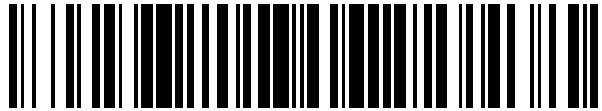


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 560 465**

51 Int. Cl.:

**B60T 8/48** (2006.01)

**B60T 8/26** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.09.2011** **E 11754356 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.11.2015** **EP 2611660**

54 Título: **Método para el funcionamiento de un sistema de frenado, sistema de frenado en el que se realiza el método y vehículo de motor con uno de estos sistemas de frenado**

30 Prioridad:

**03.09.2010 DE 102010040190**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**19.02.2016**

73 Titular/es:

**CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG (100.0%)  
Guerickestrasse 7  
60488 Frankfurt, DE**

72 Inventor/es:

**ULLRICH, THORSTEN;  
ALBRICH VON ALBRICHSFELD, CHRISTIAN;  
KARNER, JÜRGEN y  
FÜHRER, JOCHEN**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**Observaciones :**

**Véase nota informativa (Remarks) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes**

**ES 2 560 465 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

- 5 Método para el funcionamiento de un sistema de frenado, sistema de frenado en el que se realiza el método y vehículo de motor con uno de estos sistemas de frenado
- 10 El invento se refiere a un método para el funcionamiento de un sistema de frenado con dos circuitos de frenado, con un freno recuperativo, en especial un generador eléctrico, un cilindro principal de frenado y un pedal de frenado. Además, se refiere a sistemas de frenado correspondientes y a un vehículo de motor.
- 15 Para el accionamiento de vehículos de motor adquiere una importancia creciente el motor eléctrico como sustituto, respectivamente complemento de los motores de combustión interna. Esto se debe entre otras a razones de compatibilidad con el medio ambiente y de la eficiencia energética. El motor eléctrico posee frente al motor de combustión interna otras ventajas, por ejemplo la plena disponibilidad del par de giro con números de revoluciones bajos así como el menor desarrollo de ruidos.
- 20 La energía eléctrica necesaria para el funcionamiento del vehículo de motor es almacenada usualmente en baterías, respectivamente acumuladores. Estos acumuladores pueden ser recargados en estaciones de carga previstas especialmente para ello por medio de una conexión con la red eléctrica. El inconveniente de los vehículos con accionamiento eléctrico puro es la reducida autonomía en comparación con los vehículos de motor, que funcionan con un motor de combustión interna. Por ello se prevén usualmente mecanismos con los que el vehículo de motor puede ser alimentado con energía eléctrica, respectivamente se pueden recargar las baterías incluso durante un funcionamiento continuado. Esto es por ejemplo posible por medio de una recuperación parcial de la energía cinética al ralentizar el vehículo. El motor eléctrico funciona en este caso como generador. De esta manera aumenta el tiempo neto de marcha en el que el vehículo de motor puede funcionar de manera puramente eléctrica. Pero también en sistemas, por ejemplo los sistemas híbridos en los que el motor eléctrico actúa como complemento de un motor de combustión interna, se puede utilizar de manera apropiada esta clase de recuperación de la energía.
- 25 Además de la generación recuperativa de la energía y del frenado del vehículo de motor provocado por ello se prevén también en los vehículos de esta clase frenos convencionales asignados a dos circuitos de frenado separados. Estos frenos pueden ser configurados por ejemplo como hidráulicos, electrohidráulicos o electromecánicos. Su existencia es, por un lado, importante en situaciones de marcha, respectivamente situaciones de funcionamiento en las que el par nominal de frenado deseado por el conductor sobrepasa el par de frenado disponible actualmente en el generador. Por otro lado es preciso garantizar en el caso de un fallo del generador, respectivamente en situaciones en las que el generador no puede suministrar un par de frenado digno de mención, un frenado seguro y a su debido tiempo del vehículo de motor.
- 30 Los sistemas de frenado regenerativos para la recuperación recuperativa de energía pueden ser realizados técnicamente de distintas maneras. Por ejemplo, un sistema de frenado de esta clase puede ser configurado como sistema de frenado electrohidráulico con dos circuitos de frenado y con los frenos hidráulicos de servicio asignados a cada uno de ellos, estando acoplado el pedal de frenado con una unidad de accionamiento y estando prevista una unidad hidráulica de mando y de regulación, que inyecta líquido de frenado en los frenos de servicio, cuando se produce un deseo de frenado del conductor.
- 35 Las instalaciones de frenado modernas comprenden funciones adicionales, como por ejemplo un sistema de antibloqueo (ABS) y/o un programa electrónico de estabilidad (ESP), con lo que se puede incrementar y reducir de manera definida la presión en los diferentes frenos, con lo que el vehículo puede ser estabilizado durante el frenado o en caso de peligro de derrapaje.
- 40 Para la realización de estas funciones comprende usualmente el sistema de frenado al menos un acumulador volumétrico para el líquido de frenado, que se construye como acumulador de baja presión. Adicionalmente se prevén válvulas con las que el líquido de frenado puede ser evacuado de manera definida de los frenos hacia el correspondiente acumulador de baja presión, con lo que se reduce la presión de frenado. Para el retorno activo de este volumen de líquido de frenado se utilizan usualmente bombas hidráulicas.
- 45 Para aprovechar en un sistema de frenado de esta clase el par de frenado del generador máximo disponible y con ello también la obtención máxima posible de energía es preciso, que el accionamiento del pedal de frenado se desacople del acceso directo a los frenos de las ruedas. Esto se refiere a vehículo con un accionamiento eléctrico total o parcial diseñado para la recuperación de energía por medio de frenos regenerativos. Para ello se conocen ya soluciones constructivas, pero cuyo inconveniente es que se prevé un recorrido mecánico en vacío en la transmisión entre el pedal de frenado y los frenos de las ruedas, que no puede ser adaptado al actual efecto de frenado del generador y que, en especial en el caso de un defecto de la instalación de frenado, debe ser tenido en cuenta como falta de volumen. Esto da lugar entre otros a que, según situación, es decir según la velocidad del vehículo, el par nominal de frenado y el par de frenado del generador actualmente disponible resulta para el conductor del vehículo un recorrido distinto del pedal para un par de frenado deseado. El conductor puede ser confundido por ello, ya que según la situación de marcha, el mismo accionamiento del pedal de frenado da lugar a propiedades de frenado distintas del vehículo.
- 50
- 55
- 60
- 65

- 5 A través del documento WO 2004/101308 A1 se conoce un método para un sistema de frenado para un vehículo de motor, que posee un freno eléctrico regenerativo, en especial un generador y una cantidad de frenos hidráulicos de las ruedas accionados con un medio de frenado, cuyo retardo total se compone de factores de retardo de los frenos de las ruedas y del freno eléctrico regenerativo, siendo evacuado el medio de frenado al frenar con un freno eléctrico regenerativo hacia un acumulador de presión. En el documento JP 2002-255018 A se divulga un sistema de frenado, que, recogiendo medio de frenado en un acumulador de presión especial durante un frenado, crea una sensación constante en el pedal.
- 10 El invento se basa en el problema de crear un método para el funcionamiento de un sistema de frenado en el que se realicen al mismo tiempo un aprovechamiento optimizado del frenado regenerativo y una experiencia de frenado constante del conductor con los requerimientos de seguridad máximos. Además, se deben divulgar un sistema de frenado correspondiente y un vehículo de motor correspondiente.
- 15 En relación con el método se soluciona según el invento el problema porque en el caso de un deseo del conductor de frenado con un par nominal de frenado correspondiente se abre en presencia de una primera condición al menos una válvula de salida y se inyecta líquido de frenado con un volumen de líquido de frenado correspondiente en al menos un acumulador y porque a continuación se cierra la al menos una válvula de salida en presencia de una segunda condición, estando presente la primera condición, cuando un valor de frenado, que se corresponde con el deseo de frenado, no rebasa por abajo un valor mínimo prefijado y estando presente la segunda condición, cuando el volumen de líquido de frenado haya entrado en el acumulador.
- 20 Las configuraciones ventajosas del invento son objeto de las reivindicaciones subordinadas.
- 25 El invento parte de la reflexión de que para un aprovechamiento óptimo del frenado regenerativo, es decir el frenado por medio del motor eléctrico, que funciona como generador, es preciso el pedal de frenado sea desacoplado del acceso directo a los frenos de servicio. Sólo de esta manera es posible aprovechar el par de frenado máximo posible disponible del generador. Si no tiene lugar un desacoplamiento de esta clase, es decir, que en paralelo con el generador también se frena con los frenos de servicio, no es posible aprovechar el par de frenado del generador disponible de una manera máxima posible.
- 30 En los sistemas de frenado hidráulicos convencionales en los que el conductor inyecta con el accionamiento del pedal de frenado de manera activa líquido de frenado en los frenos, existe una relación esencialmente fija, respectivamente constante entre el recorrido del pedal y el correspondiente retardo del vehículo. Debido a esta relación constante - que en este caso es predeterminada por la forma de construcción del sistema de frenado - puede generar el conductor basándose en valores experimentales anteriores un retardo deseado por medio del accionamiento del pedal de frenado.
- 35 Cuando, en el caso del frenado regenerativo se desacopla el pedal de frenado del accionamiento de los frenos de servicio y se utiliza el motor eléctrico para el frenado, es decir, que no se transporta líquido de frenado a los frenos de las ruedas por medio del accionamiento del pedal de frenado, no se obtiene para el conductor, sin medidas correspondientes, una relación constante entre el recorrido del pedal de frenado y el retardo del vehículo, en especial también, cuando no tienen en cuenta dinámicamente el par de frenado del generador disponible momentáneamente. Si se agota el par de frenado del generador disponible actualmente, es preciso prever para el conductor la posibilidad de frenar adicionalmente el vehículo, por ejemplo hidráulicamente, por medio de un accionamiento adicional del pedal de frenado. Con un par de frenado del generador con valores distintos también es, en una construcción sin adaptación dinámica al par de frenado del generador disponible, distinto el recorrido realizado por el pedal antes de que se accionen los frenos hidráulicamente. El conductor puede ser confundido con ello con relación a la eficacia del pedal de frenado, respectivamente difícilmente puede estimar cómo debe accionar respectivamente mover el pedal de frenado en una determinada situación de marcha para generar el par de frenado deseado.
- 40 Como ya se apreció, es posible realizar una relación ampliamente constante entre el recorrido del pedal y el retardo nominal del vehículo durante la totalidad del proceso de frenado y al mismo tiempo con un aprovechamiento máximo del par de frenado del generador disponible actualmente, por el hecho de que también en una situación de frenado puramente recuperativa se desplaza líquido de frenado, cuando se acciona el pedal de frenado. Para que el efecto de frenado del generador pueda ser aprovechado plenamente no se puede inyectar este líquido de frenado directamente en los frenos. Esto se puede evitar inyectando el líquido de frenado en un acumulador, dimensionando de manera adecuada el volumen de líquido de frenado inyectado en el acumulador. El comienzo de la inyección y el final de la inyección de líquido de frenado en el acumulador pueden tener lugar en este caso por medio de la apertura, respectivamente el cierre de al menos una válvula de salida.
- 45 Sin embargo, este proceso no se debería producir automáticamente en cada proceso de frenado, sino que debería estar ligado a determinadas condiciones, que pueden depender por ejemplo del par de frenado nominal, del estado actual del sistema de frenado y de la clase del frenado. Por ejemplo, en determinadas circunstancias el líquido de frenado no debería ser inyectado e n el acumulador, sino (también) en los frenos, cuando el par de frenado del
- 50
- 55
- 60
- 65

generador disponible actualmente no es suficientemente grande. Esto se puede realizar con una condición, que se cumple, cuando un valor de frenado, que se corresponde con un deseo de frenado, no rebasa por abajo un valor mínimo prefijado.

5 El instante en el que se cierra nuevamente la al menos una válvula de salida, con lo que finaliza el llenado del acumulador con líquido de frenado, también debería depender de diversas condiciones. Este proceso debería ser finalizado en cualquier caso, cuando el volumen de líquido de frenado deseado haya entrado completamente en el acumulador.

10 Ventajosamente, la primera condición sólo se presenta, cuando la variación en el tiempo de la magnitud de frenado no rebasa un valor máximo prefijado. El desplazamiento del volumen de líquido de frenado al acumulador no debería tener lugar en modo alguno en este caso. Este es por ejemplo del caso, cuando se produce un frenado de pánico, es decir, que el vehículo debe ser parado lo más rápidamente posible. En este caso es ventajoso, que para el frenado del vehículo se utilicen directamente los frenos de servicio para lograr un retardo máximo del vehículo de motor.

15 En una forma de ejecución preferida del método sólo se produce, respectivamente se cumple además esta primera condición, cuando el par de frenado disponible por medio del generador es mayor que un par de frenado del generador mínimo prefijado. Esto significa, que sólo con un par de frenado del generador muy pequeño puede accionar el conductor directamente los frenos de servicio por medio del accionamiento del pedal de frenado. Con ello se puede soslayar el proceso de desviación de líquido de frenado al acumulador, ya que con un par de frenado nominal deseado, que sea manifiestamente superior al par de frenado, que puede ser suministrado por el generador, se tendrían que utilizar en cualquier caso los frenos de servicio.

20 Si el par nominal de frenado rebasa al comienzo del frenado el par de frenado del generador disponible, se accionan ventajosamente los frenos de servicio y el volumen de líquido de frenado es dimensionado de tal modo, que con el recorrido actual del pedal de frenado la suma del par de frenado del generador y el par de frenado generado por los frenos de servicio equivalga al par de frenado de un sistema hidráulico de frenado convencional con el mismo recorrido del pedal.

25 El conductor del vehículo de motor experimenta en un frenado de esta clase exactamente, respectivamente la misma relación entre el recorrido del pedal y el par de frenado, respectivamente el retardo del vehículo, que con un frenado hidráulico usual. Por lo tanto, los efectos de un determinado recorrido del pedal no son, a pesar de la función de frenado regenerativa, distintos que en un frenado convencional. Por ello, el conductor no tiene que acostumbrarse a otros comportamientos del pedal de frenado desde el punto de vista del par de frenado correspondiente.

30 Cuando el par nominal de frenado se halla por debajo del par de frenado del generador actualmente disponible se tiene con preferencia en cuenta para el cálculo del volumen de líquido de frenado el aumento previsto del par de frenado del generador durante el transcurso del frenado. Esto es importante porque el par de frenado del generador disponible depende de la velocidad, es decir, que depende de la velocidad del vehículo de motor. Durante la fase de frenado de un vehículo de motor puede suministrar el generador en determinadas situaciones un par de frenado mayor que al comienzo del proceso de frenado. Esta contribución adicional es tenida en cuenta en el cálculo del volumen de líquido de frenado. De esta manera se puede establecer de un modo y manera muy exactos una relación entre el recorrido del pedal y el retardo, que equivalga ampliamente a un frenado hidráulico con el par de frenado existente.

35 En situaciones de frenado en las que el par nominal de frenado deseado por el conductor por medio del accionamiento del pedal de frenado rebasa el par de frenado actual disponible del generador se accionan ventajosamente los frenos de servicio. El par de frenado suministrado en este caso por los frenos de servicio equivale con ello de manera óptima a la diferencia entre el par nominal de frenado y el par de frenado, que puede ser suministrado en ese momento por el generador. De esta manera se aprovecha plenamente el frenado recuperativo, mientras que el accionamiento de los frenos de servicio garantiza, que se realiza el par nominal de frenado deseado.

40 Después de un proceso de frenado es necesario, que el líquido de frenado inyectado en el acumulador sea devuelto nuevamente al sistema de frenado, de manera, que el acumulador esté disponible con toda su capacidad para frenados regenerativos así como para las regulaciones ABS de frenado siguientes. Por ello, según el invento se activa después del proceso de frenado al menos una válvula eléctrica de conmutación y el líquido de frenado es devuelto del al menos un acumulador al al menos un circuito de frenado. El tiempo de excitación de la al menos una válvula eléctrica de conmutación se elige en este caso ventajosamente en función de la temperatura y del volumen de líquido de frenado almacenado en el acumulador.

45 De manera alternativa o en combinación con ello se pueden cerrar en un instante elegido adecuadamente válvulas de separación y se puede activar una bomba hidráulica con lo que el líquido de frenado es conducido del acumulador a los frenos de las ruedas. Al mismo tiempo se puede reducir el par de frenado del generador. De esta manera se puede alcanzar un "blending" entre el par de frenado generado por el generador y el par de frenado

generado por los frenos de servicio, de manera, que con el mismo recorrido del pedal se realice un par de frenado constante, variando en el tiempo las partes suministradas por el generador y las de los frenos de servicio. Esto es por ejemplo ventajoso en un proceso de frenado hasta la parada del vehículo.

5 Debido a la velocidad decreciente del vehículo también desciende el par de frenado del generador disponible. Para que con el mismo recorrido del pedal se pueda mantener a pesar de ello el mismo par de frenado hasta la parada se incrementa en este caso el par de frenado generado por los frenos de servicio en la medida en la que disminuye el par de frenado generador por el generador. De esta manera el conductor no nota la disminución del par de frenado del generador. Sin las medidas descritas más arriba sería necesario, que el conductor pisara el pedal de frenado con mayor fuerza al disminuir el par de frenado del generador para compensar el par de frenado decreciente.

10 En una variante preferida del invento, la magnitud de frenado es el recorrido del émbolo en el cilindro principal de frenado el o el recorrido del pedal de frenado. Tanto el camino de desplazamiento como también el recorrido del pedal se prestan como medida del deseo de frenado del conductor, respectivamente del par nominal de frenado exigido por el conductor.

15 El método descrito más arriba se utiliza en una forma de ejecución preferida para el funcionamiento de un sistema de frenado electrohidráulico, teniendo lugar el accionamiento de los frenos hidráulicamente por medio del accionamiento del pedal de frenado y/o por medio de la excitación de al menos una bomba hidráulica.

20 En una forma de ejecución alternativa preferida del invento se utiliza el método para el funcionamiento de un sistema de frenado "Brake-by-wire" en el que los frenos son accionados por un amplificador de la fuerza de frenado. En otra forma de ejecución preferida del invento se utiliza el método para el funcionamiento de un sistema de frenado combinado con frenos electromecánicos e hidráulicos.

25 En relación con el sistema de frenado se soluciona según el invento el problema expuesto más arriba con un sistema de frenado electrohidráulico, que comprende una unidad electrónica de mando y de regulación en la que se realiza el método expuesto más arriba, utilizando como acumulador un acumulador de baja presión así como con un sistema de frenado "Brake-by-Wire", que comprende un a unidad electrónica de mando y de regulación. Igualmente se soluciona con un sistema de frenado combinado para un vehículo de motor, comprendiendo un primer circuito de frenado dos frenos accionables electromecánicamente asignado con preferencia al eje trasero de las ruedas y comprendiendo un segundo circuito de frenado dos frenos hidráulicos y un acumulador de baja presión asignado con preferencia al eje de las ruedas delanteras y previendo una unidad electrónica de mando y de regulación en la que ejecuta un método mencionado más arriba.

30 En todos los tres tipos de sistemas de frenado se utiliza con preferencia para la realización del método los mismos acumuladores de baja presión que los utilizados para las funciones de ABS y de ESP. En este caso no es necesario instalar acumuladores adicionales.

35 En relación con el vehículo de motor se soluciona según el invento el problema planteado con uno de los sistemas de frenado mencionados. Un vehículo de motor de esta clase ofrece al conductor, por un lado, un confort optimizado durante el frenado, ya que no nota nada de la cooperación del freno recuperativo y los frenos de servicio durante el frenado, de manera, que siempre experimenta una relación ampliamente constante entre el recorrido del pedal, respectivamente el camino del pedal y las propiedades de frenado del vehículo. Por otro lado se aprovecha el par de frenado generado de manera regenerativa de una manera óptima para la recuperación de energía, de manera, que el vehículo de motor puede funcionar de una manera especialmente ahorradora de energía y compatible con el medio ambiente.

40 Las ventajas del invento residen en especial en el hecho de que con la inyección de un volumen de líquido de frenado en un acumulador durante un proceso de frenado recuperativo así como la concatenación de este proceso con condiciones de que una magnitud, que se corresponda con un deseo de frenado, no rebase por abajo un valor mínimo y de que esta magnitud de frenado no está sometida a un cambio repentino, el conductor experimenta durante un proceso de frenado recuperativo, por un lado, una relación usual, respectivamente constante entre el recorrido del pedal y el retardo y, por otra, porque el frenado recuperativo sólo es utilizado en situaciones en las que es conveniente debido a aspectos de la economía del sistema y relevantes para la seguridad.

45 Con el mencionado "blending", es decir la devolución del volumen inyectado en el acumulador a los frenos de las ruedas se puede garantizar un efecto de frenado constante, incluso en el caso de la falta del par de frenado creado por el generador, por ejemplo poco antes de alcanzar la parada.

50 Un ejemplo de ejecución del invento se describirá con detalle por medio del dibujo. En él muestran en una vista muy esquematizada

55 La figura 1, un diagrama de estado de un método para el funcionamiento de un sistema de frenado en una primera forma de ejecución preferida para un sistema de frenado electrohidráulico.

La figura 2, una arquitectura del sistema de un sistema de frenado electrohidráulico en el que se basa el método según la figura 1.

La figura 3, una representación gráfica de la relación entre el par de frenado del generador disponible y la velocidad del vehículo.

La figura 4, una representación gráfica de la relación entre el dimensionado dinámico y el estático de un vacío electrohidráulico en función del par de frenado del generador disponible al comienzo del frenado.

La figura 5, un diagrama de estado de un método para el funcionamiento de un sistema de frenado en una segunda forma de ejecución preferida para un sistema de frenado "Brake-by-Wire".

La figura 6, una estructura de sistema del sistema de frenado "brake-by-wire" en el que se basa el método de la figura 5.

La figura 7, un dispositivo para el desacoplamiento del recorrido del pedal y del camino de desplazamiento de un cilindro principal de frenado para la utilización en la arquitectura de sistema de la figura 6.

La figura 8, un sistema de frenado electrohidráulico con un generador y una unidad electrónica de mando y de regulación para la realización del método representado en la figura 1.

Las piezas iguales están provistas en todas las figuras de los mismos símbolos de referencia.

Un método para el funcionamiento de un sistema de frenado en una primera forma de ejecución preferida para un sistema de frenado electrohidráulico se explicará en lo que sigue por medio del diagrama de estado representado en la figura 1. En la figura 2 se representa la correspondiente realización de un sistema 1 de frenado hidráulico convencional según el estado de la técnica con un pedal 2 de frenado, un "Booster" 3, un cilindro 5 principal de frenado y una instalación 6 de frenado recuperativa. La instalación 6 de frenado recuperativa comprende ventajosamente componentes hidráulicos y electrónicos para la realización de un programa ESC (Electronic Stability Control). Para la determinación del camino de desplazamiento del cilindro 5 principal se prevé un sensor 7 de caminos.

La función, respectivamente el paso de método para realizar hidráulicamente en un frenado regenerativo el necesario recorrido en vacío del pedal de frenado por desplazamiento de un volumen de líquido de frenado hacia un acumulador se llamará en lo que sigue como vacío electrohidráulico, respectivamente eGap. Esta designación se utilizará también igualmente para el volumen de frenado desplazado de esta manera.

Partiendo del estado 4 Preparado (Ready) en el que las válvulas de la instalación ESC, respectivamente del sistema 1 de frenado se hallan en el estado sin corriente tiene lugar la transición al estado 10 Abierto (Open) en el momento en el que el camino  $s_{tmc}$  del cilindro 5 principal de frenado, que actúa como magnitud de frenado, rebasa un camino  $s_{dot\_tmc}$  mínimo y, además, la velocidad  $s_{dot\_tmc}$  de variación del camino de desplazamiento del cilindro principal de frenado se halle por debajo de un umbral máximo de  $s_{dot\_max}$  y se disponga también de un par  $Tq_{rcap}$  de frenado del generador de al menos  $Tq_{min}$  (par mínimo de frenado del generador).

Con las dos condiciones adicionales (velocidad  $s_{tmc}$  máxima de variación del camino de desplazamiento y par de frenado del generador mínimo disponible  $Tq_{rcap} > Tq_{min}$ ) se consigue, que no tenga lugar una activación del vacío electrohidráulico en presencia de un frenado de pánico (caracterizado por una velocidad inicial alta del pedal de frenado), ni tampoco, cuando sólo está disponible un efecto pequeño de frenado del generador. Si no se cumple una de las condiciones adicionales al rebasar el umbral  $s_{p\_min}$  de camino, tiene lugar la transición al estado 16 Suspendido (Suspendet). Este estado 16 Suspendido sólo es abandonado según la flecha 22 al soltar el pedal de frenado, es decir al rebasar por abajo el umbral  $s_{p\_min}$  del camino  $s_{tmc}$  de desplazamiento del cilindro 5 principal de frenado. El sistema de frenado es conmutado después según la flecha 23 al estado Preparado para el siguiente frenado (transición al estado 4 Preparado de partida).

En el estado 10 Abierto tiene lugar una excitación de las válvulas (AV) de salida abiertas sin corriente, de manera, que el volumen de líquido de frenado desplazado por el avance del cilindro principal de frenado no llega a los frenos de las ruedas, sino al acumulador, que en el presente ejemplo de ejecución se configura como acumulador (NDS) de baja presión. Según la magnitud de las presiones de excitación del NDS y de los frenos de las ruedas tiene lugar una reducción del aflojamiento de los frenos de las ruedas.

Para la reducción la cantidad de conexiones de las AV es posible excitar en cada frenado alternativamente sólo una AV en cada uno de los dos circuitos de frenado.

Las AV son cerradas y se alcanza el estado 28 Cerrado (Closed), cuando el camino de desplazamiento del cilindro principal de frenado alcanza un umbral  $s_{gap}$ . El umbral  $s_{gap}$  es determinado al comienzo del frenado de manera adaptativa por medio del par de frenado del generador disponible en ese instante, como describirá más abajo con más detalle en el marco del dimensionado del vacío electrohidráulico.

Las AV son cerradas ya antes de alcanzar el umbral  $s_{gap}$  del camino, cuando se detecta un avance rápido hacia delante del pedal de frenado (frenado de pánico) o tiene lugar un movimiento hacia atrás. En este último caso es necesario el cierre de las válvulas para evitar una corriente en sentido hacia atrás.

Adicionalmente se puede implementar por razones de seguridad una limitación en el tiempo de la excitación de las AV. Además, es posible limitar la excitación de las AV al caso de un movimiento hacia delante del pedal de frenado.

5 El estado 28 Cerrado es abandonado, cuando se suelta el pedal de frenado, es decir, que el camino  $s_{tmc}$  de desplazamiento del cilindro principal de frenado rebasa nuevamente el umbral  $s_{p\_min}$  de camino.

10 Después del frenado es preciso, que el volumen de líquido de frenado desplazado hacia el o los acumuladores sea devuelto nuevamente al cilindro principal de frenado, respectivamente al depósito de líquido de frenado. Como acumulador se utiliza o utilizan en el presente ejemplo de ejecución acumuladores (NDS) de baja presión del sistema de frenado, que, por ejemplo, también se utilizan para la regulación ABS. Para el retorno del líquido de frenado se excitan válvulas (EUV) eléctrica de conmutación abiertas sin corriente, de manera, que pueda tener lugar el vaciado de los NDS debido a los muelles de los émbolos NDS. La excitación de las EUV tiene lugar en el estado 36 de Vaciado (Depletion), eligiendo el tiempo de excitación de las EUV en función de la temperatura y del volumen almacenado en los NDS. Esto se indica en la figura 1 (y también en la figura 5) por medio de la expresión  $T = f(T_{HCU}, s_{gap})$ , siendo T el tiempo de excitación de las válvulas,  $T_{HCU}$  la temperatura del líquido de frenado medida y  $s_{gap}$  el volumen de líquido de frenado. El tiempo T de excitación se elige, por ejemplo con temperaturas frías, más grande que con temperaturas altas. Por ello, el líquido de frenado necesita debido a su mayor viscosidad más tiempo hasta que haya fluido del acumulador retornando al circuito de frenado.

20 De manera alternativa del vaciado de los NDS por medio de la excitación de las EUV también es posible un transporte volumétrico hacia los frenos de las ruedas del volumen desplazado hacia los NDS. Esto se puede realizar cerrando las válvulas (TV) de separación y con la excitación de una bomba hidráulica (las EUV permanecen cerradas, de manera, que sólo se utiliza el volumen contenido en los NDS). Esta opción representada con el estado 42 Compensación (Compensation) tiene la ventaja de que el par de frenado del generador decreciente con una velocidad baja del vehículo y totalmente suprimido en el estado parado puede ser compensado con un aumento activo de la presión. Sin esta compensación activa sería necesario, que el conductor compensara el par de frenado del generador decreciente con un accionamiento más fuerte del pedal de frenado. Con ello no se establecería la relación constante entre el recorrido del pedal y el par de frenado, respectivamente el retardo.

30 Para el dimensionado de este vacío, es decir el del volumen de líquido de frenado a desplazar se imponen diferentes requerimientos. Esto tiene lugar, por un lado, de estática, es decir con independencia del proceso de frenado actual y, por otro, de manera dinámica, es decir en función de parámetros del proceso de actual del vehículo.

35 El dimensionado estático es en cierto modo una limitación, es decir, que caracteriza el volumen máximo a desplazar al acumulador. El dimensionado estático tiene que garantizar, por un lado, que la capacidad remanente del NDS sea suficiente, cuando se aprovecha totalmente el volumen del acumulador para evitar en el caso de un frenado total y del cambio brusco subsiguiente del pavimento de la calzada a valores de fricción bajos, es decir con una reducción brusca de la presión debida a la función ABS el bloqueo de las ruedas.

40 Por otro lado, el dimensionado estático tiene que ser elegido de tal manera, que el efecto de frenado generado con este camino de desplazamiento del cilindro principal de frenado sea consistente para el conductor, es decir que no se produzca una apreciable entre el efecto del par  $Tq_{rcap\_max}$  de frenado del generador (máximo entonces) y el par de frenado generado por el accionamiento convencional del freno hidráulico con el correspondiente recorrido del pedal.

50 El dimensionado dinámico, es decir en el instante del frenado actual, del vacío electrohidráulico tiene lugar por medio del par  $Tq_{rcap}$  de frenado del generador disponible en cada caso así como según el deseo de frenado, respectivamente el par  $Tq_{drv}$  de frenado nominal obtenido según una curva característica del recorrido del pedal de frenado (equivalente en este caso al camino  $s_{tmc}$  de desplazamiento del cilindro principal de frenado).

Si el par de frenado del generador disponible al comienzo del frenado es menor que un valor  $Tq_{min}$  mínimo, se prescinde totalmente de la activación del vacío electrohidráulico.

55 Si el deseo de frenado rebasa el par  $Tq_{rcap\_0}$  de frenado del generador disponible al comienzo del frenado, es decir, que  $Tq_{drv} \geq Tq_{rcap\_0}$ , se dimensiona el valor del vacío electrohidráulico de tal modo, que se compense exactamente el efecto de frenado del generador, es decir, que con el recorrido actual del pedal de frenado se genera el mismo par total de frenado (suma del para de frenado del generador y del par de frenado hidráulico) que en un sistema de frenado hidráulico convencional (sin función de frenado recuperativo por el generador).

60 Si el deseo de frenado, respectivamente el par  $Tq_{drv}$  nominal de frenado se halla, sin embargo, por debajo del par de frenado del generador disponible, es decir, que  $Tq_{drv} < Tq_{rcap\_0}$ , se puede dimensionar el valor del vacío electrohidráulico dinámicamente de tal modo, que el aumento previsto del par de frenado del generador sea tenido en cuenta durante el transcurso del frenado.

65

- 5 Para la explicación se remite en este caso a la dependencia por principio del par  $Tq_{drv}$  de frenado del generador de la velocidad  $v$  del vehículo, representada en la figura 3. En la abcisa está representada la velocidad  $v$  y en la ordenada el par  $Tq_{rcap}$  de frenado del generador. Debido a la limitación de la potencia (potencia  $P = \text{constante}$ ), el par de frenado del generador es proporcional al valor inverso de la velocidad  $v$ . El par  $Tq_{rcap}$  aumenta con ello al decrecer la velocidad  $v$  hasta un valor máximo, respectivamente un par  $Tq_{rcap\_max}$  de frenado del generador máximo. Con velocidades bajas decrece el par  $Tq_{rcap}$  y alcanza el valor cero en el estado parado del vehículo, es decir con  $v = 0$ .
- 10 La figura 4 muestra los diferentes casos del dimensionado dinámico del vacío electrohidráulico. En la abcisa está representado el  $Tq_{rcap\_0}$  de frenado del generador disponible al comienzo del frenado y en la ordenadase representa la relación entre el vacío dimensionado dinámicamente y el vacío dimensionado estáticamente.
- 15 Por debajo de un valor  $Tq_{min}$  mínimo del par  $Tq_{rcap\_0}$  de frenado del generador disponible al comienzo el frenado no tiene lugar generalmente una activación de la función eGap, es decir, que el valor dinámico del vacío es entonces cero.
- 20 Si el par de frenado total exigido rebasa el par  $Tq_{rcap\_0}$  de frenado del generador disponible al comienzo del frenado, se dimensiona el vacío  $s_{gap\_dyn}$  proporcionalmente a  $Tq_{rcap\_0}$  y alcanza el 100 % del valor estático, cuando  $Tq_{rcap\_0}$  es igual al valor  $Tq_{rcap\_max}$  máximo tenido en cuenta en el diseño (primera curva 50).
- 25 Siempre, que el par de frenado total requerido se halle por debajo del par  $Tq_{rcap\_0}$  de frenado del generador disponible al comienzo del frenado, se dimensiona más grande el vacío y alcanza antes el valor estático, es decir, que con valores pequeños de  $Tq_{rcap\_0}$  (segunda curva 56). Con ello se tiene en cuenta el hecho de que debido a la velocidad decreciente del vehículo en el transcurso del frenado es preciso prever un aumento del par de frenado del generador.
- 30 En la figura 5 se representa en un diagrama de estado el método en otra forma de ejecución preferida para un sistema de frenado "Brake-by-Wire".
- 35 En la figura 6 se representa una arquitectura de sistema correspondiente según el estado de la técnica. En ella se prevé el registro del camino  $s_{tmc}$  de desplazamiento del cilindro principal de frenado y también el del recorrido  $s_{prd}$  del pedal. El valor de frenado con el que se activa el vacío electrohidráulico, es decir el que es decisivo para la conducción del volumen de líquido de frenado al acumulador, es en el presente caso el camino  $s_{prd}$  del pedal. El camino  $s_{prd}$  del pedal es registrado en el pedal de frenado con un sensor 9 de ángulos, cuya señal es transformada en el camino de desplazamiento de la barra del pedal hacia el cilindro 5 principal de frenado. El "Booster" 3 se configura como "Booster" activo, en el presente caso como amplificador de vacío de la fuerza de frenado con posibilidad activa de excitación. El camino  $s_{tmc}$  de desplazamiento del cilindro 5 principal de frenado puede tener lugar por medio de un sensor de caminos dispuesto en el cilindro 5 principal de frenado o eventualmente de manera alternativa con un sensor del camino de la membrana del "Booster" activo.
- 40 El desacoplamiento mecánico del pedal de frenado y del cilindro principal de frenado se realiza en el sistema 1 de frenado representado en la figura 6 con un dispositivo 11 de desacoplamiento representado en la figura 7. Posee una unión 12 con el pedal 2 de frenado y una unión 13 con el "Booster" 3. El dispositivo 11 de desacoplamiento realiza un vacío trasero en la unión con el pedal de frenado, de manera, que el cilindro 5 principal de frenado puede ser desplazado hacia delante por medio de la excitación del "Booster" (en la figura 7 hacia la izquierda) sin ejercer una reacción sobre el pedal 2 de frenado. Adicionalmente se puede ajustar un vacío  $s_{q\_mech}$  hacia delante. Este se debe elegir según el diseño de la instalación de frenado y de las propiedades de respuesta del amplificador activo de la fuerza de frenado. Así también es posible dar al vacío  $s_{q\_mech}$  hacia delante el valor cero. Con una unidad 14 de simulación del pedal se genera una fuerza antagonista en el caso del accionamiento del pedal 2 de frenado.
- 45 De esta manera se puede ajustar - en combinación con el vacío electrohidráulico - una características camino-fuerza constante independiente del reparto entre freno del generador y freno hidráulico.
- 50 Si el camino  $s_{prd}$  del pedal rebasa un valor  $s_{p\_min}$  umbral del camino del pedal tiene lugar, como se representa en la figura 5, la transición del estado 4 Preparado (Ready) a estado 64 Abrir (Opening). Dependiendo de la elección del vacío mecánico todavía no tiene lugar un desplazamiento del cilindro 5 principal de frenado.
- 55 Como condición adicional para la activación del vacío electrohidráulico se puede recurrir también aquí a la velocidad inicial, respectivamente la velocidad del camino  $s_{prd}$  del pedal y con ello se puede prescindir del vacío electrohidráulico en el caso de un frenado de pánico. En este caso se adopta el estado 16 Suspendido (Suspended) hasta soltar el pedal de frenado.
- 60 En el estado 64 Abrir se abren las válvulas (AV) de salida (esto equivale al estado 16 abrir en la forma de ejecución del método según la figura 1). Adicionalmente se excita el amplificador activo de la fuerza de frenado de tal modo, que el camino de desplazamiento  $s_{tmc}$  del cilindro principal de frenado se ajuste en el valor prefijado del vacío electrohidráulico. El valor del vacío electrohidráulico puede ser ajustado siempre por medio del efecto máximo de frenado del generador o adaptivamente, como se expuso en relación con el método según la figura 1.
- 65



- 5 En el momento en el que se haya ajustado el vacío electrohidráulico se cierran las AV. Partiendo de esta posición del cilindro principal de frenado es posible un aumento adicional de la presión por medio de la excitación del "Booster" 3 y con ello el mencionado "blending" entre el freno de generador y el freno hidráulico. La formación del valor nominal (registro del deseo del conductor) se realiza en este caso de manera continua por medio del camino s\_prd del pedal.
- 10 Después de finalizar el frenado tiene lugar el vaciado del volumen de líquido de frenado desplazado a los NDS por medio de la excitación de las EUV, como se expuso en relación con el método según la figura 1.
- 15 En relación con los sistemas de frenado "Brake-by-Wire" tiene especial importancia el comportamiento en caso de averías, es decir al surgir una avería, que obligue al sistema a pasar a un nivel de regresión. A causa del dimensionado generalmente grande del vacío electrohidráulico y de la fuerza antagonista por medio del dispositivo de la simulación de la fuerza del pedal eventualmente no es posible, sin medidas adicionales, alcanzar el efecto de frenado auxiliar en el caso de una avería. En lo que sigue se explican las opciones de la función eGap al surgir una avería en el sistema, que obligue al sistema abandonar el funcionamiento "By-Wire".
- 20 Una avería de esta clase del sistema puede ser por ejemplo el fallo del sistema de sensores para la detección del deseo de frenado del conductor, de la excitación del amplificador activo de la fuerza de frenado, de la alimentación eléctrica con energía o del aparato electrónico de mando, respectivamente de la unidad (ECU) electrónica de mando y de regulación.
- 25 Si se produce una avería del sistema mientras es pasiva la función eGap (estado 88 Pasivo (Passive)) con las circunstancias subordinadas Preparado 4 y Ajustado 16, se anula la función eGap, es decir, que ya no tiene lugar una activación adicional y el método llega al estado 82 Desactivado (Disabled). Para el diseño del nivel de regresión (efecto de frenado auxiliar) no es preciso tener en cuenta entonces un camino de pérdida aparte del vacío s\_g\_mech mecánico eventualmente existente.
- 30 Si se produce la avería de sistema mientras está activa la función eGap - estado 96 Activo (Active) con las circunstancias subordinadas de Abrir 64, Abierto 70 y Vaciado 36 - es preciso distinguir dos casos.
- 35 Si todavía es posible una excitación de las válvulas y de la bomba hidráulica, puede ser transportado el volumen desplazado por la función eGap a los NDS de manera activa hacia el freno de la rueda, lo que sucede en el estado 76 Eliminación (Elimination). Para ello se excita la bomba hidráulica estando cerradas las válvulas de separación. En este caso se elimina el vacío electrohidráulico y con ello se establecen las mismas condiciones que en el caso de un fallo en el estado pasivo.
- 40 Si ya no es posible la excitación de las válvulas y/o de la bomba hidráulica (por ejemplo, cuando la avería de sistema afecta al suministro eléctrico con energía o a la ECU) no es posible eliminar el vacío electrohidráulico. En este caso tiene que garantizar el diseño del sistema el efecto de frenado auxiliar teniendo en cuenta, que puede faltar el camino del cilindro principal de frenado.
- 45 Un sistema 1 de frenado configurado como sistema de frenado electrohidráulico se representa en la figura 8 en una forma de ejecución preferida. Por medio de un pedal 2 de frenado se desplazan de manera conocida los émbolos en un cilindro 205 (THZ) tándem principal de frenado, con lo que el líquido de frenado es desplazado hacia un primer circuito 210 de frenado y hacia un segundo circuito 216 de frenado. Con el THZ 205 está unido un recipiente 200 para líquido de frenado.
- 50 Al primer circuito 210 de frenado están asignados dos frenos 222, 224 y al segundo circuito de frenado dos frenos 226, 228. Los dos frenos 222, 224 están asignados a las ruedas delanteras y los dos frenos 226, 228 a las ruedas traseras de un vehículo de motor (no representado). El sistema 1 de frenado está diseñado por lo tanto de manera "negro-blanco", es decir, que un circuito de frenado está asignado al eje delantero y un circuito de frenado al eje trasero. De manera alternativa también se puede realizar el sistema 1 de frenado de manera "diagonal" en la que cada circuito de frenado está asignado siempre a un freno de la rueda del eje trasero y a un freno de la rueda del eje delantero.
- 55 El sistema 1 de frenado comprende válvulas (AV) 240, 242, 244, 246 de salida con cuya apertura se puede desplazar líquido de frenado al acumulador 250, 252 (todas las válvulas están representadas en el estado sin corriente). Cada uno de los dos acumuladores 250, 252 está asignado a un circuito 210, 216 de frenado. Los acumuladores 250, 252 se configuran como acumuladores (NDS) de baja presión que, se prestan para los sistemas ABS conocidos. Mientras que en un aprovechamiento exclusivo de los NDS en el marco de un sistema ABS los ADS sólo se llenan o vacían en casos aislados - es decir en las regulaciones de la presión de frenado por el sistema ABS - en el sistema de frenado según el invento tiene lugar esto con una frecuencia manifiestamente mayor. Por ello se utilizan ventajosamente acumuladores de baja presión con una vida útil grande bajo una carga grande. En el sistema 1 de frenado está realizada una función ABS. Para ello se prevén de manera conocida varias válvulas. Para la
- 60
- 65

## ES 2 560 465 T3

impulsión activa del líquido de frenado se equipa cada circuito 210, 216 de frenado con una bomba 270, 272 hidráulica.

5 Cada uno de los dos circuitos 210, 216 de frenado está equipado con una válvula (TV) 280, 282 de separación así como con una válvula (EUV) 284, 286 eléctrica de conmutación. La excitación de las válvulas 240, 242, 244, 246, 260, 262, 264, 266, 280, 282, 284, 286 así como de las bombas 270, 272 hidráulicas tiene lugar a través de una unidad (ECU) 300 electrónica de mando y de regulación.

10 El sistema 1 de frenado comprende un generador 310 con el que se puede frenar el vehículo de manera regenerativa, respectivamente recuperativa. La ECU 300 está conectada en el lado de entrada de señales con el generador 310 y recibe de él la información del par de frenado disponible momentáneamente a través del generador 310.

15 Además, la ECU 300 está conectada en el lado de salida de señales con el sensor 7 de caminos. De manera adicional o alternativa está conectada con un sensor de caminos adicional (no representado), que mide el camino  $s_{tmc}$  de desplazamiento del THZ.

20 La ECU 300 determina durante un proceso de frenado del vehículo de motor por medio de la intensidad del accionamiento del pedal 2 de frenado el deseo de frenado del conductor, respectivamente el par nominal de frenado deseado por el conductor. Cuando la velocidad de variación  $s_{dot\_tmc}$  de  $s_{tmc}$  se halla por debajo de un  $s_{dot\_max}$  prefijado y cuando el par  $Tq_{rcap}$  de frenado del generador disponible se halla por encima de un par  $Tq_{min}$  de frenado del generador mínimo se excitan las AV 240, 242, 244, 246 abiertas sin corriente, de manera, que el volumen de líquido de frenado desplazado por el THZ 205 no es desplazado hacia los frenos 222, 224, 226, 228, sino a los acumuladores 250, 252. Para reducir el número de conexiones de las AV 240, 242, 244, 246 es posible excitar por ejemplo durante un frenado sólo una AV (240 ó 242 y 244 ó 246) en cada uno de los dos circuitos 210, 216 de frenado. Además, también pueden permanecer cerradas las AV de uno de los circuitos 210, 216 de frenado, de manera, que el líquido de frenado sólo sea desplazado hacia uno de los dos acumuladores 250, 252.

30 Cuando el camino de desplazamiento del THZ 205 alcanza un umbral  $s_{gap}$  se cierran las AV 240, 242, 244, 246 (o una parte de ellas). En determinadas condiciones ya son cerradas estas válvulas con anterioridad. Este es por ejemplo el caso en el que se produce un frenado de pánico, que se manifiesta a través de un movimiento rápido hacia delante el pedal 2 de frenado. Con el cierre de las AV 240, 242, 244, 246 se garantiza, que el líquido de frenado sea conducido de manera directa e inmediata a los frenos 222, 224, 226, 228 y que el vehículo es frenado con ello (de la manera máxima posible). Las AV 240, 242, 244, 246 también son cerradas con anterioridad, cuando se produce un movimiento hacia atrás del pedal 2 de frenado. Con ello se puede evitar su circulación hacia atrás.

35 Cuando haya finalizado el proceso de frenado es preciso, que el volumen de líquido de frenado desplazado al o a los acumuladores 250, 252 sea devuelto nuevamente al THZ 205, respectivamente al depósito 200. Para ello se excitan las EUV 284, 286 abiertas sin corriente. Debido a los muelles de los acumuladores 250, 252 configurados como NDS tiene lugar el vaciado de los acumuladores 250, 252.

40 De manera alternativa del vaciado de los acumuladores 250, 252 descrito más arriba se puede desplazar el volumen de líquido de frenado almacenado en los acumuladores 250, 252 directamente hacia los frenos 222, 224, 226, 228. Para ello se cierran las válvulas 280, 282 de separación y se excitan las bombas 270, 272. Las EUV 284, 286 permanecen cerradas. Con ello sólo es desplazado el volumen hacia los frenos 222, 224, 226, 228 el volumen almacenado en los acumuladores 250, 252. De esta manera se puede mantener por ejemplo el efecto de frenado en situaciones en las que el par  $Tq_{rcap}$  de frenado del generador disponible disminuye. La ECU 300 gobierna para ello las válvulas 280, 282 y las bombas 270, 272 hidráulicas de tal modo, que el efecto de frenado debido al volumen desplazado hacia los frenos 222, 224, 226, 228 compense el par de frenado del generador decreciente. El efecto de frenado decreciente del generador no da lugar, por lo tanto, a que el conductor se tenga que adaptar a una sensación de frenado nueva y/o difícilmente previsible. Sin esta medida tendría que incrementar el conductor la presión sobre el pedal 2 de frenado.

55 Como se expuso más arriba, también es posible utilizar para el desplazamiento del volumen de líquido de frenado sólo cantidades parciales de las válvulas, acumuladores y bombas hidráulicas existentes.

LISTA DE SÍMBOLOS DE REFERENCIA

	1	Sistema de frenado
	2	Pedal de frenado
	3	Booster
5	4	Estado Preparado
	5	Cilindro principal de frenado
	6	Instalación de frenado recuperativa
	7	Sensor de caminos
	9	Sensor de ángulos
10	10	Estado Abierto
	11	Dispositivo de desacoplamiento
	12, 13	Conexión
	14	Unidad de simulación del pedal
	16	Estado Ajustado
15	22, 23	Flecha
	28	Estado Cerrado
	36	Estado Vaciado
	42	Estado Compensación
20	50	Primera curva
	56	Segunda curva
	64	Estado Abrir
	70	Estado Abierto
	76	Estado Eliminación
25	82	Estado Desactivado
	88	Estado Pasivo
	96	Estado Activo
	102	Estado Función averiada
	200	Depósito
	205	Cilindro principal de frenado tandem
30	210	Primer circuito de frenado
	216	Segundo circuito de frenado
	222, 224	Freno
	226, 228	Freno
35	240, 242	Válvula de salida
	244, 246	Válvula de salida
	250, 252	Acumulador
	260, 262	Válvula
	264, 266	Válvula
40	270, 272	Bomba hidráulica
	280, 282	Válvula de separación
	284, 286	Válvula eléctrica de conmutación
	300	Unidad electrónica de mando y de regulación
	310	Generador
45	s_tmc	Camino de desplazamiento del cilindro principal de frenado
	s_p_min	Recorrido mínimo
	s_dot_tmc	Velocidad de variación del camino de desplazamiento
	s_dot_max	Umbral máximo
	Tq_rcap	Par de frenado del generador
50	Tq_min	Par mínimo de frenado del generador
	s_gap	Umbral
	Tq_rcap_max	Par de frenado del generador máximo
	Tq_rcap_0	Par de frenado del generador disponible al comienzo del frenado
	Tq_drv	Par nominal de frenado
55	v	Velocidad
	s-pdr	Recorrido del pedal
	s_p_min	Valor umbral del recorrido del pedal
	s_q-back	Vacío hacia atrás
	s_q_mech	Vacío hacia delante

REIVINDICACIONES

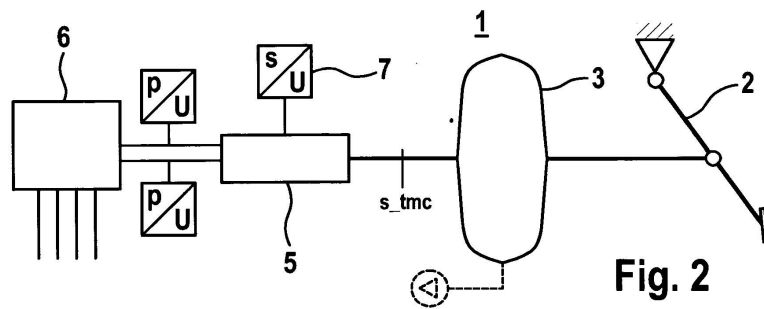
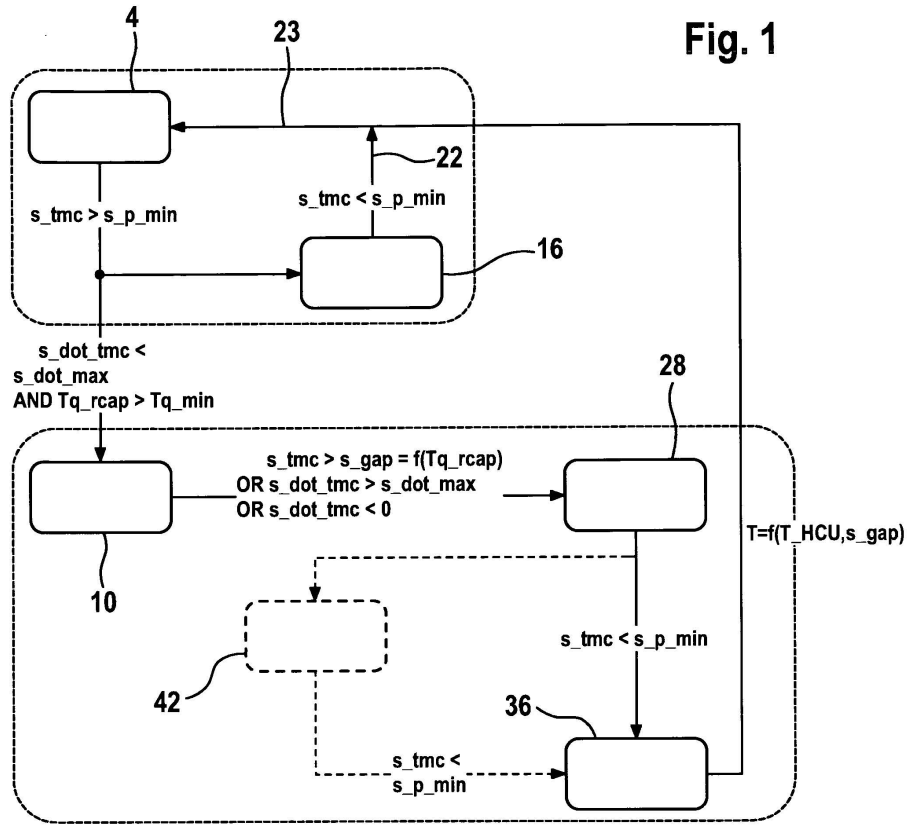
- 5 1. Método para el funcionamiento de un sistema (1) de frenado con dos circuitos (210, 216) de frenado, con un freno recuperativo, en especial un generador (310) eléctrico, un cilindro (5) principal de frenado y un pedal (2) de frenado, siendo abierta en el caso de un deseo de frenado del conductor con un par nominal de frenado correspondiente y en presencia de una primera condiciones al menos una válvula (240, 242, 244, 246) de salida de un circuito de frenado y se conduce líquido de frenado con un volumen de líquido de frenado correspondiente a al menos un acumulador (250, 252) de uno de los circuitos de frenado y a continuación se cierra la al menos una válvula (240, 242, 244, 246) de salida, cuando exista una segunda condición, estando presente la primera condición, cuando una magnitud de frenado, que se corresponda con el deseo de frenado, no rebasa por abajo un valor mínimo prefijado y estando presente la segunda condición, cuando el volumen de líquido de frenado haya fluido al acumulador (250, 252), **caracterizado por que** después del proceso de frenado se excita al menos una válvula (284, 286) de conmutación y se devuelve el líquido de frenado del al menos un acumulador (250, 252) a través de al menos una válvula (284, 286) eléctrica de conmutación a uno de los circuitos (210, 216) de frenado.
- 10 2. Método según la reivindicación 1, en el que la primera condición sólo está presente, cuando la variación en el tiempo de la magnitud de frenado no rebasa un valor máximo prefijado.
- 15 3. Método según la reivindicación 1 ó 2, en el que la primera condición sólo está presente, cuando el par ( $Tq_{rcap}$ ) de frenado disponible a través del generador (310) es mayor que un par ( $Tq_{min}$ ) de frenado del generador mínimo prefijado.
- 20 4. Método según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que, cuando el par de frenado nominal rebasa el par ( $Tq_{rcap\_0}$ ) de frenado del generador disponible al comienzo del frenado, son accionados los frenos (222, 224, 226, 228) de servicio y el volumen de líquido de frenado es dimensionado de tal modo, que con el recorrido actual del pedal (2) de frenado la suma del par ( $Tq_{rcap}$ ) de frenado del generador y el par de frenado generado por los frenos de servicio equivale al par de frenado de un sistema de frenado hidráulico convencional con el mismo recorrido del pedal.
- 25 5. Método según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que, cuando el par de frenado nominal se halla por debajo del par ( $Tq_{rcap}$ ) de frenado del generador disponible, se tiene en cuenta para el cálculo del volumen de líquido de frenado el aumento previsto del par ( $Tq_{rcap}$ ) de frenado del generador durante el transcurso del frenado.
- 30 6. Método según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el tiempo de excitación de la al menos una válvula (284, 286) eléctrica de conmutación es elegido en función de la temperatura y del volumen de líquido de frenado almacenado en el acumulador.
- 35 7. Método según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que con un par de frenado del generador decreciente son cerradas válvulas (280, 282) de separación y es excitada al menos una bomba (270, 272) hidráulica, conduciendo de esta manera el líquido de frenado del acumulador (250, 252) hacia los frenos (222, 224, 226, 228) de las ruedas.
- 40 8. Método según una de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la magnitud de frenado es el camino ( $s_{tmc}$ ) de desplazamiento del cilindro (5) principal de frenado o el recorrido ( $s_{prd}$ ) del pedal (2) de frenado.
- 45 9. Método según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que es utilizado el método para el funcionamiento de un sistema (1) de frenado electrohidráulico y en el que el accionamiento de los frenos (222, 224, 226, 228) tiene lugar hidráulicamente por medio del accionamiento del pedal (2) de frenado y/o por medio de la excitación de al menos una bomba (270, 272) hidráulica.
- 50 10. Método según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que es utilizado el método para el funcionamiento de un sistema de frenado "Brake-by-Wire" y en el que los frenos son accionados de manera activa por medio de un amplificador de la fuerza de frenado.
- 55 11. Método según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que es utilizado el método para el funcionamiento de un sistema de frenado combinado con dos frenos accionables electromecánicamente asignados a un primer eje del vehículo y con dos frenos hidráulicos asignados a un segundo eje del vehículo.
- 60 12. Sistema de frenado electrohidráulico con dos circuitos (210, 216) de frenado y con frenos asignados a ellos, con un freno recuperativo, en especial un generador (310) eléctrico, un cilindro (5) principal de frenado y un pedal de frenado, una unidad hidráulica de mando y de regulación con al menos un acumulador y con válvulas de salida con cuya apertura se puede conducir líquido de frenado al al menos un acumulador, estando prevista una unidad (300) electrónica de mando y de regulación en la que se ejecuta un método según la reivindicación 9 y estando configurado el al menos un acumulador (250, 252) como acumulador de baja presión.
- 65 13. Sistema de frenado "Brake-by-Wire" con dos circuitos (210, 216) de frenado y con frenos asignados a ellos, con un freno recuperativo, en especial un generador (310) eléctrico, un cilindro (5) principal de frenado y un pedal de

frenado, con al menos un acumulador y válvulas de salida con cuya apertura se puede conducir líquido de frenado al acumulador, estando prevista una unidad (300) electrónica de mando y de regulación en la que se realiza un método según la reivindicación 10 y estando configurado el al menos un acumulador (250, 252) como acumulador de baja presión.

5 14. Sistema de frenado combinado con dos circuitos de frenado en el que el primer circuito de frenado comprende dos frenos accionables electromecánicamente y comprendiendo el segundo circuito de frenado dos frenos accionables electrohidráulicamente y con al menos un acumulador, estando prevista una unidad (300) electrónica de mando y de regulación en la que se realiza el método según la reivindicación 11 y estando diseñado el al menos un acumulador (250, 252) como acumulador de baja presión.

10

15. Vehículo de motor con un sistema de frenado según una de las reivindicaciones 12 a 14.



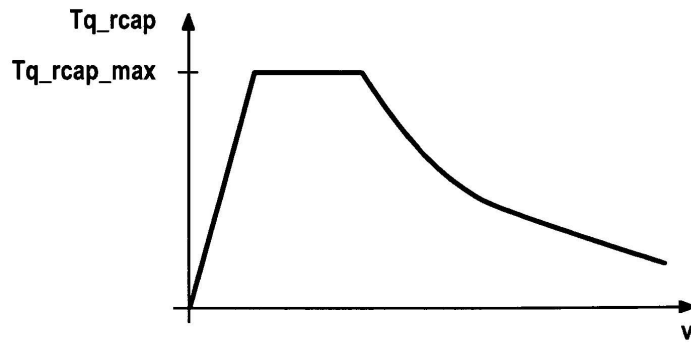


Fig. 3

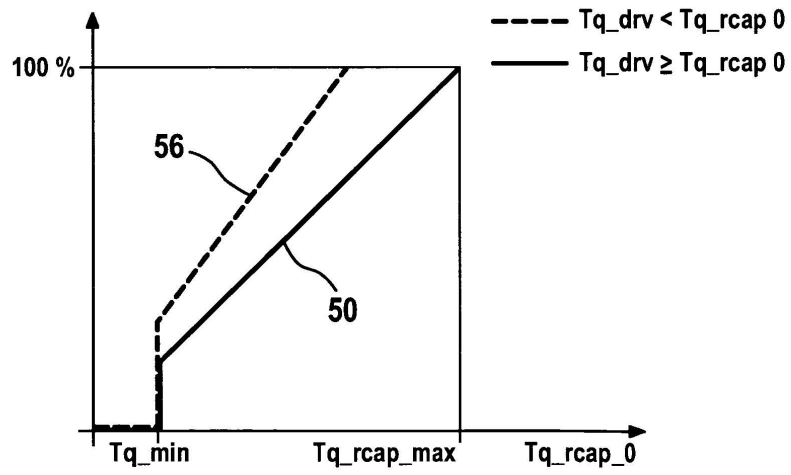
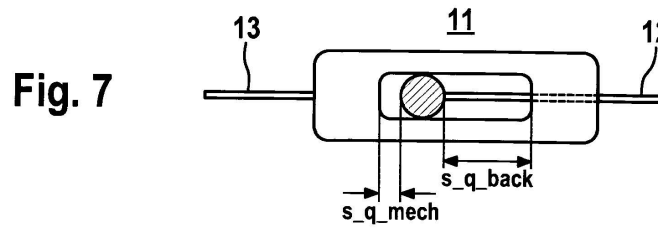
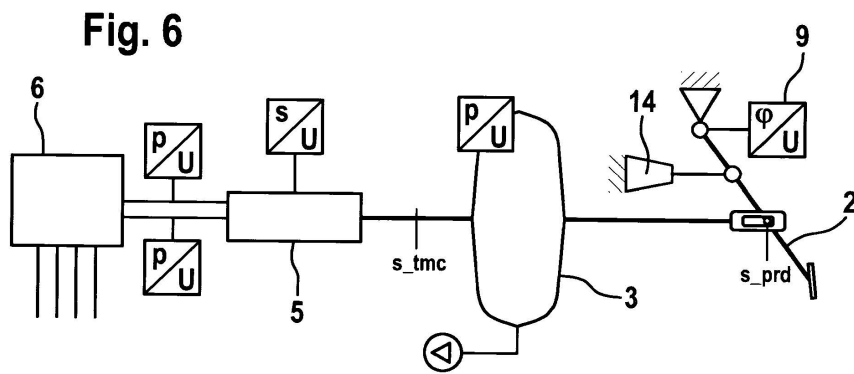
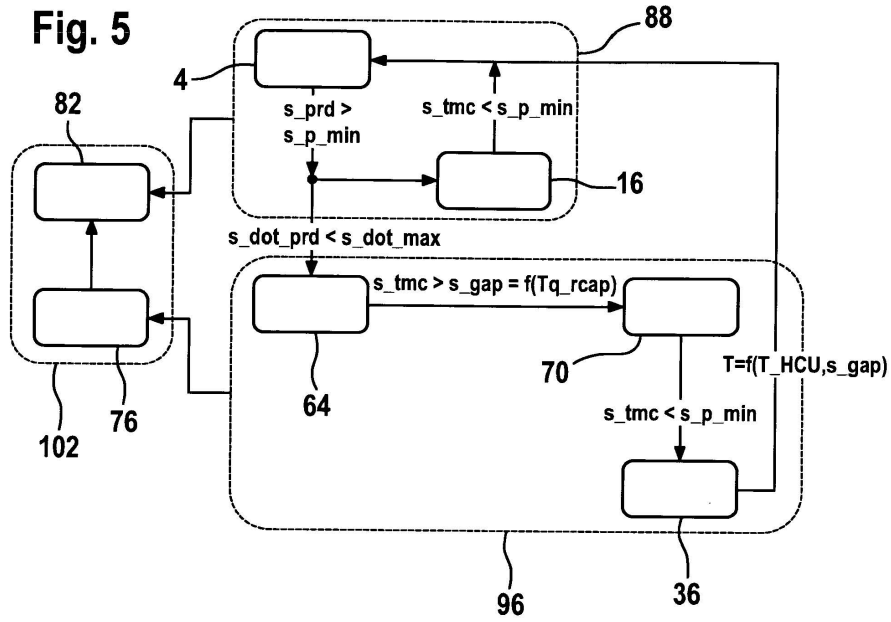


Fig. 4





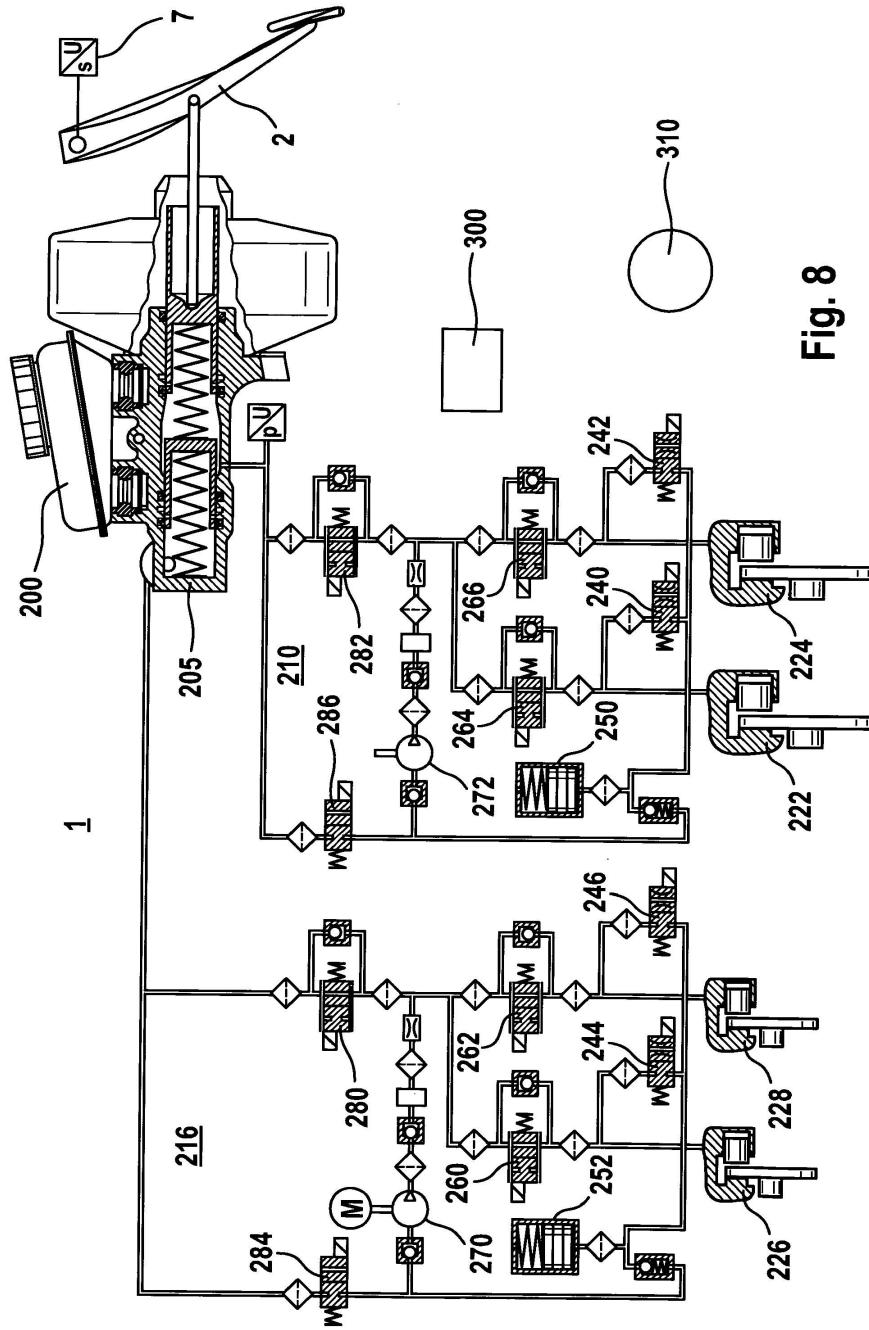


Fig. 8