

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 970 733**

51 Int. Cl.:

B60T 7/12 (2006.01)

B60T 8/17 (2006.01)

B60T 8/32 (2006.01)

B60T 13/26 (2006.01)

B60T 13/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.11.2018** **PCT/EP2018/081854**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.05.2019** **WO19101712**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.11.2018** **E 18811739 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.01.2024** **EP 3713800**

54 Título: **Sistema de frenado y procedimiento para controlar un freno en el sistema de frenado**

30 Prioridad:

22.11.2017 DE 102017220893

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

30.05.2024

73 Titular/es:

**KNORR-BREMSE SYSTEME FÜR
SCHIENENFAHRZEUGE GMBH (100.0%)
Moosacher Strasse 80
80809 München, DE**

72 Inventor/es:

**SCHMIDT, MAXIMILIAN y
LOUCA, SEBASTIAN**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 970 733 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

Sistema de frenado y procedimiento para controlar un freno en el sistema de frenado

La invención se refiere a un sistema de frenado según las reivindicaciones 1 y 3, en particular a un sistema de frenado para un vehículo ferroviario en el que puede producirse una situación de frenado de emergencia, y a un procedimiento según la reivindicación 9 para controlar un freno en el sistema de frenado según la reivindicación 3.

En sistemas de frenado de vehículos ferroviarios, los frenos se accionan mediante un fluido, generalmente aire comprimido, en donde la presión de alimentación en un sistema de aire comprimido del sistema de frenado se ajusta, es decir, en caso dado se reduce, mediante válvulas a una presión deseada en el cilindro de freno para activar los frenos. Durante la puesta en servicio se determina el coeficiente de fricción medio en todo el tren entre el disco de freno y la pastilla de freno, y la desaceleración objetivo necesaria se ajusta manualmente una vez en las válvulas. No se tienen en cuenta las diferencias locales en los coeficientes de fricción, es decir, los diferentes coeficientes de fricción de cada freno o grupo de frenos, que dan lugar a tolerancias en la desaceleración de todo el tren y a superaciones locales de la utilización permitida de la adherencia entre la rueda y el carril. La prueba se consigue mediante trayectos de homologación para cada par de fricción, en donde los pares de fricción deben acondicionarse o rodarse antes de los trayectos de homologación. Todo el proceso de los trayectos de homologación es muy complejo y costoso.

Sin embargo, al ajustar la desaceleración objetivo en el sistema de frenado hay que tener en cuenta que, con la misma presión en el cilindro de freno, debido a un coeficiente de fricción cambiante entre las pastillas y los discos de freno pueden producirse diferentes desaceleraciones.

En la **Fig. 1** se muestra un diagrama que representa un comportamiento de los coeficientes de fricción. En el diagrama, en las abscisas se representa la velocidad v de un vehículo ferroviario y en las ordenadas se muestran las curvas de una presión nominal I de los coeficientes de fricción II' , II'' de diferentes frenos, de las desaceleraciones resultantes III' , III'' y de la utilización máxima permitida del coeficiente de adherencia IV en función de la velocidad.

Suponiendo que en todo el rango de velocidades existe una presión nominal I constante, que se muestra con una línea continua, se obtienen la desaceleración III' en relación con la curva de coeficientes de fricción II' , que se muestra cualitativamente con una línea discontinua, y la desaceleración III'' en relación con la curva de coeficientes de fricción II'' . En el diagrama se puede ver que los coeficientes de fricción II' , II'' de diferentes frenos son cualitativamente iguales, es decir, relativamente altos en un rango de velocidades bajo y alto y relativamente bajos en el rango de velocidad medio. Sin embargo, los coeficientes de fricción II' , II'' de los diferentes frenos pueden diferir cuantitativamente a la misma presión nominal I .

La utilización máxima permitida del coeficiente de adherencia IV , como valor límite de desaceleración, no debe ser superada por la desaceleración III' , III'' para, por ejemplo, evitar que se bloquee una rueda frenada por el freno. En el diagrama se puede ver que la desaceleración III' , que se obtiene a partir de la curva de coeficientes de fricción II' , no supera la utilización máxima permitida del coeficiente de fricción IV a la presión nominal I en todo el rango de velocidades. Por otro lado, la desaceleración III'' basada en la curva de coeficientes de fricción II'' a la presión nominal I supera la utilización máxima permitida del coeficiente de adherencia IV en el rango de velocidad bajo y alto. Por esta razón, en realidad no está permitido accionar el freno con la curva de coeficientes de fricción II'' a la presión nominal I . Por esta razón, la presión nominal I para el freno tendría que reducirse con la curva de coeficientes de fricción II'' . Sin embargo, si la presión nominal se reduce excesivamente para garantizar que no se supere la utilización máxima del coeficiente de adherencia, la presión disminuye, de modo que existe el riesgo de que con coeficientes de fricción bajos no se alcance una desaceleración suficiente en el rango de velocidad medio. Por ello, en el pasado solo se evaluaban la desaceleración en todo el tren y la utilización del coeficiente de adherencia en todo el tren y se toleraban desviaciones locales.

Durante un frenado de servicio del vehículo ferroviario, es decir, un frenado durante el funcionamiento normal, actualmente existe la posibilidad de regular la presión del cilindro de freno en función de la velocidad, de modo que sea menor en el rango de velocidad bajo y alto que en el rango de velocidad medio, de modo que la desaceleración dependiente de la presión del cilindro de freno y del coeficiente de fricción sean aproximadamente constantes.

Sin embargo, en los sistemas de frenado de los vehículos ferroviarios se producen fallos de funcionamiento en los que puede producirse un corte de corriente, y situaciones de frenado de emergencia. En estos casos, las electroválvulas para controlar los cilindros de freno se desactivan, con lo que las electroválvulas se conmutan a paso. De este modo se aplica a los cilindros de freno una presión nominal del cilindro de freno presente en el sistema de aire comprimido, sin que sea posible una regulación negativa en el rango de velocidad bajo y alto.

El documento US 2013/338860 A1 da a conocer un sistema de frenado para un vehículo ferroviario con una unidad de control para controlar un freno asociado, en donde la unidad de control controla el freno con una presión de cilindro de freno multiplicada en función de una magnitud de influencia específica del freno.

En el documento US 2015/130267 A1 se da a conocer un dispositivo de válvula de control para un freno de vehículo ferroviario, en el que, en estado sin tensión, se transmite una presión de un depósito de aire comprimido, que puede estar limitada mediante un dispositivo de válvula, a una válvula de relé para controlar un freno asociado en función de la presión en caso dado limitada del depósito de aire comprimido.

- 5 De ello surge el objetivo de proporcionar un sistema de frenado que tenga en cuenta el cumplimiento de los valores límite de desaceleración incluso en caso de avería con un corte de corriente o en una situación de frenado de emergencia.

El objetivo se consigue mediante un sistema de frenado según la reivindicación 1 y un procedimiento según la reivindicación 13. Otros perfeccionamientos ventajosos son objeto de las reivindicaciones dependientes.

- 10 Al proporcionar un sistema de frenado según la invención para un vehículo ferroviario con una unidad de control con un dispositivo de almacenamiento, es posible almacenar de forma robusta una magnitud de influencia específica del freno en una desaceleración como una magnitud de influencia, es decir, prácticamente un factor de corrección, para un freno asociado. En esta magnitud de influencia específica del freno se pueden tener en cuenta influencias constantes del sistema de frenado. En este contexto, robusto significa que la magnitud de influencia permanece almacenada y se puede acceder a ella incluso en caso de un corte de corriente, de modo que en caso de un corte de corriente también es posible un frenado teniendo en cuenta la magnitud de influencia específica del freno para cumplir con los valores límite de desaceleración.

Si el dispositivo de almacenamiento está configurado ventajosamente como un dispositivo de almacenamiento de tecnología de fluidos o mecánico, es posible almacenar de forma sencilla y robusta la magnitud de influencia.

- 20 En un modo de realización con el dispositivo de almacenamiento de tecnología de fluidos, el sistema de frenado está provisto ventajosamente de un tramo de conducto de fluido bloqueable como dispositivo de almacenamiento. En el tramo de conducto de fluido bloqueable se puede almacenar una presión de fluido como presión piloto nominal, basada en la magnitud de influencia en el tramo de conducto de fluido. La presión del fluido se puede cambiar fácilmente en función de la magnitud de influencia. Entonces, el sistema de frenado controla el freno asociado en función de la presión piloto nominal bloqueada para cumplir con los valores límite de desaceleración.

En un perfeccionamiento ventajoso del sistema de frenado está previsto un sensor de presión en el tramo de conducto de fluido bloqueable. Este sensor de presión permite no solo ajustar la presión piloto nominal en el tramo de conducto de fluido bloqueable a través de un control de avance, sino también regular con precisión la presión piloto predeterminada para cumplir con los valores límite de desaceleración.

- 30 Si el tramo de conducto de fluido bloqueable está conectado ventajosamente con un multiplicador de presión, la presión piloto nominal se puede multiplicar a una presión nominal del cilindro de freno, en donde la presión de cilindro de freno nominal para cada uno de los frenos o grupos de frenos asociados puede ser diferente. La presión de cilindro de freno nominal es aquí una presión de cilindro de freno máxima que, teniendo en cuenta las magnitudes de influencia específicas del freno, evita que se superen los valores límite de desaceleración, incluso si se introduce directamente en un cilindro de freno.

En un modo de realización alternativo, el sistema de frenado está provisto ventajosamente de un dispositivo de almacenamiento con un actuador mecánico. El actuador mecánico permite almacenar de forma sencilla y robusta la magnitud de influencia específica del freno. El freno asociado se puede controlar entonces de forma sencilla a través de una unidad de regulación de presión ajustable mecánicamente y un multiplicador de presión, correspondientemente a una posición del actuador mecánico que tiene en cuenta la magnitud de influencia específica del freno.

- 40 Si la unidad de regulación de presión ajustable mecánicamente funciona ventajosamente según el principio de un sistema de brazo de balanza, se pueden tener en cuenta fácilmente tanto una magnitud de influencia específica del freno como otras magnitudes de influencia.

Si la unidad de regulación de presión ajustable mecánicamente funciona ventajosamente según el principio de un sistema de brazo de balanza, se pueden tener en cuenta fácilmente tanto una magnitud de influencia específica del freno como otras magnitudes de influencia.

- 45 Ventajosamente, el sistema de frenado está provisto de un regulador de presión en un conducto de conexión entre el multiplicador de presión y el freno asociado. El regulador de presión puede convertir fácilmente la presión nominal del cilindro de freno del multiplicador de presión en una presión de cilindro de freno actual necesaria en función de una solicitud de frenado durante un frenado de servicio. En caso de una señal de frenado de emergencia o de un corte de corriente, el regulador de presión se activa simplemente de modo que la presión nominal del cilindro de freno se transmita al freno asociado para lograr la desaceleración máxima teniendo en cuenta la magnitud de influencia.

- 50 Si el sistema de frenado tiene ventajosamente una entrada de señales a través de la cual se puede introducir en el sistema de frenado una magnitud de una carga en función de un estado de carga, es decir, de un peso de una sección del vehículo ferroviario, además de la magnitud de influencia específica del freno también se puede tener en cuenta fácilmente una magnitud de influencia que varía en función del peso de una carga o de las personas transportadas.

La magnitud de influencia específica del freno incluye ventajosamente una magnitud de influencia basada en una curva de coeficientes de fricción dependiente de la velocidad. De este modo, la presión nominal del cilindro de freno se puede seleccionar mediante el multiplicador de presión de tal modo que, en la medida de lo posible, justo no se supere la utilización del coeficiente de adherencia entre la rueda y el carril, que depende de un coeficiente de fricción predeterminado. Esto ofrece la posibilidad de que una desaceleración en un rango de velocidad medio sea lo más grande posible sin superar la utilización del coeficiente de adherencia.

Ventajosamente, el sistema de frenado está provisto de varios frenos y de varias unidades de control, que están asociadas en cada caso al menos a uno de los frenos. Mediante la previsión de varias unidades de control, la magnitud de influencia específica del freno almacenada en cada caso se puede utilizar para un único freno o para un grupo de unos pocos frenos, por ejemplo, para un *bogie*. Al ajustar el control de los frenos es necesario seleccionar la presión nominal del cilindro de freno en un valor tan bajo que la desaceleración del freno con el mayor coeficiente de fricción tampoco supere la utilización del coeficiente de adherencia. Por este motivo es posible que otros frenos con un menor coeficiente de fricción debido a la misma baja presión nominal del cilindro de freno contribuyan demasiado poco a una desaceleración total, de modo que no se pueda alcanzar una desaceleración total requerida. Por ello resulta ventajoso seleccionar un grupo de frenos controlados por una unidad de control lo más pequeño posible, de modo que una presión nominal baja del cilindro de freno, provocada por el freno con el mayor coeficiente de fricción, actúe sobre el menor número posible de frenos. Por lo tanto, los frenos restantes se pueden controlar con una mayor presión del cilindro de freno, de modo que la desaceleración total sea la mayor posible.

En un perfeccionamiento ventajoso del sistema de frenado, éste está provisto de una unidad de detección para detectar un coeficiente de fricción actual del freno o de los frenos. Con esta unidad de detección, el coeficiente de fricción actual se puede detectar fácilmente una vez o de forma periódica.

Mediante la provisión de un procedimiento según la invención, en el que se almacena la magnitud de influencia específica del freno en una desaceleración del vehículo ferroviario, es posible controlar el freno asociado con la presión nominal del cilindro de freno en función de la magnitud de influencia específica del freno en caso de presencia de una señal de frenado de emergencia o de un corte de corriente, de modo que en estos casos no se supere la utilización del coeficiente de adherencia. En el caso del frenado de servicio, la presión nominal del cilindro de freno se puede modificar según una señal de freno de servicio de modo que se alcance la desaceleración deseada, pero que tampoco se supere la utilización del coeficiente de adherencia.

En un perfeccionamiento ventajoso del procedimiento, en el que la magnitud de influencia específica del freno se almacena periódicamente, es posible reaccionar, por ejemplo, ante condiciones ambientales cambiantes, como una temperatura ambiental o humedad en el carril o en el disco de freno. Además, esto puede reducir el esfuerzo en caso de trayectos de homologación, ya que no es necesario acondicionar o hacer funcionar pares de fricción (pastilla de freno/disco de freno/rueda) antes de los trayectos de homologación. Además, es posible minimizar los trayectos de homologación para diferentes pares de fricción.

Si la magnitud de influencia se almacena ventajosamente superponiendo la magnitud de influencia específica del freno y una magnitud de influencia específica de la carga en función de la magnitud de la carga debida al peso del vehículo ferroviario, la presión nominal del cilindro de freno también se puede corregir de forma sencilla en función de la carga, es decir, en función del peso del coche.

Mediante el almacenamiento robusto ventajoso de la magnitud de influencia a través del bloqueo de una presión de fluido predeterminada como presión piloto nominal en un tramo de conducto de fluido bloqueable y la multiplicación a la presión nominal del cilindro de freno, se puede evitar que se supere la utilización del coeficiente de adherencia tanto en el caso de la señal de frenado de emergencia o en caso de un corte de corriente, como durante el frenado de servicio.

Mediante un almacenamiento ventajoso y robusto de la magnitud de influencia a través del ajuste de una posición predeterminada del actuador en función de la magnitud de influencia y su multiplicación a la presión nominal del cilindro de freno, se puede evitar que se supere la utilización del coeficiente de adherencia tanto en el caso de la señal de frenado de emergencia o en el caso de un corte de corriente, como durante el frenado de servicio.

Si la magnitud de influencia específica del freno incluye ventajosamente una curva de coeficientes de fricción dependiente de la velocidad con coeficientes de fricción predeterminados dependientes de la velocidad, se puede tener en cuenta en cada una de las unidades de control la influencia de la curva de coeficientes de fricción de los frenos asociados sobre la desaceleración. Por lo tanto, la presión nominal del cilindro de freno se puede seleccionar de modo que no se supere la utilización del coeficiente de adherencia.

En otro perfeccionamiento ventajoso del procedimiento, en el que se detectan los coeficientes de fricción actuales del freno como coeficientes de fricción predeterminados, se puede reducir el esfuerzo en los trayectos de homologación, ya que el acondicionamiento o el rodaje de los pares de fricción (pastilla de freno/disco de freno/rueda) antes de los trayectos de homologación ya no son necesarios. También es posible minimizar los trayectos de homologación para diferentes pares de fricción.

En caso de presencia de varios frenos o grupos de frenos, ventajosamente se detecta el coeficiente de fricción actual para uno solo de los frenos o para uno solo de los grupos de frenos. Esto permite cumplir localmente con la utilización máxima permitida del coeficiente de adherencia no solo en todo el tren, sino también localmente, en el caso de del frenado de emergencia o del corte de corriente. Esto permite reducir la tolerancia de la desaceleración en todo el tren, incluso en caso de un corte de corriente o una caída de tensión. Por último, también es posible el uso de diferentes pares de fricción en el vehículo ferroviario sin necesidad de realizar trayectos de homologación especiales.

La invención se explicará ahora por medio de un ejemplo de realización con referencia a los dibujos adjuntos.

En particular se muestran:

Fig. 1 un diagrama que representa un comportamiento de los coeficientes de fricción;

Fig. 2 una estructura esquemática de un sistema de frenado según la invención en una primera realización;

Fig. 3 una estructura esquemática de un dispositivo de control de un sistema de frenado según la invención en una segunda realización; y

Fig. 4 una representación esquemática de un ejemplo de una unidad de regulación de presión con un dispositivo de almacenamiento mecánico.

En la **Fig. 2** se muestra una estructura esquemática de un sistema 1 de frenado según la invención para un vehículo ferroviario en un primer modo de realización. El sistema 1 de frenado presenta una unidad 2 de control y dos frenos 3 asociados con la unidad 2 de control para generar una desaceleración del vehículo ferroviario. Los frenos 3 son controlados por la unidad 2 de control. Alternativamente, la unidad 2 de control puede tener asociados solo un freno 3 o más de dos frenos 3.

La unidad 2 de control presenta un regulador 4 de presión, que incluye dos electroválvulas 5', 5" y un sensor 6 de presión. Además, en la unidad 2 de control está previsto un multiplicador 7 de presión. El regulador 4 de presión y el multiplicador 7 de presión están conectados mediante un tramo 8 de conducto de fluido que se puede bloquear mediante el regulador 4 de presión y el multiplicador 7 de presión, con lo que se forma un dispositivo de almacenamiento de tecnología de fluidos para almacenar una presión de fluido predeterminada. La presión de fluido predeterminada se ajusta como presión piloto nominal en función de magnitudes de influencia en la desaceleración del vehículo ferroviario, en particular magnitudes de influencia específicas de los frenos.

La presión piloto nominal es detectada por el sensor 6 de presión, de modo la presión piloto nominal no solo se puede controlar, sino también regular, en función de las magnitudes de influencia. En modos de realización alternativos, el sensor 6 de presión no es forzosamente necesario, en cuyo caso solo se controla la presión piloto nominal en función de las magnitudes de influencia.

La electroválvula 5', adyacente al tramo 8 de conducto de fluido bloqueable, y el multiplicador 7 de presión están realizados y conectados de tal modo que, si se pierde una señal de control, no es posible el paso de un fluido contenido en el tramo 8 de conducto de fluido bloqueable, de modo que la presión piloto nominal se mantiene, por ejemplo, en caso de un corte de corriente. De este modo, las magnitudes de influencia, en particular una magnitud de influencia específica del freno, se almacenan de forma robusta. Alternativamente también es posible una disposición de otros componentes, siempre que se garantice que, en caso de pérdida de la señal de control, la presión piloto nominal permanezca almacenada en el tramo 8 de conducto de fluido bloqueable.

El multiplicador 7 de presión multiplica la presión piloto nominal almacenada en función de las magnitudes de influencia a una presión nominal del cilindro de freno. Con esta presión nominal del cilindro de freno se pueden controlar los frenos 3 asociados en función de las magnitudes de influencia. La presión nominal del cilindro de freno es una presión máxima del cilindro de freno con la que se pueden controlar los frenos 3.

En el sistema 1 de frenado están previstos reguladores 9 de presión de freno en un conducto de conexión entre el multiplicador 7 de presión y los frenos 3 asociados. Los reguladores 9 de presión de freno se controlan según una solicitud de frenado y regulan la presión nominal del cilindro de freno proporcionada por el multiplicador 7 de presión a una presión del cilindro de freno requerida en función de la solicitud de frenado, con la que se controlan los respectivos frenos 3. Los reguladores 9 de presión de freno están realizados y conectados de tal modo que, si se pierde una señal de control, es posible un paso de líquido en el conducto de conexión, de manera que los frenos se controlan con la presión nominal del cilindro de freno.

Debido a su diseño, los frenos 3 presentan en cada caso una curva de coeficientes de fricción dependiente de la velocidad. Esta curva de coeficientes de fricción dependiente de la velocidad se utiliza como uno de los factores de influencia específicos del freno para ajustar la presión piloto nominal. Alternativamente, no es forzosamente necesario tener en cuenta la curva de coeficientes de fricción como factor de influencia específico del freno, utilizándose, por ejemplo, un nivel de eficiencia de la mecánica de freno como factor de influencia específico del freno.

El sistema 1 de frenado presenta un dispositivo 12 de detección del coeficiente de fricción, por ejemplo, un sensor de par con una unidad de evaluación, para detectar un coeficiente de fricción actual dependiente de la velocidad. El dispositivo 12 de detección del coeficiente de fricción está conectado a la unidad 2 de control a través de una entrada 10 de señales para proporcionar a la unidad 2 de control los coeficientes de fricción dependientes de la velocidad para su posterior procesamiento y almacenamiento. Los coeficientes de fricción dependientes de la velocidad para la curva de coeficientes de fricción dependiente de la velocidad se pueden determinar a través de una detección durante la puesta en servicio del vehículo ferroviario o durante los trayectos de homologación. En el presente modo de realización, con el dispositivo 12 de detección del coeficiente de fricción se pueden detectar los coeficientes de fricción dependientes de la velocidad mientras el vehículo ferroviario está en marcha, por ejemplo, durante frenados de servicio.

La unidad 2 de control también presenta una entrada 11 de señales. La entrada 11 de señales está conectada a un medio de detección para detectar un estado de carga del vehículo ferroviario. A través de la entrada 11 de señales se puede introducir una señal de carga generada en función del estado de carga del vehículo ferroviario, que representa, por ejemplo, el peso de una sección del vehículo ferroviario, por ejemplo una caja de coche y los pasajeros que se encuentran en ella. La unidad 2 de control tiene en cuenta la señal de carga como un factor de influencia específico de la carga al determinar la presión piloto nominal, de modo que los frenos 3 también se controlan en función de la magnitud de la carga.

En la **Fig. 3** se muestra una estructura esquemática de una unidad 2 de control de un sistema de frenado según la invención en un segundo modo de realización. El sistema de frenado según el segundo modo de realización se diferencia del sistema de frenado según el primer modo de realización, entre otras cosas, en que la unidad 2 de control presenta un dispositivo de almacenamiento mecánico. El resto de piezas y funciones del sistema de frenado que son esenciales para la invención son comparables y, por tanto, no se describirán de nuevo.

La unidad 2 de control del segundo modo de realización del sistema 1 de frenado presenta un regulador 13 de presión para ajustar una presión de alimentación para los frenados de servicio. Además, en la unidad 2 de control están previstas una válvula 14 de conmutación, que puede proporcionar una presión de alimentación para un frenado de emergencia evitando el regulador 13 de presión, y una válvula 15 reductora de presión. La válvula 15 reductora de presión reduce la presión de alimentación a una presión de frenado de emergencia máxima admisible.

La unidad 2 de control también presenta el multiplicador 7 de presión para multiplicar la presión piloto o la presión máxima admisible del frenado de emergencia a la presión nominal del cilindro de freno, que luego se procesa adicionalmente como en el sistema 1 de frenado del primer modo de realización.

En la **Fig. 3** también se muestra que la unidad 2 de control presenta conexiones 17 de presión de alimentación, una conexión 18 de presión de carga y una conexión 19 de presión del cilindro de freno. Una de las conexiones 17 de presión de alimentación está conectada en paralelo al regulador 13 de presión y a la válvula 14 de conmutación para proporcionar una presión piloto a partir de los mismos, como se ha mencionado más arriba. La otra de las conexiones 17 de presión de alimentación está conectada al multiplicador 7 de presión para que sea traducida en éste a la presión nominal del cilindro de freno, que se transmite a los frenos a través de la conexión 19 de presión del cilindro de freno.

La conexión 18 de presión de carga está conectada al multiplicador 7 de presión en la unidad 2 de control. El otro lado de la conexión 18 de presión de carga está conectado a una suspensión neumática del vehículo ferroviario fuera de la unidad 2 de control, de modo que la magnitud de influencia específica de la carga se puede detectar y procesar mediante una presión de aire introducida en la unidad 2 de control.

El multiplicador 7 de presión en este modo de realización del sistema 1 de frenado presenta una unidad 16 de regulación de presión ajustable mecánicamente que funciona según el principio de un sistema 21 de brazo de balanza y que presenta un dispositivo de almacenamiento mecánico.

La **Fig. 4** muestra una representación esquemática de un ejemplo de la unidad 16 de control de presión ajustable mecánicamente con el dispositivo de almacenamiento mecánico.

La unidad 16 de regulación de presión está conectada a la conexión 17 de presión de alimentación y a la conexión 19 de presión del cilindro de freno. Además, la unidad 16 de regulación de presión está conectada a una conexión 20 de presión piloto, a través de la cual, como se ha mencionado más arriba, se pone a disposición la presión piloto o la presión máxima del frenado de emergencia.

A continuación se explicará en principio el sistema 21 de brazo de balanza. El sistema 21 de brazo de balanza presenta un brazo 22 de balanza que puede girar alrededor de un punto 23 de giro. En ambos extremos del brazo 22 de balanza está acoplado en cada caso un empujador que presiona el brazo 22 de balanza. Uno de los empujadores presiona el brazo 22 de balanza con una fuerza basada en la presión piloto, y el otro de los empujadores presiona con una fuerza basada en la presión de alimentación y controla la presión del cilindro de freno. El punto 23 de giro se puede desplazar a lo largo del brazo 22 de balanza, de modo que se puede cambiar la relación de los brazos de palanca de los dos empujadores. De este modo se puede ajustar la magnitud de la influencia de la presión piloto sobre la presión del cilindro de freno.

La influencia de la presión piloto ahora se almacena de forma robusta en función de las magnitudes de influencia, es decir, la magnitud de influencia específica del freno y la magnitud de influencia específica de la carga. Alternativamente, no es necesario que se almacenen las dos magnitudes de influencia; también es posible que se almacene solo una de las magnitudes de influencia o también otra magnitud de influencia.

5 Para almacenar la magnitud de influencia específica del freno está prevista una unidad lineal 25 eléctrica representada esquemáticamente, que está conectada al vástago de embolo de un cilindro 24 de carga. La unidad lineal 25 eléctrica presenta como actuador mecánico un husillo que está conectado al punto 23 de giro y que adopta una posición en función de la magnitud de influencia específica del freno. La unidad lineal 25 eléctrica se controla aquí basándose en la curva de coeficientes de fricción de los frenos 3, de modo que la posición del actuador mecánico y, por lo tanto, del
10 punto 23 de giro cambia. Esto también modifica la magnitud de la influencia de la presión piloto sobre la presión del cilindro de freno, de modo que los frenos se controlan en función de la posición del actuador mecánico. En caso de un corte de corriente, la unidad lineal 25 ya no recibe corriente y la posición del actuador mecánico permanece inalterada, con lo que la magnitud de influencia específica del freno se almacena de forma robusta.

15 La magnitud de influencia específica de la carga se almacena con ayuda del cilindro 24 de carga. La presión actual de la suspensión neumática actúa sobre un émbolo del cilindro 24 de carga, que es de efecto simple, de modo que el punto 23 de giro se ajusta a través de un vástago de émbolo como actuador mecánico en función de la magnitud de la carga y adopta una posición en función de la magnitud de influencia específica de la carga. Dado que aquí no se utiliza ningún componente eléctrico, la posición no cambia en caso de un corte de corriente. Por lo tanto, la influencia de la carga se puede almacenar de forma robusta incluso en caso de un corte de corriente y el freno se controla en
20 función de la posición del actuador mecánico.

En modos de realización alternativos, los dispositivos de almacenamiento no se limitan a la unidad lineal 25 eléctrica para la magnitud de influencia específica del freno y al cilindro 24 de carga para la magnitud de influencia específica de la carga. Es posible, por ejemplo, utilizar cilindros de carga tanto para la magnitud de influencia específica de la carga como para la magnitud de influencia específica del freno. Por otro lado, alternativamente también existe la
25 posibilidad de utilizar unidades lineales eléctricas para las dos magnitudes de influencia, en cuyo caso la señal de carga también se convierte en una señal eléctrica, que luego se almacena a través de la posición del actuador de la unidad lineal eléctrica. Además, los dispositivos de almacenamiento no se limitan a la unidad lineal 25 eléctrica y un cilindro de fluido, sino que se pueden usar otros actuadores que permitan ajustar la posición predeterminada del actuador mecánico.

30 Durante el funcionamiento se detecta una magnitud de influencia específica del freno para controlar los frenos en el sistema de frenado. Esto tiene lugar durante la puesta en servicio del vehículo ferroviario o durante los trayectos de homologación. En los sistemas de frenado que presentan el dispositivo 12 de detección del coeficiente de fricción, la detección de la curva de coeficientes de fricción también puede tener lugar durante el funcionamiento, detectándose otros factores de influencia, por ejemplo la eficiencia de la mecánica de freno, a través de dispositivos correspondientes
35 también durante el funcionamiento o solo durante la puesta en servicio o los trayectos de homologación. La magnitud de influencia específica del freno se almacena de forma robusta en el dispositivo de almacenamiento de la unidad de control de los respectivos frenos, por ejemplo en la unidad de almacenamiento mecánica o en la unidad de almacenamiento de tecnología de fluidos y, por lo tanto, se conserva incluso en caso de un corte de corriente.

40 En caso de presencia de una señal de frenado de emergencia o un corte de corriente en el sistema de frenado, los frenos se controlan con una presión nominal del cilindro de freno, que se multiplica en función de la magnitud de influencia específica del freno almacenada.

En caso de presencia de una señal de freno de servicio, los frenos se controlan con una presión de cilindro de freno, que es una presión nominal de cilindro de freno modificada según los requisitos del freno. De este modo también se garantiza que no se supere una utilización del coeficiente de adherencia para cada freno.

45 La magnitud de influencia específica del freno, que puede incluir la curva de coeficientes de fricción dependiente de la velocidad con los coeficientes de fricción predeterminados dependientes de la velocidad, se almacena periódicamente para disponer de los valores más actuales posible. Alternativamente, la magnitud de influencia específica del freno se detecta y almacena una sola vez, por ejemplo durante la puesta en servicio o los trayectos de homologación.

50 La magnitud de influencia específica del freno y la magnitud de influencia específica de la carga se superponen como magnitud de influencia dependiente de una magnitud de la carga en función del peso del vehículo ferroviario y se almacenan de forma robusta en función de los factores de influencia superpuestos.

55 En caso de presencia del dispositivo de almacenamiento neumático, la magnitud de influencia se almacena de forma robusta en el tramo de línea de fluido bloqueable bloqueando la presión de fluido predeterminada en función de la magnitud de influencia y la presión nominal del cilindro de freno se multiplica en función de la presión de fluido bloqueada en el tramo de conducto de fluido bloqueable.

En caso de presencia del dispositivo de almacenamiento mecánico, la magnitud de influencia se almacena de forma robusta ajustando la posición predeterminada del actuador basada en la magnitud de influencia, y la presión nominal del cilindro de freno se multiplica en función de la posición del actuador mecánico mediante una unidad de regulación de presión ajustable mecánicamente.

- 5 En particular, cuando está prevista la unidad de detección para detectar el coeficiente de fricción actual dependiente de la velocidad, los coeficientes de fricción actuales del freno dependientes de la velocidad se detectan como coeficientes de fricción predeterminados dependientes de la velocidad, en donde, en caso de presencia de varios frenos o grupos de frenos, el coeficiente de fricción actual se detecta para uno solo de los frenos o de los grupos de frenos.

10 **Lista de símbolos de referencia**

- | | | |
|----|----|--|
| | 1 | Sistema de frenado |
| | 2 | Unidad de control |
| | 3 | Freno |
| | 4 | Regulador de presión |
| 15 | 5 | Electroválvula |
| | 6 | Sensor de presión |
| | 7 | Multiplicador de presión |
| | 8 | Tramo de conducto de fluido bloqueable |
| | 9 | Regulador de presión de freno |
| 20 | 10 | Entrada de señales |
| | 11 | Entrada de señales |
| | 12 | Dispositivo de detección del coeficiente de fricción |
| | 13 | Regulador de presión |
| | 14 | Válvula de conmutación |
| 25 | 15 | Válvula reductora de presión |
| | 16 | Unidad de regulación de presión |
| | 17 | Conexión de presión de alimentación |
| | 18 | Conexión de presión de carga |
| | 19 | Conexión de presión del cilindro de freno |
| 30 | 20 | Conexión de presión piloto |
| | 21 | Sistema de brazo de balanza |
| | 22 | Brazo de balanza |
| | 23 | Punto de giro |
| | 24 | Cilindro de carga |
| 35 | 25 | Unidad lineal |

REIVINDICACIONES

1. Sistema (1) de frenado para un vehículo ferroviario, que presenta:
 - al menos un freno (3) para efectuar una desaceleración del vehículo ferroviario; y
 - al menos una unidad (2) de control para controlar el al menos un freno, estando asociado este al menos un freno con la unidad (2) de control;
 - en donde
 - la unidad (2) de control presenta un dispositivo de almacenamiento configurado para almacenar de forma robusta una magnitud de influencia específica del freno como magnitud de influencia en la desaceleración; y
 - la unidad (2) de control está configurada para controlar el al menos un freno (3) asignado en función de la magnitud de influencia específica del freno;
 - el dispositivo de almacenamiento presenta un tramo (8) de conducto de fluido bloqueable de tal modo que un fluido con una presión piloto nominal basada en la magnitud de influencia específica del freno se puede bloquear en el tramo (8) de conducto de fluido, en donde el sistema (1) de frenado está configurado para controlar el al menos un freno (3) asociado sobre la base de la presión piloto nominal;
 - el tramo (8) de conducto de fluido bloqueable está conectado a un multiplicador (7) de presión que está configurado para multiplicar la presión piloto nominal a una presión nominal del cilindro de freno; y
 - el sistema (1) de frenado presenta, en un conducto de conexión entre el multiplicador (7) de presión y el al menos un freno (3) asociado, un regulador (9) de presión de freno, que convierte la presión nominal del cilindro de freno en una presión requerida del cilindro de freno, y el regulador (9) de presión de freno está configurado para accionar el al menos un freno (3) con la presión nominal del cilindro de freno en presencia de una señal de frenado de emergencia o un corte de corriente en el sistema (1) de frenado.
2. Sistema (1) de frenado según la reivindicación 1, en donde está previsto un sensor (6) de presión en el tramo (8) de conducto de fluido bloqueable.
3. Sistema (1) de frenado para un vehículo ferroviario, que presenta:
 - al menos un freno (3) para generar una desaceleración del vehículo ferroviario; y
 - al menos una unidad (2) de control para controlar el al menos un freno, en donde el al menos un freno está asociado con la unidad (2) de control;
 - en donde
 - la unidad (2) de control presenta un dispositivo de almacenamiento configurado para almacenar de forma robusta una magnitud de influencia específica del freno como magnitud de influencia en la desaceleración; y
 - la unidad (2) de control está configurada para controlar el al menos un freno (3) asociado en función de la magnitud de influencia específica del freno;
 - en donde
 - el dispositivo de almacenamiento presenta un actuador mecánico que está configurado para adoptar una posición basada en la magnitud de influencia específica del freno; y
 - la unidad (2) de control presenta una unidad (16) de regulación de presión ajustable mecánicamente que comprende el actuador mecánico, y un multiplicador (7) de presión para multiplicar una presión nominal del cilindro de freno en función de la posición del actuador mecánico; en donde
 - el sistema (1) de frenado está configurado para controlar el freno (3) asociado en función de la posición del actuador mecánico.

4. Sistema (1) de frenado según la reivindicación 3, en donde
la unidad (16) de regulación de presión ajustable mecánicamente está configurada para funcionar según el principio de un sistema (21) de brazo de balanza.
5. Sistema (1) de frenado según una de las reivindicaciones precedentes, en donde
5 el sistema (1) de frenado presenta una entrada (10) de señales a través de la cual es posible introducir en el sistema (1) de frenado una magnitud de una carga debida al peso de una sección del vehículo ferroviario, en donde el sistema (1) de frenado está configurado para almacenar la magnitud de la carga en el dispositivo de almacenamiento y para controlar el al menos un freno (3) en función de la magnitud de la carga.
6. Sistema (1) de frenado según una de las reivindicaciones precedentes, en donde
10 el al menos un freno (3) tiene una curva de coeficientes de fricción (II' II'') dependiente de la velocidad con coeficientes de fricción predeterminados; y
la magnitud de influencia específica del freno incluye una magnitud de influencia basada en la curva de coeficientes de fricción (II' II'') dependiente de la velocidad.
7. Sistema (1) de frenado según la reivindicación 6, en donde
15 están previstos varios frenos (3), cada uno con una curva de coeficientes de fricción (II' II'') dependiente de la velocidad; y
varias unidades (2) de control, cada una de las cuales está asociada a al menos uno de los frenos (3).
8. Sistema (1) de frenado según la reivindicación 6 o 7, en donde
20 el sistema (1) de frenado presenta un dispositivo (12) de detección de coeficiente de fricción para detectar un coeficiente de fricción actual dependiente de la velocidad del freno o de los frenos (3) como uno de los coeficientes de fricción predeterminados.
9. Procedimiento para accionar un freno (3) en un sistema de frenado de un vehículo ferroviario según la reivindicación 3, que comprende las siguientes etapas:
25 almacenamiento robusto de una magnitud de influencia específica del freno como magnitud de influencia en una desaceleración del vehículo ferroviario
en un dispositivo de almacenamiento de una unidad (2) de control asociada con uno de los frenos (3);
30 control del freno (3) con una presión nominal multiplicada del cilindro de freno basada en la magnitud de influencia específica del freno almacenada en presencia de una señal de frenado de emergencia o un corte de corriente en el sistema (1) de frenado; y
control del freno (3) con una presión del cilindro de freno que es una presión nominal del cilindro de freno modificada en función de una solicitud de frenado cuando está presente una señal de frenado de servicio; en donde
35 el almacenamiento robusto de la magnitud de influencia ajustando una posición predeterminada de un actuador basada en la magnitud de influencia; y
la presión nominal del cilindro de freno se multiplica mediante una unidad (16) de regulación de presión mecánicamente ajustable en función de la posición del actuador mecánico.
10. Procedimiento según la reivindicación 9, en donde
40 el almacenamiento de la magnitud de influencia específica del freno se realiza periódicamente.
11. Procedimiento según la reivindicación 9 o 10, que tiene la siguiente etapa adicional:
almacenamiento robusto de la magnitud de influencia mediante superposición de una magnitud de influencia específica de la carga en función de una magnitud de una carga debida al peso del vehículo ferroviario y la magnitud de influencia específica del freno.

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11, en donde
el almacenamiento robusto de la magnitud de influencia tiene lugar mediante un bloqueo de una presión de fluido predeterminada como presión piloto nominal en función de la magnitud de influencia en un tramo (8) de conducto de fluido bloqueable; y
- 5 la presión nominal del cilindro de freno se multiplica en función de la presión del fluido bloqueada en el tramo de conducto de fluido bloqueable.
13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 12, en donde la magnitud de influencia específica del freno incluye una curva de coeficientes de fricción dependiente de la velocidad con coeficientes de fricción predeterminados dependientes de la velocidad.
- 10 14. Procedimiento según la reivindicación 13, que tiene la siguiente etapa adicional:
detección de los coeficientes de fricción actuales dependientes de la velocidad del freno como los coeficientes de fricción predeterminados dependientes de la velocidad.
15. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 14, en donde
están presentes varios frenos (3) o grupos de frenos, y se detecta el coeficiente de fricción actual para uno
15 cualquiera de estos frenos o uno cualquiera de estos grupos de frenos.

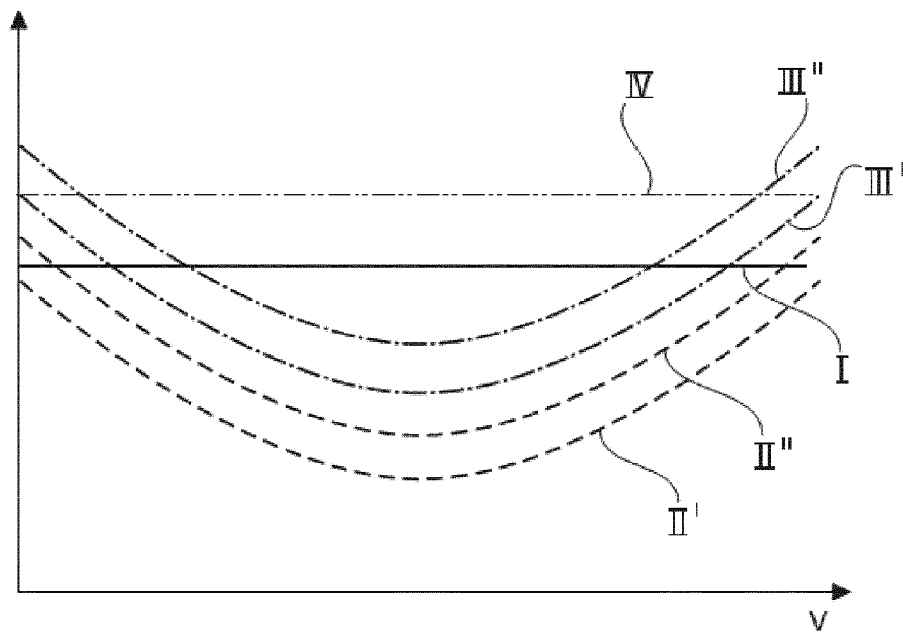


Fig. 1

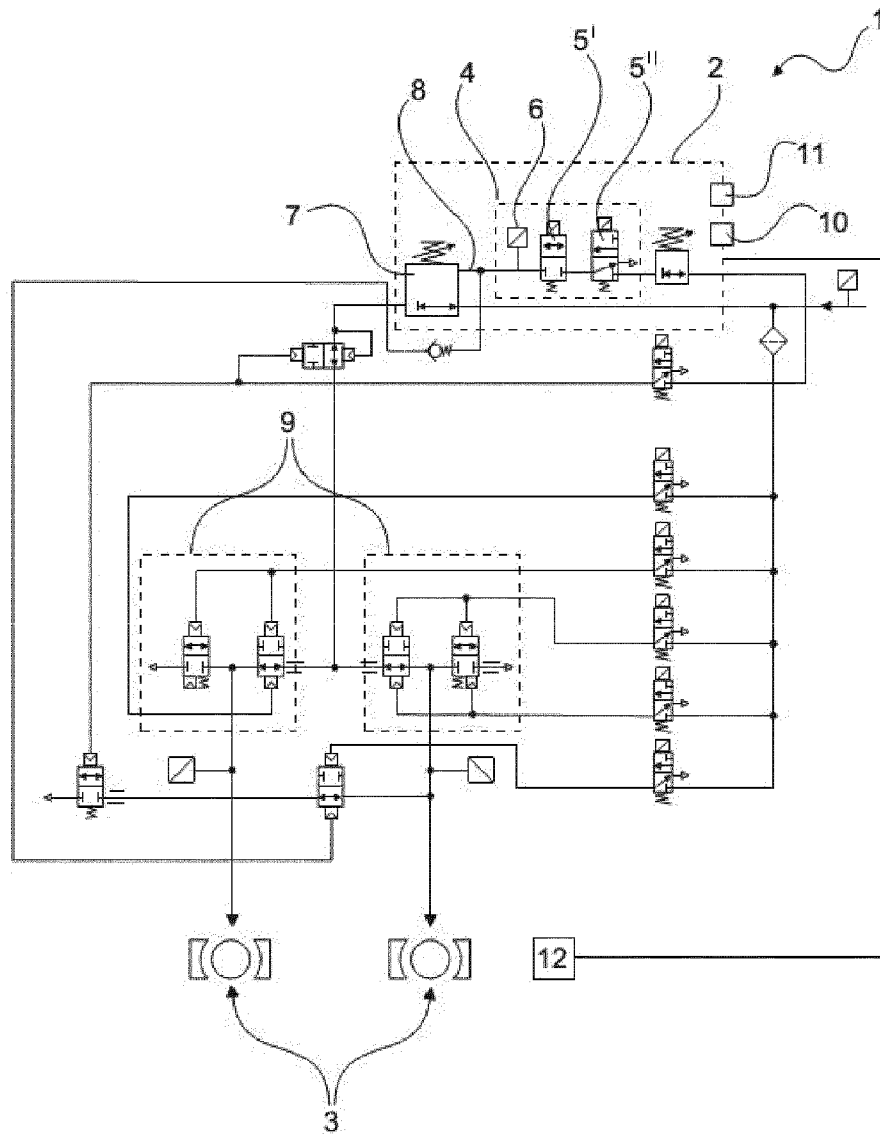


Fig. 2

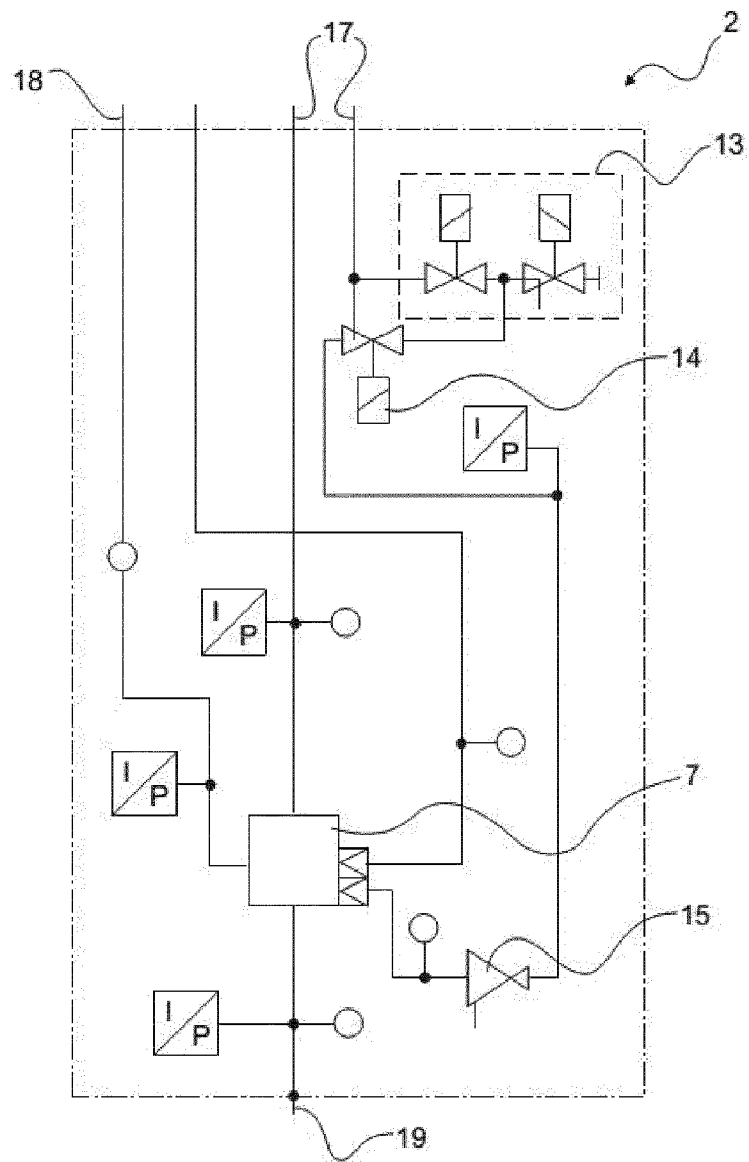


Fig. 3

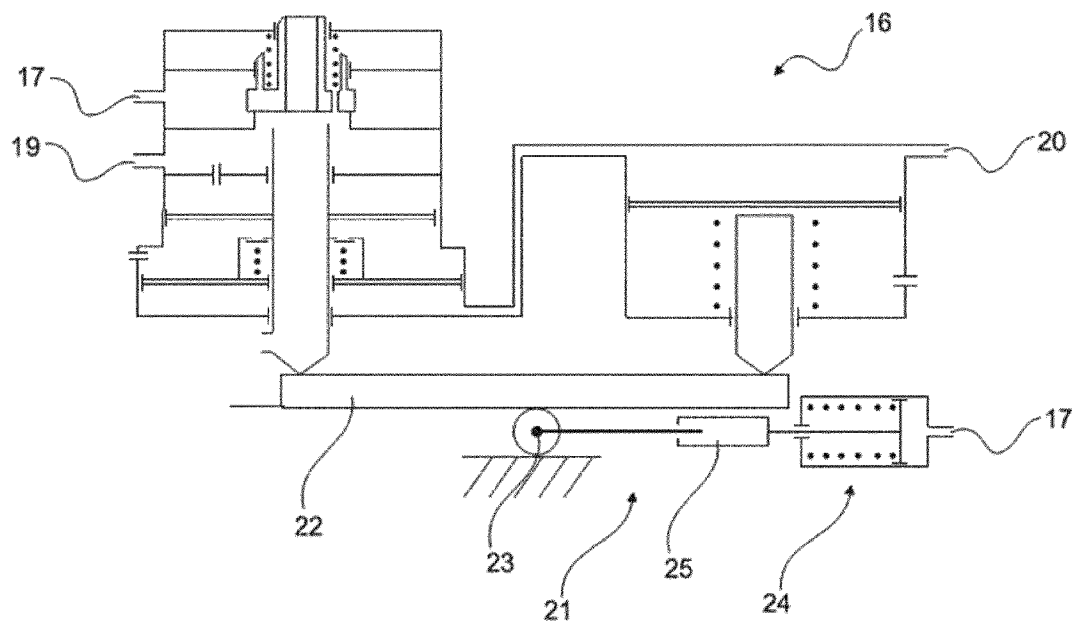


Fig. 4