

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

COLEGIO DE TECNOLOGÍAS

SISTEMA DE SEGURIDAD VEHICULAR:

SISTEMA DE FRENOS

105467

Carlos Alberto Cajiao Viscaino

Diego Fernando Ruiz Burbano

USFQ-BIBLIOTECA

**Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de Licenciado en Electromecánica Automotriz**

Quito, 28 de mayo de 2012

**Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Tecnologías
Campus Vespertino**

**HOJA DE APROBACION DE
PROYECTO DE TITULACIÓN**

SISTEMA DE SEGURIDAD VEHICULAR:

SISTEMA DE FRENOS

Carlos Alberto Cajiao Viscaino

Diego Fernando Ruiz Burbano

Gonzalo Tayupanta, Mg. Sc.
Asesor del proyecto de
titulación



A handwritten signature in blue ink, consisting of a large circular flourish followed by several vertical strokes, positioned above a horizontal dashed line.

Pablo Oleas, Arq.
Coordinador Académico
Colegio de Tecnologías



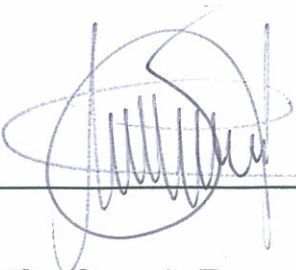
A handwritten signature in blue ink, appearing as stylized initials 'PO' followed by a large, sweeping flourish, positioned above a horizontal dashed line.

Quito, 28 mayo 2012

CERTIFICACION

Certifico que el presente trabajo fue elaborado por

los señores: Carlos Cajiao V, Diego Ruiz B

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'G' followed by several vertical strokes and a final flourish. The signature is written over a solid horizontal line.

MSc. Gonzalo Tayupanta

TUTOR

AGRADECIMIENTO.-

Agradezco a Dios, a la memoria de mi padre, a la abnegación de mi madre y hermanos, especialmente a Cristina, por su constante estímulo, generosidad y apoyo incondicional para la culminación de mi carrera y la realización de este proyecto.

Mis sentimientos y mi gratitud van dirigidos a mi familia y a una institución sumamente importante en la comercialización de vehículos de alta ingeniería, prestigio y calidad como son Automóviles Peugeot de Autofrancia C. A en Ecuador, a los técnicos y profesionales que me brindaron su valiosa ayuda en la construcción de este proyecto, con quienes compartí su amistad, experiencias y conocimientos de la marca, de la especialidad y de la vida en todo momento en los meses de dura tarea.

Nombro a las personas que han estado a mi lado en la elaboración de este proyecto con el fin de hacer ostensibles mis agradecimientos:

Al Señor José Lignia, consejero técnico nacional de Autofrancia C.A Peugeot, quien me apoyo incondicionalmente en la construcción de inicio a fin del proyecto sistema de frenos, y quien compartí su gran amistad, anécdotas y sabiduría dentro del campo en mecánica automotriz y la historia de la marca francesa Peugeot.

Al Señor Víctor Núñez, Jefe de Taller de Autofrancia C.A Peugeot, por sus conocimientos y acertada conducción técnica para que el proyecto se desarrolle con responsabilidad y profesionalismo, así mismo su amistad y experiencia fue de gran valor para la ejecución de dicho proyecto.

Al señor Franklin Yumiquinga, técnico de Autofrancia C.A Peugeot, quien desde un inicio apporto con destacadas ideas y alternativas para que el proyecto salga adelante y vea la luz.

A las personas que conforman el taller de enderezada y pintura de Autofrancia C.A Peugeot, en especial:

Al Señor Mauricio Marcillo, por su colaboración, iniciativa y dirección en las herramientas necesarias para la ejecución del proyecto y su amistad incondicional.

Al Señor Parmenio Suarez, quien me brindo su apoyo en la utilización y manejo de suelda tipo Mig en el área de soldadura y en la creación y modificación de piezas metálicas.

Al Señor Richard Santiana, por su colaboración y ayuda en el proceso de pintura de los componentes del sistema de frenos.

Al Señor José Luis Pico, por su apoyo y amistad en el montaje de elementos del sistema de frenos y la facilitación de la utilización de herramientas necesarias para la construcción de dicho proyecto.

Un emotivo y final agradecimiento a la Universidad San Francisco de Quito USFQ, a todos mis profesores que han sido la guía durante toda mi carrera universitaria quienes a lo largo de estos años de estudiante me supieron guiar y ofrecer sus conocimientos para mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO.-

Agradezco a Dios, a mis padres y hermanos, quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, creyeron en mi en todo momento y no dudaron de mis habilidades.

Agradezco también a nuestro director de Proyectos, Msc Gonzalo Tayupanta, a mi compañero Carlos Cajiao con el que conformamos el grupo de trabajo, quienes a lo largo de este tiempo han puesto a prueba sus capacidades y conocimientos en el desarrollo de este proyecto el cual ha finalizado llenando todas nuestras expectativas.

A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia, enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abrió sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

Nombro también a las personas que han apoyado de una manera significativa e incondicional al desarrollo de este proyecto.

Mis sentimientos y gratitud van dirigidos a la Sra. Cristina Cajiao Gerente General de Autofrancia C. A y a su equipo de trabajo del Taller Mecánico por su apoyo al desarrollo de este proyecto.

Al Coronel José Clavijo y a la Empresa Metal Construcciones, quienes aportaron con ideas y consejos técnicos para la elaboración inicial del proyecto.

PRESENTACION.-

El proyecto sistema de frenos hidráulico es uno de los sistemas de seguridad activa vehicular de suma importancia en el mundo automotriz para proteger la vida del conductor y ocupantes. El sistema de frenos hidráulico es un dispositivo el cual abarca un conjunto de órganos que actúan para disminuir la velocidad del vehículo o detenerlo por completo, el cual mediante fricción de sus componentes hace que la energía cinética del vehículo se transforme a calor a ser disipado mediante sus componentes para luego ser detenido por completo gracias al rozamiento. Por esta razón surgió la iniciativa de fabricar dicho sistema para ser representado de una forma visual, didáctica y apreciativa para ser tratado y analizado en el área de mecánica automotriz el cual será probado y puesto en funcionamiento. En la realización de dicho proyecto se consiguió varias fuentes de investigación para conocer a profundidad el tema para luego desarrollarlo con todos los materiales necesarios para la ejecución del proyecto, así mismo el asesoramiento técnico profesional fue de suma importancia para que todo quede en perfecta disposición, armonía y funcionamiento.

El sistema de frenos hidráulico será una herramienta de gran utilidad para la enseñanza y formación de nuevos profesionales en la rama de mecánica automotriz, ofreciéndoles de forma didáctica la representación de todos los componentes del sistema de frenos listos para entrar en funcionamiento de forma real. El fruto de este trabajo también servirá para unas próximas generaciones a ser formadas en el ámbito de seguridad vehicular, con el objetivo de mejorar y perfeccionar dicho sistema gracias al avance tecnológico en constante crecimiento.

INTRODUCCION.-

Hoy en día se ha vuelto indispensable que los vehículos de turismo y otros automotores terrestres equipen sistemas de freno hidráulicos eficientes con el objetivo de disminuir la velocidad y detener el vehículo por completo manteniendo su equilibrio y estabilidad además de tomar en cuenta la seguridad de sus ocupantes en todo momento, así mismo del entorno que rodea al vehículo sin causar graves daños que pueden ser desastrosos e irreparables.

El vehículo está sujeto a estrictas pruebas, sin importar el tipo de camino, su performance debe mantenerse activo para que no exista una pérdida de control.

El sistema de frenos de un vehículo ha sido hasta ahora unos de los sistemas más importantes en la seguridad activa para transportes terrestres motorizados, es por esta razón la importancia en la creación de un sistema bien estructurado de frenos donde se represente su funcionamiento por medio de un circuito que conste dos formas de freno ya sea por la actuación de la fuerza hidráulica o por la actuación de la fuerza mecánica ayudado mediante una presión negativa para incrementar la fuerza de frenado en sistema hidráulico si requiere el caso.

OBJETIVO PRINCIPAL.-

El objetivo de este proyecto es construir un simulador de frenos hidráulico dentro del área de seguridad vehicular. Dicha elaboración se lo realizara en los talleres de Autofrancia C.A en la ciudad de Quito, Ecuador. El proyecto será desarrollado en el mes de mayo del año 2011 hasta el mes de agosto del 2011. El simulador de frenos hidráulico será realizado con el fin de representar el funcionamiento y demostrar la aplicación de las fuerzas en sus componentes, la acción de los fluidos y el principio de pascal, es decir presiones, así mismo como algunas energías que entran en acción como es la cinética, calorífica y centrífuga.

Gracias a esto se desmostará la acción de frenado en cada una de las ruedas del vehículo de forma hidráulica para todas las ruedas y de forma mecánica para las dos ruedas para disminuir la velocidad o detenerla.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.-

1. Se va a construir un sistema de frenos hidráulico didáctico en el cual será representado todos sus componentes los cuales se someterán a las acciones de frenado para su estudio. De esta manera se podrá demostrar algunos principios físicos que actuaran en dicho sistema y la forma real en como actúa la acción del frenado.
2. El proyecto constara de un soporte metálico el cual van a reposar todos los componentes de dicho sistema como bomba de freno, servofreno, mangueras, cañerías, mordazas, cilindros de frenos, manómetros de presión de freno, bomba de vacío, cables freno mecánico, pedal y batería.
3. El proyecto tendrá el funcionamiento real del sistema de frenos vehicular, este actuara de forma hidráulica y mecánica, este ultimo activado a mano.
4. El funcionamiento del sistema de frenos se lograra con la aplicación de la fuerza humana al pedal del freno, para esto se multiplicara dicha fuerza con la ayuda de una bomba de vacío conectada al servofreno del vehículo.
5. Las presiones de las ruedas se lograran medir mediante manómetros de presión, donde se indicara la presión correspondiente a cada rueda.
6. Por ser un sistema hidráulico de frenos, se necesitara la ayuda de un fluido para trasladar la fuerza ejercida hacia las ruedas montadas.
7. Para verificar que el sistema de frenos está en funcionamiento, se instalara un testigo luminoso en la carrocería comandado por un interruptor
8. Para la activación del testigo luminoso, se adaptará una batería de 12 voltios como los que llevan los vehículos actualmente.
9. El proyecto sistema de frenos representara las tres formas de frenado que son por zapatas, pastillas de freno y manualmente mediante cable de freno.
10. El proyecto sistema de frenos servirá para futuras prácticas, modificaciones y aprendizaje para los estudiantes en la rama de mecánica automotriz.

ÍNDICE

Introducción	i
Presentación	ii
Objetivo Principal	iii
Objetivos Específicos	iv
Capítulo 1. Principios Aplicados en el sistema de frenos hidráulicos	1
1.1 Presiones	2
1.2 Caudal	4
1.3 Temperatura	4
1.3.1 Inercia	4
1.3.2 Acción – Reacción	5
1.3.3 Adherencia	5
1.3.4 Aspectos térmicos del frenado	6
1.4 Relación presión – volumen	6
Capítulo 2. El sistema de frenos	13
2.1 Sistema Hidráulico	13
2.1.1 Elementos y funcionamiento	14
2.1.2 Pedal de freno	14
2.1.3 Cilindro maestro	16
2.1.3.1 Cilindro principal con resorte acoplado	20
2.1.3.2 Cilindro principal twintax	21
2.1.4 Servofreno	22

2.1.5 Zapatas de Freno	25
2.1.6 Freno de Tambor	25
2.1.6.1 Según su tipo o modelo de tambor	27
2.1.6.1.1 Freno de tambor simplex (con cilindro de rueda)	27
2.1.6.1.2 Freno de tambor dúplex	30
2.1.6.1.3 Freno de tambor Twinplex	30
2.1.6.1.4 Freno duo servo	31
2.1.6.5 Según su sistema de regulación automática de freno	32
2.1.6.6 Sistema Bendix	32
2.1.6.7 Sistema Lucas Girling	34
2.1.6.8 Sistema Teves	35
2.2 Discos de freno	36
2.2.1 Discos de freno con asiento fijo	39
2.2.2 Disco de freno con marco flotante	40
2.2.3 Cilindro de freno de disco	41
2.2.4 Pastillas o forros de freno	41
2.2.5 Accesorios pastillas de freno	42
2.2.6 compuestos pastillas de freno	44
2.3 Freno de parqueo	45
2.3.1 Tipos de freno de parqueo	47
2.3.1.1 Freno eléctrico electrónico con cable	47
2.3.1.2 Freno electromecánico	48
Capitulo 3. Averías y Mejoras en el sistema de frenos hidráulicos	49

3.1 Averías	49
3.2 Mejoras	53
3.2.1 Mejoras con control electrónico de frenado	58
3.2.1.1 Sistema ABS	59
3.2.1.2 Sistema EBD	63
3.2.1.3 Sistema ESP	64
3.2.1.4 Sistema ASR	66
3.2.1.5 Sistema AFU o BAS	68
Capítulo 4. Tecnología para la construcción del proyecto practico	69
Capítulo 5. Normas de Seguridad en Frenos	84
5.1 DOT (Department of Transportation)	84
Conclusiones y Recomendaciones	90
Referencias Bibliográficas	93

Capítulo 1: Principios aplicados en el sistema de frenos hidráulico

El principio de pascal:

En las figuras se muestran dos situaciones: en la primera se empuja el líquido contenido en un recipiente mediante un émbolo; en la segunda, se empuja un bloque sólido. ¿Cuál es el efecto de estas acciones? ¿Qué diferencia un caso de otro?

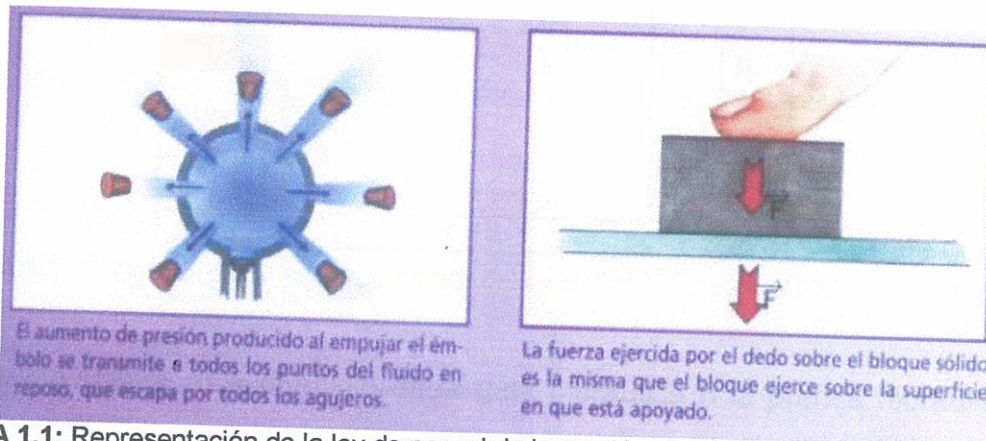


FIGURA 1.1: Representación de la ley de pascal de la presión ejercida.

La característica estructural de los fluidos hace que en ellos se transmitan presiones, a diferencia de lo que ocurre en los sólidos, que transmiten fuerzas. Este comportamiento fue descubierto por el físico francés Blaise Pascal, quien estableció el siguiente principio:

Un cambio de presión aplicado a un fluido en reposo dentro de un recipiente se transmite sin alteración a través de todo el fluido. Es igual en todas las direcciones y actúa mediante fuerzas perpendiculares a las paredes que lo contienen.

El principio de Pascal fundamenta el funcionamiento de las genéricamente llamadas máquinas hidráulicas: la prensa, el gato, el freno, el ascensor y la grúa, entre otras.

Presiones:

Palanca de pascal

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

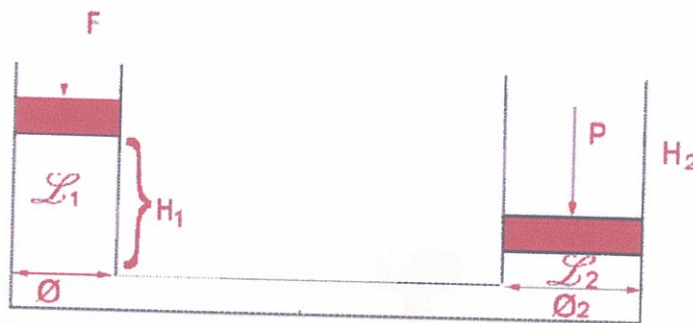


FIGURA 1.2: Multiplicación de la fuerza a partir del área ejercida en émbolos.

Una aplicación de este principio es la gata hidráulica o la prensa hidráulica o el pedal de frenos de un automóvil que ejerce presión en el circuito hidráulico.

Se define la presión como el cociente entre el módulo de la fuerza ejercida perpendicularmente a una superficie (F perpendicular) y el área (A) de ésta:

En fórmulas es: $p=F/A$.

En el sistema de frenos de un automóvil se aplica el principio de Pascal por este motivo nos hemos visto en la necesidad de explicarlo detalladamente ya que muchas de las fuerzas que observaremos a continuación se aplican al sistema de frenos.

CAUDAL:

Representa la cantidad de flujo del líquido en la unidad de tiempo. Esta dado por el producto entre la velocidad del líquido y la sección transversal que atraviesa.

$$Q = A \cdot V$$

Q= caudal, en m³/s A= área en m² V= velocidad en m/s

Otra fórmula: $A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$

Temperatura:

Para entender cómo actúa la temperatura en un sistema de frenos, tenemos que también explicar algunas fuerzas que actúan sobre el vehículo al momento de frenar y estas son las siguientes:

Principio de Inercia.

El principio de la inercia, una de las leyes fundamentales de la mecánica, se puede enunciar de la siguiente manera:

Todo cuerpo es incapaz de ponerse en movimiento por sí mismo o, estando en movimiento, de modificar la velocidad o la dirección de este movimiento sin intervención de una causa que llamaremos Fuerza.

Una fuerza es toda acción susceptible de producir un movimiento o bien de modificarlo, y puede ser motriz o resistente.

En el vehículo automóvil, la fuerza motriz es producida por el motor o, por una pendiente

descendente o por el empuje del aire o las fuerzas resistentes normales son debidas a la resistencia al rodamiento, o una pendiente ascendente, o la resistencia del aire y a la resistencia interna del vehículo, especialmente del motor.

Acción y Reacción.

Cualquier fuerza motriz o de resistencia únicamente puede tener acción sobre el movimiento del vehículo cuando se puede desarrollar una reacción al contacto de los neumáticos sobre el suelo; es decir, cuando el conjunto "neumáticos" y firme de la calzada puede ofrecer una adherencia suficiente. Sólo la resistencia del aire y la acción del viento son excepción de esta regla.

Adherencia.

Consideremos la figura un cuerpo de peso P en contacto con una superficie plana, con un plano horizontal. Este cuerpo está en equilibrio bajo la acción de su peso y de la resultante N de la reacción del plano. Apliquemos una fuerza horizontal F que corta a la vertical del centro de gravedad. La experiencia muestra que el cuerpo permanece inmóvil en tanto F no exceda de cierto valor.

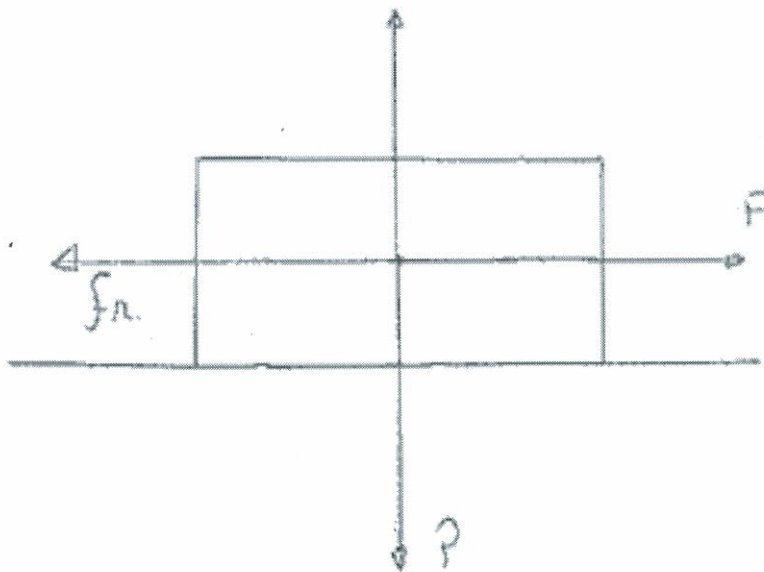


FIGURA 1.4: Representación de las fuerzas ejercidas en un cuerpo en reposo

Aspectos térmicos del frenado.

Potencia desarrollada por los frenos.

En el caso desfavorable en que el motor está desembragado, hemos visto que se podía admitir que la energía cinética de la masa en traslación era disipada por los frenos durante el frenado.

Si M representa la masa del vehículo expresado en kg., V_i y V_f las velocidades al principio y al fin del frenado expresado en m/s, la energía a absorber por los frenos es:

$$E = \frac{1}{2} M (V_i^2 - V_f^2) \text{ Joules}$$

Un freno a fricción es esencialmente un dispositivo que absorbe la energía transformándola en calor a razón de 1 kilocaloría (kcal) por 4180 joules.

Los materiales que constituyen los frenos, las balatas son muy malos conductores del calor y el calentamiento sólo afecta a una pequeña capa de la balata en la cual la temperatura puede aumentar rápidamente con peligro de "Chamuscado" superficial; prácticamente después de un golpe de freno, el 95 a 99 % del calor producido es acumulado en el tambor o en el disco.

Tales cantidades de calor deben de ser evacuados tan rápidamente como sea posible a fin de que en las frenadas ulteriores el disco o el tambor puedan absorber el calor que reciben sin que aumente peligrosamente su temperatura.

Circuito Hidráulico

Relación Presión Volumen:

El efecto de una Fuerza, depende de su valor, de la dirección y sentido, y del tamaño de la superficie sobre la que actúa (andar con raquetas por la nieve para no hundirse, usar instrumentos cortantes como el hacha....)

La Presión es la magnitud que relaciona la fuerza con la superficie sobre la que actúa, es decir, equivale a la fuerza que actúa sobre la unidad de superficie

$$p = \frac{F}{S}$$

donde p = presión, F = Fuerza S = área de la superficie

La unidad de medida de la Presión en el Sistema Internacional es el Newton por metro cuadrado, que recibe el nombre de Pascal (Pa.)

Un Pascal es la Presión que ejerce una fuerza de un Newton que actúa sobre una superficie de un metro cuadrado de área.

$$1\text{Pa} = \frac{1\text{N}}{1\text{m}^2}$$

Si disminuimos la superficie obtendremos presiones muy altas con fuerzas reducidas (ejemplo, cuchillos afilados, agujas, clavos...).

Fuerzas que ejercen los fluidos en equilibrio

Cuando hablamos de fluido, nos referimos tanto a los líquidos como a los gases. No tienen forma propia y adoptan la forma del recipiente que los contiene. Sus moléculas tienen libertad de movimiento y cambian fácilmente de posición.

Un líquido ejerce fuerzas perpendiculares sobre las superficies que están en contacto con este. (Ejemplo botella llena de agua a la que le hacemos un agujero), ya sean las paredes del recipiente que lo contiene o cualquier otra superficie que se encuentre en su interior.

La fuerza ejercida por un líquido en equilibrio sobre una superficie cualquiera es perpendicular a esta, y la orientación de la superficie es la que determina la dirección de la fuerza.

Presión en el interior de un líquido

Un recipiente que contiene un líquido soporta una fuerza debido al peso del líquido, y por lo tanto sobre este actúa una presión.

La presión también actúa sobre el líquido mismo, ya que las capas superiores también actúan sobre las inferiores.

Es decir, en el interior de un líquido existe una presión originada por su mismo peso, llamada Presión Hidrostática

Presión Hidrostática:

La presión del interior de un líquido actúa en todas las direcciones

La presión es más alta cuanto mayor sea la profundidad

La presión es mayor cuanto mayor sea la densidad del líquido.

La presión no depende de la forma ni de la amplitud del recipiente

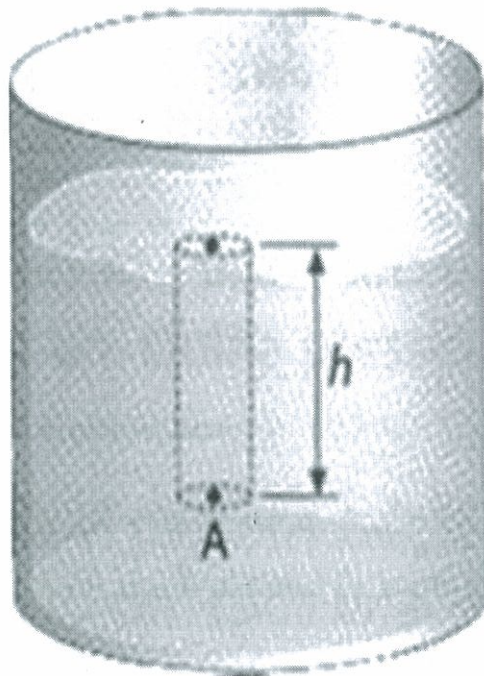


FIGURA 1.5: Presión ejercida en un recipiente

Según el dibujo, para determinar la presión que el líquido de densidad ρ , ejerce en un punto A, podemos imaginar una columna de líquido de altura h y base S situada por arriba de A. La fuerza que actúa sobre la superficie S es igual al peso del líquido de la columna:

$$\text{Fuerza} = \text{peso del líquido} = m \cdot g$$

$$\text{Masa} = \text{Volumen} \cdot \text{Densidad} = V \cdot \rho$$

Sustituyendo

$$\text{Fuerza} = m \cdot g = V \cdot \rho \cdot g$$

Volumen = superficie de la Base por la altura = $S \cdot h$, seguimos sustituyendo

$$\text{Fuerza} = m \cdot g = V \cdot \rho \cdot g = S \cdot h \cdot \rho \cdot g$$

Por lo tanto:

$$\text{Presión} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{superficie}} = \frac{S \cdot h \cdot \rho \cdot g}{S} = \rho \cdot g \cdot h$$

por todo ello deducimos:

La Presión Hidrostática a una cierta profundidad debajo de la superficie libre de un líquido en reposo es igual al producto de la densidad del líquido por la aceleración de la gravedad y por la profundidad del punto considerado.

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

Principio fundamental de la hidrostática

Imaginemos dos puntos A y B en el interior de un líquido a una profundidad h_A y h_B , respectivamente, como se puede observar en el dibujo.

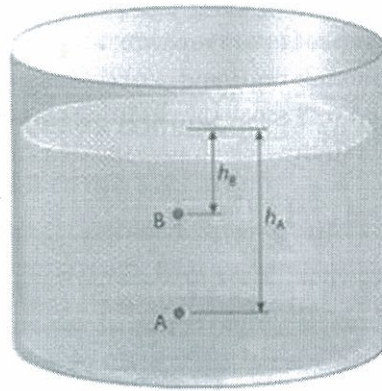


FIGURA 1.6: Representación de las presiones ejercidas en distintos puntos de un líquido en un recipiente.

La Presión en A es:

$$P_A = \rho \cdot g \cdot h_A$$

La presión ejercida en B es:

$$P_B = \rho \cdot g \cdot h_B$$

La diferencia de presión entre los dos puntos será:

$$P_B - P_A = \rho \cdot g \cdot h - \rho \cdot g \cdot h_B$$

$$P_B - P_A = \rho \cdot g \cdot (h_B - h_A)$$

Este es el Principio Fundamental de la Hidrostática que es la diferencia entre dos puntos de un líquido homogéneo en equilibrio es igual al producto de la densidad por la gravedad y por la diferencia de altura.

Vasos comunicantes:

Los recipientes que tienen las bases comunicadas se llaman vasos comunicantes

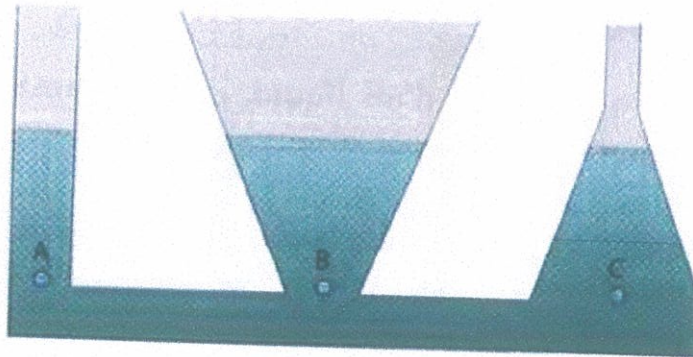


FIGURA 1.7 : Nivel de líquido en vasos comunicantes.

Cuando diversos recipientes, abiertos por la parte superior, se ponen en comunicación entre si se llenan con un líquido, se observa que este llega a la misma altura en todos sin que influya la forma de los recipientes; todas las superficies de los líquidos quedan en el mismo plano horizontal:

Atendiendo al dibujo, la presión en los tres puntos A,B,C, que se encuentran a la misma profundidad, sería la misma, ya que la presión solo dependería de la altura dado que ρ (densidad) y g (gravedad) no varían:

$$P_A = P_B = P_C = \rho \cdot g \cdot h$$

Una de las aplicaciones más importantes de los vasos comunicantes es el abastecimiento del agua a las ciudades.

Si colocamos en un recipiente agua, aceite y mercurio, se colocaran en el siguiente orden: abajo el mercurio, a continuación el agua y arriba el aceite, es decir de más denso a menos denso. Las superficies de separación entre los líquidos son planas y horizontales.

Si ponemos en un tubo en forma de U, agua y aceite, las superficies libres son planas y horizontales, y la altura de cada brazo del tubo es distinta

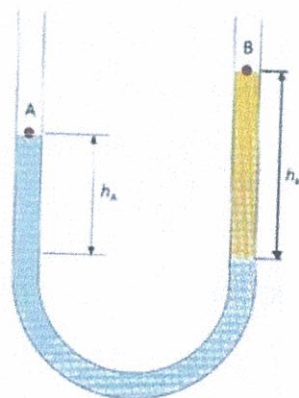


FIGURA 1.8: Representación de líquidos de distintas densidades, en este caso el agua y el aceite.

Vamos a determinar la presión existente en dos puntos A y B que se encuentran en la horizontal como se ve en el dibujo, cuyas alturas son h_A y h_B .

$$P_A = \rho_A \cdot g \cdot h_A \quad P_B = \rho_B \cdot g \cdot h_B$$

Como la presión en dos puntos de una misma horizontal ha de ser igual

$$P_A = P_B = \rho_A \cdot g \cdot h_A = \rho_B \cdot g \cdot h_B$$

vamos a despejar de cada una de las formulas:

$$P_A = \rho_A \cdot g \cdot h_A \quad P_B = \rho_B \cdot g \cdot h_B$$

Como ya hemos dicho que $P_A = P_B$

Podemos hacer la siguiente igualdad:

$$\rho_A \cdot g \cdot h_A = \rho_B \cdot g \cdot h_B$$

o lo que es lo mismo:

$$\frac{h_A}{h_B} = \frac{\rho_B}{\rho_A}$$

Es decir las alturas son inversamente proporcionales a sus respectivas densidades.

Capitulo 2.- El sistema de frenos

El sistema de frenos de un automóvil es un conjunto de dispositivos o mecanismos que tienen la función de disminuir y detener de forma progresiva la velocidad de un vehículo que ha estado en movimiento o estabilizarlo a una velocidad requerida.

Sistema hidráulico:

El sistema de frenos posee principalmente dos tipos para el frenado que son: Frenos hidráulicos y de parqueo.

2.1 Freno hidráulico (elementos y funcionamiento):

Este sistema de frenos actúa por medio de la fuerza física que ejecuta el pie del conductor hasta las ruedas por medio del líquido de frenos. Dicho sistema es utilizado comúnmente en vehículos de turismo, livianos y semipesados de hasta cinco toneladas. El objetivo de este sistema es amplificar la fuerza ejercida por el conductor aplicada al pedal hacia las ruedas del coche por la diferencia de presiones de la ley de pascal.

Pedal de freno.-

El principal elemento para amplificar la fuerza del frenado se llama pedal, dependiendo de su longitud, la fuerza aumenta o disminuye.



Fig 2.1: Pedal de freno situado en la mitad del pedal del embrague (izquierda) y del pedal acelerador (derecha).

El pedal del freno va unido a la carrocería del vehículo dentro del habitáculo en la parte inferior del volante de maniobra. Dicho pedal está unido al cilindro principal o al servofreno por medio de una varilla, también posee un resorte de recuperación y un conmutador de freno que es un interruptor el cual acciona las luces traseras de aviso del freno.

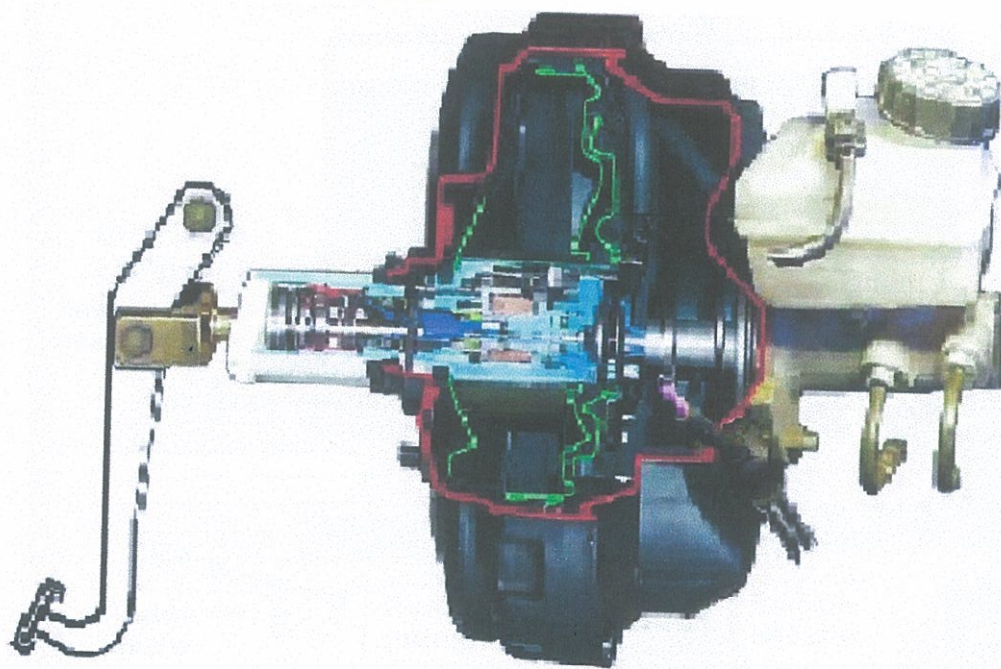
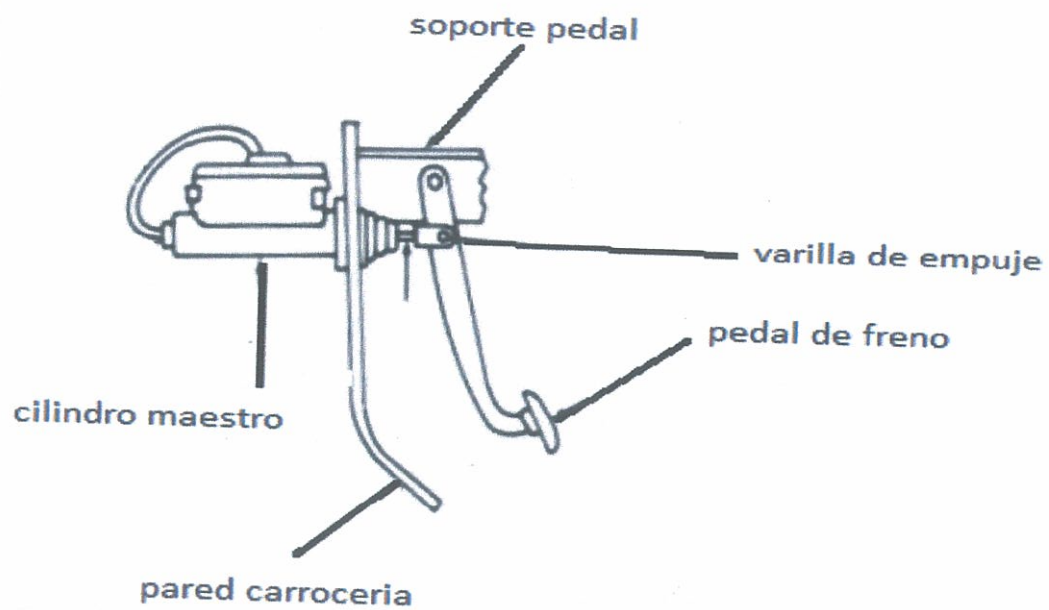


Fig 2.2: Representación pedal de freno, arriba pedal de freno con cilindro maestro, abajo pedal de freno con servo freno más cilindro maestro.

Cilindro Maestro o Eje Tandem.-

El segundo elemento de amplificación en la fuerza de frenado es el cilindro maestro, el mismo que va acoplado junto al servofreno o en ciertos casos acoplado directamente al pedal del freno y transmite la fuerza hidráulica mediante las cañerías que se transporta el líquido de frenos hacia los cilindros de las ruedas que son los receptores. La diferencia de diámetros menores con los mayores entre el cilindro maestro y los cilindros de las ruedas respectivamente, hace que la fuerza también sea amplificada al momento del frenado, es decir mientras más pequeño sea el diámetro del cilindro maestro y más grande los cilindros de las ruedas la amplificación será más grande.

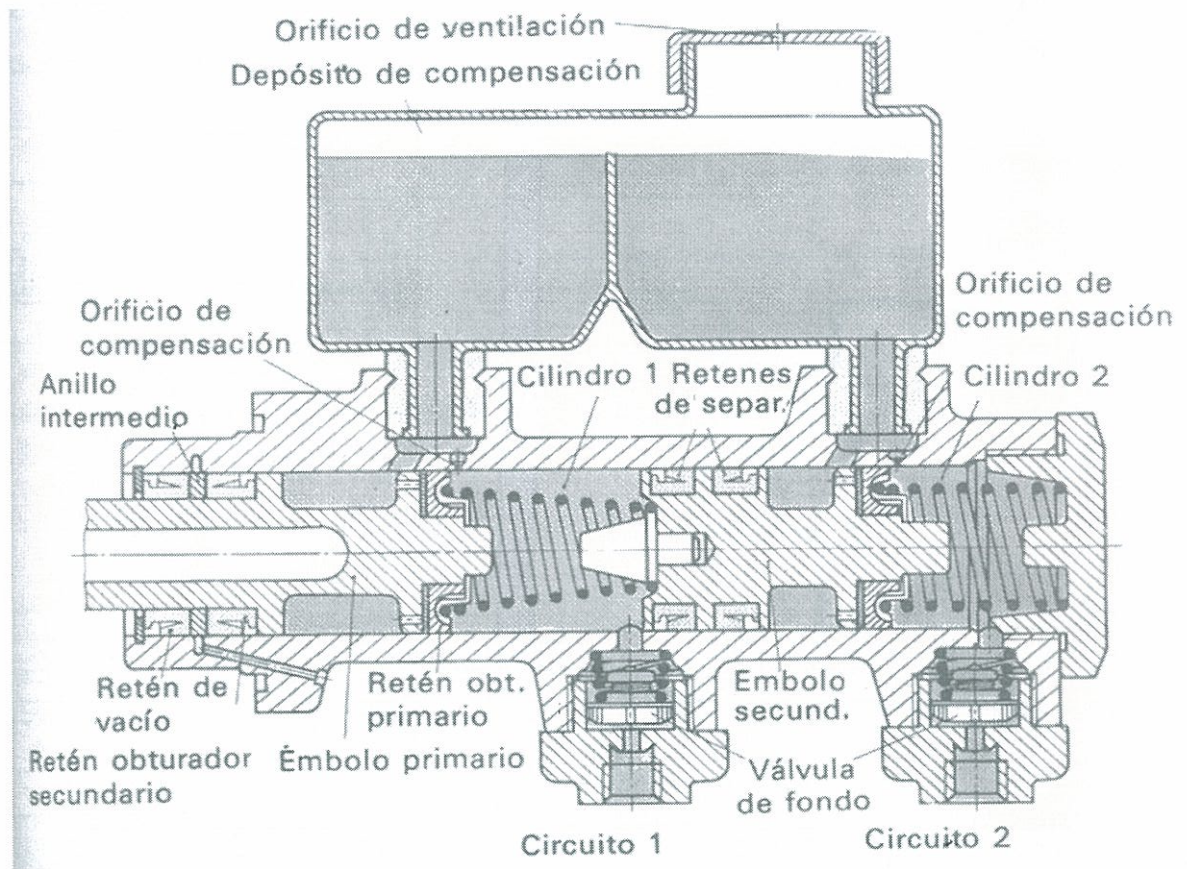


Fig 2.3: Representación del cilindro maestro con sus respectivas partes.

Este cilindro principal o tándem está formado principalmente por dos cilindros internos seguidos, separados y conectados unos atrás del otro, el primer cilindro se lo llama embolo primario y el otro secundario, para que de este modo separe los dos circuitos de frenos. El motivo de tener dos circuitos separados dobles, es para que en el momento de que exista alguna avería en cualquiera de los circuitos, el otro independientemente siga funcionando, de esta forma se obtiene la mitad del frenado del vehículo y no la anulación total del mismo. El circuito doble esta dispuesto comúnmente en X, es decir cuando un sistema tiene fuga o esta averiado de cualquier forma, la rueda delantera derecha y la posterior izquierda están frenando, y viceversa pueden frenar la rueda delantera izquierda y la posterior derecha. Existe también la posibilidad de circuitos pares que conectan dos ruedas delanteras y las dos traseras. Una de las averías más comunes puede ser el derrame del líquido de frenos por uniones o cañerías rotas.

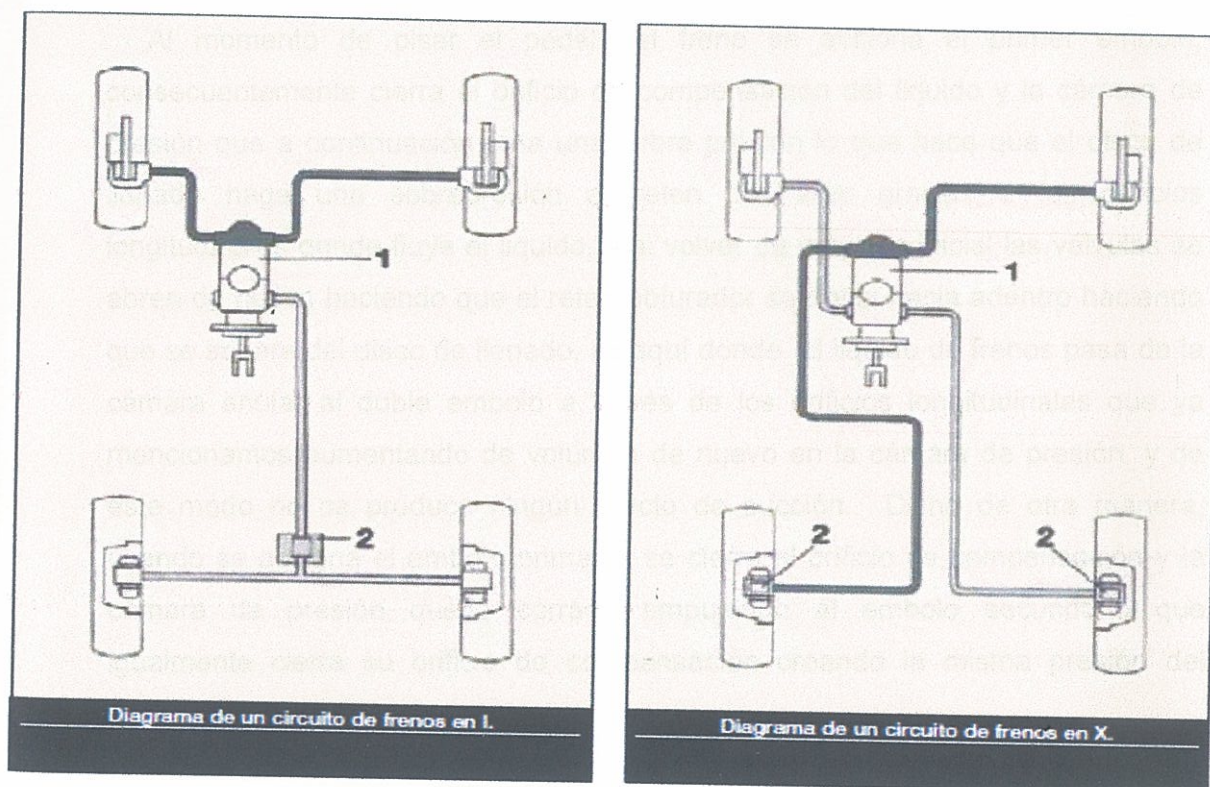


Fig 2.4: Representación del doble circuito en funcionamiento en caso de avería. Al lado izquierdo el sistema habilitado para dos ruedas delanteras (circuito en L), en el lado derecho el sistema habilitado para las dos ruedas dispuestas en diagonal (circuito en X).

El embolo primario es accionado por la varilla de presión la misma que es movida por el pedal pasando por el "mastervac" o bomba de vacío, dicho émbolo primario es doble al igual que el secundario ya que los dos actúan de lado y lado para la recuperación y aplicación del freno, estos émbolos están sumergidos bajo el liquido de frenos el cual lubrica y acciona sus movimientos.

La cara delantera de cada embolo está provista de orificios longitudinales y con el disco de llenado y un reten obturador primario que forma la válvula. Mientras la cara trasera del embolo primario hace un cierre hermético perfecto hacia el exterior donde la fuerza de frenado es amplificada, por otro lado la cara trasera del embolo secundario hace un cierre hermético por medio de unos retenes de separación hacia la cámara de presión del primer circuito.

Al momento de pisar el pedal del freno se acciona el primer embolo, consecuentemente cierra el orificio de compensación del liquido y la cámara de presión que a continuación crea una sobre presión lo que hace que el disco de llenado haga una sobrepresión al reten obturador gracias a los orificios longitudinales donde fluye el liquido, y al volver de posición inicial las válvulas se abren de nuevo haciendo que el reten obturador se doble hacia adentro haciendo que se separe del disco de llenado, es aquí donde el liquido de frenos pasa de la cámara anular al doble embolo a través de los orificios longitudinales que ya mencionamos aumentando de volumen de nuevo en la cámara de presión, y de este modo no se produce ningún efecto de succión. Dicho de otra manera, cuando se acciona el émbolo primario, se cierra el orificio de compensación y la cámara de presión queda cerrada empujando al embolo secundario que igualmente cierra su orificio de compensación creando la misma presión del circuito primario.

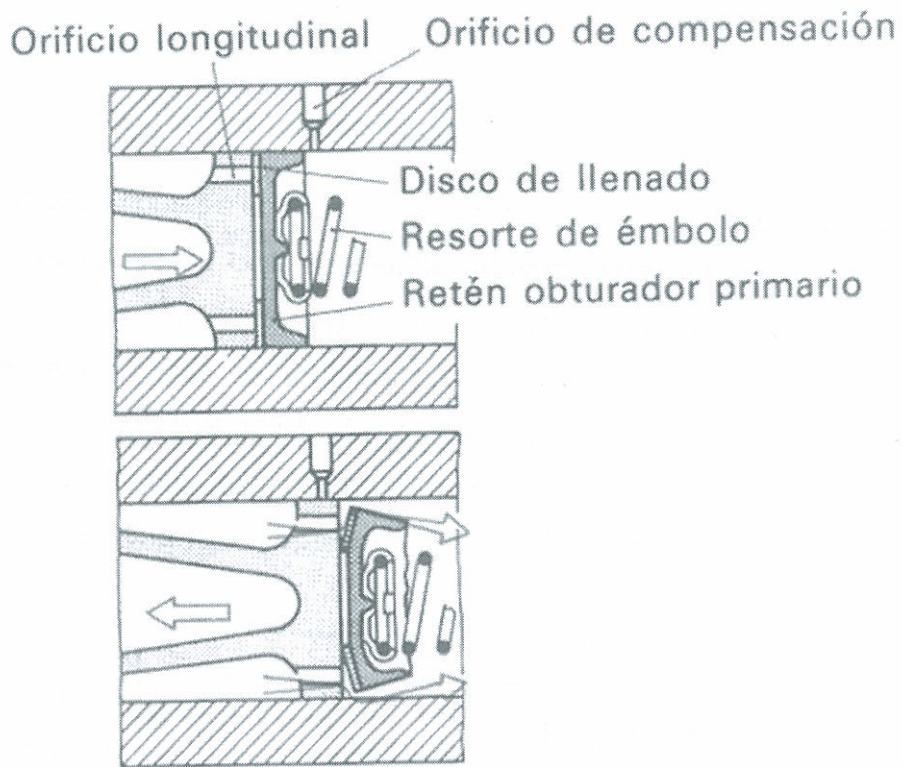


Fig 2.5: Embolo y reten obturador primario

Cuando no existe ninguna acción de los émbolos, el resorte intermedio que se halla entre los dos cilindros, los comprimen hacia sus asientos donde deben estar, así los orificios de compensación tanto del embolo primario como el del secundario están descubiertos y por ende la cámara de presión queda comunicada con sus depósitos.

Debemos recordar que los orificios de compensación permiten equilibrar el nivel del liquido de frenos que entra al circuito a ser comprimido, dichos orificios tienen un diámetro de 0.5 a 0.8 mm, y no debe ser modificada en ampliación ya que los retenes no soportarían dicha carga.

Cilindro principal con resorte acoplado:

Hay algunos tipos de émbolos que realizan la misma función como el embolo con resorte acoplado, el cual el embolo primario está sujeto con un casquillo y un tornillo, el cual mantiene su carrera o distancia con el embolo secundario. Esto impide que cuando el embolo primario esta en reposo empuje al embolo secundario y cubra el orificio de compensación, por lo que las presiones no serian compensadas, así mismo una presión residual no existiría al momento de desaplicar el freno y las zapatas o cilindros de rueda se quedarían aplicados.

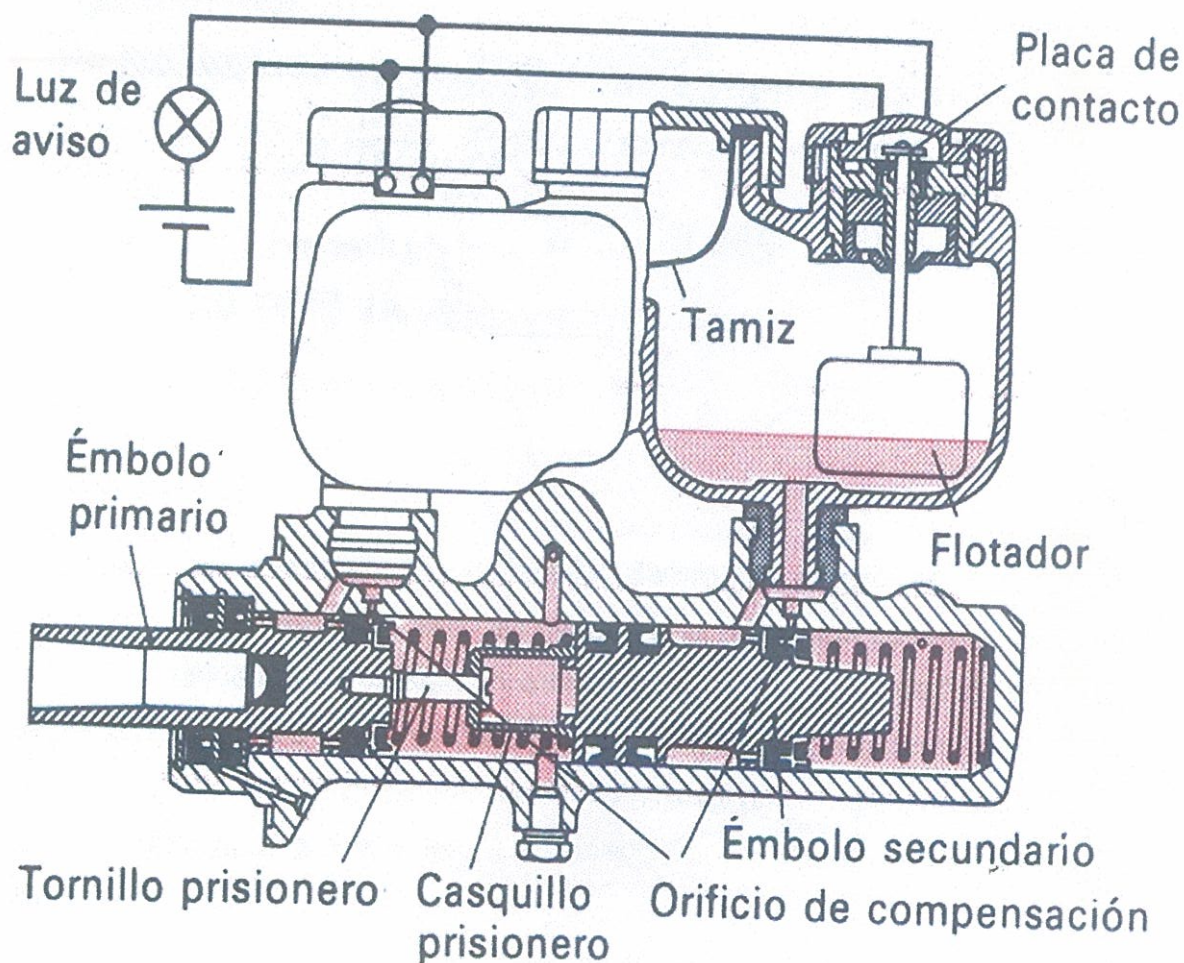


Fig 2.6: Cilindro principal con resorte acoplado

Cilindro maestro tipo Twintax.-

Existe también el cilindro principal Twintax, el cual son dos émbolos separados pero acoplados entre ellos, la ventaja de este cilindro es que cuando existe una avería no hay la sensación extrema de fallo en el freno debido al mayor recorrido del pedal del freno, además por igualdad de presiones, si un circuito falla, el otro circuito sigue accionándose pero con mayor presión.

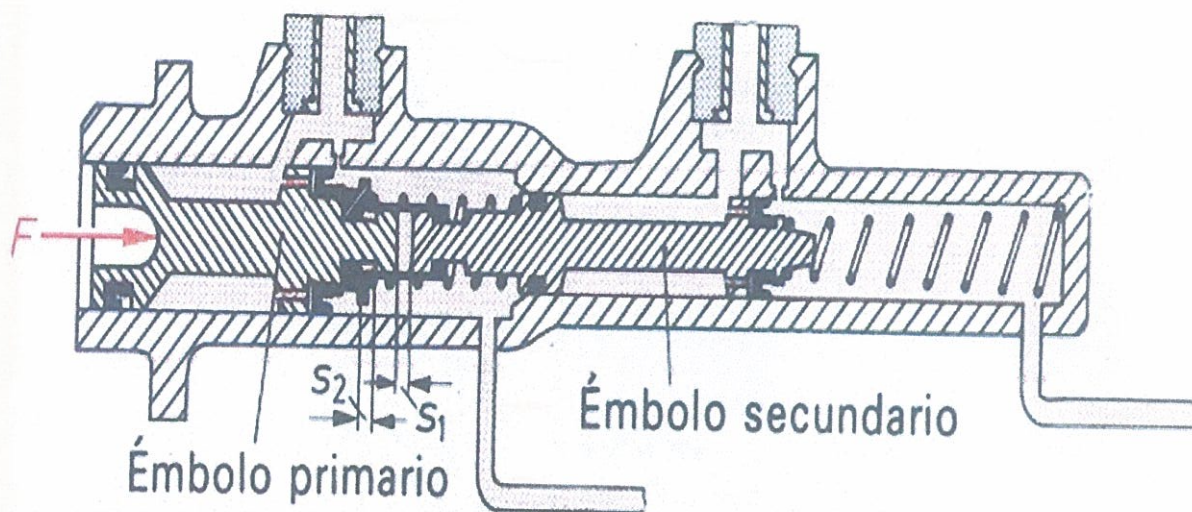


Fig 2.7: Cilindro principal Twintax

Debemos saber además que la presión dentro del circuito de frenos sea constante en todo momento por eso, es necesario la utilización de una válvula de fondo, la cual mantiene una presión constante en el circuito de unos 0.5 bar a 0.8 bar de presión, y de este modo se consigue un efecto inmediato sin retardo en la aplicación del freno, la cual actúa por medio de una válvula de disco y una válvula de cono, la cual hace paso a una sola dirección del líquido si existiese una sobrepresión.

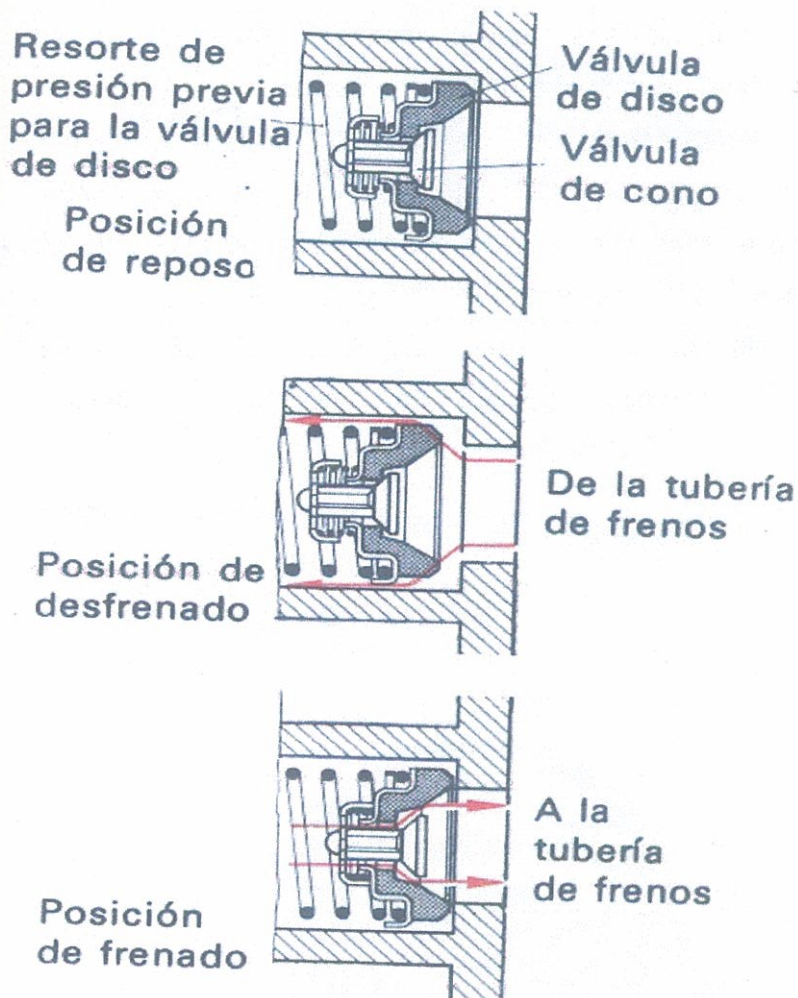


Fig 2.8: Válvula de fondo y sus posiciones

Servofreno.-

El tercer elemento de amplificación de fuerza se llama servofreno también llamado "mastervac", el cual crea una diferencia de presión dentro de su capsula, es decir por un lado existe la presión atmosférica y por el otro se crea una depresión o presión negativa gracias a la ayuda del motor que absorbe aire por medio de una manguera que conecta el servofreno con el motor. Si el diámetro del servofreno es mayor la fuerza de amplificación será mayor.

Por un lado del servo se conecta al cilindro principal. Cuando el freno esta desaplicado existe depresión o vacío a ambos lados del servo, y cuando es aplicado el freno, la varilla del cilindro maestro o tándem hace mover una válvula interna central que deja pasar aire de presión atmosférica de un lado, de esta manera la fuerza ejercida en el pedal es reforzada por la existencia de diferencias de presiones en el servofreno. El lado que hace la depresión esta conecta al colector del múltiple de admisión el cual succiona aire para crear el vacío desde allí, además existe en algunos casos una conexión directa al carburador en otros modelos de automóviles lo cual causa también un vacío.

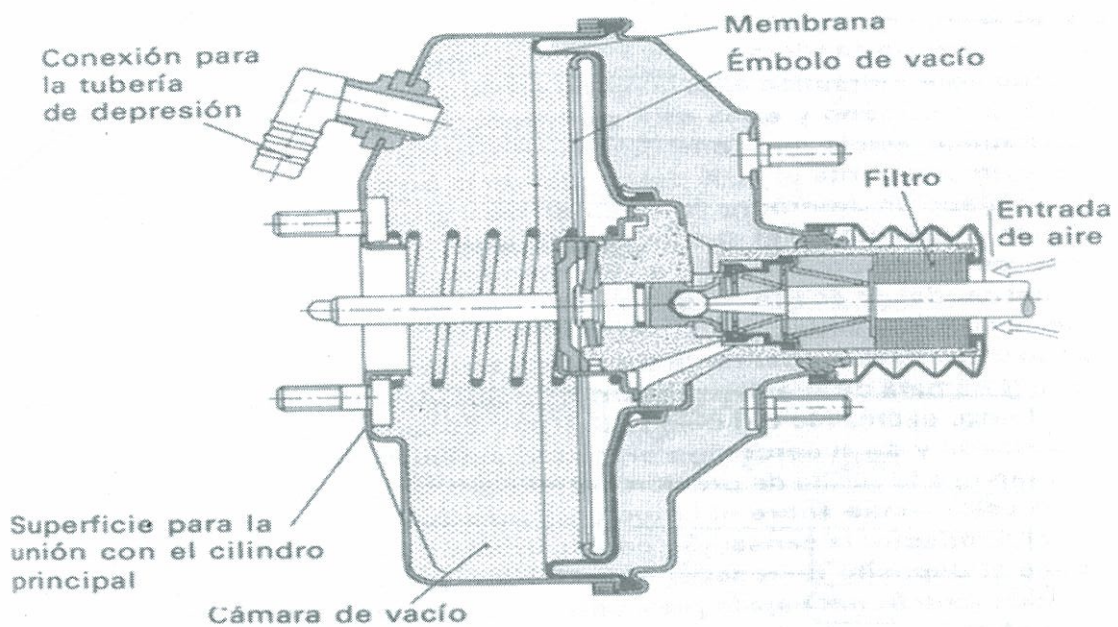


Fig 2.9: Representación del servofreno y sus partes unido al cilindro principal o tándem.

Las presiones ejercidas con la ayuda del servofreno y sin el mismo si influye en la fuerza aplicada en el pedal del freno. El grafico de abajo nos muestra las variaciones de fuerzas sin el servo y con servo.

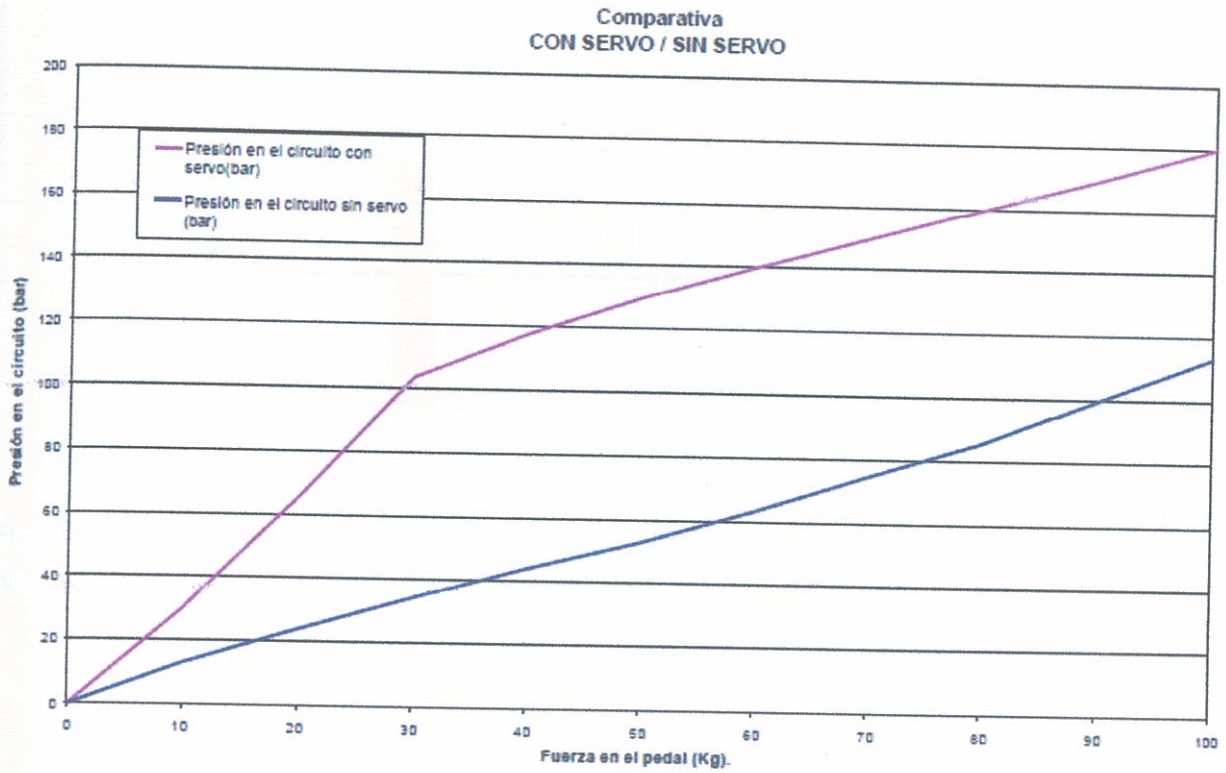


Fig 2.10: Comparativa en la aplicación con el servo y sin servo.

Fuerza sobre el pedal (Kg)	Presión en el circuito con servo (bar)	Presión en el circuito sin servo (bar)
0	0	0
10	30	13
20	65	24
30	104	34
40	118	44
50	130	53
60	140	63
70	150	75
80	160	86
90	170	100
100	180	113

Tabla 2.1: Comparativa de presiones ejercidas por el pedal del freno mediante la ayuda del servo y sin la ayuda del servo.

ESQUEMA DE BASE

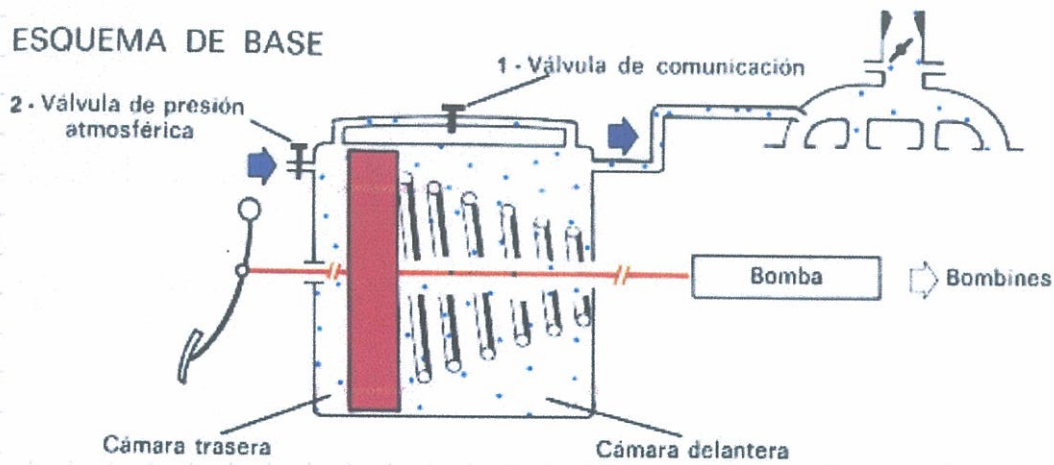


Fig 2.11 : Esquema de funcionamiento del servo freno con conexión al múltiple de admisión para hacer el vacío

Zapatas de freno.-

Las zapatas de freno también se consideran otro amplificador en el frenado, estas actúan de forma mecánica amplificando su fuerza entre su punto de apoyo o anclaje y la fuerza ejercida por el pistón de la rueda. Este tipo de frenos actúan por fricción, usualmente utilizan los vehículos de turismo en el eje trasero o ruedas posteriores. Si el diámetro de la campana donde se encuentran las zapatas de freno es más grande su potencia en frenado también incrementará. Dichas zapatas actúan con el sistema de líquido de frenos y de forma manual que veremos más adelante.

Las partes principales que se componen el freno de tambor son las zapatas de freno, tambor de freno, el porta frenos y los dispositivos de accionamiento.

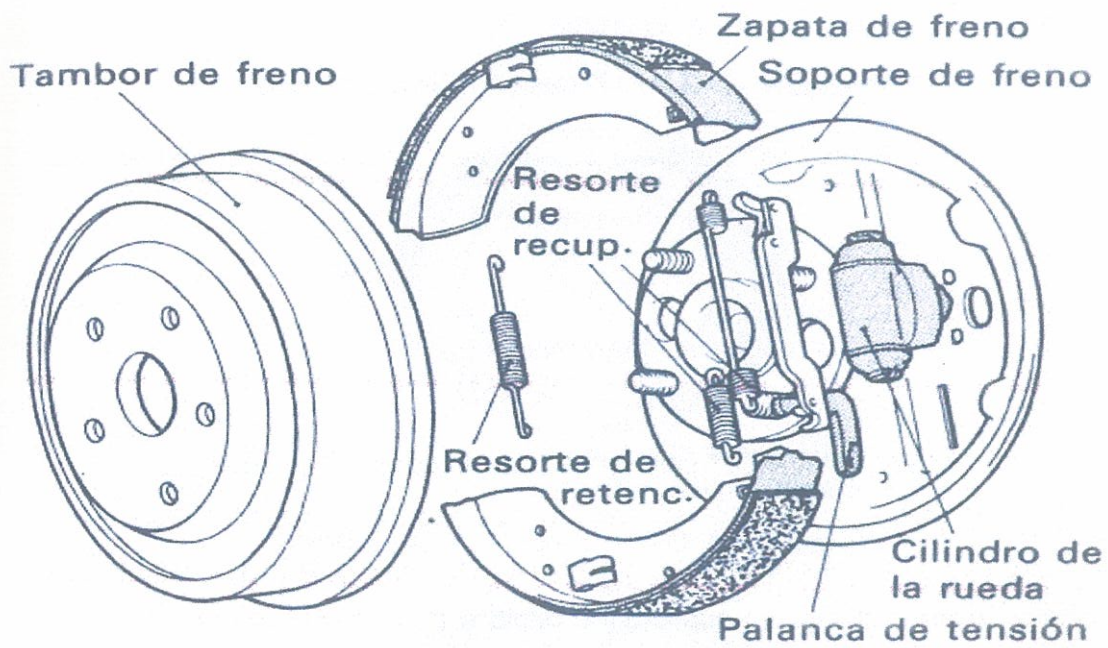


Fig 2.12: Las partes principales del sistema de freno por medio de zapatas



Fig 2.13: Guarniciones de las zapatas de freno, pueden ser pegadas o remachadas.

El freno de tambor se lo clasifica de dos maneras, la primera por su tipo, y la segunda por el sistema automático de regulación de juego.

Según su tipo:

Aquí existen los sistemas simplex, dúplex, twinplex y duo servo.

Simplex:

Para entender el funcionamiento de las zapatas de freno "simplex", debemos saber que dicho sistema posee un cilindro de rueda el cual realiza una fuerza tensora de doble efecto que expanden las zapatas de freno con la ayuda del líquido hidráulico que ingresa a dicho cilindro que es activado por la fuerza del pedal del freno. El cilindro de la rueda tiene en su interior unos émbolos que están protegidos a sus costados por retenes de goma, el cual en su interior posee platos y collarines. Los retenes tienen la misión de asentar los émbolos a un resorte de presión con disco y piezas suplementarias para su expansión. En la parte trasera del cilindro de la rueda se encuentra un taladro para su fijación de soporte y unión al manguito de freno, hay cilindros de freno que poseen tornillos de presión y una caperuza de ajuste que hace la misma función que el cilindro de piezas de presión. También en la parte central del cilindro en la mitad se encuentra una válvula de aire para la purga. Existen cilindros para frenos simplex y para frenos duo.

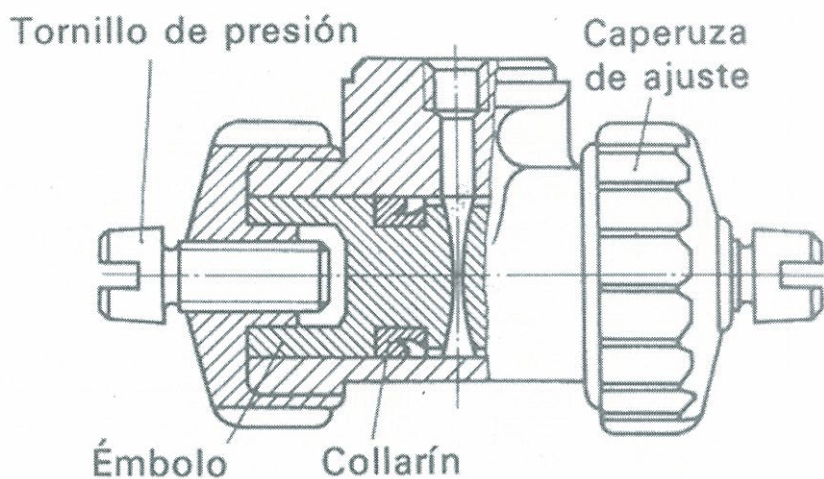
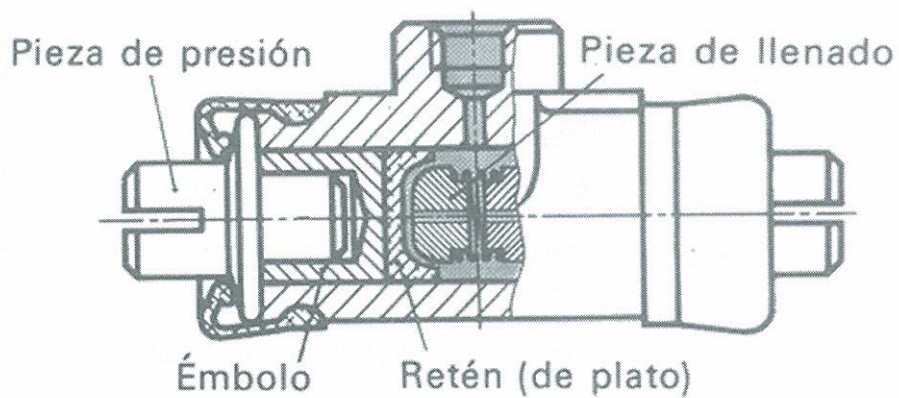


Fig 2.14: Cilindros de rueda, arriba cilindro de rueda con piezas de presión, abajo cilindro de rueda con caperuzas de ajuste

En los frenos simplex se tiene una zapata de entrada y otra de salida, es decir que tienen un punto fijo donde hacen pivote mientras el otro costado se expande mediante el cilindro de rueda de doble efecto el cual hace tensión entre las zapatas ancladas al mismo.

Quando presionamos el pedal de freno hacemos que la zapata primaria y la secundaria se pongan en contacto con el tambor del freno. Así que la zapata de freno primaria, debido a su montaje, se apoya en el tambor en contra del giro del mismo consiguiendo de este modo una presión superior sobre la superficie de frenado del tambor. Por otro lado, la segunda zapata o secundaria se apoya en el tambor en el sentido de giro de la rueda, la misma que tiende a ser repelida por la misma, consecuentemente a ejercer una menor presión sobre el tambor con respecto a la zapata primaria.

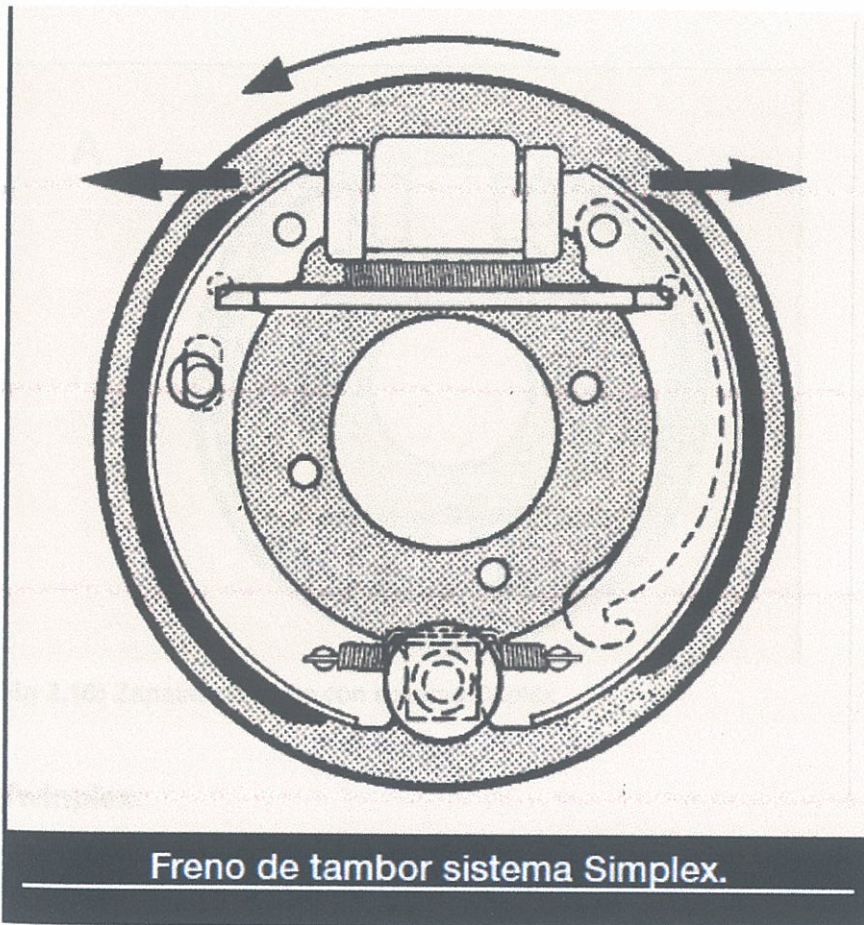


Fig 2.15: Zapatas de freno con sistema simplex.

Dúplex:

En los frenos dúplex se caracteriza por tener dos zapatas de entrada, el cual posee dos cilindros de rueda de simple efecto, el cual está dispuesto una en la parte superior y otra en la inferior las cuales unen a las dos zapatas ofreciendo presiones independientes. Su efecto de frenado es mejor a comparación que un simplex. En este caso son dos zapatas primarias lo cual se consigue que ambas fricciones mejor en contra del movimiento del tambor. También se fabrican frenos de tambor dúplex con cilindros de frenos de doble efecto llamados frenos dúplex duo.

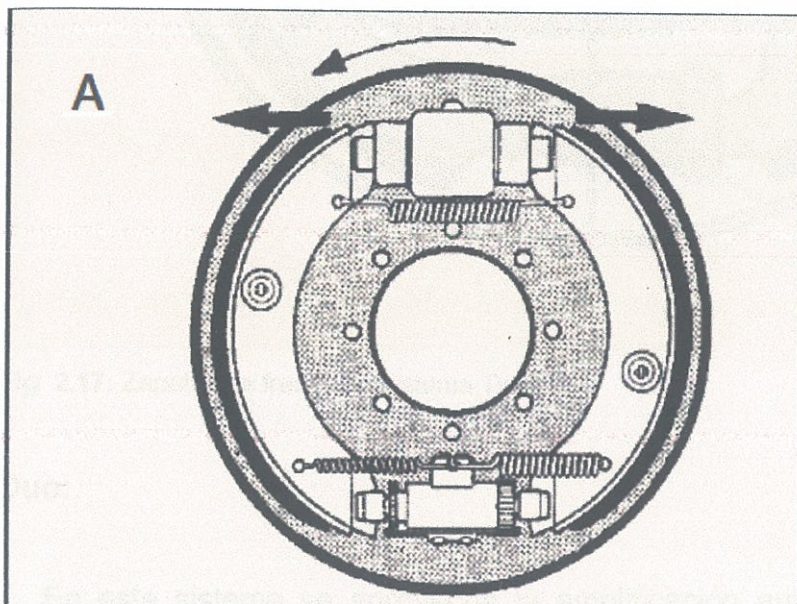


Fig 2.16: Zapatas de freno con sistema Duplex

Twinplex:

Este tipo de freno tiene gran similitud con el dúplex, no obstante los puntos de apoyo de las zapatas en vez de ir montados fijos van instalados en posición flotante. En este tipo de montaje de las zapatas se consigue repartir de mejor manera la presión ejercida sobre el tambor de freno, gracias al efecto tipo cuna que se produce en las zapatas.

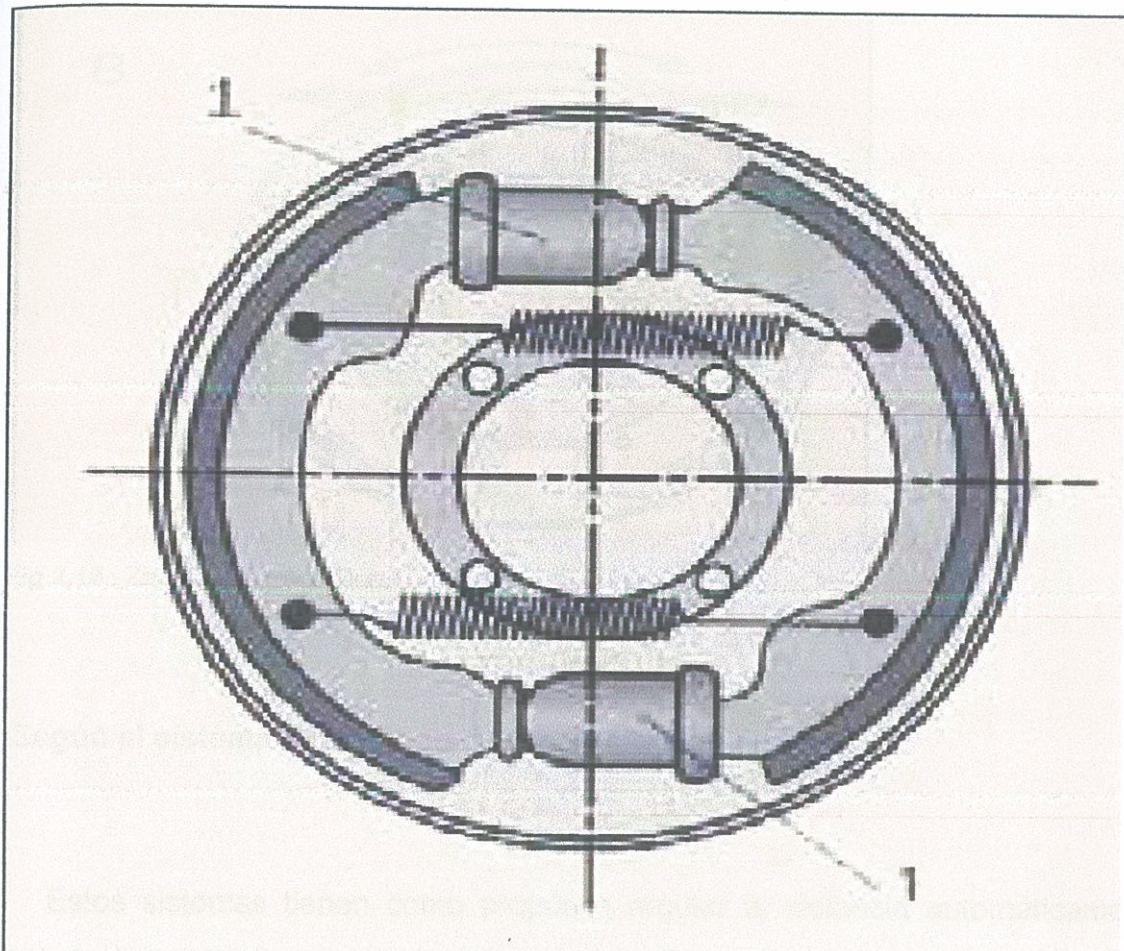


Fig 2.17: Zapatas de freno con sistema Twinplex

Duo:

En este sistema se aprovecha la amplificación automática de la zapata de entrada la cual presiona a la segunda zapata que igualmente es de entrada. De esta manera el punto de apoyo es móvil.

Al accionar las zapatas de freno, pivotean sobre su propio apoyo a la vez que empujan por medio de una biela de acoplamiento, a la otra zapata. En este sistema se obtiene que el reparto de la presión de frenado sea más equitativo por toda la superficie de frenado del tambor y de la guarnición de la zapata.

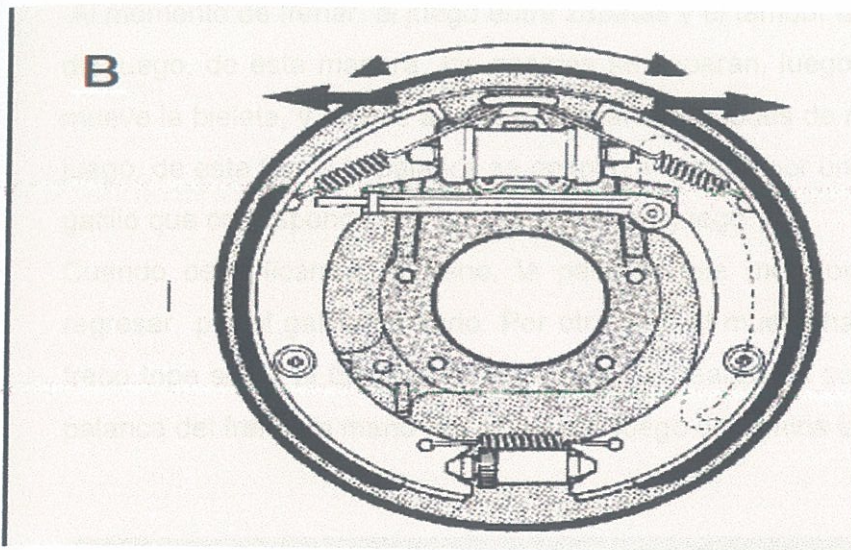


Fig 2.18 : Zapatas de freno Duo.

Según el sistema automático de regulación de juego:

Estos sistemas tienen como propósito regular la distancia automáticamente que existe entre la zapata de freno y el tambor cuando existe desgaste de la guarnición de la zapata y la campana donde se friccionan.

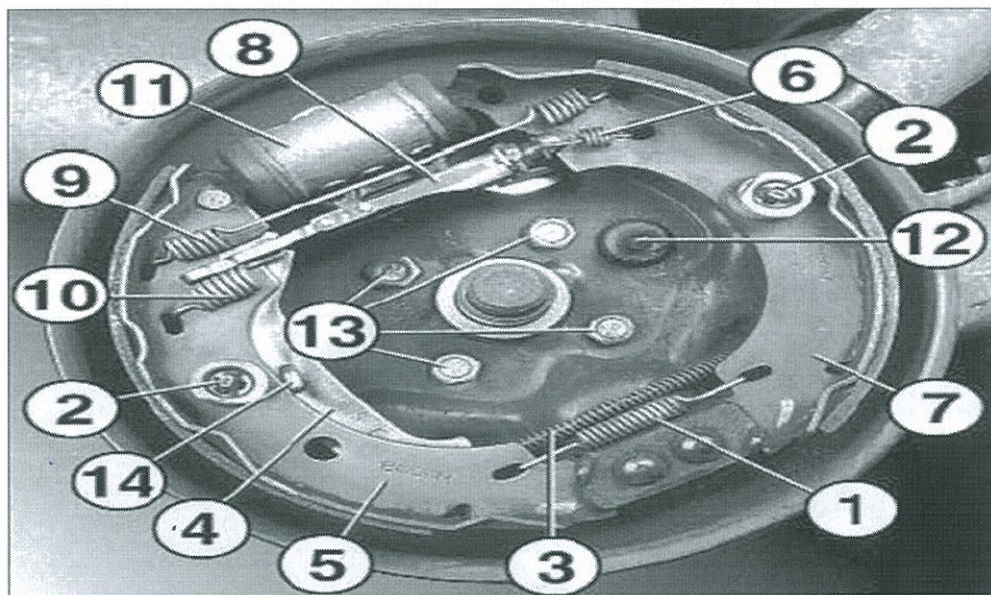
Existen tres tipos principalmente el sistemas: Bendix, Lucas Girling y Teves.

Sistema Bendix.

Este sistema se compone de una palanca que se articula sobre la zapata primaria en su parte superior, y en la parte inferior es dentado. Existe también un gatillo dentado que se engrana por acción de un muelle que se ubica la palanca de reajuste. Además una bieleta fijada a la zapata secundaria por un muelle y que se engrana a través de una ventanilla. El juego que existe determina la distancia justa entre zapatas y tambor, por otro lado un muelle mantiene las zapatas en reposo.

Al momento de frenar el juego entre zapatas y el tambor aumenta a comparación del juego, de esta manera las zapatas se separan, luego la zapata secundaria mueve la bieleta, y mueve a la vez la palanca después de recorrer la distancia del juego, de esta forma la palanca se desplaza y pasa por un número de dientes del gatillo que corresponde a la aproximación del juego.

Cuando desaplicamos el freno, la palanca que mencionamos no va a poder regresar por el gatillo dentado. Por otro lado el muelle hace que las zapatas de freno tope sobre la bieleta por el trabajo que realiza la palanca y también de la palanca del freno de mano. Es así que el juego determina la distancia ideal.



Despiece tambores de freno Bendix.

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

Fig 2. 19: Zapatas de regulación de juego tipo Bendix

Sistema Lucas Girling:

Este sistema realiza también la aproximación automática entre el tambor y la Zapata de freno, y lo hace gracias a una biela se ubica entre las dos zapatas, esta biela es de longitud variable que dispone de una rueda moleteada un empujador y un vástago. También existe una palanca que es solidaria a una misma del freno de mano, por otro lado la leva del freno de mano se articula con la zapata secundaria.

Al momento del frenado, las zapatas primaria y secundaria se separan y libera la bieleta mencionada, posteriormente la palanca pivotea sobre su eje por acción del muelle y hace que gire la rueda del empujador con el diente de este modo la bieleta se alarga. Si la aproximación es buena (separación pequeña), el esfuerzo ejercido por el resorte es insuficiente para mover la rueda y la longitud de la biela no cambia ya. Al desaplicar el freno, las zapatas retornan, la palanca vuelve a su posición inicial y su diente pasa hacia delante de los dientes de la rueda sin que se mueva, mientras la longitud de la biela reduce el juego entre zapatas y tambor.



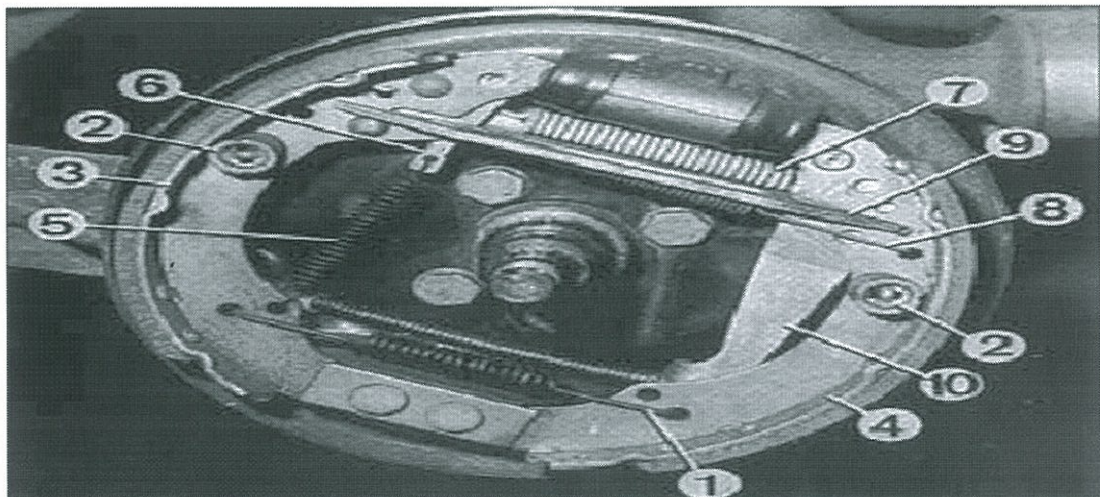
Fig 2. 20: Sistema de regulación Automática de juego Lucas Girling

Sistema Teves:

El funcionamiento es el mismo que los sistemas anteriores, con la diferencia de que este sistema no dispone de rueda o varilla dentada, al contrario, posee una cuna que interviene entre la zapata primaria y la varilla de empuje, además el sistema se compone de una cuna, un muelle de tracción de la cuna, un muelle de recuperación y de una varilla de empuje.

Al momento de frenar, las zapatas se alejan, liberando la leva dentada y la varilla de empuje. Cuando se libera la varilla de empuje, la leva por la acción del muelle de tracción, se interfiere entre la zapata primaria y la varilla de empuje.

En el desgaste de las zapatas, la leva va interfiriéndose entre la misma y la varilla de empuje. Al momento de desaplicar el freno, las zapatas retoman su posición inicial, quedando suplantado el juego de desgaste debido al grosor de la cuna que sobro entre la zapata y la varilla de empuje.



Despiece tambores de freno Teves.

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

Fig 2. 21: Sistema de zapatas con regulación de juego tipo Teves.

en
ad
rel
fre

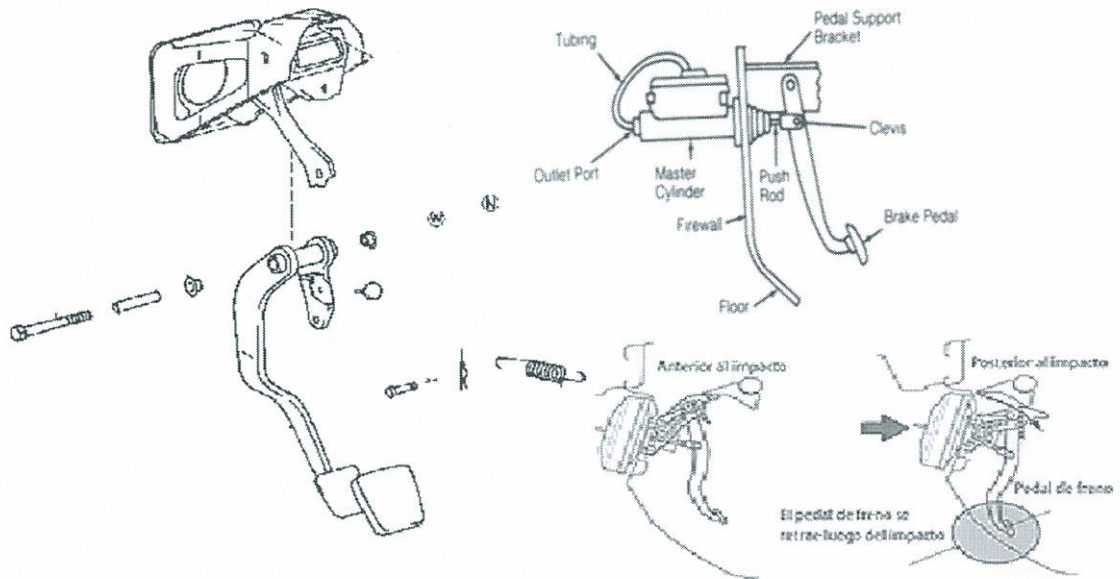


FIGURA 2.22: Representación del pedal del freno. Al lado izquierdo se encuentra el montaje y la longitud del pedal de freno. Al lado derecho superior se encuentra el pedal del freno acoplado con el cilindro maestro y su depósito de líquido de frenos. Al lado derecho inferior se encuentra el pedal del freno junto al cilindro maestro y servofreno.

DISCOS DE FRENO:

Los discos de freno son la superficie en la cual la pastillas de freno rozan con esta para detener el vehículo, transformando la energía cinética en energía calorífica.

El disco siempre gira solidario a la rueda, los mismos no solo son los encargados de transformar la energía sino que también deben rápidamente adquirir la temperatura de la atmosfera que los rodea con el objetivo de refrigerarse por las altas exigencias que están expuestos, de lo contrario la frenada del vehículo y el sistema de frenos fallaría.



Figura 2. 23: Discos de freno

El material de los discos de freno para su fabricación es de fundición gris nodular de grafito laminar, lo cual garantiza altas prestaciones en toda la vida de uso del disco. También existen los discos de carbono hechos para soportar altas prestaciones en la competición, no obstante son muy caros para ser montados en vehículos de serie. También se construyen discos de aluminio con base de carburo de silicio, son atractivos por ser más livianos pero tienen mala disipación de calor.

Los discos de freno llevan consigo una pinza del freno de asiento que puede ser fija o flotante, en la pinza de freno o mordaza se encuentran las pastillas de frenos dispuestas una al frente de la otra para friccionar con el disco en sus dos caras cuando se solicite.

En los discos con pinza de asiento fijo disponen de dos o cuatro cilindros de freno que son enfrentados en parejas, por el contrario los discos con pinzas flotantes disponen siempre de dos cilindros de freno enfrentados entre sí.

Una de las ventajas de este tipo de frenos es que se produce menos "fading" que es la pérdida de eficacia de los frenos debido al calor a comparación con los de tambor. Esto es porque los discos de freno tienen más contacto con la atmosfera y por ende el aire pasa por el refrigerándolo de mejor manera, además que en algunos discos son ventilados en su interior lo que brinda una mayor disipación de calor. Además gracias a la fuerza centrífuga que gira el disco a la par con la rueda del vehículo, las impurezas entre otras partículas salen expulsadas del los mismos, lo cual se mantiene limpia la superficie para un frenado eficaz.

Otra de las ventajas de este sistema es que su mantenimiento es sencillo, el cambio de las guarniciones es sencillo, además que el desgaste del mismo consigue un ajuste automático debido al juego contra el disco. El disco de freno tiene acción independiente sin importar el sentido de marcha, su efecto de frenado será el mismo.

Por otro lado los discos de freno no tienen fuerza multiplicadora como las tienen las zapatas de freno, por esta razón las fuerzas ejercidas deben ser mayores de esta manera se necesita de la ayuda de un servofreno para su efecto.

Otro inconveniente es que el desgaste de las pastillas o guarniciones de freno son mayores debido al calor que se concentra en ella y al peso que recae al momento de frenar el automóvil, además que hace que se produzcan burbujas de vapor en el líquido de frenos.

Discos con asiento fijo:

En los discos con soporte fijo van fijos la pinza y los cilindros de freno, mientras estos se están fijos, el disco gira con la rueda. Los émbolos de los cilindros de freno van situados a ambos lados del disco, pueden tener uno a cada lado o dos a cada lado para una mayor fuerza de frenado. Este soporte fijo está formado por dos piezas que es la caja que está atornillada junto con la brida, las mismas que forman la pinza o mordaza de freno de asiento fijo.

Además estas llevan el taladro para el cilindro de freno con su embolo, una junta de goma, anillo de sujeción y una caperuza protectora.

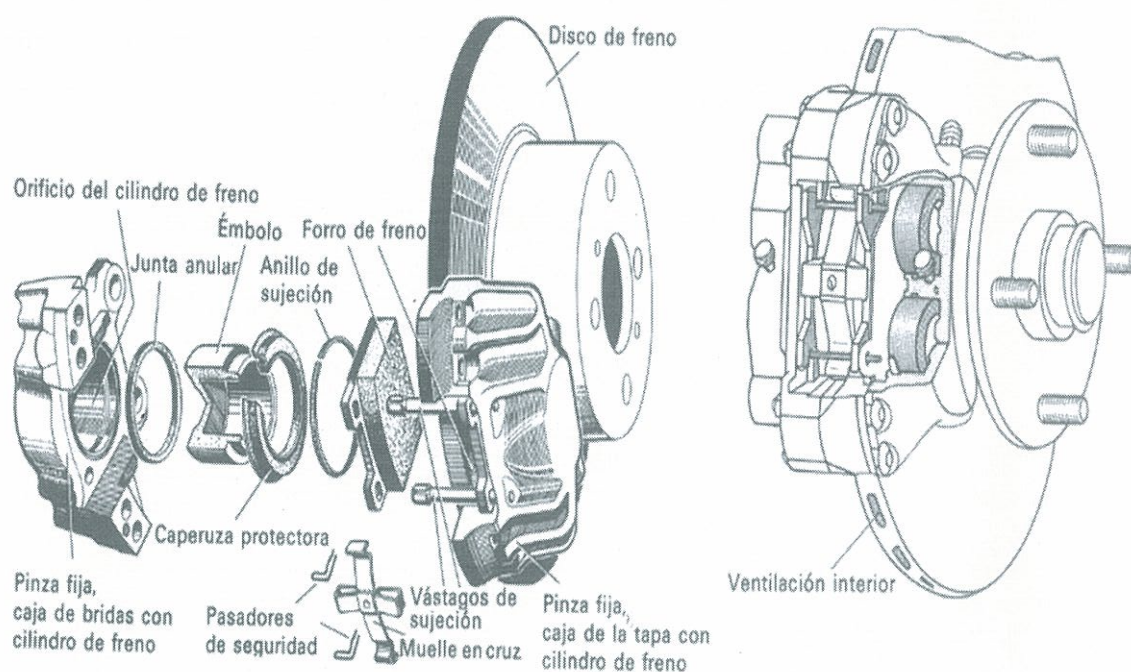


Figura 2.24: Despiece de la mordaza de freno con asiento fijo, a la izquierda mordaza de asiento fijo de cuatro cilindros.

Discos con marco flotante:

En los discos con pinza o mordaza flotante se consigue un ahorro de espacio en su instalación, además de ser más silencioso a comparación con el de soporte fijo. En este sistema siempre va a llevar un cilindro de freno, es así que la fuerza aplicada es ejercida el embolo que aprieta de un lado haciendo que las pastillas friccionen con el disco en ambos lados en el marco flotante, por otro lado el marco va unido al eje o a la suspensión, este mismo lleva unos canales guía para el marco que es móvil. El mismo que posee un muelle guía que le hace ser elástico, es por eso que se reduce el ruido. De esta manera el marco flotante es el que transmite la fuerza de apriete mientras que el soporte es el que transmite la fuerza de frenado o fuerzas perimetrales.

En este sistema se consigue otra ventaja más que es un calentamiento del líquido frenos mucho menor, ya que solo existe una superficie de embolo en este sistema el mismo que recibe el calor obtenido por las pastillas de freno.

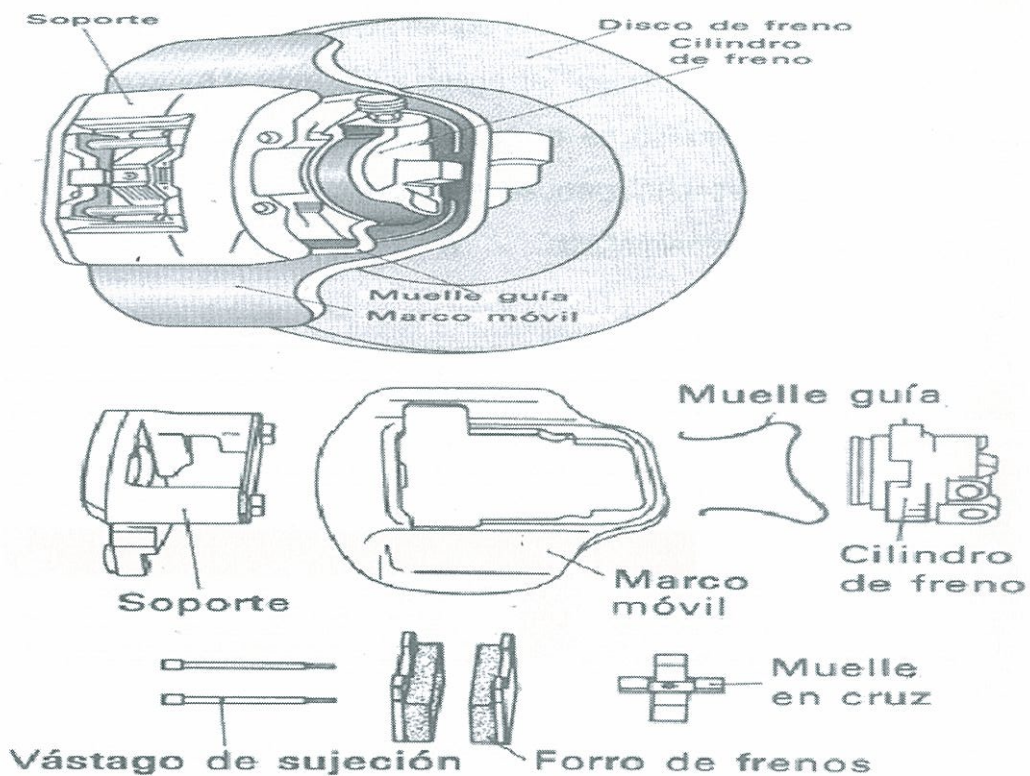


Figura 2.25 : Freno de disco con marco flotante y despiece

Cilindros de freno de discos:

Debemos saber que los cilindros de freno para discos son más grandes a comparación que los cilindros de rueda de los frenos de zapata y tambor debido a solicitudes más grandes. Dicho diámetro oscila entre 40 mm a 50 mm.

Pastillas o forros de freno:

Las pastillas o forros de frenos que son guarniciones que friccionan contra el disco de freno, vienen en un soporte de acero o de fundición que es cubierta por un barniz para prevenir la corrosión, el mismo que va pegado la guarnición mediante un adhesivo especial conocido como "underlayer". Las pastillas de freno debe de cumplir con parámetros importantes como un coeficiente de rozamiento que sea estable a altas temperaturas de fricción, además de mantener un equilibrio en contra la abrasión y desgaste, debe de tener una compresibilidad aceptable para en bajas temperaturas como en caliente además de absorber vibraciones y acoplarse perfectamente a las irregularidades del disco con lo que también debe resistir a cizallamientos y choques.

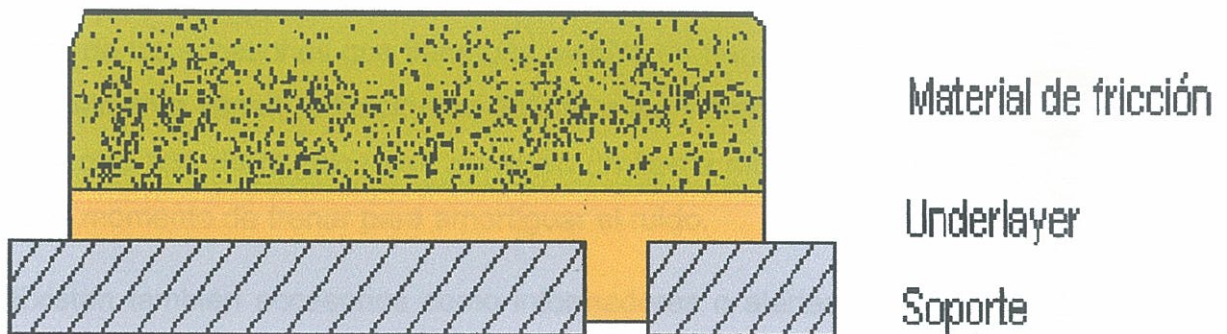


Figura 2.26 : Representación de la capa intermedia que une la guarnición de con la parte metálica de la pastilla

Accesorios de las pastillas de freno:

Además de esto, las pastillas de frenos vienen equipadas con accesorio importante que es una lámina anti ruido, la misma que amortigua las vibraciones de la pastilla de freno. Estas están hechas de fibra de vidrio u otros compuestos como lámina metálica; algunas de estas láminas van remachadas en el soporte de la pastilla, otras van pegadas por medio de una resina, o también son fijadas mediante unas guías o patillas que impiden que se salgan de su lugar.



Figura 2.27: Pastillas de freno con lamina y muelles anti ruido

Otro de los accesorios que tiene una pastilla de freno son muelles, los mismos que igualmente tienen la función de absorber las vibraciones del frenado, incluso existen otro tipo de muelles que permiten un ligero movimiento de la pastilla de freno al momento de frenar para amortiguar el ruido.

Existen también accesorios como informadores o alertas de desgaste de las pastillas cuando las mismas están al límite del desgaste están pueden ser sonoras que mediante unas laminas o flejes producen un chirrido que rozan contra el disco quedando a una altura de 2mm, que es lo que sobra de guarnición para que la pastilla se acabe.

También existe una alerta luminosa, este tipo contiene en la pastilla de freno un polímero que cuando la guarnición de la pastilla esta gastada con 3mm de espesor, dicho polímero roza contra el disco cerrando el circuito haciendo masa, con lo cual esa corriente pasa por un cable que hace aparecer un testigo en el tablero informando que deben ser reemplazadas las pastillas.



Figura 2.28 : Pastilla de freno con sensor de desgaste con cable y testigo luminoso



Figura 2.29: Pastilla de freno con sensor de desgaste sonoro metálico.

Compuestos de las pastillas de freno:

Las pastillas de frenos se fabrican de distintos compuestos, entre estos están los de aglomerante orgánico que utilizan materiales de fricción metálicos, cerámicos u orgánicos, y con aglomerados de resina o caucho sintético que se pueden calentar hasta 750°C y en ciertos casos hasta 950°C . Antes en los vehículos antiguos utilizaban asbesto un compuesto de la pastilla de freno pero ahora no es muy común encontrarse con estos porque resultan cancerígenos para la salud del ser humano.

Las pastillas de freno también contienen fibras, que son el armazón de la guarnición del freno, estas sirven para aglutinar o ligar los otros elementos de la guarnición. Este tipo de fibra puede ser sintética o mineral, algunos ejemplos son la fibra de vidrio o lana de roca etc.

Las pastillas poseen cargas de minerales que sirven para la consistencia mecánica a la abrasión y cortaduras en altas temperaturas, los elementos utilizados son: carbonato, magnesita, feldespato, barita, entre otros.

Las pastillas de freno también poseen componentes metálicos que son añadidos de forma de polvo en viruta los cuales tratan que el coeficiente de fricción se distribuya mejor en la pastilla y se transfiera el calor de mejor manera, no obstante estos metales deben seguir estrictos parámetros por ser nocivos a la salud.

Las pastillas contienen lubricantes que de igual forma son añadidos en forma de polvo, estos tienen la función de variar el coeficiente de fricción a bajas temperaturas, los materiales empleados son grafito, sulfuros, antracitas etc.

Finalmente las pastillas contienen abrasivos, y tienen la función de incrementar el coeficiente de rozamiento en altas temperaturas, la misma que también ayuda al disco a mantenerse limpio y formar una capa intermedia entre ellos.



Figura 2.30: Compuestos Pastillas de freno

3. 2 Freno de Parqueo:

Este sistema se garantiza el estacionamiento del vehículo cuando está parado o en una pendiente, el mismo que también sirve cuando el freno de servicio no funciona, lo cual se convierte como freno de emergencia.

Este funciona por medio de un cable que hace frenar las ruedas traseras haciendo accionar las zapatas para que se junten al tambor de freno. En algunos vehículos de competencia como los de Rally poseen el freno de estacionamiento o de mano de forma hidráulica, pero este no se traba, al contrario está diseñado para los derrapes que ejecutan en las competencias.

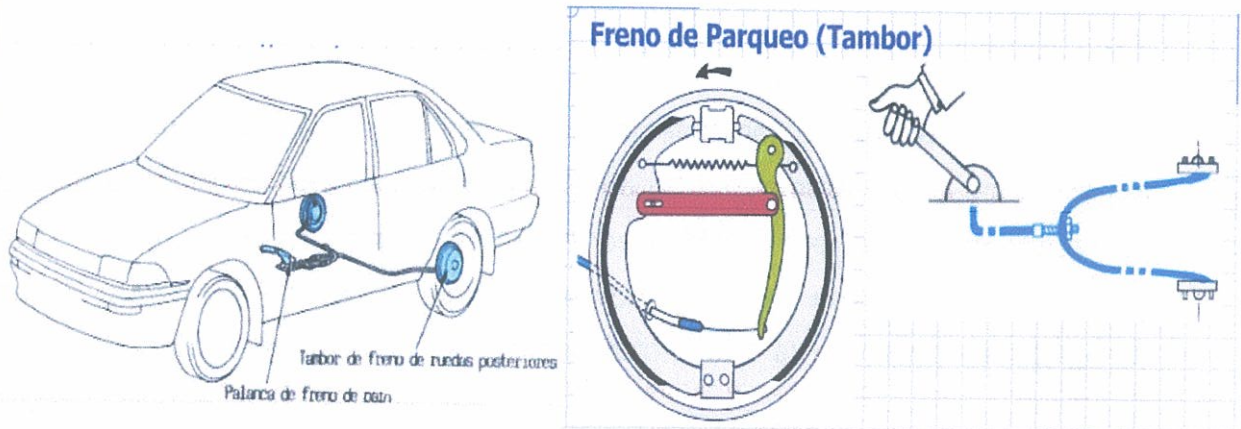


Figura 2.31: Representación de la actuación del freno de mano en las ruedas traseras aplicables a las zapatas de freno.

En algunos vehículos se ha dispuesto una nueva tecnología al freno de parqueo y esto se logra de forma electrónica, el mismo que vincula los cables de frenos mecánicos con las zapatas que se activan por medio de un interruptor eléctrico el mismo que puede funcionar de modo manual o automático mediante un sistema llamado (EBP) o (FPA). Según el software de la unidad de control que posea. Gracias a este último sistema innovador se puede desaplicar su función cuando el vehículo está en marcha, también se puede desactivar cuando el vehículo suele arrancar en cuesta, además se desactiva o activa mediante el contacto del vehículo o por medio del cinturón de seguridad y finalmente sirve como freno de emergencia que actúa con el sistema ABS para que las ruedas no se bloqueen.

Tipos de freno de parqueo:

El freno eléctrico – electrónico de parqueo con cable

Este actúa electrónicamente y automáticamente en el freno de estacionamiento, el cual se constituye de un interruptor el cual se activa por medio de un actuador para que tire de los cables traseros y haga frenar las ruedas igualmente traseras; este tipo de accionamiento se lo puede hacer por medio de dicho interruptor o de manera automática al momento de apagar el motor y retirar la llave del vehículo.

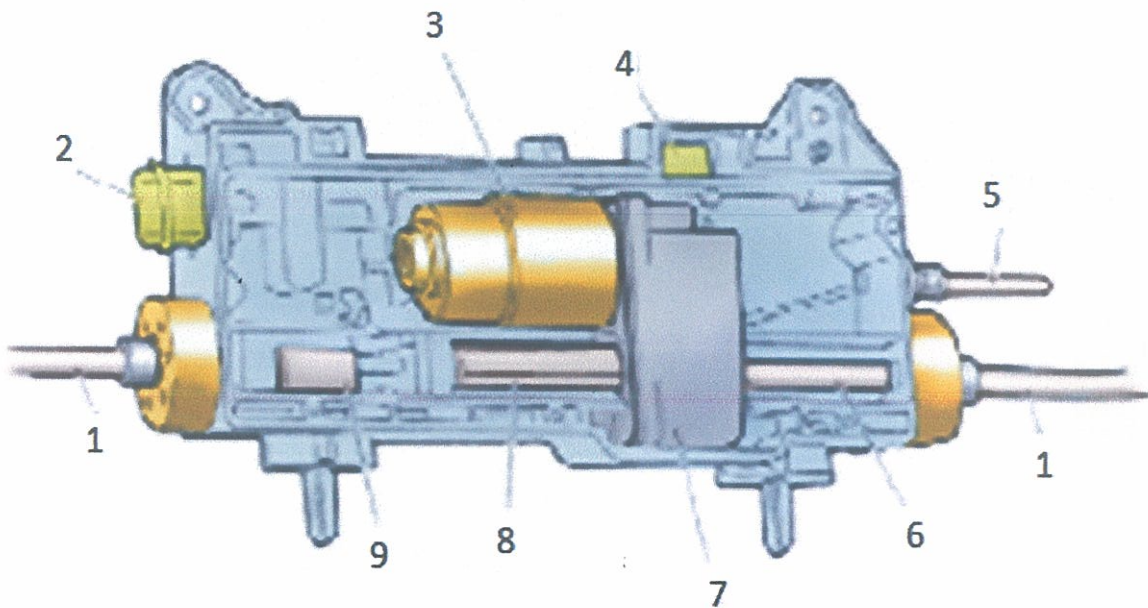


Figura 2.32. Motor de mando electrónico para el freno de estacionamiento con sus partes. 1: Cable de freno de estacionamiento, 2: conexión eléctrica, 3: motor corriente continua, 4: módulo de freno de estacionamiento, 5: Cable de desbloqueo de emergencia, 6: eje estriado, 7: engranaje, 8: eje hueco, 9: sensor de fuerza.

El freno electromecánico:

El segundo tipo de freno que existe es el freno electromecánico, este sistema permite activar el freno de estacionamiento sin cables, esto lo hace posible por medio de gestión electrónica. El sistema posee un motor eléctrico de corriente continua, un reductor y un husillo de empuje y la activación de este puede ser por medio de un pulsador o de forma automática al momento de retirar la llave.

En ambos sistemas se realiza una comprobación de juego de desgaste de los frenos traseros al aplicar el freno de estacionamiento cada 500 km automáticamente de forma estacionado tanto para pastillas como a zapatas de freno.

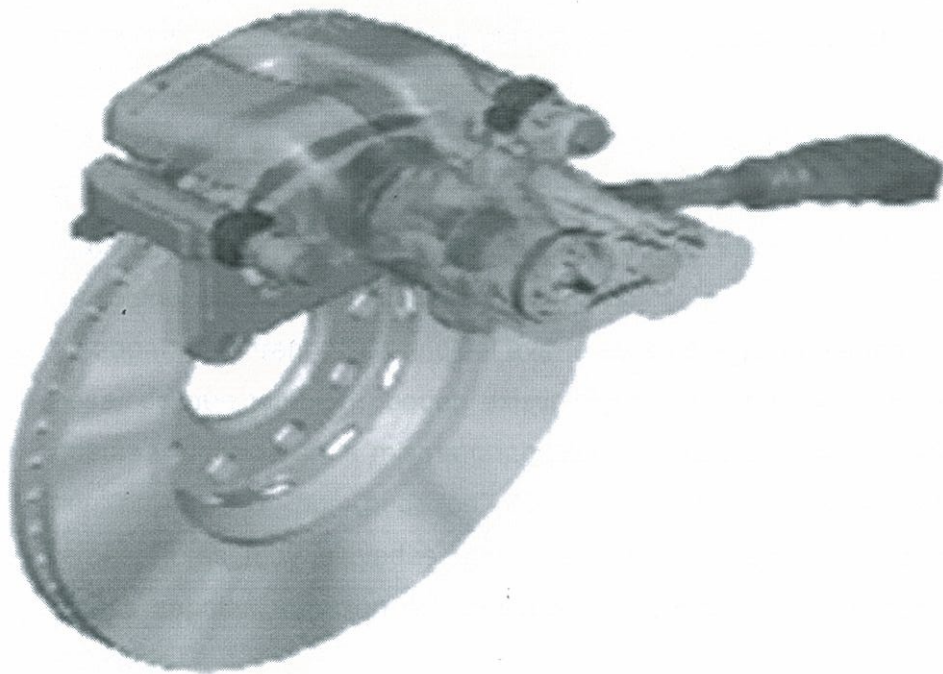


Figura 2.33. Freno electromecánico de estacionamiento

Capítulo 3: Averías y Mejoras en el sistema de frenos hidráulicos

Averías:

1. Con respecto a las zapatas de freno existen algunas averías en la misma tomando en cuenta la degradación de la superficie de frenado lo cual ocasiona dos principales inconvenientes que son: el primero es la disminución del efecto de frenado en las ruedas, lo cual causa un frenado inestable y desigual para las ruedas del vehículo. El segundo inconveniente es el surgimiento de vibraciones en el sistema de tambor de freno que principalmente son causadas por la suciedad y deformación del tambor de freno, también puede ser causa de la fuga del líquido de frenos por medio de los bombines de freno. Para comprobar estas dos averías la hacemos de forma visual y luego por medición de la ovalización del tambor por medio de un pie de rey en dos planos de forma perpendicular, también se suele utilizar un reloj comparador.

Es importante saber que nunca debe ser rectificad el tambor de freno ya que se pierde material del mismo lo cual causa más temperatura, una ampliación incorrecta de las zapatas de freno y aumento de tiempo de reacción y pérdida de eficacia en los frenos.

2. La zapatas de freno: Su principal avería es su desgaste del forro mismo, a pesar de que también pueden existir algunas otras imperfecciones como grietas u orificios en la misma guarnición o forro de la zapata, además de ser arrancadas por pedazos. Esto es causado principalmente por temperaturas muy elevadas que salen de las tolerancias que soportan dichas zapatas, también es causado por la suciedad y la humedad del ambiente.
3. Cilindros de freno: Su principal daño es la pérdida del líquido de frenos por medio de sus retenes desgastados. La causa de este problema es por medio del cambio de las zapatas de freno sin tomar en cuenta la sustitución de los cilindros de las ruedas de forma simultánea.

4. Freno de estacionamiento o freno de mano: la avería que sufre este sistema es la rotura del cable o el destemplado del mismo. Para comprobar el correcto funcionamiento del freno de mano debemos visualizar la parte inferior del vehículo, al mismo tiempo con la ayuda de otra persona, activar el freno de mano, si las ruedas se bloquean pueden que estén correctas, si al momento de desaplicar el freno de manolas ruedas siguen bloqueadas o tienen dificultad de movimiento, el cable debe ser regulado por medio de un tornillo regulador que tiempla el cable para el accionamiento del freno de mano.
5. Tambor de freno:
 - 5.1 En los tambores de freno existen algunas averías como son los puntos negros, que aparecen a causa de temperaturas elevadas lo cual causa ruido.
 - 5.2 Otro problema son las rayaduras, que son grietas a causa de cambios de temperatura realmente bruscos como de caliente a frío, lo mismo pasa cuando el tambor esta con aberturas amplias y profundas, esta es debido al mal montaje del tambor.
 - 5.3 También existen los tambores azulados debidos a frenadas bruscas y temperaturas bruscas.
 - 5.4 Existen a la vez los tambores brillantes lo cual tienen una superficie brillante como un espejo lo cual causa poca adherencia con las zapatas.
 - 5.5 Y por último existen los tambores ovalados lo cuales tienen una sola posición de desgaste pronunciado debido al sobrecalentamiento y variación de su diámetro.
 - 5.6 Otro de los problemas que se produce en el sistema de frenos especialmente en el tambor es el "fading" que es la pérdida de eficacia de frenos es decir que el coeficiente de rozamiento entre la zapata y el tambor disminuye.

6. Discos de freno:

- 6.1 Un apriete excesivo de los discos puede causar grietas y otras deformaciones, ya que está muy apretado junto a la campana y con el buje. Este problema conforme pasa el tiempo el disco se va desprendiendo de la campana por el uso y principalmente por la temperatura ya que no se ha respetado el torque de apriete correcto.
- 6.2 Si la pinza de freno se coloca de forma incorrecta puede causar deformación en el disco, así como irregularidades en las pastillas de freno lo cual causara una reducción del efecto de frenado.
- 6.3 Los Rodamientos del los bujes que aprietan el disco contra la campana tienen demasiada holgura o juego puede causar un desgaste disparejo en las bandas del disco, se lo localiza por las marcas producidas por el recalentamiento donde las pastillas rozan con el disco.
- 6.4 Si la limpieza del buje donde se va a asentar el nuevo disco no esté bien hecho causara oscilaciones y vibraciones lo cual deteriorara al disco con el pasar del tiempo.
- 6.5 Los colores del disco también cambian por la excesiva temperatura especialmente en azules, lo cual es una señal de la transformación del material en uno llamado cementita (Fe_3C) lo cual da origen a vibraciones al sistema de frenos, este material es una derivación del hierro, lo cual también origina grietas y rayaduras en el disco.
- 6.6 El desgaste excesivo más allá del límite permitido en el disco sobrepasando la tolerancia asignada causara grietas en el mismo y aumento de temperatura así como manchas lo que provocara la pérdida de eficacia en el frenado.
- 6.7 Los discos agrietados son la causa de altas temperaturas, las cuales causan porosidades que forman grietas muy profundas lo cual causa que el disco se vuelva muy susceptible a la acción de las pastillas de freno, el rozamiento y calor lo cual hace que las grietas crezcan mas y pueda q el disco se rompa.
- 6.8 Si el desgaste de las pastillas es excesivo sobrepasando las tolerancias de desgaste, formaran surcos profundos en el disco.

- 6.9 El disco de freno también se puede deteriorar por la fabricación del mismo con materiales de baja calidad.
- 6.10 Los surcos en los discos de freno también se debe a partículas o materiales extraños que se han introducido en el disco ya sea por el ambiente o por los materiales de las pastillas de freno.
- 6.11 También existe la posibilidad de que se adhieran depósitos de material en el disco causando vibraciones en el frenado. La adherencia de estos materiales se debe a la alta temperatura.
7. Manguitos y tuberías de freno: Están pueden tener grietas, rasgaduras, o protuberancias, las mismas que deben ser sustituidas de inmediato, también puede presentar rozaduras en sus terminales, esto se debe principalmente a la presencia de humedad u agua dentro de las tuberías, acción del ambiente estremo o un líquido de frenos deteriorado o incorrecto.
8. Pastillas de freno: Si las pastillas de freno presentan un desgaste normal con 3mm de espesor sobrante, hay que sustituir las. También deben ser sustituidas cuando los accesorios luminosos o sonoros de desgaste se activen.
9. Presencia de aire en el sistema de frenos: el pedal se vuelve esponjoso y la frenada es defectuosa, se procede a la purga del sistema y si es necesario a la sustitución del líquido de frenos.
10. Líquido de freno incorrecto: En este caso se debe limpiar el sistema de frenos con alcohol metílico para quitar a la vez todas las impurezas del sistema posteriormente sustituir con nuevo líquido de freno adecuado.
11. Cilindro maestro o cilindro de rueda agarrotados: Se debe revisar todo el sistema hidráulico para quitar el agarrotamiento.
12. Servofreno defectuoso: Revisar las conexiones de vacío o roturas donde no haga un vacío o aspiración perfecta.
13. Pastillas embarradas con líquido o grasa: Lo recomendable será verificar de donde surge alguna fuga, tanto en estado de reposo como con el motor en funcionamiento, además se deberá cambiar las pastillas de los frenos.
14. Pedal de freno remordido o atorado: Se debe de lubricar sus partes móviles para recuperar su deslizamiento correcto.

Además se deberá comprobar el buen funcionamiento del desplazamiento de los émbolos del cilindro maestro ya que el pedal esta unido a ellos.

15. Cilindro de la rueda gripado: Para esto se debe de limpiar el cilindro sustituir guardapolvos y retenes.
16. Goma cilindro maestro sobrecargada o expandida: en este caso se debe reemplazar los retenes, cambiar de gomas y lavar el sistema de freno y poner un nuevo líquido de frenos.
17. El embolo del cilindro principal no regresa a su posición: para esto se debe de reemplazar el conjunto del cilindro maestro como recomendación.
18. Cable de freno de mano enganchado: En este caso se necesita lubricar sus partes y hacer una regulación al mismo.
19. Pulsaciones en el pedal del freno: en este inconveniente puede ser que los discos de freno se encuentren deformados o pandeados, habrá que rectificar o sustituirlos. Otra de las causas son los rodamientos de las ruedas que ya están gastadas lo que causa demasiado juego y vibraciones. Si las vibraciones en el pedal siguen, habrá que reemplazar pastillas y/o discos de frenos que sean compatibles. de los frenos sean de baja calidad así mismo que los discos,
20. Los frenos no se accionan en altas temperaturas: Si no hay fugas y todo esta correcto de forma hidráulica, puede que las pastillas o el disco de freno sean de baja calidad o la instalación de los mismos sea incorrecta.
21. El vehículo se inclina en uno de sus lados al momento de frenar: Esto se debe a que un par de pastillas de freno este embarrada de grasa o aceite, también puede ser que el desgaste sea más pronunciado que la otra rueda. Otra de las causas puede ser que las llantas o neumáticos del vehículo no dispongan de una misma presión, balanceado o que no posean un mismo labrado. Otro inconveniente puede ser que uno de los cilindros de rueda este atascado o agarrotado, o los resortes que hacen que retorne todo el mecanismo de freno estén vencidos o sueltos. Así mismo puede que una de las cañerías del sistema de freno este obstruida, tapada o aplastada lo cual modifica la frenada.

Otra de las posibles causas puede ser discos en mal estado, rotulas de la suspensión con mucha holgura, o amortiguadores en mal estado.

22. Los frenos producen chirridos: Una de las primeras causas puede ser que la alarma sonora de desgaste de las pastillas de freno este dando un aviso para ya ser sustituidas. Otra causa puede ser que la lámina que amortigua los ruidos se encuentre aislada o rota. Otra causa de los chirridos es que en los discos posea partículas de polvo o metálicas debido al desgaste o por el ambiente que causan chirridos incómodos. Puede pasar que la mordaza de freno roce contra el disco debido a una mala instalación. Se debe también a una pastilla de freno de baja calidad, resortes de sujeción debilitados o rotos, o los mismos rodamientos de las ruedas desgastados y ponen en mala posición la mordaza con el disco.

Mejoras.-

Las mejoras que se realizan en el sistema de freno son con el objetivo de aumentar la capacidad de frenada del vehículo para que de esta forma se consiga un mejor performance y calidad de marcha en todo momento cuando el vehículo lo requiera. Normalmente esto se lo realiza en vehículos de altas prestaciones y vehículos de competición.

Mejoras en Servofreno Hidrovac:

A comparación con el servo freno "mastervac", este sistema se lo puede instalar en cualquier posición para vehículos que no tienen suficiente espacio donde reposa el motor, además este sistema utiliza liquido hidráulico y aire para su amplificación de fuerza al momento de la frenada. Este sistema está compuesto por tres partes principales, un cilindro hidráulico, un cuerpo de vacío, y una válvula de control.

El cilindro hidráulico está formado por un cuerpo bomba el cual se comunica por medio del conducto y orificios de entrada y salida donde fluye el líquido hidráulico que empieza en la bomba principal de freno. Dentro de dicho cilindro se desplaza un embolo el cual impulsa el líquido hacia los canales mencionados, este embolo es movido gracias a un vástago que comunica el pedal del freno. Dicho embolo también separa las dos cámaras de vacío del servofreno por medio del vástago, venciendo la tensión del muelle para que el émbolo y el vástago se mantengan en su lugar y retorne al desaplicar el freno.

El cuerpo de vacío separa las dos cámaras de presiones, la primera del lado izquierdo es la de presión atmosférica (lado A) y la del lado derecho de depresión (lado B). Este cuerpo de vacío está compuesto por un cierre o chapa que hace un cierre hermético entre las dos cámaras, haciendo mover el embolo principal para accionar la multiplicación del pedal del freno. Las dos cámaras mencionadas tienen comunicación con la válvula de control.

La válvula de control está formada por un cuerpo de válvulas, la misma que posee dos cámaras separadas por una membrana flexible de caucho, que se comunican por medio de una válvula superior que a la vez va unida al pistón, del lado derecho que va impulsado por el líquido de frenos. Las dos cámaras mencionadas del cuerpo de válvulas se comunican con el cuerpo de vacío que están formadas por las dos cámaras similares a la válvula de control. La válvula derecha del cuerpo de válvulas esta en comunicación con el aire mediante un filtro y que a la vez se mantiene cerrada por la acción de un muelle recuperador.



FIGURA 3.1 : Servofreno con bomba hidrovac

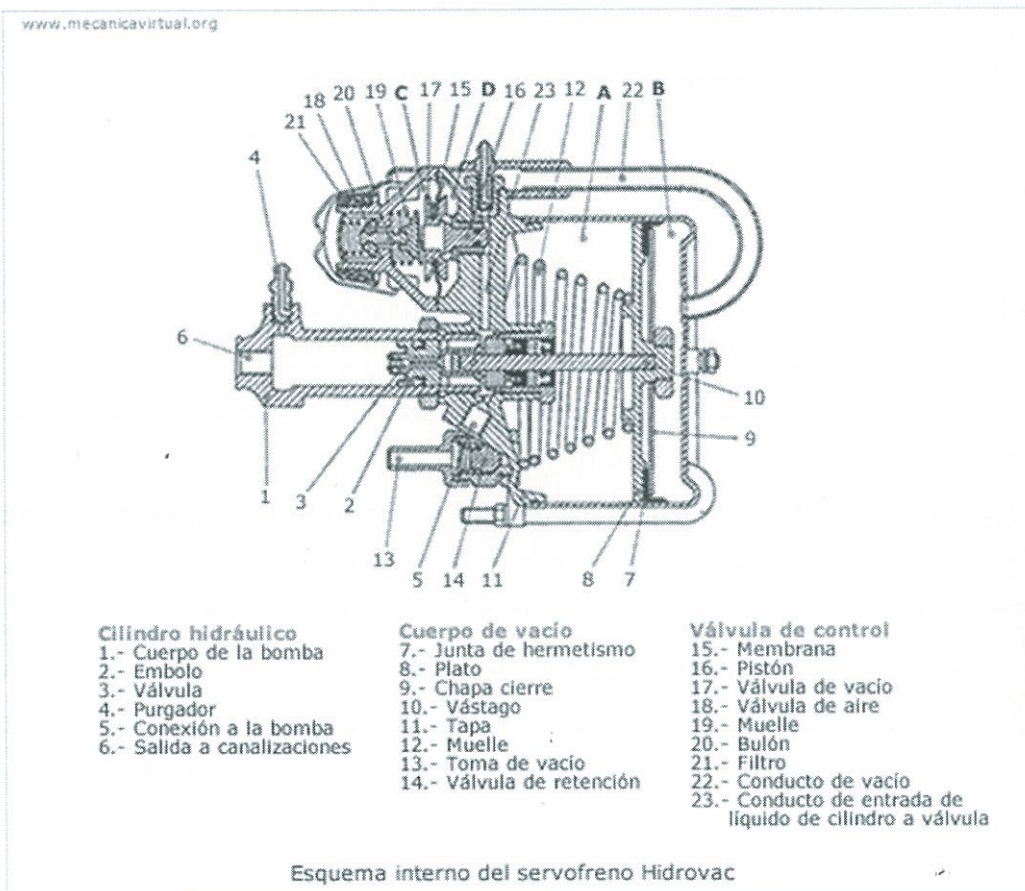


FIGURA 3.2 : Representación de partes servofreno hidrovac

Funcionamiento:

El embolo del cilindro hidráulico permanece en reposo, mientras que las dos cámaras Ay B del cuerpo de vacío mantienen una misma presión de vacío. En esta misma posición el liquido hidráulico se mantiene a presión pasando por la válvula del embolo del cilindro hidráulico, lo cual la presión se mantiene en las canalizaciones hacia las ruedas.

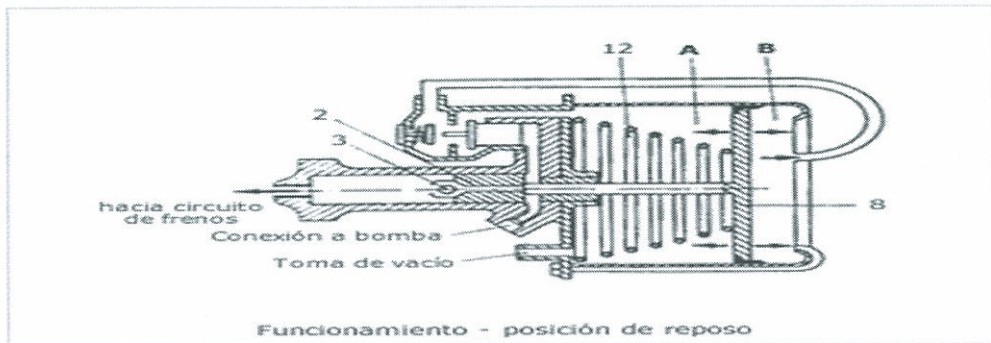


FIGURA 3.3 : Hidrovac en reposo

Cuando el freno es aplicado por el conductor, el liquido a presión de la bomba entra por el orificio inferior que de ese modo pasa por el conducto superior que comunica a la válvula de control, el cual dicho liquido actúa sobre el embolo de la válvula de control para de este modo las dos cámaras de esta sección queden incomunicadas. Posteriormente se abre la válvula del extremo izquierdo de la válvula de control haciendo que ingrese aire filtrado por ese orificio el cual luego se comunica mediante una manguera al cuerpo de vacío del lado B. mientras que la cámara A esta sometida a depresión, de esta manera hace que se desplace el embolo hidráulico para de este modo exista presión hacia los cilindros de los frenos de las ruedas.

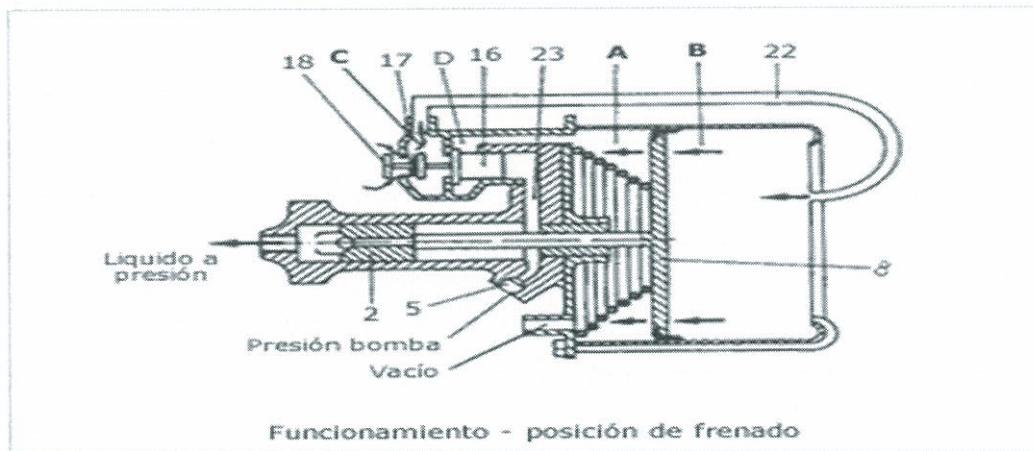


FIGURA 3.4 : Hidrovac en acción cuando se presiona el pedal del freno, existe la multiplicación de fuerza.

En mejora de materiales y modificación de dimensiones podemos tener:

Mejoras de los discos de freno:

En los discos de freno podemos mejorar el material que está construido mediante tratamientos térmicos, los cuales eliminan toda partícula extraña del disco así como porosidades de aire para que sea más puro y resistente.

Los discos pueden tener un mejor sistema de ventilación complementado con la ventilación interior y esto se lo logra mediante orificios en sus lados que se llama taladrado o por medio de rallado.

Los discos desmontables son más usados en la competición, los cuales son desmontables y son de bi material.

Un mayor diámetro de sus dimensiones, hace que en el disco exista una mayor superficie de frenada, y por ende una mejor respuesta y agarre.

Mejoras en las guarniciones de freno:

El material de rozamiento o de fricción es mejorado con el propósito de reducir el efecto "fading" que es la pérdida de adherencia de la pastilla contra el disco cuando la temperatura aumenta. Este tipo de pastillas o guarniciones de freno soportan desde 400 °C hasta 800° C u otras que van desde 0° hasta 500°.

Generalmente este tipo de pastillas son fabricadas con compuestos de óptima calidad como la cerámica y el carbono y no tienen ningún inconveniente en su uso diario.

Conductos de freno mejorados:

Los conductos o canalizaciones para el líquido de frenos que están usualmente cerca de la mordaza de freno o el plato tambor, son de caucho. Este material se lo puede sustituir por tubos de teflón, donde el mismo es menos dilatante y más firme que el caucho, con este se consigue una mayor firmeza al momento de frenar y será resistente a corrosión u orificios en el mismo.

Líquido de frenos:

Usaremos en este caso un líquido de frenos que sea capaz de soportar un alto punto de ebullición como los recomendados DOT 4 y DOT 5, con puntos de ebullición de 255 ° C y 270° c respectivamente. Además que se recomienda utilizar este último preferiblemente por su tener mayor recuperación y soportar altas exigencias al frenar.

Mejoras con control electrónico de frenado:

Todas estas mejoras que hemos logrado están inspiradas para el uso en la competición y sin inconvenientes en el uso de auto de turismo y gran turismo.

Los discos de frenos modificados es una buena opción ya que tienen un diámetro más grande y son más robustos en fabricación, por otro lado existe frenos refrigerados por agua que mejora en gran parte la refrigeración de los frenos. Otra de las mejoras puede ser el cambio de pinzas de freno donde posea no solo un cilindro sino 4 o 6 cilindros de freno. Sus costos son altos pero mejora rotundamente el frenado del vehículo y durabilidad.

En nuevas tecnologías para el mejoramiento del sistema de freno con respecto a la eficacia del frenado:

Sistema de frenos ABS:

El sistema de frenos ABS conocido por sus siglas en ingles "anti- lock braking system" antibloqueo de la ruedas, permite que las ruedas del vehículo no se bloqueen durante una frenada brusca o de emergencia y mantener el control y estabilidad del vehículo para ser maniobrado durante la frenada, esto se logra mediante una unidad de control que recibe las señales de cada rueda que está a punto de bloquearse, lo cual dicha señal se procesa y manda una orden al cuerpo de válvulas que es el encargado de dosificar la fuerza de frenado a cada una de las ruedas automáticamente sin la necesidad de levantar el pie del pedal del freno y sin bombear lo que a la vez se consigue acortar las distancias de frenado.

Un sistema de frenos convencional sin ABS se compone de: el pedal del freno, servo freno, cilindro maestro, discos de frenos, mordazas de freno, válvula reguladora de presión, tambor de freno, cilindro de rueda de freno.

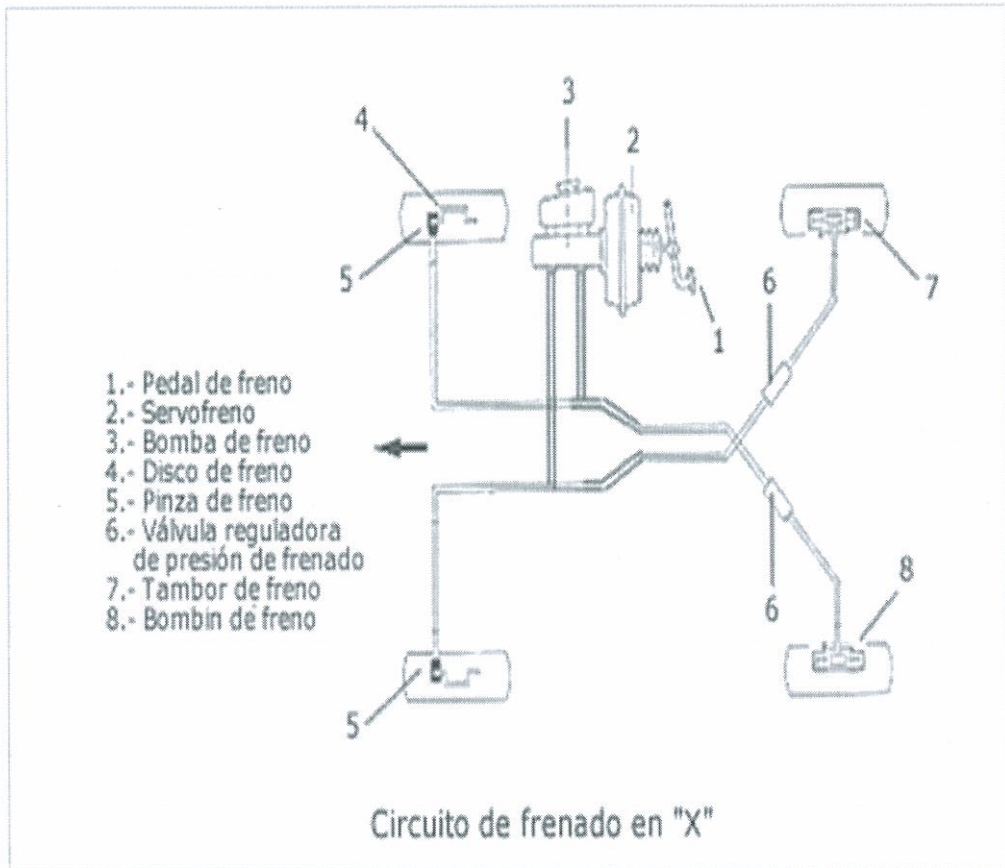


FIGURA 3.5 : Representación del sistema de frenos con circuito en "X" sin ABS

Un sistema de frenos ABS con mando electrónico se compone principalmente del pedal de freno, servofreno, cilindro maestro, discos de freno, mordaza de freno, sensores en las ruedas, luz testigo del ABS, regulador de presión en el circuito, cuerpo de válvulas, unidad electrónica (ECU), conector para diagnosis, tambor de freno.

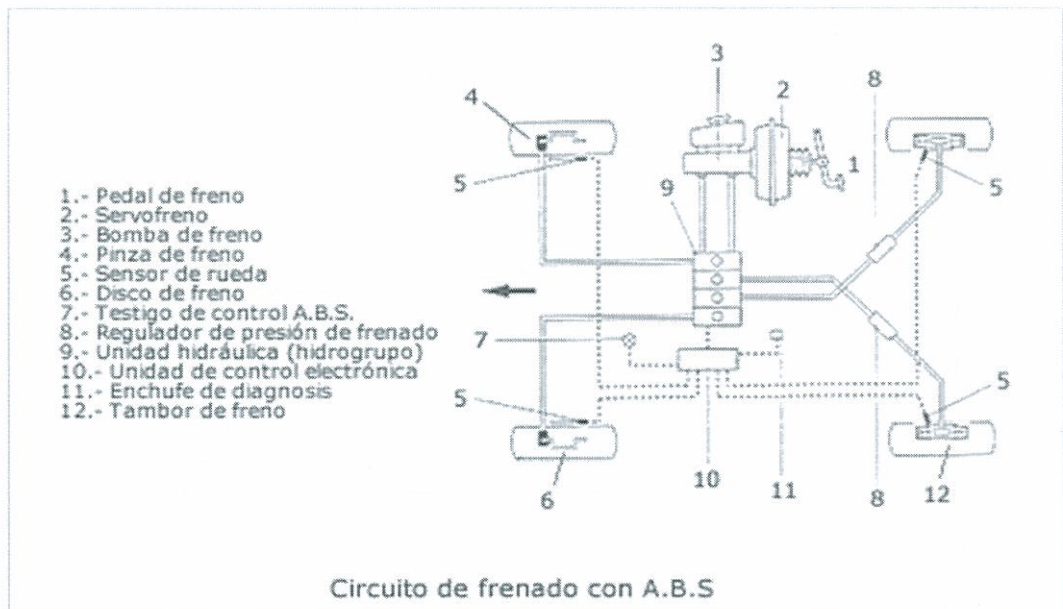


FIGURA 3.6: Sistema de frenos con circuito ABS y unidad de control

El funcionamiento de un sistema de frenos ABS entra en funcionamiento cuando las fuerzas dinámicas en el vehículo actúan cuando este está en movimiento. Las fuerzas que actúan en la rueda del vehículo son la motriz, de frenado, laterales y de adherencia. Un auto con sistema ABS dispone de sensores en las ruedas, las cuales detectan la velocidad de las mismas enviando una señal eléctrica sinusoidal mediante un campo magnético o de luz que se va cortando y enviando información a la ECU (unidad de control electrónico).

Cuando una rueda pierde adherencia en la calzada por deslizamiento en mojado, gravilla, barro, o cualquier superficie con un coeficiente de rozamiento menor, la rueda tiende a bloquearse, y es en ese momento donde el sistema ABS entra en acción; los sensores de las ruedas envían la señal a la computadora ECU que una de las ruedas tiende a bloquearse ya que su velocidad de giro es menor a la del vehículo, entonces la ECU procesa dicha señal y envía al dosificador de fuerza de frenado del cuerpo de válvulas, dicho cuerpo de válvulas controla la presión de frenado a cada una de las ruedas de forma independiente mediante impulsos eléctricos, el cual no permite que cualquier rueda se bloquee por una sobrepresión.

Gracias a esto se logra controlar el vehículo y poder maniobrar o hacer un giro para evitar un accidente, así como reducir distancias de frenado.

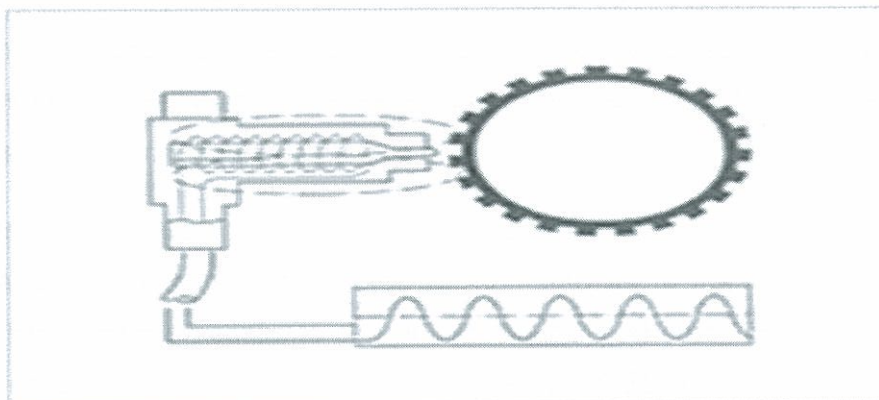


FIGURA 3.7 : Representación del sensor de rueda de inducción magnética transfiriendo una señal sinusoidal a la ECM.

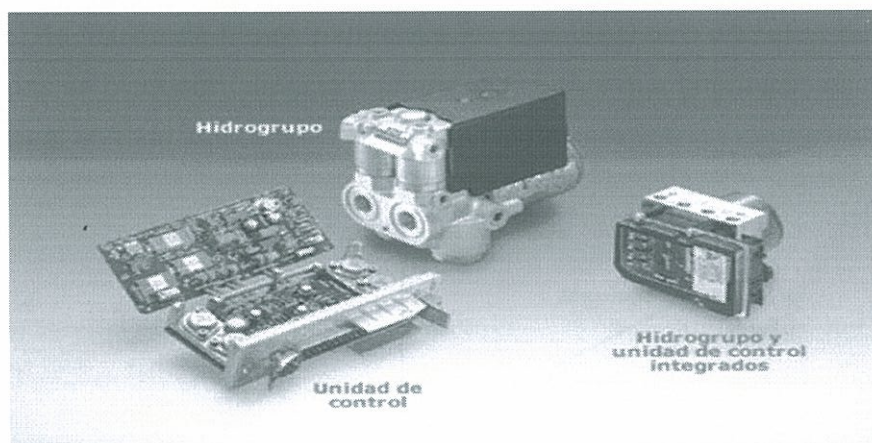


FIGURA 3.8 : Representación del cuerpo de válvulas en el centro, al lado izquierdo la ECU o unidad de control y al lado derecho, cuerpo de válvulas con unidad de control integrado.

Sistema de frenos EBD:

Todo vehículo posee un centro de gravedad con respecto a la calzada. Al momento de una desaceleración o frenada, el peso del vehículo tiende a inclinarse al tren delantero del vehículo, y cuanto mayor sea el centro de gravedad mayor será la fuerza que se produzca en el tren delantero del vehículo.

Y es por esta razón que el tren delantero posee frenos más potentes para soportar esa variación y sobrecarga al momento de la frenada. El sistema de frenos EBD actúa en conjunto con el sistema ABS, el cual nos quiere decir que utiliza los sensores y los dosificadores de frenada del ABS, el cual realiza una repartición de fuerza de frenado entre ejes delantero y trasero para que las ruedas del vehículo no se sobrecargue con demasiada fuerza y continúe desbloqueando las mismas con el sistemas ABS. Por esta razón se consigue mejorar el reparto de masas y carga del vehículo para mejorar aun más la frenada. Esto funciona mediante el acumulador de presión del cuerpo de válvulas el cual dosifica la cantidad de liquido de frenos para entre los ejes delantero y trasero antes de que las ruedas se bloqueen, de esta manera se buscara que la presión en cada rueda sea la ideal en todo momento.

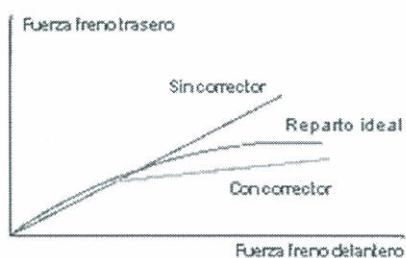


FIGURA 3.9 : En este grafico se representa la distribución electrónica de frenado entre el eje trasero y el eje delantero del automóvil, se lo realiza antes que actué el ABS para que las ruedas traseras no sean bloqueadas.

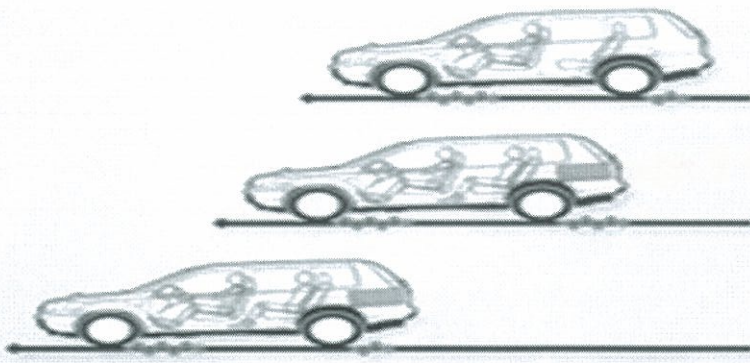


FIGURA 3.10: Representación de un vehículo donde se puede visualizar como la frenada es dosificada por la carga y centro de gravedad del vehículo que pasa de estar en movimiento a ser detenido. (Las líneas rojas en las ruedas representan la dosificación e intensidad de frenado).

Control electrónico de estabilidad ESP:

Como hemos dicho anteriormente el automóvil está sometido a fuerzas laterales, que en algunos casos estas fuerzas son tan amplias que modifican la trayectoria del vehículo cuando el mismo es exigido o pasa sobre una calzada con poca adherencia, lo cual se crea un exceso de subviraje y sobre viraje de auto, dependiendo su estructura y el tipo de tracción que posea.

Este tipo de sistema utiliza los elementos del sistema ABS y del control de tracción que hablaremos más adelante. Gracias a algunos actuadores y sensores es posible medir la velocidad de cada rueda para que esta mantenga un equilibrio cuando el vehículo se está desplazando, por lo tanto este sistema se ha vuelto uno de los elementos de seguridad activa en el vehículo de suma importancia en el equipamiento en conjunto con el ABS.

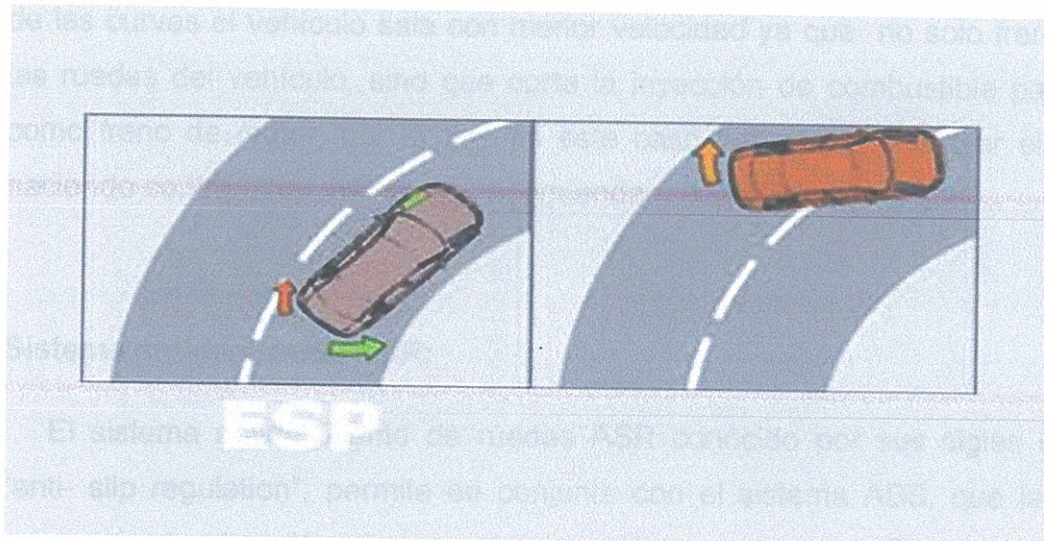


FIGURA 3.11 : Representación del sistema ESP en el lado izquierdo que controla la trayectoria del vehículo cuando supera los 80 km/h. Al lado derecho se representa un vehículo sin el sistema ESP que tiene a realizar sobre viraje en la curva por la que transita.

El funcionamiento del ESP se lo realiza mediante una centralita que comprara el ángulo del giro del volante con el giro de automóvil en la curva. Si los valores de la velocidad tanto del volante como del auto no concuerdan, se produce el frenado en una de las ruedas para corregir la trayectoria del vehículo y conseguir de nuevo la estabilidad y seguridad del mismo. El sistema ESP es inspirado por los vehículos sin directrices conocidos como oruga. Cuando existe un subviraje en el tren delantero del vehículo, la rueda que está dentro de la curva frena para corregir la trayectoria cerrándola y de este modo el tren trasero siga la trayectoria correcta que poseía. Si existe un sobre viraje la rueda que esta fuera de la curva se frena para que el tren trasero que estaba fuera de control siga la trayectoria correcta abriéndola, y se iguale con el tren delantero. El peso, los neumáticos y la suspensión del vehículo determinan la eficacia del ESP en la curva para determinar su óptimo funcionamiento, con lo cual no debemos estar confiados de que el sistema ESP nos podrá ayudar en todo momento por lo que no debemos de abusar de él.

En algunos vehículos este sistema se puede desactivar ya que en la salidas de las curvas el vehículo sale con menor velocidad ya que no solo frena una de las ruedas del vehículo, sino que corta la inyección de combustible para actuar como freno de motor, por lo que en este caso habrá que controlar el vehículo haciendo contra giros mas no se recomienda a cualquier conductor.

Sistema antideslizante ASR:

El sistema antideslizante de ruedas ASR conocido por sus siglas en ingles "anti- slip regulation", permite en conjunto con el sistema ABS, que las ruedas nunca pierdan tracción al momento de acelerar o arrancar. El sistema entra en acción cuando queremos salir con potencia en altas revoluciones, lo que permite que las ruedas no pierdan esa valiosa energía al derrapar frenando una de las ruedas motrices para que mantenga un par aceptado y no resbale sobre la calzada, lo que autos sin este sistema resbalarían sin control perdiendo potencia y tracción. En otras palabras este sistema impide la perdida de motricidad al momento de la aceleración. El Sistema ASR puede actuar reduciendo el par motor ya sea cortando la inyección, o desactivando uno de los cilindros, o en otros autos frenando cualquier rueda denominado EDS, lo cual actúa como diferencial autoblocante.

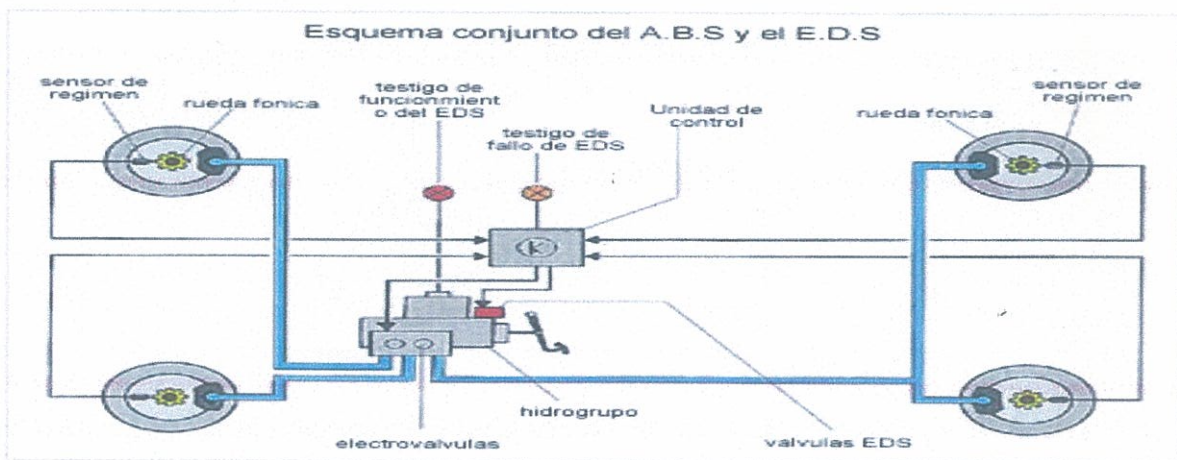
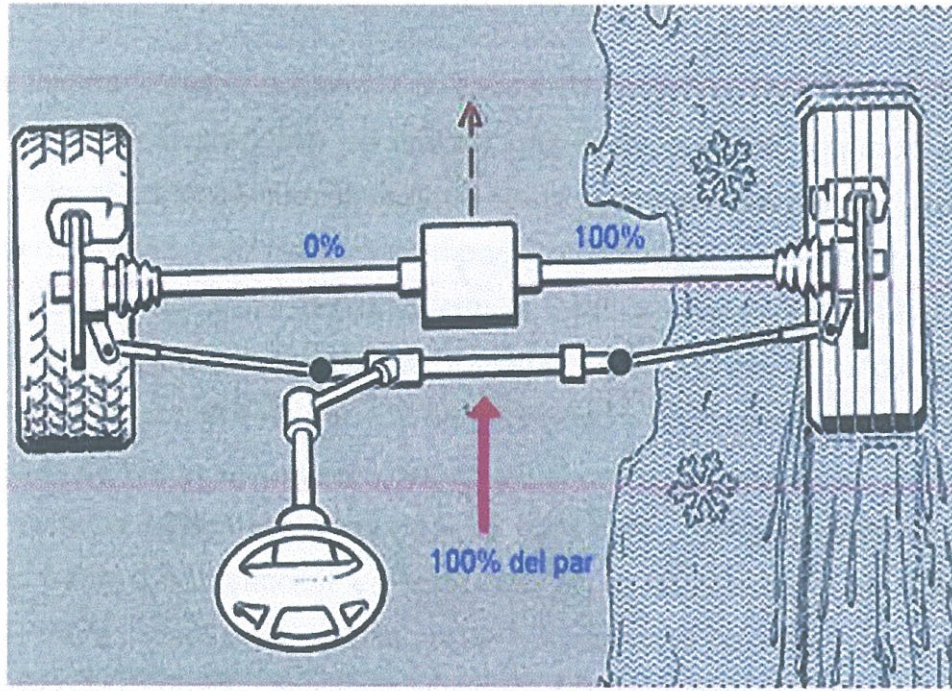


FIGURA 3.12 : Representación esquema del circuito del ASR o EDS, con sensores y actuadores compartidos con el sistema ABS.

Reparto del par de tracción con suelo deslizante



Reparto del par de tracción entre las ruedas

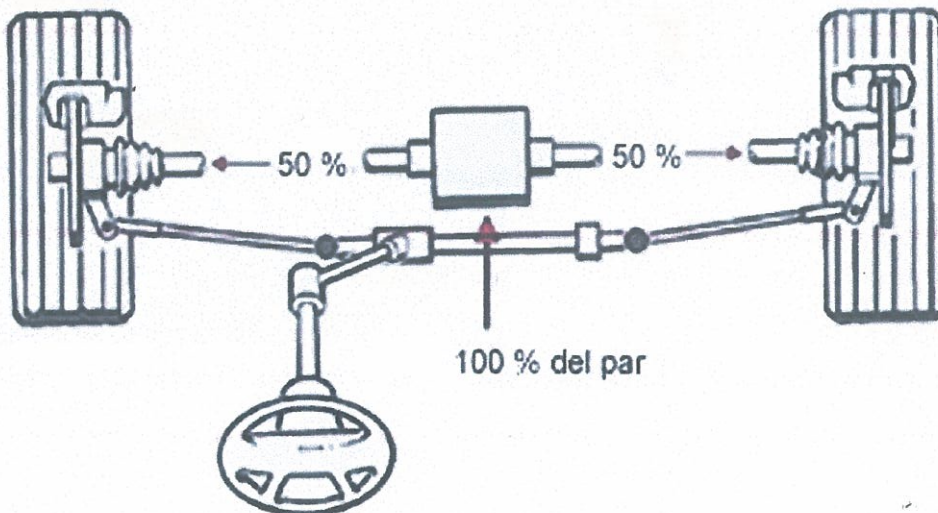


FIGURA 3.13 : Representación del reparto de tracción, en el lado izquierdo sin ASR, en el lado derecho con ASR repartida la tracción 50/50.

Sistema de frenos de emergencia AFU o BAS:

Este sistema llamado asistencia de frenado de urgencia (AFU), o "brake assist" (BAS). Tiene como propósito de realizar una frenada eficaz con toda su fuerza aun cuando el conductor no la aplique en el momento del peligro para que la distancia del frenado sea menor y el impacto posible se anule o sea menor.

Este sistema actúa en conjunto con el ABS y revoluciones del motor, las cuales caen al momento de la frenada, además en algunos vehículos comúnmente europeos esta frenada de emergencia hace que se activen las luces del vehículo de forma intensa tanto las traseras como las delanteras.

Este sistema básicamente está hecho para conductores que temen exigir al pedal de freno o su reacción es lenta, gracias a este sistema se amplifica la fuerza de frenado reduciendo hasta un 25 % la distancia de frenado.

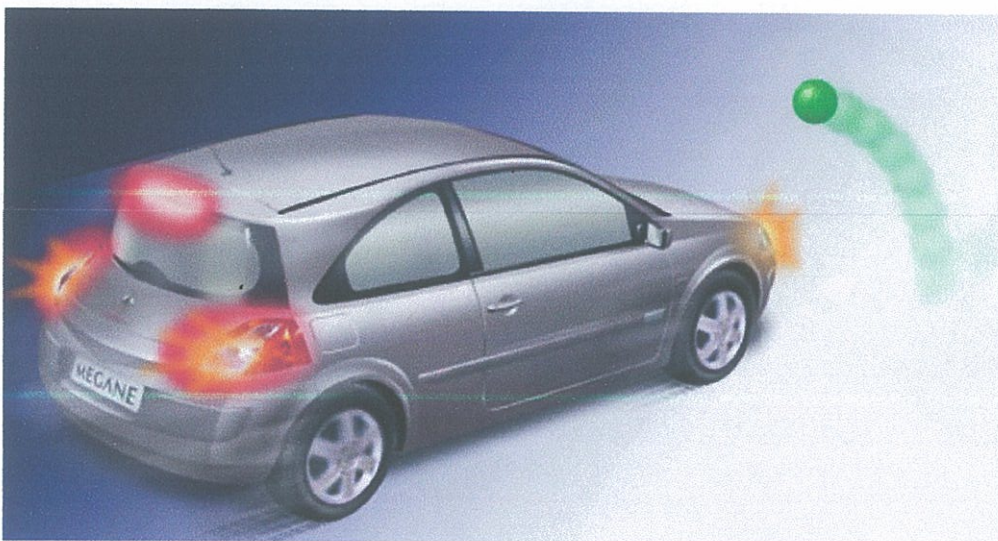


FIGURA 3.14 : Representación del Renault Megane II con sistema BAS con luces de advertencia activas.

Capitulo 4: Tecnología para la construcción del proyecto práctico:

Primero: Para la realización del proyecto práctico, se ejecuto un breve boceto de lo que iba a ser el futuro sistema de simulador de frenos, lo cual se lo estudio de la mejor manera para que los componentes que iba a soportar la base metálica estén dispuestos correctamente.

Segundo: Se construyó un soporte metálico, más conocido como chasis el cual esta soldado mediante suelda tipo Mig, el cual presenta 4 patas con las cuales se asientan al suelo y en la parte superior forma el cuadro.



FIGURA 4.1 : Soporte metálico o chasis, con freno de mano, tanque de presión y servofreno instalado.

Tercero: Gracias a la suelda y la pintura el chasis estaba listo para montar el resto de componentes, con lo cual se prosiguió a instalar las cañerías de cobre donde pasara el líquido hidráulico y los manómetros de presión junto con el cilindro maestro instalado. Además se realizo platinas de apoyo para las futuras manguetas de freno, soportes tambor de freno, freno de mano y el tanque de presión. Cabe decir también que se realizo los orificios correspondientes para distintos pernos y tuercas a instalarse.



FIGURA 4.2 : Instalación de las tuberías de cobre, manómetros de presión junto con la bomba principal de freno con medidas.

Cuarto: Seguidamente gracias a los soportes instalados se comenzó a montar la base para los tambores de freno con sus respectivas zapatas de freno. Con esto se consiguió unir la cañería al cilindro de la rueda de los tambores de freno.



FIGURA 4.3 : Soporte tambor de freno, cilindro de la rueda y el par de zapatas de accionamiento simple. La cañería está instalada.

Quinto: En el tren delantero se instalaron las manguetas de las mordazas de freno dadas una pintura distinta para su diferenciación. Las cañerías para las ruedas delanteras están siendo instaladas.

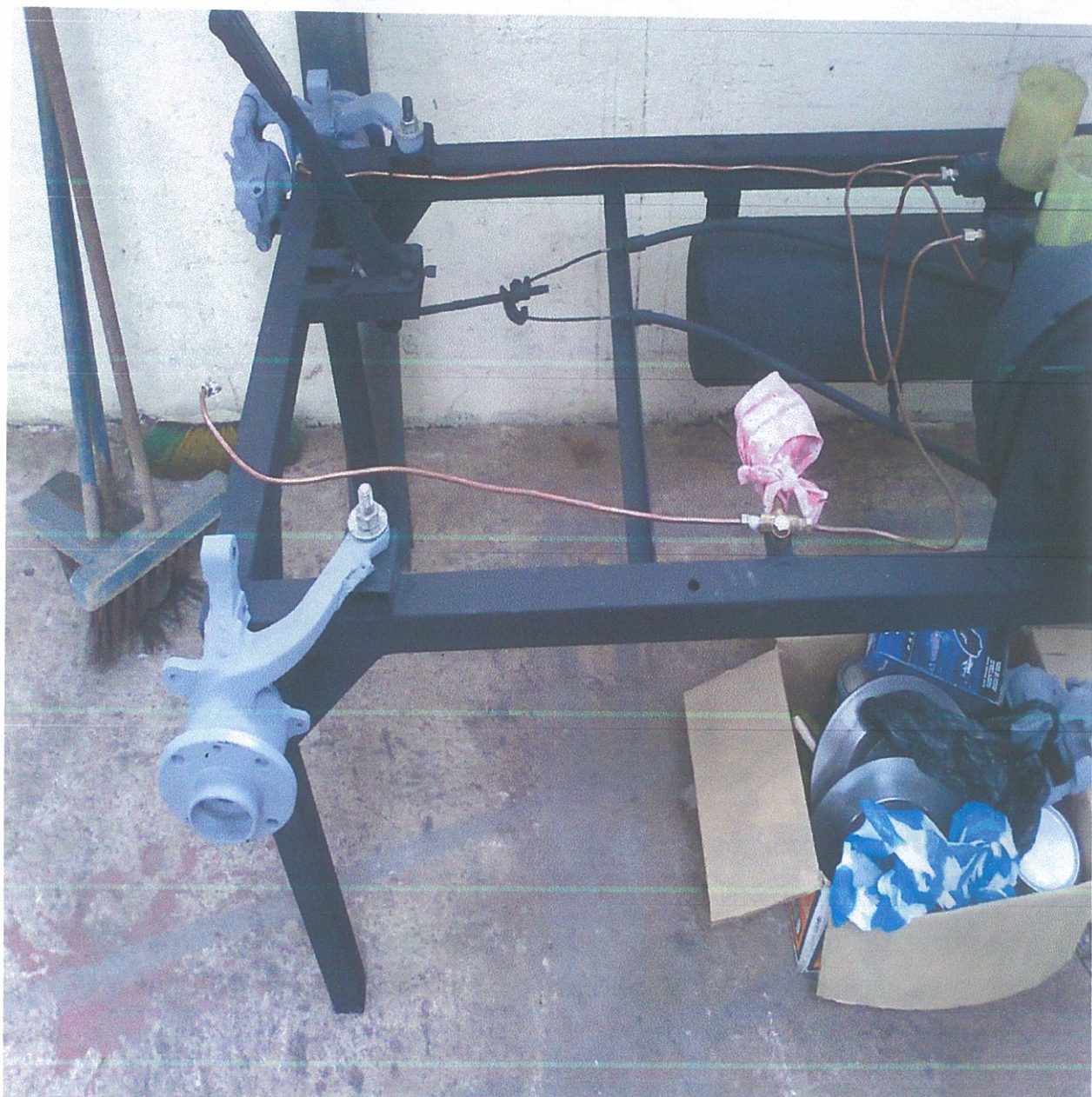


FIGURA 4.4 : Manguetas de freno delanteras sujetadas con pernos y arandelas, cañerías delanteras medidas listas para unir a las mordazas de freno.

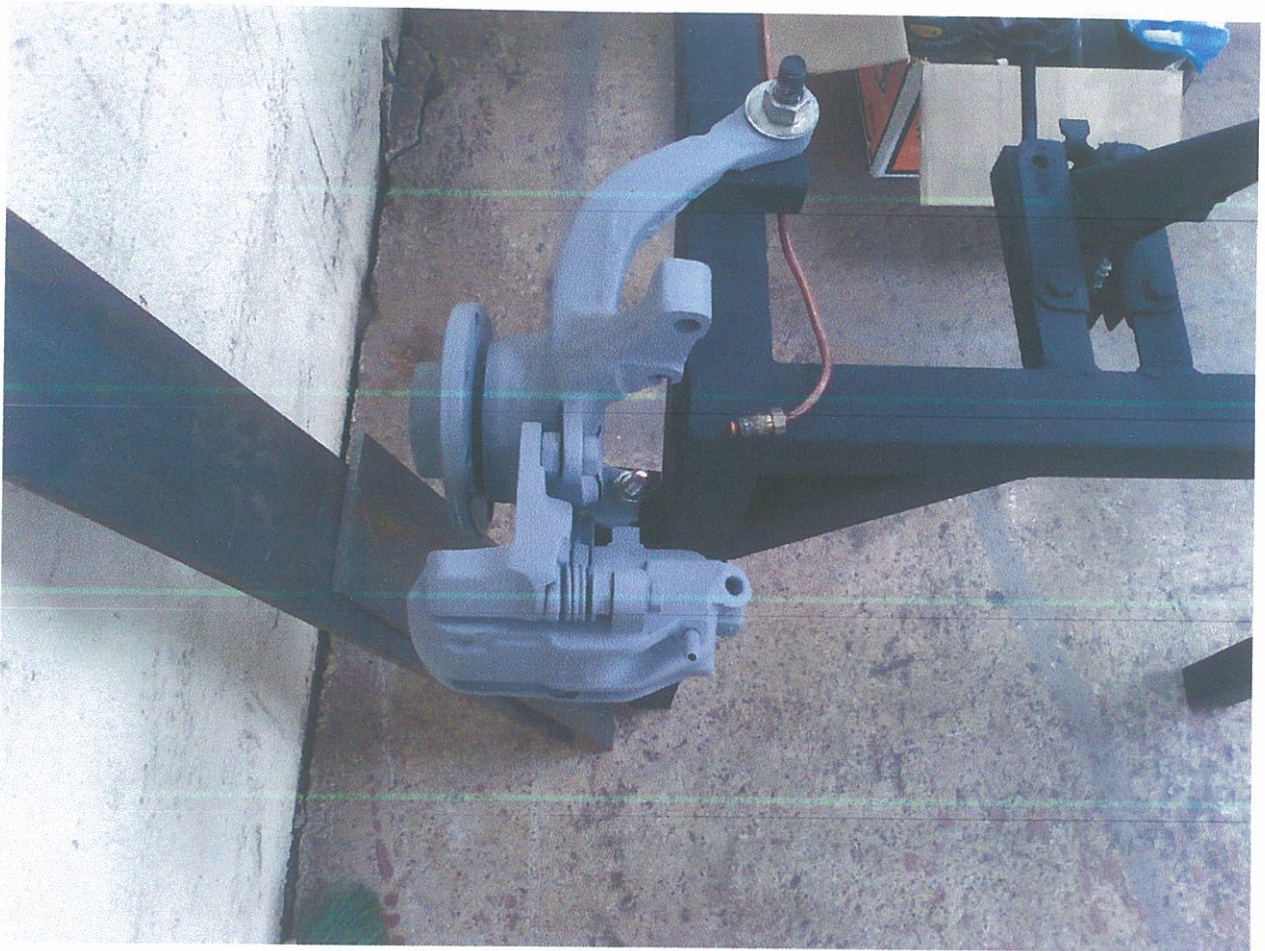


FIGURA 4.5 : Mangueta y mordazas junta, las cañerías están lista para unirse a la mordaza.

Sexto: El sistema hidráulico de frenos estaría casi listo, tuberías firmemente conectadas, pedal de freno junto con el servofreno y cilindro maestro, zapatas instaladas en las ruedas posteriores, cable freno de mano enganchado correctamente para la ejecución manual, pastillas de freno instaladas en cada rueda.



FIGURA 4.6 : Sistema hidráulico de frenos.

Séptimo: En este paso se tomo la decisión de mejorar el proyecto, tanto estéticamente como en su funcionamiento. Para esto se modifico la posición del pedal del freno junto con el servofreno y el cilindro maestro para un mejor accionamiento. Seguidamente la modificación de su situación y para mejor funcionamiento se opto por un cilindro maestro y servofreno de diferentes características a los mostrados anteriormente. El taller de Autofrancia C.A que comercializa vehículos Peugeot para el Ecuador, nos brindo su apoyo en la construcción del mejoramiento del funcionamiento y estética de dicho proyecto con técnicos especializados en la marca y en la rama de mecánica automotriz.



FIGURA 4.7 : En los cuatro gráficos representados en este séptimo paso es el servofreno que va a ser reemplazado por el antiguo junto con las herramientas solicitadas para la ejecución.

Octavo: Seguido a esto, el chasis o carrocería se modifico instalando una barra de acero situada en el tren delantero del chasis, de este modo ira fijado el servofreno en conjunto con el pedal del freno y el nuevo cilindro maestro. Además de esto, las cañerías donde pasa el fluido hidráulico fueron sustituidas por unas cañerías de acero más resistentes y mejor trazadas que ayudaran a transportar de mejor manera al líquido hidráulico de freno. Posteriormente se instalo platinas en forma de circunferencia para las juntas flexibles para las mordazas de freno, donde también pasa el líquido hidráulico que va conectado a la cañería rígida.

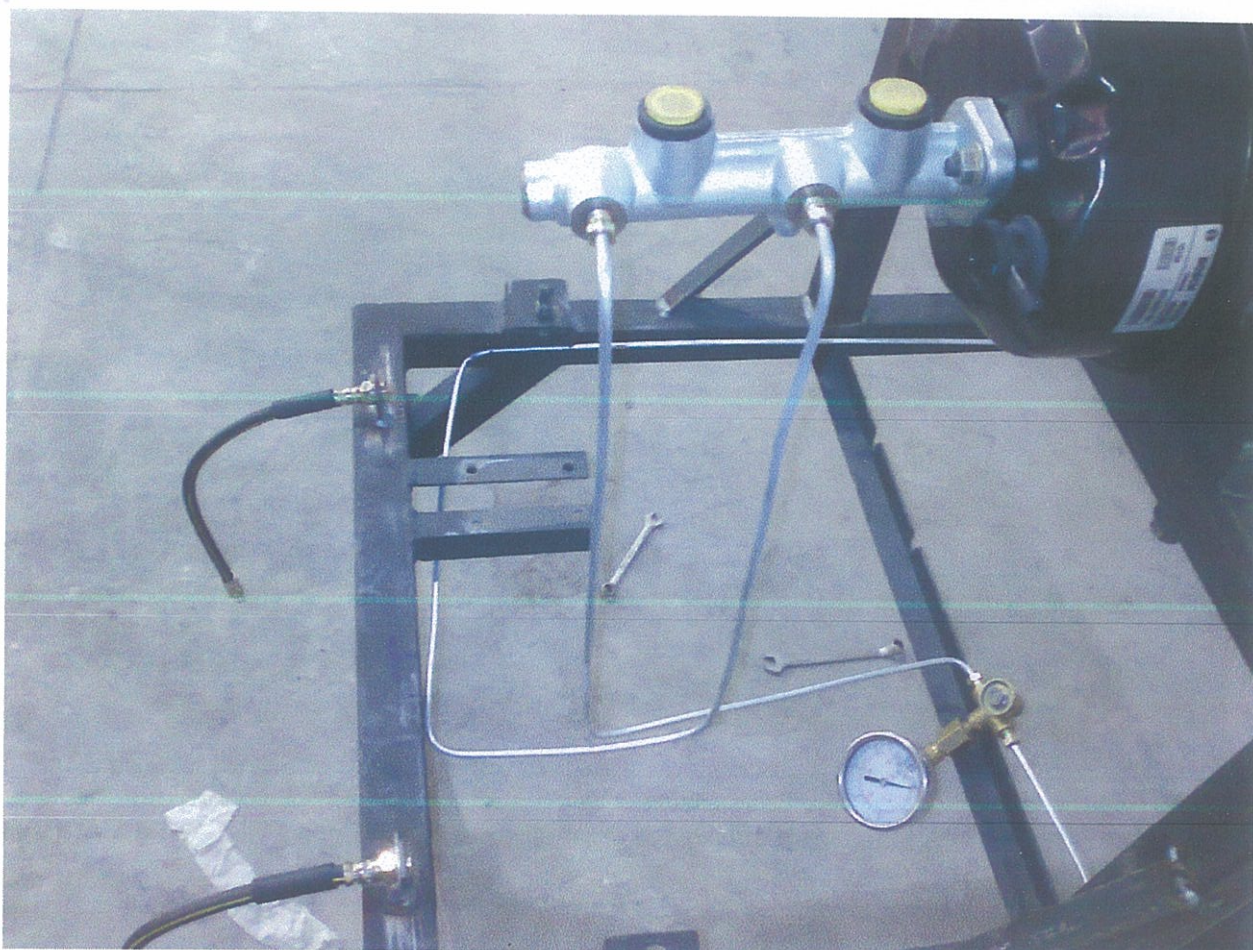


FIGURA 4.8 : Representación de la nueva posición del servofreno y cilindro maestro en conjunto con las nuevas cañerías de acero y juntas flexibles para las mordazas de freno delanteras.

Noveno: A continuación el chasis y sus componentes que reposaran sobre él, se encuentran pintados con colores que diferencian a cada uno de ellos con el fin de identificar cada parte de mejor manera, así mismo dicha pintura es mejorada ya que es la misma que se usa para la pintura de carrocerías automotrices, las cuales presentan un brillo especial que les da un acabado más profesional. Además las cañerías son perfectamente trazadas y dobladas a la medida para que todo quede en armonía con el chasis del sistema.



FIGURA 4.9 : Chasis, manguetas y discos de freno con pintura mejorada y diferenciada en cada uno.



FIGURA 4.10: Cañerías para el fluido hidráulico perfectamente trazadas a la medida junto con los manómetros de presión.

Decimo: En esta etapa se monta el resto de componentes como mordazas de freno, pastillas, soporte tambores, tambores, cilindros de rueda, zapatas de freno. Cada una de ellas con sus colores vistosos para ser diferenciados con claridad.



FIGURA 4.11: Arriba a la izquierda tambor de freno, arriba a la derecha zapatas de freno, abajo a la izquierda mordaza de freno, abajo a la derecha tambor y soporte de freno instalados.

Decimo primero: Para realizar el vacio del servofreno, hubo la necesidad de eliminar el tanque que acumulaba presión y sustituirlo por una bomba la cual realiza el vacio del servofreno, la misma que proporciona 1/5 de caballo de potencia, suficiente para realizar la depresión necesaria.



FIGURA 4.12: Bomba de vacío de 110 V ~AC, de 1/5 de HP.

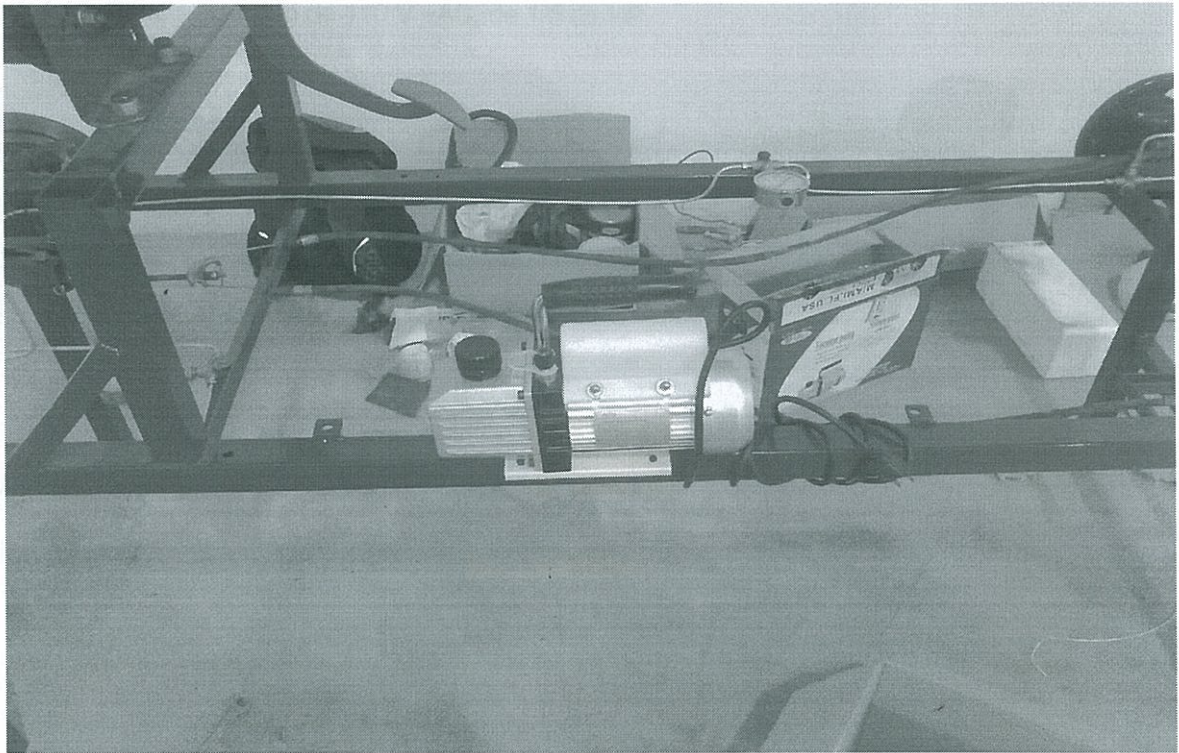


FIGURA 4.13: Bomba de vacío instalada y fijada en el chasis del sistema hidráulico de frenos.



FIGURA 4.12: Bomba de vacío de 110 V ~AC, de 1/5 de HP.



FIGURA 4.13: Bomba de vacío instalada y fijada en el chasis del sistema hidráulico de frenos.

Decimo segundo: Al momento de accionar el pedal del freno, se visualiza en los vehículos el accionamientos de luces traseras las cuales indican que el automóvil está frenando, lo mismo haremos en este sistema, lo cual se instalara una batería de 12 voltios en la parte trasera del chasis, el cual alimentara a un foco de doble filamento en su testigo luminoso también ubicado en la parte trasera que será accionado por un interruptor normalmente abierto ubicado por encima del pedal del freno.

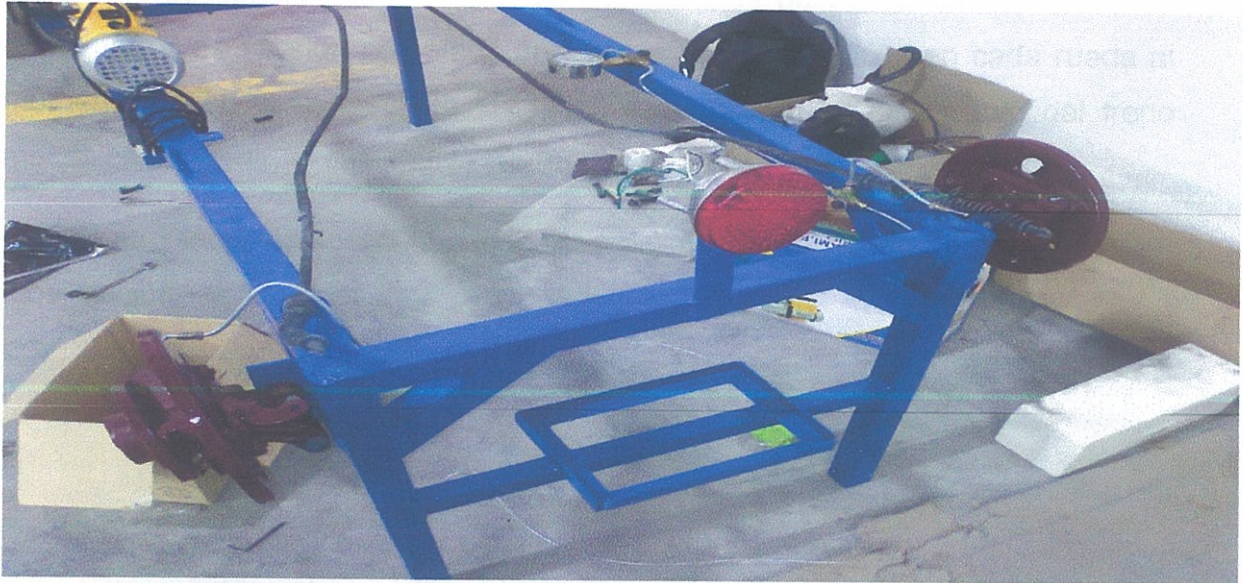


FIGURA 4.14: Representación del testigo luminoso conocido como luz de stop y la batería de 12 voltios instalada en la carrocería del sistema de frenos.

Decimo Tercero: Para finalizar este paso se instala el depósito del cilindro maestro el cual será llenado de liquido de freno DOT 3 para su funcionamiento. En esta parte se lleno progresivamente el sistema con dicho liquido abriendo los purgadores ubicados en la mordaza de freno y en los cilindros de las ruedas posteriores; mientras una persona presionaba y bombeaba el pedal del freno para que el circuito se llenara, otra persona se encargaba de abrir un purgador y extraer el aire del sistema hasta cuando solo salga liquido hidráulico, lo cual era una señal de que el sistema estaba perfectamente purgado. Por medio de los manómetros de presión podíamos apreciar la presión ejercida en cada rueda al momento de su accionamiento. También se regulo el accionamiento del freno mecánico de mano, el cual activa las ruedas traseras.

Por otro lado, en los cuatro soportes del chasis se instalo ruedas para su movilización.

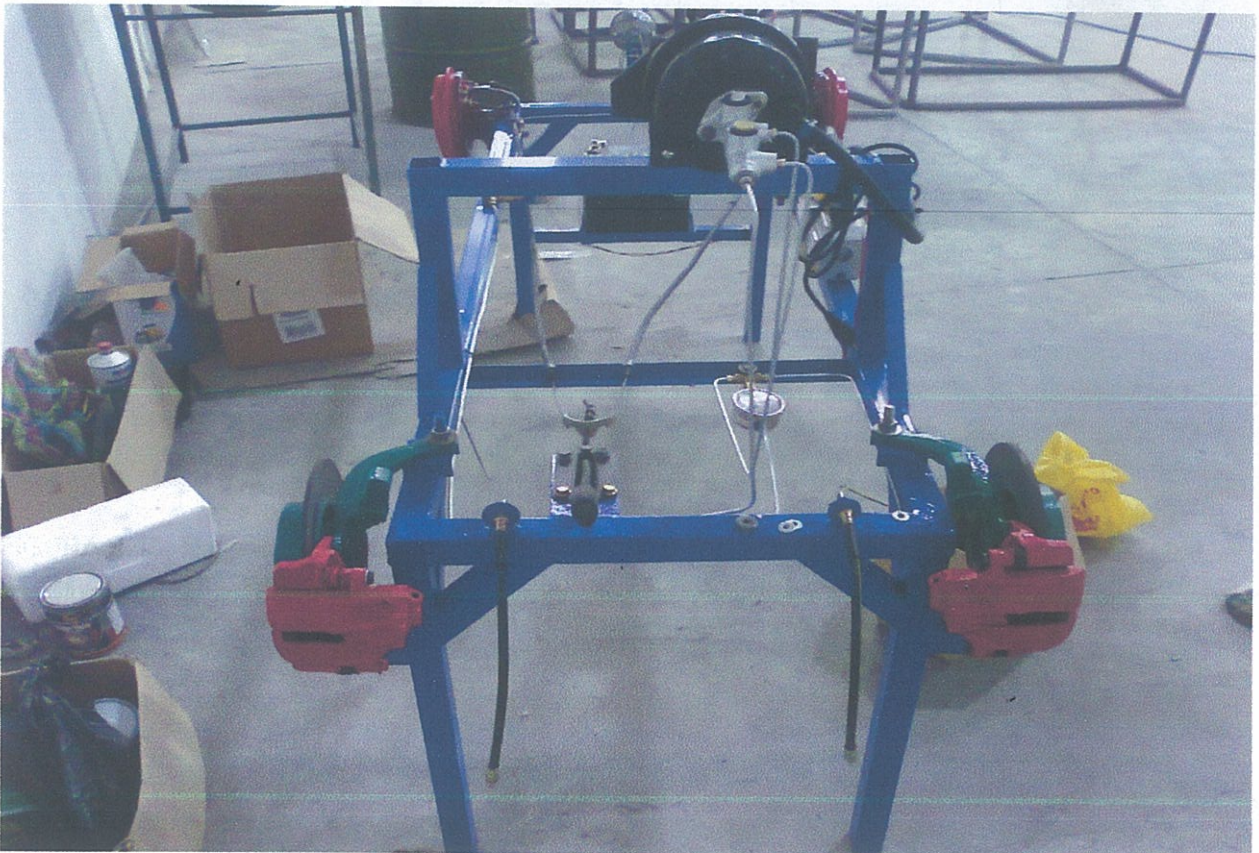


FIGURA 4.15: Mordazas y discos de frenos instalados, juntas flexibles previas a ser montadas para el transporte de liquido hidráulico.



FIGURA 4.16: Deposito del liquido de frenos montado en el cilindro maestro el cual será llenado con fluido DOT 3. Bomba de vacío de color amarillo conectada mediante una manguera al servofreno para la multiplicación de la fuerza al momento de accionar el pedal del freno.



FIGURA 4.17: Sistema hidráulico de frenos terminado.

Capítulo 5.- Normas de Seguridad en Frenos DOT (Department of Transportation)

DOT que significa por sus siglas en inglés "Department of Transportation" departamento de transporte nace en 1967 en Estados Unidos de Norte América como un departamento que establece políticas de transporte federales que trabaja con los sectores privados, estatales, locales e internacionales que promueve un sistema de transporte seguro, eficaz y solido de caminos interconectados, así como también en rutas aéreas, vías ferroviarias, marítimas, cañerías y sistemas de transito a través del mundo para de este modo mejorar la calidad de vida de la gente. Dicho departamento está controlado por la secretaria de transportes de Estados Unidos de Norte América.

El departamento de transporte DOT emitió una norma para los vehículos llamada FMVSS que significa en ingles "Federal Motor Safety Standards" normas federales de seguridad en los vehículos especialmente para el mercado norte americano que ahora también rige en algunas otras operaciones en el mundo automotriz en la producción de los mismos. En este caso nos referimos al FMVSS 116 que es una especificación para los requisitos de los líquidos de los frenos hidráulicos de vehículos con motor que contienen dichos fluidos además de ser etiquetados en sus respectivos envases.

Esta regulación tiene como propósito de reducir las fallas en los sistemas específicamente hidráulicos de frenado por fabricación, liquido inadecuado o contaminado. Esta norma es aplicable a todo tipo de vehículo que utilice dicho líquido, como vehículos de turismo, de pasajeros, multipropósito, camiones, remolques, motocicletas que equipen frenos hidráulicos.

En otras palabras, el líquido de frenos es un tipo de fluido que se encarga de llevar la presión desde el pedal o bomba de freno, hasta los pistones de las pinzas de freno vehicular por medio de cañerías soportando altas temperaturas sin hervir.

Los requisitos de la FMVSS 116 de fluidos deben cumplir con las siguientes características que son:

-Tener un punto de ebullición alto:

Representa el máximo valor de ebullición de un fluido en altas temperaturas durante su vida útil. Existe también un punto de ebullición mínimo, el cual es el punto conteniendo un 3.5 % de humedad retenida.

-Ser incompresible: Esto quiere decir que el fluido no será comprimido y que su densidad permanecerá constante con el paso del tiempo

-Grado de viscosidad: El grado de viscosidad es la oposición que tiene un fluido al flujo del mismo, esto se lo aprecia cuando estos mismos fluidos están en movimiento mas no en reposo.

-Estabilidad del fluido: Significa el punto donde el fluido experimenta la anulación de las fuerzas (fuerza de gravedad y fuerza de empuje) , para que esto suceda se debe variar el grado de inmersión.

-Soportar la corrosión: Dicho líquido no debe ser abrasivo a lo que le rodea, con el propósito de no dañar su conducto o recipiente donde se encuentra y no cambiar las propiedades del mismo. Con lo cual deben estar libres de ácidos que causan la corrosión.

-Que tenga fluidez y apariencia (en baja temperatura): Esta es una característica de los líquidos para adaptarse a cualquier forma de un contenedor por mas pequeño que sea un orificio incluso en bajas temperaturas donde son propensos a congelarse lo cual debe mantener su misma apariencia también.

-Higroscopicidad: Es la capacidad de un fluido en absorber la humedad atmosférica y la tolerancia al agua.

-Compatibilidad: En este caso los fluidos del líquido de frenos tienen que ser compatibles entre sí según las normas DOT, los niveles 3, 4 y 5.1 pueden ser compatibles.

-Resistencia a la oxidación: Esto representa que dichos fluidos deben poseer inhibidores de la oxidación, los mismos que deben ser compatibles con las características del líquido.

-Debe proporcionar lubricación a las partes móviles: El fluido debe tener propiedades lubricantes para evitar el desgaste prematuro de piezas móviles.

-Trazado de propiedades (solo cuando sea establecido): Donde establece las propiedades principales del fluido.

-Información de los contenedores: Donde se da a conocer mediante recipientes o etiquetas las características de un fluido determinado.

-Ser compatible con fluidos del mismo tipo o familia: Dichos líquidos deben ser compatibles aun cuando no pertenezcan de la misma casa de fabricación, y ser compatibles con la misma familia de DOT.

-Miscibilidad: Similar a lo anterior, se refiere a la capacidad de los líquidos en mezclarse entre sí para formar una sola solución homogénea en cualquier proporción.

Existen tres formulaciones de este fluido para el sistema de frenos que son DOT 3, DOT 4, DOT 5, dependiendo de las exigencias acorde a las temperaturas garantizando una frenada efectiva y rápida. Por ejemplo DOT 3 a 205⁰C, DOT 4 a 230⁰C y DOT 5 a 260⁰C. Así mismo la norma DOT clasifica a estos compuestos según resultados obtenidos en 4 niveles de calidad que son DOT 3, DOT 4, DOT 5.1 sin base de silicona y DOT 5 con base de silicona.

Estos cuatro niveles de DOT también cumplen con algunos ensayos que han sido puestos a prueba como punto de ebullición húmedo, punto de ebullición seco y viscosidad.

El punto de ebullición húmedo es un valor mínimo admitido del fluido conteniendo un 3.5% de humedad lo cual garantiza su seguridad en esta norma gracias a un compuesto llamado "polyglicoles" que absorben con facilidad la humedad del ambiente, no obstante si se sobrepasa los límites de DOT establecidos se corre el riesgo de que se formen burbujas de aire dentro de las cañerías lo cual puede ser perjudicial en el frenado, por esta razón se recomienda sustituir el líquido cada uno o dos años máximo.

El líquido de frenos hidráulico DOT 3 es un compuesto de glicoles y éteres de glicol, mientras que el DOT 4 contiene éteres de borato y compuestos del DOT 3, lo que nos dice que estos líquidos tienen compuestos anti congelantes gracias al glicol de etileno. Por otro lado existe también el DOT 5 con base de silicona, el cual es una sustancia no higroscópica, por lo tanto atrapa la humedad fácilmente y no será miscible con el agua, en cambio el DOT 5.1 es un líquido hidráulico higroscópico al igual que DOT 3 y 4 los cuales son solubles con el agua. A pesar de todo el DOT 5 muestra índices de viscosidad más estables en temperaturas extremas.

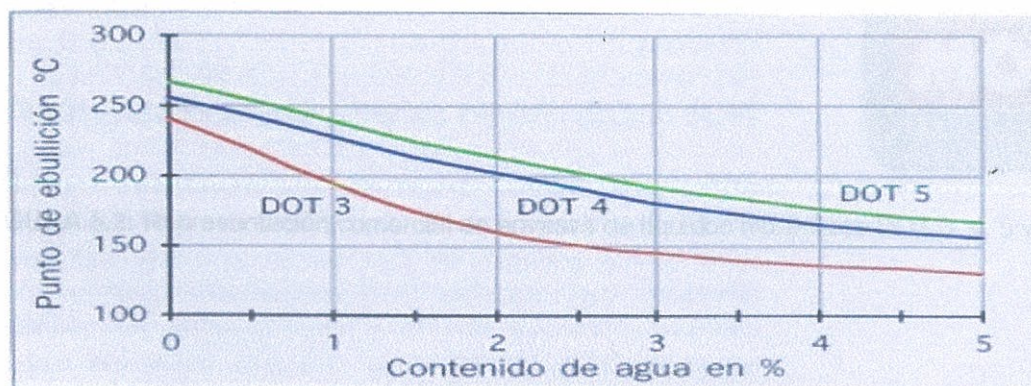


FIGURA 5.1: Relación porcentaje de agua y temperatura de DOT 3, 4 y 5.

El punto de ebullición seco es un valor máximo del punto de ebullición, usualmente este valor solo es mantenido antes de utilizar el líquido de frenos por primera vez.

La viscosidad por otro lado nos indica la fluidez del líquido hidráulico a temperaturas muy bajas como -40°C . Cuando hay la presencia de humedad el valor del líquido empieza a perder efectividad, no obstante sus efectos no son tan alarmantes como los de burbujas de vapor por ser "polyglicoles" como lo explicamos anteriormente.



FIGURA 5.2: Representación comercial de envases de líquidos hidráulicos DOT 3, 4, 5 y 5.1

La siguiente tabla muestra todas las características de cada nivel de fluido DOT:

IDENTIFICACION	APLICACIÓN		
	Punto de ebullición en seco	Punto de ebullición en húmedo	Viscosidad
DOT 3	205°C (min)	140°C (min)	@-40°C, 1500 cSt (max).
DOT 4	230°C (min)	155°C (min)	@-40°C, 1800 cSt (max).
DOT 5	260°C (min)	155°C (min)	@-40°C, 900 cSt (max).

TABLA 5.1: Fluidos de frenos



FIGURA 5.3 : Logotipo del Departamento de Transportes de los Estados Unidos de Norte América.

Conclusiones y Recomendaciones:

Conclusiones:

1. El sistema de frenos es el componente de seguridad activa más importante en el vehículo.
2. En el sistema de frenos es necesario la aplicación de diferencias de presiones de la ley de Pascal con el objetivo de amplificar la fuerza ejercida mediante la diferencia de tamaños de cilindros tanto del tándem como de los de las ruedas.
3. El sistema de frenos está construido en dos circuitos independientes para en caso de falla de cualquiera de ellos por fuga u otra causa, el otro circuito seguirá actuando con la mitad de fuerza de frenado y no la anulación total del sistema de frenos.
4. El líquido de frenos deberá ser incompresible, no deberá atrapar la humedad ni oxidar o deteriorar el conducto de los frenos, también debe ser lubricante para partes móviles.
5. El mastervac o bomba de vacío creará las diferencias de presiones necesarias para multiplicar la fuerza de frenado por medio de la presión atmosférica y la presión negativa producida por el múltiple de admisión o la conexión al carburador.
6. Los líquidos de frenos deberán ser aplicados a lo que el fabricante de cada vehículo necesite según condiciones ambientales, temperatura y de carga.
7. Los discos de freno no solo deben transformar la energía que se produce por la fricción entre las pastillas y el mismo, sino que también deben disipar el calor de la mejor forma posible para recuperarse y no perder efectividad o fatiga en el frenado.
8. Las zapatas de freno serán capaces de producir la multiplicación de la fuerza interna con el objetivo de aumentar las fuerzas de apriete que una fuerza tensora.

9. Gracias a la mala conductividad térmica de las guarniciones de las pastillas de freno, no se transmite el calor a los componentes hidráulicos protegiéndolos del calor excesivo.
10. Los cilindros de freno producirán la fuerza tensora necesaria gracias a la fuerza producida por el cilindro principal y así accionar las zapatas de freno por medio del líquido hidráulico.

Recomendaciones:

1. Para cada chequeo o revisión en el circuito de frenos, se ha de comprobar el nivel del líquido en el depósito con el objetivo de saber si este mantiene todavía su nivel dentro de las tolerancias.
2. El líquido de frenos se debe sustituir en un periodo unos a dos años máximos.
3. Se recomienda revisar el estado de las pastillas de freno cada 10 000 km, si el espesor de las mismas tienen 3mm, las mismas serán reemplazadas lo más pronto posible. También se reemplazadas gracias a las alarmas de desgaste tanto sonoras como luminosas.
4. En el caso de las zapatas de freno, cuando sus guarniciones tienen un espesor de 1mm a 1,5mm deberán ser reemplazadas, así mismo cuando estas estén aceitadas debido a cojinetes o retenes deteriorados.
5. Cuando se efectúa la limpieza en los tambores de freno se debe evitar la inhalación del polvillo, por esta manera no debe ser soplado, sino aspirado, de no ser así el amianto quedara en los pulmones.
6. Se deberá revisar siempre si existen fugas exteriores debido al líquido, como en mangueras, cañerías, conexiones y observar si existe humedad alrededor.
7. Para realizar controles para discos y tambores de freno se debe de comprobar estos presentan primeramente estrías, excentricidad con referencia a la suavidad y fluidez de su movimiento.

8. Piezas de sujeción en las pastillas de freno como resortes, vinchas o grapas, pernos deben ser revisadas para verificar su correcta instalación y si no existe ningún daño
9. Se debe de evitar cambios de temperatura bruscos en los discos de freno, ya que estos al pasar de un calor intenso a bajas temperaturas puede causar la torcedura y deformación del mismo.
10. Se debe evitar circular por lugares de extrema humedad y agua, ya que los tambores de freno al contacto con el agua causa dificultad de movimiento en los mecanismos expansores que actúan en las zapatas de freno, lo cual se desencadena en una frenada dificultosa.

Referencias Bibliográficas:

M. Duchene y M. Charloteaux, Técnica del automóvil, Barcelona – España, Boixareu Editores, 1979

Gerschler y otros, Tecnología del automóvil tomo 2, Barcelona – España, Reverte, 1985

U.S department of transportation:

<http://www.fmcsa.dot.gov/rules-regulations/administration/fmcsr/fmcsrruletext.aspx?chunkKey=090163348008f29a&keyword=116>

Departamento de transportes de los Estados Unidos:

http://es.wikipedia.org/wiki/Departamento_de_Transporte_de_los_Estados_Unidos

Normas de los fluidos de frenos:

<http://www.suamen.com/normativas/normativas/page26.html>

Definiciones viscosidad:

<http://widman.biz/Seleccion/viscosidad.html>

Freno electrónico de estacionamiento:

<http://www.scribd.com/doc/33780833/Freno-de-estacionamiento>

Sistemas frenos vehículos de competición:

<http://www.mtamotorsport.eu/competicion-evolucion-frenos.html>

Fundamentos Sistemas de frenos:

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

Sistema de seguridad ASR:

<http://www.electriauto.com/electronica/sensores/frenos/sistema-de-traccion-antideslizante-asr/>

Sistema de seguridad AFU o BAS:

<http://www.seguridadpeugeot.com.ar/sa-afu.shtml>

<http://www.circulaseguro.com/seguridad-activa/sobre-las-distintas-denominaciones-del-asistente-a-la-frenada-de-emergencia>

Sistema EBD:

<http://www.autosmoviles.com/distribucion-electronica-de-frenado-ebd/>

Quito, Septiembre de 2011

ELABORADO POR:

.....
Carlos Alberto Cajiao Vizcaíno

.....
Diego Fernando Ruiz Burbano

COORDINADOR DE LA CARRERA

.....
Gonzalo Tayupanta