

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 438**

51 Int. Cl.:

B60T 13/66 (2006.01)

B60T 17/22 (2006.01)

G01M 17/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.08.2016 PCT/EP2016/068415**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.02.2017 WO17025384**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.08.2016 E 16750714 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2019 EP 3331736**

54 Título: **Procedimiento para poner en marcha un sistema de freno con los requisitos de autorización predeterminados así como sistema para poner en marcha un sistema de freno con requisitos de autorización predeterminados**

30 Prioridad:

07.08.2015 DE 102015113078

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

29.11.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**GRUNWALD, TORSTEN;
AURICH, STEFAN;
SCHNEIDER, STEFAN;
GÜNTHER, FRANK y
KROPP, MATTHIAS**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 733 438 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

Procedimiento para poner en marcha un sistema de freno con los requisitos de autorización predeterminados así como sistema para poner en marcha un sistema de freno con requisitos de autorización predeterminados.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y a un sistema para poner en marcha un sistema de freno con requisitos de autorización predeterminados, presentando el sistema de freno al menos proporcionalmente un freno de fricción y presentando el sistema de freno además un control con un registro de datos de control inicial para controlar el sistema de freno durante el funcionamiento.

10 Para poner en marcha un sistema de freno, en particular un sistema de freno neumático y/o hidráulico con al menos un freno de fricción parcial, actualmente y de acuerdo con el estado de la técnica, el vehículo ferroviario se prueba realmente en una pista de prueba durante la puesta en marcha dinámica (IBS, por sus siglas en alemán).

15 Estos viajes de prueba se llevan a cabo de tal manera que, durante un viaje de referencia, se prueban los valores iniciales para los datos de control (registro de datos de control inicial) del sistema de freno y, a este respecto, se verifica si el sistema de freno del vehículo ferroviario cumple con los requisitos de autorización predeterminados. Siempre que no se cumplan los requisitos de autorización, se llevan a cabo iterativamente viajes de prueba hasta que se encuentre un registro de datos de control para el sistema de freno que permita cumplir con los requisitos de autorización.

20 Por el documento WO 2014/029581 A1 ya se conoce un procedimiento para poner en marcha al menos un dispositivo para mostrar informaciones de estado o de diagnóstico del grupo de vehículos en un primer vehículo ferroviario de un grupo de vehículos que consta de varios vehículos ferroviarios, pudiendo accionarse el dispositivo sobre la base de al menos un registro de datos de función. No obstante, el documento WO 2014/029581 A1 no trata la puesta en marcha de un sistema neumático.

25 Por el documento WO 1996/031385 A1 se conoce un equipo para compensar las fuerzas transversales que actúan sobre un vehículo ferroviario, cuya caja de vagón está soportada por una suspensión en al menos un chasis y que puede desplazarse en la dirección transversal sobre un compensador transversal con respecto al chasis. A este respecto, se asigna una suspensión transversal para amortiguar vibraciones dinámicas, que puede conectarse o desconectarse alternativamente dependiendo de las condiciones de conducción. En este contexto, también se revela un modelo de simulación con el que puede simularse la dinámica de conducción de un chasis provisto del equipo de compensación transversal de acuerdo con la invención.

30 La puesta en marcha dinámica actual de un vehículo ferroviario requiere regularmente una pluralidad de viajes de prueba, lo cual está unido a un gran gasto de personal, material y también costes para el aprovechamiento de la pista de prueba.

Por eso, el objetivo de la presente invención es mejorar un procedimiento y un sistema para poner en marcha un sistema de freno con requisitos de autorización predeterminados, en particular en el sentido de que el número de funcionamientos de prueba pueda reducirse considerablemente.

35 De acuerdo con la invención, este objetivo se resuelve por un procedimiento con las características de la reivindicación 1. Como corresponde, está previsto que un procedimiento para la puesta en marcha de un sistema de freno con requisitos de autorización predeterminados, presentando el sistema de freno al menos proporcionalmente un freno de fricción, presentando además el sistema de freno un control con un registro de datos de control inicial para controlar el sistema de freno durante el funcionamiento, comprenda al menos las siguientes etapas:

- 40
- se lleva a cabo un funcionamiento de referencia y se detecta al menos un tipo de parámetros reales de funcionamiento de referencia del sistema de freno;
 - sobre la base de los parámetros de funcionamiento de referencia, se crea un modelo virtual del sistema de freno con un registro de datos de control virtual inicial, que corresponde al registro de datos de control inicial;
 - 45 - sobre la base del modelo, se lleva a cabo al menos un funcionamiento de prueba virtual para verificar el cumplimiento de los requisitos de autorización predeterminados;
 - mediante el funcionamiento de prueba virtual, se verifica el registro de datos de control virtual en el sentido de hasta qué punto esto tiene que modificarse para que el sistema de freno cumpla con los requisitos de autorización predeterminados y se determina al menos un factor de corrección para obtener un registro de datos de control virtual corregido.

50

5 La invención se basa en la idea fundamental de que una parte del funcionamiento de prueba ya no se completa en el contexto de los viajes de prueba reales, sino preferentemente en su mayor parte virtualmente. Para ello, mediante un funcionamiento de referencia real, se determina al menos un tipo de parámetros de referencia que describen o caracterizan el sistema neumático. Estos datos se utilizan entonces como base para crear un modelo lo más informativo posible del sistema de freno. Este modelo a su vez se utiliza para una simulación, mediante la cual se lleva a cabo un funcionamiento de prueba virtual. Mediante este funcionamiento de prueba, se obtienen más conocimientos sobre hasta qué punto los datos de control inicialmente seleccionados del sistema neumático, también denominados registro de datos de control inicial, posibilitan la obtención de los requisitos de autorización predeterminados o hasta qué punto deben modificarse los datos de control para cumplir los requisitos de autorización predeterminados.

15 Con ello, es posible evitar ensayos y días de prueba costosos en una pista de ensayo y reducir en conjunto el número de ensayos que van a realizarse realmente. Dado el caso, incluso es posible prescindir del ensayo de control real. Consecuentemente, en el funcionamiento de prueba real se evitan bucles de iteración, que producen por una prueba del sistema, un reajuste de los parámetros técnicos del sistema y una nueva prueba del sistema, etc. Por lo tanto, en conjunto puede simplificarse considerablemente la puesta en marcha.

El término registro de datos de control comprende datos que se seleccionan para el control y/o regulación del sistema de freno.

El término funcionamiento de referencia puede comprender un funcionamiento estático y/o dinámico de un sistema de freno, un viaje de prueba o incluso varios viajes de prueba.

20 El término parámetro o parámetro de funcionamiento de referencia debe entenderse, en particular, en el sentido de que un parámetro describe o caracteriza una magnitud relevante, que describe o es característica de, por ejemplo, el sistema de freno o partes del sistema de freno o el comportamiento del sistema de freno.

25 Sobre la base de los parámetros de funcionamiento corregidos, puede llevarse a cabo al menos un funcionamiento de verificación para verificar el cumplimiento de los requisitos de autorización predeterminados en la realidad. Si los requisitos de autorización predeterminados del sistema neumático se logran con los datos de control iniciales o los modificados en el funcionamiento de prueba virtual, entonces estos se verifican de nuevo ventajosamente en un funcionamiento de prueba real (ensayo de control real).

30 Aparte de eso, un registro de datos de control inicial y/o virtual inicial y/o virtual corregido puede comprender al menos un valor que está en conexión en relación con una fuerza de frenado y/o una distribución de fuerza de frenado y/o un algoritmo de aparcamiento de control del sistema de freno.

Es concebible, por ejemplo, que un registro de datos de control presente un valor o valor teórico para la fuerza de frenado y/o la distribución de fuerza de frenado (por ejemplo, en cada caso dependiendo de un estado de funcionamiento determinado o condiciones de conducción) o un parámetro que defina la fuerza de frenado y/o la distribución de fuerza de frenado.

35 Además, puede estar previsto que, sobre la base de los parámetros de funcionamiento corregidos, el registro de datos de control inicial se modifique de tal manera que los datos de control del sistema de freno cumplan con los requisitos de autorización. Con ello se consigue, sobre la base del funcionamiento de prueba virtual, que el registro de datos de control para el sistema de freno se intercale en el sistema de freno de tal manera, por ejemplo, automática o semiautomáticamente (por ejemplo, después de que el personal de pruebas lo haya revisado previamente) y, con ello, se cumplan los requisitos de autorización predeterminados.

El proceso de verificación de los parámetros de funcionamiento mediante el funcionamiento de prueba virtual puede comprender una consideración de diferencias del funcionamiento de prueba virtual y el funcionamiento de referencia. Como resultado, puede incrementarse la fuerza expresiva del funcionamiento de prueba virtual y configurarla de manera más estable.

45 En particular, puede estar previsto que la consideración de diferencias sea una consideración de diferencias del funcionamiento de prueba virtual y el funcionamiento de referencia en comparación con los requisitos de autorización predeterminados. Con ello, puede encontrarse más rápidamente una solución al problema de optimización, por ejemplo, por interpolación incluso en el funcionamiento de prueba virtual.

50 El funcionamiento de prueba virtual puede comprender la verificación de si el modelo virtual con el registro de datos de control virtual inicial o con el registro de datos de control virtual modificado durante el funcionamiento de prueba cumple con los requisitos de autorización predeterminados. Finalmente, esto también puede posibilitar que se vuelva superfluo un funcionamiento de prueba final en realidad, puesto que los datos obtenidos virtualmente ya son suficientemente expresivos. Una vez cumplidos los requisitos de autorización predeterminados, finaliza el

funcionamiento de prueba virtual.

Además, puede estar previsto que un registro de datos de control virtual que cumple con los requisitos de autorización predeterminados se transmita como registro de datos de control corregido al sistema de freno. Con ello, el sistema de freno se ajusta fácilmente a los datos de autorización predeterminados. Esto posibilita una conversión ininterrumpida de los resultados virtuales en el sistema real.

La transmisión del registro de datos de control corregido puede realizarse automática o semiautomáticamente. También es concebible que la transmisión del registro de datos de control corregido sea posible parcial o completamente de forma manual, por ejemplo, a través de un tornillo de ajuste o similar (por ejemplo, una corredera de ajuste manual o una rueda de ajuste manual). Para la transmisión del registro de datos de control corregido, puede estar prevista una interfaz digital. La interfaz digital puede ser una interfaz alámbrica y/o inalámbrica.

Además, puede estar previsto que el sistema de freno sea una instalación de freno neumática y/o hidráulica, en particular una instalación de freno neumática y/o hidráulica de un vehículo ferroviario.

Puede estar previsto que un parámetro de funcionamiento de referencia sea un parámetro que describe indirecta o directamente consumo de aire, distancia de frenado, comportamiento de respuesta, dispositivo antideslizante, tiempo de respuesta, freno, tiempos de llenado, coeficientes de fricción, peso del vehículo, fuerza de frenado, velocidad máxima, distribución de fuerza de frenado, comportamiento de respuesta sobre una base de componentes, algoritmos de aparato de control, tamaños de contenedores, diámetros de tubería, longitudes de tubería y/o caída de presión en conductos, pérdidas por fricción, consumo de energía, velocidades relativas y/o deslizamiento del sistema de freno.

Hay que considerar que los valores que están en conexión en relación con una fuerza de frenado y/o una distribución de fuerza de frenado y/o un algoritmo de aparcamiento de control del sistema de freno pueden ser tanto parámetros de funcionamiento de referencia, porque describen el sistema de freno, como parte de un registro de datos de control, porque pueden ajustarse correspondientemente o son datos que se seleccionan para el control y/o regulación del sistema de freno.

El procedimiento puede realizarse en particular en relación con una puesta en marcha dinámica (IBS) en el contexto de una autorización de vehículos de un vehículo ferroviario. Hasta el momento, se alquila una pista de prueba para una autorización de vehículo y se determinan parcialmente durante la noche en ensayos de marcha los parámetros del vehículo por parte de los técnicos que trabajan en el vehículo. Dentro del ensayo de marcha, se imponen parámetros tales como, por ejemplo,

- 30 - consumo de aire
- distancia de frenado
- comportamiento de respuesta del dispositivo antideslizante
- tiempo de respuesta del freno
- tiempos de llenado.

35 El modelo virtual (modelo de simulación) se basa en el modelo funcional del vehículo con los parámetros técnicos asignados a este modelo.

Entre estos parámetros técnicos para describir el sistema de freno se incluyen, pero no exclusivamente:

- coeficientes de fricción tales como, por ejemplo, forro de freno/disco de freno, rueda/carril
- peso del vehículo
- 40 - fuerza de frenado
- velocidad máxima
- distribución de fuerza de frenado
- comportamiento de respuesta sobre una base de componentes

- algoritmos de aparato de control

Opcionalmente, pueden determinarse otros parámetros. Entre estos se incluyen, por ejemplo, pero no exclusivamente

- tamaños de contenedores (del sistema de freno)
- 5
- diámetros de tubería (del sistema de freno)
 - longitudes de tubería (del sistema de freno)
 - caída de presión en conductos (del sistema de freno), pérdidas por fricción

Una vez completado el modelo de simulación, se simula el comportamiento de sistema del vehículo.

10 Los parámetros que se determinan durante la simulación del comportamiento de sistema del vehículo son, entre otras cosas, pero no exclusivamente

- distancia de frenado
- consumo de aire
- tiempos de llenado

Adicionalmente, pueden determinarse otros parámetros, listados a continuación a modo de ejemplo:

- 15
- comportamiento de respuesta del dispositivo antideslizante
 - tiempo de respuesta del freno
 - consumo de energía
 - velocidades relativas/deslizamiento

20 Además, la presente invención se refiere a un sistema para poner en marcha un sistema de freno con requisitos de autorización predeterminados. Este sistema comprende al menos las siguientes características:

- un sistema de freno con al menos una unidad de control, presentando la unidad de control al menos una interfaz de entrada de datos y al menos una interfaz de salida de datos así como al menos una memoria de registro de datos de control;
- 25
- al menos un sensor para detectar un tipo de parámetros reales de funcionamiento de referencia del sistema de freno en un funcionamiento de referencia;
- al menos una unidad de simulación para generar un modelo virtual del sistema de freno con un registro de datos de control virtual inicial, que corresponde al registro de datos de control inicial, sobre la base de los parámetros de funcionamiento de referencia;
- 30
- al menos una unidad de verificación, mediante la cual, sobre la base del modelo, puede llevarse a cabo al menos un funcionamiento de prueba virtual para verificar el cumplimiento de los requisitos de autorización predeterminados, y pudiendo verificarse, mediante el funcionamiento de prueba virtual, el registro de datos de control virtual por medio de la unidad de verificación en el sentido de hasta qué punto esto tiene que modificarse para que el sistema de freno cumpla con los requisitos de autorización predeterminados, y pudiendo determinarse mediante la unidad de verificación al menos un factor de corrección para obtener un registro de

35

 - datos de control virtual corregido.

Además, puede esta prevista al menos una unidad de corrección para transmitir el registro de datos de control virtual corregido a la unidad de control del sistema de freno con el fin de llevar a cabo al menos un funcionamiento de verificación sobre la base de los parámetros de funcionamiento corregidos para verificar el cumplimiento de los requisitos de autorización predeterminados en la realidad.

40 El sistema puede realizar, solo o en combinación, todas las características estructurales y funcionales reveladas en

relación con el procedimiento descrito anteriormente y conseguir las ventajas correspondientes. Esto también se aplica a la inversa, es decir, características estructurales y funcionales que están descritas en relación con el sistema también pueden emplearse en el procedimiento.

5 Además, puede estar previsto que el sistema de freno sea una instalación de freno neumática y/o hidráulica, en particular una instalación de freno neumática y/o hidráulica de un vehículo ferroviario.

El procedimiento para poner en marcha un sistema de freno con requisitos de autorización predeterminados puede llevarse a cabo mediante el sistema.

La unidad de simulación puede estar dispuesta en el propio vehículo.

10 Sin embargo, también es concebible que la unidad de simulación esté dispuesta alejada del propio sistema de freno o alejada del vehículo. A este respecto, resulta en particular concebible que la unidad de simulación esté conectada a la unidad de control del sistema de freno a través de una interfaz inalámbrica.

Otros detalles y ventajas de la invención se explicarán ahora con más detalle mediante un ejemplo de realización representado en los dibujos.

Muestran:

fig. 1 una representación esquemática de un ejemplo de realización del sistema de acuerdo con la invención, con el que puede llevarse a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención; y

fig. 2 un diagrama de flujo del procedimiento de acuerdo con la invención en una posible realización que se lleva a cabo mediante el sistema de acuerdo con la fig. 1.

15 La **fig. 1** muestra una representación esquemática de un ejemplo de realización del sistema de acuerdo con la invención para poner en marcha un sistema de freno 10 con requisitos de autorización predeterminados, con el que puede llevarse a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención para poner en marcha un sistema de freno 10.

En el ejemplo de realización descrito en este caso, el sistema de freno 10 es una instalación de freno neumática de un vehículo ferroviario y presenta proporcionalmente un freno de fricción.

20 El sistema de freno 10 presenta una unidad de control 12, presentando la unidad de control 12 al menos una interfaz de entrada de datos 14 y al menos una interfaz de salida de datos 16 así como al menos una memoria de registro de datos de control 18 para registros de datos de control. Al principio, un registro de datos de control inicial 19 está almacenado en la memoria de registro de datos de control 18.

25 Aparte de eso, están previstos sensores 20 para detectar parámetros de funcionamiento de referencia del sistema de freno 10, por ejemplo, en un funcionamiento de referencia.

Los sensores 20 son sensores adecuados para detectar parámetros de funcionamiento tales como

- coeficientes de fricción tales como, por ejemplo, forro de freno/disco de freno, rueda/carril
- peso del vehículo
- fuerza de frenado
- 30 - velocidad máxima
- distribución de fuerza de frenado.

35 Aparte de eso, una unidad de simulación 22 para generar un modelo virtual 24 del sistema de freno 10 con un registro de datos de control virtual inicial 26, que corresponde al registro de datos de control inicial (y se ha leído, por ejemplo, a través de la interfaz de salida de datos 16), está basada en los parámetros de funcionamiento de referencia.

Además, está prevista una unidad de verificación 28, mediante la cual, sobre la base del modelo 24, puede llevarse a cabo al menos un funcionamiento de prueba virtual para verificar el cumplimiento de los requisitos de autorización predeterminados, y pudiendo verificarse, mediante el funcionamiento de prueba virtual, el registro de datos de control virtual por medio de la unidad de verificación 28 en el sentido de hasta qué punto esto tiene que modificarse

para que el sistema de freno 10 cumpla con los requisitos de autorización predeterminados.

Mediante la unidad de verificación 28 también puede determinarse al menos un factor de corrección para obtener un registro de datos de control virtual corregido.

5 Además, está prevista una unidad de corrección 30 para transmitir el registro de datos de control virtual corregido a través de la interfaz de entrada de datos 14 a la unidad de control 12 del sistema de freno 10, con el fin de llevar a cabo al menos un funcionamiento de verificación sobre la base de los parámetros de funcionamiento corregidos para verificar el cumplimiento de los requisitos de autorización predeterminados en la realidad.

10 El registro de datos de control corregido se almacena o se ajusta correspondientemente mediante la unidad de corrección 30 en la memoria de registro de datos de control 18. Esto puede realizarse de forma análoga y/o digital. En este contexto, es concebible que esté prevista, por ejemplo, una posibilidad de ajuste mecánica y/o digital o electrónica.

15 Por ejemplo, una magnitud de entrada a la unidad de control 12, que se ajusta mediante la unidad de corrección 30, puede ser la presión en el conducto principal del sistema de freno, por ejemplo, de un vehículo ferroviario. En este caso, la magnitud de salida puede ser la presión del freno. Como interfaz de entrada de datos 14 para la entrada del registro de datos de control corregido, que se aprovecha en este caso para ajustar la presión del freno del sistema de freno 10, puede estar previsto un tornillo de ajuste y/o una interfaz digital.

Si el ajuste se efectúa a través de una interfaz digital, entonces la transmisión del registro de datos de control corregido puede realizarse automática o incluso semiautomáticamente.

20 La **fig. 2** muestra esquemáticamente la utilización de un ejemplo de realización de acuerdo con la invención de un procedimiento y sistema para poner en marcha el sistema de freno 10 para la reducción de los viajes de prueba del vehículo durante el proceso de puesta en marcha o autorización de vehículos ferroviarios.

El punto de entrada para el procedimiento o el punto de partida A es la delegación de una puesta en marcha dinámica (IBS) en el contexto de una autorización de vehículo.

25 Hasta el momento, se alquila una pista de prueba para una autorización de vehículo y se determinan parcialmente durante la noche en ensayos de marcha los parámetros del vehículo por parte de los técnicos que trabajan en el vehículo.

Según el ejemplo de realización de acuerdo con la invención del procedimiento, también se lleva a cabo en una etapa 1 S1 un ensayo de marcha, a saber, un denominado funcionamiento de referencia.

Dentro del ensayo de marcha, se imponen parámetros tales como, por ejemplo,

- 30
- distancia de frenado
 - consumo de aire
 - comportamiento de respuesta del dispositivo antideslizante
 - tiempo de respuesta del freno
 - tiempos de llenado.

35 Así, en la etapa 1 S1 se lleva a cabo un funcionamiento de referencia y se detecta al menos un tipo de parámetros reales de funcionamiento de referencia del sistema neumático.

Ahora, después del punto de entrada paralelamente al ensayo de marcha en la etapa 1 S1, se configura un modelo de simulación de todo el vehículo (sistema completo del vehículo ferroviario) (etapa 2 S2).

40 El modelo de simulación se basa en el modelo funcional del vehículo con los parámetros técnicos asignados a este modelo.

Entre estos parámetros técnicos se incluyen, pero no exclusivamente:

- 45
- coeficientes de fricción tales como, por ejemplo, forro de freno/disco de freno, rueda/carril
 - peso del vehículo
 - fuerza de frenado
 - velocidad máxima
 - distribución de fuerza de frenado
 - comportamiento de respuesta sobre una base de componentes

- algoritmos de aparato de control

Opcionalmente, pueden determinarse otros parámetros. Entre estos se incluyen, por ejemplo, pero no exclusivamente:

- 5 - tamaños de contenedores
- diámetros de tubería
- longitudes de tubería
- caída de presión en conductos pérdidas por fricción

Por lo tanto, sobre la base de los parámetros de funcionamiento de referencia, se crea un modelo virtual del sistema de freno con un registro de datos de control virtual inicial, que corresponde al registro de datos de control inicial.

- 10 Una vez completado el modelo de simulación, se simula el comportamiento de sistema del vehículo.

Los parámetros que se determinan durante la simulación del comportamiento de sistema del vehículo son, entre otras cosas, pero no exclusivamente

- 15 - distancia de frenado
- consumo de aire
- tiempos de llenado

Adicionalmente, pueden determinarse otros parámetros, listados a continuación a modo de ejemplo:

- 20 - comportamiento de respuesta del dispositivo antideslizante
- tiempo de respuesta del freno
- consumo de energía
- velocidades relativas/deslizamiento

Dentro de la simulación, se configuran y resuelven las ecuaciones de estado para el sistema considerado. A este respecto, se configuran típicamente sistemas de ecuaciones algebraicas diferenciales no lineales. Normalmente, a este respecto, deben utilizarse procedimientos de integración de tiempo adecuados. También pueden describirse y resolverse subsistemas por máquinas de estado.

- 25 En el caso de la simulación, también se aprovechan datos históricos vinculados a valores empíricos para describir adecuadamente el vehículo virtual.

El vehículo virtual se adapta por la comparación del modelo con los datos experimentales históricos.

En otras palabras, al menos un funcionamiento de prueba virtual se lleva a cabo sobre la base del modelo para verificar el cumplimiento de los requisitos de autorización predeterminados.

- 30 Después de que se han presentado los resultados del ensayo de marcha (etapa 1 S1 y la simulación (etapa 2 S2), estos se comparan entre sí y se adaptan/ajustan con precisión, en caso necesario, los parámetros técnicos de la simulación (vehículo virtual), de manera que los resultados de la simulación corresponden a los resultados reales de ensayo de marcha y, por lo tanto, el modelo de simulación (vehículo virtual) corresponde al vehículo real (etapa 3 S3).

- 35 En la siguiente etapa 4 S4, los resultados de la simulación del vehículo virtual (o, de manera congruente, los resultados del ensayo de marcha) se comparan con los requisitos normativos tales como, por ejemplo, para una autorización de vehículo. Tiene lugar una comparación teórica/actual, que comprueba si el vehículo virtual cumple con los requisitos de autorización.

- 40 En la etapa posterior, hay que considerar que el estado del vehículo de prueba y del modelo de simulación pueden diseñarse de manera que difieren intencionalmente entre sí para detectar en la simulación estados que no pueden representarse en el vehículo real o solo pueden representarse con gran esfuerzo.

Con ello, puede aumentarse tanto la capacidad expresiva de la autorización como puede reducirse el costo de los viajes de ensayo en el vehículo real.

- 45 Mediante el funcionamiento de prueba virtual, se verifica así el registro de datos de control virtual en el sentido de hasta qué punto esto tiene que modificarse para que el sistema neumático cumpla con los requisitos de autorización predeterminados, y se determina al menos un factor de corrección para obtener un registro de datos de control

virtual corregido. Sobre la base del parámetro de funcionamiento corregido, se lleva a cabo al menos un funcionamiento de verificación para verificar el cumplimiento de los requisitos de autorización predeterminados en la realidad.

5 Un registro de datos de control inicial, uno virtual o uno virtual corregido puede comprender un valor o valores que está o están en conexión en relación con una fuerza de frenado y/o una distribución de fuerza de frenado y/o un algoritmo de aparcamiento de control del sistema de freno.

10 En caso de que se cumplan los requisitos de autorización, entonces no tiene lugar ninguna otra acción. En el caso de desviaciones, los parámetros técnicos se adaptan al vehículo virtual hasta que se cumplan los requisitos de autorización. Estos parámetros técnicos se determinan y se comunican al técnico de ensayo de marcha (etapa 5 S5).

Los parámetros técnicos determinados pueden ajustarse después en el vehículo real por el técnico de ensayo de marcha (etapa 6 S6) y puede llevarse a cabo un viaje de puesta en marcha (IBS) o de autorización (etapa 7 S7). En condiciones adecuadas, puede prescindirse del viaje de autorización. Puede recurrirse en este caso a la IBS en combinación con la simulación del vehículo virtual como base para la autorización.

15 Por la utilización de modelos de simulación con parámetros técnicos, pueden evitarse días de ensayo en la pista de prueba y/o puede reducirse el número de días de pista de prueba. En condiciones adecuadas, puede ahorrarse un viaje final de IBS o de autorización.

Se evitan bucles de iteración, que se producen por una prueba del vehículo, un reajuste de los parámetros técnicos en el vehículo real y una nueva prueba del vehículo.

20 Tiene lugar una retroalimentación de los últimos valores válidos a la simulación para la comparación de la última situación del vehículo real/vehículo virtual.

Lista de referencias

10	Sistema de freno
12	Unidad de control
14	Interfaz de entrada de datos
16	Interfaz de salida de datos
18	Memoria de registro de datos de control
19	Registro de datos de control inicial
20	Sensores
22	Unidad de simulación
24	Modelo virtual
26	Registro de datos de control virtual inicial
28	Unidad de verificación
30	Unidad de corrección
A	Punto de partida
S1	Etapa 1
S2	Etapa 2
S3	Etapa 3
S4	Etapa 4
S5	Etapa 5
S6	Etapa 6
S7	Etapa 7

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para poner en marcha un sistema de freno con requisitos de autorización predeterminados, presentando el sistema de freno al menos proporcionalmente un freno de fricción, presentando el sistema de freno además un control con un registro de datos de control inicial para controlar el sistema de freno durante el funcionamiento, que comprende al menos las siguientes etapas:
- se lleva a cabo un funcionamiento de referencia y se detecta al menos un tipo de parámetros reales de funcionamiento de referencia del sistema de freno;
 - sobre la base de los parámetros de funcionamiento de referencia, se crea un modelo virtual del sistema de freno con un registro de datos de control virtual inicial, que corresponde al registro de datos de control inicial;
 - 10 - sobre la base del modelo, se lleva a cabo al menos un funcionamiento de prueba virtual para verificar el cumplimiento de los requisitos de autorización predeterminados;
 - mediante el funcionamiento de prueba virtual, se verifica el registro de datos de control virtual en el sentido de hasta qué punto esto tiene que modificarse para que el sistema de freno cumpla con los requisitos de autorización predeterminados y se determina al menos un factor de corrección para obtener un registro de datos
 - 15 de control virtual corregido.
2. Procedimiento según la reivindicación 1,
caracterizado por que,
sobre la base de los parámetros de funcionamiento corregidos, se realiza al menos un funcionamiento de verificación para verificar el cumplimiento de los requisitos de autorización predeterminados en la realidad.
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o la reivindicación 2,
caracterizado por que
un registro de datos de control inicial y/o virtual inicial y/o virtual corregido comprende al menos un valor que está en conexión en relación con una fuerza de frenado y/o una distribución de fuerza de frenado y/o un algoritmo de aparto de control del sistema de freno.
- 25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por que,
sobre la base de los parámetros de funcionamiento corregidos, el registro de datos de control inicial se modifica de tal manera que el sistema de freno cumple los requisitos de autorización.
- 30 5. Procedimiento según la reivindicación 1 o la reivindicación 2,
caracterizado por que
un proceso de verificación de los parámetros de funcionamiento mediante el funcionamiento de prueba virtual comprende una consideración de diferencias del funcionamiento de prueba virtual y el funcionamiento de referencia.
- 35 6. Procedimiento según la reivindicación 5,
caracterizado por que
la consideración de diferencias es una consideración de diferencias del funcionamiento de prueba virtual y el funcionamiento de referencia en comparación con los requisitos de autorización predeterminados.
- 40 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por que
el funcionamiento de prueba virtual comprende la verificación de si el modelo virtual con el registro de datos de control virtual inicial o con el registro de datos de control virtual modificado durante el funcionamiento de prueba cumple con los requisitos de autorización predeterminados.
- 45 8. Procedimiento según la reivindicación 7,
caracterizado por que
un registro de datos de control virtual que cumple con los requisitos de autorización predeterminados se transmite como registro de datos de control corregido al sistema mecánico.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por que
el sistema de freno es una instalación de freno neumática y/o hidráulica, en particular una instalación de freno neumática y/o hidráulica de un vehículo ferroviario.
- 50 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por que
que un parámetro de funcionamiento de referencia sea un parámetro que describe indirecta o directamente consumo de aire, distancia de frenado, comportamiento de respuesta, dispositivo antideslizante, tiempo de respuesta, freno,

tiempos de llenado, coeficientes de fricción, peso del vehículo, fuerza de frenado, velocidad máxima, distribución de fuerza de frenado, comportamiento de respuesta sobre una base de componentes, algoritmos de aparato de control, tamaños de contenedores, diámetros de tubería, longitudes de tubería y/o caída de presión en conductos, pérdidas por fricción, consumo de energía, velocidades relativas y/o deslizamiento del sistema de freno.

- 5 11. Sistema para poner en marcha un sistema de freno (10) con requisitos de autorización predeterminados, presentando el sistema de freno al menos proporcionalmente un freno de fricción, comprendiendo el sistema al menos:
- 10 - un sistema de freno (10) con al menos una unidad de control (12), presentando la unidad de control (12) al menos una interfaz de entrada de datos (14) y al menos una interfaz de salida de datos (16) así como al menos una memoria de registro de datos de control (18);
- 15 - al menos un sensor (20) para detectar un tipo de parámetros reales de funcionamiento de referencia del sistema de freno (10) en un funcionamiento de referencia;
- al menos una unidad de simulación (22) para generar un modelo virtual (24) del sistema de freno (10) con un registro de datos de control virtual inicial (26), que corresponde al registro de datos de control inicial (19), sobre la base de los parámetros de funcionamiento de referencia;
- 20 - al menos una unidad de verificación (28), mediante la cual, sobre la base del modelo, puede llevarse a cabo al menos un funcionamiento de prueba virtual para verificar el cumplimiento de los requisitos de autorización predeterminados, y pudiendo verificarse, mediante el funcionamiento de prueba virtual, el registro de datos de control virtual por medio de la unidad de verificación (28) en el sentido de hasta qué punto esto tiene que modificarse para que el sistema neumático (10) cumpla con los requisitos de autorización predeterminados, y pudiendo determinarse mediante la unidad de verificación (28) al menos un factor de corrección para obtener un registro de datos de control virtual corregido.
12. Sistema según la reivindicación 11,
caracterizado por que
- 25 además está prevista al menos una unidad de corrección (30) para transmitir el registro de datos de control virtual corregido a la unidad de control (12) del sistema de freno (10) con el fin de llevar a cabo al menos un funcionamiento de verificación sobre la base de los parámetros de funcionamiento corregidos para verificar el cumplimiento de los requisitos de autorización predeterminados en la realidad.
13. Sistema según la reivindicación 11 o 12,
caracterizado por que
- 30 el sistema de freno (10) es una instalación de freno neumática y/o hidráulica, en particular una instalación de freno neumática y/o hidráulica de un vehículo ferroviario.
14. Sistema según una de las reivindicaciones 11 a 13,
caracterizado por que
- 35 mediante el sistema puede llevarse a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10.

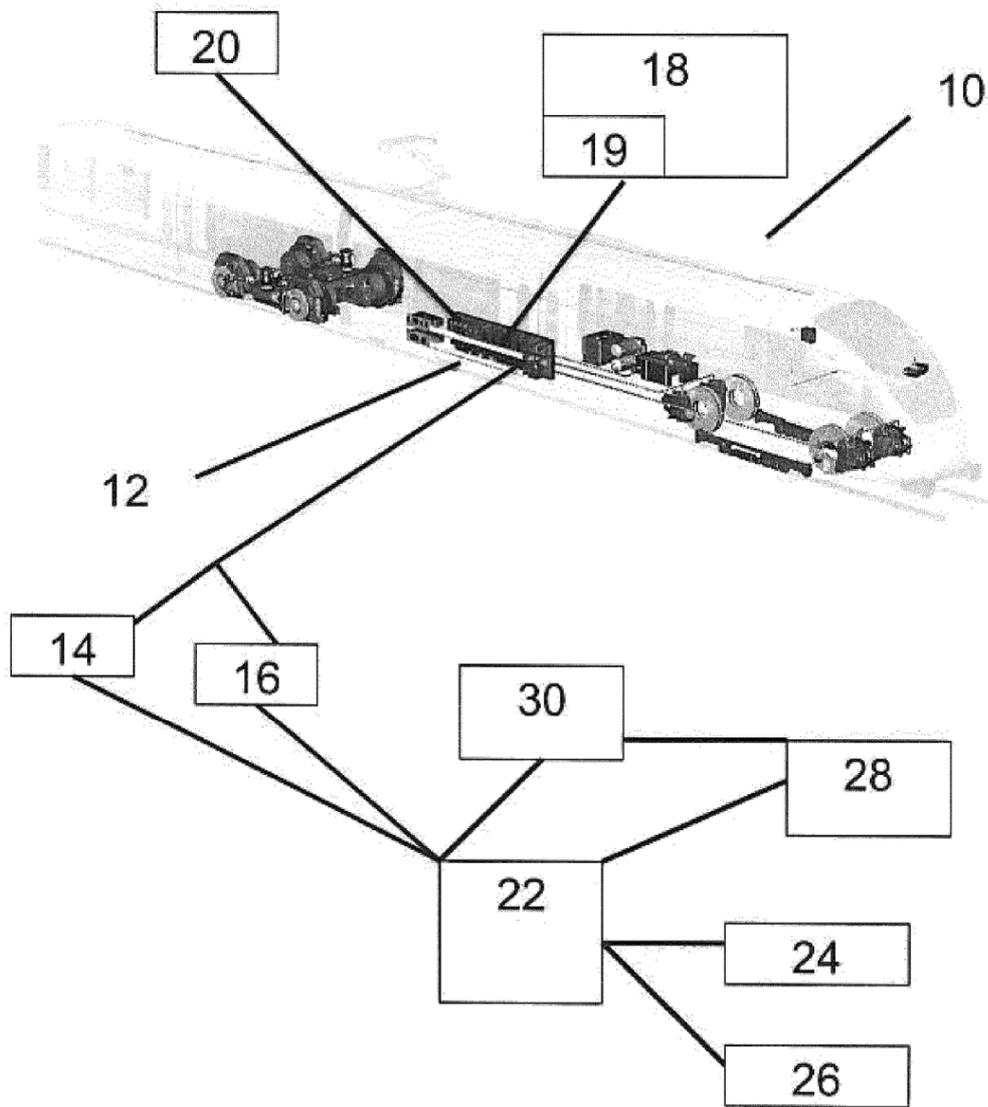


Fig. 1

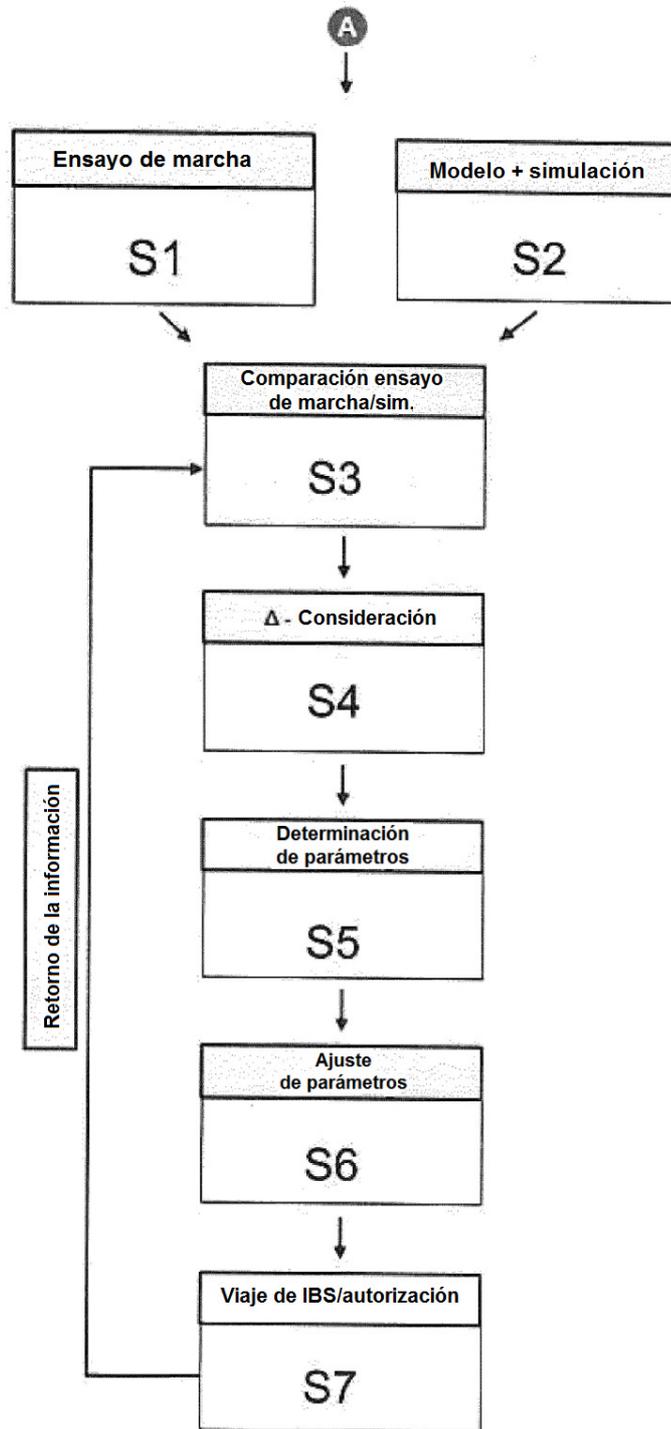


Fig. 2