

***IES PALAU AUSIT.***

*198ausit*

*Electromecánica de vehículos (Tecnología)*

*Letra del equipo: B*

## ***Nuevas generaciones en los sistemas de frenado de los turismos.***

*Alumnos: CARLOS BELMEZ LLEDÓ*

*SERGI PONFERRADA PASTOR*

*Profesor tutor: Fructuoso Carrasco Rebollo*

## 1. ÍNDICE

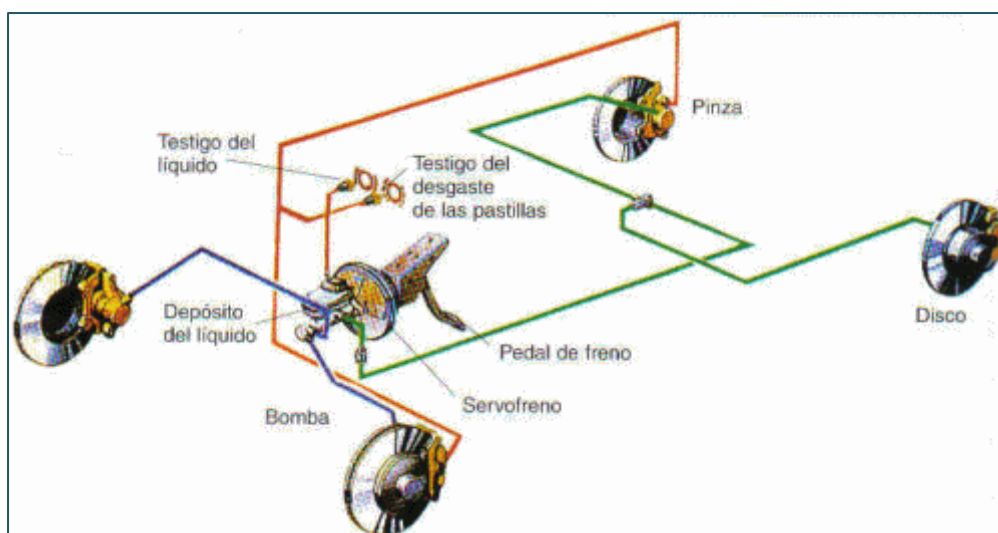
1. ÍNDICE.....	2
2. INTRODUCCIÓN.....	3
3. MISIÓN.....	4
4. SISTEMAS DE FRENOS.....	5
4.1.- Componentes del sistema de frenos:.....	5
4.2.- Frenos de tambor.....	6
4.3.- Frenos de disco.....	11
5. SISTEMAS DE FRENADO AUXILIARES.....	14
5.1.- Freno eléctrico.....	14
5.2.- Retardadores hidrodinámicos.....	15
5.3.- Freno motor.....	16
5.4.- Sistema de estabilidad ESP.....	16
5.5.- ABS.....	22
5.6.- BAS (sistema).....	26
5.7.- Reparto electrónico de frenada.....	26
5.8.- Control de tracción (ASR).....	26
5.9.- Sistema auxiliar de frenado SBC.....	29
6. SISTEMAS DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO.....	30
6.1.- Freno de estacionamiento convencional.....	30
6.2.- Freno de estacionamiento electromecánico.....	31
7. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE FRENOS.....	34
7.1.- Sistema de mando hidráulico.....	34
7.2.- Mantenimiento del freno de tambor.....	34
7.3.- Mantenimiento del freno de disco.....	34
7.4.- Mantenimiento del sistema de mando neumático.....	35
8. Posibles averías del sistema de frenado.....	35
7.1.- Mas averías:.....	35
9. Bibliografía.....	36

## 2. INTRODUCCIÓN

El sistema de frenos está diseñado para que a través de sus componentes el vehículo pueda detenerse a voluntad del conductor.

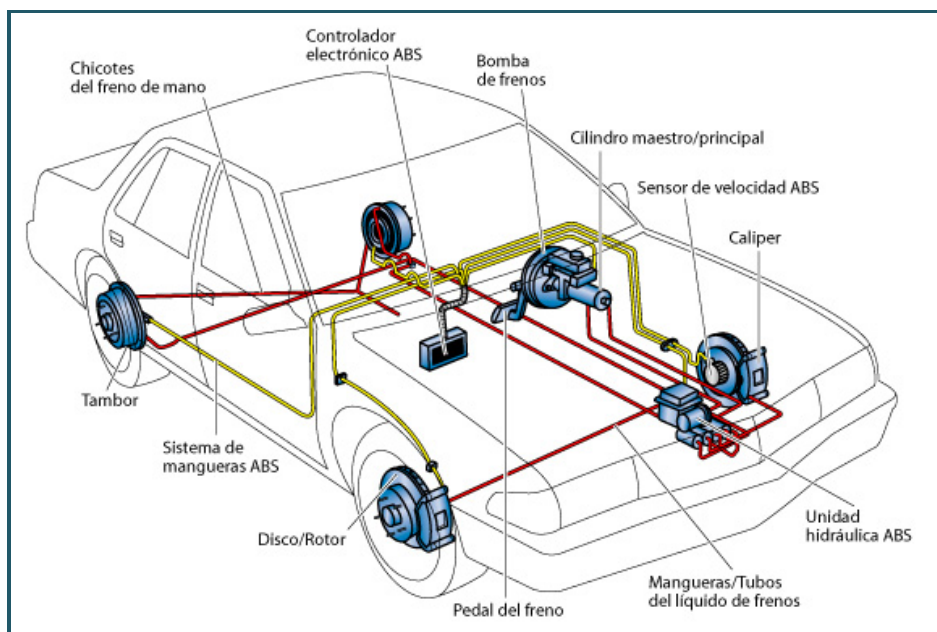
El funcionamiento se basa en la transmisión de fuerza a través de un fluido que amplía la presión ejercida por el conductor en el pedal de freno, para conseguir detener el vehículo con el mínimo esfuerzo posible.

Las características de construcción de los sistemas de frenado se tienen que diseñar para conseguir el mínimo de deceleración establecido en las normas.

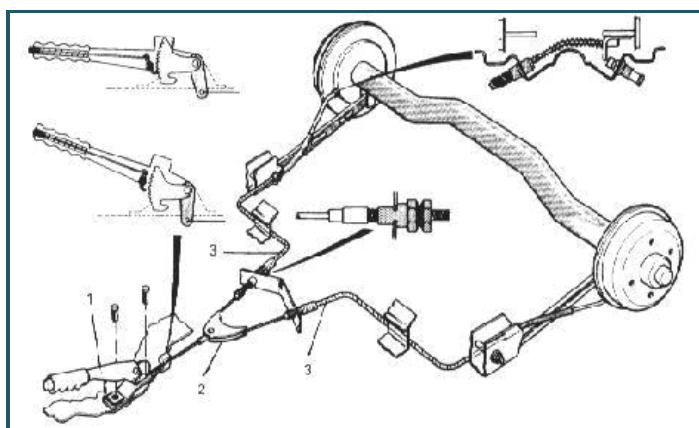


### 3. MISIÓN

Tiene la misión de reducir la velocidad del vehículo e incluso llegar a detenerlo, en función de las condiciones de marcha o a voluntad del conductor, realizándose de una forma segura y con un pequeño esfuerzo.



Además, el vehículo debe disponer de un sistema de frenado que lo mantenga inmovilizado mientras permanezca estacionado.



Para que el vehículo reduzca su velocidad o llegue a detenerse es necesario absorber o transformar la energía cinética almacenada por el vehículo en función de su masa y de su velocidad.

Esto lo consigue el sistema de frenado transformando la energía cinética en calorífica mediante el rozamiento de dos piezas, una fija y otra móvil, dispuestas sobre cada una de las ruedas del vehículo.

## 4. SISTEMAS DE FRENOS

El sistema de frenos esta constituido por dos sistemas, estos sistemas son:

- 1.- El sistema que se encarga de frenar el vehículo durante su funcionamiento normal (funcionamiento hidráulico).
- 2.-El sistema auxiliar o de emergencia que se utilizará en caso de inmovilización o de fallo del sistema principal (funcionamiento mecánico).

Se utilizan dos sistemas de frenado en función de los elementos empleados y de la disposición de las piezas móviles y fijas del sistema. Estos sistemas son:

- Sistemas de frenos de tambor (expansión interna)
- Sistema de frenos de disco (contracción interna)

### 4.1.- Componentes del sistema de frenos:

- **Pedal de freno:** Pieza metálica que transmite la fuerza ejercida por el conductor al sistema hidráulico. Con el pedal conseguimos hacer menos esfuerzo a la hora de transmitir la fuerza.
- **Bomba de freno:** Es la encargada de crear la fuerza necesaria para que los elementos de fricción frenen el vehiculo convenientemente. Al pisar el pedal, desplazamos los elementos interiores de la bomba, generando la fuerza necesaria para frenar el vehiculo. Básicamente, la bomba es un cilindro con diversas aperturas donde se desplaza el embolo en su interior, provisto de un sistema de estanqueidad y un sistema de oposición al movimiento, de tal manera que, cuando cese el esfuerzo, vuelva a su posición de repose. Los orificios que posee la bomba son para que sus elementos interiores admitan o expulsen líquido hidráulico con la correspondiente presión.
- **Canalizaciones:** Las canalizaciones se encargan de llevar la presión generada por la bomba a los diferentes receptores, se caracterizan por que son tuberías rígidas y metálicas, que convierten en flexibles cuando pasan del bastidor a los elementos receptores de presión. Estas partes flexibles se llaman ‘latiguillos’ y absorben las oscilaciones de las ruedas durante la marcha del vehiculo. El ajuste de las tuberías se realiza habitualmente con acoplamientos cónicos, aunque en algunos casos la estanqueidad se consigue a través de arandelas deformables (cobre o aluminio).



- **Bombines (frenos de expansión interna):** Es un conjunto compuesto por un cilindro por el que pueden desplazarse uno o dos pistones, dependiendo si el bombín es ciego por un extremo o tiene huecos a ambos lados (los dos pistones se desplazan de forma opuesta hacia el exterior del cilindro). Los bombines receptores de la presión que genera la bomba se pueden montar en cualquiera de los sistemas de frenos que existen en la actualidad.

## **4.2.- Frenos de tambor**

### **4.2.1.- Elementos que constituyen el freno de tambor:**

#### **4.2.1.1.- El tambor**

Es la parte móvil del sistema, unida al placer o semiárbol, sobre el que se fija la rueda. Está fabricado en fundición gris perlática con grafito, de elevada resistencia para soportar las elevadas temperaturas debidas al rozamiento.

Su cara lateral interior se mecaniza para que las zapatas se acoplen al tambor sin producir gripados. La zona central posee unos orificios para roscar los tornillos o espárragos de sujeción de la rueda, de forma que ambos giren solidarios.

Por su parte central se une al buje, al que se sujeta con los mismos tornillos de sujeción de la rueda o con una tuerca central frenada por medio de un pasador.

Si la rueda no es motriz, se acopla al buje de la rueda por medio de cojinetes de rodillos cónicos y tuerca central de sujeción frenada por pasador.

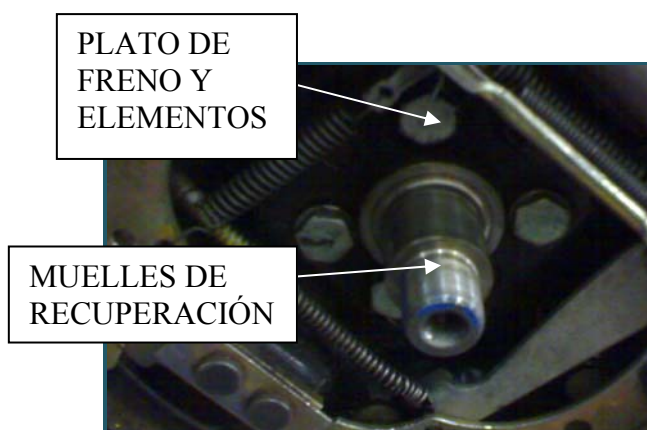


#### **4.2.1.2.- El plato de freno**

Es la parte fija del sistema formado por un plato soporte de chapa sobre el que se colocan:

- Las zapatas de freno.
- Los elementos del sistema de accionamiento.
- Los elementos de fijación y regulación.

Está unido al extremo del puente o brazo de suspensión arrastrado.



#### **4.2.1.3.- Las zapatas:**

Están formadas por dos chapas de acero, fundición o aleación ligera adoptando una "T" sobre cuya cara exterior plana se colocan unos forros de freno que se unen mediante remaches o pegados con cola especial.

Uno de sus extremos se apoya sobre el plato de freno, sobre el que gira, y el otro sobre el sistema de accionamiento de freno. Suelen llevar algunos orificios en su parte central para el acoplamiento de los muelles que las mantienen cerradas y de sujeción al plato de freno.



Los forros deben reunir las siguientes características:

- Gran dureza pero menor que la del tambor
- Ser muy resistente a la absorción o a las altas temperaturas
- Tener un alto coeficiente de rozamiento
- Ser indeformables
- Tener buenas propiedades mecánicas

Como material de los forros se utilizaba el amianto que actualmente se ha eliminado por ser cancerígeno y ha sustituido por resinas sintéticas o compuestos minerales.

#### **4.2.2.- Funcionamiento del freno de tambor**

Cuando el conductor acciona el pedal de freno, el sistema de accionamiento empuja las zapatas hacia fuera por un extremo y basculan del otro sobre su apoyo en el plato de freno.

Esto hace que los forros entren en contacto con la pared interna del tambor, rozan con él, generando gran cantidad de calor debido a la transformación de la energía cinética, lo que reduce la velocidad de giro del tambor y por tanto la del vehículo.

Al soltar el pedal de freno, las zapatas retroceden hasta su posición de reposo debido a los muelles de recuperación que las mantiene cerradas.



#### 4.2.3.- Tipos de freno de tambor:

Según la forma de montaje de las zapatas sobre el plato de freno, se distinguen tres tipos de freno de tambor:

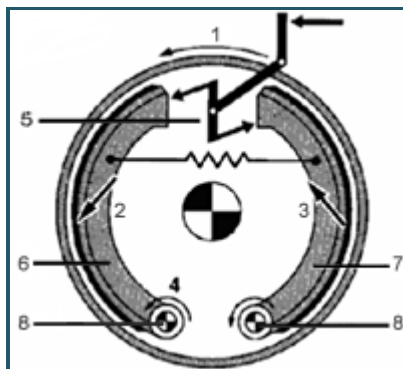
- Freno de tambor Simplex
- Freno de tambor Dúplex
- Freno de tambor Duo-servo

##### 4.2.3.1.- El freno de tambor Simplex.

Ambas zapatas son accionadas a la vez por su extremo superior por dos pistones, alojados en el interior de un bombín hidráulico, que son desplazados hacia fuera por la presión del líquido.

Con esta disposición, al frenar, la zapata que queda por delante en el sentido de giro del tambor tiende a clavarse en él y presiona fuertemente sobre su superficie. A esta zapata se le denominará **primaria**.

La otra zapata llamada **secundaria** tiende a ser cerrada por el tambor en su movimiento de giro, por lo que su presión de frenado es inferior a la primaria. Esto se traduce en un desgaste desigual de ambas zapatas.

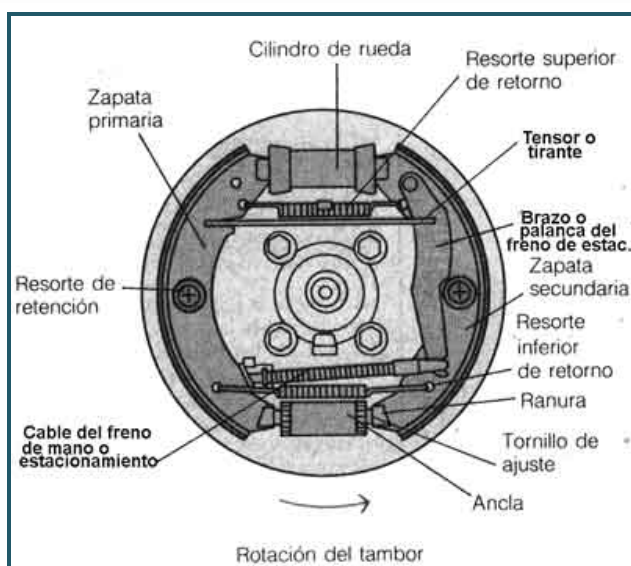


- 1 - Rotación del tambor
- 2 - Fuerza de entrada
- 3 - Fuerza de entrada
- 4 - Torque
- 5 - "S" Came
- 6 - Patín primario
- 7 - Patín secundario
- 8 - Pernos de anclaje

##### 4.2.3.2.- El freno de tambor Dúplex.

En este caso, se disponen dos bombines hidráulicos con un solo pistón, accionando cada uno de ellos una zapata en extremos opuestos.

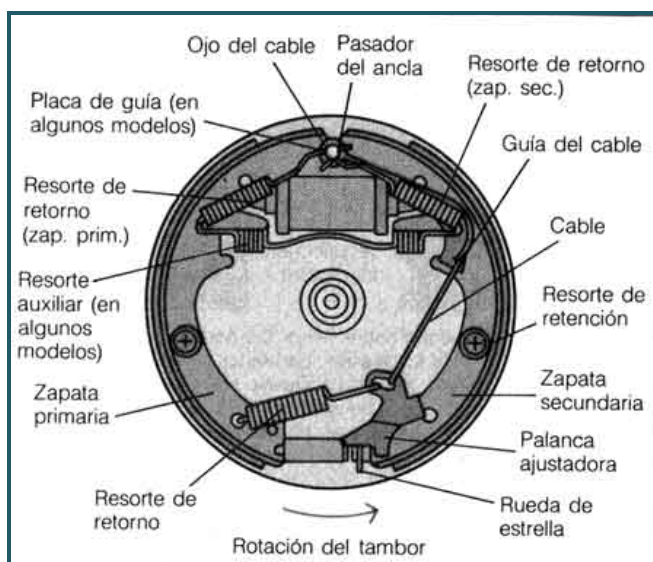
Al accionar el pedal de freno, ambos pistones empujan sus respectivas zapatas que al ir colocadas opuestas ambas son primarias y realizan una fuerza de frenado igual, por lo que se desgastan lo mismo.



#### 4.2.3.3.- El freno de tambor Dúo-servo.

En este caso de montaje se utiliza un solo bombín con doble pistón que empuja ambas zapatas a la vez, de forma similar al freno Simplex.

En su apoyo inferior ambas zapatas se encuentran apoyadas en serie a través de una biela de acoplamiento. Durante el frenado, cuando la zapata primaria se apoya contra el tambor con mayor fuerza, por reacción empuja la secundaria por su apoyo común en la biela inferior, aumentando su presión de frenado.



### **4.3.- Frenos de disco**

Se denomina freno de disco al sistema formado por un disco giratorio al que se une la rueda por medio de tornillos. En su contorno se encuentra la parte de fricción, unida a los elementos fijos de soporte de la misma.

El freno de disco es un sistema muy utilizado en todo tipo de vehículos, especialmente en sus ruedas delantera, aunque actualmente se montan en las cuatro ruedas.

Presentan diversas ventajas sobre el freno de tambor, que son:

- La distancia de frenado es menor.
- Poseen una refrigeración mayor.
- El fenómeno de fadding aparece mas tarde.

#### **4.3.1.- Elementos del freno de disco**

##### **4.3.1.1.- El disco**

El disco es el elemento unido a la rueda formando la parte móvil del sistema de freno. Está fabricado en fundición gris perlifica aunque actualmente se utilizan otros materiales como la fibra de carbono o la cerámica.

Es un disco plano mecanizado por ambas caras, sobre las que se aplican los elementos rozantes, y en su parte central lleva realizada una corona de orificios roscados para la sujeción de la rueda mediante tornillos o tuercas y espárragos.

En su parte central lleva un orificio para su unión al semiarbol de transmisión o al abuje de la rueda sujeto mediante una tuerca frenada con pasador. Las caras del disco son lisas, pueden estar taladradas en filas de agujeros o separadas por nervios (discos ventilados) para favorecer la refrigeración del disco durante el frenado.

##### **4.3.1.2.- La pinza de freno**

Abrazando el disco en un arco de aproximadamente su quinta parte, se encuentra la mordaza o pinza con forma de "U" que forma el soporte fijo de los elementos de rozamiento, unido a la carrocería.

La mordaza consta de dos partes:

- Una fija que hace de soporte de las pastillas de freno.
- Otra desmontable que se acopla a la fija, sobre la que se encuentran los bombines de accionamiento.

Su forma y tamaño es variable en función del montaje que realice el fabricante y del número de bombines que lleve colocados.

#### **4.3.1.3.- Las pastillas de freno**

Las pastillas de freno son los elementos que rozan con ambas caras del disco realizando el frenado. Tienen una base metálica plana de acero, cuya forma es variable en función del tipo de pinza sobre la que se acopla.

Sobre una de sus caras lleva pegado el forro de material similar al de las zapatas para su rozamiento con el disco. Por la otra cara se aplican el/los pistones de los bombines.

Una pastilla de las dos de cada rueda, lleva incorporado un cable eléctrico con un extremo embutido en el material del forro que se conecta a un testigo situado en el cuadro de instrumentos.

Cuando el extremo del cable roza con el disco por desgaste se cierra el circuito de masa y se enciende el testigo indicativo de que es necesario substituir las pastillas.

#### **4.3.2.- Funcionamiento del freno de disco**

Cuando se pisa el pedal de freno y el líquido llega a ambos bombines, empuja sus pistones desplazando las pastillas y apretando su forro contra las caras de rozamiento del disco.

La presión de contacto entre el disco y la pastillas libera una cantidad de energía calorífica por rozamiento, proporcional a la energía cinética transformada y el disco reduce su velocidad de rotación y, por lo tanto, la del vehículo.

Cuando el conductor suelta el pedal de freno, la presión desaparece y las pastillas retroceden quedando a una distancia muy pequeña del disco.

### **4.3.3.- Tipos de freno de disco**

Existen diferentes tipos de frenos de disco teniendo en cuenta la forma de montaje de la mordaza, como son:

#### **4.3.3.1.- Mordaza fija**

En este montaje, la mordaza va unida de forma fija a la carrocería y en su interior puede disponer de dos o cuatro bombines con sus respectivos pistones (uno o dos a cada lado del disco).

La disposición con dos pistones por pastilla (cuatro en total), permite aumentar la capacidad de frenado del sistema y se utiliza sobre todo en vehículos de altas prestaciones. Lleva dos entradas de líquido, una para cada pareja de pistones.

#### **4.3.3.2.- Mordaza móvil de reacción**

Este tipo de montaje dispone de un solo bombín en el que se aloja un único pistón. Cuando el conductor pisa el pedal de freno, envía una cantidad de líquido a presión al bombín que llena la cámara situada entre la cara posterior del pistón y la mordaza.

La presión desplaza al pistón que empuja su pastilla contra esta cara del disco hasta que apoya su forro en él. Por reacción, la mordaza retrocede hacia atrás empujada por la presión, en sentido contrario al pistón y arrastra consigo la pastilla opuesta hasta que entra en contacto con su cara del disco.

La presión aplicada a ambas pastillas produce el rozamiento con el disco y la obtención de la energía calorífica por transformación de la cinética del vehículo.



## 5. SISTEMAS DE FRENADO AUXILIARES

Los vehículos industriales además del sistema de frenos principal, de tambor o de disco, pueden disponer de otros sistemas auxiliares de frenado.

Algunos de estos son:

- Freno eléctrico
- Retardadores hidrodinámicos
- Freno motor

### 5.1.- Freno eléctrico



Este sistema de freno se utiliza en vehículos pesados y sólo funciona cuando el motor está en marcha, para frenar en largas pendientes y descargar el sistema de freno principal, evitando su sobrecarga por un uso continuado.

Al bajar una larga pendiente se debe activar primero el freno eléctrico para controlar la velocidad del vehículo y posteriormente actuar sobre el freno principal si es necesario, para evitar el efecto de *fading*.

Este es un freno auxiliar y no tiene como misión la parada del vehículo. Este freno se intercala en el árbol de transmisión del vehículo sujeto al chasis.

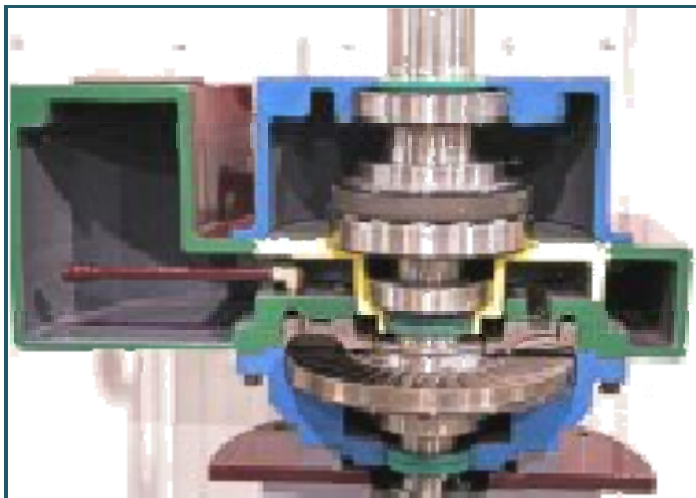
Su funcionamiento se realiza a través de un mando accionado por el conductor, que hace llegar al freno una corriente eléctrica procedente del sistema eléctrico del vehículo.

La corriente eléctrica circula por las bobinas que contiene, creando en ellas un campo magnético que atraviesa los rotores y crea otras corrientes llamadas de *Foucault* que excitan las bobinas del estator y generan un par de frenado.

No existe roce entre sus componentes fijos y móviles.

## **5.2.- Retardadores hidrodinámicos**

El retardador se coloca a la salida de velocidades y realiza una misión similar a la del freno eléctrico. Se compone de un rotor solidario con el árbol de transmisión y de un estator fijo al chasis, sin contacto mecánico. Ambos elementos están dotados de aletas y encerrados en un cárter.



Cuando el conductor acciona una palanca dotada de varias posiciones o el pedal de freno en una posición previa, el aceite entra en el cárter siendo arrastrado por el rotor y frenado por las aletas del estator.

Esto provoca una resistencia al giro del motor que se transmite al árbol de transmisión, frenándolo. Debido a que el mecanismo se calienta, es necesario disponer un sistema de refrigeración especial para el aceite.

El funcionamiento de este retardador evita el uso del sistema de frenado principal, reteniendo el vehículo y controlando su velocidad, por ejemplo en largas bajadas.

### 5.3.- Freno motor

Consiste en limitar la cantidad de gases quemados que salen del interior de los cilindros. Si se estrangula la salida de gases de los cilindros, se frena el movimiento de los pistones y en consecuencia se frena el vehículo.

Su uso está limitado a reducir o mantener la velocidad del vehículo y no tiene la misión de parada, ayudando al sistema principal de freno.

Existen dos sistemas de freno motor:

- **Freno en el colector de escape.** Consiste en colocar a la salida del colector de escape una válvula de mariposa que cierra en parte la salida de gases de escape del motor. Esto crea una contrapresión de 2 a 5 bares que frena los pistones. Al cerrar la mariposa se realiza el corte de la inyección de combustible.

- **Freno sobre culata.** Cuando el motor lleva el árbol de levas en la cabeza, éste puede llevar un balancín especial que actúa sobre las válvulas de escape dejándolas ligeramente abiertas. No es un sistema muy usado ya que requiere un sistema de inyección individual para cada cilindro.

### 5.4.- Sistema de estabilidad ESP

Este sistema es un elemento de seguridad activa del automóvil que frena una de las cuatro ruedas en situaciones de riesgo para evitar sobrevirajes o subvirajes. Este sistema centraliza las funciones de los sistemas ABS y de control de tracción.

El ESP es un sistema que fue desarrollado en cooperación entre Mercedes-Benz y Bosch, y fue introducido al mercado en el Mercedes-Benz Clase S bajo la denominación comercial Elektronisches Stabilitätsprogramm (en alemán "programa electrónico de estabilidad", abreviado ESP).

#### 5.4.1.1.- Funcionamiento

El sistema consta de una unidad de control electrónico, una unidad de control hidráulico, una bomba hidráulica controlada eléctricamente y un conjunto de sensores:

- Sensor del volante;
- Sensor de velocidad para cada rueda;
- Un sensor de movimientos laterales del morro del vehículo respecto de un eje vertical;
- Un sensor de aceleración lateral.

Estos sensores ofrecen información acerca del estado del desplazamiento del vehículo, de tal forma que al detectar un inicio de subviraje o sobreviraje se activan los frenos en una o más ruedas. El control de estabilidad debe desconectarse en caso de nieve abundante, arena o barro porque el control de tracción cortará la potencia del motor al detectar que las ruedas patinan, que es la forma de obtener la mayor tracción en terrenos deslizantes.

El control de estabilidad puede tener multitud de funciones adicionales:

- Hill Hold Control o control de ascenso de pendientes es un sistema que evita que el vehículo se vaya hacia atrás al reanudar la marcha en una pendiente.
- "BSW", secado de los discos de frenos.
- "Overboost", compensación de la presión cuando el líquido de frenos está sobrecalentado,
- "Trailer Stability Control", programa en el control de estabilidad para cuando se lleva un remolque.
- Load Adaptive Control (LAC), que permite conocer la posición y el volumen de la carga en un vehículo industrial ligero. Con esta función se evita un posible vuelco por la pérdida de la estabilidad. También se la denomina Adaptive ESP para la gama de vehículos de Mercedes. Está de serie en la Mercedes-Benz Vito y Sprinter y en la Volkswagen Crafter.

#### **5.4.1.1.-Principio de regulación**

El principio de regulación ESP puede esquematizarse de la manera siguiente:

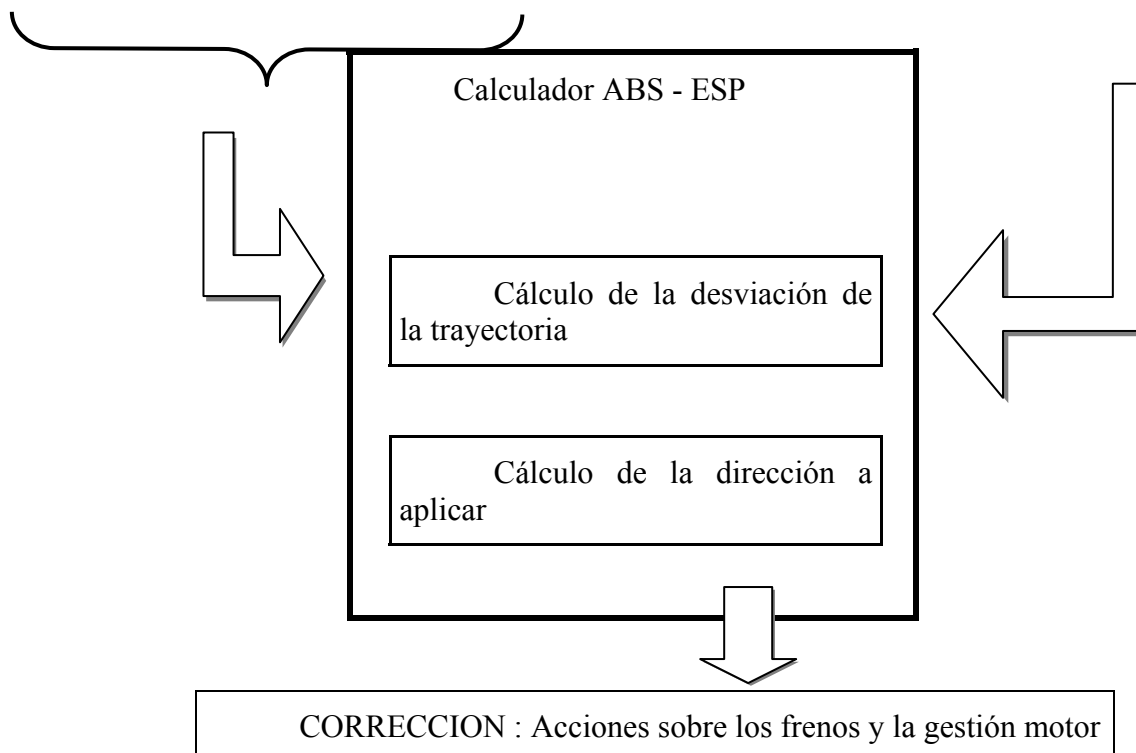
El calculador determina la trayectoria deseada por el conductor y la compara con relación a la trayectoria efectiva. En caso de inestabilidad, hay una desviación entre ambas trayectorias. Para posicionar al vehículo en la trayectoria deseada, el calculador determina un par a aplicar sobre el vehículo. Este par provendrá de un desequilibrio izquierdo/derecho de los esfuerzos de frenado. Esto aumentará o disminuirá la velocidad de vaivén con arreglo a la estrategia deseada.

Trayectoria deseada

ángulo de giro	Velocidad de giro	Sentido de giro
Velocidad vehículo	Presión de frenado	Posición mariposa

Trayectoria real

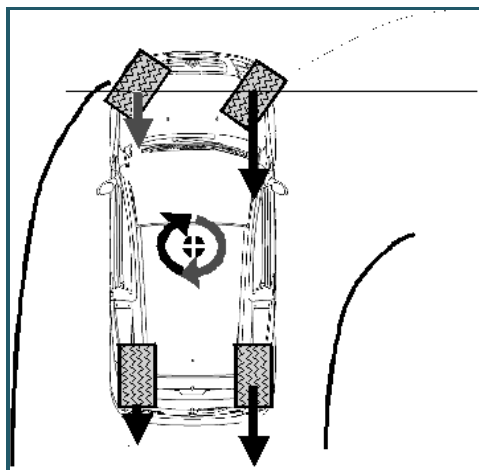
V el. vaivén	Aceleración transversal	V elocid. vehículo
--------------	-------------------------	--------------------





El ESP aportará una ayuda para gestionar este tipo de situación:

Caso de subviraje en frenado :

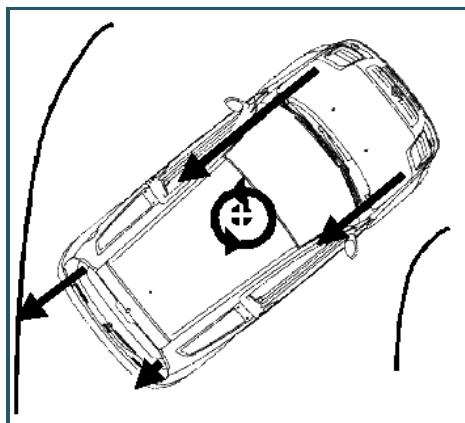


- Una primera acción consiste en disminuir la presión de frenado sobre la rueda delantera exterior. Esto devuelve un potencial lateral de adherencia al neumático que permitirá al vehículo girar. Además, la diferencia de las fuerzas de frenado entre el lado derecho y el lado izquierdo va a provocar un desequilibrio, luego un par de giro alrededor del eje vertical del vehículo

- La segunda acción consiste en «sobrefrenar» la rueda trasera interior para aumentar el par de vaivén.

- El sobrefrenado es posible si las condiciones de adherencia lo permiten. Eventualmente si el subviraje es debido a una fuerte petición de par, el calculador puede intervenir sobre la gestión motor.

Caso de sobreviraje en frenado :



- Una primera acción consiste en disminuir la presión de frenado sobre la rueda trasera interior. Esto provoca un par de giro que se opone a la deriva del tren trasero.

- La segunda acción consiste en «sobrefrenar» la rueda delantera exterior para aumentar el par de vaivén y colocar al vehículo en la trayectoria correcta.

- El sobrefrenado es posible si las condiciones de adherencia lo permiten. Eventualmente si el sobreviraje es debido a una fuerte petición de par, el calculador puede intervenir sobre la gestión motor (válido sobretodo en vehículo propulsión).

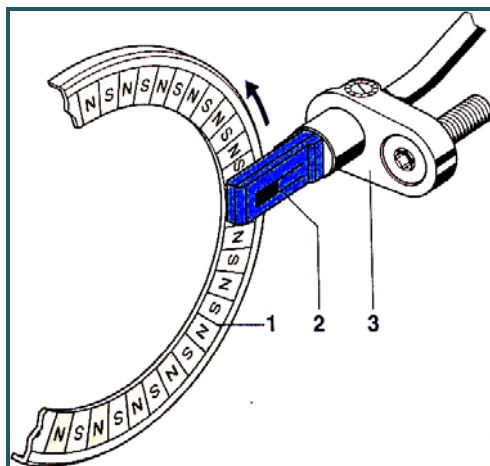
### 5.4.2.- Los captadores

Para poder analizar permanentemente el comportamiento del vehículo, el calculador ABS utiliza diferentes captadores.

#### 5.4.2.1.- Captadores de rueda

Existen dos familias de captadores:

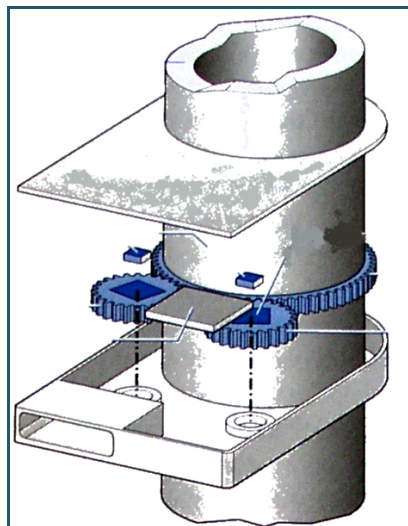
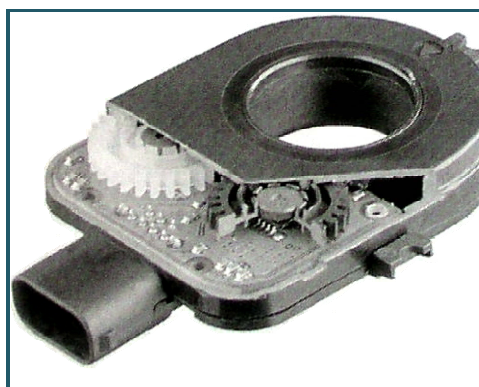
- **Captadores de tipo inductivo:** El captador está formado por un imán enrollado sobre un bobinado. Este, está colocado delante de una rueda dentada metálica. Cuando la rueda gira, una variación de flujo magnético se produce en el bobinado lo que crea una corriente alterna sinusoidal. Al depender la variación de flujo de la velocidad de giro, la amplitud de la señal no es constante, lo que puede provocar perturbaciones en el momento de la medida.
- **Captador magneto resistivo:** La resistencia del captador varía en función del campo magnético en el cual se encuentra. La rueda dentada es reemplazada por una rueda "fónica" es decir, que contiene pares de polaridad Norte-Sur. Este tipo de captador suministra una señal cuadrada de amplitud constante cualquiera que sea la velocidad de giro, lo que permite filtrar mejor la señal y ser insensible a los parásitos. Estos captadores contienen dos cables, la alimentación de uno de ellos es a 12 V y proviene del calculador ABS. El otro cable corresponde a la señal.



#### 5.4.2.2.- Captador ángulo volante

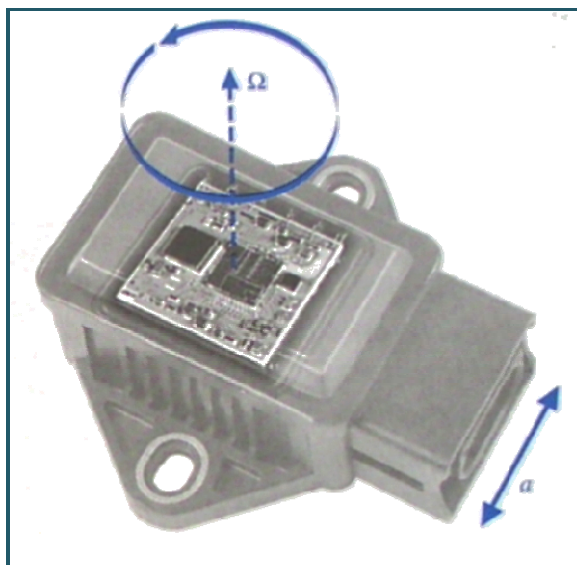
El ángulo de giro de las ruedas es extrapolado del ángulo de giro del volante. Este captador está integrado en el módulo de conmutación de volante. El árbol de la columna arrastra dos poleas dentadas de diámetros diferentes.

La posición angular de cada piñón es medida gracias a un captador magneto resistivo. A cada posición de la columna corresponde un par de valor angular único. La información de ángulo de giro, su sentido así como la velocidad de giro es enviada a la red CAN del vehículo. Luego no es posible interpretar o medir señales suministradas por este captador.



#### **5.4.2.3.- Captador de velocidad de vaivén**

La velocidad de vaivén así como la aceleración transversal son determinadas por un captador único y, las informaciones son transmitidas por cableado convencional o multiplexado al calculador ABS.



#### **5.4.2.4.- Captador de presión**

La presión de frenado está integrada como parámetro con el fin de analizar la trayectoria deseada por el conductor.

Suele ir montado en la bomba de frenos en algunos casos y en otros, forma parte del grupo hidráulico.

#### **5.4.3.- Proceso de purga**

El líquido de frenos hay que cambiarlo cada 2 años.

Los procesos de purga están descritos en los manuales de reparación de los vehículos. Es importante respetar la orden de purga.

El útil de diagnóstico es útil para efectuar la purga ya que permitirá evacuar las burbujas de aire presentes en el bloque hidráulico. Consultar las consignas de los manuales de reparación

### **5.5.- ABS**

#### **5.5.1.- Historia**

Aparecido en el mercado en 1978, los primeros sistemas de antibloqueo de ruedas fueron reservados para una categoría de vehículos de alta gama. Al principio complicados, costosos y medianamente eficaces, estos sistemas evolucionaron rápidamente sobre todo gracias a los progresos de la electrónica y a un mayor dominio de los lógicos.

El desarrollo de estos sistemas fue importante en los años 90 y toda la gama ha podido incorporarlos (del AX al XM). A lo largo del 2004, el ABS pasará a ser obligatorio en todos los vehículos conforme a un acuerdo entre la ACEA y la comunidad europea.

#### **4.5.2.- Idea inicial**

En una frenada de emergencia, el conductor puede desconcertarse corriendo el peligro de bloquear las ruedas. En este caso, el coeficiente de adherencia disminuye tal y como se ha expuesto anteriormente y las distancias de frenado aumentan. Además, el vehículo deja de ser controlado ya que los neumáticos están saturados y no permiten el

potencial de guiado lateral. La trayectoria del vehículo es totalmente recta y el conductor no puede evitar un eventual obstáculo.

El bloqueo de las ruedas es un factor de accidente y es preferible mantener la estabilidad y el control del vehículo incluso en detrimento de las distancias de frenado.

### **5.5.3.- Principio**

Para garantizar un buen nivel de deceleración, hay que hacer funcionar el neumático en la zona de deslizamiento estable y si es posible, en la zona de deslizamiento óptimo.

El calculador va a calcular el deslizamiento de cada rueda y a regularlo en su valor óptimo.

El calculador llevara a cabo los siguientes cálculos para regular los valores:

#### **1.- Cálculo de la velocidad de referencia**

Para calcular el deslizamiento, hay que medir la velocidad de las ruedas y calcular la velocidad del vehículo (llamada velocidad de referencia). El cálculo de la velocidad del vehículo es muy complejo ya que cada neumático tiene un valor de deslizamiento. Por consiguiente, ninguna de las cuatro velocidades de rueda corresponde a la velocidad del vehículo. Es necesario a partir de estos cuatro valores y, a partir de su evolución en el tiempo, reconstituir la velocidad efectiva. Por ejemplo, en caso de frenado (información disponible por el contacto del piloto de stop) es, la rueda que gira más lentamente, la que es susceptible de comunicar la velocidad menos errónea. La precisión obtenida sobre la velocidad de referencia es del orden del 4%. Algoritmos muy complejos tienen la función de calcularla permanentemente.

No hay que confundir la velocidad de referencia, que es un valor para uso interno del calculador ABS y que corresponde a la velocidad longitudinal del vehículo, con la señal de velocidad vehículo que es retransmitida por el ABS a los otros calculadores. Esta última información es menos precisa que la velocidad de referencia y es comunicada por la red CAN a la BSI. Esta velocidad puede obtenerse por ejemplo, sacando la media de las ruedas delanteras. El proceso de cálculo es comunicado a título informativo en los manuales « principios de funcionamiento » del sistema considerado.

#### **2.- Cálculo del deslizamiento**

Una vez obtenida la velocidad de referencia, el deslizamiento de cada rueda se calcula fácilmente, ya que la velocidad angular de la rueda es conocida gracias a los captadores de rueda. Este parámetro es el que el calculador va a controlar y a regular en caso de aproximación de la zona inestable.



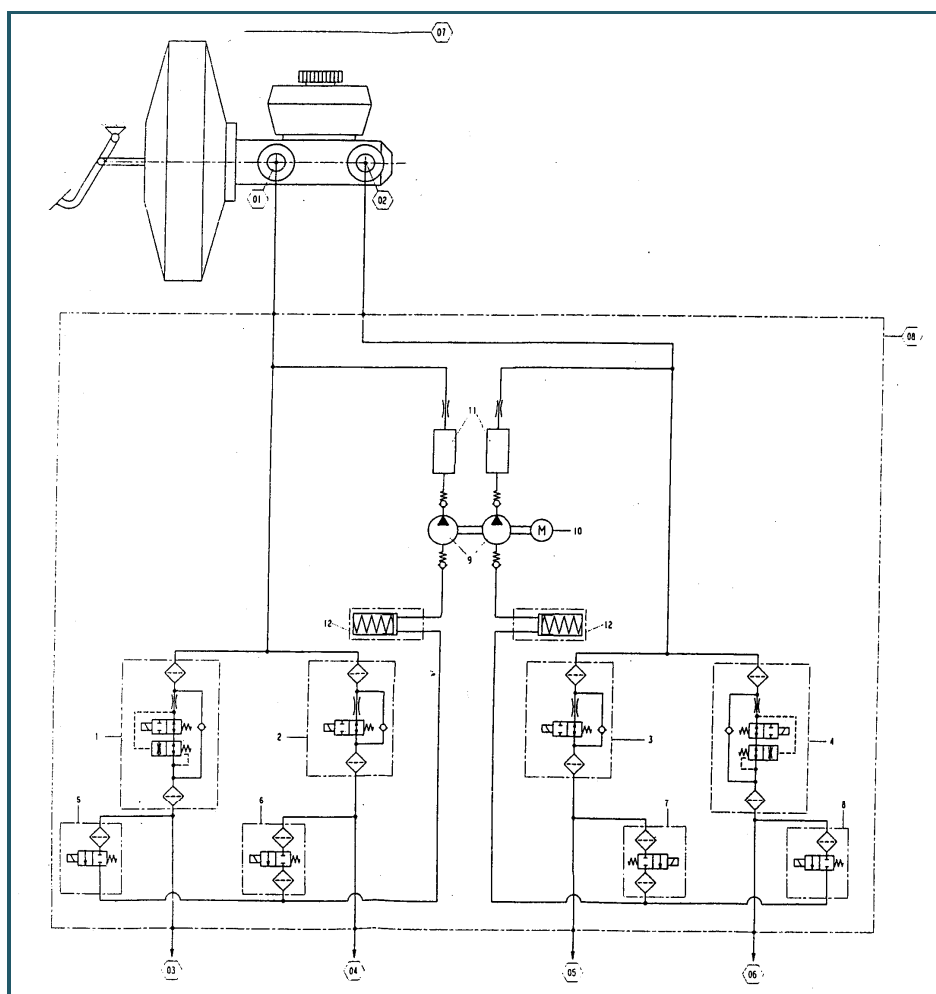
### 3.- Fase de mantenimiento de presión (o de aislamiento)

En el momento de un frenado y en caso de rebasamiento de la zona de deslizamiento óptima, hay que evitar un aumento de presión en el circuito hidráulico sobre la rueda concernida sino, el bloqueo de la rueda sería inevitable. Una electroválvula aísla la rueda de la bomba de frenos.

### 4.-Caída de presión

Si la rueda no ha vuelto a la zona de deslizamiento óptimo, hay que disminuir la presión hidráulica sobre la rueda concernida. Para ello, una electroválvula de escape se abre. El líquido a presión se desplaza hacia un acumulador. Una bomba de retorno aspira el líquido y lo comprime hacia la bomba de frenos.

### ESQUEMA HIDRÁULICO (ABS TEVES)



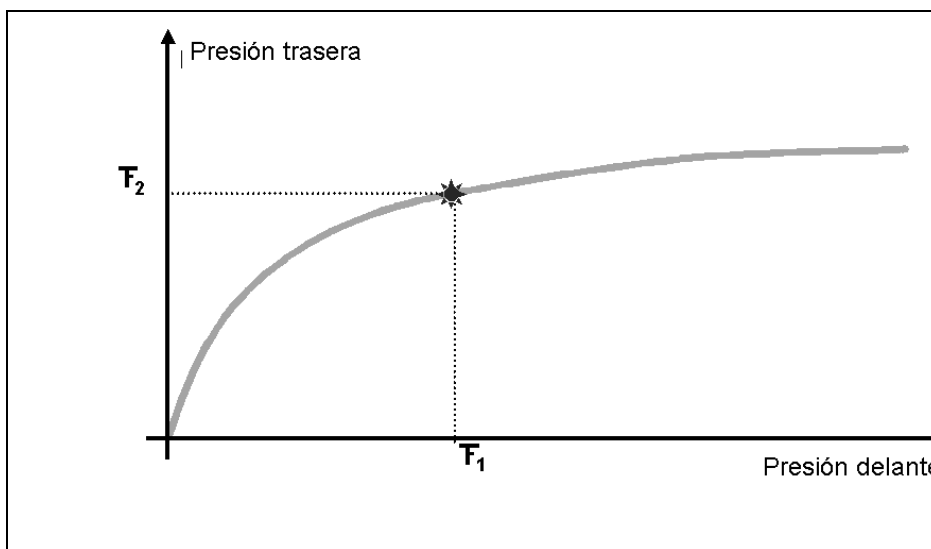
### 5.5.4.- Las evoluciones del ABS

#### 5.5.4.1.- La REF

La Distribución Electrónica de Frenado es una evolución importante del ABS ya que permite pasar de un limitador de presión en las ruedas traseras. Además de la economía de una pieza mecánica y de los problemas ligados a su mantenimiento, esta función permite aumentar las capacidades de frenado ya que la distribución delantera/trasera se aproxima a la curva ideal teórica. El sistema de frenado deja de ser retenido por el limitador.

El limitador es una pieza mecánica que mantiene constante la presión en las ruedas traseras por encima de una cierta presión en la bomba de frenos. Su utilidad es evitar un bloqueo de las ruedas traseras antes que en las ruedas delanteras por razones de estabilidad y, evitar así, una tendencia al cabeceo durante un frenado brusco.

Curva de distribución ideal entre la parte delantera y la trasera:



#### 5.5.4.2.- El MSR

El MSR (Motor Schlupf Regelung) es una regulación antibloqueo en fase de freno motor. En caso de retrogrado o en caso de deceleración súbita sobre una calzada poco adherente, las ruedas motrices pueden bloquearse. En este caso, el calculador ordena una ligera aceleración para disminuir el deslizamiento.

Esta función es puramente lógica y no necesita modificación hidráulica suplementaria.

### **5.6.- BAS (sistema)**

El servofreno de emergencia (en inglés: brake assist system o BAS) es un sistema de asistencia de frenada de emergencia ideado por Mercedes-Benz.

Mercedes-Benz comprobó que ante una frenada de emergencia, la reacción del conductor es frenar menos de lo que el coche le permite e ir aumentando la presión sobre el freno según se acerca el impacto. Como resultado, se alarga la distancia de frenada.

Para evitar este aumento, se ideó un sistema que interpreta cuándo se produce una frenada de emergencia, y en tal caso, frena con la máxima potencia aunque el conductor no lo esté haciendo.

Para interpretar cuándo se produce un frenada de emergencia, el BAS mide la velocidad con la que se suelta el acelerador y se pisa el freno, además de la presión con la que este movimiento se hace.

Siempre funciona combinado con el ABS.

### **5.7.- Reparto electrónico de frenada**

El reparto electrónico de frenada (llamado comercialmente EBV o EBD según los distintos fabricantes) es un sistema electrónico de reparto de frenada que determina cuánta fuerza aplicar a cada rueda para detener al vehículo en un distancia mínima y sin que se des controle.

El sistema calcula si el reparto es adecuado a partir de los mismos sensores que el ABS. Ambos sistemas en conjunto actúan mejor que el ABS en solitario, ya que éste último regula la fuerza de frenado de cada rueda según si ésta se está bloqueando, mientras que el reparto electrónico reparte la fuerza de frenado entre los ejes, ayudando a que el freno de una rueda no se sobrecargue (esté continuamente bloqueando y desbloqueando) y el de otra quede infrutilizado.

### **5.8.- Control de tracción (ASR)**

El Control de tracción es un sistema de seguridad automovilística diseñado para prevenir la pérdida de adherencia cuando el conductor se excede en la aceleración del vehículo o cuando realiza un cambio brusco en la dirección. En general se trata de sistemas electro hidráulico.

Funciona de tal manera que, mediante el uso de los mismos sensores y accionamientos que emplea el sistema ABS, se controla si en la aceleración una de las ruedas del eje motriz del automóvil patina y en tal caso, el sistema actúa con el fin de

reducir el par de giro y así recuperar la adherencia entre neumático y firme, realizando una (o más de una a la vez) de las siguientes acciones:

- Retardar o suprimir la chispa a uno o más cilindros.
- Reducir la inyección de combustible a uno o más cilindros.
- Frenar la rueda que ha perdido adherencia.

Algunas situaciones comunes en las que puede llegar a actuar este sistema son las aceleraciones bruscas sobre firmes mojados y/o con grava, así como sobre caminos de tierra.

Las siglas más comunes para denominar este sistema son ASR (Automatic Stability Control) y TCS (Traction Control System) o EDS.

### **5.8.1.- Historia**

El predecesor de los sistemas modernos de Control de Tracción puede encontrarse en los primeros coches de alto par motor o de gran potencia en las ruedas traseras, éstos comenzaron a limitar el número de revoluciones del motor mediante un sistema conocido como Positraction. Este sistema conseguía transferir la potencia a las ruedas de forma individual reduciendo así el deslizamiento de estas, aunque permitía que en algunos casos la rueda patinase.

Mercedes-Benz fue el pionero e introductor del sistema electrónico de Control de Tracción en el mercado. En 1971, la división Buick de la General Motors introdujo el MaxTrac, que utilizaba un sistema capaz de detectar el deslizamiento de las ruedas y de modificar el mecanismo de transmisión para proveer a las ruedas de la máxima tracción posible, sin deslizamiento. Una exclusiva de Buick en el tiempo, que fue opcional para todos los modelos de coches, incluyendo la Riviera, Estate Wagon, Electra 225, Centurion y el popular LeSabre. Cadillac también introdujo el TMS (Traction Monitoring System) en 1979 en el rediseñado Eldorado. Fue criticado por su lenta reacción y extremo ratio de fallo.

### **5.8.2.- Uso del Control de Tracción**

- En vehículos de carretera: El Control de Tracción ha sido tradicionalmente un aspecto de seguridad para coches de alto rendimiento, los cuales necesitan ser acelerados muy sensiblemente para evitar que las ruedas se deslicen, especialmente en condiciones de mojado o nieve. En los últimos años, los sistemas de Control de Tracción se han convertido rápidamente en un sistema equipado en todo tipo de vehículos.

- En vehículos de carreras: En estos tipos de coches el Control de Tracción ha sido usado como una mejora del rendimiento, permitiendo una máxima tracción sin deslizamiento de ruedas. En caso de aceleración, mantiene las llantas en el óptimo ratio de giro.
- En vehículos de campo: El Control de Tracción es usado en lugar de o en añadido a la mecánica de deslizamiento limitada. Esto es frecuentemente implementado con un límite electrónico de deslizamiento, tan bueno como otros controles computerizados del motor de transmisión. El deslizamiento de ruedas es menor con pequeñas actuaciones del freno, desviando más par de giro a las ruedas que no están deslizando. Esta forma de control de tracción tiene una ventaja sobre un sistema de bloqueo diferencial y es que la dirección y el control del vehículo es más fácil, por lo que estos sistemas pueden estar continuamente activados. Esto crea un menor estrés a la transmisión que es muy importante en vehículos con una suspensión independiente (generalmente más débil que los ejes sólidos). Por otra parte, sólo la mitad de las vueltas serán aplicadas a la rueda con tracción, comparado con un sistema de bloqueo diferencial, y el manejo es menos predecible.

Es bien sabido que el CT resta control y ciertas habilidades al conductor. Debido a ello el CT ha sido rechazado por muchos fans de los deportes de motor. Algunas competiciones incluso han llegado a prohibir el uso de este mecanismo. Con el actual estado de tecnología, es posible implementar el CT como parte del software de un ECU, y esto es muy difícil de detectar por los comisarios encargados de que se cumplan las reglas. Unidades pequeñas y muy efectivas están disponibles a través de una compañía Americana, Davis Technologies, que permite al conductor desactivar el Control de Tracción si lo desea. En Fórmula Uno, el esfuerzo realizado por cambiar esta norma hizo que el CT fuese eliminado en el 2008: todo coche debe tener desde entonces una ECU estándar (capaz de ser chequeada), dada por la FIA, que es relativamente básica y que no tendrá capacidades de CT.

### **5.8.3.- Control de tracción en curvas**

El control de tracción no sólo sirve para evitar que un coche que es acelerado bruscamente no derrape. Durante duras maniobras en un coche de tracción delantera hay un punto en que las ruedas no pueden dirigir y conducir el coche, al mismo tiempo, sin perder tracción. Con el Control de Tracción, esta pérdida de control es más difícil que ocurra. Existe un límite pensado, cuando los neumáticos pierden adherencia. El coche no tomará la curva tan estrictamente como le marcan las ruedas delanteras, a esto se le llama Subviraje. En algunos coches de tracción delantera, el Control de Tracción puede corregir una situación de sobreviraje reduciendo la aceleración. Esto mantiene la estabilidad de los coches en largas maniobras. Además el Control de Tracción también puede prevenir el sobreviraje en vehículos de tracción trasera.

Todos los fabricantes de coches recalcan en los manuales de sus vehículos que el sistema de Control de Tracción no es seguro al cien por cien y en caso de accidente provocado o no por un mal funcionamiento de éste no podrá ser reclamada una garantía.



### 5.9.- Sistema auxiliar de frenado SBC

**Frenado Selectivo Sensotronic (SBC)** es el nombre del innovador sistema de frenos controlado electrónicamente que Mercedes-Benz incorporará en sus futuros modelos. Como continuación a las ya conocidas innovaciones introducidas por Mercedes, tales como el ABS, el ASR, el ESP y el servofreno de emergencia (BAS), este nuevo sistema de frenado está llamado a convertirse en una referencia en el apartado frenos.

Con el **Frenado Selectivo Sensotronic (SBC)**, las actuaciones del conductor sobre el pedal del freno son convertidas en impulsos eléctricos que son conducidos a un microprocesador donde, en combinación con las señales emitidas simultáneamente por varios sensores, y dependiendo de la situación de conducción en ese momento, se calcula la presión óptima de frenado para cada rueda. El resultado es una aún mayor seguridad activa a la hora de frenar en curvas o en calzadas resbaladizas. Un depósito de alta presión y válvulas controladas electrónicamente se encargan de que la máxima presión de frenado pueda estar disponible mucho antes.

**Frenado en curva: mayor seguridad gracias a la distribución variable de la fuerza de frenado.**

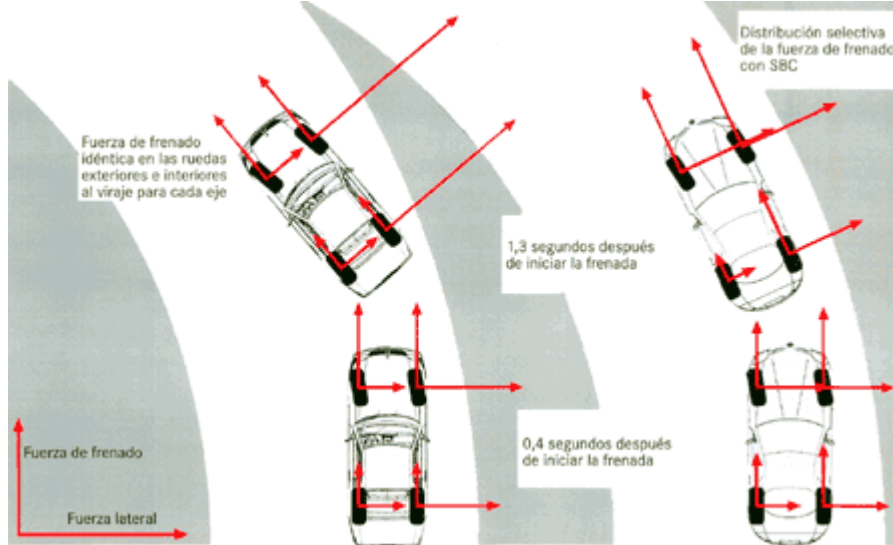
Incluso al frenar en curva, el **SBC** proporciona más seguridad que un sistema de frenado convencional. En este caso concreto es donde la distribución variable y particularizada de la fuerza de frenado en cada rueda presenta la mayor ventaja en el guiado del vehículo.

Mientras que en los sistemas convencionales de frenado la presión que actúa sobre los frenos de las ruedas exteriores es igual a la de las ruedas interiores, para cada eje, el **SBC** asigna presiones de frenado de manera conveniente en cada rueda. De ahí que el **SBC** aumente automáticamente la fuerza de frenado en las ruedas exteriores al viraje, dado que éstas soportan mayores fuerzas verticales y pueden, en consecuencia, transferir mayores fuerzas de frenado. Simultáneamente, reducirá la fuerza de frenado en las ruedas interiores para contrarrestar las elevadas fuerzas necesarias para permanecer en la trayectoria. El resultado es un comportamiento de frenado más estable unido a unos valores de deceleración óptimos.

#### Ventajas adicionales del SBC

El **SBC** de Mercedes-Benz presenta una serie de ventajas adicionales que redundan en un aumento de la seguridad de la marcha y también en un mayor confort para el conductor. Entre ellas cabe señalar la función **Frenos Secos**. Cuando la calzada está mojada, el **SBC** manda impulsos eléctricos al microprocesador, que oprime durante brevísimos instantes las pastillas de los frenos sobre los discos a intervalos regulares. De esta forma se elimina la película de agua sobre el disco y el frenado es más efectivo. La función se activa en cuanto el limpiaparabrisas se conecta.

En pendientes y cuestas, la función **Ayuda a la Arrancada** evita que el coche se vaya hacia atrás o hacia adelante con sólo dar una pisada breve al freno, sin necesidad

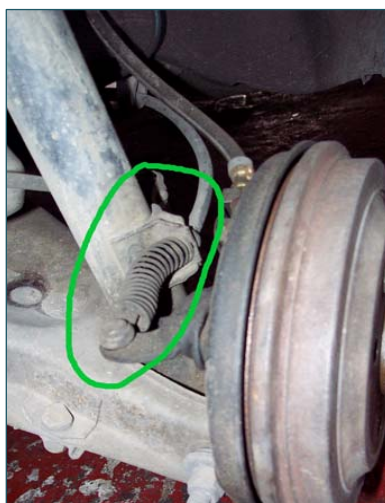


de mantener pisado el pedal o utilizar el freno de mano. Para arrancar, basta con pisar el acelerador.

## 6. SISTEMAS DE FRENO DE ESTACIONAMIENTO

### 6.1.- Freno de estacionamiento convencional

Es un sistema *frenos de mano*, que se vehiculo frenado estacionado. Por ley, estar dotados de él y es



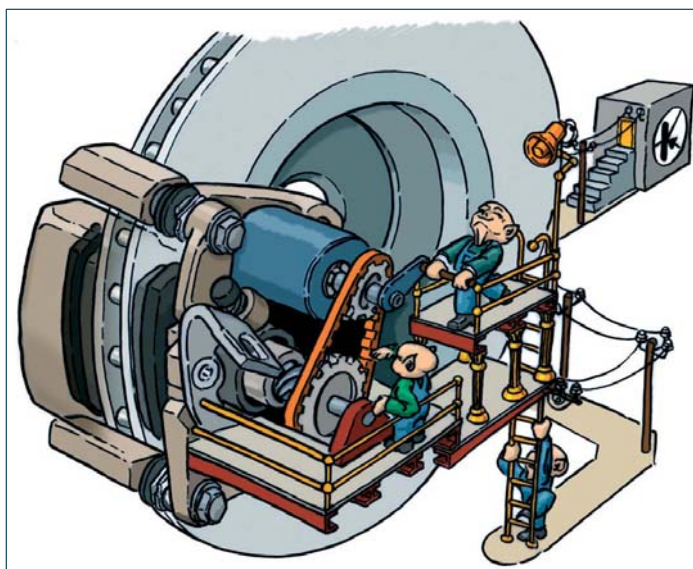
de frenado, conocido como realiza para mantener el mientras permanece todos los vehiculos deben obligatorio su uso.

En la mayoría de los vehículos actúa sobre las ruedas traseras mediante cables o varillas independientes del sistema de freno principal. Existe una palanca de freno al alcance del conductor, dotada de un trinquete para bloquearla y mantener el freno accionado.

Para desbloquear el freno, se tira de la palanca hacia arriba apretando un botón y cuando se suelta el triquete se baja totalmente.

## **6.2.- Freno de estacionamiento electromecánico**

Para inmovilizar de forma realmente fiable el vehículo parado, el conductor tenía que tirar hasta ahora con fuerza de una palanca para el freno de mano o tenía que pisar un pedal adicional para el freno de



estacionamiento. En el futuro basta para ello con una breve pulsación sobre un conmutador en el cuadro de instrumentos – porque en el nuevo Passat el freno de estacionamiento electromecánico viene a sustituir al freno estacionamiento manual convencional.

Sin embargo, el freno de estacionamiento electromecánico no sólo es una ayuda al aparcar. Debido a su intervención inteligente se encarga de una frenada segura y la retención necesaria al ponerse en marcha cuesta arriba. En diversas publicaciones el freno de estacionamiento electromecánico también recibe el nombre de freno de aparcamiento eléctrico (EPB).

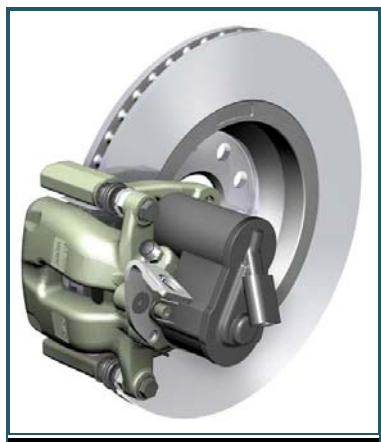
### **6.2.1.- Ventajas del freno de estacionamiento electromecánico**

En comparación con el freno de mano convencional, el freno de estacionamiento electromecánico ofrece numerosas ventajas, como por ejemplo:

- Una mayor libertad para el diseño del interior. La palanca del freno de mano ha sido anulada y sustituida por un pulsador. De ahí resulta una mayor libertad para la configuración del habitáculo y el diseño de la consola central y del vano reposapiés.
- Más funciones implementadas para el cliente. Con la implantación de la gestión electrónica y la interconexión de CAN-Bus, el freno de estacionamiento electromecánico ofrece más funciones útiles para el cliente (tales como la función AUTO HOLD o el asistente dinámico en arrancada) y un mayor nivel de confort.
- Ventajas en el proceso de fabricación. Con la anulación de la palanca del freno de mano y sus cables de mando se ha podido simplificar el proceso de producción y ensamblaje del vehículo.
- Autodiagnosticabilidad. El freno de estacionamiento electromecánico es un sistema mecatrónico. Sus funciones se someten a vigilancia continua.

### **6.2.2.- Actuadores de freno traseros**

Los actuadores de freno son unidades electromecánicas que se integran en las pinzas de los frenos traseros. Con ayuda del motor eléctrico, la reductora poli escalonada y el reenvío de husillo transforman la sentencia de accionar el freno de estacionamiento en una fuerza dirigida, que ciñe las pastillas a los discos de freno.





### **6.2.3.- Funciones implementadas en el freno de estacionamiento electromecánico**

El freno de estacionamiento electromecánico ofrece al conductor las siguientes funciones:

- Función de freno de aparcamiento
- Asistente dinámico en arrancada
- Función dinámica de frenada de emergencia
- Función AUTO HOLD

Básicamente se distingue, según la velocidad de marcha del vehículo, entre el modo estático (velocidad inferior a 7 Km. /h) y la frenada dinámica (velocidad superior a 7 Km. /h).

### **6.2.4.- Funcionamiento**

En el modo estático la apertura y el cierre del freno de estacionamiento se llevan a cabo por la vía electromecánica.

En una frenada dinámica se produce la retención del vehículo a través de los sistemas ABS/ESP, lo que significa, que todas las ruedas son frenadas por la vía hidráulica.

La secuencia de funciones sería la siguiente para el asistente a la arrancada:

1. El vehículo está parado. El freno de estacionamiento electromecánico está activado. El conductor quiere ponerse en marcha, selecciona la I velocidad y acciona el pedal acelerador.
2. Previo análisis de todos los parámetros (ángulo de inclinación, par del motor, posición del pedal acelerador, accionamiento del embrague o gama de marchas seleccionada) la unidad de control para freno de estacionamiento electromecánico calcula el par de fuerza ejercido hacia la pendiente.
3. Si el par de tracción del vehículo es superior al par calculado por la unidad de control para freno de estacionamiento electromecánico para el par de fuerza ejercido hacia la pendiente, la unidad de control excita ambos motores de inmovilización en los frenos traseros.



freno de estacionamiento en las ruedas traseras se suelta por la vía electromecánica. El vehículo inicia la marcha sin rodadura en retroceso.

## **7. MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE FRENOS**

### **7.1.- Sistema de mando hidráulico**

Se realizarán las siguientes operaciones sobre el sistema de mando hidráulico de frenos:

- Llevar el vehículo al taller si se detecta alguna irregularidad en el mando hidráulico del sistema de freno.
- Comprobar periódicamente al nivel de líquido en el depósito.
- Comprobar que no hay fugas por ningún elemento del sistema de freno.
- Comprobar la holgura del pedal de freno.
- Comprobar las tuberías de freno.
- No añadir nunca líquido de frenos de diferente marca.
- No abusar del freno, ya que puede aparecer el efecto fading o pérdida de frenada por el aumento de temperatura de los elementos frenantes.

### **7.2.- Mantenimiento del freno de tambor**

Se realizarán las siguientes operaciones sobre los frenos de tambor:

- Llevar el vehículo al taller si se detecta alguna irregularidad en el sistema de freno de tambor.
- Cuando se sustituyan las zapatas se hará por parejas (en todas las ruedas del mismo eje).
- Si aumenta el recorrido del pedal es síntoma de desgaste anormal del forro.
- Utilizar solamente zapatas de repuesto de marcas recomendadas por el fabricante.
- Sustituir los tambores si su superficie está rayada o anormalmente desgastada.
- Comprobar el nivel de líquido de frenos. Solamente si el nivel está por debajo del mínimo añadiremos el líquido que falta.

### **7.3.- Mantenimiento del freno de disco**

Se realizarán las siguientes operaciones sobre los frenos de disco:

- Llevar el vehículo al taller si se detecta alguna irregularidad en el sistema de freno de disco.
- Comprobar el nivel de líquido de frenos. Solamente si se encuentra por debajo del mínimo añadir líquido hasta alcanzar el nivel prescrito.

- Sustituir las pastillas de freno por ejes.
- Sustituir los discos si se observa que la superficie de rozamiento está desgastada, cristalizada o rayada.

#### 7.4.- Mantenimiento del sistema de mando neumático

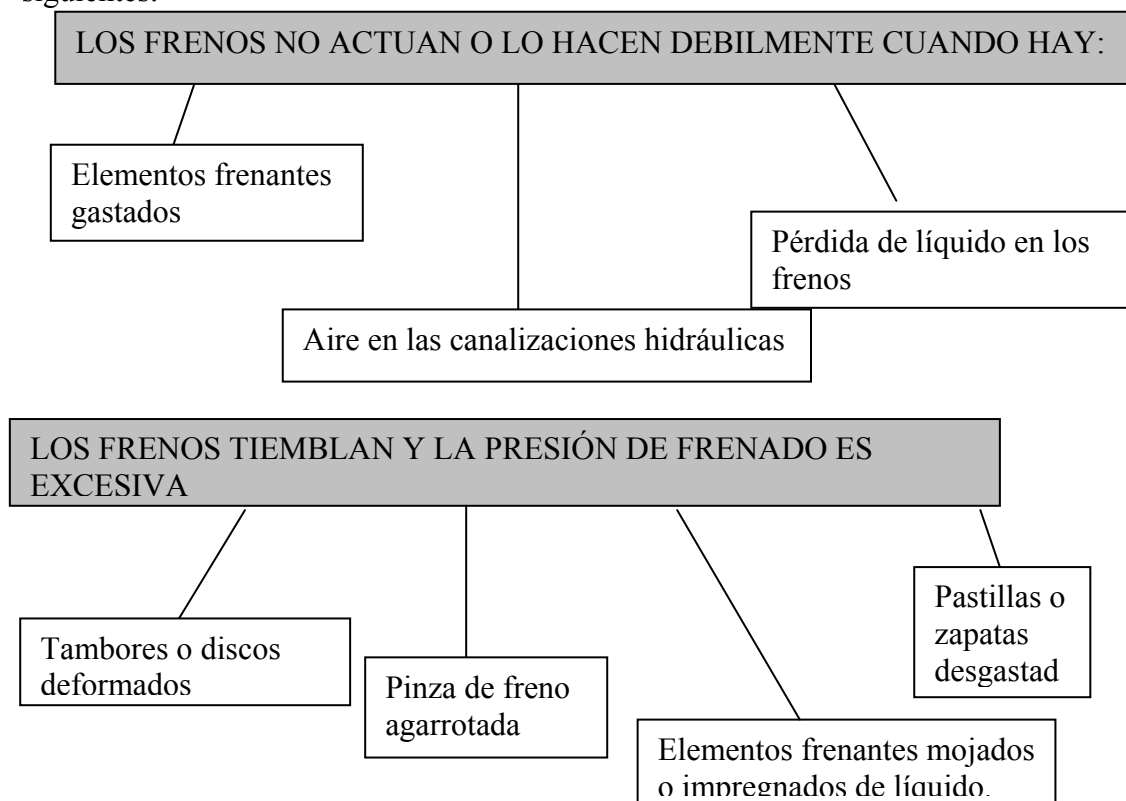
Se realizarán las siguientes operaciones sobre los frenos de tambor:

“Si con el motor funcionando la presión cae con rapidez, existe una fuga de aire”

- Sustituir el cartucho secador de aire según las recomendaciones del fabricante. Es contaminante y debe ser tratado como un residuo especial.
- Comprobar la tensión de la correa del compresor.
- No iniciar la marcha hasta que los manómetros no indiquen la presión correcta.

### 8. Posibles averías del sistema de frenado

Las posibles averías que puede presentar el sistema de frenado son las siguientes:



● Al frenar el vehículo se desvía hacia un lado, ya que una rueda frena más que otra del mismo eje:

- La tubería de un lado está obstruida o rota.
- Desgaste desigual de las zapatas.
- Disco o tambor engrasado.
- Reglaje desigual.

- Plato o soporte flojo.
- Presión de inflado incorrecta en los neumáticos de un mismo eje.
- Sensación esponjosa del pedal de freno, se nota blando, no frena y se endurece:
  - Fugas de líquido hidráulico.
  - Aire en las canalizaciones hidráulicas.
- Necesidad de bombear el pedal o llevarlo a fondo:
  - Aire en las canalizaciones hidráulicas.
  - Guarniciones de la bomba en mal estado.

## 9. Bibliografía

- 1.- Autodidáctico Volkswagen Passat
- 2.- Autodidáctico Citroen
- 3.- Curso sobre frenos
- 4.- Imágenes buscadas en Google
- 5.- Imágenes propias
- 6.- Wikipedia

JEEP DOGGE CHRIS LERSMART MERCEDES BEZMAYBACH  
BOSCH PARANINFO CELETTE BP FORMULACAR  
CESVIMAP MICHELIN CENTRO ZARAGOZA  
VALEO ALSA EDITEX QUERO EXPERT MONROE  
WURTH GLASURIT FESTO AUTOMOTIVETHINKING LOCTITE