



# Curso de Frenos

Manual N° 4

*iadeArgentina*

# LOS FRENOS EN EL AUTOMOVIL

*iadeArgentina*

Agradecimiento especial a los profesores del Departamento de Máquinas y Motores Térmicos de la Universidad del País Vasco: Leopoldo Martín e Iñaki Loroño, que con sus interesantes comentarios y sugerencias han contribuido en gran medida a mejorar esta obra.

*El Autor:*

Luis Molero (Director técnico del centro de formación C.D.R. 710).

# Índice

<b>I – INTRODUCCIÓN</b>	1
- Objetivos	2
- Exposición del tema	2
- Sistemas de mando de frenos	3
<b>II - LOS FRENO</b>	4
1.- Misión y características	4
2.- La adherencia	4
- Aplicación al automóvil	5
3.- El tiempo de reflejo	6
- Consecuencias debidas	7
<b>III – EXIGENCIAS DE LA LEGISLACION</b>	8
<b>IV – NOCIONES DE HIDRÁULICA</b>	9
1.- ¿Qué es la presión?	9
2.- Característica general del los líquidos	10
- Aplicación al sistema de mando de frenos	10
<b>V – LA BOMBA</b>	11
1.- La bomba simple: descripción y funcionamiento	11
- Compensación	13
- Presión residual	14
2.- Aplicación del sistema hidráulico en el vehículo	14
- Disposición general	15
- Guarda de vástago	15
<b>VI – LA BOMBA DOBLE O BOMBA TANDEM</b>	15
1.- Descripción y funcionamiento	16
2.- Funcionamiento	16
3.- Caída de presión en los circuitos en caso de avería	18
<b>VII – LIMITADOR DE FRENADA</b>	18
1.- Exposición de la necesidad	18
2.- Repartidor de doble efecto	19
- ¿Cuál es su misión?	19
- ¿Cómo funciona?	20
- ¿Por qué doble efecto?	20
- Funcionamiento	21
3.- Limitador de tarado variable con la carga	22
4.- Compensador de frenada	23
- Objeto y funcionamiento	24

5.- Otros tipos de compensadores	25
- Sobrepresores. Constitución y funcionamiento	25
- Depresores. Constitución y funcionamiento	26
<b>VIII – DISPOSITIVO DE ASISTENCIA (Servofrenos)</b>	27
1.- Objeto	27
2.- Diferentes fuentes de energía auxiliar	27
3.- Master-Vac	28
- Esquema base	28
- Funcionamiento	29
4.- El Master-Vac Doble	31
5.- El servofreno Hidro-Vac	31
- Funcionamiento	32
6.- Bomba de vacío	34
<b>IX - INDICADORES Y TESTIGOS</b>	35
1.- El indicador de caída de presión	35
- A) I.C.P. Simple	35
- B) I.C.P. BY-PASS	36
<b>X - LOS SISTEMAS DE FRENOS</b>	38
1.- El Freno tambor	38
- Funcionamiento	39
2.- El bombín de rueda	41
- Caso particular, (bombín diferencial)	41
3.- Zapatas, elementos de reglaje	42
4.- Freno tambor con aproximación automática	44
- GIRLING	44
- BENDIX	46
5.- Frenos de disco	48
- Tipos	48
- Diversas mejoras	49
<b>XI – EL MANDO MECÁNICO</b>	50
- Caso de tambor	50
- Caso de disco	51
<b>XII – DIAGNÓSTICO Y COMPROBACIÓN</b>	52
- Objetivos	52
- Exposición del tema	52
- Comprobación de la eficacia de los frenos	53
1.-Prueba de carretera	53
2.-Decelerómetro	54
3.-Frenómetro	55
4.-Diagnóstico de averías	56
5.-Revisión y puesta a punto	59

6.-Purgado del circuito de frenos	66
<b>XIII – LOS LÍQUIDOS</b>	68
- Algunas nociones	68
- Principales exigencias que deben satisfacer los líquidos	68

# LOS FRENOS EN EL AUTOMOVIL

## INTRODUCCION

Todos tenemos una idea general de lo que son los frenos; pero si queremos progresar un poco más en el conocimiento debemos llegar a conceptos fundamentales:

Para contrarrestar toda la cantidad de movimiento que pueda tener un automóvil rodando a una cierta velocidad, si queremos detenerlo, tendremos que oponer un esfuerzo resistente que sea capaz de transformar toda esa energía de movimiento hasta conseguir su detención.

A esa energía del movimiento la vamos a llamar Energía Cinética. (Del griego KINOS-OU que significa movimiento), y la forma más rápida es transformarla en calor, haciendo que dos superficies colocadas convenientemente se froten entre sí enérgicamente.

La ley ya nos marca pautas de actuación, puesto que nos exige una serie de características que deben cumplir los dispositivos de frenado.

Las más importantes: RAPIDEZ Y EFICACIA para que el vehículo pueda ser parado e inmovilizado en las pendientes más pronunciadas.

Tenemos resuelto como transformar la energía cinética en calor, pero lo de hacerlo rápidamente y con eficacia...

El primer problema que se plantea es que el contacto de las ruedas con el suelo no debe disminuir repentinamente y mucho menos desaparecer.

Volviendo al concepto de energía cinética como cantidad de movimiento podemos prever que cuanto mas peso y sobre todo cuanta más velocidad lleve el vehículo tanto más difícil será detenerlo en un corto espacio de tiempo y de recorrido.

Es precisamente el concepto de energía cinética:

$$E_C = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$E_C$  = Energía cinética.

$m$  = Masa del vehículo.

$v$  = Velocidad.

El material plástico de la superficie de la rueda (goma) sufre con el peso una deformación y se va incrustando en las pequeñas irregularidades

del terreno de manera que se forman una especie de dientes de engranaje que se van acoplando con los del terreno en que se apoya. Enseguida se nos ocurre, por tanto, que la calidad de la goma y las condiciones del terreno tienen una influencia fundamental. También el peso.

Quiero decir, que todas estas condiciones que en conjunto podemos llamar adherencia, tienen que ser capaces de ir soportando la fuerza de energía cinética mientras se va transformando en calor.

Pero como la adherencia cuando llega a su valor máximo, si se supera, cae en picado, es imprescindible ir dosificando el esfuerzo de frenado para no superar ese límite.

Por todo esto, precisamente y para acercarse a las mejores condiciones, se diseñan y se colocan en el automóvil toda una serie de dispositivos que deberemos conocer.

## OBJETIVOS

Estudiar los diferentes circuitos y sistemas de frenado, sus características y elementos que los componen.

## EXPOSICIÓN DEL TEMA

Según la reglamentación vigente todo vehículo necesita llevar acoplados dos sistemas de frenado independientes; uno de ellos, el circuito principal de servicio, debe ser capaz de detener el vehículo en movimiento a voluntad del conductor y el otro circuito, auxiliar, que se emplea para bloquear las ruedas cuando el vehículo está estacionado.

Circuito principal de frenos

Circuito principal de frenos

El circuito principal es accionado por un mando de pedal situado en el interior del habitáculo que transmite la fuerza aplicada por el conductor a los elementos de frenado de las ruedas. La transmisión de esfuerzo se realiza a través de un circuito hidráulico o neumático, aprovechando la energía transmitida por estos fluidos a través de un sistema multiplicador de esfuerzos, para que llegue a las ruedas con la fuerza necesaria para detener el vehículo.



## Circuito auxiliar de frenos

El circuito auxiliar consiste en un mecanismo de freno mecánico, llamado freno de mano, accionado desde el interior del vehículo de forma que, una vez fijado el mando, las ruedas queden bloqueadas para evitar un deslizamiento. Este mecanismo se aplica generalmente a las ruedas traseras.

## Freno complementario de asistencia

En los vehículos pesados de gran tonelaje suele instalarse un tercer freno de asistencia, cuya misión es colaborar y actuar conjuntamente con el circuito principal para evitar en determinados momentos que, por el continuo uso, los frenos pierdan efectividad, precisamente cuando más se necesitan.

Entre ellos hay que destacar el freno eléctrico aplicado a la transmisión del vehículo, el cual entra en funcionamiento a voluntad del conductor por medio de un mando situado a su alcance en el volante o en el tablero de mandos. El funcionamiento de este freno evita el continuo uso al que se vería obligado el circuito principal, evitando por tanto el desgaste excesivo de los frenos que produciría una disminución en la eficacia de frenado.

Otro de los sistemas empleados es el freno motor que aprovecha el funcionamiento del mismo como compresor.

## SISTEMAS DE MANDOS DE FRENOS

En los automóviles antiguos el sistema de mando de los frenos era exclusivamente mecánico. Sus grandes inconvenientes (lentitud en la transmisión de esfuerzos, complejidad de los mecanismos, elevados esfuerzos, dificultad de reglaje y equilibrado y frecuentes averías) han ocasionado su desaparición en los vehículos actuales. Sin embargo, se siguen empleando en los sistemas de mando de los frenos de mano o también llamado freno de estacionamiento.

## Principios del funcionamiento hidráulico de los frenos

El sistema hidráulico de los frenos se basa en los conocidos principios de la hidrostática sobre la incompresibilidad de los líquidos y la transmisión de presiones en su seno. Como consecuencia de ellos, la

presión comunicada por el émbolo de un cilindro de mando se transmite, a través de un circuito, a los cilindros o bombines que controlan los órganos activos de los frenos.

## II - LOS FRENOS

### 1.-¿CUÁL ES SU MISIÓN? -

--- RETENER

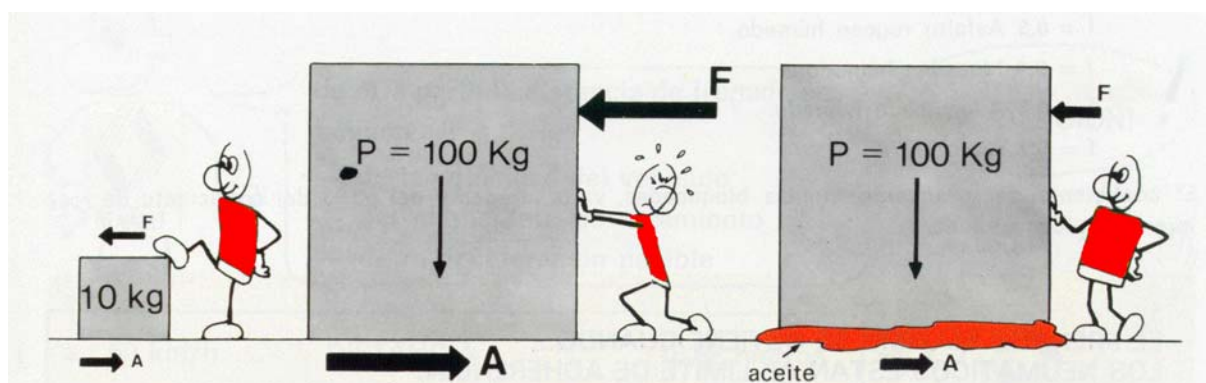
--- PARAR

--- MANTENER LA PARADA.

En condiciones lo más favorables, es decir con:

- EFICACIA: En una distancia mínima con una respuesta rápida.
- ESTABILIDAD: Afectando lo menos posible a la trayectoria del vehículo.
- PROGRESIVIDAD: Con un frenado proporcional al esfuerzo del conductor.
- CONFORT: con un esfuerzo mínimo para el conductor.

### 2.-LA ADHERENCIA: el factor físico



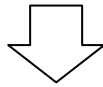
Si la rueda es frenada muy bruscamente BLOCA Y SE DESPLAZA SIN GIRAR, el vehículo continúa avanzando, se dice entonces que LA RUEDA NO TIENE ADHERENCIA (DERRAPA).

## ¿QUÉ ES LA ADHERENCIA?

Es esta la fuerza A, que se opone al desplazamiento de un cuerpo con relación a la superficie sobre la cual descansa. La adherencia es función del peso del cuerpo (P) y del coeficiente de rozamiento (f).

ADHERENCIA = Peso del cuerpo X Coeficiente de rozamiento

$$A = P \times F$$



Si  $F < A$ : el cuerpo queda inmóvil.

Si  $F \geq A$ : el cuerpo se desplaza.

## APLICACIÓN AL AUTOMÓVIL

La adherencia variará con:

- El peso del vehículo.
- Las características y el estado del neumáticos.
- La naturaleza y el estado de la carretera.

Ejemplos de coeficiente de rozamiento entre carretera y neumático (neumático en buen estado y ruedas girando)

$f = 0,9$  Alquitrán seco y gravilla empotrada.

$f = 0,8$  Asfalto rugoso seco.

$f = 0,6$  Macadán seco y adoquinado seco.

$f = 0,5$  Asfalto rugoso húmedo.

$f = 0,4$  Macadán húmedo.

$f = 0,3$  Adoquinado húmedo.

$f = 0,1$  Hielo.

Si las ruedas se bloquean, el coeficiente de rozamiento varía alrededor del 60%.

EL FRENADO MAXIMO SE OBTIENE CUANDO LOS NEUMÁTICOS ESTÁN AL LÍMITE DE ADHERENCIA.

(si la adherencia es más grande, tanto más corta será la distancia de parada).

## EL BLOCAJE DE RUEDAS TRAE CONSIGO:

EFICACIA de frenada muy DISMINUIDA.

TRAYECTORIA del vehículo PERTURBADA (riesgo de derrapaje).

DESGASTE exagerado e irregular de los NEUMÁTICOS.

EL TIEMPO DEL REFLEJO: el factor fisiológico.

Es el tiempo de reacción que transcurre entre el instante en que la causa del frenado aparece (percibir el obstáculo) y el instante en el que el conductor interviene activamente (comienza el frenado efectivo).

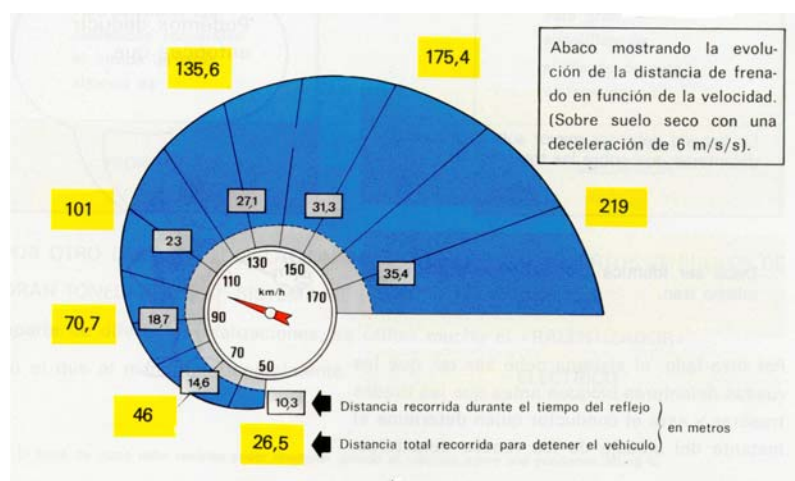
Este tiempo variable, según los individuos y según su estado general, tiene un promedio de 0,75 segundos.

**DISTANCIA DE PARADA** = Distancia transcurrida durante el tiempo de reflejo + Distancia de frenada

Por otra parte la distancia de frenado es función:

- De la velocidad del vehículo.
- Del coeficiente de rozamiento.
- De la deceleración posible.

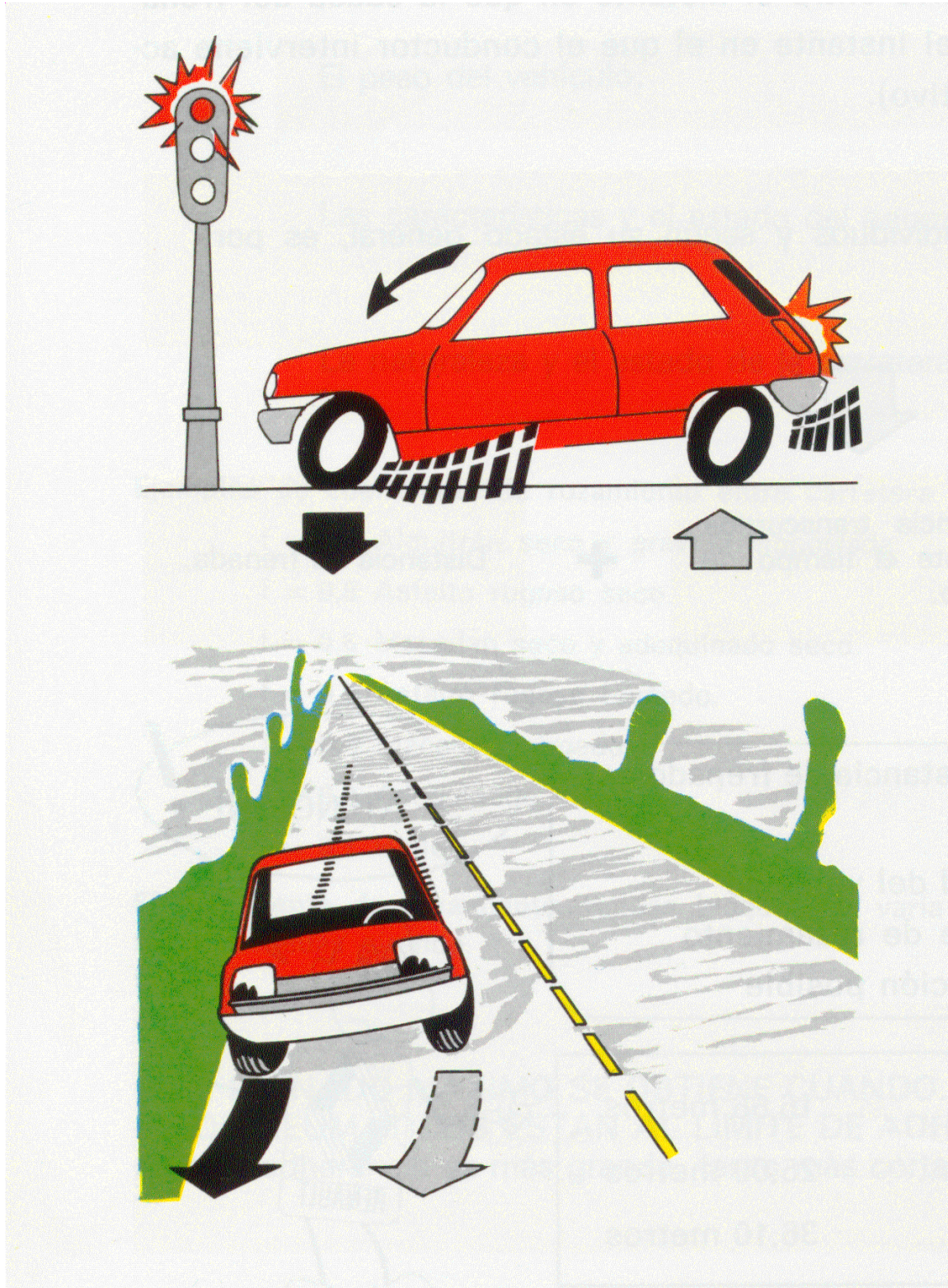
A 60 km./h	DISTANCIA	16,66 metros
A 90 km./h	RECORRIDA	25,00 metros
A 130 km./h	EN UN SEGUNDO	36,10 metros



Ábaco mostrando la evolución de la distancia de frenado en función de la velocidad. (Sobre suelo seco con una deceleración de 6 m./s/s).



## CONSECUENCIAS DEBIDAS AL SISTEMA DE FRENOS



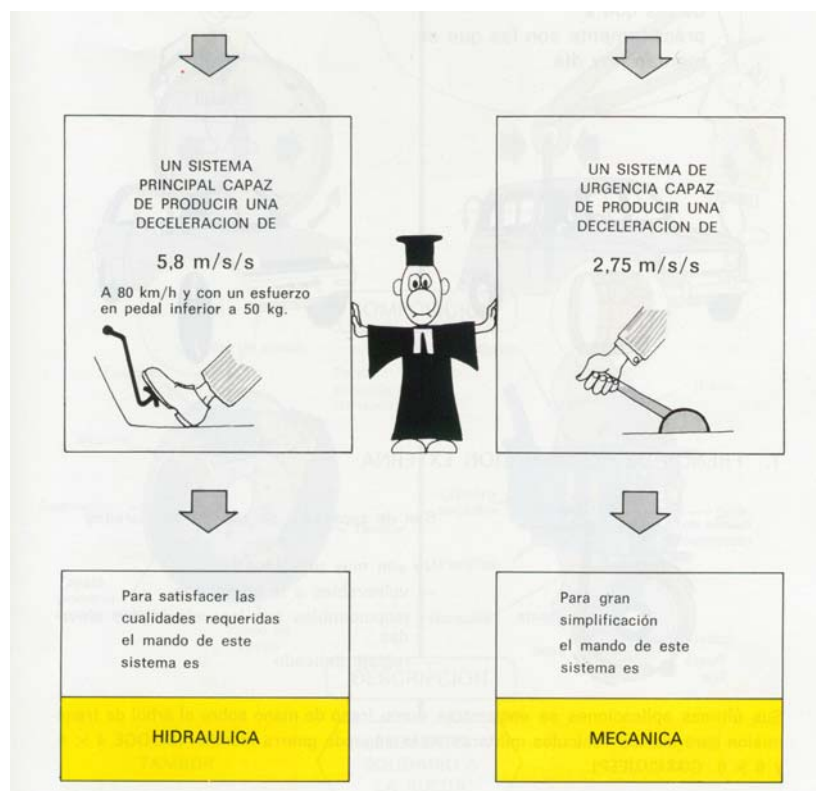
Por experiencia se sabe que:

- Durante el proceso de frenado, hay una transferencia de pesos: El tren delantero es sobrecargado, y el tren trasero es aliviado. En consecuencia, las ruedas traseras tienden a bloquearse más rápidamente que las ruedas delanteras.
- Si las ruedas de un mismo tren no tienen la misma frenada, el vehículo tira del lado de la rueda que frene más.

DE LA OBSERVACION DEDUCIMOS:

- La frenada debe ser mayor sobre las ruedas delanteras que sobre las traseras.
- Debe ser idéntica para las ruedas de un mismo tren.
- El sistema debe ser tal, que las ruedas delanteras se bloqueen antes que las traseras.

### III – EXIGENCIAS DE LA LEGISLACIÓN



Para los vehículos turismos, la ley exige actualmente:

#### DOS SISTEMAS DE FRENO CON MANDOS SEPARADOS:

A 80 km./h y con un esfuerzo en pedal inferior a 50 kg.

- 1.-Un sistema principal capaz de generar una deceleración de 5,8m./s./s.
- 2.- Un sistema de urgencia capaz de producir una deceleración de 2,75 m./s/s.

La acción de cada sistema ha de ser lo suficientemente rápida y eficaz para que el vehículo pueda ser parado e inmovilizado en las pendientes más fuertes.

El freno de mano debe poder mantener el vehículo parado sobre una pendiente del 18 %.

Por otro lado, la legislación impone ahora para ciertos vehículos de gran tonelaje un 3er. sistema de freno: Aparte de diferentes realizaciones, se utiliza mucho el “ralentizador” que es generalmente eléctrico.

## IV – NOCIONES DE HIDRÁULICA

### 1.-¿QUÉ ES LA PRESIÓN?

La presión es la fuerza que se aplica sobre una determinada superficie.

Vamos a suponer que pusiéramos un peso-fuerza de 100 kg. sobre una superficie de 10 cm<sup>2</sup>. Si hacemos un reparto uniforme de los 100 kg. nos damos cuenta que sobre cada cm<sup>2</sup>. corresponden exactamente 10 kg.

Esto se puede expresar en forma matemática de la siguiente manera:

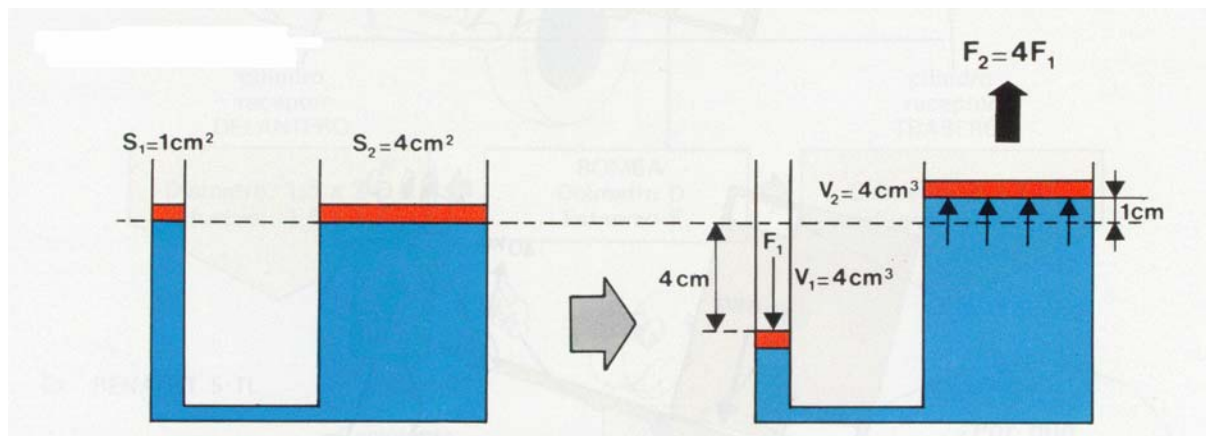
$$\text{Presión en kg./cm}^2 = \text{Fuerza en kg.} / \text{Superficie en cm}^2 \quad (P = F / S)$$

Para simplificar las medidas reales tomamos como unidad:

$$1 \text{ bar} = 1 \text{ kg./cm}^2$$



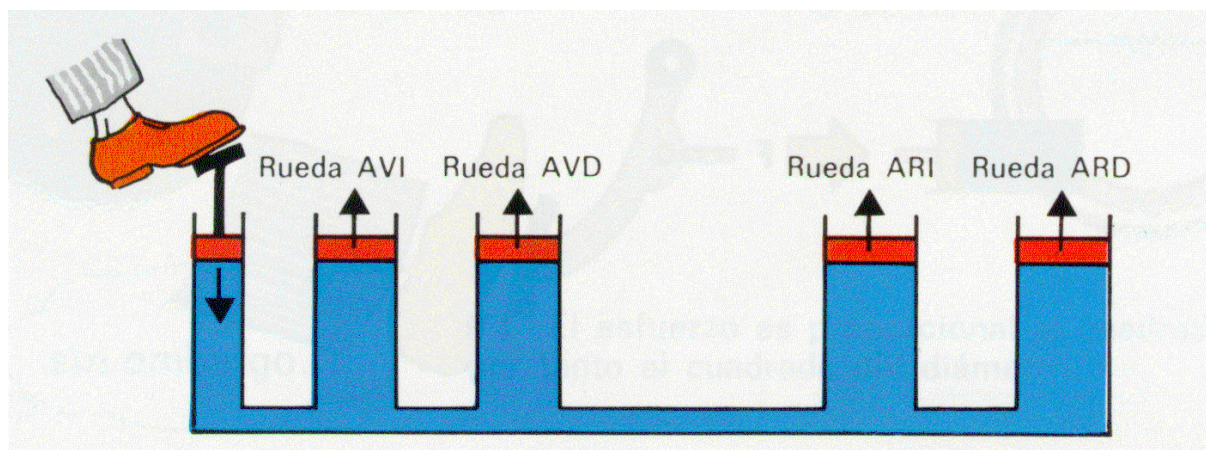
## 2.-CARACTERÍSTICA GENERAL DE LOS LÍQUIDOS



“Toda presión ejercida en un punto cualquiera en la superficie de un líquido se transmite en todas direcciones y sin pérdida de su intensidad”.  
PRINCIPIO DE PASCAL.

DEBIDO A QUE LOS LÍQUIDOS SON INCOMPRESIBLES sirven perfectamente para la transmisión íntegra de un movimiento y de una fuerza.

### APLICACIÓN AL MANDO DE FRENOS



En el MANDO HIDRÁULICO, el esfuerzo ejercido sobre el pedal por el conductor es transmitido a los frenos por medio de una columna de líquido, el sistema consiste en una bomba llamada “CILINDRO MAESTRO” en la cual la presión es creada por el esfuerzo del conductor. Por medio de canalizaciones, esta presión es transmitida a los bombines de



las ruedas que accionan los frenos.

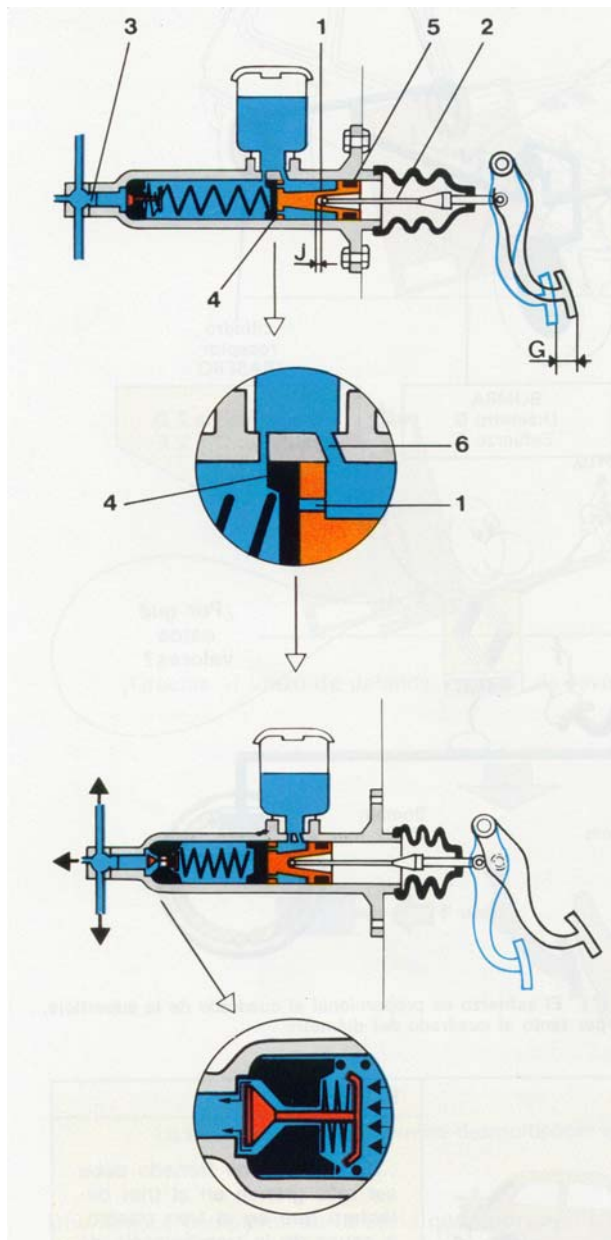
$$\text{PRESIÓN} = \text{FUERZA} / \text{SUPERFICIE}$$

Esfuerzo sobre el pedal / Sección del pistón de la bomba

Ventajas: ***Fuerte multiplicación del esfuerzo y equilibrio perfecto.***

## V – LA BOMBA

### 1.-LA BOMBA SIMPLE



### DESCRIPCIÓN

1.- Pistón deslizante en la cámara de compresión de un cilindro y que lleva unos taladros en su periferia.

2.- Vástago de mando solidario al pedal y alojado en el pistón.

3.- Orificio calibrado para las canalizaciones y obstruido por una válvula de doble efecto mantenida en su alojamiento por un muelle (produce la presión residual).

4.- Copela primaria de goma apoyada en el pistón.

5.- Copela secundaria asegurando la estanqueidad.

6.- Juego en el vástago que va a permitir el retroceso completo del pistón (guarda G en el pedal).

## FUNCIONAMIENTO AL ACCIONAR EL PEDAL

1.- Al frenar, la extremidad de la varilla de empuje bajo la acción del pedal va a apoyarse contra el fondo de su alojamiento en el pistón después de haber recorrido un corto trayecto, ( alrededor de 1 mm.), que constituye la guarda del pedal.

2.- Al seguir pisando, el pistón avanza ligeramente en la cámara y la copela primaria, después de una débil carrera, cierra el orificio de dilatación (H) aislando así la cámara del depósito de alimentación.

3.- El orificio de dilatación está cerrado, el avance del pistón pone el líquido bajo presión, cuando esta presión sea superior a la válvula, está se abrirá y el líquido bajo presión será enviado por las canalizaciones hasta los cilindros de las ruedas.

Los pistones receptores aplican entonces las zapatas contra los tambores.

## FUNCIONAMIENTO AL SOLTAR EL PEDAL

Cuando el pedal es liberado:

1.-Bajo la acción de sus resortes las zapatas vuelven a su posición de reposo arrastrando ellas a los pistones de los cilindros de ruedas, el líquido retorna por las canalizaciones hacia la bomba principal.

2.-El pistón de la bomba principal es simultáneamente llevado por un resorte a su posición de partida, provocando así una caída de presión en el circuito.

En efecto, prácticamente se constata que el retorno del líquido, frenado por los frotamientos en las canalizaciones del circuito, no es tan rápido como el retorno del pistón bajo el efecto del resorte. Se produce entonces en la cámara una depresión que aspira el líquido alojado entre la pared del cilindro principal y el cuerpo del pistón.

El líquido atraviesa entonces el pistón por los taladros practicados sobre su periferia, dirigiéndose hacia la cámara del cilindro y pasando entre la copela primaria y el cuerpo de la bomba, es la compensación.

Por otra parte, la fuerza del líquido que viene del circuito hacia el cilindro principal actúa sobre la válvula de doble efecto y comprime ligeramente el resorte, el líquido pasa entonces por la periferia de ella.

## COMPENSACIÓN



1.-La depresión en la cámara de la bomba tiende a retener la copela primaria en su movimiento de retorno y deformar los labios.

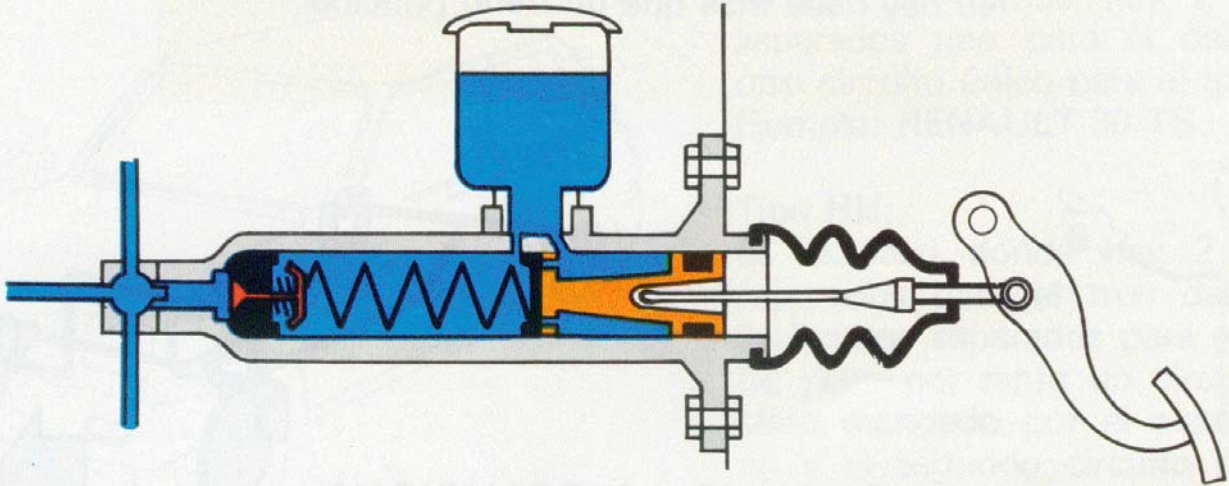
2.-Hay aspiración de líquido de freno del recipiente, que se aloja detrás de la cabeza del pistón, en el compartimento circular. Este líquido pasa ahora a través de los taladros del pistón, y de los bordes de la copela para llegar a la cámara.

3.-En este movimiento el pistón está en la posición de reposo y el taladro de dilatación no está obstruido.

4.-El líquido de retorno de las canalizaciones, devuelve al recipiente el líquido de compensación.

NOTA: Cuando termina el desfrenado y el pistón viene a su posición de reposo, se encuentra en el circuito una cantidad de líquido más grande que la que ha sido bombeada la primera vez por la acción del pedal, esto explica que en caso de mal reglaje o desgaste, si el pedal se hunde del todo al primer pisotón y no hay frenada, la cantidad de líquido enviada es insuficiente para accionar los bombines, la carrera del pedal disminuye al 2º o 3º pisotón y es efectivo después de esta acción de bombeo.

## PRESIÓN RESIDUAL



(Esta presión no es necesaria para ciertos tipos de copelas de bombines de freno de tambor)

1.-Debido al equilibrio entre la presión del muelle y el líquido retornado, la válvula se aplica herméticamente sobre su apoyo, consiguiendo aislar la bomba principal de los cilindros receptores o bombines y sus canalizaciones.

2.-Queda así en las canalizaciones y los bombines de las ruedas una ligera presión llamada “presión residual” del orden de 0,7 bares. Esto permite interceptar toda entrada de aire en el circuito. Si apareciera una fuga, se traduciría en una pérdida de líquido y no en una entrada de aire. Además esta presión residual permite mantener apoyados los labios de las copelas de los bombines.

3.-El líquido sobrante que asegura la compensación retorna al recipiente por el taladro de dilatación.

## 2.-APLICACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO EN EL VEHÍCULO

El sistema de frenado con mando hidráulico debe permitir repartir el esfuerzo de frenado sobre las 4 ruedas. Para ello es necesario prever 4 elementos receptores.

## Disposición general

El sistema se compone:

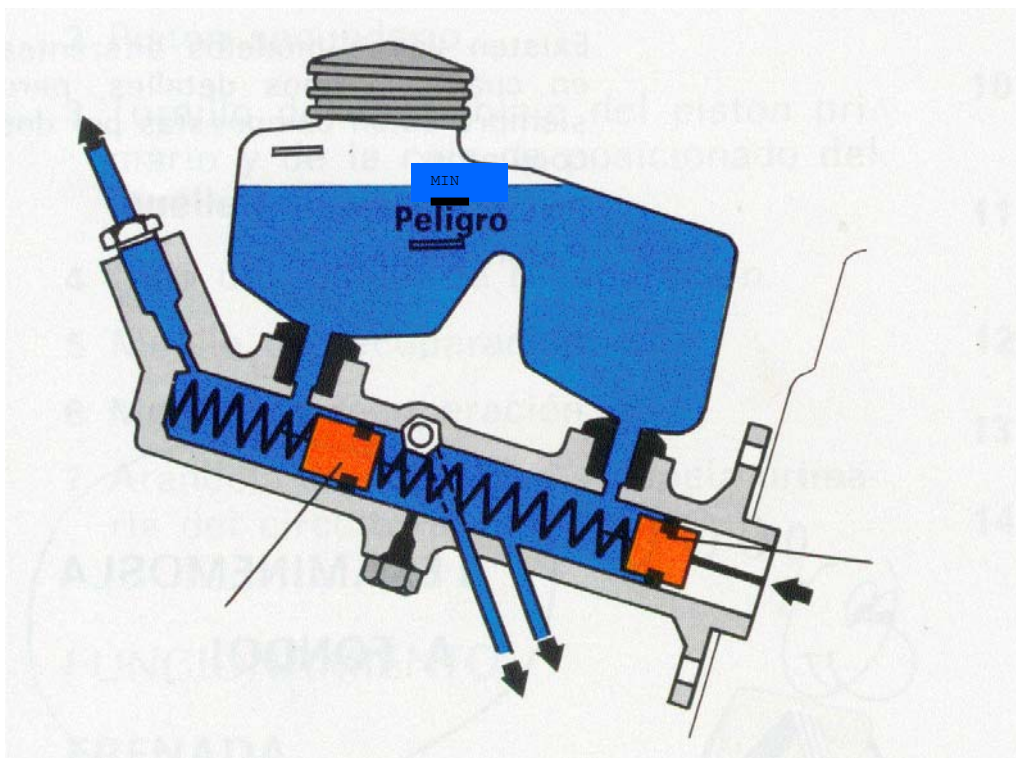
- 1.-De un depósito de líquido de frenos .
- 2.-De una bomba de mando del cilindro principal .
- 3.-De un mando mecánico de esta bomba o pedal de freno .
- 4.-De cilindros receptores que hacen el papel de levas del mando mecánico .
- 5.-De canalizaciones que unen los diferentes órganos.

## Guarda del vástago

Existen entre la extremidad de la varilla de empuje que manda el pedal y el fondo del pistón del cilindro principal, una guarda de 0,8 a 1mm, reglada en origen por el constructor y que no debe, en principio, ser modificada.

Algunas veces es necesario reglar este juego. Para ello se debe actuar sobre el tornillo del pedal, sobre la varilla de empuje o mediante calas previstas por el fabricante.

## VI – LA BOMBA DOBLE O BOMBA TANDEM





### 1.-Pistón primario.

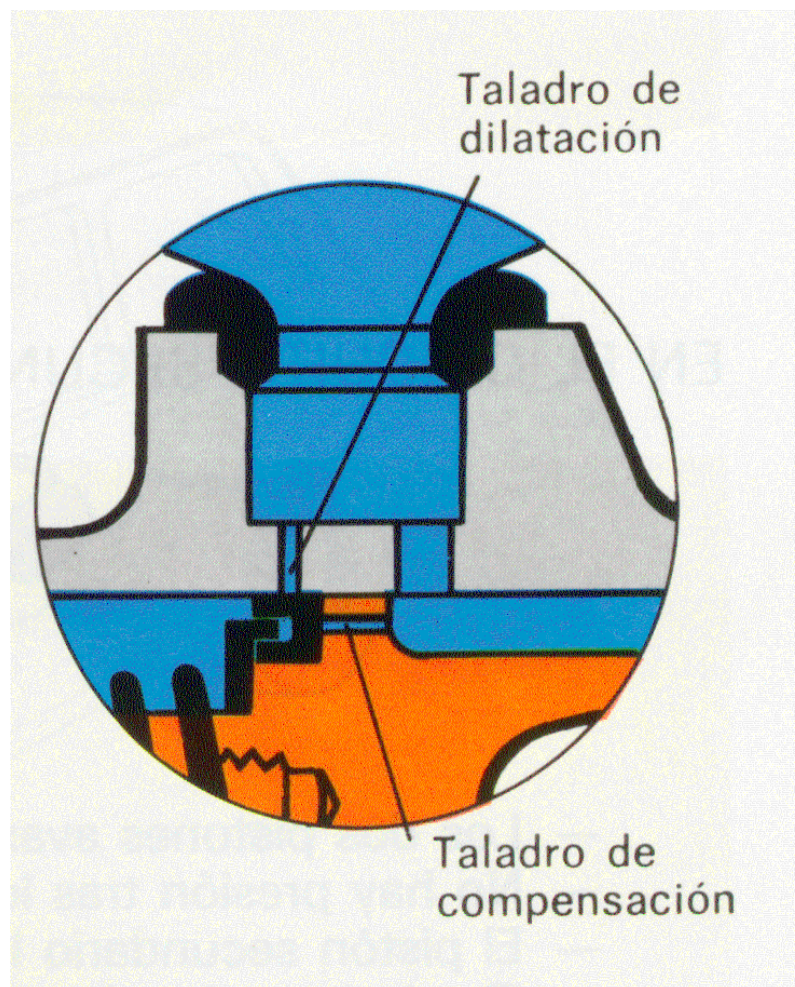
- ## 2.-FUNCIONAMIENTO



FRENADA: Los dos pistones se deslizan:

- 1.-Pistón primario mandado por el vástago del pedal.
- 2.-Pistón secundario mandado por el pistón primario, su muelle y la presión engendrada en el circuito primario.
- 3.-Las copelas obstruyen las canalizaciones de dilatación.
- 3.-La presión reina simultáneamente en los circuitos.

DESFRENADA: Tras la desaparición del esfuerzo los dos pistones retroceden a su posición bajo el efecto de los muelles de recuperación.



### 3.- CAÍDA DE PRESIÓN EN LOS CIRCUITOS. EN CASO DE AVERÍA:

#### 1.-En el circuito primario:

- Solamente el pistón primario avanza hasta el tope.
- Mando mecánico del pistón secundario.
- Presión normal en el secundario.
- No hay presión en el primario.

FRENADA MENOS EFICAZ. CARRERA AUMENTADA EN PEDAL.

#### 2.-En el circuito secundario:

- Los dos pistones avanzan.
- No hay presión tras los pistones.
- El pistón secundario llega a su tope mecánico.
- El pistón primario continua avanzando, la presión aparece en el circuito primario.
- No hay presión en el secundario.

FRENADA MENOS EFICAZ. CARRERA AUMENTADA EN EL PEDAL

## VII – LIMITADOR DE FRENADA

### 1.-EXPOSICIÓN

Para decelerar un vehículo de una forma eficaz, es necesario aplicar sobre las ruedas un par resistente importante sin bloquear las ruedas. La adherencia de las ruedas al suelo es, como vimos, función del estado del suelo, de los neumáticos y de la carga aplicada sobre las ruedas.

Consideramos solamente la carga aplicada sobre las ruedas ya que las otras características son semejantes en las cuatro ruedas.

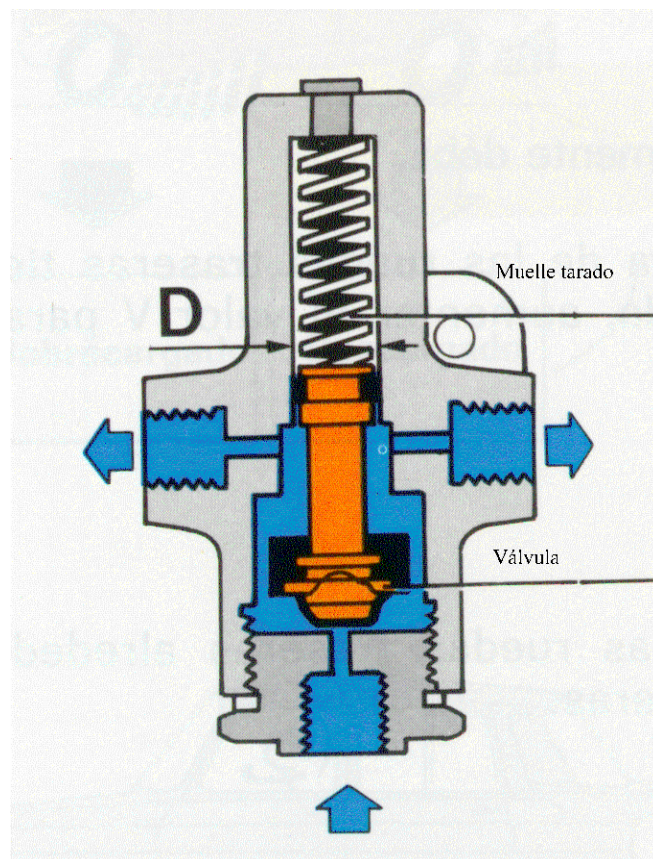
Cuando se frena bruscamente un vehículo se observa que se “clava el morro”, es decir, la fuerza viva del vehículo gravita sobre las ruedas delanteras mientras que las traseras se encuentran aligeradas, proporcionalmente a la velocidad del vehículo y a la intensidad de frenada. Tenemos pues una carga importante aplicada sobre el tren delantero con relación a la carga aplicada sobre el trasero.



Como la adherencia es función de la carga, ésta aumentará en las ruedas delanteras en detrimento de las traseras al aumentar el esfuerzo de frenado.

Por lo tanto para obtener un frenado óptimo en eficacia y seguridad, es necesario hacer variar en la misma proporción el esfuerzo de frenado ejercido sobre las ruedas traseras en relación a las delanteras.

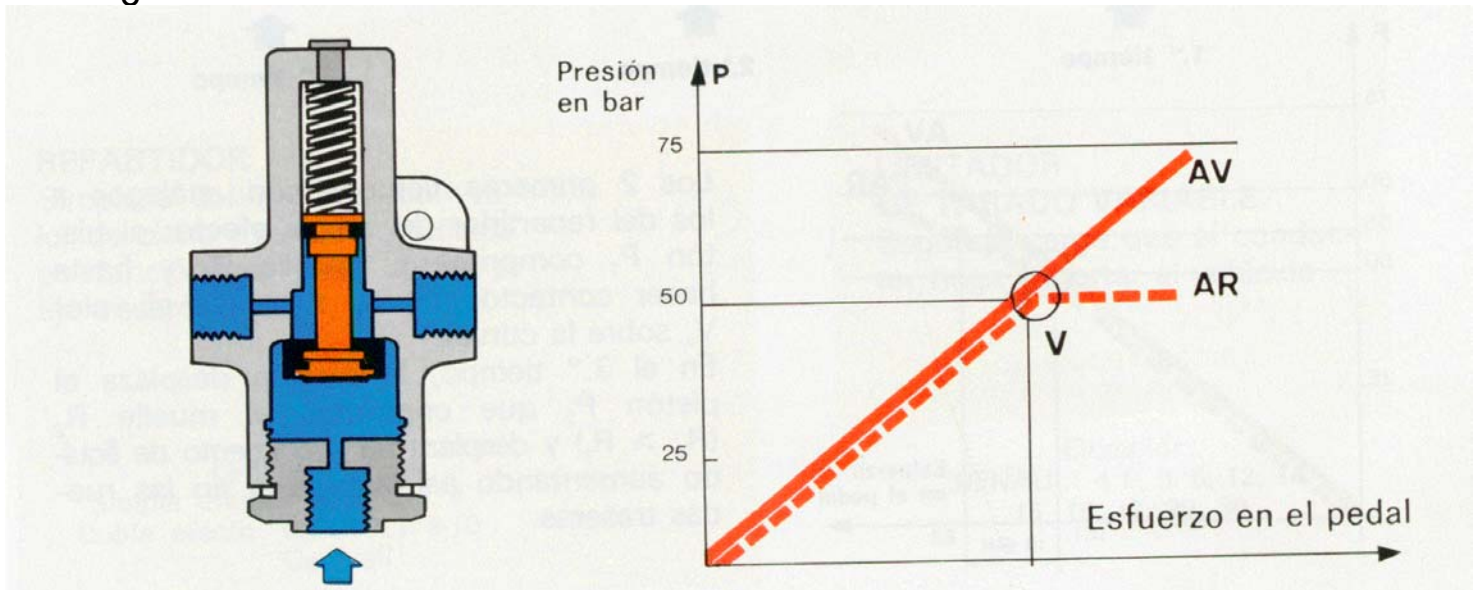
## 2.REPARTIDOR DE DOBLE EFECTO



### ¿CUÁL ES SU MISIÓN?

Evitar al circuito trasero todo aumento de presión procedente de la bomba por encima de un valor determinado (V); esta intervención no tiene ninguna influencia sobre el circuito delantero donde la presión (P) sigue las variaciones de la bomba.

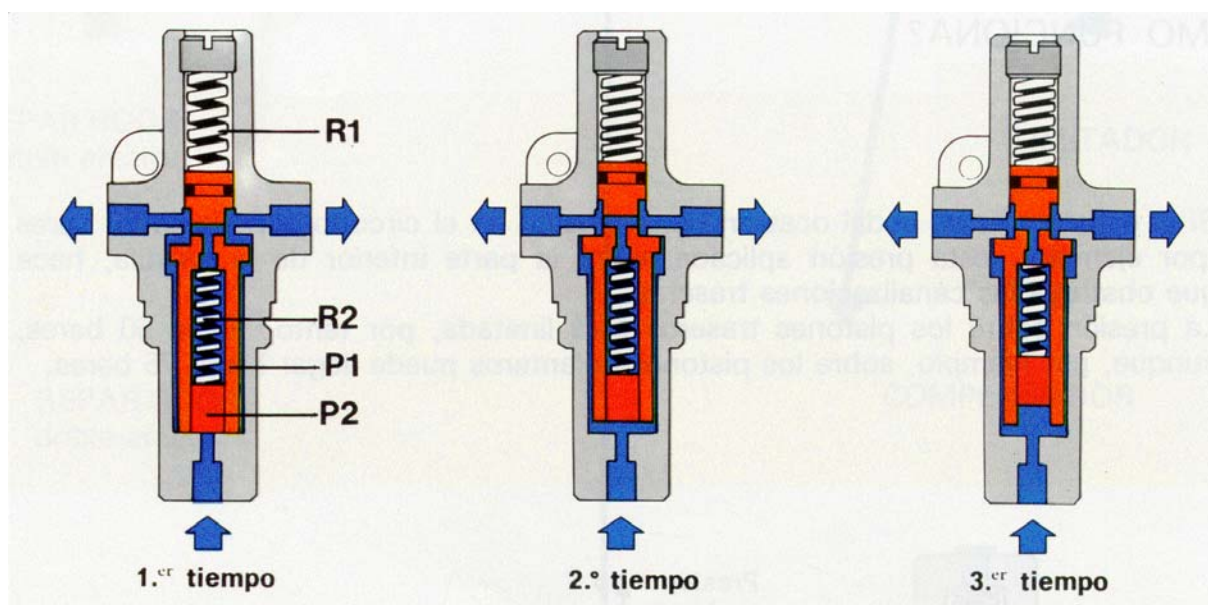
## ¿CÓMO FUNCIONA?



Si el esfuerzo en el pedal ocasiona una presión en el circuito superior a 50 bar. (por ejemplo), esta presión aplicada sobre la parte inferior de la válvula, hace que obstruya las canalizaciones traseras.

La presión sobre los pistones traseros será limitada, por tanto, hasta 50 bar. aunque, por ejemplo, sobre los pistones delanteros puede llegar a 75 bar.

## ¿POR QUÉ DOBLE EFECTO?



La transferencia de carga Ar-Av en el frenado es función de:

- La velocidad del vehículo.
- La intensidad de la frenada.

Pero puede haber un importante desequilibrio entre dos casos dados, en particular:

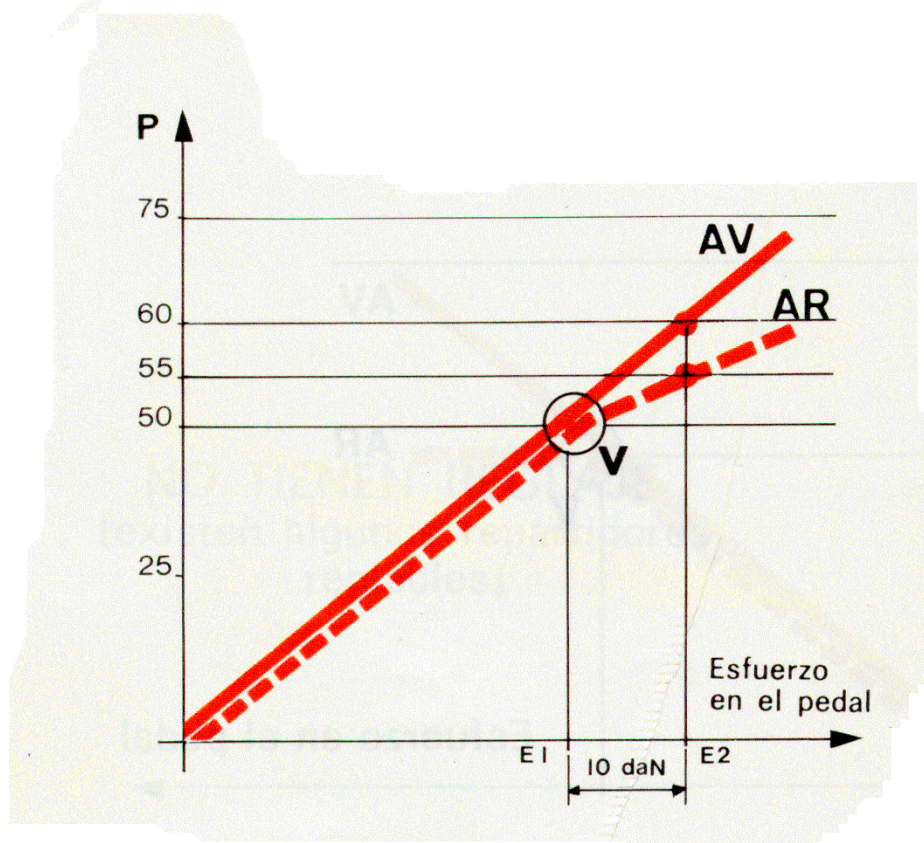
- Una frenada brutal.
- Una velocidad relativamente débil.

En el caso de velocidad poco elevada, la adherencia de las ruedas traseras tiene un buen nivel, y entonces es posible, en cierta medida, aumentar el valor V para obtener el frenado máximo.

¿CÓMO?

Permitiendo que el valor V aumente la presión a las ruedas traseras alrededor del 50% del aumento de presión a las ruedas delanteras.

Funcionamiento

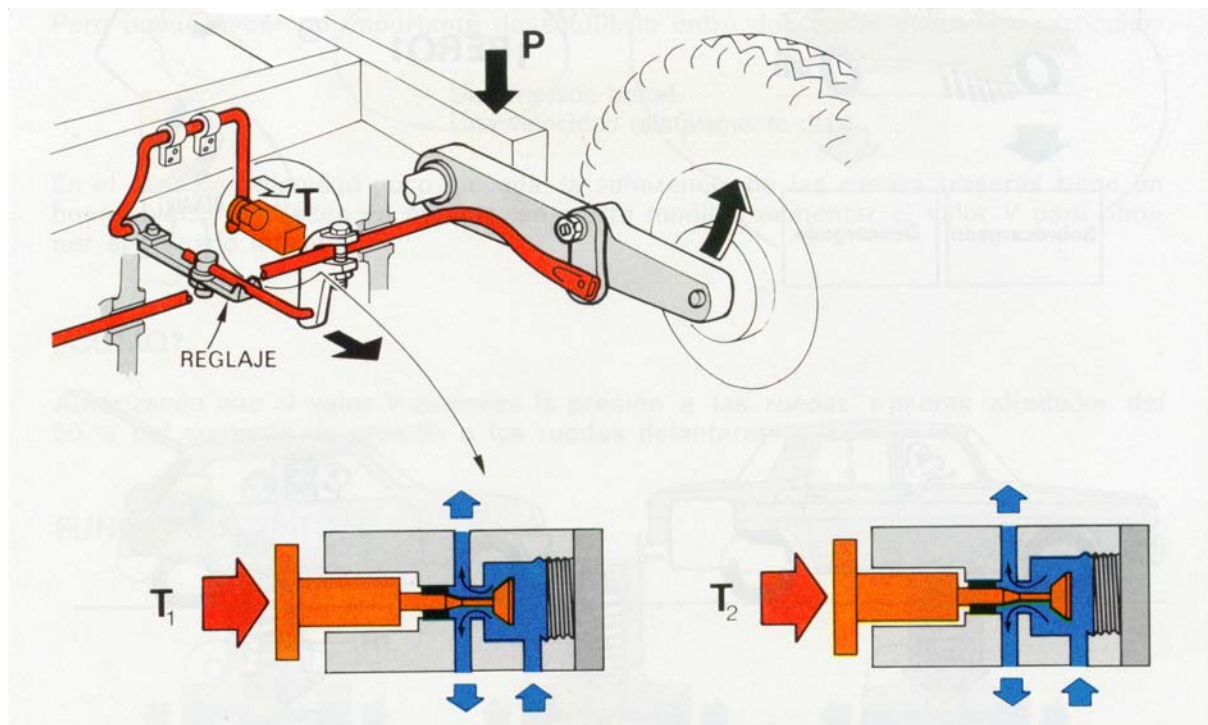




Los dos primeros tiempos son análogos a los del repartidor de simple efecto: el pistón P1 comprime el muelle R1 y hasta hacer contacto con su tope (es el valor V, sobre la curva).

En el 3<sup>er</sup>. tiempo, la presión desplaza el pistón P2 que comprime al muelle R2 ( $R2 > R1$ ) y desplaza un suplemento de líquido aumentando así la presión de las ruedas traseras.

### 3.-LIMITADOR DE TARADO VARIABLE O VARIABLE CON LA CARGA



#### -Funcionamiento

Semejante al repartidor de simple efecto, pero:

En este caso, la válvula cerrará, no por el esfuerzo de un muelle tarado para siempre, sino con un muelle donde el tarado T varía según la carga P que soporta el tren trasero del vehículo.

Los dispositivos anteriores son adaptados a vehículos en los cuales el peso en la parte trasera importante y apenas variable, por ejemplo, el peso en las partes traseras pueden variar de una forma importante según la carga que soporte, el lo ha conducido a la realización del limitador variable con la carga

#### -Instalación en el vehículo

La carga trasera del vehículo es soportada directamente sobre el chasis, el chasis va unido a la rueda por una unión elástica de tal forma que su posición varía directamente en función de la carga soportada.

Un sistema de varillaje ha sido realizado entre el brazo de suspensión (soporte de la rueda) y la ballestilla del limitador solidario al chasis.

#### -Reglaje posible por alargamiento o acortamiento de la varilla de mando

Por medio de esta varilla, cualquier posición, chasis-rueda determinará un tarado distinto de la ballestilla, y como consecuencia un cierre de la válvula a presiones diferentes.

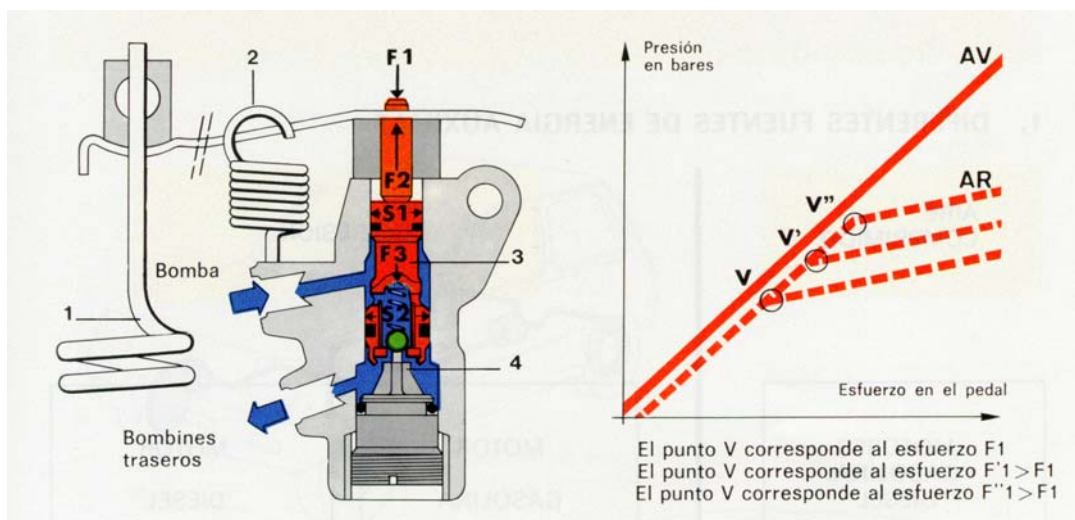
#### -Funcionamiento de la válvula

Esta válvula sólo funciona para una determinada presión del líquido de frenos, que es controlada en el dispositivo de regulación de la misma.

Cuando se frena normalmente para reducir la velocidad, la presión del líquido procedente de la bomba no llega a superar el tarado de regulación de la válvula, con lo que el líquido pasa libremente a los frenos traseros sin intervenir el limitador.

Solamente cuando la presión sobrepasa el valor de tarado de regulación, cede el resorte y el pistón cierra el paso del líquido.

### 4.COMPENSADOR DE FRENADA



## Objeto

El compensador permite la presión del circuito trasero en función de:

- La PRESIÓN del circuito delantero (gracias al pistón 4).
- La CARGA sobre el tren trasero (gracias a la tensión del soporte 1 ligado a la suspensión trasera).

## Funcionamiento

Posición de reposo:

- Los muelles 1 y 2 actúan sobre el pistón 3 y crean un esfuerzo  $F1$  proporcional a la carga sobre el tren trasero.
- El pistón 3 está en contacto con su tope 4, la bola está despegada de su asiento y el líquido puede alimentar el circuito trasero.

Frenada:

- La presión que llega a los bombines traseros ejerce sobre la sección  $S1$  del pistón un esfuerzo  $F2$ .
- Cuando el esfuerzo  $F2$  supera al  $F1$ , el pistón sube y la válvula de bola se cierra cortando la alimentación hacia los bombines traseros.
- La presión que viene de la bomba continua aumentando, va a crear sobre el pistón un esfuerzo  $F3$  que proviene de la diferencia de sección entre  $S1$  y  $S2$  ( $S1-S2$ ).
- El pistón ahora desciende y la válvula de bola se abre y la presión aumenta de nuevo en el circuito trasero.
- El esfuerzo, debido a este aumento de presión, actúa sobre la sección  $S1$ , haciéndose mayor que  $F1$  y volviendo a cerrar de nuevo la válvula de bola.
- Todo nuevo aumento de presión será repetir el proceso.

Vuelta al reposo:

- La caída de la presión procedente de la bomba hace retornar al pistón a la posición de reposo.

## 5.-OTROS TIPOS DE COMPENSADORES

Según se apliquen sobre los frenos anteriores o sobre los posteriores, se clasifican en:

### **Sobrepresores**

No tienen la función de correctores sino la de amplificar la presión suministrada por el cilindro principal.

Constitución de un sobrepresor:

- Fundamentalmente un sobrepresor , está constituido por un cilindro de dos diámetros por el cual discurre un émbolo, también de dos diámetros, en el que está alojada una válvula que cierra el paso entre las dos cámaras que forman los dos cilindros. El aumento de presión que tiene lugar en la cámara de menor diámetro (A) respecto de la presión existente en la de mayor diámetro (B), es obtenido por efecto de la diferencia de las superficies del émbolo.

Este émbolo, en posición de reposo, es empujado por un resorte, alojado en una cámara aparte, contra un tope. Este tope abre la válvula, permitiendo la comunicación entre las dos cámaras.

Funcionamiento del sobrepresor:

- Al accionar el pedal de freno, en la primera fase de envío de líquido, éste pasa a través del sobrepresor sin alterar el sistema, hasta que al entrar en contacto las superficies frenantes, la presión se eleva rápidamente y vence la reacción del muelle , provocando el deslizamiento del émbolo .

- La válvula queda liberada y cierra el paso entre las dos cámaras. El émbolo continúa desplazándose generando en el circuito correspondiente a la cámara (B) una presión mayor.

- La retención de la válvula está asegurada por un resorte apropiado , a pesar de que el mayor empuje se ejerce sobre la pared del lado de la cámara de más presión.

## **Depresores**

- Tienen por misión reducir la presión suministrada a los mecanismos de frenos posteriores para evitar el bloqueo prematuro de las ruedas.

Constitución de un depresor:

- El dispositivo está constituido esencialmente por un cilindro de dos diámetros, por el que se desliza un émbolo igualmente escalonado.
- En este caso la cámara mayor (A) está en comunicación con el circuito primario del cilindro maestro, y la cámara (B) con el circuito secundario de los cilindros de mando de freno de las ruedas posteriores. Las dos cámaras (A) y (B) pueden comunicarse entre sí solamente a través de una válvula dispuesta en el émbolo diferencial .
- La disminución de presión entre la cámara (A) y la cámara (B) se obtiene por medio de la diferencia de superficies activas del pistón .
- En una cámara aparte va alojado un muelle tarado que aprieta sobre la cara de diámetro menor del émbolo, teniéndolo comprimido en la posición de reposo contra el tapón de cierre del dispositivo.  
En la posición de reposo, la válvula se mantiene abierta porque su vástago hace tope contra el tapón , estableciendo así una comunicación entre las dos cámaras.

Funcionamiento de un depresor:

- Cuando se actúa sobre el pedal del freno el líquido fluye a través de la válvula de la cámara (A) a la cámara (B). Con el aumento de presión cede el resorte alojado en la cámara exterior con lo que el émbolo de dos diámetros se desplaza liberando la válvula de comunicación entre ambas cámaras.
- En tales condiciones, la presión de entrada actúa sobre la cara mayor del pistón diferencial y por



consiguiente se establece una presión inferior en la cara menor. Esta presión inferior se canaliza a los bombines de los frenos posteriores.

- De todo lo expuesto se deduce que para cerrar el circuito entre la cámara (A) y (B) es necesario que el émbolo diferencial , venciendo la reacción del muelle , efectúe un empuje tal que libere completamente la válvula , lo que se obtiene a partir de una cierta presión mínima.

- Al dejar libre el pedal del freno, la presión en la cámara (A) disminuye, el émbolo diferencial, bajo la acción del muelle , es empujado contra el tapón ; la válvula queda abierta por el vástago y se descarga el líquido del circuito de freno de las ruedas posteriores.

## **VIII – LOS DISPOSITIVOS DE ASISTENCIA (SERVO-FRENOS)**

### **1.-OBJETO**

Tienen por misión multiplicar el esfuerzo de pedal, lo que va a permitir al conductor:

- o bien obtener una frenada dada con un esfuerzo menor.
- o bien obtener, para un esfuerzo dado, una frenada más importante.

### **2.-DIFERENTES FUENTES DE ENERGÍA AUXILIAR**

- En los motores de gasolina se suele aprovechar la depresión existente en el colector, que se canaliza hacia el dispositivo de asistencia.

- En los motores diesel, debido a que en la mayoría de los casos apenas hay depresión en el colector, se utiliza una bomba para producir vacío.

- Tanto en gasolina como en diesel cuando se utiliza sistema de mando de freno neumático, (frenos de aire),es necesario instalar un compresor como fuente auxiliar.

- También se utilizan acumuladores de presión.

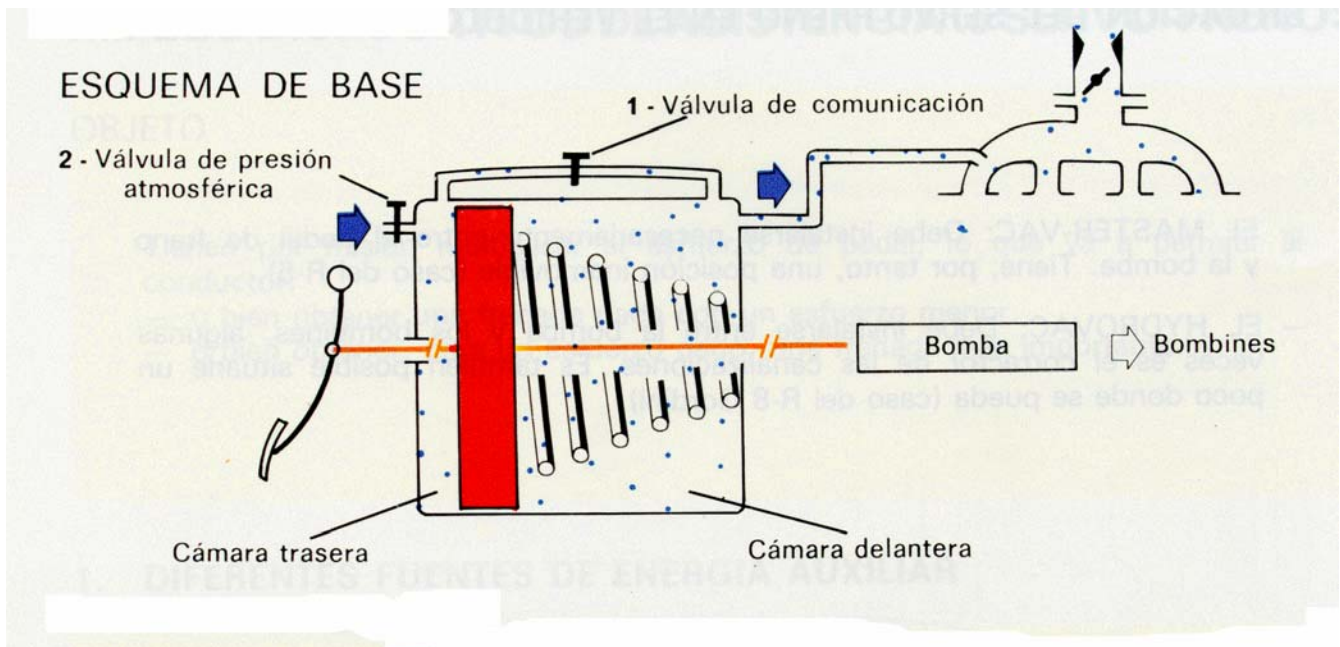
Master-Vac

Hydro-Vac

Aire-Pak

## 2.-MASTER-VAC

Esquema de base:



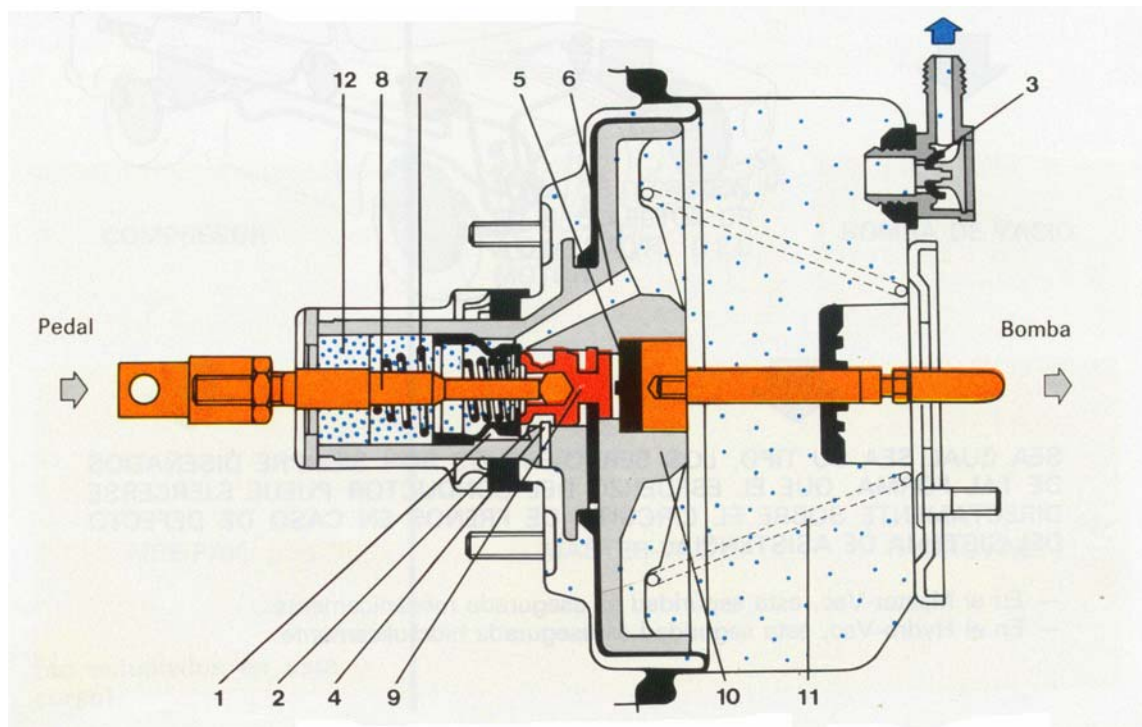
En fase de reposo:

- La válvula (1) está abierta, la válvula (2) está cerrada, las cámaras delantera y trasera están a la depresión del motor y el muelle empuja al pistón hacia atrás.

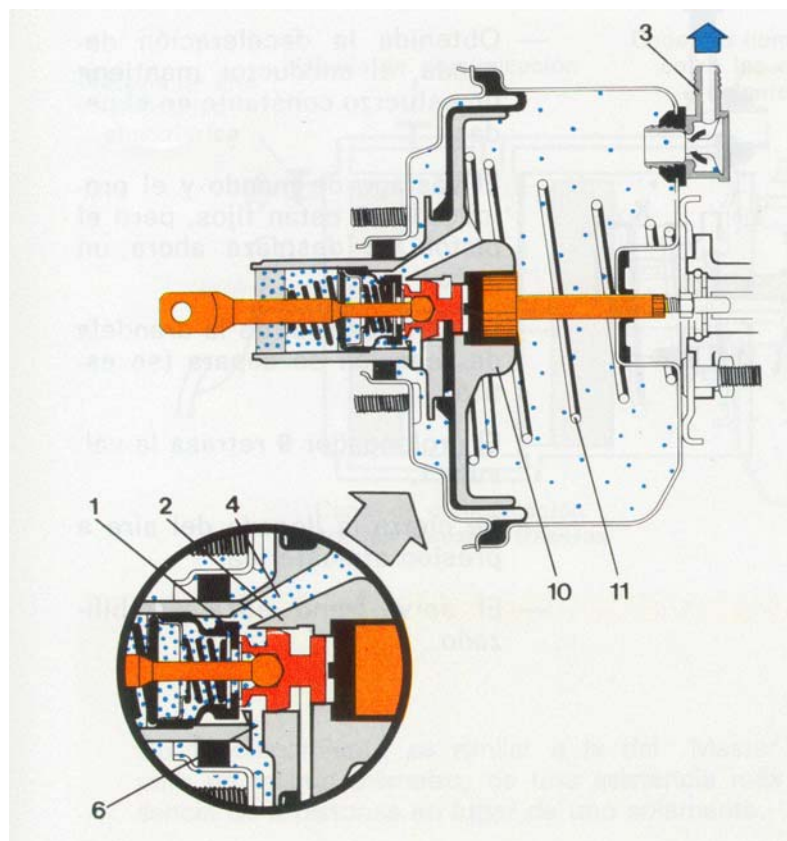
En fase de acción:

- La válvula (1) está cerrada, la válvula (2) está abierta, la cámara trasera está a presión atmosférica, la cámara delantera a la depresión del motor, por tanto, hay un desequilibrio del pistón y “una asistencia” al esfuerzo en el pedal.

## ESQUEMA REAL: Posición de reposo



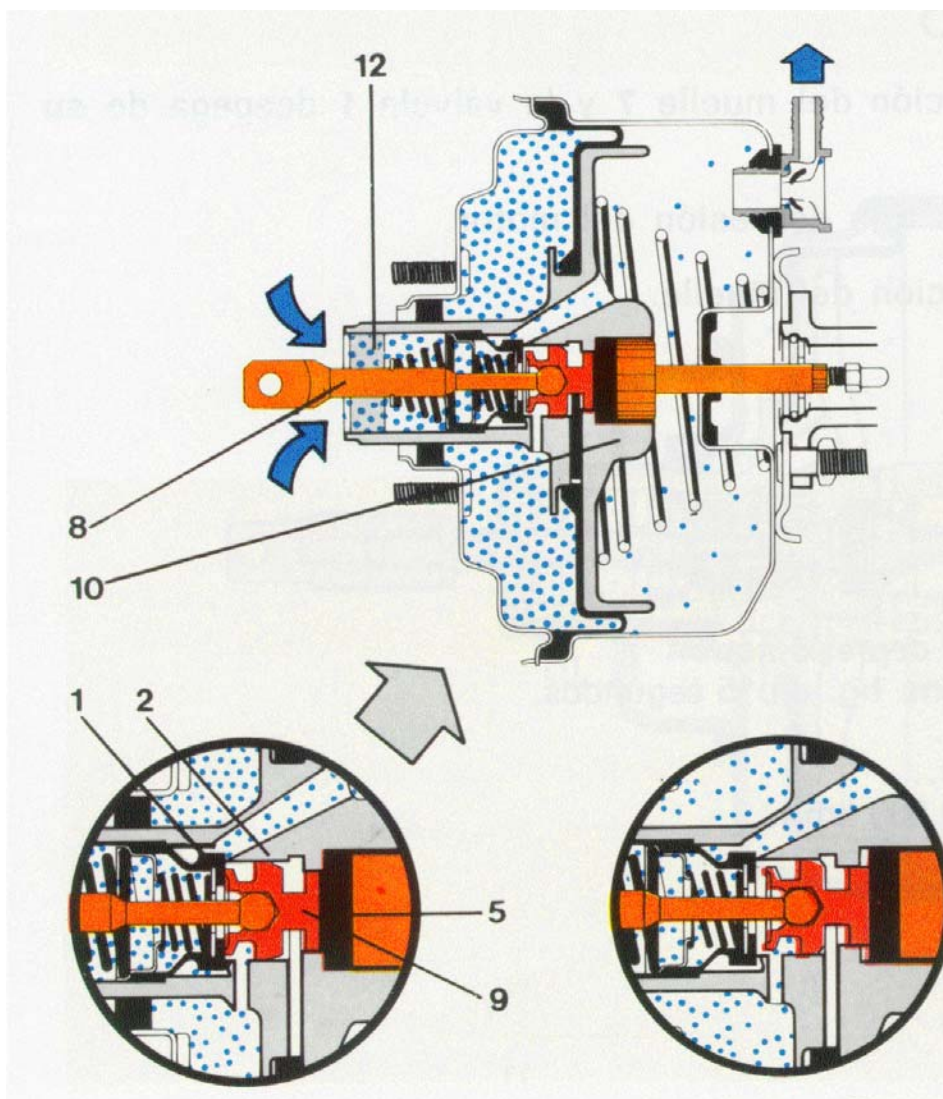
## Funcionamiento del Master-Vac Simple



### Fase de reposo:

- Llegada de la depresión del motor por la válvula 3 a la cámara delantera.
- La válvula de comunicación 1 está despegada de su asiento 2 permitiendo el paso de la depresión hacia la cámara trasera por los canales 6 y 4.
- La depresión reinante en las cámaras delantera y trasera es la misma, el pistón es mantenido en reposo por su muelle.

### Fase de funcionamiento:



#### 1er Tiempo:

-Se desplaza el vástago 8 y la válvula 1 apoya sobre su asiento 2.

-Hay, por tanto, un corte de alimentación de depresión a la cámara trasera.

-El prolongador comprime la arandela de reacción 5.

#### 2º Tiempo:

-El prolongador 9 despegue de la válvula 1.

-Admisión de aire a presión atmosférica en la cámara trasera después de pasar por el filtro.

-El desequilibrio de presión entre las cámaras hacen desplazarse al pistón 10.

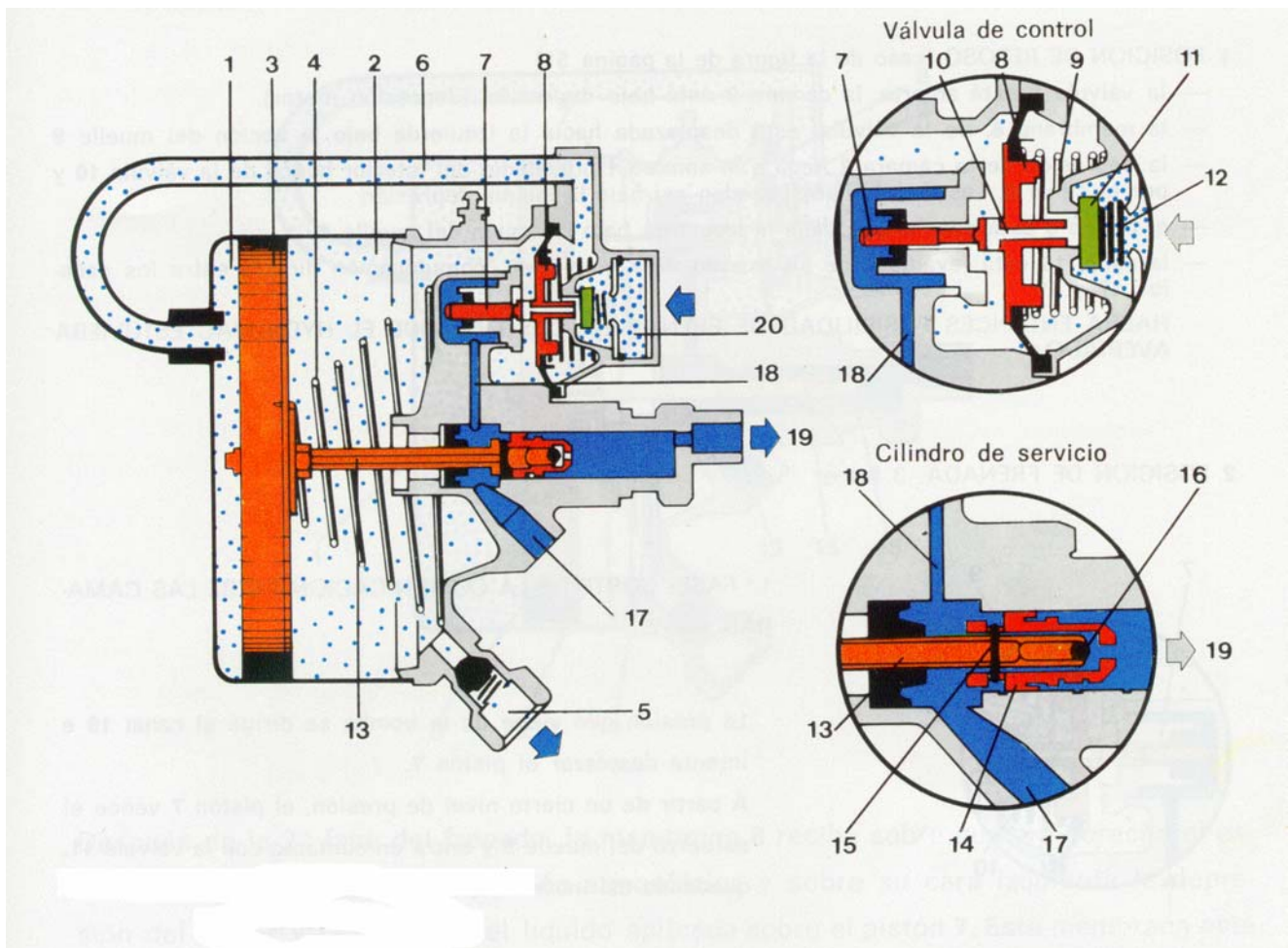


### 3.-MASTER-VAC DOBLE

#### Principio básico

Su funcionamiento es similar al del Master-Vac simple. Ofrece la ventaja, para un mismo diámetro, de una asistencia más importante derivada de la presencia de 2 pistones en lugar de uno solamente.

### 4.- EL SERVO-FRENO "HYDROVAC"



Se compone de los elementos siguientes:

1.- El cilindro de mando, comprende:

- La cámara 1
- La cámara 2
- El pistón 3 separando las 2 cámaras
- El muelle 4 de recuperación del pistón

- La válvula 5 trae la depresión del motor de la cámara 2
- El canal 6 de comunicación entre las cámaras 1 y 2
- El canal 17 de llegada del líquido de la bomba
- El canal 19 de salida del líquido hacia las ruedas

2.-La válvula de control, comprende:

- El filtro de aire 20
- El pistón de mando 7
- Una membrana 8 que porta una válvula hueca 10
- El muelle de recuperación 9 de la membrana 8
- La válvula de presión atmosférica 11 y un muelle de recuperación 12

3.-El cilindro de servicio, comprende:

- El vástago de empuje 13, donde su extremidad está unida al pistón 14; la unión entre el pistón y el vástago está realizada por una grupilla 15 libre en su alojamiento en el pistón (puede haber un cierto juego entre el pistón y el vástago).
- La aguja 16 puede formar válvula con la extremidad del pistón.
- El canal 18 de unión hidráulica entre la llegada del líquido 17 que viene de la bomba y el pistón 7.

## Funcionamiento

1.-Posición de reposo:

- La válvula 5 está abierta, la cámara 2 está bajo depresión (depresión motor).
  - La membrana 8, de la válvula, está desplazada hacia la izquierda bajo la acción del muelle 9.
  - La depresión de la cámara 2 llega a la cámara 1 por medio del interior hueco de la válvula 10 y por el canal 6.
- Las dos cámaras quedan así bajo la misma presión.
- El pistón 3 está desplazado hacia la izquierda bajo la acción del muelle 4.
  - La aguja 16 está levantada de su asiento. Hay, por tanto, comunicación directa entre los canales 17 y 19.

**HABRÁ ENTONCES POSIBILIDAD DE FRENAR EN CASO DE QUE EL HYDROVAC ESTUVIERA AVERIADO**