

INDICE

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- TIPOS DE FRENOS DE RUEDA
- 3.- TIPOS DE FRENOS EN VEHÍCULOS INDUSTRIALES
 - 3.1.- CONCEPTOS Y DEFINICIONES NEUMÁTICAS
 - 3.2.- ELEMENTOS BÁSICOS PARA EL FUNCIONAMIENTO NDE UNA INSTALACIÓN NEUMÁTICA
- 4.- NEUMÁTICA EN VEHÍCULO INDUSTRIAL
 - 4.1.- FRENO DE SERVICIO NEUMÁTICO
 - 4.1.1.- COMPRESOR
 - 4.1.2.- REGULADOR PRESION
 - 4.1.3.- SECADOR-DESHIDRATADOR
 - 4.1.4.- CALDERINES
 - 4.1.5.- VÁLVULA DE CUATRO CIRCUITOS
 - 4.1.6.- VÁLVULA DE ACCIONAMIENTO FRENO SERVICIO
 - 4.1.7.- REGULADOR ALB
 - 4.1.8.- CILINDRO DE FRENO
 - 4.2.- FRENO ESTACIONAMIENTO NEUMÁTICO
 - 4.3.- FRENO DE REMOLQUE
 - 4.4.- ESQUEMAS EMPLEADOS
 - 4.4.1.- ESQUEMA NEUMÁTICO WABCO
 - 4.4.2.- ESQUEMA NEUMÁTICO MERCEDES
 - 4.4.3.- LECTURA DE ESQUEMAS MERCEDES
- 5.- FRENOS CONTINUOS
 - 5.1.- RETARDADORES PRIMARIOS
 - 5.2.- RETARDADORES SECUNDARIOS
 - 5.2.1.- HIDRODINAMICOS
 - 5.2.2.- ELECTRODINAMICOS
- 6.- ABS
 - 6.1.- EQUIPAMIENTO ABS
 - 6.2.- COMPONENTES DE ABS
- 7.- REGULACIÓN DEL DESLIZAMIENTO DE LA TRACCIÓN (ASR)
 - 7.1.- CIRCUITO REGULACIÓN FRENADO
 - 7.2.- CIRCUITO REGULACIÓN MOTOR
- 8.- PROGRAMA ELECTRÓNICO DE ESTABILIDAD (ESP)
 - 8.1.- FUNCION
 - 8.2.- GRUPOS FUNCIONALES
 - 8.3.- ESTRUCTURA
- 9.- FRENO ELECTRONEUMATICO (EPB)

1. INTRODUCCION:

El sistema de frenos en un vehículo es el encargado de disminuir progresivamente la velocidad del vehículo a voluntad del conductor y de mantenerlo inmovilizado cuando está aparcado. Actúa sobre las ruedas directamente por medio de unos conjuntos disco-pastilla o tambor-zapata, transformando la energía cinética en energía calorífica.

El dispositivo de frenado se compone de un sistema de mando, un circuito de transmisión del esfuerzo y de un freno de rueda propiamente dicho.

-Los vehículos por normativas deben disponer de los siguientes sistemas de freno:

-El sistema de freno principal debe permitir controlar el movimiento del vehículo llegando a detenerlo si fuera preciso, de manera segura, rápida y eficaz.

- El freno de estacionamiento, que puede ser usado también como freno de emergencia en caso de avería del sistema principal, debe cumplir el requisito de inmovilizar el coche en pendiente, incluso en ausencia del conductor.

Los vehículos industriales, para poder frenar la gran masa que los caracteriza, están dotados de sistemas de frenos con ayuda auxiliar por medio de una fuente exterior de fuerza como puede ser la neumática. En los vehículos dotados de frenos neumáticos, el pedal de freno actúa como una válvula de paso. Estos sistemas están complementados, en los vehículos de mayor envergadura, de sistemas como el freno motor, el freno eléctrico o el freno hidroneumático. Se distinguen varios tipos de frenos según su accionamiento: hidráulico, neumático y mixto.

Los frenos hidráulicos, de funcionamiento similar al de cualquier vehículo turismo, basan su funcionamiento en la hidráulica: con una bomba, unos conductos dirigentes del fluido hidráulico y unos accionadores como son los pistones y los bombines de freno. El líquido hidráulico es, como en los turismos, líquido de frenos a base de éteres de glicol (Tipo DOT). Este sistema, está complementado con una ayuda externa para aumentar la fuerza aplicada por el conductor sobre el pedal, que no es más que una bomba de vacío, un acumulador de depresión y un servofreno que multiplica la fuerza proporcionalmente según sea la presión ejercida por el conductor.

A favor, los frenos mixtos combinan la neumática como fuerza auxiliar y para el comando del circuito, con la fuerza hidráulica para el accionamiento de los actuadores. En otras palabras, el conductor al accionar el pedal, da paso a una cantidad determinada de aire que actúa sobre una unidad o bloque hidroneumático que convierte la fuerza neumática en hidráulica y esta es conducida por los conductos a la aplicación determinada. En los vehículos con sistema mixto, el freno de estacionamiento o bloqueo, es completamente neumático. Este está comandado por una válvula de paso que acciona el conductor desde la cabina, la presión es liberada de los cilindros de simple efecto alojados en las ruedas y que por efecto de un muelle bloquean las ruedas. Este sistema de frenos está compuesto por un acumulador de presión y un generador de presión o compresor solidario al motor.

Los vehículos equipados de frenos neumáticos, a partir de 7.5 toneladas, tienen unos principios de funcionamiento similares a los hidráulicos, pero los componentes constructivos son diferentes. Actualmente se está imponiendo la electrónica para la gestión de válvulas y otros actuadores, perfeccionando el funcionamiento del sistema de frenos, con lo que se obtienen coeficientes de frenada superiores y menores distancias de frenado. Este sistema se abastece del aire de la atmósfera que es filtrado y posteriormente comprimido por el compresor. Luego entra en funcionamiento el decantador, que actúa de elemento higroscópico, absorbiendo la humedad del aire. Por los conductos, el aire seco se dirige a la válvula de cuatro circuitos, encargada de garantizar la presión en el circuito de frenos y de priorizar a este circuito en caso de falta de presión por alguna causa externa. El aire comprimido viaja hasta los calderines, elementos encargados de almacenarlo. El conductor al accionar el pedal de freno del vehículo, acciona la válvula de freno de servicio, que recoge el aire almacenado anteriormente y lo conduce hasta los elementos actuadores o cilindros de freno.

El sistema de frenos auxiliar en los vehículos industriales, es un complemento de ayuda para las frenadas prolongadas, que alivia a los frenos de servicio impidiendo que estos se calienten en exceso y se produzca una merma en el rendimiento de estos. Estos frenos son conocidos como frenos continuos.

2. TIPOS DE FRENOS DE RUEDA:

En los vehículos actuales se tiende a la utilización de frenos de disco. Pero el uso aun constante de los frenos de tambor también los hace actuales. Estos frenos tienen un diseño y una base orientada en el apriete de unas zapatas a un tambor solidario a la rueda decelerando la velocidad de esta con el rozamiento. Se compone de un



portafrenos y del propio tambor, dos zapatas con forros, un dispositivo de tensado, un accionamiento o leva, resortes de retención, resortes recuperadores y dispositivos de ajuste. Las zapatas unidas por un punto fijo al plato portazapatas, son accionadas a voluntad del conductor. Estas vencen la fuerza

del muelle y abren contra el tambor disminuyendo la velocidad de este y convirtiendo la energía cinética en calor disipado al exterior. Los frenos de este tipo tienden a su desaparición por una serie de defectos como el "fading" o las diferencias de frenado entre ruedas de un mismo eje a causa de agarrotamientos de aproximadores...

Actualmente los vehículos equipan cada vez más los frenos de disco en todos los ejes. Estos son más ligeros, sencillos y efectivos que los tambores y aunque el mantenimiento se realice con mayor frecuencia, se simplifica bastante esta labor. Con este tipo de frenos, se reduce el peso no suspendido y además se mejora la evacuación de calor a la atmósfera con lo que se reduce el efecto "fading". Este



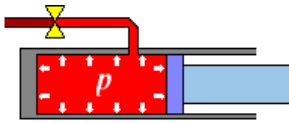
sistema consta de un disco solidario a la rueda y unas pastillas fijas por un soporte al buje, que al se oprimidas contra la superficie del disco reducen la velocidad de este.

3. TIPOS DE FRENOS EN VEHICULOS INDUSTRIALES.

3.1 CONCEPTOS Y DEFINICIONES NEUMATICAS:

Los frenos de servicio deben permitir al conductor disminuir la velocidad o detener el vehículo cuando este lo crea necesario, y hacerlo en cualquier tipo de condicion o ante cualquier tipo de adversidad, independientemente del tipo de superficie. En los vehículos industriales, el pedal de freno actúa directamente sobre una válvula de paso, bien sea porque es solidario a esta o bien mediante una gestión electrónica y que en el pedal se encuentre alojado un potenciómetro, mandando este la posición exacta del pedal; la válvula de accionamiento electrónico, actuara obedeciendo las ordenes de el pedal que anteriormente han sido gestionadas por una unidad de control electrónica. Antes de profundizar en el complejo mundo de la neumática, vamos a estudiar mínimamente una serie de leyes y conceptos básicos para facilitar la comprensión de posteriores esquemas de funcionamiento:

- Presión: La presión es la fuerza que ejerce el aire comprimido en un equipo o sistema. Dentro de un



sistema cerrado la presión es la misma en todas partes, ya que

fluido se distribuye de manera uniforme por toda la cámara. Las

flechas blancas de igual tamaño hacen referencia a esta

circunstancia. La presión neumática p ejerce su fuerza en todas y cada una de las superficies limítrofes del

sistema. La presión se define como la fuerza F partida por la superficie A :

Cuanto mayor es la presión p , tanto mayor es la fuerza neumática F que ésta ejerce

sobre una determinada superficie A . La unidad de la presión es el pascal, cuyo símbolo es

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

Pa. Un pascal es la presión que ejerce la fuerza de 1 newton (N) sobre una superficie de 1

metro cuadrado (m^2):

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

En la técnica del automóvil, un metro cuadrado es una superficie bastante grande, mientras que un newton es una fuerza bastante pequeña. A esto se debe que se emplee generalmente la unidad de presión "bar" (con el símbolo bar). Un bar equivale a cien mil pascales:

$$1 \text{ bar} = 100\,000 \text{ Pa} = 10 \text{ N} / 1 \text{ cm}^2$$

- Caudal: El caudal es la cantidad de fluido que fluye a través de una sección por unidad de tiempo (l/s; m³/min ...)
- Ley de Boyle-Mariotte: A temperatura constante la presión siempre es constante
- Ley de Gay Lussac: A presión constante, el volumen es directamente proporcional a su temperatura absoluta.
- Ley de Charles: A volumen constante la presión absoluta es directamente proporcional a la temperatura absoluta.
- Definición del aire comprimido: Para facilitar su estudio estipularemos que es un gas perfecto, es decir, que cumple:
 - Sus moléculas no ofrecen ninguna resistencia para desplazarse entre sí.
 - Cuando se encierra en un recipiente a presión, esa presión es transmitida a toda la pared con la que está en contacto, con un mismo valor.
- Unidades de presión: A efectos del cálculo consideramos que 1kg/cm² = 1 atmósfera = 1 bar
- Ventajas y desventajas de la neumática: Presenta excelentes cualidades como pueden ser:

El aire es un elemento abundante en la naturaleza.

- ✓ Puede ser fácilmente transportado por canalizaciones, incluso a grandes distancias, siendo innecesarios los conductos de retorno.
- ✓ Es compresible, lo que facilita el almacenaje y transporte en depósitos.
- ✓ No presenta riesgo de explosión ni incendio en ambientes peligrosos.
- ✓ Fácil manejo de los elementos sin que entrañen peligrosidad.

Pero también presenta una serie de inconvenientes:

- ✓ El aire comprimido debe ser tratado antes de su utilización, eliminando las impurezas y la humedad.
- ✓ La compresibilidad del aire impide obtener velocidades regulares y constantes en elementos de trabajo.
- ✓ Cuando el aire ha realizado el trabajo se vierte al exterior, produciendo ruido, que en algunos casos puede resultar molesto.

3.2 ELEMENTOS BASICOS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UNA INSTALACION NEUMATICA:

Compresor: El compresor ofrece un caudal de aire limpio y seco a una presión preestablecida. Es el “corazón” de cualquier circuito neumático. Son las maquinas encargadas de aspirar el aire a la presión atmosférica y comprimirlo a una presión mas elevada.

Existen muchos tipos de compresores: de pistón, de diafragma, de paletas, de tornillo, axiales... pero de entre todos estos destacaremos los de pistón que son los mas difundidos. Trabajan con un mecanismo biela-manivela, trabajan con un filtro de aire en la entrada de aire, un depósito o acumulador que es de acero y de forma cilíndrica. La presión suministrada debe mantenerse dentro de unos límites prefijados de antemano. Hay dos tipos de compresores de pistón: el monofásico y el bifásico.

-Monofásico: Transforma el movimiento circular en rectilíneo alternativo mediante un mecanismo de biela-manivela. Consta de una válvula de admisión y otra de escape. Se pueden alcanzar de 3 a 10 bares.

-Bifásico: Aquí el aire se comprime en dos fases. En la primera se comprime entre 3 y 5 bares y en la segunda puede llegar a 25.

Acumulador: Su objetivo es almacenar aire comprimido para suministrarlo en los momentos de mayor consumo, lleva incorporado: manómetro, válvula de seguridad, válvula de cierre y grifo de purga.

Secador: Tiene como objetivo reducir el contenido de vapor de agua existente en el aire.

Filtración: La misión del filtro es detener las impurezas que arrastra el aire comprimido, estas partículas vienen de la atmósfera y de las soldaduras o suciedad de la tubería.

Regulación y reglaje de presión: El objetivo del regulador es mantener el aire de salida a una presión constante, sean cuales fueren las fluctuaciones de la red y las variaciones de consumo del aire de la instalación.

Redes de distribución: Son las tuberías. Se sujetan junto a puntos fijos para dar más consistencia. Pueden ser de acero o latón, y soldadas o unidas mediante racores. Se esta imponiendo el uso de poliamida.

Regulación y control: La presión y caudal vana ser controladas por distintos tipos de válvulas: de dirección, antirretorno y de regulación de presión y caudal.

-por el número de vías u orificios, se representa tanto la entrada como la salida.

-número de posiciones, generalmente son dos, una en reposo y otra en trabajo (también puede haber una tercera que sería neutro).

Válvulas antirretorno: Solo permiten un único sentido. La fuerza de la presión debe ser mayor a la fuerza de muelle.

Válvula reguladora unidireccional: Se utiliza para regular el caudal de aire comprimido en una sola dirección. Se regula mediante el tornillo. Si el aire circula en sentido contrario, la presión levanta la junta dejando el paso libre.

Cilindros neumáticos: Son elementos de movimiento rectilíneo alternativo que transforman la energía contenida en el aire comprimido en energía mecánica. Disponen de un tubo cilíndrico cerrado, dentro un émbolo que se desplaza fijo a un vástago. Hay varios tipos:

- ▣ Cilindro de efecto simple: Solo realiza el trabajo en un solo sentido, es decir, la presión desplaza el émbolo retrocediendo por una fuerza externa o muelle.

- ▣ Cilindro de doble efecto: Es aquel que pueden realizar trabajo en ambos sentidos, el avance y retroceso del pistón se produce por la presión que ejerce el aire. Para que el pistón pueda moverse es necesario que entre aire a una de las cámaras y por la otra salga a la atmósfera.

Tuberías: Conducciones que forman la red de distribución del aire comprimido. Suelen ser de acero y se instalan con una cierta inclinación para que el vapor de agua no se acumule en ningún punto. También se emplean tuberías y conductos de poliamida mucho más económicas y mucho más simples de empalmar y reparar gracias al uso de empalmes rápidos.

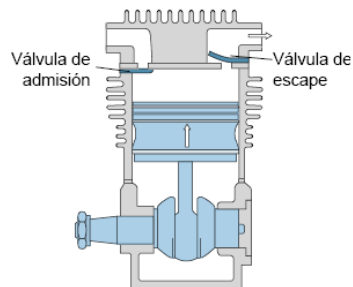
4. NEUMATICA EN VEHICULO INDUSTRIAL

Con estos elementos básicos, podemos componer una instalación muy básica y con utilidades muy limitadas. En la aplicación de la neumática a los frenos industriales podemos encontrar un sinfín de válvulas, que hoy día, la mayoría de estas, se encuentran ya gestionadas electrónicamente. En estos esquemas de frenos con gestión electrónica encontramos una combinación de válvulas puramente mecánicas, como pueden ser la de descarga; con las válvulas de accionamiento electrónicas como son las de relé.

4.1 FRENO DE SERVICIO NEUMATICO

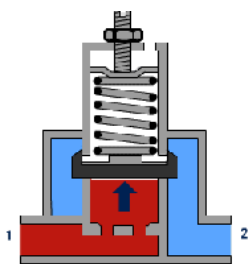
Empezaremos por la aplicación de cada uno de los componentes neumáticos que componen un sistema específico de un vehículo industrial como es una cabeza tractora de un trailer de los que podemos encontrar actualmente por las carreteras españolas.

4.1.1 En el compresor de aire, movido por un piñón helicoidal solidario al giro del cigüeñal, es lubricado y refrigerado por los circuitos del motor. Para reducir las pérdidas del funcionamiento en vacío, se tiende a emplear regulaciones para ahorrar energía. Se integran en la placa de válvulas y se



accionan neumáticamente por medio de un elemento de regulación. En el funcionamiento en vacío, se abre un by-pass en la cámara de presión del compresor hacia el lado de admisión o el orificio de admisión girando o desplazando la válvula de admisión. En el caudal de transporte se pretende alcanzar un suministro del 70 % y en el consumo de aceite un valor máximo de 0,5 g/h. Se muestra un esquema de funcionamiento del grupo neumático o generación de presión.

4.1.2 El regulador de presión se encarga de mantener el nivel de presión requerido. Se usan preferentemente dos



tipos de regulación: uno que actúa desconectándose y dejando que la presión se libere en los calderines cuando esta se aproxime al máximo; y otro que actúa sobre la válvula de admisión del propio compresor. En un vehículo industrial se emplean presiones mínimas de entre 7 y 12,5 bares y unas máximas de entre 14 y 20 bares. El tratamiento del aire ha de garantizar el funcionamiento correcto de los componentes

de la instalación de frenos evitando o reduciendo la oxidación de esta; evitando también que se introduzca cualquier tipo de partícula agresiva a válvulas...

4.1.3 Para evitar cualquier tipo de presencia de humedad, se conecta un secador o deshidratador, compuesto por una caja de agente secante y una carcasa, una válvula de purga y las entradas y salidas para las aplicaciones. Estos elementos por constitución, tienden a saturarse de agua. Están dotados de un sistema de limpieza que consta de un acumulador de unos 4 a 6 litros que por medio de una válvula de purga que se abre por intervalos de tiempo e invierte el flujo de aire con lo que la suciedad del filtro se manda al exterior por un conducto de purga.

4.1.4 Para garantizar la cantidad de presión necesaria en cada momento para los circuitos de utilización, se acoplan



unos calderines que son depósitos que acumulan el aire a presión. Son unos contenedores de chapa soldada. Los calderines disponen de una válvula de seguridad, que deja escapar la presión cuando esta sea excesiva. Estos también

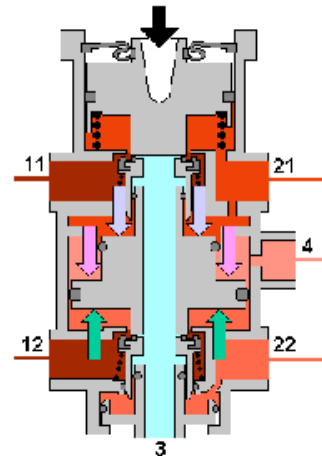
llevan unos purgadores en la parte inferior para el vaciado de agua cuando se produzcan condensaciones.

4.1.5 Como medida de seguridad, y para evitar que por avería o mal funcionamiento del sistema encargado de suministrar presión, se pueda tener cualquier tipo de problema que afecte a la seguridad, se instala una válvula



protectora de cuatro circuitos. Esta se encarga de cerrar el circuito donde se detecta la fuga o la falta de presión. Comunica el regulador y el secador con los calderines y el resto de los circuitos. El primer y el segundo circuito para los frenos de servicio, el tercer circuito para frenos de estacionamiento y el cuarto para accesorios. Esta totalmente prohibido tomar aire del circuito de frenos para cualquier otra aplicación neumática.

4.1.6 Para el accionamiento, disponemos de una válvula de accionamiento del freno de servicio que no es más que un dispositivo común que acciona dos válvulas de regulación dispuestas secuencialmente. Por medio de fuerzas de cierre de válvula y del muelle de idéntica magnitud, así como por vencimiento mecánico de las fuerzas de apertura en ambas válvulas de regulación, se garantiza la apertura sincronizada de ambos circuitos. La presión de freno pilotada, actúa a ambos lados sobre el pistón equilibrador que se encuentra entre los circuitos de regulación en la posición de frenado. Por medio del muelle de recorrido pretensado se logran pequeños recorridos de respuesta de la válvula del freno de servicio. La acción



combinada de la fuerza

del pistón de reacción con el muelle de recorrido, permite al sistema realizar los recorridos de regulación necesarios independientemente. La hermetización de dos circuitos del pistón equilibrador garantiza la seguridad requerida. Esta válvula atraviesa tres fases al ser accionada. En la primera fase se establece la presión, la fuerza de accionamiento es

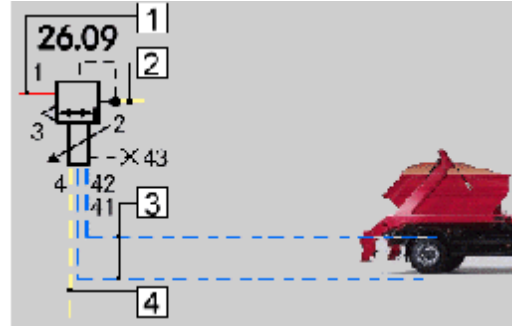
superior a la fuerza neumática que opone la presión regulada, por lo que esta última aumenta. En la segunda fase, el mantenimiento de la presión, la fuerza de accionamiento es igual a la fuerza neumática de la presión regulada, por lo que reina un equilibrio de fuerzas. Por último, durante el descenso de la presión, la fuerza de accionamiento disminuye, por lo que el embolo de válvula retorna de nuevo a su posición inicial. Esta válvula también recibe presión del corrector de frenada o válvula ALB, que es usada para regular la presión de mando. Por razones de

seguridad, el freno de servicio presenta dos circuitos de frenado independientes. Así se garantiza que en caso de fallo de un sistema, el otro continúa operativo, de modo que como mínimo pueda frenarse un eje. Por este motivo la válvula de freno de servicio pertenecen a dos circuitos de frenado independiente.

4.1.7 El regulador ALB, o corrector de frenada, es el equipo

central de la regulación automática de la fuerza de frenado en función de la carga. Este elemento regula y limita la presión de frenado en el eje trasero dependiendo de la carga a soportar por este eje. Las válvulas más evolucionadas, reciben presión del circuito neumático de suspensión y mandan una presión a la válvula de accionamiento del freno de servicio proporcional a

la carga soportada. El ALB se ajusta en fábrica al chasis. Tras el montaje de la carrocería tiene que comprobarse la regulación del ALB, y si es necesario se reajustará conforme a los valores de la placa del ALB. Este regulador es una válvula de relé que recibe la presión de mando por un conducto específico y permite un paso proporcional por una salida para este fin. Esta válvula está conectada entre la válvula de freno de servicio y los cilindros de freno.



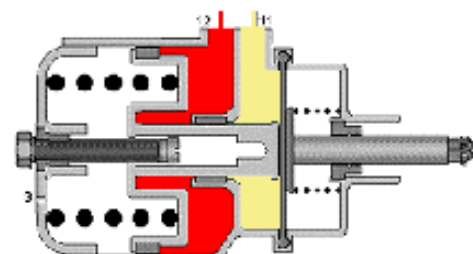
Tiene una membrana de reacción con superficie activa variable.

La membrana se encuentra entre dos rejillas que se entrelazan y discurren en forma de radios. Dependiendo de la posición del asiento de la válvula de regulación en sentido vertical, se obtiene una superficie de reacción mayor o menor. Con ello se consigue regular una presión mínima o la misma presión que viene de la válvula del freno de servicio a través de una válvula de rele integrada en los cilindros de freno. El regulador va fijado

al chasis del vehículo e interviene con una palanca giratoria a través del varillaje en la compresión de los elementos de la suspensión del eje. La leva giratoria desplaza el tubo de la válvula lo necesario en sentido vertical y con ello determina la posición de la válvula. El limitador de presión montado en la parte superior del regulador permite fluir una presión parcial mínima al lado superior de la membrana. De esta manera no se presenta una reducción de la presión del cilindro de freno.

4.1.8 Conducido por las canalizaciones o tuberías llega el aire comprimido a los cilindros de freno que son unos cilindros de diafragma de una sola cámara para el freno de servicio.

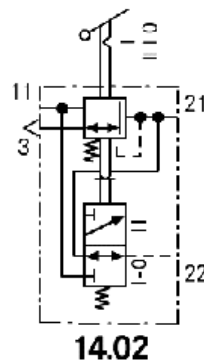
Pueden ser combinados, con lo que este actúa secuencialmente con



un cilindro de pistón que acumula la fuerza elástica para el freno de estacionamiento y actúan en conjunto sobre una barra de presión común. Estos pueden accionarse por separado, pero si se accionan simultáneamente se suman las fuerzas. El tornillo central de desbloqueo permite tensar el muelle del acumulador de fuerza elástica incluso sin aire comprimido. Al fluir el aire comprimido del pistón del acumulador de la fuerza elástica, este se mueve contra la fuerza del muelle, tensa los muelles y libera los frenos. Al accionar el freno de servicio, fluye aire comprimido por detrás de la membrana y presiona a través de del segmento del pistón y la barra de presión sobre el mecanismo de expansión de la cuña. Sin presión en ninguna de las dos cámaras, el muelle empuja al cilindro y los vástagos se desplazan y empujan el freno de las ruedas: el vehículo permanece frenado. Para liberar los frenos, es necesario disponer de presión en la cámara del cilindro de resorte. Una vez liberado, el freno de servicio funciona con la presión que comanda sobre la cámara del cilindro de membrana. La reducción de la presión vuelve a provocar el desbloqueo del freno. Para los frenos de tambor o disco, se emplean modelos modificados pero con el mismo principio de funcionamiento básico descrito.

4.2 FRENO DE ESTACIONAMIENTO NEUMATICO:

En el sistema de frenado de estacionamiento, se dispone una válvula de rele muy compacta que controla los cilindros de freno. Una palanca de accionamiento manual regula un asiento de válvula interno por excéntricas y bridas articuladas, para que se pilote un válvula de asiento doble, actuando sobre un embolo de válvula el aire comprimido desde arriba y la fuerza de compresión de los muelles desde abajo. En la posición de frenado, la palanca de accionamiento bloquea automáticamente, mientras que el espacio sobre el embolo de la válvula esta purgado. Cualquier posición intermedia entre la posición de marcha y frenado es posible. Si la palanca de accionamiento se mueve de la posición de frenado, se acciona una válvula de comprobación. Al hacerlo fluye aire comprimido del deposito de aire de reserva a la conexión hacia la válvula de



ando del remolque, manteniendo la capacidad de frenado del vehículo tractor pero anulándola en el remolque.

4.3 FRENO DE SERVICIO EN EL REMOLQUE:

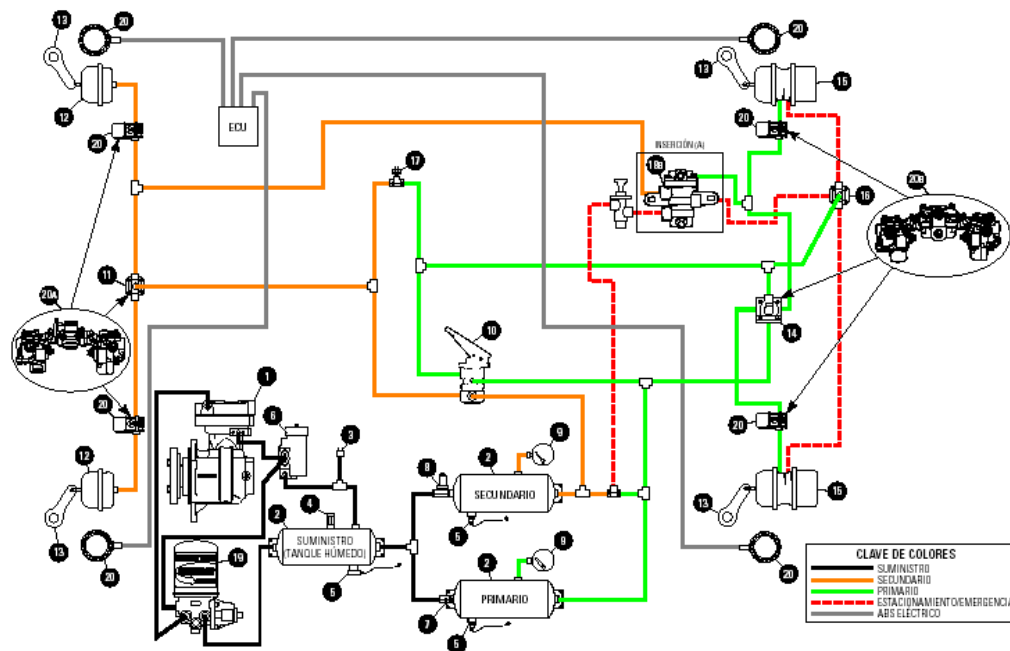
La encargada del frenado del remolque, es la válvula de mando del remolque. Esta válvula montada en el vehículo tractor regula el freno de servicio del remolque en las instalaciones de frenos de dos conductos. Los dos circuitos del freno de servicio y del freno de estacionamiento pilotan esta válvula de rele multicircuito. En la posición de marcha, la cámara de reserva y la cámara del circuito de freno de estacionamiento están bajo la misma presión y el conducto del freno de remolque se purga a través de la purga central. El aumento de presión previo al pistón de

regulación del circuito de freno 1 y del circuito de freno 2, provoca el correspondiente aumento de presión en el conducto del freno del remolque. Debido al mayor tamaño del pistón de regulación del circuito de freno 1, este tiene prioridad frente al del circuito 2 hasta que se alcanza la presión de regulación previa (muelle de regulación previa vencido). La reducción de la presión en los circuitos del freno de servicio provoca la misma reducción en el conducto de freno del remolque. Al purgar el circuito del freno de estacionamiento (proceso de frenado) aumenta la presión en la cámara hacia el conducto de freno del remolque. Al ventilar el circuito de freno de estacionamiento (desbloqueo del freno) se vuelve a purgar el conducto de freno del remolque.

4.4 ESQUEMAS EMPLEADOS

4.4.1 ESQUEMA NEUMATICO WABCO

Este completo esquema nos remite a un vehículo con frenos neumáticos complementado con ABS, en el se encuentran ubicadas unidades, y esquemas eléctricos y neumáticos, así como las canalizaciones y cableado.

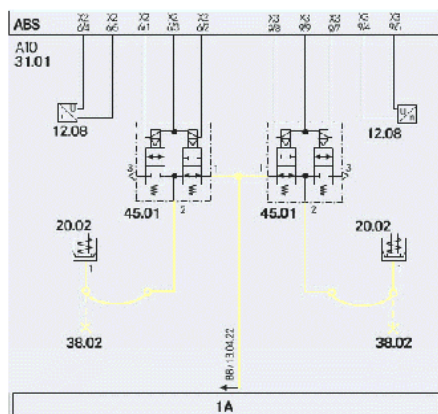


1.-

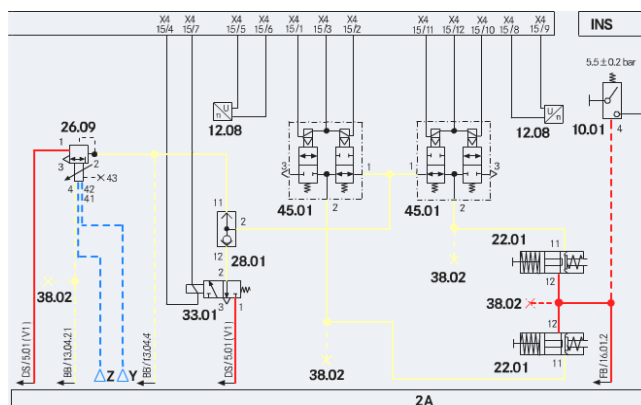
- | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Compresor | 2.- Calderines | 3.- Interruptor baja presión |
| 4.- Válvula de seguridad | 5.- Válvulas drenado | 6.- Gobernador |
| 7.- Válvula retención una vía | 8.- Válvula de retención | 9.- Indicador aire |
| 10.- Válvula freno doble | 11.- Valv. Escape rápido | 12.- Cámara freno servicio |
| 13.- Tensor | 14.- V. relevadora | 15.- Cilindro combinado |
| 16.- V. combinada | 17.- Interruptor luz de freno | 18.- V. relevadora inversión |
| 19.- Secador | 20.- Unidad control ABS | |

4.4.2 ESQEMA NEUMATICO MERCEDES

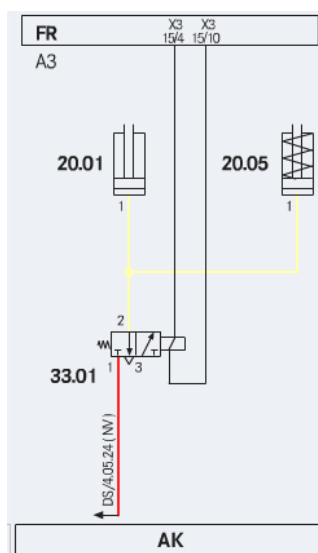
Para la comprensión de los elementos y el funcionamiento de todos ellos en conjunto, usaremos los esquemas del grupo Mercedes de los cuales uno será de cada grupo de funcionamiento.



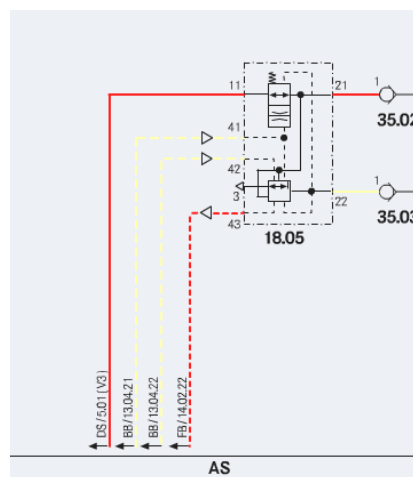
Grupo neumático primer eje (1A)



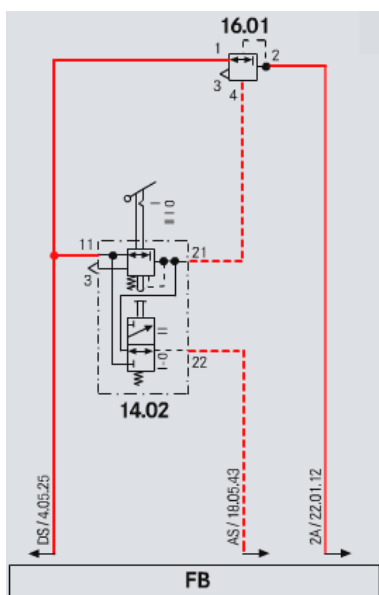
Grupo neumático segundo eje (2A)



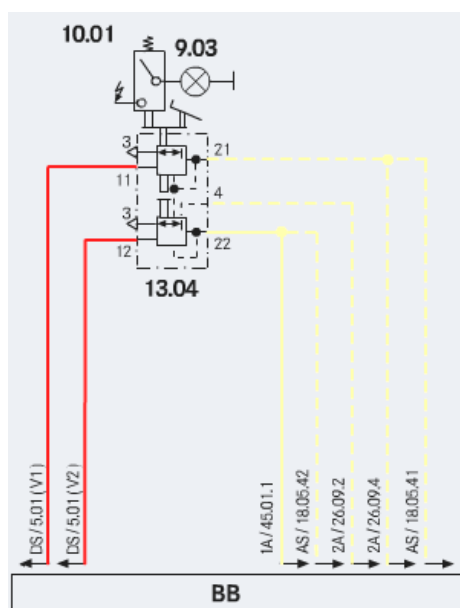
Grupo mariposa escape (AK)



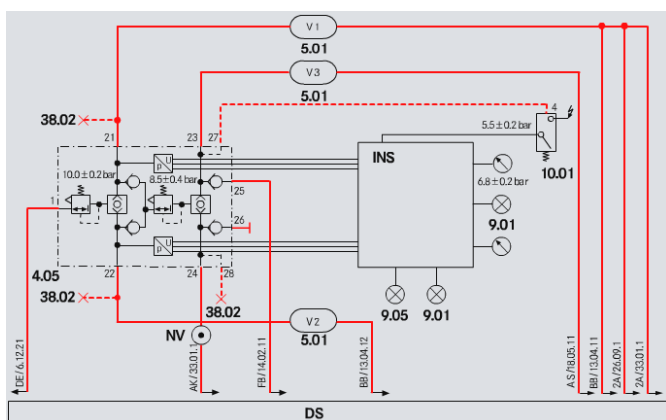
Grupo mando remolque (AS)



Grupo freno estacionamiento (FB)



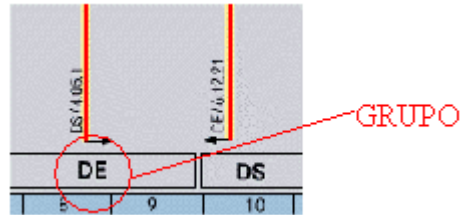
Grupo freno servicio (BB)



4.4.3 LECTURA DE LOS ESQUEMAS MERCEDES

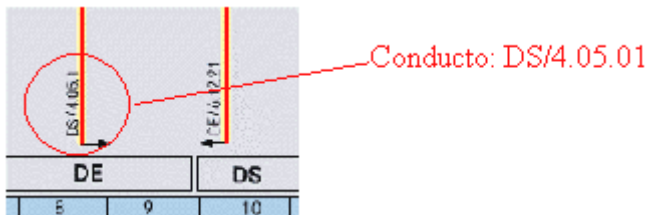
En los esquemas empleados del grupo Mercedes, la lectura de grupos esta encuadrada debajo de cada esquema.

Cada lectura hace referencia a un grupo, en este a modo de ejemplo se hace referencia al grupo "DE" de generación y regulación de la presión. Pero los demás grupos contienen cada uno de ellos otras siglas diferentes que los identifican:



- DS: acumulación y aseguramiento de la presión.
- BB: freno de estacionamiento doble circuito.
- FB: freno de estacionamiento.
- AK: mariposa de escape.
- 1A y 2A: frenos de los ejes delantero y trasero.
- AS: grupo de freno de remolque.

La lectura de cada conducto va con un código ubicado a la salida o entrada de cada grupo:



Las letras DS, pertenecen al grupo del esquema de funcionamiento. Las dos primeras cifras (4.05) son la identificación del equipo al que conduce ese conducto. La última cifra es la identificación del empalme

en este equipo de freno. Con lo que este conducto iría al conducto 1 de la válvula 4.05 (freno de estacionamiento) desde el grupo de generación y regulación de la presión.

5. FRENOS CONTINUOS:

La técnica de los vehículos industriales se ha desarrollado muy rápidamente, con el fin de alcanzar mayores kilometrajes, velocidades medias más altas y disminuir los tiempos de paralización. Entre estas mejoras técnicas, que influyen en la eficiencia del vehículo, se encuentran los nuevos sistemas de frenos compactos, conocidos como retardadores hidrodinámicos. Si los frenos de servicio se sobrecargan, aparece el efecto "fading", perdiendo su eficacia. Así, tras un frenado de emergencia, a veces no puede obtenerse, inmediatamente, el suficiente efecto de frenado. Por tanto, sería más conveniente un sistema de frenos capaz de realizar el trabajo de frenadas continuadas, de forma que los frenos de servicio permanezcan fríos y aseguren la detención del vehículo. No

obstante, los frenos de servicio de los camiones no siempre pueden dar respuesta a las exigencias de seguridad activa y pasiva, debido, principalmente, a:

- Creciente tonelaje de estos vehículos.
- Incremento del volumen de transporte en detrimento del tamaño de los neumáticos. Esto implica una instalación de frenos más pequeña y, por lo tanto, de menor capacidad de frenada.
- Mayor rendimiento de la cadena cinemática.
- Mejora del coeficiente aerodinámico y, por tanto, posibilidad de lograr velocidades más altas.

• Menor resistencia a la rodadura, gracias a mejores neumáticos. Según se refleja en la curva energética adjunta, al duplicarse la velocidad, se cuadruplica la energía cinética que debe transformarse en calor para frenar el vehículo, haciendo insuficientes los sistemas de frenado clásicos de fricción.

Los frenos de fricción son siempre hierros candentes. Cuando se utilizan durante largo tiempo, pueden alcanzar



temperaturas de hasta 1.000 °C, disminuyendo el efecto de frenado rápidamente.

En los frenos de tambor se producen grietas peligrosas, debidas a la tensión, y las guarniciones de freno se desgastan. Los frenos de disco, por su parte, deberían mostrarse más funcionales, con un peso más reducido y con menores costes de mantenimiento. Sin embargo, las temperaturas en los frenos de disco son aún más elevadas que en los de tambor, a causa de que su superficie de fricción es más pequeña. Esto entraña un esfuerzo muy elevado del material. Por estos motivos, la

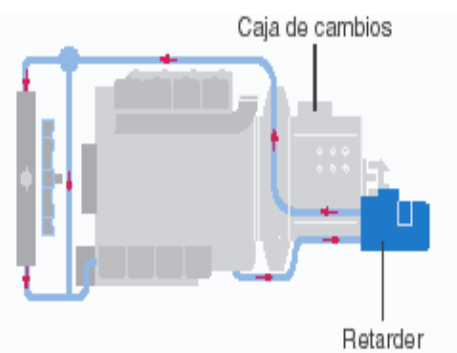
legislación vigente obliga a los transportes de mercancías peligrosas a montar un sistema de freno adicional, como son los retardadores hidrodinámicos.

Características:

- Es un freno exento de desgaste y proporciona servicio continuo e intermitente.
- Es de peso más reducido que los retardadores electromagnéticos.
- Posee una potencia de frenado prácticamente igual a la potencia del motor.
- La temperatura de servicio es constante, disipando

el calor a través del sistema de refrigeración del vehículo.

- Su montaje es complejo en vehículos que no lo llevan de origen, ya que hay que intervenir en la cadena cinemática, en la instalación eléctrica del



vehículo y en los circuitos de agua de refrigeración del motor y de aire del vehículo.

- Encarece el montaje de tomas de fuerza.

Un retardador, dispositivo de frenado continuo, puede estar ubicado en diferentes zonas del vehículo. Los retardadores pueden utilizarse entre el motor y la caja de cambios (retardador primario) o entre la caja de cambios y eje motor (retardador secundario). Los retardadores primarios tienen la desventaja de la interrupción inevitable de la transmisión de fuerza y con ella de la capacidad de frenado en los cambios de marcha en las cajas manuales. Los retardadores primarios tienen una cierta ventaja sobre los secundarios en las bajadas de pendientes pronunciadas a baja velocidad.

5.1 Retardadores primarios (freno motor):

-con válvula de tubo de escape: Hasta el día de hoy es el método más extendido. Con este sistema el conductor puede cerrar una mariposa giratoria instalada en el sistema de escape accionada por aire comprimido (con relativamente poco esfuerzo). Ésta genera una contrapresión en el sistema de gases de escape contra la que cada uno de los pistones tiene que actuar en el cuarto ciclo de trabajo.



-con válvula de estrangulamiento continuo: El freno motor convencional con mariposa de escape sólo aprovecha el trabajo en el bucle de intercambio de gases, es decir, durante el primer y el cuarto ciclo de trabajo. La descompresión específica durante el tercer y el segundo ciclo de trabajo libera una parte del trabajo de descompresión.

La instalación de una válvula de mariposa pequeña en el by-pass hacia la válvula de escape hace posible un aumento de la potencia. El accionamiento de esta válvula se realiza por medio de aire comprimido. Durante el accionamiento del freno motor, la válvula se abre progresivamente y libera un caudal constante de la mariposa.



5.2 Retardadores secundarios (hidrodinámico y electrodinámico):

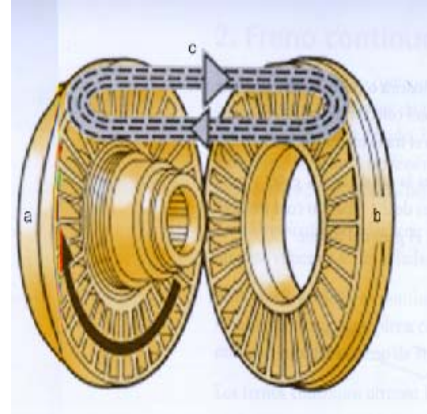
Con ellos se cumplen las prescripciones legales, se aumenta la seguridad activa de los vehículos con la descarga del sistema de frenos y se sigue mejorando la rentabilidad de los vehículos con mayores velocidades medias y la reducción del desgaste de los forros de freno.

5.2.1-Hidrodinámico: dispone del mismo modo de actuación que el embrague de Föttinger. El rotor transforma la energía mecánica del árbol

de accionamiento en energía cinética de un líquido. Esta energía cinética transforma a su vez en calor en el estator, lo que hace imprescindible la refrigeración del líquido utilizado.

Características:

-dimensionamiento de un circuito de refrigeración suficiente, necesario para disipar el calor generado al frenar por medio de un intercambiador de calor agua/aceite en el circuito de refrigeración del motor



-construcción relativamente compleja

-peso mínimo del retardador hidrodinámico integrado directamente en la caja de cambios.

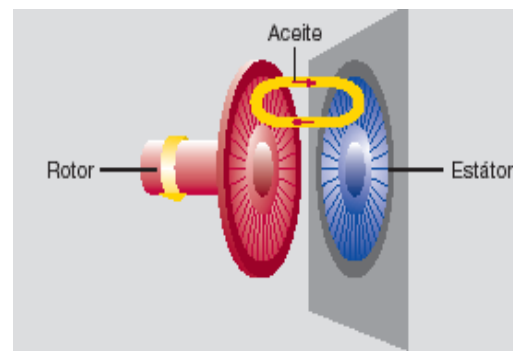
-grandes potencias de frenado específicas.

-regulación continua del par de frenado

-en el diseño del retardador también se tendrá en cuenta las pérdidas de aire cuando éste se encuentra desconectado.

Funcionamiento:

La estructura de un retardador hidrodinámico es muy simple: dos ruedas de álabes están dispuestas una enfrente de la otra, el rotor y el estator, de forma que el aceite se encuentra entre sus cámaras. El rotor está unido al árbol articulado del vehículo y el estator es estacionario, solidario al cárter del retardador.



A través del mando, el cárter de aceite es barrido por una presión de influencia, que es función del escalón de frenado ajustado. De esta forma, una determinada cantidad de aceites impulsada a través del canal de llenado hacia la cámara de trabajo situada entre el rotor y el estator. El aceite es puesto en movimiento por el rotor e impulsado contra los alabes parados del estator. Así se genera una presión (presión de la carcasa) en la cámara de trabajo, que es función del grado de llenado y del número de revoluciones. La desaceleración de la corriente de aceite en la cámara del estator produce una acción de frenado del rotor y, como consecuencia, una desaceleración del vehículo.

En su versión más común, el retardador se activa por medio del conmutador

del retardador (una palanca de mano), montado en el volante de la dirección. Si así se solicita, el retardador puede



también activarse por medio del pedal de freno. En la posición 0, el retardador está desconectado. Cuando se selecciona la etapa 1 (velocidad constante), la velocidad a la que circula el vehículo en ese momento queda almacenada y se mantiene constante hasta donde lo permite el par de frenado máximo disponible. Si el vehículo necesita ser desacelerado, el conmutador del retardador se mueve hacia la etapa 2 (etapa de frenado más baja) o hasta la etapa 5 (etapa de frenado más alta). La señal eléctrica procedente del conmutador del retardador es procesada por la unidad electrónica y, desde allí, es transmitida hacia la válvula proporcional, en la que se convierte en una presión neumática de control. Ésta obliga a la cantidad apropiada de aceite contenido en el cárter del retardador a pasar al circuito existente entre las ruedas de palas y determina el efecto de frenado deseado.

Para conseguir las curvas de frenado típicas, el retardador produce el nivel de fluido necesario según la velocidad a la que se circula. El efecto de frenado se consigue en fracciones de segundo sin sacudidas. Dos sensores de temperatura, uno en la tubería de retorno del agua de refrigeración y otro en el aceite del retardador, supervisan de forma continua la temperatura del agua y del aceite. En vehículos equipados con ABS, el sistema de control del retardador va acoplado al sistema ABS y reacciona inmediatamente en el caso de que requiera la actuación del ABS.

Estos retardadores solo se pueden emplear como sistemas de freno continuo en determinadas circunstancias temporalmente limitadas. El empleo de termointerruptores limita la potencia de frenado del retardador, de tal manera que se garantice su equilibrio térmico.

Refrigeración:

El retardador transmite el calor de frenado al sistema de refrigeración del vehículo. El límite físico de la potencia del retardador está determinado por la capacidad de este sistema de refrigeración. El conductor profesional aprovecha óptimamente el sistema de refrigeración seleccionando la marcha correcta. Una sobrecarga del sistema de refrigeración queda excluida por el mando electrónico del retardador.

Retárder e intárder: El retardador hidrodinámico se denomina retárder cuando monta un circuito de aceite independiente del de la caja de cambios, e intárder cuando comparte el circuito de aceite con la caja de cambios.

Los detalles que diferencian un intárder de un retárder son los siguientes:

- Suponen un sistema compacto, con un peso mínimo.
- Presentan un circuito hidráulico común de caja de cambios y retardador, encapsulando mejor los ruidos. La vida de la caja de cambios y de su aceite se alarga gracias a una refrigeración constante y uniforme. Además, al ser el volumen de aceite mayor, se puede transferir una mayor cantidad de calor.
- Se pueden montar todas las tomas de fuerzas normales.
- La longitud de montaje de la caja es la misma, con o sin retardador.



5.2.2-Electrodinámico: Los retardadores electrodinámicos actuales disponen de un soporte desarrollado como estator con bobinas de excitación montadas. Los rotores dispuestos en el árbol de accionamiento, a ambos lados del estator, llevan nervios para disipar mejor el calor. Las bobinas de excitación se alimentan con corriente para frenar y crean de esta manera un campo magnético que induce en los rotores al pasar corrientes de Foucault. Éstas crean un par de frenado cuya magnitud depende de la excitación de las bobinas del estator y de la holgura entre rotor y estator.

Características:

- disipación del calor producido hacia el exterior,
- construcción relativamente sencilla,
- de peso elevado,
- servicio exento de anomalías únicamente con el abastecimiento eléctrico necesario
- el calentamiento del retardador provoca la caída del par de frenado,
- gran potencia de frenado incluso a poca velocidad y
- potencia modificable a través de los álabes de los rotores, las condiciones de flujo del aire alrededor del freno de corrientes parásitas y la temperatura ambiente.

Los retardadores electrodinámicos entregan pares de frenado relativamente elevados a bajas revoluciones, en comparación con los retardadores secundarios hidrodinámicos convencionales. La reducción de los pares de frenado en los retardadores electrodinámicos al aumentar la temperatura de los rotores, se debe a la intervención de la protección térmica. La desaceleración del vehículo se reduce cuando aumenta la sollicitación térmica del retardador electrodinámico.

Para evitar la destrucción del retardador causada por exceso de temperatura al frenar el vehículo, un interruptor bimetálico limita la alimentación de corriente a la mitad de las ocho bobinas al alcanzar el estator una temperatura de 250°C aproximadamente.

6 SISTEMA ANTI BLOQUEO DE LOS FRENOS (ABS):

La fuerza de frenado de un vehículo depende de diversos factores, tales como la velocidad del vehículo, la carga que transporta, la temperatura del ambiente y de los neumáticos, las condiciones de la carretera y del vehículo. Adicionalmente, la capacidad que tenga el neumático para adherirse a la carretera es otro factor determinante; los deslizamientos de ruedas son determinados por la diferencia de velocidad del vehículo y de sus ruedas. En un sistema de frenos convencional, al accionar el pedal de freno fuertemente se obtiene una reducción considerable de la rotación de las ruedas, la presión de frenado tiende a aumentar, en función de la fuerza ejercida sobre el pedal de freno, pero se corre el riesgo de trabar las ruedas favoreciendo al deslizamiento por diferencia de velocidades con las siguientes consecuencias:

- Dificultad para mantener el control sobre la dirección del vehículo, ya que se tienen las ruedas delanteras bloqueadas.
- Pérdida de estabilidad de vehículo.
- Desgaste prematuro e irregular de los neumáticos.
- En el caso especial de un camión-tractor con remolque, se genera el efecto de tijera al perderse la alineación entre el tractor y el remolque. Este efecto consiste en la articulación incontrolada entre el tracto-camión y el remolque producto de frenada de pánico y frenos mal balanceados

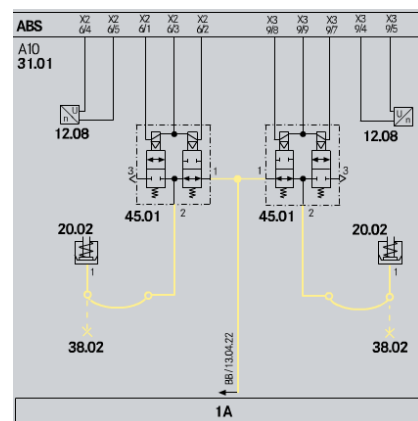
El ABS impide que las ruedas se bloqueen en caso de una frenada brusca. De este modo el vehículo conserva la estabilidad y la dirección, aun frenando a fondo sobre firme deslizante. En muchos casos se consigue una distancia de frenado menor que con las ruedas bloqueadas. En las combinaciones de vehículos el ABS evita el peligroso cabeceo.

Los vehículos industriales, a diferencia de los turismos llevan instalaciones de frenos neumáticas. En los vehículos industriales el ABS consta de sensores de revoluciones, de una unidad de control electrónica y de válvulas de regulación de presión. El ABS se encarga de regular la presión de frenado en cada cilindro de freno haciendo que esta aumente, se mantenga constante o se reduzca mediante evacuación al exterior.

Algunas de las ventajas más resaltantes del sistema ABS pueden citarse a continuación:

- El ABS simula el efecto de bombear el pedal de freno 3 veces por segundo, por lo que el conductor ya no tiene que cuidarse de bombear el pedal para no patinar, ABS lo hace por él.
- Evita el resbalamiento del vehículo, ayudando a mantener estabilidad y control. El conductor no pierde el control de la dirección y puede dirigir y frenar el vehículo a la misma vez, cosa que no podría hacer sin ABS en ciertas condiciones de frenado. El ABS permite maniobrabilidad segura al momento de frenadas de emergencia.
- Reducción de los desgastes prematuros e irregulares en los neumáticos. Cuando se efectúa el bloqueo de las ruedas por frenos se generan lugares planos en los neumáticos producto de su desgaste. El ABS le proporciona mayor vida útil a los neumáticos de un vehículo y por lo tanto menos costos de mantenimiento para el propietario y mayor seguridad en las carreteras.
- Al regular la presión de frenado y el bloqueo de los neumáticos, el ABS permite una frenada mucho más efectiva, rápida, y corta que los frenos convencionales.
- Los costos de mantenimiento del sistema de frenos con ABS no son más elevados que los de un sistema de frenos convencional, por lo que no se incrementan los costos generales de mantenimiento del vehículo.
- El sistema ABS es uno de los más importantes avances tecnológicos de la industria automotriz en los últimos años.

6.1 Equipamientos de ABS para vehículos industriales: El estado actual de la técnica permite emplear las unidades de control del ABS tanto en vehículos tractores como en vehículos de dos o tres ejes. La unidad de control se adapta al vehículo durante un proceso de reprogramación. En dicho proceso se registra el número de ejes, los métodos de regulación del ABS (individual, Select-Low, Select-Smart e individual modificada) y las funciones adicionales



requeridas como el ASR. Las unidades de control del ABS para remolques realizan un proceso de reprogramación similar. La misma unidad de control puede emplearse en remolques y en vehículos tractores de semirremolque de un, dos o tres ejes adaptándose ésta al equipamiento del vehículo en cuestión.

Si un eje es elevable, la regulación ABS deja de actuar sobre éste cuando se encuentre elevado.

Si los ejes están muy próximos, a menudo se equipa sólo a uno con los sensores de revoluciones. La presión de frenado de dos ruedas vecinas es regulado conjuntamente por una sola válvula de regulación de presión

(sincronización). En vehículos multiejes donde la distancia entre los mismos es mayor suele utilizarse una regulación a tres ejes. Todos los sistemas de ABS pueden ser equipados con válvulas de regulación de presión de un solo canal, mientras que en los remolques puede instalarse además válvulas de efecto relé.

La activación de un freno continuo (freno motor o retardador) en combinación con un valor de fricción bajo puede provocar un deslizamiento de las ruedas motrices no deseado. En este caso se reduce la estabilidad del vehículo. Por ello, el ABS supervisa los valores de deslizamiento y los mantiene dentro de los niveles admisibles activando y desactivando el freno continuo.

6.2 Componentes del ABS:

-Sensor de revoluciones: En la mayoría de las aplicaciones hoy en día se utiliza un sensor inductivo montado en el tubo del eje. Al contrario que en los turismos (sensores fijos), en los vehículos industriales se encuentran en unos manguitos elásticos. Durante la marcha, el juego del cojinete de la rueda y de la deformación elástica del eje permiten que el sensor se desplace en su dirección del eje y que se ajuste automáticamente la holgura entre la estrella generatriz de impulsos y el sensor. Si en casos excepcionales la holgura es excesiva, la unidad de control electrónica desactiva la regulación de la rueda en cuestión.

Por motivos económicos se extenderá la utilización de cojinetes de rueda con sensores de revoluciones



semiconductores e inductivos integrados.

-Unidad de control electrónica: Las etapas de entrada de la unidad de control electrónica transforman las señales sinusoidales del sensor de revoluciones en señales rectangulares. Los microordenadores, dispuestos en redundancia, calculan mediante la frecuencia de las señales rectangulares las velocidades de la rueda, a partir de la que se estima una velocidad de referencia del vehículo. El deslizamiento de cada rueda se calcula mediante la velocidad de referencia y la de cada rueda. En función de las señales de “aceleración de la rueda” y de “deslizamiento de la rueda” se detecta si alguna de las ruedas tiende a bloquearse. En este caso los microordenadores excitan mediante las etapas finales los imanes de las válvulas de regulación de presión, influyendo éstas en la presión de los distintos cilindros de freno.

La unidad de control electrónica dispone de un amplio programa de medidas para reconocer averías en todo el sistema antibloqueo. En caso de detectar una avería, la unidad de control desactiva la unidad defectuosa de la instalación y memoriza un código de error que describe la ruta de señal defectuosa. Este código puede

descifrarse mediante el interfaz adecuado, bien una lámpara de diagnóstico o bien un dispositivo de comprobación inteligente (ordenador).

-**Válvula de regulación de presión:** Existen válvulas de regulación de presión de un canal con o sin efecto relé.



Las válvulas con efecto relé se utilizan en semirremolques y en remolques con barra de tracción. En muchos casos el sistema de frenos estándar de los remolques viene provisto de válvulas relé que pueden sustituirse por válvulas de ABS con efecto relé. Las válvulas sin efecto relé se utilizan en los demás vehículos, es decir, en autobuses, camiones, vehículos tractores de semirremolque, etc. Ambos tipos de válvulas tienen electroválvulas 3/2. En las válvulas sin efecto relé, éstas regulan las válvulas de membrana 2/2 ofreciendo éstas últimas una sección suficientemente amplia que abarca casi todas las aplicaciones. En las válvulas con efecto relé, las 3/2 actúan sobre la presión de la cámara de regulación de la válvula relé. El sistema electrónico va combinando la activación de las diferentes electroválvulas según la función que se ha de ejecutar, ya sea la de “mantener la presión” o la de “despresurización”. Si no se activa ninguna válvula significa “presurización”.

En una frenada sin intervención del ABS (sin que una rueda tienda a bloquearse), el aire pasa por las válvulas sin ningún impedimento tanto en el llenado como en el vaciado de los cilindros de freno en ambas direcciones. De este modo se garantiza que la función de la instalación del freno de servicio no se vea afectada por las válvulas de ABS.

Desde la introducción del ABS para camiones pesados en los Estados Unidos hubo una reducción de 35% de los accidentes producidos en ese segmento, aún a pesar que la cantidad estimada de kilometraje recorrido aumentó en un 40%.

7 REGULACION DEL DESLIZAMIENTO DE LA TRACCION (ASR):

La regulación del deslizamiento en la tracción viene integrada en las unidades de control del ABS y utiliza también componentes de éste último tales como los sensores de revoluciones o las válvulas de regulación de presión. El sistema de regulación consta de un circuito de regulación del frenado y otro de regulación del motor. El circuito de regulación del frenado del ASR requiere adicionalmente una válvula bidireccional y una válvula ASR (electromagnética 2/2), y el de regulación del motor un dispositivo de regulación para reducir el par motor.

7.1 Circuito regulación del frenado: Al arrancar con un coeficiente de fricción bajo o coeficiente de fricción distinto para derecha e izquierda (split), a menudo al acelerar bruscamente sólo patina una rueda motriz. La fuerza de tracción del vehículo viene determinada por el bajo coeficiente de fricción de la rueda que patina y

por ello se reduce. En este caso el regulador de frenado genera en dicha rueda un par de frenado que mediante el diferencial actúa como par de accionamiento sobre la rueda aún inmóvil.

Durante el proceso de frenado, la unidad de control primero conmuta la válvula ASR a paso libre y a, continuación, mediante la válvula de regulación de presión del ABS, aumenta, mantiene o reduce la presión del cilindro de freno en función del comportamiento de la rueda. La presión de freno se regula de forma que las ruedas se sincronicen. De este modo se produce una especie de efecto de bloqueo entre las ruedas motrices, comparable al efecto que se obtiene con el bloqueo mecánico del diferencial. Sin embargo para obtener idéntica tracción en el caso de regulador de frenado ASR, el par de tracción del motor debe ser mayor, en el par de frenado regulado, que para un bloqueo mecánico del diferencial.



El efecto del regulador de frenado ofrece ventajas sobre todo en el arranque, la aceleración y en la circulación de carreteras de montaña en condiciones split. En la circulación por montaña con split extremo y con el vehículo completamente cargado es necesaria una presión de freno elevada para frenar la rueda que patina. Para evitar una sobrecarga térmica en estos casos, el ASR dispone de dos funciones de seguridad:

- a) A velocidades mayores de 30km/h no se activa el regulador de frenado.
- b) La actividad de regulación y la velocidad de la rueda en cuestión son la base para calcular la carga térmica del freno; al sobrepasarse un valor límite se desconecta el regulador.

Mediante la función de regulación de frenado descrita anteriormente pueden sincronizarse las ruedas motrices hasta tal punto que el bloqueo mecánico de diferencial se engrana automáticamente. Para ello, la unidad de control del ABS/ASR calcula el momento y los requisitos adecuados para desbloquear el diferencial.

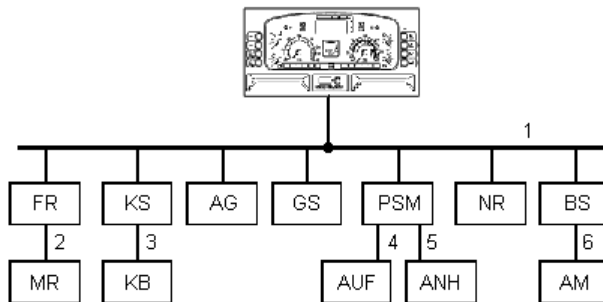
7.2 Circuito de regulación del motor: Si el conductor acelera excesivamente con un coeficiente de fricción homogéneo mínimo, las dos ruedas motrices patinarán. La tracción del vehículo se comporta según el coeficiente de fricción decreciente en la parte inestable de la curva de resbalamiento de la transmisión de fuerza. Si el vehículo está parado o circula a poca velocidad en un firme helado o con nieve se percibe un efecto de “pulido” que también reduce el coeficiente de fricción considerablemente. Al mismo tiempo se reduce la estabilidad del vehículo. En este caso, el circuito de regulación del motor reduce el resbalamiento de la tracción a valores admisibles, aumentando la tracción y la estabilidad.

Como dispositivos de regulación del par motor se aplican reguladores eléctricos y neumáticos. Aquí se describen a modo de ejemplo dos variantes de las posibilidades de regulación eléctrica:

-interfaz hacia las unidades de control electrónicas del motor o

-activación directa de un servomotor eléctrico

-interfaz: Por ejemplo el CAN. La unidad de control del ABS/ASR recibe de una unidad de control encargada de la gestión del motor la señal “intención del conductor” (posición del acelerador, cantidad de inyección necesaria,...). Al recibir esta señal, la unidad de control del ABS/ASR



transmite la intención de reducción, calculada a partir del resbalamiento de la rueda y de otras muchas magnitudes, y la ejecutada. Unidades de control de gestión del motor son por ejemplo EMS, EDC. Éstas disponen de todas las funciones para la gestión del motor y ejecutan la acción requerida por el ASR inmediatamente y con exactitud.

-Servomotor: La unidad de control del ABS/ASR regula directamente el servomotor. El servomotor, utilizado como motor corriente continua con indicación de posición integrada, permite la regulación exacta de la posición sin que la calidad de la regulación se vea afectada por las fuerzas de ajuste en la bomba de inyección, por el rozamiento en el varillaje del acelerador y de otras magnitudes de interferencia. Un regulador de la velocidad de marcha integrado en la unidad de control regula la velocidad de marcha conforme a un valor máximo prescrito por la ley o bien un valor elegido por el conductor mediante un pulsador.

Desde el 1 de Enero de 1994 el regulador de la velocidad es obligatorio en autobuses y vehículos industriales.

8 PROGRAMA ELECTRÓNICO DE ESTABILIDAD (ESP)

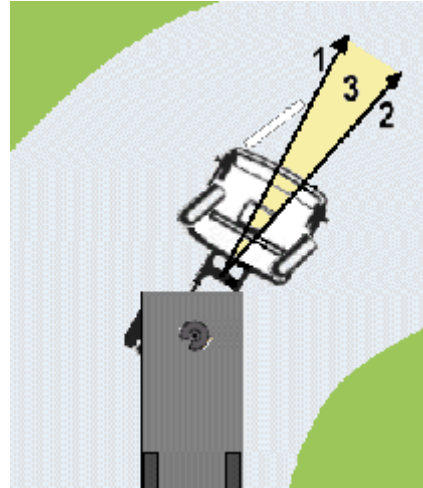
8.1 Función: El programa electrónico de estabilidad (ESP) para vehículos industriales es un sistema de regulación de la dinámica de marcha que complementa esencialmente al sistema antibloqueo (ABS) y a la regulación del deslizamiento en la tracción (ASR).

Los sistemas ASR/ABS regulan la dinámica de cada rueda al frenar y acelerar. Esto reduce el riesgo en las situaciones críticas desde el punto de vista dinámico longitudinal, por ejemplo, la dirección permanece maniobrable al frenar. Ya que el regulador no tiene en cuenta los valores del desplazamiento del vehículo, la estabilidad del mismo depende de la sintonización entre ASR y ABS.

El ESP amplía la regulación con los valores de desplazamiento del vehículo, es decir, con la dinámica transversal. Al ESP en vehículos industriales se le exigen las siguientes funciones:

-Asistencia activa al conductor en las situaciones críticas desde el punto de vista de la dinámica transversal, independientemente de si el conductor frena o acelera.

-Mayor estabilidad de marcha: mejora de la estabilidad de la trayectoria y de la dirección, tanto en el caso de un vehículo como en el de la combinación de vehículos, en el intervalo límite y bajo cualquier circunstancia de servicio y de carga. Esto también incluye el cabeceo en la combinación de vehículos.



-Mayor estabilidad de marcha: reduce el riesgo de vuelco en vehículos y combinaciones tanto en maniobras dinámicas como en las casi estacionarias.

-Mayor aprovechamiento de la transmisión de fuerza entre el neumático y la calzada, y con ello la optimización del comportamiento del ABS/ASR.

8.2 Grupos funcionales: Según las funciones que realiza, el ESP se puede dividir en los siguientes grupos funcionales:

-Estabilizar el vehículo en caso de riesgo de patinaje o deslizamiento: Para estabilizar un vehículo se tendrá que detectar primero una situación crítica de este tipo. Para ello, el regulador compara el movimiento actual del vehículo sobre el plano, teniendo en cuenta los límites físicos, con el movimiento requerido por el conductor. El movimiento sobre el plano se describe en un vehículo individual con tres grados de libertad (movimiento longitudinal, transversal y de guiñada). En el caso de un tractor de semirremolque, se añade el movimiento plano por valor del ángulo de pandeo entre el vehículo tractor y el remolque como un grado más de libertad.

El movimiento del vehículo deseado por el conductor se calcula en la unidad de control con la ayuda de modelos simplificados de matemáticas y física, partiendo esencialmente del ángulo de giro de volante y de la velocidad del vehículo.

El ESP calcula el movimiento actual del vehículo a partir de las magnitudes de medición disponibles: “velocidad de guiñada”, “aceleración transversal” y las revoluciones de las ruedas”. Esto solo es posible presuponiendo una circulación estable de semirremolque.

En caso de divergencias apreciables entre el movimiento actual y el requerido por el conductor, el ESP efectúa en primer lugar una clasificación aproximativa de la situación “sobreviraje” o “subviraje”.

El “sobreviraje” describe situaciones en el que la parte trasera del vehículo se abre de un lado hacia el exterior. En el tractor de semirremolque, esta situación provoca a menudo el pandeo y es casi imposible controlarlo.

En caso de “subviraje” el vehículo tiende a irse por las ruedas delanteras hacia el exterior de la curva.

Una vez el ESP haya analizado la situación calculará el momento de guiñada para corregirla. Este par de guiñada se traduce entonces, frenando una o varias ruedas, en un deslizamiento de ruedas apropiado.



Con coeficientes de fricción elevados, los vehículos industriales tienden por lo general al vuelco y no al derrapaje debido a su centro de gravedad elevado.

-Reducir el riesgo de vuelco: El límite para que vuelque un vehículo no sólo depende de la altura del centro de gravedad, también del chasis y del tipo de carga.

El ESP, tan pronto se aproxima el límite de vuelco, éste desacelera el vehículo reduciendo el par motor y frenando. El límite de vuelco se estima entonces en función de la carga del vehículo y de la distribución del peso.

Para garantizar la estabilidad incluso con divergencias considerables con respecto a estas suposiciones, el ESP capta además la elevación de las ruedas interiores de la curva, controlando el comportamiento anómalo de las revoluciones. Si fuera necesario, toda la combinación de vehículos se ralentiza con intervenciones selectivas en los frenos. La elevación de las ruedas del lado interior de las curvas en el remolque se transmiten con ayuda del EBS a través de la línea de comunicación de CAN con la puesta en marcha del regulador del ABS. En las combinaciones con remolque que están equipadas sólo con ABS, únicamente se capta la elevación de las ruedas del vehículo tractor.

8.3 Estructura:

-Conjunto de sensores: Además de los sensores convencionales del EBS para las revoluciones de las ruedas y las presiones de los frenos, el ESP incorpora además sensores de la dinámica de marcha. Éstos son: un sensor de la velocidad de guiñada con sensor de la aceleración transversal integrada y un sensor del ángulo de giro del volante. Ambos sensores disponen cada uno de un microcontrolador con interfaz CAN para evaluar y transmitir los datos de medición.

El sensor de volante va dispuesto bajo él, midiendo el ángulo de giro de éste. La aceleración transversal debe medirse en el centro de gravedad del vehículo, en la medida de lo posible.

-unidad de control: En el sistema del vehículo, además de la unidad de control EBS, solo existe otra unidad para el ESP de los vehículos industriales de primera generación. En los modelos posteriores las funciones del ESP y el EBS en la misma unidad de control.

Un bus CAN comunica los sensores con la unidad. Esta unidad calcula datos como deslizamiento de cada rueda, presión de los frenos, par motor, etc. a partir de los datos entrantes de los sensores. Estos datos son enviados a través del bus CAN a la unidad o mando conveniente.

Todos los componentes de este sistema disponen de autosupervisión de funciones internas, interfaces y los sensores conectados. Las averías detectadas provocan la desconexión de algunos grupos o del ESP completo si es preciso. Con ello se garantiza que no existan comportamientos anómalos de ningún componente.

9 FRENO ELECTRO NEUMATICO (EPB)

Controla el frenado de un vehículo a través de los sensores electrónicos de carrera, presión y número de revoluciones. Para e EPB el remolque actúa de forma adecuada en el frenado del tren completo.

La adaptación de la presión de frenado se efectúa en los márgenes admisibles del margen de frenado CE. El circuito electro-neumático consta de:

- unidad de control.
- transmisor de valor de freno.
- válvula proporcional y de relé electro-neumática.
- dos válvulas electromagnéticas de regulación ABS para eje delantero.
- válvula de mando del remolque electro neumática

El freno EPB ofrece la posibilidad de una adaptación óptima duradera de las fuerzas de frenado entre el eje delantero y trasero así como entre el vehículo tractor y el remolque.

Esto significa en particular:

-En frenados parciales en función del grosor de los forros de freno, las presiones de freno son adaptadas entre ejes a fin de obtener un desgaste uniforme.

-el remolque forma parte del frenado

Ofrece las siguientes ventajas: Se mejora el tiempo de reacción de los frenos de rueda mediante transmisión eléctrica, el tacto del pedal es similar al de un turismo, ampliadas las posibilidades de diagnóstico y servicio del sistema de frenos de regulación electrónica y permite una rápida localización del problema.

- 1.01. Compresor.
- 4.05. Válvula protectora de cuatro circuitos.
- 6.12. Secador de aire comprimido con regulador de presión integrado.
- 5.01. Depósito de aire comprimido de una cámara.
- 13.05. Transmisor del valor de freno EPB (pedal de frenos).
- 16.01. Válvula de relé, freno trasero, eje trasero.
- 16.07. Válvula proporcional y de relé.
- 18.07. Válvula de mando del remolque EPB.
- 20.02. Cilindro de membrana de un circuito.
- 22.01. Cilindro combinado.
- 28.03. Válvula selectora.
- 30.01. Válvula de seguridad.
- 30.05. Válvula limitadora de presión.
- 31.08. Modulador para eje propulsor.
- 33.06. Válvula de redundancia.
- 33.07. Válvula de distribución de tres vías y dos posiciones para efecto de frenado auxiliar.
- 35.02. Cabeza de empalme para sistema.
- 35.03. Cabeza de empalme para freno.
- 45.01 Válvula electromagnética de regulación ABS.