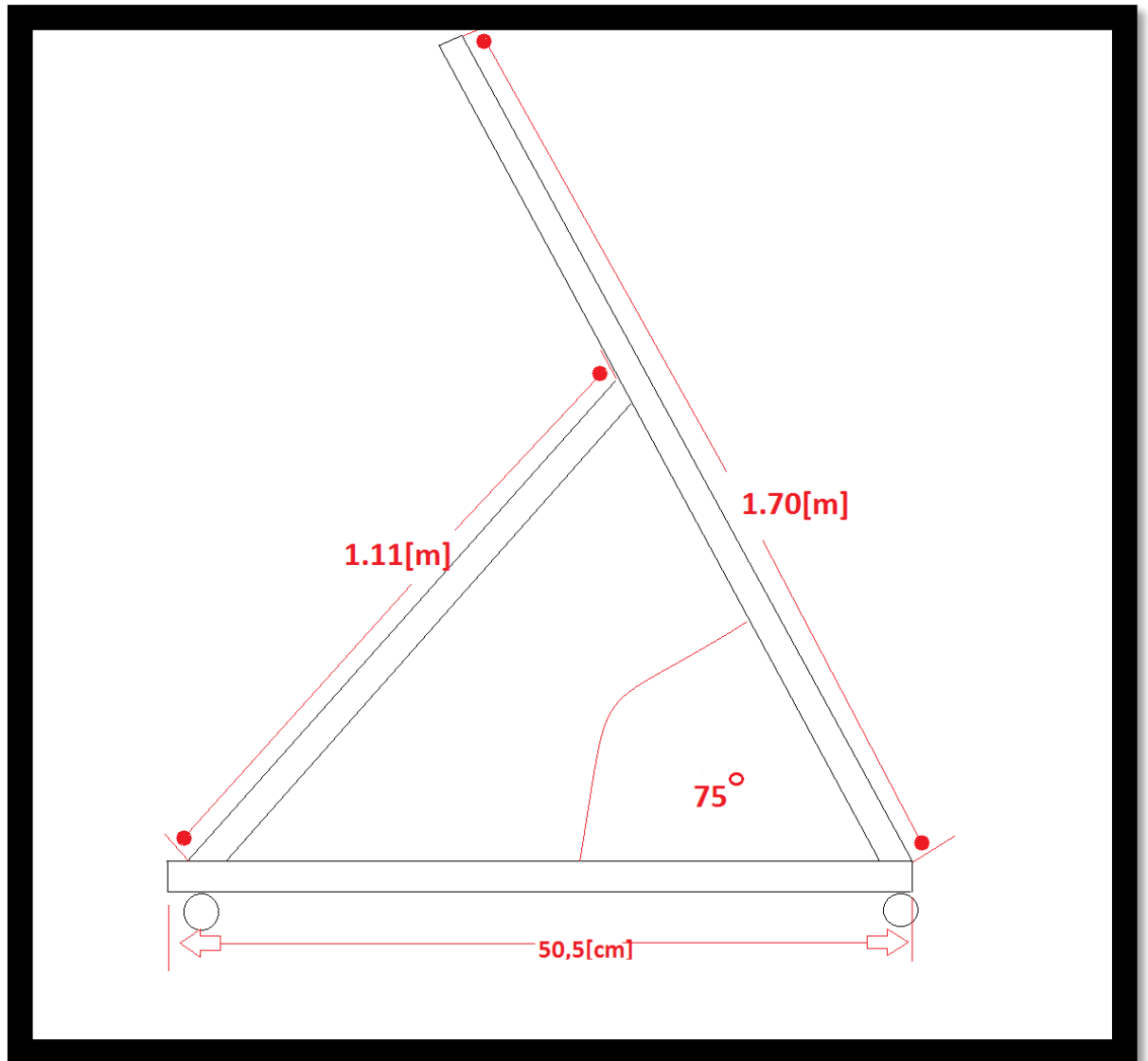
Los elementos disco y tambores de freno van montados sobre una plancha de madera esto debido a que este material permite ser perforado con mayor facilidad, el tamaño de la plancha va a estar dado para permitir que los lamentos caigan allí para que el campo visual del observador permita ver de forma clara los componentes.

El tamaño de la base esta dado para permitir estabilidad a la maqueta y así mantener el centro de gravedad anteriormente nombrado y poder disminuir su profundidad ya que ningún elemento deberá sobrepasar esta medida.

La estructura es de fierro esto nos hace darle firmeza a la maqueta además de poder trabajar de una forma más rápida y eficiente.



**Figura 4.13 Vista frontal**



**Figura 4.14 Vista lateral**

#### **4.6. FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUETA DE FRENO**

El funcionamiento de esta maqueta es muy básico, ya que, consta de varios elementos, como por ejemplo un elemento principal denominado compresor , que en esta circunstancia tomara la función de una bomba de vacío, partiendo por este elemento que conecta una manguera a la entrada del servofreno el cual juntara la presión al instante de pisar el pedal de freno, haciendo esta maniobra los mecanismos móviles como resortes al interior de la bomba, cilindros al interior de los tambores, balatas, entre otras empiezan a moverse debido a que la presión ejercida induce a que el líquido de freno se comprima en los espacios reducidos haciendo mover cada una de estas partes produciendo el frenado entre las partes en fricción, concluyendo como idea, se mencionara que el funcionamiento de esta maqueta utilizara la presión de un líquido para que actué el frenado dentro de todos los elementos que puedan producir una fricción para el componente se detenga, es decir que al momento de que ejerza una fuerza en el pedal esto conlleva amplificar la fuerza

sometida en el pedal de freno y al mismo tiempo crear una presión, para que esta misma actué en los elementos.

Cabe destacar que en el funcionamiento de la maqueta muchas partes son desarmables y movibles, por ejemplo ambos tambores al contener sus respectivas masas, pueden moverse en su propio eje, también se destaca que ambos tambores se pueden sacar para que el alumnado reconozca las partes internas de este, al igual que el disco de freno, al ser un elemento móvil también se puede apreciar como frena al darle movimiento con la mano. Es decir que esta maqueta de aprendizaje dará un apoyo a muchos estudiantes y a la asignatura correspondiente, siendo así una herramienta de estudio. El estudiante podrá tener la facilidad de reconocer las partes, ya que hay una probabilidad de que algunos estudiantes no puedan llevar autos al taller o simplemente estén viendo por primera vez todos los elementos que podamos encontrar en el sistema de frenos convencional, siendo esta maqueta apoyo de estudio y una herramienta didáctica se podrán simular fallas o comprobar como afecta el aire en el interior del circuito, también se pueden sangrar los frenos y entre otras cosas.

Como lo mencionamos anteriormente trata de asemejar a un desarrollo normal de un sistema de frenos convencional dentro del vehículo, en pocas palabras esta maqueta no necesita muchas instrucciones para llevar a cabo su función ya que se diseñó con el fin de que cualquier estudiante rindiendo el ramo específico y sin mayor conocimiento acerca de sistema de frenos pueda hacer funcionar la maqueta y realizar las actividades correspondientes.

#### 4.7. RESUMEN DE GASTOS

Este resumen de gasto se basó se desarrolla a lo adquirido por el estudiantes encargado de poner en marcha este proyecto de título y fue un gasto relacionado a 6 meses de trabajo lo que llevo trasladarse a los alumnos de este proyecto desde sus domicilios a la Universidad Técnica Federico Santa María.

**Tabla 4.1. Resumen de gastos**

Componentes	Precio
Bomba de freno	\$5.000
Servofreno	\$10.000
Tambor de freno, balatas y porta balatas (furgón Suzuki)	\$25.000
Tambor de freno, balatas y porta balatas (Chevrolet corsa)	\$25.000
Disco de freno y caliper (Chevrolet corsa)	\$25.000
Compresor	\$10.000
Pedal de freno	\$6.000
Cañerías de freno (3 [m])	\$10.000
Líquido de freno	\$5.000
Estructura metálica	\$20.000
Tablero de madera	Donación
Pintura	\$20.000
Manómetros	Donación
Pernos, tuercas y ruedas	\$10.000
Mano de obra	\$100.000
Traslado bencina Julio 2018-Marzo 2019	\$250.000
Total	\$521.000

## CONCLUSIONES

La maqueta realizada demuestra didácticamente el funcionamiento de un sistema de frenos convencional, logrando con ello entregar un aporte al taller de Mecánica Automotriz, y con esto entregar una herramienta fundamental para el desarrollo de la asignatura de frenos.

Apoya el aprendizaje del alumnado, haciéndole más fácil la tarea, para comprender cada una de las partes que compone un sistema de frenos convencional, tanto como su funcionamiento, correspondientes ajustes y pruebas que se puedan realizar en ella, poniendo un énfasis especial en los fenómenos físicos, que se producen al poner en funcionamiento el sistema de frenos. Estos son: Presión y accionamiento de los frenos. Lo podemos visualizar en el freno de tambor, ya que, al mantener su tambor o carcasa este se puede desmontar con el motivo de que el alumnado logre visualizar la tracción y retracción de los resortes que permiten devolver las balatas

Al realizar este trabajo se destaca la importancia que tiene el sistema de frenos para el automóvil. Se puede concluir que es uno de los sistemas más importantes para la seguridad del conductor y uno de los elementos indispensables a la hora de una situación de riesgo al conducir

En relación con los costos, los precios varían dependiendo del modelo y el fabricante, como también aumentan debido a las nuevas tecnologías que se van desarrollando.

Uno de los temas estudiados en este trabajo fue mantenimiento, diagnóstico y búsqueda de fallas, al preparar este capítulo, y al realizar la pruebas, se concluye que las pruebas y diagnósticos realizados, no presentan mayor complicación, y que puedan ser realizadas fácilmente por los alumnos, es por ello que se quiso realizar unas guías de apoyo para poder introducir y guiar a quienes deseen realizar las pruebas y diagnósticos enseñados en los frenos que tiene esta maqueta, logrando con ello facilitar el aprendizaje en estos sistemas y lograr una experiencia acabada en estos tipos de sistemas de frenos. Como conclusión final se puede decir; que fue difícil conseguir los materiales, ya que se necesitaban los elementos precisos, para hacer un buen trabajo. Pero sobre todo al momento de construir la maqueta, fue donde se presentaron la mayores dificultades, ya que, se tuvo que variar la forma original de los componentes, diseñando soportes y trabajos de cortes, logrando con esto trabajar al máximo la creatividad para lograr un buen resultado final, y algo que sea de gran utilidad para el taller de mecánica automotriz.

Gracias a esto se adquirió una experiencia fundamental en el sistema de frenos convencional, ya que amplía los conocimientos sobre esta materia, y con esto se entrega la capacidad de aplicar estos conocimientos certeramente y eficazmente en este tema.

**BIBLIOGRAFIA****SITIO WWW (WORD WIDE WEB)**

1. Principio de Pascal  
[en línea].<<http://lorenabuitrago.wixsite.com/fisicaparatodos/pascal> > [consulta 5 de Marzo 2019].
2. Principio Hidráulico  
[en línea].<<https://www.monografias.com/trabajos72/sistema-frenos-hidraulicos/sistema-frenoshidraulicos.shtml>>. [consulta 7 de Marzo 2019].
3. Freno de Tambor  
[en línea].<<http://sistemadefrenosuide.blogspot.com/2014/02/el-freno-de-tambor-el-freno-de-tambor.html>> [consulta 7 de Marzo 2019].
4. Frenos de Tambor  
[en línea] <<http://mecanicaautomotores.blogspot.com/2012/10/partes-del-freno-de-tambor.html>>[consulta 7 de Marzo 2019].
5. Sistema de Disco y Tambor  
[en línea]<<https://es.slideshare.net/nicolascalado/8-stf-x> > [Consulta 11 de Marzo 2019].
6. Servofreno  
[en línea] <<http://www.todomonografias.com/automocion-y-mecanica-del-automovil/servofreno/> > [consulta 12 de Marzo 2019].
7. Frenos, ajustes y verificaciones  
[en línea]<<https://www.todomecanica.com/>>[consulta 12 de Marzo 2019].
8. Manual de sistema de frenos Bosch  
[en línea]<<https://www.todomecanica.com/>>[consulta 20 de Marzo 2019].

**MEMORIAS**

Construcción maqueta didáctica de freno hidroneumático.2006

Martel Covarrubias, Ronald Armando

Pablaza Flores, Jonathan Andres coaut.

Espinosa Ledesma, Eugenio Prof. Guia

Construcción de una maqueta de dirección de piñón y cremallera, asistida  
hidráulicamente. 2004

Cornejo Muñoz, Alberto

Rivera Hott, Matias coaut.

Adrian Lemus, Walter Ottwin Ptof.guia

ANEXOS

**ANEXO A: LIQUIDO DE FRENO**

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, por lo tanto el comprime los accionadores de los frenos en las ruedas (pastillas y zapatas).

El líquido de frenos debe mantenerse en buen estado y para ello es necesario cambiarlo periódicamente. En este sentido, uno de los principales factores que se deben revisar es el punto de ebullición. Cuanto más sea el calor generado y más alta la temperatura que alcanza el líquido de frenos, más fácil será que entre en ebullición, provocando la aparición de burbujas que disminuyen la efectividad de la frenada. También el líquido de freno es higroscópico, es decir, absorbe agua, por lo tanto, su vida útil es limitada. Eso indica que cuando hay mucha absorción de agua por el líquido, se pierden sus propiedades de compresibilidad. Eso significa que el líquido ya no cumple su función como debería, dificultando el proceso de frenado.

**¿Son todos los líquidos iguales o varían dependiendo de sus características?**

Al igual que existen diferentes aceites de lubricante para motor, en este campo del líquido de frenos encontramos diferentes tipos de este elementos por lo cual cabe destacar otro punto muy a tener en cuenta, es que, siempre se debe usar el líquido de frenos acorde a cada vehículo, esto es, el recomendado por el fabricante. Usar un líquido de frenos equivocado, caducado o sucio puede provocar graves daños en el sistema, por lo que se recomienda extraer todo el líquido, limpiar el sistema y volver a rellenarlo con el líquido correcto.

Tipos de líquidos de frenos:

- DOT 3: Se usa en frenos convencionales, es higroscópico, es el más común y económico.
- DOT4: Fluido de baja absorción de humedad, se puede utilizar en frenos convencionales y ABS, tiene una mayor durabilidad.
- DOT5: Fluido no higroscópico (no absorbe humedad), contiene un compuesto de silicona, absorbe gran cantidad de aire en las alturas y este no debe mezclarse con ningún tipo de líquido de freno
- DOT5.1: Líquido sintético, este es un compuesto higroscópico, es decir, tiene gran capacidad de absorción de humedad, evolución de DOT 4

**Tabla 5.1 Clasificación de los líquidos de frenos:**

<b>Especificación</b>	<b>Punto de ebullición seco</b>	<b>Punto de ebullición húmedo</b>	<b>Tipo</b>
<b>DOT 3</b>	<b>205 [°C]</b>	<b>140[°C]</b>	<b>Glicol</b>
<b>DOT 4</b>	<b>230[°C]</b>	<b>155[°C]</b>	<b>Glicol</b>
<b>DOT 5</b>	<b>260[°C]</b>	<b>180[°C]</b>	<b>Silicona</b>
<b>DOT 5.1</b>	<b>270[°C]</b>	<b>191[°C]</b>	<b>Glicol</b>

Clasificación de líquido para frenos más comunes son estos dos.

El líquido para frenos DOT3 se considera que tiene las medidas estándar requeridas para el cuidado normal del sistema de frenos del auto. Tienen la capacidad de manejar el calor hasta cierto escape debido a sus componentes químicos.

El líquido para frenos DOT4 trabaja de la misma forma que el líquido DOT3, sin embargo es un líquido mejor desde el punto de vista que es capaz de manejar problemas relacionados con la fabricación o uso inapropiado de otro fluido, por eso es que se convierte en un componente más confiable.

#### Fortalezas

El líquido DOT3 tiene muy buena capacidad de ebullición en seco y también, buena capacidad de ebullición en húmedo. Una vez que el líquido es expuesto a la atmosfera y al agua, actúan muy bien y de forma rápida.

El líquido DOT4 actúa mejor en la capacidad de ebullición en seco, sin embargo, no es tan rápido cuando se refiere a capacidad de ebullición en húmedo.

En resumen:

- El líquido DOT3 es el fluido estándar aprobado para el uso del auto común.
- El líquido DOT4 es más completo y ayuda al mantenimiento del sistema de frenos mientras trata de manejar los malos efectos.
- El líquido DOT3 es un componente del glicol que es bueno para resistencia a la ebullición y calentamiento.
- El líquido DOT4 contiene bórax para aumentar los puntos de ebullición del líquido y para manejar la corrosión.



**ANEXO B. GUIA DE ACTIVIDADES NUMERO 1**

**5. RECONOCIMIENTO DE COMPONENTES Y DESCRIPCIÓN**

Objetivo: Al final de esta actividad el alumno deberá reconocer cada componente y su función en el sistema.

Procedimiento: Ubique los siguientes componentes y describa su funcionamiento, además mencione cual es la interacción en el sistema.

1. Bomba de freno
2. Servo freno
3. Caliper
4. Pastilla de freno
5. Disco de freno
6. Tambor Simplex
7. Tambor Duplex
8. Cilindro ruedas
9. Zapatas
10. Regulación de zapatas

**ANEXO C. GUIA DE ACTIVIDADES NUMERO 2**

**6. REVISIÓN DEL SISTEMA DE FRENO**

Objetivos: Al final de la actividad el alumno deberá conocer los parámetros de revisión del sistema

Procedimiento:

1. Hacer una lista con los posibles fallas que puedan afectar el correcto funcionamiento del sistema de freno.
2. Realizar la siguiente lista de chequeo:
  - Revisar la presencia de fugas del liquido de freno.
  - Medir la holgura entre el vástago del servo con la bomba.
  - Medir el desgaste del disco de freno.
  - Medir los desgaste en los tambores de frenos.
  - Revisar holgura entre las balatas y el tambores.
  - Medir el desgaste de los cilindros ruedas .
  - Purgar el sistema .

Al terminar el alumno deberá dejar la maqueta operativa.

**ANEXO D. GUIA DE ACTIVIDADES NUMERO 3**

**7. PURGADO DEL SISTEMA Y SU IMPORTANCIA**

Objetivo: Al finalizar la actividad el alumno podrá saber cómo se comporta el sistema de frenos en presencia de aire dentro los componentes y cañerías.

Procedimiento:

1. Soltar un sangrador, colocar una manguera en el sangrador para que el líquido caiga en un recipiente.
2. Pisar el pedal de freno y soltar, repetir este proceso varias veces hasta el punto que en el sistema no quede ninguna burbuja de aire.
3. Luego cerrar el purgador.
4. Conectar Bomba de vacío (compresor).
5. Poner en marcha la maqueta y pisar el pedal de freno para generar la presión necesaria para el funcionamiento de la maqueta.

Actividad para resolver en grupo:

6. discutir y llegar a una conclusión con los compañeros, en como se comporto el sistema desde el momento de tener burbujas de aire hasta el momento de expulsar todo el aire dentro de esta.
7. ¿Que pasaría si el líquido de freno alcanzara el punto de ebullición?.