



Sistemas de frenos en los vehículos industriales

Maksym Shaposhnikov
Marc Genescá
EMT Granollers

Índice

1 Historia de los frenos.....	4
2 Freno hidráulico.....	5
2.1 Freno de disco.....	6
2.2 Freno de tambor.....	8
2.3 El sistema ABS.....	8
3 Freno de aire.....	10
3.1 Tipos de freno de aire.....	10
3.2 Funcionamiento y uso de freno de aire.....	13
3.3 Sistemas duales de freno de aire.....	14
4 Frenos eléctricos.....	15
4.1 Función, regulación y aplicaciones.....	16
4.2 Funcionamiento.....	18
4.3 Proceso de equilibrado.....	19
5 Bibliografía.....	21

1.Historia de los frenos

La mas reciente evidencia que tenemos acerca de la existencia de la rueda se remonta casi seis mil años. Y sin embargo aun no sabemos cuando ni como surgió la necesidad del impedimento del avance de aquellos vehículos primitivos. El primer freno que puede haber existido talvez haya sido alguna especie de ancla o algún dispositivo sostenido en el chasis que pudiera haber sido enterrado en la tierra, mientras este se movía. Cuando la bicicleta apareció hace un par de siglos, la única manera de desacelerar era presionando el zapato sobre la rueda aunque era muy peligroso y provocaba cierto desbalance en el aparato. Por eso, en 1783 Kirkpatrick Macmillan, un herrero escocés invento el freno de cuchara que consistía en una palanca que presionaba un bloque de madera contra la llanta (actualmente la banda de hierro).

Posteriormente, una mejoría enorme en el poder de frenado apareció, los frenos de tambor de expansión interna, atribuido al francés Louis Renault. Inicialmente los tambores eran de acero estampado, lo que aumentaba el ruido de la frenada que generalmente no era muy agradable. Los tambores de hierro fundido aparecieron poco después y en 1919 un diseño hispano-sueco introdujo un aluminio refinado con líneas de hierro. Los frenos de tambor hicieron un buen trabajo, sin embargo la disipación de calor era un gran problema debido a rozamiento entre los materiales y los sistemas de refrigeración no eran lo suficientemente avanzados como para mantener factible este diseño de frenos, y conforme las velocidades de los automóviles fueron aumentando se hacia menos viable la idea. Alrededor de 1890 entran los frenos de disco, aunque sea poco creible una de las primeras versiones de estos frenos fueron usados en las llantas delanteras de un carro electrico diseñado por Elmer Ambrose Sperry en 1998, en donde una electroimán forza a un dispositivo protector contra el rotor. El primer diseño que se

conoce que disponia de frenos de disco es el Crosley 49', después aparecieron en los frenos de aviones. En 1950 los Franceses e Ingleses introdujeron en grandes cantidades los frenos de disco en las producciones de sus automóviles comerciales.

En 1961 apareció el servofreno, como ayuda al esfuerzo que ejerce el conductor sobre el pedal; y en 1965, *Volvo* añadió una válvula limitadora de presión. En 1963, *Mercedes* comenzó a instalar de serie sistemas de frenos con 3 circuitos. En la carrera por disipar mejor el calor, en 1966 *Porsche* lanzó el disco autoventilado. En 1985 comenzó a ofrecerse de serie (*Mercedes Clase S* y *Ford Scorpio*, los primeros) el ABS, en lo que fueron los inicios de la aplicación de la electrónica a los sistemas de frenado.

Abierto ya el camino, la llegada de más sistemas electrónicos a los frenos fue cuestión de tiempo: en 1986 llegó el control de tracción (ASD y ASR) que funciona en conexión con el ABS; en 1994, el ESP; en 1996, y posteriormente la asistencia a la frenada.

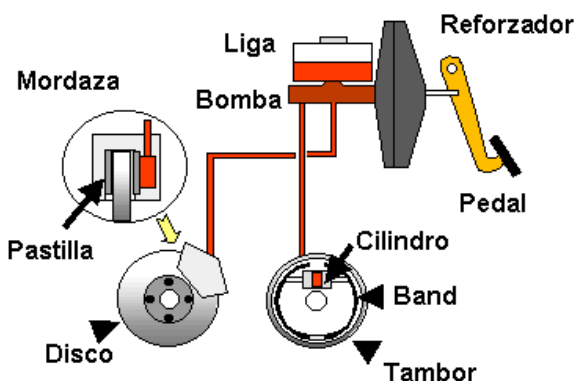
2 Freno hidráulico

Se trata del sistema de frenado utilizado prácticamente en todos los automóviles. El freno hidráulico está constituido por un cuerpo de bomba principal que lleva el pistón unido al pedal de freno. Su cilindro de mando está sumergido en un líquido especial (a base de aceite o de alcohol y aceite o de glicerina), que contiene un depósito al efecto. Del cilindro sale una tubería que se ramifica a cada una de las ruedas. En los platos del freno de cada rueda hay unos cuerpos de bomba de émbolo doble, unidos a cada uno de los extremos libres de las zapatas. Las partes más importantes son pues: depósito de líquido, bomba de émbolos y cilindro de mando. Su funcionamiento consiste en que al accionar el pedal del freno, el émbolo de la bomba principal comprime el líquido y la presión ejercida

se transmite al existente en las conducciones y por él, a los cilindros de los frenos separando sus émbolos que, al ir unidos a las zapatas, producen su separación ejerciéndose fuerza sobre el tambor del freno. Al dejar de pisar el pedal del freno cesa la presión del líquido y zapatas, recuperándose la situación inicial.

Las principales características de este sistema es la uniformidad de presión o fuerza que se ejerce en todas las ruedas, incluso con posibles deficiencias por desgaste de alguna zapata, pues su embolo tendrá mas recorrido haciendo que el contacto zapata-tambor sea el mismo en ambas zapatas.

El sistema de frenos hidráulicos tiene la ventaja de que su acción sobre las cuatro ruedas es perfectamente equilibrada, pero también tiene la desventaja de que si pierde líquido frena mal o nada.



Si se observa debilidad en el freno hidráulico, puede suceder que la causa sea generalmente por la presencia de aire en las canalizaciones por donde tiene que pasar el líquido de frenos.

2.1 Frenos de disco

Existen diferentes tipos de discos de freno. Algunos son de acero macizo mientras que otros están rayados en la superficie o tienen agujeros que los atraviesan. Esto últimos, denominados discos ventilados, ayudan a disipar el calor. Además, los agujeros ayudan a evacuar el agua de la superficie de frenado. Las ranuras sirven para eliminar con más facilidad el residuo de las pastillas. Algunos discos están perforados y rayados.

Mordazas (caliper)

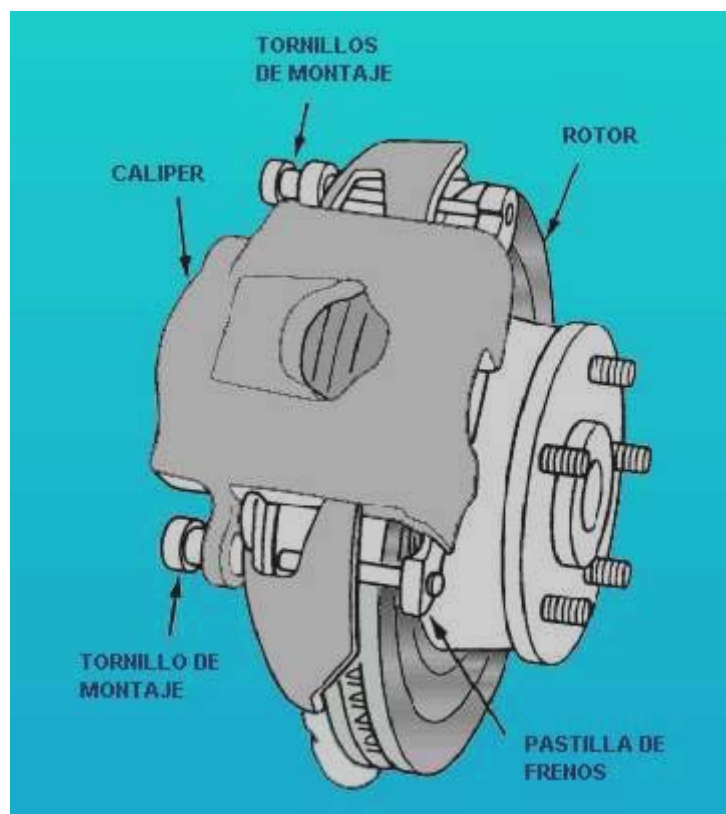
La mordaza es el soporte de las pastillas y los pistones de freno. Los pistones están generalmente hechos de acero aluminizado o cromado. Hay dos tipos de mordazas: flotantes o fijas. Las fijas no se mueven, en relación al disco de freno, y utilizan uno o más pares de pistones. De este modo, al accionarse, presionan las pastillas a ambos lados del disco. Las mordazas flotantes, también denominadas "mordazas deslizantes", se mueven en relación al disco; un pistón a uno de los lados empuja la pastilla hasta que esta hace contacto con la superficie del disco, haciendo que la mordaza y con ella la pastilla de freno interior se desplacen.

Pistones y cilindros

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

Pastillas de freno

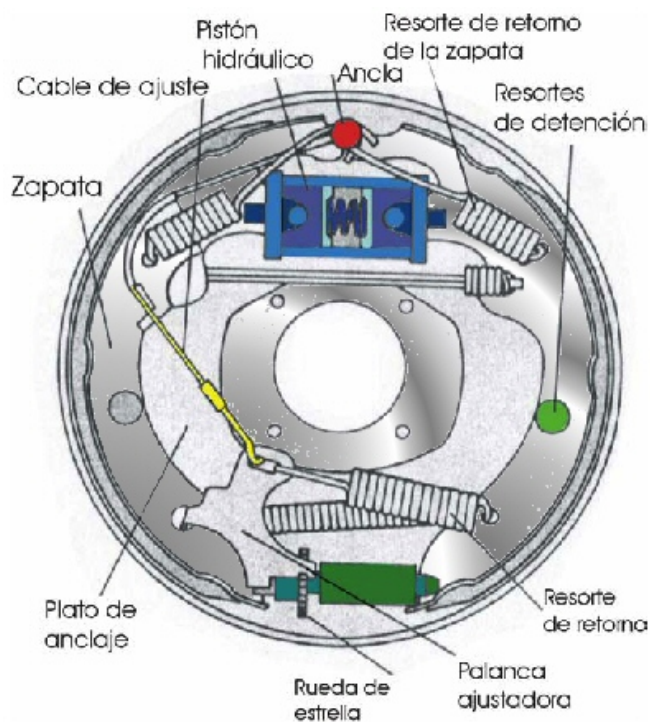
Las pastillas están diseñadas para producir una alta fricción con el disco. Deben ser reemplazadas regularmente, y muchas están



equipadas con un sensor que alerta al conductor cuando es necesario hacerlo. Hasta hace poco tiempo las pastillas contenían asbesto, que ha sido prohibido por resultar carcinógeno. . Actualmente las pastillas están libres al 100% des este material.

2.2 Frenos de tambor

Los frenos de tambor consisten de un Tambor metálico sujeto a la rueda, un Cilindro de Rueda, Balatas y resortes de regreso. La presión hidráulica desde el Cilindro Maestro causa que el Cilindro de rueda presione las balatas contra las paredes interiores del tambor, produciendo un descenso de la velocidad o que el vehículo se detenga.



Actualmente los frenos de tambor solamente se utilizan en las llantas traseras, y solo de ciertos vehículos, debido a que los frenos de disco poseen mucha mayor fuerza de frenado son los que se utilizan en la mayoría de los coches como frenos delanteros y la tendencia indica que todos los coches terminarán usando frenos de disco en las cuatro llantas.

2.3 El sistema ABS

Dispositivo que evita el bloqueo de las ruedas al frenar. Un sensor electrónico de revoluciones, instalado en la rueda, detecta en cada instante de la frenada si una rueda está a punto de bloquearse. En caso afirmativo, envía una orden que reduce la presión de

frenado sobre esa rueda y evita el bloqueo. El ABS mejora notablemente la seguridad dinámica de los coches, ya que reduce la posibilidad de pérdida de control del vehículo en situaciones extremas, permite mantener el control sobre la dirección (con las ruedas delanteras bloqueadas, los coches no obedecen a las indicaciones del volante) y además permite detener el vehículo en menos metros. El sistema antibloqueo ABS constituye un elemento de seguridad adicional en el

vehículo. Tiene la función de reducir el riesgo de accidentes mediante el control óptimo del proceso de frenado.

Durante un frenado que presente un riesgo de bloqueo de una o varias ruedas, el ABS tiene como función adaptar el nivel de presión del líquido



de freno en cada rueda con el fin de evitar el bloqueo y optimizar así el compromiso de:

Estabilidad en la conducción: Durante el cualquier proceso de frenado debe garantizarse la estabilidad del vehículo

Dirigibilidad: El vehículo puede conducirse al frenar en una curva aunque pierdan adherencia alguna de las ruedas.

Distancia de parada: Es decir acortar la distancia de parada lo máximo posible.

3 Frenos de Aire

3.1 Tipos de frenos de aire

Existen tres tipos de frenos de base accionados por aire que se utilizan en camiones de tareas medianas y pesadas:

- Frenos de leva
- Frenos de cuña
- Frenos de disco
- Frenos de resorte y cámaras de servicio

Frenos de Leva

Los frenos de leva son los frenos de base más frecuentemente usados en vehículos comerciales de tareas pesadas en la actualidad. Los frenos de leva funcionan a través de la cámara de frenos, la cual viene acoplada a la ménsula que se encuentra montada en el freno de base. La cámara de frenos utiliza aire comprimido, el cual penetra a través del puerto de servicio y se dirige hacia la parte superior del diafragma de servicio. Cuando



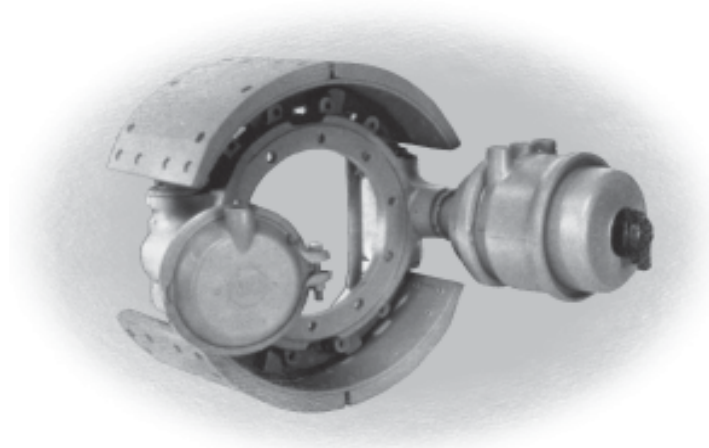
ingresa aire comprimido a la cámara de servicio, el diafragma de servicio ejerce presión hacia abajo, contra el pistón de servicio. El pistón de servicio se encuentra unido al freno de base a través de la barra de empuje del pistón, la cual se conecta a un ajustador espacioso manual o automático por medio de una

horquilla. El ajustador espacioso se encuentra acoplado al árbol de levas. Cuando la

barra de empuje se tira hacia afuera, el ajustador espacioso transforma este movimiento lineal (fuerza lineal) en un movimiento giratorio (fuerza de rotación) o par motor. El par motor que se aplica en un extremo del árbol de levas hace que gire la leva en "S" ubicada en el otro extremo. A su vez, esto hace que los patines de freno se ensanchen. Esto provoca la exposición de la guarnición del freno hacia afuera, contra el tambor, lo cual disminuye la velocidad del vehículo.

Frenos de cuña

El ajustador espacioso del freno de levas debe convertir la fuerza lineal en par motor para que de ese modo los frenos puedan utilizarse. Sin embargo, los frenos de cuña funcionan de manera completamente diferente.



Los frenos de cuña utilizan una "cuña" y un "rodillo" para extender los patines de freno y empujar la guarnición contra el tambor. El ángulo de la cuña y el tamaño de la cámara de frenos determinan la potencia de frenado generada. Las cuñas más delgadas con ángulos más pequeños producen una mayor potencia de frenado con respecto a las cuñas de mayor tamaño con ángulos más amplios. El funcionamiento propio de los frenos de cuña es muy simple. A medida que el aire ingresa a la cámara de servicio, la barra de empuje que se encuentra en uno de los extremos de la cuña empuja a la cuña contra el accionador entre los pistones de ajuste y de anclaje. Esto hace que los pistones se

desplacen hacia los rodillos de la cuña, empujando los patines de freno hacia afuera y haciendo que los mismos se toquen con la guarnición ubicada contra el tambor. De este modo, el vehículo disminuirá su velocidad o bien se detendrá.

Frenos de disco

Los frenos de disco están compuestos por dos piezas:

- Un rotor (disco) redondo, de hierro fundido, acoplado al buje de la rueda, el cual gira con la misma.
- Un calibrador, el cual constituye un montaje que ubica las pastillas de freno cerca del rotor.

Las "pastillas" de freno (guarniciones) van dentro del calibrador, a ambos lados del rotor. Al apretar el freno, el calibrador comprime las pastillas hasta que las mismas hacen contacto con el rotor provocando de este modo que la rueda en cuestión disminuya su velocidad y se detenga.

Frenos de resorte y cámaras de servicio

Freno de servicio

La cámara de frenos de servicios funciona de manera independiente a la cámara de frenos de resorte. Mediante una completa aplicación de presión de aire, la cámara del freno de servicio proporciona potencia de frenado al vehículo durante su funcionamiento normal. Al apretarse el pedal de freno, la cámara se llena con aire comprimido. Cuando esto ocurre, la entrada de aire comprimido ejerce presión contra el diafragma.



Esto hace que el resorte de retorno se comprima y que la barra de empuje se extienda simultáneamente. Debido a que la barra de empuje se conecta por medio de una horquilla y un ajustador espacioso al freno de base del vehículo, así se trate de un tambor o un

disco, el vehículo comienza a detenerse paulatinamente según la cantidad de presión de aire (fuerza) aplicada al diafragma.

Freno de resorte

Los frenos de resorte funcionan como:

- Frenos de servicio
- Frenos de estacionamiento
- Frenos de emergencia

El freno de resorte tiene dos cámaras:

La cámara del freno de servicio se encarga de las funciones de disminución de velocidad y detención normales.

La cámara del freno de estacionamiento/emergencia o cámara montada en tándem en la parte superior de la cámara del freno de servicio. Esta cámara contiene un diafragma (o pistón) y un resorte de gran potencia.

3.2. Funcionamiento y uso del freno de aire

Frenado controlado. Este método se llama también frenado "a presión". Aplique los frenos con toda la fuerza que pueda, pero sin trabar las ruedas. Mientras este haciendo esto, no de vuelta a la rueda del volante. Si necesita hacer grandes ajustes de dirección, o si siente que la ruedas

patinan, suelte los frenos. Vuelva a frenar en cuanto las ruedas ejerzan tracción.

Frenado "a piquetes".

- a. Pise el pedal del freno con toda la fuerza que pueda
- b. Suelte el freno en cuanto se traben las ruedas.

c. En cuanto las ruedas empiecen a girar, vuelva a aplicar toda la fuerza de los frenos. Las ruedas pueden tardar hasta un segundo en volver a girar, después que usted suelta el freno. Asegurase de estar sin frenar el tiempo suficiente para dejar que las ruedas vuelvan a girar. Si no lo hace así, el vehículo no se mantendrá en línea recta.

Hemos hablado de la distancia de parada en la Sección 2, bajo el título "Velocidad y distancia de parada". En el caso de los frenos de aire hay una demora adicional: el tiempo que requieren los frenos para funcionar después de haber pisado el pedal del freno. Con los frenos hidráulicos (usados en automóviles y en camiones ligeros/ medianos), los frenos trabajan en forma instantánea. Pero con los frenos de aire, se necesita un poquito de tiempo (medio segundo o algo mas) para que el aire fluya por los conductos hasta los frenos. Por eso, la distancia total de parada para los vehículos con sistemas de frenos de aire consta de cuatro factores diferentes.

- + Distancia de percepción
- + Distancia de reacción
- + Distancia de demora del freno
- + Distancia efectiva de frenado.

3.3 Sistemas duales de frenos de aire

La mayoría de los vehículos mas nuevos para trabajos pesados usan sistemas duales de frenos de aire para seguridad. El sistema dual de frenos de aire tiene dos sistemas de frenos de aire separados, que usan un juego único de controles de frenos. La forma típica es que un sistema hace funcionar los frenos regulares del eje o los ejes posteriores. El otro sistema hace funcionar los frenos regulares del eje delantero (y posiblemente los de

un eje trasero). Ambos sistemas suministran aire al remolque (si lo hay). El primer sistema se llama sistema "primario". El segundo se llama sistema "secundario".

Antes de manejar un vehículo con sistema dual de aire, dele tiempo al compresor para que eleve la presión a un mínimo de 100 psi, tanto en el sistema primario como en el secundario. Observe los medidores primario y secundario de la presión de aire (o las agujas, si el sistema tiene dos agujas en un solo medidor) . Fijese en la luz indicadora de la baja presión de aire y en el zumbador. Tanto la luz como el zumbador deben apagarse cuando la presión de aire en los dos sistemas sube hasta el valor fijado por el fabricante. Este valor debe ser mayor de 60 psi.

La luz y el zumbador deben encenderse antes que la presión de aire descienda por debajo de 60 psi en los dos sistemas. Si esto sucede mientras va manejando, usted debe parar inmediatamente y estacionar el vehículo en un lugar seguro. Si un sistema de aire tiene la presión muy baja, los frenos delanteros o traseros no funcionarían a toda su capacidad. Esto significa que usted tardaría más tiempo en detenerse. Pare su vehículo en forma segura y asegúrese de que le compongan el sistema de frenos

4 Frenos eléctricos

El ralentizador eléctrico es un sistema auxiliar de frenado que se instala en un vehículo para ayudar y proteger al sistema de frenos convencional evitando su desgaste y pérdida de eficacia .

Montaje en chasis »



Montaje en caja de cambios o en diferencial »



Semirremolque »



4.1 Función, regulación y aplicaciones

Función

Puede asumir hasta el 85% de las solicitudes de frenado que tiene el vehículo. La evolución de los vehículos hace más necesario un sistema auxiliar de frenado:

- Motores de más potencia.
- Mayores pesos máximos.
- Menores pérdidas en las cadenas cinemáticas.
- Mejor aerodinámica.

Regulación

Se controla manualmente o con el pedal freno. La fuerza de frenado está escalonada en varios niveles para adecuarse a cada situación. Compatible con los distintos sistemas del vehículo (ABS, ASR, EDC, EBS...)

Aplicaciones



Transporte
de larga
distancia

Autobuses:
Minibuses,
interurbanos,
autobús
escolar.

Paradas
continuas:
Recogida
basuras,
reparto,
urbanos.

Vehículos
de
emergencia:
Ambulancias,
bomberos.

Aplicaciones
severas:
Grúas,
minería,
explotaciones
de madera.

Comparativa con otros sistemas de frenado

Existen en el mercado tres sistemas auxiliares de frenado:

Ralentizadores hidráulicos

- Emplean el sistema de refrigeración del motor o de la caja de cambios.
- Respuesta lenta en la conexión y desconexión.
- Eficacia limitada a bajas revoluciones.
- Instalación en retrofit muy complicada.
- Coste de compra y mantenimiento elevado.

Freno motor

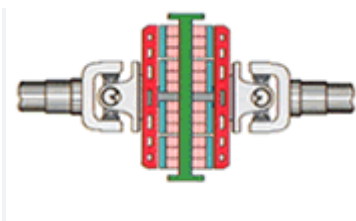
- Su rendimiento exige un régimen de revoluciones motor mínimo lo que repercute en la temperatura del motor.
- Pierde totalmente la eficacia en los cambios de marcha.
- Ruidoso.

- Regulación todo-nada.

Ralentizadores electromagnéticos

- Se enfrían con aire sin necesidad de sistemas adicionales de refrigeración.
- Respuesta rápida en la conexión y en la desconexión.
- Alto rendimiento a bajas revoluciones.
- Fácil instalación y escaso mantenimiento.
- Independiente del motor y de la caja de cambios.
- Silencioso.
- Regulación progresiva.

4.2 Funcionamiento

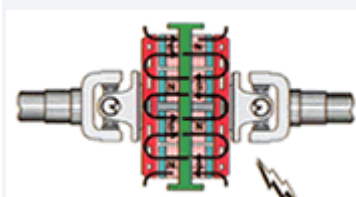


El ralentizador eléctrico se basa en las corrientes parásitas ó de Foucault.

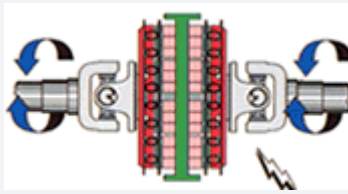
Se compone de dos elementos principales:

Estator: parte fija equipada con bobinas.

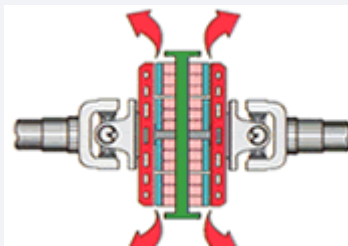
Rotores: parte móvil que absorbe y disipa la energía cinética del sistema.



El paso de la corriente eléctrica por las bobinas del estator crea varios campos magnéticos con polaridades alternas.



Cuando los rotores **giran** dentro de los campos magnéticos, aparecen unas corrientes **de Foucault** en los mismos.



La energía cinética absorbida se transforma en calor y es disipada en los rotores.

4.3 Proceso de equilibrado

El procedimiento para equilibrar los frenos eléctricos de camión comienza durante el proceso de fabricación; en primer lugar se equilibran los volantes o discos por separado y a continuación se monta el conjunto.





El conjunto queda preparado para funcionar pero debido a las posibles tolerancias de todas las piezas que forman el conjunto es posible que la suma de errores provoque un desequilibrio no admisible y por tanto probablemente será necesario equilibrar el conjunto montado como acabado final.

Para equilibrar los volantes en dos planos, es decir equilibrado dinámico, se utiliza una máquina generalmente horizontal (R100, R300, etc. de elettrova) y el equilibrado se realiza en la parte exterior mediante fresado y en el perímetro mecanizado mediante taladros tal como vemos en la figura 36. En general el desequilibrio inicial de estos discos es muy grande dependiendo de la calidad de la fundición y de que el plano exterior no siempre se mecaniza; es por ello que se deben utilizar máquinas equilibradoras generalmente robustas pues además el diámetro de los discos es muy grande en relación a su anchura y su masa.

¿Debemos equilibrar el disco en un solo plano (estático) o en dos planos (dinámico) ?. Debemos partir de la base de que un rotor equilibrado estáticamente puede tener un par de fuerzas provocado por el desequilibrio dinámico sin embargo un rotor equilibrado dinámicamente también estará estáticamente equilibrado. Una mayor calidad del equipo ralentizador requiere un equilibrado en dos planos, dinámico, figura 37A, por cada disco e

incluso, después de montado, un equilibrado de conjunto para compensar tolerancias de montaje acaba de completar un equilibrado cuasi perfecto. Esto supone un coste muy superior y por tanto el encarecimiento del producto. Sin embargo podemos equilibrar, los discos de un freno eléctrico, estáticamente por separado, figura 37B, y después de montados volver a equilibrar el conjunto en dos planos o dinámicamente y así todo el conjunto estará correctamente equilibrado; no obstante si repasamos donde explica que un rotor lo forman infinidad de discos en toda su longitud y cada uno con su propio desequilibrio, podremos entender que un disco equilibrado en dos planos siempre es mejor. Es muy importante la calidad del utillaje o eje ya que si éste tiene holgura o no está correctamente centrado o bien la superficie de tope no está plana y perpendicular al eje el resultado del equilibrado no será correcto. Cuando equilibramos un disco de freno lo sacamos del eje pero si luego lo volvemos a colocar en el mismo eje y comprobamos de nuevo el equilibrado podemos ver que éste ha variado; si ésta variación es pequeña significa que el eje es correcto pero si la variación es grande significa que el eje provoca un descentramiento sobre el rotor; el desequilibrio medido corresponde al conjunto eje-rotor y una vez equilibrado el rotor se separa del eje, así que si el problema estaba en el eje , éste ha sido trasladado al rotor que por separado quedará desequilibrado.

5. Bibliografía

http://es.wikipedia.org/wiki/Freno_de_disco#Historia

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

<http://www.automecanico.com/auto2002/Frenos.html>

<http://html.rincondelvago.com/frenos.html>

http://www.todomecanica.com/swf_online/documentos/grado_medio/stt/accionamiento_bo_mba_frenos/AccionamientoBombadeFreno/player.html

<http://www.monografias.com/trabajos16/frenos-abs/frenos-abs.shtml#NUEVOS>

<http://www.elmundo.es/elmundomotor/tecnica/frenos.html>

<http://www.autocity.com/documentos-tecnicos/index.html?cat=3&codigoDoc=102>

<http://mecanicavirtual.iespana.es/hazlo-purgado.htm>

<http://mecanicavirtual.iespana.es/hazlo-purgado.htm>

<http://www.fuchslocher.cl/frenos/frenos.php#>

<http://www2.mercedes->

[benz.es/content/spain/mpc/mpc_spain_website/es/home_mpc/trucks/home/products/new_trucks/actros/chassis/brakes.html](http://www2.mercedes-benz.es/content/spain/mpc/mpc_spain_website/es/home_mpc/trucks/home/products/new_trucks/actros/chassis/brakes.html)

http://www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/animaciones/freno_de_tambor.html

Revistas Autopista nº 72, 102

Enciclopedia Larousse