

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 647 075**

51 Int. Cl.:

B60T 1/10	(2006.01) B60T 13/68	(2006.01)
B60T 7/04	(2006.01) B60T 13/74	(2006.01)
B60T 7/12	(2006.01) B60W 30/18	(2012.01)
B60T 8/1755	(2006.01) B60T 8/40	(2006.01)
B60T 8/1761	(2006.01) B60T 8/32	(2006.01)
B60T 8/34	(2006.01)	
B60T 8/36	(2006.01)	
B60T 8/42	(2006.01)	
B60T 8/48	(2006.01)	
B60T 13/66	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.06.2012 PCT/EP2012/060485**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **07.02.2013 WO13017314**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2012 E 12725431 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2017 EP 2739512**

54 Título: **Dispositivo de control para un sistema de frenado de un vehículo, sistema de frenado para un vehículo y método para operar un sistema de frenado de un vehículo**

30 Prioridad:

04.08.2011 DE 102011080431

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.12.2017

73 Titular/es:

**ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)
Postfach 30 02 20
70442 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es:

**STRENGERT, STEFAN;
KUNZ, MICHAEL y
MAUCHER, THORSTEN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 647 075 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

Dispositivo de control para un sistema de frenado de un vehículo, sistema de frenado para un vehículo y método para operar un sistema de frenado de un vehículo.

5 La presente invención hace referencia a un dispositivo de control para un sistema de frenado de un vehículo. La presente invención hace referencia además a un sistema de frenado para un vehículo. Asimismo, la invención hace referencia a un método para operar un sistema de frenado de un vehículo y a un método para operar un sistema de frenado de un vehículo con una configuración en x del circuito de frenos.

Por la solicitud DE 10 2009 001 401 A1, así como por la solicitud DE 10 2009 028 028 A1 o por la solicitud DE 10 2008 002 345 A1 son conocidos dispositivos de control y métodos de funcionamiento de esa clase.

10 Estado del arte

15 Por la solicitud DE 196 04 134 A1 se conocen un método y un dispositivo para controlar un sistema de frenos de un vehículo a motor con un accionamiento eléctrico. En el caso del frenado de un vehículo utilizando un accionamiento eléctrico para cargar simultáneamente una batería, el par de frenado hidráulico ejercido por al menos un cilindro de freno de la rueda del sistema de frenos hidráulico sobre al menos una rueda debe ser reducido/desactivado a pesar de un accionamiento del pedal de frenado. Para ello, el medio de presión desplazado desde el cilindro de freno principal hacia los frenos de la rueda a través del accionamiento del pedal de freno debe ser contrarrestado pasando el medio de presión desplazado desde el cilindro de freno principal, mediante al menos un cilindro de freno de la rueda, hacia al menos una cámara de acumulación a través de la apertura de las válvulas de salida del sistema de frenado hidráulico. De este modo debe poder ser suprimido un frenado regenerativo ejecutado por el accionamiento eléctrico.

20 Descripción de la invención

25 La invención proporciona un dispositivo de control para un sistema de frenado de un vehículo con las características de la reivindicación 1, un sistema de frenado para un vehículo con las características de la reivindicación 7, un método para operar un sistema de frenado de un vehículo con las características de la reivindicación 10 y un método para operar un sistema de frenado de un vehículo con una configuración en x del circuito de frenos con las características de la reivindicación 15.

Ventajas de la invención

30 La presente invención crea un sistema de frenado que representa un sistema simple ampliado. A través de la ampliación puede remediarse la desventaja de la eficiencia recuperativa altamente limitada de los sistemas simples conocidos, sin que para la ampliación deba realizarse una inversión de trabajo mayor, en comparación con un sistema de frenado convencional. De este modo, mediante la presente invención es posible realizar una eficiencia recuperativa suficiente de un sistema de frenado de forma conveniente en cuanto a los costes, es decir, con costes adicionales mínimos.

35 En particular, mediante la presente invención puede realizarse un sistema de frenado con una eficiencia recuperativa ventajosa, cuya utilización no se encuentra limitada a un vehículo con una configuración del circuito de frenos a cada lado del eje. En lugar de ello, el dispositivo de control de acuerdo con la invención y el método correspondiente pueden utilizarse de manera ventajosa para un vehículo con una configuración en x del circuito de frenos, donde las ruedas asociadas a un circuito de frenos común están dispuestas en diferentes ejes del vehículo. Un vehículo con una configuración en x del circuito de frenos puede describirse también de manera que las ruedas asociadas en un circuito de frenos común se encuentran dispuestas de forma diagonal en el vehículo. De este modo, la presente invención representa una ampliación ventajosa de un sistema de frenado de recuperación para vehículos con una configuración en x del circuito de frenos.

40 En comparación con el estado del arte, el dispositivo de control de acuerdo con la invención y el método correspondiente ofrecen también una supresión de un par de frenado del generador en el caso de un frenado comparativamente intenso del vehículo. Tal como se explicará con más detalle a continuación, a través de la ampliación de la utilización de la función de supresión puede realizarse un cargado más rápido de la batería del vehículo. De este modo, la presente invención contribuye ventajosamente a la reducción del consumo de energía y de la emisión de gas de escape durante el funcionamiento del vehículo.

Breve descripción de los dibujos

Otras características y ventajas de la presente invención se explican a continuación mediante las figuras. Las figuras muestran:

Figura 1: una representación esquemática de una forma de ejecución del dispositivo de control;

5 Figuras 2A a 2G: una representación de conjunto esquemática, tres representaciones parciales esquemáticas y tres sistemas de coordenadas para explicar una primera forma de ejecución del sistema de frenado;

Figura 3: una representación de conjunto esquemática de una segunda forma de ejecución del sistema de frenado;

Figuras 4A a 4D: cuatro sistemas de coordenadas para representar una primera forma de ejecución del método;

Figuras 5A a 5D: cuatro sistemas de coordenadas para representar una segunda forma de ejecución del método; y

Figuras 6A a 6C: tres sistemas de coordenadas para representar una tercera forma de ejecución del método.

10 Formas de ejecución de la invención

La figura 1 muestra una representación esquemática de una forma de ejecución del dispositivo de control.

El dispositivo de control representado esquemáticamente en la figura 1 está diseñado para controlar componentes de un sistema de frenado (no representado) de un vehículo. En las figuras subsiguientes se abordará con mayor detalle el posible diseño de los componentes del sistema de frenado.

15 El dispositivo de control presenta un aparato de control 10 mediante el cual el sistema de frenado puede ser controlado (al menos) en un primer modo de funcionamiento, en donde al ser ejercida por un conductor una activación de un elemento de accionamiento de frenado dispuesto en el sistema de frenado un aumento de presión de frenado se impide (esencialmente) al menos en una primera pinza de freno de la rueda de un primer circuito de frenos del sistema de frenado. Lo mencionado puede describirse también de manera que, a pesar de una intensidad de accionamiento distinta de cero del accionamiento del elemento de accionamiento de frenado, un aumento de la presión de frenado se impide (esencialmente) al menos en la primera pinza de freno de la rueda del primer circuito de frenos del sistema de frenado. Para ello, el aparato de control 10 está diseñado para mantener de forma controlada una primera válvula de entrada de la rueda de la primera pinza de freno de la rueda, durante el primer modo de funcionamiento, mediante una primera señal de control de la válvula 12, al menos por momentos, en un estado al menos parcialmente abierto y para mantener controlada una primera válvula de salida de la rueda de la primera pinza de freno de la rueda, mediante una segunda señal de control de la válvula 14, durante el primer modo de funcionamiento, en un estado al menos parcialmente abierto. Preferentemente, de este modo, durante el primer modo de funcionamiento, la primera válvula de salida de la rueda permanece en el estado al menos parcialmente abierto.

30 Sin embargo, tal como se explicará en detalle más adelante, la primera válvula de entrada de la rueda, durante el primer modo de funcionamiento, puede ser controlada al menos por momentos en un estado cerrado, mediante la primera señal de control de la válvula 12. Además, mediante el aparato de control 10, de manera adicional, una segunda válvula de entrada de la rueda de una segunda pinza de freno de la rueda del primer circuito de frenos, durante el primer modo de funcionamiento, mediante una tercera señal de control de la válvula 16, puede ser controlada en un estado al menos parcialmente abierto, y una segunda válvula de salida de la rueda de la segunda pinza de freno de la rueda, durante el primer modo de funcionamiento, mediante una cuarta señal de control de la válvula 18, puede ser controlada en un estado cerrado. De este modo puede provocarse que, mientras que el aumento de la presión de frenado de la primera pinza de freno de la rueda se impide (esencialmente) a pesar de la intensidad de accionamiento distinta de cero, una presión de frenado (distinta de cero) puede incrementarse en la segunda pinza de freno de la rueda.

45 De este modo, el efecto de frenado suprimido de la primera pinza de freno de la rueda puede aprovecharse para utilizar un generador para la carga de una batería del vehículo, sin que sea superada una desaceleración total deseada del vehículo, predeterminada por el conductor. Del mismo modo, mediante el frenado del vehículo en la segunda pinza de freno de la rueda, provocado al mismo tiempo mediante el dispositivo de control 10, puede garantizarse que el conductor, en el caso del accionamiento del elemento de accionamiento de frenado, a pesar del efecto de frenado suprimido de la primera pinza de freno de la rueda (y de la activación del generador) no perciba una sensación inusual/perjudicial del accionamiento de frenado (sensación del pedal). Además, el dispositivo de control 10, a pesar de la supresión fiable del par de frenado del generador y del mantenimiento de la sensación preferente del accionamiento de frenado (de acuerdo con el estándar), permite durante la supresión una utilización comparativamente frecuente del generador para cargar rápidamente la batería del vehículo.

De manera preferente, el aparato de control 10 también está diseñado para detectar una desviación de una variable de presión real determinada o derivada con respecto a la presión de frenado que se encuentra presente en la segunda pinza de freno de la rueda y/o de la presión interna que se encuentra presente en el cilindro de freno principal, de una variable de presión deseada predeterminada. En ese caso, durante el control del sistema de frenado en el primer modo de funcionamiento, el aparato de control 10 puede estar diseñado adicionalmente para controlar la primera válvula de entrada de la rueda desde el estado cerrado hacia el estado al menos parcialmente abierto, considerado la desviación, mediante la primera señal de control de la válvula 12. De manera preferente, el control de la primera válvula de entrada de la rueda tiene lugar mediante la primera señal de control de la válvula 12, de manera que la presión de frenado en la segunda pinza de freno de la rueda y/o la presión interna en el cilindro de freno principal pueden ser reducidas en una diferencia de presión correspondiente a la desviación. La reducción de presión en la segunda pinza de freno de la rueda puede realizarse de ese modo, si bien el aumento de presión de frenado de la primera pinza de freno de la rueda controlada en el primer modo de funcionamiento se encuentra suprimido (esencialmente) a pesar de la intensidad de accionamiento distinta de cero.

La variable de presión deseada puede ser predeterminada mediante una señal de comparación 20 del dispositivo de control 10, desde un controlador del vehículo. Más adelante se abordará una posibilidad ventajosa para establecer la variable de presión deseada, a través del aparato de control 10.

El dispositivo de control 10 puede presentar también un dispositivo sensor o un dispositivo de recepción 22, mediante el cual puede ser recibida por un sensor una señal de presión real 24 o puede ser determinado un valor de presión real con respecto a la presión de frenado que se encuentra presente en la segunda pinza de freno de la rueda. A continuación, una señal de la variable de presión real 26 con la variable de presión real determinada, correspondiente a la señal de presión real 24 o al valor de presión real, puede ser proporcionada al aparato de control 10 mediante el dispositivo sensor o el dispositivo de recepción 22. Como alternativa con respecto a ello, el aparato de control 10 puede estar diseñado también para derivar una variable de presión probable considerando las señales de control emitidas por el aparato de control 10.

Preferentemente, de manera adicional, durante el control del sistema de frenado en el primer modo de funcionamiento, el aparato de control 10 está diseñado para emitir una señal de bombeo 28 hacia un dispositivo de bombeo del primer circuito de frenos, considerando la desviación de la variable de presión determinada o derivada de la variable de presión deseada predeterminada. A través de la señal de bombeo 28, el dispositivo de bombeo puede ser activado de manera que un volumen de líquido de frenos correspondiente a la desviación puede ser bombeado mediante el dispositivo de bombeo, desde una cámara de acumulación hacia el primer circuito de frenos y/o en el primer cilindro del freno principal. De este modo pueden incrementarse la presión de frenado en la segunda pinza de freno de la rueda y/o la presión interna en el cilindro de freno principal.

A través del aumento y de la reducción de la presión de frenado que se encuentra presente en la segunda pinza de freno de la rueda, el par de frenado ejercido por la segunda pinza de freno de la rueda sobre una rueda asociada puede ser regulado en correspondencia con un par de frenado objetivo deseado. En particular puede ser compensada de ese modo una modificación temporal del par de frenado del generador. Del mismo modo, de esta manera puede garantizarse que el conductor, en el caso de un frenado en el cilindro de freno principal, tenga una sensación ventajosa del accionamiento de frenado (de acuerdo con el estándar).

En un perfeccionamiento ventajoso, el dispositivo de control presenta un primer dispositivo de recepción 30, mediante el cual puede ser recibida una señal de salida de la intensidad de accionamiento de frenado 32 con respecto a una intensidad de accionamiento de un accionamiento de un elemento de accionamiento de frenado (dispuesto/fijado en el sistema de frenado). La señal de salida de la intensidad de accionamiento de frenado 32 puede ser por ejemplo una señal de salida de un sensor de la fuerza de frenado, de un sensor de la presión de frenado y/o de un sensor del recorrido de frenado. La información sobre la intensidad de frenado que puede ser recibida mediante la señal de salida de la intensidad de accionamiento de frenado 32 puede comprender una fuerza de frenado ejercida sobre un elemento de accionamiento de frenado (no representado), una presión de frenado correspondiente y/o un recorrido de accionamiento de frenado, en el cual se ajusta al menos un subcomponente del elemento de accionamiento de frenado. Sin embargo, la señal de salida de la intensidad de accionamiento de frenado 32 no se limita a los ejemplos aquí mencionados.

El dispositivo de control puede poseer también un segundo dispositivo de recepción 34, mediante el cual una señal de salida proporcionada del par de frenado del generador 36 puede ser recibida, con respecto a un par de frenado del generador ejercido o que puede ser ejercido a través de un generador. La señal de salida del par de frenado del generador 36, a modo de ejemplo, puede comprender información sobre si la velocidad del vehículo es adecuada para utilizar el generador con un par de frenado determinado del generador y/o sobre si puede aumentarse aún más un estado de carga de una batería que puede ser cargada mediante el generador. Del mismo modo, la señal de salida del par de frenado del generador puede indicar el par de frenado del generador ejercido actualmente por el generador.

Una señal de intensidad de accionamiento 38 correspondiente a la intensidad de accionamiento de la señal de salida 32 y/o una señal de salida del par de frenado del generador 40 correspondiente a la señal de salida del par de frenado del generador 36, pueden ser transmitidas al aparato de control 10. De manera preferente, el aparato de control 10 está diseñado para comparar la señal de intensidad de accionamiento de frenado 38 con una señal de intensidad umbral 42 predeterminada y/o para comparar la señal del par de frenado del generador 40 con una señal del par de frenado mínima 44 predeterminada. En tanto la señal de intensidad de accionamiento de frenado 38 se ubique por encima de la señal de intensidad mínima 44, el aparato de control 10 controla el sistema de frenado mediante las señales de control de la válvula 12 a 18 antes descritas (y preferentemente mediante la señal de control de la bomba 28), en el primer modo de funcionamiento. En caso contrario, el aparato de control 10 controla el sistema de frenado (mediante otras señales de salida) en al menos otro modo de funcionamiento.

De manera preferente, el aparato de control 10 está diseñado adicionalmente para comparar la señal de intensidad de accionamiento de frenado 38 con una señal de intensidad de mínima 46 predeterminada. En ese caso, el aparato de control 10 puede controlar el sistema de frenado en un segundo modo de funcionamiento, en tanto al menos la señal de intensidad de accionamiento de frenado 38 se ubique entre la señal de intensidad mínima 46 y la señal de intensidad umbral 42. Preferentemente, el segundo modo de funcionamiento está diseñado de manera que en el segundo modo de funcionamiento, a pesar una intensidad de accionamiento distinta de cero del accionamiento del elemento de accionamiento de frenado dispuesto en el sistema de frenado se impide (esencialmente) un aumento de presión tanto en la primera pinza de freno de la rueda como también en la segunda pinza de freno de la rueda. Lo mencionado puede lograrse debido a que en el segundo modo de funcionamiento la primera válvula de entrada de la rueda puede controlarse en el estado cerrado, la primera válvula de salida de la rueda puede controlarse en un estado cerrado, la segunda válvula de entrada de la rueda puede controlarse en el estado al menos parcialmente abierto y la segunda válvula de salida de la rueda puede controlarse en un estado al menos parcialmente abierto, mediante el aparato de control 10.

A través del control del sistema de frenado en el segundo modo de funcionamiento puede impedirse/reducirse un aumento de presión en las dos pinzas de freno de la rueda del primer circuito de frenos (y en el cilindro de freno principal), a pesar de un accionamiento del elemento de accionamiento de frenado, a través del conductor. De este modo, el efecto de frenado que queda suprimido, de las dos pinzas de frenado de la rueda del primer circuito de frenos puede ser usado para utilizar el generador, sin que sea superada la desaceleración del vehículo deseada por el conductor. De este modo, una batería del vehículo puede ser cargada también ya en el caso de un proceso de frenado leve. Sin embargo, cabe señalar que la conformación del aparato de control 10 para controlar el sistema de frenado en el segundo modo de funcionamiento es opcional.

La señal de intensidad umbral 42, la señal del par de frenado mínima 44 y/o la señal de intensidad mínima 46 pueden ser proporcionadas por ejemplo por un dispositivo de memoria 48 en el aparato de control 10. Tal como se explicará más adelante en detalle, la señal de intensidad umbral 42 puede corresponder en particular a una intensidad de accionamiento a partir de la cual se encuentra presente un contacto de transmisión de fuerzas entre el elemento de accionamiento de frenado y un pistón ajustable de un cilindro de freno principal del sistema de frenado controlado por el dispositivo de control, donde en el caso una intensidad de accionamiento por debajo de la intensidad de accionamiento correspondiente a la señal de intensidad umbral, se impide una transmisión de fuerza entre el elemento de accionamiento de frenado y el pistón ajustable. Las ventajas de una predeterminación /establecimiento de la señal de intensidad umbral se indicarán después con mayor detalle.

La señal del par de frenado mínima 44 puede corresponder a un par de frenado del generador, a partir del cual es ventajosa una activación del generador. La señal de par de frenado mínima 44, sin embargo, puede corresponder también a un par de frenado del generador, de cero. En ese caso puede prescindirse de un suministro de la señal del par de frenado mínima 44 en el aparato de control 10. La señal de intensidad mínima 46 puede corresponder a una intensidad de accionamiento mínima en el caso de un accionamiento del elemento de accionamiento de frenado, a partir de la cual puede impedirse un aumento de la presión de frenado en las dos pinzas de frenado de la rueda del primer circuito de frenos. La señal de intensidad mínima 46, sin embargo, puede corresponder también a una intensidad de accionamiento igual a cero. En ese caso no es necesario proporcionar al aparato de control 10 la señal de intensidad mínima 46, mediante el dispositivo de memoria 48.

Además, el aparato de control 10, de manera adicional, puede estar diseñado para establecer la variable de presión deseada con respecto a una presión de frenado deseada en la segunda pinza de freno de la rueda y/o en el cilindro de freno principal y/o un modo deseado del generador, considerando la señal de intensidad de accionamiento de frenado 38 y una señal del par de frenado del generador 40. Una señal de control del generador 49, correspondiente al modo deseado establecido, a continuación, puede ser emitida desde el aparato de control 10 hacia el generador. De este modo, el dispositivo de control puede encargarse también de establecer la configuración de la desaceleración total deseada por el conductor en un par de frenado hidráulico y en el par de frenado del generador. El dispositivo de control aquí descrito, sin embargo, no se limita a una realización de esa clase del aparato de control 10.

De la interacción ventajosa del dispositivo de control 10 con un sistema de frenado resultan ventajas especiales. Para explicar con mayor precisión esas ventajas se remite por tanto a la siguiente descripción de un sistema de frenado.

5 Las figuras 2A a 2G muestran una representación de conjunto esquemática, tres representaciones parciales esquemáticas y tres sistemas de coordenadas para explicar una primera forma de ejecución del sistema de frenado.

La figura 2A muestra una representación de conjunto esquemática de una forma de ejecución de un sistema de frenado con el dispositivo de control.

10 El sistema de frenado representado esquemáticamente en la figura 2A, de manera ventajosa, puede utilizarse ventajosamente en un vehículo híbrido y en un vehículo eléctrico. Sin embargo, la capacidad de utilización del sistema de frenado que se describe a continuación no se limita a la utilización en un vehículo híbrido o en un vehículo eléctrico.

15 El sistema de frenado posee un primer circuito de frenos 50 con una primera pinza de freno de la rueda 53a y una segunda pinza de freno de la rueda 54b. De manera opcional, el sistema de frenado posee también un segundo circuito de frenos 52 con una tercera pinza de freno de la rueda 53b y con una cuarta pinza de freno de la rueda 54b. De manera preferente, el sistema de frenado, en este caso, está diseñado para un vehículo con una configuración en x del circuito de frenos. En este caso, la primera pinza de freno de la rueda 53a y la tercera pinza de freno de la rueda 53b se encuentran asociadas a un primer eje del vehículo, mientras que la segunda pinza de freno de la rueda 54a y la cuarta pinza de freno de la rueda 54b se encuentran asociadas a otro eje del vehículo. Las ruedas asociadas a un circuito de frenos 50 y 52 pueden estar dispuestas en el vehículo en particular de forma diagonal. A modo de ejemplo, la primera pinza de freno de la rueda 53a y la tercera pinza de freno de la rueda 53b pueden estar asociadas al eje delantero, mientras que la segunda pinza de freno de la rueda 54a y la cuarta pinza de freno de la rueda 54b están asociadas al eje trasero. Sin embargo, el sistema de frenado que se describe a continuación no se limita a una configuración en x del circuito de frenos. En lugar de ello, el sistema de frenado puede utilizarse también cuando las ruedas asociadas a un circuito de frenos común 50 ó 52 están dispuestas del lado de los ejes o de un lado del vehículo.

25 El sistema de frenado presenta un cilindro de freno principal 62 que por ejemplo puede realizarse como un cilindro de freno principal tándem. El cilindro de freno principal 62 puede poseer al menos un pistón del cilindro de freno principal ajustable (no ilustrado), el cual puede ajustarse al menos parcialmente en por lo menos una cámara de presión 62 o 62b del cilindro de freno principal 62. De manera preferente, el cilindro de freno principal 62 comprende un primer pistón ajustable que puede denominarse como pistón de barra, el cual sobresale al menos parcialmente en una primera cámara de presión 62a del cilindro de freno principal 62 asociada al primer circuito de frenos 50, y un segundo pistón ajustable que puede denominarse como pistón flotante, el cual sobresale al menos parcialmente en una segunda cámara de presión 62b del cilindro de freno principal 62, asociada al segundo circuito de frenos 52. En una forma de ejecución preferente, el pistón flotante puede ajustarse de manera que, en el caso de un ajuste del pistón flotante en una primera dirección, el primer volumen interno de la primera cámara de presión 62a se reduce, mientras que el volumen interno de la segunda cámara de presión 62b aumenta. De manera correspondiente, mediante un ajuste del pistón flotante en una segunda dirección el volumen interno de la primera cámara de presión 62a puede aumentar, en el caso de una reducción del volumen interno de la segunda cámara de presión 62b. Sin embargo, el sistema de frenado no se limita a la utilización de un cilindro de freno principal tándem o a una conformación determinada del cilindro de freno principal 62. El cilindro de freno principal 62, mediante al menos una abertura de cambio de líquido de frenos, como por ejemplo una abertura de respiración, puede estar conectado con un depósito de líquido de frenos 61.

35 El sistema de frenado presenta un elemento de accionamiento de frenado 64 dispuesto en el cilindro de freno principal 62, como por ejemplo un pedal de freno. De manera ventajosa, el elemento de accionamiento de frenado 64 está dispuesto en el cilindro de freno principal 62, de manera que, en el caso de un accionamiento del elemento de accionamiento de frenado 64 con al menos una intensidad umbral, una fuerza de frenado del conductor aplicada sobre el elemento de accionamiento de frenado 64 puede transmitirse hacia al menos un pistón del cilindro de freno principal ajustable, como por ejemplo hacia el pistón de barra o el pistón flotante, de manera que el pistón del cilindro de freno principal puede ajustarse mediante la fuerza de frenado del conductor. De manera preferente, mediante el ajuste mencionado del pistón del cilindro de freno principal se incrementa una presión interna en al menos una cámara de presión 62a y 62b del cilindro de freno principal 62.

45 El sistema de frenado aquí descrito, el elemento de accionamiento de frenado 64 se encuentra dispuesto adicionalmente de modo tal en el cilindro de freno principal 62, que durante el accionamiento del elemento de accionamiento de frenado 64 con una intensidad de accionamiento distinta de cero, pero por debajo de una intensidad umbral, se impide una transmisión de fuerzas entre el elemento de accionamiento de frenado 64 y al menos un pistón del cilindro de freno principal. No obstante, si bien en el caso de un accionamiento del elemento de accionamiento de frenado con una intensidad de accionamiento por debajo de la intensidad umbral se impide la

transmisión de la fuerza de frenado del conductor hacia al menos un pistón ajustable, en el caso de un accionamiento del elemento de accionamiento de frenado 64 con una intensidad de accionamiento a partir de una intensidad umbral correspondiente a la señal de intensidad umbral, al menos un pistón ajustable del cilindro de freno principal 62 puede ajustarse al menos parcialmente hacia dentro del mismo. Lo mencionado garantiza la ventaja de que el conductor, durante el accionamiento del elemento de accionamiento de frenado 64 con la intensidad de accionamiento por debajo de la intensidad umbral se encuentra "desacoplado" del cilindro de freno principal 62 y de al menos un circuito de frenos 50 y 52 fijado en el mismo, de manera que no se percibe ningún efecto de la presión allí presente. Al mismo tiempo, la fuerza de frenado del conductor puede aprovecharse para un frenado intenso del vehículo a partir de una intensidad de accionamiento por encima de la intensidad umbral. Más adelante se abordará en detalle la posibilidad de utilización ventajosa de esa disposición del elemento de accionamiento de frenado 64 en el cilindro de freno principal 62 para suprimir un par de frenado del generador. No obstante, el sistema de frenado no se limita a una disposición de esa clase del elemento de accionamiento de frenado 64 en el cilindro de freno principal 62.

De manera preferente, el sistema de frenado comprende también al menos un sensor del elemento de accionamiento de frenado 66, mediante el cual la intensidad de accionamiento, del accionamiento del elemento de accionamiento de frenado 64, puede ser determinada por el conductor. El sensor del elemento de accionamiento de frenado 26, a modo de ejemplo, puede comprender un sensor del recorrido del pedal, un sensor del recorrido diferencial y/o un sensor del recorrido de la barra. Para registrar la intensidad del accionamiento que corresponde al deseo de frenado del conductor, sin embargo, puede utilizarse también un sistema de sensores realizado de otro modo en lugar de los tipos de sensores enumerados aquí, o de forma adicional con respecto a los mismos.

En una forma de ejecución preferente, el sistema de frenado representado presenta además un servofreno 68, como por ejemplo un servofreno de vacío. En lugar de un servofreno de vacío, el sistema de frenado puede presentar también otro tipo de servofreno 68, como por ejemplo un dispositivo de refuerzo hidráulico y/o electromecánico. El servofreno 68 puede ser en particular un servofreno que puede regularse de forma permanente/que puede controlarse de forma permanente.

Mediante el servofreno 68, usualmente al menos durante el accionamiento del elemento de accionamiento de frenado 64 por debajo de la intensidad umbral, al menos un pistón del cilindro de freno principal puede ser ajustado de manera que un volumen de líquido de frenos puede desplazarse desde el cilindro de freno principal 62. Un servofreno 68 presenta generalmente una intensificación indefinida al inicio de su recorrido de accionamiento. En esa área existe un acoplamiento mínimo (eventualmente ningún acoplamiento) entre el elemento de accionamiento de frenado 64 y al menos un pistón del cilindro de freno principal. Esto puede denominarse también como la ausencia de un acoplamiento (esencialmente) mecánico entre el elemento de accionamiento de frenado 64 y el sistema de frenado. La fuerza de frenado del conductor no se emplea en esa área para el accionamiento del cilindro de freno principal 62, es decir, para ajustar al menos un pistón del cilindro de freno principal, sino solamente para controlar el servofreno 68.

El inicio del recorrido de accionamiento en el cual la intensidad de accionamiento distinta de cero se ubica aún por debajo de la intensidad umbral, se denomina con frecuencia también como área jump - in (salto). Por fuera del área jump - in existe un acoplamiento mecánico entre el elemento de accionamiento de frenado 64 y el pistón del cilindro de freno principal. La fuerza de frenado del conductor se aprovecha de este modo por fuera del área jump -in para ajustar el pistón del cilindro de freno principal y, con ello, para el frenado en al menos un cilindro de freno de la rueda 53a, 53b, 54a y 54b. El proceso mencionado puede ser respaldado por la fuerza adicional del servofreno 68.

La propiedad del servofreno 68 puede usarse por lo tanto para un frenado en el cilindro de freno principal 62 sin un acoplamiento (esencialmente) mecánico/transmisión de fuerzas entre el elemento de accionamiento de frenado 64 y el pistón del cilindro de freno principal. De este modo, el inicio del recorrido de accionamiento con una intensidad de accionamiento distinta de cero, pero por debajo de la intensidad umbral, así como del área jump - in, puede utilizarse de manera ventajosa para una supresión de un par de frenado del generador, tal como se explicará más adelante.

Las figuras 2B a 2D explican la disposición ventajosa del elemento de accionamiento de frenado 64 en el cilindro de freno principal 62:

Tal como puede observarse en la figura 2B, en el caso de una intensidad de accionamiento distinta de cero pero por debajo de la intensidad umbral, por ejemplo en el caso de un recorrido de accionamiento de frenado s_a distinto de cero, pero por debajo de un recorrido de frenado mínimo s_{min} , a pesar de una fuerza de frenado del conductor F_b distinta de cero, no se encuentra presente ninguna conexión de transmisión de fuerzas entre el elemento de accionamiento de frenado 64 y al menos un pistón ajustable 63 del cilindro de freno principal 62, como por ejemplo el pistón de barra. Sin embargo, mediante el servofreno 68 una fuerza de respaldo F_u puede ser ejercida sobre el pistón 63 ajustable del cilindro de freno principal 62. De este modo, el pistón ajustable 63, a pesar de la transmisión de fuerzas (casi) impedida/no presente, entre el elemento de accionamiento de frenado 64 y el pistón ajustable 63, puede ser ajustado mediante el servofreno 68. De manera correspondiente se incrementa una fuerza opuesta F_g

que actúa de forma contraria al ajuste hacia dentro del pistón 63 ajustable. No obstante, debido a la transmisión de fuerzas (casi) impedida entre el elemento de accionamiento de frenado 64 y el pistón 63 ajustable, el conductor no percibe la fuerza opuesta F_g (independientemente de su magnitud) en el caso de un accionamiento por debajo de la intensidad umbral.

5 En la situación representada en la figura 2C, el recorrido de accionamiento de frenado s_b se encuentra aún por debajo del recorrido de frenado mínimo s_{min} . De manera correspondiente, en el caso del accionamiento del elemento de accionamiento de frenado 64, el conductor no percibe la fuerza opuesta F_g aumentada en comparación con la figura 2B.

10 Sólo a partir de una intensidad de accionamiento idéntica a la intensidad umbral, por ejemplo en el caso de un recorrido de accionamiento de frenado s_c idéntico al recorrido de frenado mínimo s_{min} , se encuentra presente un contacto de transmisión de fuerzas entre el elemento de accionamiento de frenado 64 y (al menos un) pistón 63 ajustable del cilindro de freno principal 62, tal como se muestra en la figura 2D. El contacto de transmisión de fuerzas puede producirse por ejemplo mediante un elemento elástico, como en particular un disco de reacción 69.

15 Las figuras 2E a 2G muestran respectivamente un sistema de coordenadas para explicar las ventajas de la disposición preferente del elemento de accionamiento de frenado 64 en el cilindro de freno principal 62. En el sistema de coordenadas de las figuras 2E a 2G las abscisas son el recorrido de accionamiento de frenado s representado como intensidad de accionamiento. En la figura 2E, la ordenada indica la fuerza de frenado del conductor F_b correspondiente. La presión p que se encuentra presente en el caso de un recorrido de accionamiento de frenado s en el cilindro de freno principal 62 se indica mediante la ordenada de la figura 2F. La desaceleración del
20 vehículo a realizada en el caso de un recorrido de accionamiento de frenado s puede observarse mediante la ordenada de la figura 2G.

Tal como puede observarse en la figura 2E, debido a la disposición ventajosa del elemento de accionamiento de frenado en el cilindro de freno principal 62 se garantiza un área de accionamiento que puede denominarse como
25 área jump -in JI . Dentro del área jump -in JI el conductor puede ajustar el elemento de accionamiento de frenado 64 con una fuerza de frenado del conductor F_b (casi) constante.

En el área jump -in JI el conductor frena sólo indirectamente en el cilindro de freno principal 62. Esto puede realizarse de manera que al utilizar un sensor del elemento de accionamiento de frenado se establece una desaceleración del vehículo a correspondiente al recorrido de accionamiento de frenado s , como desaceleración del
30 vehículo deseada (véase la figura 2G). A continuación, mediante el servofreno 68, la presión p en el cilindro de freno principal 62 puede ser regulada en correspondencia con la desaceleración del vehículo a establecida/ desaceleración del vehículo deseada (véase la figura 2F). Lo mencionado puede expresarse también de manera que el conductor frena en el cilindro de freno principal 62, controlado por apartamiento.

A continuación, haciendo referencia a la figura 2A, se describen otros componentes de la forma de ejecución del sistema de frenado. Cabe señalar expresamente que los componentes del sistema de frenado que se describen a
35 continuación representan solamente un ejemplo de una posible conformación del sistema de frenado ventajoso. Una ventaja del sistema de frenado reside ante todo en el hecho de que los circuitos de frenos 50 y 52 no están fijados en una realización determinada o en la utilización de componentes determinados. En lugar de eso, los circuitos de frenos 50 y 52 pueden ser modificados con una gran libertad de selección, sin que resulten afectadas las ventajas de la forma de ejecución del sistema de frenado.

40 Cada uno de los circuitos de frenos 50 y 52 está realizado con una válvula de conmutación de alta presión 70a y 70b y con una válvula selectora 72a y 72b, de manera que el conductor, mediante el cilindro de freno principal 62, puede frenar directamente en las pinzas de freno de la rueda 53a, 53b, 54a y 54b. En el primer circuito de frenos 50, a la primera pinza de freno de la rueda 53a se encuentra asociada una primera válvula de entrada de la rueda 74a y a la segunda pinza de freno de la rueda 54a se encuentra asociada una segunda válvula de entrada de la rueda 75a,
45 respectivamente con una línea de derivación 76a que se extiende paralelamente con respecto a la misma y con una válvula de retención 77a dispuesta en cada línea de derivación 76a. De manera adicional, una primera válvula de salida de la rueda 78a está asociada a la primera pinza de freno de la rueda 53a y una segunda válvula de salida de la rueda 79a está asociada a la segunda pinza de freno de la rueda 54a. De manera correspondiente, también en el segundo circuito de frenos 52 una tercera válvula de entrada de la rueda 74b puede estar asociada a la tercera pinza
50 de freno de la rueda 53b y una cuarta válvula de entrada de la rueda 75b puede estar asociada a la tercera pinza de freno de la rueda 54b. Paralelamente con respecto a cada una de las dos válvulas de entrada de la rueda 74b y 75b del segundo circuito de frenos 52, respectivamente una línea de derivación 76b puede extenderse con una válvula de retención 77b dispuesta dentro. Además, también en el segundo circuito de frenos 52 una tercera válvula de salida de la rueda 78b puede estar asociada a la tercera pinza de freno de la rueda 53b y una cuarta válvula de
55 salida de la rueda 79b puede estar asociada a la cuarta pinza de freno de la rueda 54b.

Además, cada uno de los circuitos de frenos 50 y 52 comprende una bomba 80a y 80b, cuyo lado de succión está conectado a las válvulas de salida de la rueda 78a y 79a ó 78b y 79b; y cuyo lado de transporte está orientado hacia la válvula selectora 72a o 72b asociada. Los circuitos de frenos 50 y 52 presentan igualmente una cámara de acumulación 82a ó 82b (por ejemplo acumuladores de baja presión) dispuesta entre las válvulas de salida de la rueda 78a y 79a, ó 78b y 79b y la bomba 80a u 80b, y una válvula de sobrepresión 84a u 84b situada entre la bomba 80a ó 80b y la cámara de acumulación 82 u 82b.

Las bombas 80a y 80b pueden estar dispuestas sobre un árbol 96 común de un motor 88. Cada una de las bombas 80a y 80b pueden estar realizadas como bombas de tres pistones. En lugar de una bomba de tres pistones, sin embargo, puede utilizarse también otro tipo de bomba para al menos una de las bombas 80a y 80b. Pueden utilizarse igualmente sistemas de modulación realizados de otro modo, como por ejemplo bombas con más o menos pistones, bombas asimétricas o bombas de engranajes dentados.

El sistema de frenado, de este modo, puede realizarse como un sistema de modulación estándar modificado, en particular como un sistema ESP de seis pistones. Además, cada uno de los dos circuitos de frenos 50 y 52 puede comprender también al menos un sensor de presión 90, en particular en una línea de entrada de una primera pinza de frenado 53a utilizada como pinza de freno del eje delantero y/o de una tercera pinza de freno de la rueda 53b.

En el sistema de frenado equipado con el dispositivo de control 100, la primera válvula de entrada de la rueda 74a y la tercera válvula de entrada de la rueda 74b pueden ser activadas respectivamente mediante la primera señal de control de la válvula 12, la primera válvula de salida de la rueda 78a y la tercera válvula de salida de la rueda 78b respectivamente mediante la segunda señal de control de la válvula 14, la segunda válvula de entrada de la rueda 75a y la cuarta válvula de entrada de la rueda 75b respectivamente mediante la tercera válvula de señal de la válvula 16 y la segunda válvula de salida de la rueda 79a y la cuarta válvula de salida de la rueda 79b respectivamente mediante la cuarta señal de control de la válvula 18. Del mismo modo, las bombas 80a y 80b pueden ser activadas mediante la señal de control de la bomba 28. De manera adicional, el sistema de frenado puede comprender además un generador 102 que puede ser activado mediante la señal de control del generador 49. De este modo, mediante al menos el sistema de frenado que puede controlarse en el primer modo de funcionamiento puede realizarse un frenado recuperativo manteniendo un buen confort de manejo para el conductor.

De manera opcional, el sistema de frenado puede ser controlado mediante el dispositivo de control 100 también en el segundo modo de funcionamiento. De este modo, ya en el caso de un frenado leve del vehículo con una intensidad de accionamiento por debajo de la intensidad umbral, el generador 102 puede utilizarse para cargar una batería del vehículo. Puesto que en el caso de una intensidad de accionamiento por debajo de la intensidad umbral no se encuentra presente ningún contacto de transmisión de fuerzas entre el cilindro de freno principal 62 y el elemento de accionamiento de frenado 64, el conductor no percibe nada del aumento de la fuerza opuesta Fg, impedido a través del sistema de frenado en el segundo modo de funcionamiento. Con ello, también en el caso de un control del sistema de frenado en el segundo modo de funcionamiento se garantiza para el conductor un buen confort de manejo. Después de abandonar el área jump -in una fuerza opuesta Fg perceptible en el elemento de accionamiento de frenado 64 puede ser generada para el conductor, donde es extraído volumen desde las cámaras de acumulación 82 y 82b llenadas previamente, mediante las bombas 80a y 80b, y los circuitos de frenos 50 y 52, donde el mismo es desplazado. Para ello se conectan la primera válvula de entrada de la rueda 74a y la tercera válvula de entrada de la rueda 74b, de manera que es desplazado volumen desde las cámaras de acumulación 82a y 82b, exclusivamente hacia la segunda pinza de freno de la rueda 54a y hacia la cuarta pinza de freno de la rueda 54b, conduciendo así a un aumento de la presión de frenado. Dicha presión actúa también en el cilindro de freno principal 602 y representa la fuerza opuesta Fg necesaria en el elemento de accionamiento de frenado 64 por encima del área jump -in. Esto provoca una sensación ventajosa del accionamiento de frenado para el conductor.

Para determinar la presión objetivo predeterminada puede emplearse el sensor 66 del elemento de accionamiento de frenado. Puesto que para cada recorrido del pedal existe una presión deseada adecuada y, con ello, una fuerza opuesta Fg adecuada, la presión correspondiente puede ser regulada de forma activa en el cilindro de freno principal 62. Mediante la primera válvula de entrada de la rueda 74a y la tercera válvula de entrada de la rueda 74b, el volumen bombeado puede escaparse de forma parcial para la reducción de la presión en las cámaras de acumulación 82a y 82b. En los circuitos de frenos 50 y 52 se encuentra de este modo siempre el volumen para la segunda pinza de freno de la rueda 54a y la cuarta pinza de freno de la rueda 54b, y en las cámaras de acumulación 82a y 82 se encuentra el volumen de la primera pinza de freno de la rueda 53a y de la segunda pinza de freno de la rueda 53b. De este modo, también por encima del área jump -in puede frenarse de forma regenerativa en un eje asociado a la primera pinza de freno de la rueda 53a y a la segunda pinza de freno de la rueda 53b.

El sistema de frenado equipado con el dispositivo de control 100 puede ejecutar en particular también los pasos del método que se describen a continuación. Con respecto a la ejecución de esos pasos del método y a sus ventajas se remite por lo tanto a la descripción de las otras figuras.

La figura 3 muestra una representación de conjunto esquemática de una segunda forma de ejecución del sistema de frenado.

El sistema de frenado representado esquemáticamente en la figura 3 presenta los componentes antes descritos. Como complemento, la primera válvula de salida de la rueda 78a y la tercera válvula de salida de la rueda 78b están realizadas como válvulas de salida que pueden ser reguladas (de forma permanente). Con la ayuda de la primera válvula de salida de la rueda 78a regulable y de la tercera válvula de salida de la rueda 78b regulable es posible desplazar de forma controlada líquido de freno desde la primera pinza de freno de la rueda 53a y la tercera pinza de freno de la rueda 53b, hacia las cámaras de acumulación 82a y 82b. Para ello, la primera válvula de entrada de la rueda 74a y la tercera válvula de entrada de la rueda 74b son cerradas. Mediante dicho complemento, de este modo, es posible suprimir un frenado estrictamente hidráulico produciendo un frenado regenerativo al menos de forma parcial en el eje asociado a la primera pinza de freno de la rueda 53a y a la tercera pinza de freno de la rueda 53b, preferentemente en el eje anterior. Puesto que la presión en el circuito de frenos no resulta afectada por ese procedimiento, el conductor no puede notar ese proceso de supresión.

Los sistemas de frenado antes descritos pueden realizar también aumentos de presión activos, es decir, demandas de frenado sin un accionamiento del elemento de accionamiento de frenado 64, mediante las bombas 80a y 80b, las válvulas de conmutación de alta presión 70a y 70b, y las válvulas de salida de la rueda 78a, 78b, 79a y 79b cerradas. Además, los sistemas de frenado, en el caso de una falla del circuito o de una avería de la red de a bordo, presentan también un estándar de seguridad comparativamente bueno. Las limitaciones de funcionamiento adicionales, como por ejemplo un recorrido en vacío prolongado o una fuerza de accionamiento aumentada, no deben ser consideradas en los sistemas de frenado descritos, en el caso de una falla.

Las figuras 4A a 4D muestran cuatro sistemas de coordenadas para representar una primera forma de ejecución del método.

Para una mayor claridad, el método se describirá utilizando uno de los sistemas de frenado descritos anteriormente, donde la primera pinza de freno de la rueda y la tercera pinza de freno de la rueda están asociadas a un primer eje realizado como eje delantero y la segunda pinza de freno de la rueda y la cuarta pinza de freno de la rueda están asociadas a un segundo eje realizado como eje trasero. Sin embargo, la posibilidad de realización del método no se limita a la utilización de uno de los sistemas de frenado antes descritos o a una asociación de esa clase de las pinzas de freno de la rueda.

En los sistemas de coordenadas de las figuras 4A a 4C la abscisa es el eje temporal t . La ordenada del sistema de coordenadas de la figura 4A representa un par de frenado b , mientras que la ordenada de la figura 4B corresponde a un volumen de líquido de frenos V desplazado y la ordenada del sistema de coordenadas de la figura 4C indica una intensidad de corriente I . La abscisa del sistema de coordenadas de la figura 4D es un primer par de frenado parcial b_{ges1} ejercido sobre el primer eje, mientras que la ordenada del sistema de coordenadas de la figura 4D representa un par de frenado parcial b_{ges2} ejercido sobre el segundo eje.

En un momento t_0 , el elemento de accionamiento de frenado del sistema de frenado operado mediante el método se encuentra en su posición inicial/posición de no- accionamiento. De este modo, hasta el momento t_0 el conductor no ejerce ninguna fuerza sobre el elemento de accionamiento de frenado.

A partir del momento t_0 , el conductor ejerce una fuerza en aumento sobre el elemento de accionamiento de frenado, debido a lo cual el mismo es ajustado. Sin embargo, el elemento de accionamiento de frenado del sistema de frenado accionado mediante el método descrito se encuentra dispuesto en el cilindro de freno principal de manera que, en el caso de una intensidad de accionamiento, del accionamiento del elemento de accionamiento de frenado a través del conductor, por debajo de una intensidad umbral, se impide una transmisión de fuerzas entre el elemento de accionamiento de frenado y al menos un pistón ajustable del cilindro de freno principal. (Con respecto al área jump -in que puede realizarse de ese modo se remite a las ejecuciones relativas a las figuras 2B a 2G). En el caso del método aquí representado, como muy pronto en el momento t_1 , el conductor ejerce una intensidad de accionamiento en el rango de la intensidad umbral, sobre el elemento de accionamiento de frenado. De este modo, el elemento de accionamiento de frenado se encuentra entre los tiempos t_0 y t_1 en el jump-in.

Para aprovechar el jump -in para cargar una batería del vehículo mediante un generador, durante el método una intensidad de accionamiento, del accionamiento del elemento de accionamiento, se compara con una intensidad umbral predeterminada. De manera opcional, la intensidad de accionamiento puede compararse también con una intensidad mínima predeterminada. Además, también un par de frenado del generador ejercido o que puede ser ejercido por un generador puede ser comparado con un par de frenado mínimo predeterminado. En tanto al menos la intensidad de accionamiento se ubique por debajo de la intensidad umbral, así como se ubique entre la intensidad mínima y la intensidad umbral, el sistema de frenado puede ser controlado en el segundo modo de funcionamiento antes descrito. Preferentemente, el sistema de frenado es controlado en el segundo modo de funcionamiento, en tanto también el par de frenado del generador se ubique por encima del par de frenado mínimo. Esto garantiza que

el par de frenado del generador posible bkann que puede ejecutarse actualmente (par de frenado del generador) admita un frenado generativo. De este modo, entre los tiempos t_0 y t_1 el sistema de frenado es controlado en el segundo modo de funcionamiento.

5 En el segundo modo de funcionamiento la primera válvula de entrada de la rueda y la tercera válvula de entrada de la rueda son controladas en el estado cerrado, la primera válvula de salida de la rueda y la tercera válvula de salida de la rueda son controladas en el estado cerrado, la segunda válvula de entrada de la rueda y la cuarta válvula de entrada de la rueda son controladas en el estado al menos parcialmente abierto y la segunda válvula de salida de la rueda y la cuarta válvula de salida de la rueda son controladas en el estado al menos parcialmente abierto. En el caso de una realización de las válvulas de entrada de la rueda como válvulas abiertas sin corriente, en la primera
10 válvula de entrada de la rueda y en la tercera válvula de entrada de la rueda se proporciona una primera señal de control de la válvula IE13 con una intensidad de corriente distinta de cero y en la segunda válvula de entrada de la rueda y en la cuarta válvula de entrada de la rueda se proporciona una tercera señal de control de la válvula IA13 con una intensidad de corriente igual a cero. En tanto las válvulas de salida de la rueda estén diseñadas como
15 válvulas cerradas sin corriente, en la primera válvula de salida de la rueda y en la tercera válvula de salida de la rueda se emite una segunda señal de control de la válvula IE24 con una intensidad de corriente igual a cero y en la segunda válvula de salida de la rueda y en la cuarta válvula de salida de la rueda se emite una cuarta señal de control de la válvula IA24 con una intensidad de corriente distinta de cero.

A través de la apertura de la segunda válvula de entrada de la rueda y de la segunda válvula de salida de la rueda, así como de la cuarta válvula de entrada de la rueda y de la cuarta válvula de salida de la rueda, el volumen de líquido de frenos V empujado desde el cilindro de freno principal puede desplazarse hacia las cámaras de
20 acumulación. De este modo, a pesar de un accionamiento del elemento de accionamiento de frenado a través del conductor y de un ajuste vinculado a ello de al menos un pistón ajustable del cilindro de freno principal puede impedirse un aumento de la presión de frenado en la segunda pinza de freno de la rueda y en la cuarta pinza de freno de la rueda. Los pares de frenado hidráulicos bh24 de la segunda pinza de freno de la rueda y de la cuarta
25 pinza de freno de la rueda permanecen con ello iguales a cero. (De manera correspondiente, a través del cierre de la primera válvula de entrada de la rueda y de la tercera válvula de entrada de la rueda puede asegurarse que entre los tiempos t_0 y t_1 , en el caso de un frenado dentro del área jump - in, también los pares de frenado hidráulicos bh13 de la primera pinza de freno y de la tercera pinza de freno permanezcan iguales a cero).

De este modo, en tanto un par de frenado total deseado bges predeterminado por el conductor a través de la
30 intensidad de accionamiento sea menor que un par de frenado del generador posible bkann que puede ser ejecutado mediante el generador, el par de frenado total deseado bges requerido por el conductor puede ser aplicado como par de frenado del generador bg. Esto garantiza una carga rápida de una batería del vehículo que puede ser cargada mediante el generador, ya en el caso de un frenado leve.

A partir/después del tiempo t_1 , el conductor supera el área jump - in. Después de establecer que la intensidad de accionamiento se ubica por encima de la intensidad umbral o se ubica casi en la intensidad umbral, el sistema de frenado es controlado en el primer modo de funcionamiento antes descrito. Lo mencionado tiene lugar a través de un control de la primera válvula de entrada de la rueda y de la tercera válvula de entrada de la rueda de forma alternada en el estado al menos parcialmente abierto, manteniendo la primera válvula de salida de la rueda y la tercera válvula de salida de la rueda en el estado al menos parcialmente abierto, controlando la segunda válvula de entrada de la
40 rueda y la cuarta válvula de entrada de la rueda en el estado al menos parcialmente abierto y controlando la segunda válvula de salida de la rueda y la cuarta válvula de salida de la rueda en el estado cerrado. En el caso de una realización de las válvulas de entrada de la rueda como válvulas abiertas sin corriente, en la primera válvula de entrada de la rueda y en la tercera válvula de entrada de la rueda se proporciona una primera señal de control de la válvula IE13 con una intensidad de corriente que alterna entre cero y uno, y en la segunda válvula de entrada de la
45 rueda y en la cuarta válvula de entrada de la rueda se proporciona una tercera señal de control de la válvula IA13 con una intensidad de corriente igual a cero. En tanto las válvulas de salida de la rueda estén diseñadas como válvulas cerradas sin corriente, en la primera válvula de salida de la rueda y en la tercera válvula de salida de la rueda se emite una segunda señal de control de la válvula IE24 con una intensidad de corriente igual distinta de cero y en la segunda válvula de salida de la rueda y en la cuarta válvula de salida de la rueda se emite una cuarta señal
50 de control de la válvula IA24 con una intensidad de corriente igual a cero. De este modo, a pesar de la intensidad de accionamiento distinta de cero a partir del tiempo t_1 se impide un aumento de la presión de frenado en la primera pinza de freno de la rueda y en la tercera pinza de freno de la rueda (bh13 igual a cero), mientras que en la segunda pinza de freno de la rueda y en la cuarta pinza de freno de la rueda una presión de frenado aumenta (bh24 distinta de cero).

55 Para garantizar que el conductor, en el caso de que se encuentre presente una transmisión de fuerzas entre el elemento de accionamiento de frenado y al menos un pistón ajustable del cilindro de freno principal, tenga una sensación preferente del accionamiento de frenado (según el estándar), el volumen de líquido de frenos V empujado hacia la cámara de acumulación puede ser bombeado al menos parcialmente hacia el cilindro de freno principal, hacia la segunda pinza de freno de la rueda y/o hacia la cuarta pinza de freno de la rueda. Mediante una señal de

control de bombeo lp con una intensidad de corriente distinta de cero las bombas de los dos circuitos de frenos pueden ser activadas para ello.

5 El retroceso del volumen V para garantizar una sensación ventajosa del accionamiento de frenado para el conductor a partir de una presencia de un contacto de transmisión de fuerzas entre el elemento de accionamiento de frenado y el pistón ajustable del cilindro de freno principal, así como a partir de que se abandona el área jump- in, puede realizarse por ejemplo de manera que durante el control del sistema de frenado en el primer modo de funcionamiento se determina o deriva una variable de presión real con respecto a la presión de frenado que se encuentra presente en la segunda pinza de freno de la rueda, en la cuarta pinza de freno de la rueda y/o en el cilindro de freno principal, y se la compara con una variable de presión deseada predeterminada. (En teoría, la primera válvula de entrada de la rueda y/o la tercera válvula de entrada de la rueda, en el caso de una variable de presión real por encima de la variable de presión deseada, mediante la primera señal de control de la válvula IE13, pueden ser controladas en el estado al menos parcialmente abierto, de manera que la presión de frenado en la segunda pinza de freno de la rueda se reduce en una diferencia de presión que corresponde a una desviación de la variable de presión real de la variable de presión deseada. Lo mencionado puede lograrse mientras que se impide el aumento de la presión de frenado de la primera pinza de freno de la rueda a pesar de la intensidad de accionamiento distinta de cero). De manera correspondiente, en el caso de una variable de presión real por debajo de la variable de presión deseada, al menos una bomba puede ser activada de manera que un volumen de líquido de frenos correspondiente a la desviación es bombeado desde una cámara de acumulación hacia el primer circuito de frenos. De este modo puede lograrse también un aumento de una presión que se encuentra presente en la segunda pinza de freno de la rueda, en la cuarta pinza de freno de la rueda y/o en el cilindro de freno principal.

De este modo, no sólo puede garantizarse que el conductor, a partir de la presencia de un contacto de transmisión de fuerzas entre el elemento de accionamiento de frenado y el pistón ajustable del cilindro de freno principal, así como a partir de que se abandona el área jump - in, tenga una sensación preferente del accionamiento de frenado (según el estándar), sino también que se pueda regular una relación deseada de las variables entre el par de frenado del generador bg y el par de frenado hidráulico bh24 de la segunda pinza de freno de la rueda y de la cuarta pinza de freno de la rueda. A modo de ejemplo, entre los momentos t2 y t3 se regula de 2/3 a 1/3 la relación de las variables entre el par de frenado del generador bg y el par de frenado hidráulico bh24 de la segunda pinza de freno de la rueda y de la cuarta pinza de freno de la rueda, así como entre el par de frenado parcial bges1 ejercido sobre el primer eje y el par de frenado parcial bges2 ejercido sobre el segundo eje. Esto garantiza una distribución ventajosa del par de frenado en los ejes del vehículo a pesar de un par de frenado hidráulico bh13 de la primera pinza de freno de la rueda y de la tercera pinza de freno de la rueda igual a cero, en el caso de un generador activado.

En el ejemplo de las figuras 4A a 4D el par de frenado del generador bkann que puede ser realizado es temporalmente constante y se ubica siempre por encima del 66% del par de frenado total deseado bges predeterminado por el conductor. A continuación se describirá el hecho de que el método puede reaccionar también frente a un aumento o una reducción del par de frenado del generador.

Las figuras 5A a 5D muestran cuatro sistemas de coordenadas para representar una segunda forma de ejecución del método. (Con respecto a las abscisas y a las ordenadas se remite a las explicaciones relativas a las figuras 4A a 4D.)

40 A partir del momento t4 disminuye el par de frenado del generador bkann que puede ser realizado. Las razones para la disminución del par de frenado del generador bkann que puede ser realizado pueden ser por ejemplo una velocidad actual del vehículo por debajo de una velocidad mínima ventajosa para la utilización del generador y/o un estado de carga comparativamente elevado de la batería.

45 A partir del momento t5, el par de frenado del generador bkann que puede ser realizado es menor que el 66% del par de frenado total deseado bges predeterminado por el conductor. No obstante, el método también puede reaccionar frente a esa situación. Para ello, la primera válvula de salida de la rueda y la tercera válvula de salida de la rueda pueden ser cerradas. Por ejemplo, en el caso de una realización cerrada sin corriente puede ser emitida hacia la primera válvula de salida de la rueda y hacia la tercera válvula de salida de la rueda una tercera señal de control de la válvula IA13 igual a cero. En correspondencia con la disminución del par de frenado del generador bkann que puede ser realizado, al mismo tiempo, mediante al menos una bomba, volumen proveniente desde las cámaras de acumulación puede ser conducido nuevamente hacia el circuito de frenos. Sin embargo, ese volumen no conduce/apenas conduce a un aumento de la fuerza opuesta en el elemento de accionamiento de frenado, ya que el volumen equivalente, mediante la primera válvula de entrada de la rueda y la tercera válvula de entrada de la rueda, puede ser desplazado hacia la primera pinza de freno de la rueda y hacia la tercera pinza de freno de la rueda. La presión en los circuitos de frenos y, con ello, también la fuerza opuesta en el elemento de accionamiento de frenado, permanecen constantes. El volumen adicional conduce a un aumento del par de frenado hidráulico hb13 de la primera pinza de freno de la rueda y de la tercera pinza de freno de la rueda. De manera preferente, el par de frenado hidráulico hb13 de la primera pinza de freno de la rueda y de la tercera pinza de freno de la rueda puede aumentarse de manera que, a pesar de una capacidad de utilización limitada del generador a partir del tiempo t5, la

suma del par de frenado del generador bg, del par de frenado hidráulico hb13 de la primera pinza de freno de la rueda y de la tercera pinza de freno de la rueda, y del par de frenado hidráulico bh24 de la segunda pinza de freno de la rueda y de la cuarta pinza de freno de la rueda, corresponde al par de frenado total deseado bges (deseo de frenado del conductor).

- 5 A partir del momento t6 el volumen completo empujado previamente es conducido nuevamente hacia el respectivo circuito de frenos, donde se frena estrictamente de forma hidráulica (bg igual a cero). Sin embargo, la diferencia no es perceptible para el conductor.

10 También en el área jump - in, en el caso de un deseo de frenado actual del conductor por encima del par de frenado del generador bkann que puede ser realizado puede frenarse tanto de forma regenerativa, como también de forma hidráulica. Si el par de frenado total deseado bges supera ya en el área jump - in el par de frenado del generador bkann que puede ser realizado, entonces la segunda válvula de salida de la rueda y la cuarta válvula de salida de la rueda se cierran nuevamente. Cualquier otro aumento del par de frenado total deseado bges y el volumen empujado debido a ello desde el cilindro de freno principal conducen a un aumento de la presión de frenado en la segunda pinza de freno de la rueda y en la cuarta pinza de freno de la rueda. También en este caso la suma del par de frenado del generador y del par de frenado hidráulico bh24 de la segunda pinza de freno de la rueda y de la cuarta pinza de freno de la rueda corresponde al par de frenado total deseado bges. Debido a la ausencia del acoplamiento mecánico, la fuerza opuesta causada a través del aumento de presión hidráulico no es respaldada por el elemento de accionamiento de frenado, sino solamente por la fuerza de intensificación. De este modo, la modificación de la fuerza opuesta no es perceptible para el conductor durante el accionamiento del elemento de accionamiento de frenado.

20 Las figuras 6A a 6C muestran tres sistemas de coordenadas para representar una segunda forma de ejecución del método. (Con respecto a las abscisas y a las ordenadas se remite a las explicaciones relativas a las figuras 4A a 4C.)

25 Si el par de frenado del generador bkann que puede ser realizado (par de frenado del generador posible) aumenta durante un frenado, tal como es el caso en el ejemplo de ejecución representado a partir del momento t7, entonces el par de frenado del generador bg puede aumentar en correspondencia con el aumento del par de frenado del generador bkann que puede ser realizado. Lo mencionado puede realizarse también aunque el conductor no predetermine una modificación de su deseo de frenado. La desaceleración demasiado elevada puede conducir al hecho de que el conductor reduzca su accionamiento del elemento de accionamiento de frenado. Sin embargo, en ese proceso se reduce solamente el par de frenado hidráulico bh24 de la segunda pinza de freno de la rueda y de la cuarta pinza de freno de la rueda. Esto conduce a una modificación perceptible de la característica de desaceleración del recorrido del pedal, debido a lo cual sin embargo se realiza una carga más rápida de la batería del vehículo y, con ello, una producción de energía aumentada.

35 De manera alternativa, el par de frenado del generador bg también puede mantenerse constante. Esa estrategia de funcionamiento ofrece la ventaja de un confort máximo, ya que el conductor no percibe ninguna modificación en la fuerza del pedal - del recorrido del pedal o en la característica de desaceleración del recorrido del pedal.

En una forma de ejecución alternativa de los métodos antes descritos puede frenarse también de forma hidráulica en el eje delantero, mientras que en el eje trasero se frena de forma regenerativa.

40 Los métodos descritos anteriormente en particular pueden formar parte de un método para operar un sistema de frenado de un vehículo con una configuración en x del circuito de frenos. No obstante, su posibilidad de ejecución no se limita a un vehículo con una configuración en x del circuito de frenos.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de control (100) para un sistema de frenado de un vehículo, con un aparato de control (10), mediante el cual el sistema de frenado puede ser controlado en un primer modo de funcionamiento, en donde al ser ejercida por un conductor una activación de un elemento de accionamiento de frenado (64) dispuesto en el sistema de frenado un aumento de presión de frenado se impide al menos en una primera pinza de freno de la rueda (53a) de un primer circuito de frenos (50) del sistema de frenado, donde una primera válvula de entrada de la rueda (74a) de la primera pinza de freno de la rueda (53a), durante el primer modo de funcionamiento, puede ser controlada al menos por momentos en un estado al menos parcialmente abierto y una primera válvula de salida de la rueda (78a) de la primera pinza de freno de la rueda (53a), durante el primer modo de funcionamiento, puede ser mantenida en un estado al menos parcialmente abierto;

caracterizado porque

mediante el aparato de control (10), de manera adicional, la primera válvula de entrada de la rueda (74a), durante el primer modo de funcionamiento, puede ser controlada al menos por momentos en un estado cerrado, una segunda válvula de entrada de la rueda (75a) de una segunda pinza de freno de la rueda (54a) del primer circuito de frenos (50), durante el primer modo de funcionamiento, puede ser controlada en un estado al menos parcialmente abierto, y una segunda válvula de salida de la rueda (79a) de la segunda pinza de freno de la rueda (54a), durante el primer modo de funcionamiento, puede ser controlada en un estado cerrado, de manera que, mientras el aumento de presión en la primera pinza de freno de la rueda (53a) se impide al ser accionado el elemento de accionamiento de frenado (64), una presión de frenado puede incrementarse en la segunda pinza de freno de la rueda (54a).

2. Dispositivo de control (100) según la reivindicación 1, donde el aparato de control (10), durante el control del sistema de frenado en el primer modo de funcionamiento, se encuentra diseñado adicionalmente para controlar la primera válvula de entrada de la rueda (74a) desde el estado cerrado hacia el estado al menos parcialmente abierto considerando una desviación de una variable de presión real (26) determinada o derivada con respecto a la presión de frenado que se encuentra presente en la segunda pinza de freno de la rueda (54a), desde una variable de presión deseada (20) predeterminada, de manera que la presión de frenado en la segunda pinza de freno de la rueda (54a) puede reducirse en una diferencia de presión correspondiente a la desviación, mientras que el aumento de presión de la primera pinza de freno de la rueda (53a) se impide al ser ejercido el accionamiento del elemento de accionamiento (64).

3. Dispositivo de control (100) según la reivindicación 2, donde el aparato de control (10), durante el control del sistema de frenado en el primer modo de funcionamiento se encuentra diseñado adicionalmente para emitir una señal de bombeo (28) a un dispositivo de bombeo (80a) del primer circuito de frenos (50) considerando la desviación de la variable de presión real (26) determinada o derivada, de la variable de presión deseada (20) predeterminada, donde a través de dicha señal el dispositivo de bombeo (80a) puede ser activado de manera que un volumen de líquido de frenos correspondiente a la desviación puede ser bombeado desde una cámara de acumulación (82a) hacia el primer circuito de frenos (50) mediante el dispositivo de bombeo (80a), de manera que la presión de frenado puede incrementarse en la segunda pinza de freno de la rueda (54a).

4. Dispositivo de control (100) según una de las reivindicaciones precedentes, adicionalmente con:

un primer dispositivo de recepción (30), mediante el cual puede ser recibida una señal de intensidad de accionamiento de frenado (38) proporcionada, con respecto a una intensidad de accionamiento (sa, sb, sc) de un accionamiento de un elemento de accionamiento de frenado (64); y un segundo dispositivo de recepción (34), mediante el cual puede ser recibida una señal de par de frenado del generador (40) proporcionada, con respecto a un par de frenado del generador ejercido o que puede ser ejercido por un generador (102);

donde el aparato de control (10) está diseñado para comparar la señal de intensidad de accionamiento de frenado (38) con una señal de intensidad umbral predeterminada (42) y/o para comparar la señal de par de frenado del generador (40) con una señal de par de frenado mínima (44) predeterminada y, en tanto la señal de intensidad de accionamiento de frenado (38) se ubique por encima de la señal de intensidad umbral (42) y/o la señal de par de frenado del generador (40) se ubique por encima de la señal de par de frenado mínima (44), está diseñado para controlar el sistema de frenado en el primer modo de funcionamiento, de lo contrario para controlarlo en al menos otro modo de funcionamiento.

5. Dispositivo de control (100) según la reivindicación 4, donde el aparato de control (10), de manera adicional, está diseñado para comparar la señal de accionamiento de frenado (38) con una señal de intensidad mínima (46) predeterminada y, en tanto al menos la señal de intensidad de accionamiento de frenado (38) se ubique entre la señal de intensidad mínima (46) y la señal de intensidad umbral (42), el sistema de frenado puede ser controlado en un segundo modo de funcionamiento, en el cual la primera válvula de entrada de la rueda (74a) puede ser controlada en el estado cerrado, la segunda válvula de salida de la rueda (78a) puede ser controlada en un estado

cerrado, la segunda válvula de entrada de la rueda (75a) puede ser controlada en el estado al menos parcialmente abierto y la segunda válvula de salida de la rueda (79a) puede ser controlada en un estado al menos parcialmente abierto.

5 6. Dispositivo de control (100) según la reivindicación 4 ó 5, donde el aparato de control (10), de manera adicional, considerando la señal de intensidad de accionamiento de frenado (38) y una señal del par de frenado del generador (40) recibida, con respecto a un par de frenado del generador (bkann) que puede ser ejercido por el generador (102), está diseñado para establecer la variable de presión deseada con respecto a una presión de frenado deseada en la segunda pinza de freno de la rueda y para establecer un modo deseado del generador, y para emitir hacia el generador (102) una señal de control del generador (49) correspondiente al modo deseado establecido.

10 7. Sistema de frenado para un vehículo con un dispositivo de control (100) según una de las reivindicaciones precedentes.

8. Sistema de frenado según la reivindicación 7, donde el sistema de frenado está diseñado para un vehículo con una configuración en x del circuito de frenos.

15 9. Sistema de frenado según la reivindicación 7 u 8, donde el sistema de frenado comprende un elemento de accionamiento de frenado (64) que se encuentra dispuesto en el cilindro de freno principal (62), de manera que en el caso de un accionamiento del elemento de accionamiento de frenado (64) con una intensidad de accionamiento (sc) a partir de una intensidad umbral (smin) correspondiente a la señal de intensidad umbral (42) una fuerza de frenado del conductor (Fb) puede ser transmitida hacia al menos un pistón (63) ajustable del cilindro de freno principal (62), mientras que en el caso de un accionamiento del elemento de accionamiento de frenado (64) con una intensidad de accionamiento (sa, sb) por debajo de la intensidad umbral (smin) se impide una transmisión de la fuerza de frenado del conductor (Fb) hacia al menos un pistón (63) ajustable.

20

10. Método para operar un sistema de frenado de un vehículo, con los pasos:

25 control del sistema de frenado en un primer modo de funcionamiento, en el cual, en el caso de un accionamiento de un elemento de accionamiento de frenado (64) dispuesto en el sistema de frenado, a través del conductor, se impide un aumento de la presión de frenado al menos en una primera pinza de freno de la rueda (53a) de un primer circuito de frenos (50) del sistema de frenado, a través del control de una primera válvula de entrada de la rueda (74a) de la primera pinza de freno (53a) durante el primer modo de funcionamiento al menos por momentos en un estado al menos parcialmente abierto y del mantenimiento de una primera válvula de salida de la rueda (78a) de la primera pinza de freno de la rueda (53a) durante el primer modo de funcionamiento en un estado al menos parcialmente abierto; caracterizado por los pasos:

30

control de la primera válvula de entrada de la rueda (74a) durante el primer modo de funcionamiento, al menos por momentos, en un estado cerrado,

control de una segunda válvula de entrada de la rueda (75a) de una segunda pinza de freno (54a) del primer circuito de frenos (50) durante el primer modo de funcionamiento en un estado al menos parcialmente abierto, y

35 control de una segunda válvula de salida de la rueda (79a) de la segunda pinza de freno de la rueda (54a) durante el primer modo de funcionamiento en un estado cerrado, debido a lo cual, mientras se impide el aumento de presión de la primera pinza de freno de la rueda (53a), una presión de frenado se incrementa en la segunda pinza de freno de la rueda (54a).

40 11. Método según la reivindicación 10, donde durante el control del sistema de frenado en el primer modo de funcionamiento se determina o deriva una variable de presión deseada con respecto a la presión de frenado presente en la segunda pinza de freno de la rueda, y se compara con una variable de presión deseada predeterminada, y donde en el caso de una variable de presión real por encima de la variable de presión deseada la primera válvula de entrada de la rueda (74a), desde el estado cerrado, es controlada en el estado al menos parcialmente abierto, de manera que la presión de frenado en la segunda pinza de freno de la rueda (54a) se reduce en una diferencia de presión correspondiente a una desviación de la variable de presión real de la variable de presión deseada, mientras que el aumento de presión de frenado de la primera pinza de freno de la rueda (53a) se impide al ser accionado el elemento de accionamiento de frenado (64).

45

12. Método según la reivindicación 11, donde en el caso de una variable de presión real por debajo de la variable de presión deseada un dispositivo de bombeo (80a) del primer circuito de frenos (50) es activado de manera que un volumen de líquido de frenos correspondiente a la desviación es bombeado mediante el dispositivo de bombeo (80a) desde una cámara de acumulación (2a) hacia el primer circuito de frenos (50), de manera que la presión de frenado aumenta en la segunda pinza de freno de la rueda (54a).

50

- 5 13. Método según una de las reivindicaciones 10 a 12, donde una intensidad de accionamiento (s_a , s_b , s_c) de un accionamiento de un elemento de accionamiento de frenado se compara con una intensidad umbral (s_{min}) predeterminada y/o un par de frenado ejercido o que puede ser ejercido por un generador es comparado con un par de frenado mínimo predeterminado, y donde, en tanto la intensidad de accionamiento (s_a , s_b , s_c) se ubique por encima de la intensidad umbral (s_{min}) y/o el par de frenado del generador se ubique por encima del par de frenado mínimo, el sistema de frenado es controlado en el primer modo de funcionamiento, donde de lo contrario es controlado en al menos otro modo de funcionamiento.
- 10 14. Método según la reivindicación 13, donde la intensidad de accionamiento (s_a , s_b , s_c) se compara con una intensidad mínima predeterminada, y donde en tanto al menos la intensidad de accionamiento de frenado (s_a , s_b , s_c) se ubique entre la intensidad mínima y la intensidad umbral (s_{min}), el sistema de frenado puede ser controlado en un segundo modo de funcionamiento, en el cual la primera válvula de entrada de la rueda (74a) es controlada en el estado cerrado, la segunda válvula de salida de la rueda (78a) es controlada en un estado cerrado, la segunda válvula de entrada de la rueda (75a) es controlada en el estado al menos parcialmente abierto y la segunda válvula de salida de la rueda (79a) es controlada en un estado al menos parcialmente abierto.
- 15 15. Método para operar un sistema de frenado de un vehículo con una configuración en x del circuito de frenos según una de las reivindicaciones 10 a 14.

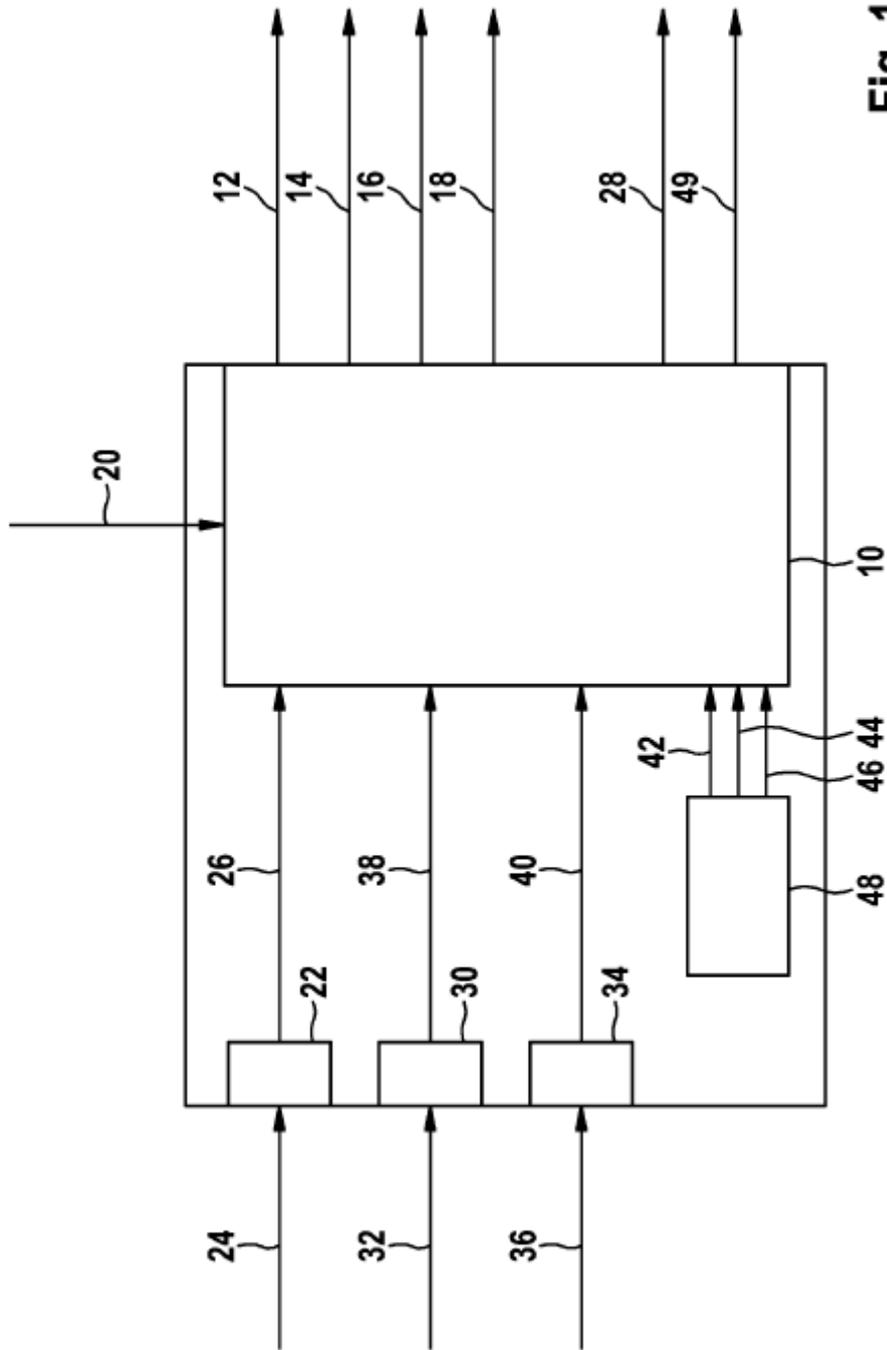


Fig. 1

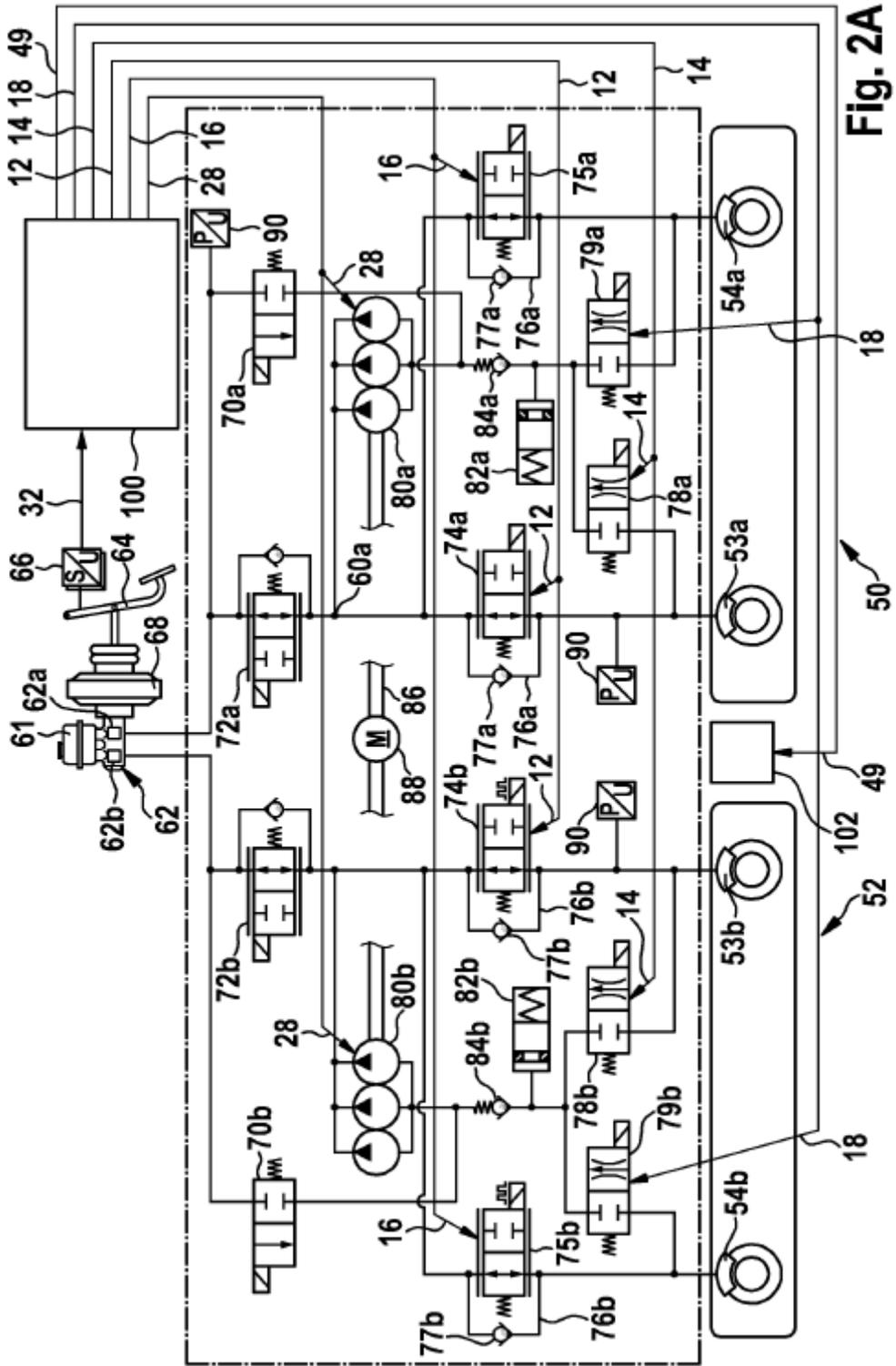


Fig. 2A

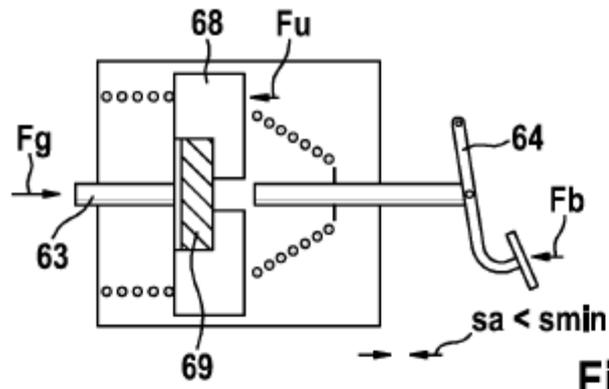


Fig. 2B

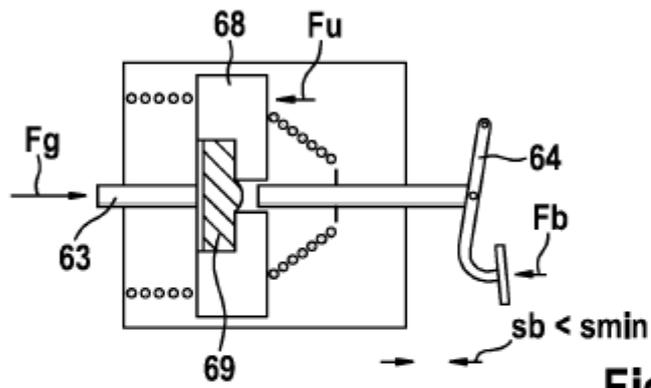


Fig. 2C

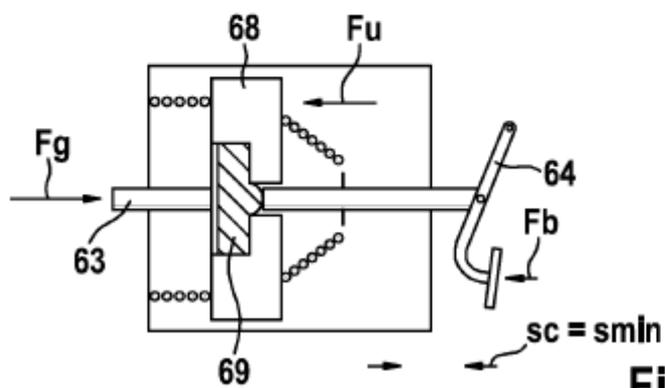


Fig. 2D

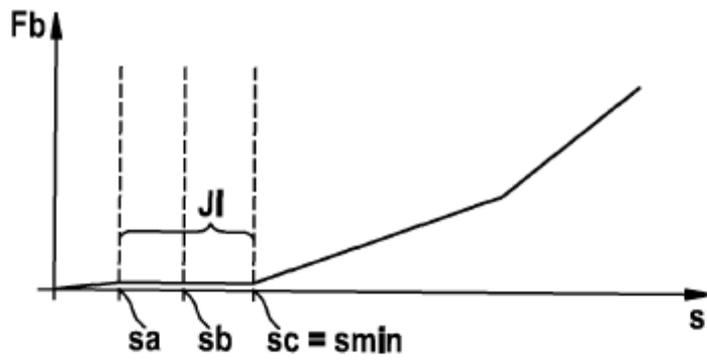


Fig. 2E

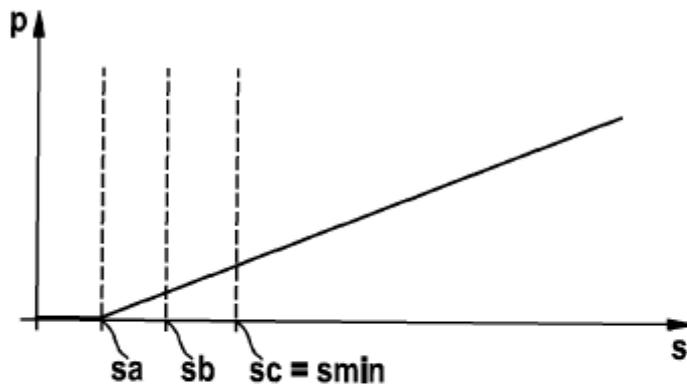


Fig. 2F

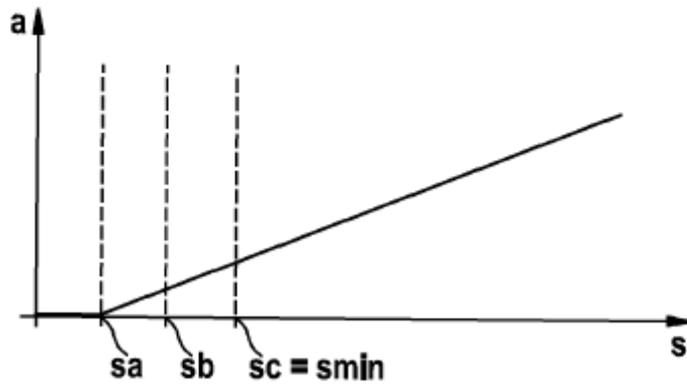


Fig. 2G

