

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 008 664**

51 Int. Cl.:

**B60T 13/74** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.03.2022** **E 22162522 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2025** **EP 4245620**

54 Título: **Sistema de frenado, método implementado por ordenador para controlar un sistema de frenado de un vehículo ferroviario, programa informático y soporte de datos no volátil**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**24.03.2025**

73 Titular/es:

**DELLNER BUBENZER AKTIEBOLAG (100.00%)  
Teknikergatan 1  
781 70 Borlänge, SE**

72 Inventor/es:

**PRIM, VIKTOR**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 3 008 664 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, método implementado por ordenador para controlar un sistema de frenado de un vehículo ferroviario, programa informático y soporte de datos no volátil

5

Campo técnico

La presente invención se refiere en general a la ralentización y la inmovilización de vehículos ferroviarios. En concreto, la invención se refiere a un sistema de frenado para un vehículo ferroviario de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y a un método informático correspondiente. La invención se refiere también a un programa informático y a un soporte de datos no volátil que almacena dicho programa informático.

10

Antecedentes

En el funcionamiento de un vehículo ferroviario propulsado eléctricamente, los motores de a bordo se utilizan normalmente como generadores para desacelerar el vehículo ferroviario. Sin embargo, por razones de eficiencia y seguridad, no se puede confiar únicamente en esta estrategia de frenado. En concreto, siempre será necesaria una función de frenado dedicada para garantizar la funcionalidad de frenado de emergencia y que el vehículo ferroviario permanezca estacionario después de que se haya detenido.

15

20

En muchos casos, se utilizan las mismas unidades de freno para diferentes tipos de funciones de frenado, como el frenado de servicio, el frenado de emergencia y el frenado de estacionamiento. Los frenos de un vehículo ferroviario actual utilizan normalmente frenos regulados neumáticamente. Esto es desventajoso, entre otras cosas, debido a su regulación lenta e imprecisa, pero también por el riesgo de fugas y el consiguiente mal funcionamiento.

25

Recientemente, se han presentado frenos controlados eléctricamente como una alternativa a los frenos regulados neumáticamente. Por ejemplo, el documento US 2020/0198605 describe un sistema de frenado electromecánico controlado por microordenador que contiene un dispositivo de control de frenado electromecánico y una unidad de freno electromecánico. El dispositivo de control de frenado electromecánico incluye una unidad de control de frenado por microordenador, una unidad de control electromecánico y un módulo de suministro de energía de reserva. La unidad de control de frenado por microordenador recibe una señal de instrucción de frenado enviada por un conductor o un sistema de conducción automática, realiza el cálculo de una fuerza de frenado objetivo y la gestión del frenado. Si el freno electromagnético está apagado, una disposición de tornillo y tuerca bloquea el freno para mantener la fuerza de frenado. Cuando un rotor de motor de par gira en sentido inverso, la tuerca realiza un movimiento de traslación en sentido inverso y se libera la fuerza de frenado.

30

35

El documento US 4 809 824 A divulga un sistema de frenado para un vehículo ferroviario que comprende un actuador de freno configurado para recibir una orden de frenado y, en respuesta a la misma, producir una señal eléctrica de fuerza de frenado que ordena una acción de frenado, y una unidad de freno que comprende miembros de presión primero y segundo y un miembro giratorio que está conectado mecánicamente a al menos una rueda del vehículo ferroviario. La unidad de freno está configurada para recibir la señal eléctrica de fuerza de frenado y, en respuesta a la misma, hacer que los miembros de presión primero y segundo ejecuten la acción de frenado con respecto al miembro giratorio, la unidad de freno comprende además un conjunto de engranajes dispuesto para operar mecánicamente sobre los miembros de presión primero y segundo y un motor eléctrico configurado para, en respuesta a la señal eléctrica de fuerza de frenado, actuar sobre el conjunto de engranajes de modo que haga que los miembros de presión primero y segundo se muevan hacia o lejos del miembro giratorio.

40

45

50

El documento JP H0671947 muestra un dispositivo de descongelación y un dispositivo de frenado en marcha para un vehículo, en el que una de las ruedas no patina o los frenos no tienen ningún efecto cuando se realiza el frenado. Una transmisión está equipada con un dispositivo de descongelación, en donde una horquilla de freno está soportada de manera pivotante sobre un árbol de operación de freno de un dispositivo de frenado. La horquilla de freno está configurada para acoplarse con un deslizador de descongelación para actuar el dispositivo de descongelación. Un mecanismo de leva permite que la horquilla de freno se deslice en la dirección de descongelación durante el frenado cuando se gira el árbol de operación de freno.

55

El documento JP 4719700 divulga un aparato de freno de estacionamiento eléctrico que hace funcionar los frenos de las ruedas accionando un sistema de transmisión de fuerza de operación del freno en una dirección mediante una fuerza de operación del freno generada por un motor eléctrico, y para mantener la fuerza de operación del freno mediante un freno electromagnético cuando el motor eléctrico está parado. La presencia o ausencia de congelamiento del sistema de transmisión de fuerza de operación del freno se determina dependiendo de si es o no difícil mover el sistema de transmisión de fuerza de operación del freno. Si se produce un congelamiento, el hielo adherido al sistema de transmisión de fuerza de operación del freno

60

65

puede triturarse accionando el motor eléctrico en una dirección para tirar aún más del sistema de transmisión de fuerza de operación del freno.

5 Por tanto, se conocen los sistemas de frenado electromecánicos propiamente dichos. El estado de la técnica también incluye una solución para detectar y eliminar el hielo en un aparato de freno de estacionamiento eléctrico para un vehículo. Sin embargo, no existe ninguna solución técnica que garantice la plena funcionalidad de los frenos para un vehículo ferroviario en todo tipo de condiciones de hielo y nieve.

10 Resumen

El objeto de la presente invención es por tanto ofrecer una solución que resuelva el problema anterior y proporcione una función de frenado basada en electricidad para un vehículo ferroviario, que no se vea afectada por las condiciones climáticas.

15 De acuerdo con un aspecto de la invención, el objetivo se consigue mediante un sistema de frenado para un vehículo ferroviario, que comprende un actuador de freno y una unidad de freno. La unidad de freno, a su vez, comprende miembros de presión primero y segundo y un miembro giratorio que está unido mecánicamente a al menos una rueda del vehículo ferroviario. La unidad de freno comprende también un conjunto de engranajes dispuesto para operar mecánicamente sobre los miembros de presión primero y  
20 segundo y un motor eléctrico. El actuador de freno está configurado para recibir una orden de frenado y, en respuesta a la misma, producir una señal eléctrica de fuerza de frenado que ordena una acción de frenado. La unidad de freno está configurada para recibir la señal eléctrica de fuerza de frenado y, en respuesta a la misma, controlar el motor eléctrico para que actúe sobre el conjunto de engranajes de modo que los miembros de presión primero y segundo se muevan hacia o lejos del miembro giratorio. En concreto, si se  
25 cumple un criterio de descongelación, el actuador de freno está configurado para producir la señal eléctrica de fuerza de frenado de manera que la acción de frenado implica mover los miembros de presión primero y segundo lejos del miembro giratorio.

30 El sistema de frenado anterior es ventajoso porque el movimiento activo hacia afuera de los miembros de presión primero y segundo tiene un efecto rompehielos altamente eficiente sobre cualquier formación de hielo que pueda haberse producido en el sistema de frenado en cualquier momento, es decir, durante el viaje así como mientras el vehículo ferroviario se ha detenido en una estación.

35 De acuerdo con la invención, si se cumple el criterio de descongelación, el actuador de freno está configurado para producir la señal eléctrica de fuerza de frenado de manera que la acción de frenado implica mover los miembros de presión primero y segundo hacia y lejos del miembro giratorio en un patrón de movimiento vibratorio. Estos movimientos de forma alterna hacia afuera y hacia adentro de los miembros de presión tienen un efecto de trituración de hielo que elimina cualquier hielo del sistema de frenado de una manera muy eficiente. Evidentemente, esta vibración puede emplearse con el propósito de descongelación  
40 independientemente de cómo estén dispuestos inicialmente los miembros de presión primero y segundo, por ejemplo, en contacto con el miembro giratorio o en un estado no frenado.

45 De acuerdo con otro modo de realización de este aspecto de la invención, se dispone un sensor de temperatura para generar una señal de temperatura indicativa de un nivel de temperatura ambiente. Por ejemplo, la señal de temperatura puede obtenerse de un sensor incorporado para proporcionar información general de temperatura a varias unidades y funcionalidades en el vehículo ferroviario. Como alternativa, se puede integrar un sensor de temperatura dedicado en el actuador de freno. El actuador de freno está configurado para recibir la señal de temperatura. Si el nivel de temperatura ambiente es inferior a una temperatura umbral durante al menos un período predefinido, el actuador de freno está configurado para  
50 producir una primera señal de activación que hace que se cumpla el criterio de descongelación. Esto significa que si, por ejemplo, el vehículo ferroviario está expuesto a grados de congelación, se llevará a cabo una acción de descongelación, que al menos implica mover los miembros de presión primero y segundo lejos del miembro giratorio.

55 De acuerdo con otro modo de realización más de este aspecto de la invención, el sistema de frenado contiene un controlador configurado para generar una segunda señal de activación repetidamente de acuerdo con un cronograma de tiempo, cuya segunda señal de activación hace que se cumpla el criterio de descongelación. De este modo, se pueden llevar a cabo medidas proactivas de descongelación de frenos sin imponer ninguna desaceleración al vehículo ferroviario.

60 De manera análoga al sensor de temperatura, el controlador puede estar integrado en el actuador de freno o estar representado por una unidad separada.

65 De acuerdo con otro modo de realización más de este aspecto de la invención, el sistema de frenado contiene un sensor de freno configurado para determinar una distancia de separación respectiva entre las pastillas de freno de los miembros de presión primero y segundo y el miembro giratorio. El actuador de freno

5 está configurado además para comparar las distancias de separación respectivas determinadas con una distancia de separación establecida entre las pastillas de freno de los miembros de presión primero y segundo y el miembro giratorio, cuya distancia de separación establecida es un parámetro asignado en la acción de frenado, por ejemplo correspondiente a una fuerza de frenado concreta. En este caso, se considera que el criterio de descongelación se cumple si la magnitud de una diferencia entre la distancia de separación establecida y las distancias de separación determinadas respectivas excede un intervalo de tolerancia. Es decir, dicha discrepancia está altamente correlacionada con la formación de hielo en los miembros de presión y/o en el miembro giratorio. Por lo tanto, la magnitud de la diferencia entre la distancia de separación establecida y las distancias de separación determinadas respectivas es un activador de descongelación eficiente.

15 De acuerdo con otro modo de realización de este aspecto de la invención, el conjunto de engranajes incluye un codificador de pulso configurado para generar una señal de pulso que refleja una interrelación de posición entre los miembros de presión primero y segundo, y el sensor de freno está configurado para determinar la distancia de separación en función de la señal de pulso. Esto es beneficioso porque es sencillo disponer un codificador de pulso de manera que exista una relación de uno a uno entre la señal de pulso y la interrelación de posición entre los miembros de presión primero y segundo.

20 De acuerdo con un modo de realización adicional de este aspecto de la invención, el conjunto de engranajes incluye un sensor de celda de carga configurado para producir una señal de fuerza que refleja la magnitud de una fuerza aplicada por los miembros de presión primero y segundo sobre el miembro giratorio, y el sensor de freno está configurado para determinar la distancia de separación en función de la señal de fuerza. Esto es beneficioso porque la señal de fuerza proporciona una base fiable para determinar si se ha efectuado o no la acción de frenado ordenada.

25 De acuerdo con un modo de realización de este aspecto de la invención, el sensor de freno está configurado para determinar la distancia de separación en función de la magnitud de una corriente suministrada al motor eléctrico y un período durante el cual la corriente ha sido suministrada al motor eléctrico. Por ejemplo, esta es una manera eficiente de establecer un par de salida del árbol de transmisión de potencia de un motor de CC.

30 Como alternativa, los miembros de presión primero y segundo pueden contener al menos un sensor ultrasónico configurado para emitir energía ultrasónica y producir al menos una señal de medición de distancia basada en reflexiones de la energía ultrasónica emitida contra el miembro giratorio. En este caso, el sensor de freno está configurado para determinar la distancia de separación en función de la al menos una señal de medición de distancia. De este modo, se obtiene una medida de la distancia de separación completamente independiente del motor eléctrico.

40 De acuerdo con otro modo de realización más de este aspecto de la invención, después de producir la señal eléctrica de fuerza de frenado de manera que la acción de frenado implica mover los miembros de presión primero y segundo lejos del miembro giratorio, el actuador de freno está configurado para establecer la magnitud de la diferencia entre las distancias de separación establecidas y determinadas. Si dicha magnitud es menor o igual que el intervalo de tolerancia, el actuador de freno está configurado para considerar que no se cumple el criterio de descongelación. Dicho de otro modo, cuando la discrepancia entre las distancias de separación establecidas y determinadas es aceptablemente pequeña de nuevo, se elimina el criterio de descongelación.

50 De acuerdo con otro modo de realización más de este aspecto de la invención, el actuador de freno está configurado para recibir una instrucción de desactivación generada por el usuario; y en respuesta a la misma, considerar que no se cumple el criterio de descongelación. Por consiguiente, por ejemplo, un conductor del vehículo ferroviario puede restablecer manualmente el criterio de descongelación.

55 De manera análoga, de acuerdo con otro modo de realización de este aspecto de la invención, el actuador de freno está configurado para recibir otra instrucción de activación generada por el usuario; y en respuesta a la misma, considerar que se ha cumplido el criterio de descongelación. Por lo tanto, el conductor puede establecer manualmente el criterio de descongelación, por ejemplo, si prevé problemas relacionados con el hielo o la nieve.

60 Preferiblemente, el actuador de freno está configurado para generar un mensaje de confirmación en respuesta a la confirmación del criterio de descongelación que se está estableciendo y/o restableciendo. De este modo, el conductor puede obtener confirmación de un estado actual del criterio de descongelación.

65 De acuerdo con otro aspecto de la invención, el objeto se consigue mediante un método implementado por ordenador para controlar un sistema de frenado para un vehículo ferroviario. En este caso, se supone que el sistema de frenado contiene un actuador de freno, y el método es ejecutado por al menos un procesador en el actuador de freno. El método implica recibir una orden de frenado, y en respuesta a la misma producir una señal de fuerza de frenado eléctrica que ordena una acción de frenado. Se supone además que el sistema de

frenado contiene una unidad de freno que tiene miembros de presión primero y segundo y un miembro giratorio que está conectado mecánicamente a al menos una rueda del vehículo ferroviario. La unidad de freno está configurada para recibir la señal de fuerza de frenado eléctrica, y en respuesta a la misma hacer que los miembros de presión primero y segundo ejecuten la acción de frenado con respecto al miembro giratorio. Específicamente, la unidad de freno también contiene un conjunto de engranajes dispuesto para operar mecánicamente sobre los miembros de presión primero y segundo. Además, el sistema de frenado incluye un motor eléctrico, que está configurado para actuar sobre el conjunto de engranajes de modo que haga que los miembros de presión primero y segundo se muevan hacia o lejos del miembro giratorio en respuesta a la señal de fuerza de frenado eléctrica. De acuerdo con la invención, el método consiste en comprobar si se cumple un criterio de descongelación. Si se comprueba que se cumple el criterio de descongelación, se genera la señal eléctrica de fuerza de frenado de manera que la acción de frenado implica alejar los miembros de presión primero y segundo del miembro giratorio. Las ventajas de este método, así como los modos de realización preferidos del mismo, se desprenden del comentario anterior con referencia al sistema de freno de estacionamiento propuesto.

De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, el objetivo se consigue mediante un programa informático que se puede cargar en un soporte de datos no volátil conectado de forma comunicativa a una unidad de procesamiento. El programa informático incluye un software para ejecutar el método anterior cuando el programa se ejecuta en la unidad de procesamiento.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, el objeto se consigue mediante un soporte de datos no volátil que contiene el programa informático mencionado anteriormente.

Otras ventajas, características beneficiosas y aplicaciones de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción y las reivindicaciones dependientes.

#### Breve descripción de los dibujos

La invención se explicará ahora con más detalle por medio de modos de realización preferidos, que se divulgan como ejemplos, y con referencia a los dibujos adjuntos.

La figura 1 ilustra esquemáticamente un vehículo ferroviario equipado con un sistema de frenado de acuerdo con un modo de realización de la invención;

La figura 2 muestra una unidad de freno de acuerdo con un modo de realización de la invención;

La figura 3 muestra una vista superior esquemática de un par de miembros de presión y un miembro giratorio de acuerdo con un modo de realización de la invención;

La figura 4 muestra un diagrama que ejemplifica cómo una diferencia entre una distancia de separación establecida y una distancia de separación determinada puede variar en función del tiempo de acuerdo con un modo de realización de la invención;

La figura 5 muestra un diagrama que ejemplifica cómo las distancias de separación establecidas y determinadas pueden variar con el tiempo de acuerdo con un modo de realización de la invención;

La figura 6 muestra un diagrama de bloques de un actuador de freno de acuerdo con un modo de realización de la invención; y

La figura 7 ilustra, mediante un diagrama de flujo, el método general de acuerdo con la invención.

#### Descripción detallada

En la figura 1, se observa una ilustración esquemática de un vehículo 100 ferroviario equipado con un sistema de frenado de acuerdo con un modo de realización de la invención. El sistema de frenado contiene un actuador 120 de freno y una unidad 200 de freno.

El actuador 120 de freno está configurado para recibir una orden de frenado  $cmd_B$ , que normalmente se ha generado en función de una instrucción del conductor. Evidentemente, sin embargo, la orden de frenado  $cmd_B$  también puede generarse automáticamente, por ejemplo, si se cumple un conjunto concreto de criterios, por ejemplo, indicando una situación de emergencia.

El actuador 120 de freno está configurado para recibir la orden de frenado  $cmd_B$  y en respuesta a la misma producir una señal de fuerza de freno eléctrica BF que ordena una acción de frenado, por ejemplo designando frenado de servicio con una fuerza concreta, frenado de emergencia o frenado de estacionamiento.

La figura 2 muestra la unidad 200 de freno de acuerdo con un modo de realización de la invención. La unidad 200 de freno contiene miembros de presión primero y segundo 211 y 212 respectivamente, y un miembro 110 giratorio que está conectado mecánicamente a al menos una rueda 105 del vehículo 100 ferroviario. Además, la unidad 200 de freno está configurada para recibir la señal eléctrica de fuerza de frenado BF y, en respuesta a la misma, hacer que los miembros de presión primero y segundo 211 y 212 ejecuten la acción de frenado con respecto al miembro 110 giratorio. Específicamente, para ejecutar la acción de frenado, la unidad 200 de freno contiene además un conjunto 220 de engranajes y un motor 230 eléctrico.

El conjunto 220 de engranajes está dispuesto para operar mecánicamente sobre los miembros de presión primero y segundo 211 y 212. En respuesta a la señal de fuerza de frenado eléctrica BF, el motor 230 eléctrico está configurado para actuar sobre el conjunto 220 de engranajes de modo que haga que los miembros de presión primero y segundo 211 y 212 se muevan hacia T o lejos A del miembro 110 giratorio. Dicho de otro modo, a diferencia de los sistemas de frenado convencionales, por ejemplo, operados neumáticamente, la señal de fuerza de frenado eléctrica BF puede dar como resultado movimientos activos de los miembros de presión primero y segundo 211 y 212 en ambas direcciones.

De acuerdo con la invención, el actuador 120 de freno está configurado además para producir la señal de fuerza de frenado eléctrica BF de manera que la acción de frenado implica mover los miembros de presión primero y segundo 211 y 212 lejos A del miembro 110 giratorio en respuesta a que se cumpla un criterio de descongelación DI.

De acuerdo con un modo de realización de la invención, el motor 230 eléctrico se implementa mediante un motor paso a paso. Esto es ventajoso porque el motor paso a paso proporciona un posicionamiento altamente preciso de su árbol de transmisión de potencia sin requerir un sensor de posición para la retroalimentación. El motor paso a paso es normalmente un motor eléctrico de CC sin escobillas que divide un giro completo en un número de pasos iguales, digamos 100, que pueden proporcionarse mediante un rotor de hierro en forma de engranaje con 25 dientes que dan 3,6 grados de giro por paso. El motor 230 paso a paso puede ser controlado para moverse y mantener una posición en uno de estos pasos mediante un control de bucle abierto, siempre que el motor esté adaptado a la aplicación con respecto al par y velocidad.

Como alternativa, el motor 230 eléctrico puede implementarse mediante un motor de CC. Esto es beneficioso porque es sencillo controlar un par de salida del árbol de transmisión de potencia del motor de CC a través de la magnitud y duración de una corriente de control.

Si se cumple el criterio de descongelación DI, de acuerdo con un modo de realización de la invención, el actuador 120 de freno está configurado para producir la señal eléctrica de fuerza de frenado BF de manera que la acción de frenado no sólo implica mover los miembros de presión primero y segundo 211 y 212 lejos A del miembro 110 giratorio, sino también hacia T lo mismo al menos una vez. Preferiblemente, como se comentará más adelante con referencia a la figura 5, la acción de frenado implica mover los miembros de presión primero y segundo 211 y 212 hacia T y lejos A del miembro 110 giratorio en un patrón de movimiento vibratorio. Es decir, esto da como resultado un triturado y eliminación altamente eficiente de cualquier hielo y/o nieve 130 que pueda haberse formado sobre la unidad 200 de freno, por ejemplo cuando el vehículo 100 ferroviario se ha detenido temporalmente en una estación o cuando el vehículo 100 ferroviario ha viajado a través de un área fría con diferentes grados de humedad del aire.

Por tanto, se puede hacer que los miembros de presión primero y segundo 211 y 212 realicen, por ejemplo, el patrón de movimiento vibratorio al liberar el freno. Sin embargo, también se puede hacer que los miembros de presión primero y segundo 211 y 212 realicen el patrón de movimiento vibratorio en relación con el acoplamiento del freno, por ejemplo, durante el frenado de servicio. Dicho de otro modo, esta estrategia de descongelación se puede emplear independientemente de cómo estén dispuestos los miembros de presión primero y segundo 211 y 212 al iniciar la vibración. No obstante, al comenzar desde un estado no frenado, normalmente es ventajoso que el patrón de movimiento vibratorio sea de tal modo que los miembros de presión primero y segundo 211 y 212 no hagan contacto con el miembro 110 giratorio antes de que se haya iniciado un procedimiento de frenado real.

Es preferible además que el actuador 120 de freno tenga acceso a datos de temperatura para iniciar acciones de descongelación adecuadas. Por lo tanto, de acuerdo con un modo de realización de la invención, un sensor de temperatura está configurado para generar una señal de temperatura  $S_T$  indicativa de un nivel de temperatura ambiente. El sensor de temperatura puede estar representado por una unidad de registro de temperatura general que está dispuesta para proporcionar datos de temperatura a otras funciones y unidades en el vehículo 100 ferroviario. Sin embargo, el sensor 640 de temperatura puede estar igualmente bien integrado en el actuador 120 de freno como se ejemplifica en la figura 6.

En cualquier caso, el actuador 120 de freno está configurado para recibir la señal de temperatura  $S_T$ . Si el nivel de temperatura ambiente es inferior a una temperatura umbral, por ejemplo  $+4C^\circ$ , durante al menos un

período predefinido, por ejemplo 60 minutos, el actuador 120 de freno está configurado para producir una primera señal de activación que hace que se cumpla el criterio de descongelación DI. Evidentemente, la primera señal de activación puede estar representada aquí por un proceso interno en el actuador 120 de freno, lo que significa que el cumplimiento de las condiciones de temperatura anteriores da como resultado que se cumpla la condición de descongelación DI.

Con el fin de reducir de forma proactiva el riesgo de que se forme hielo 130 en el sistema de frenado, de acuerdo con un modo de realización de la invención, un controlador está configurado para generar una segunda señal de activación T2 repetidamente de acuerdo con un cronograma de tiempo. Como se ilustra en la figura 6, el controlador 650 puede estar integrado en el actuador 120 de freno. Sin embargo, de acuerdo con la invención, el controlador puede estar dispuesto como alternativa en una unidad diferente en el vehículo 100 ferroviario. La segunda señal de activación T2, a su vez, hace que se cumpla el criterio de descongelación DI. Por lo tanto, se pueden realizar acciones de descongelación, por ejemplo, mover los miembros de presión primero y segundo 211 y 212 sin hacer que entren en contacto con el miembro 110 giratorio, a intervalos regulares para garantizar que no se pueda formar hielo 130 en las partes críticas del sistema de frenado.

La figura 3 muestra una vista superior esquemática de los miembros de presión primero y segundo 211 y 212 y del miembro 110 giratorio. De acuerdo con modos de realización de la invención, el sistema de frenado incluye un sensor 235 de freno como se ilustra esquemáticamente en la figura 2. El sensor 235 de freno está configurado para determinar una distancia de separación  $d_{d1}$  y  $d_{d2}$  respectiva entre las pastillas de freno de los miembros de presión primero y segundo 211 y 212 respectivamente y el miembro 110 giratorio. En la figura 3, las pastillas de freno se ilustran simbólicamente mediante los números de referencia 211b y 213b respectivamente.

El actuador 120 de freno está configurado para comparar las distancias de separación  $d_{d1}$  y  $d_{d2}$  respectivas determinadas con una distancia de separación  $d_s$  establecida entre las pastillas de freno 211b y 213b de los miembros de presión primero y segundo 211 y 212 respectivamente y el miembro 110 giratorio. La distancia de separación  $d_s$  establecida es un parámetro que se asigna en la acción de frenado. Por lo tanto, normalmente, la distancia de separación  $d_s$  establecida depende de la dureza del frenado. Por ejemplo, en un frenado de emergencia cuando se debe aplicar una presión de frenado máxima, la distancia de separación  $d_s$  establecida se asigna a un valor mínimo. Durante el frenado de servicio, sin embargo, la distancia de separación  $d_s$  establecida se puede asignar a cualquier valor mayor. Si se ha formado hielo 130 en una o más partes del sistema de frenado, como en los miembros de presión primero y segundo 211 y 212 y/o el miembro 110 giratorio, puede que no sea posible alcanzar la distancia de separación  $d_s$  establecida. Esto significa que una o ambas de las distancias de separación  $d_{d1}$  y  $d_{d2}$  determinadas diferirán de la distancia de separación  $d_s$  establecida.

De acuerdo con este modo de realización de la invención, el criterio de descongelación DI se cumple si la magnitud de una diferencia  $|d_s - d_d|$  entre la distancia de separación  $d_s$  establecida y las respectivas distancias de separación  $d_{d1}$  y  $d_{d2}$  determinadas supera un intervalo de tolerancia  $d_{th}$ . Idealmente, las distancias de separación  $d_{d1}$  y  $d_{d2}$  determinadas deben ser ambas iguales entre sí e iguales a la distancia de separación  $d_s$  establecida. Por lo tanto, normalmente es suficiente que una de las magnitudes  $|d_s - d_{d1}|$  y  $|d_s - d_{d2}|$  supere el intervalo de tolerancia  $d_{th}$  para que se cumpla el criterio de descongelación DI.

La figura 4 muestra un diagrama que ejemplifica cómo la magnitud de la diferencia  $|d_s - d_d|$  entre la distancia de separación  $d_s$  establecida y la distancia de separación  $d_d$  determinada puede variar en función del tiempo  $t$  de acuerdo con un modo de realización de la invención. En este caso, en un primer punto en el tiempo  $t_1$ , se encuentra que se cumple el criterio de descongelación DI. Por consiguiente, se efectúa una acción de frenado, que al menos implica mover los miembros de presión primero y segundo 211 y 212 lejos A del miembro 110 giratorio. Como resultado, la magnitud de la diferencia  $|d_s - d_d|$  disminuye gradualmente a medida que progresa dicha acción de frenado, y en un segundo punto en el tiempo  $t_2$ , el valor de la diferencia cae por debajo del intervalo de tolerancia  $d_{th}$ . En un punto en el tiempo  $t_3$  aún posterior, la acción de frenado se detiene y el valor de la diferencia se estabiliza.

De acuerdo con modos de realización de la invención, la distancia de separación real  $d_d$  se puede determinar de diferentes maneras. Con referencia nuevamente a la figura 2, el conjunto 220 de engranajes puede contener, por ejemplo, un codificador 225 de pulso que está configurado para generar una señal de pulso P# que refleja una interrelación de posición entre los miembros de presión primero y segundo 211 y 212. Debido a la rigidez mecánica del conjunto 220 de engranajes, es posible disponer el codificador 225 de pulso en una multitud de posiciones en las que se unen dos partes móviles del conjunto 220 de engranajes. En la figura 2, el codificador 225 de pulso se indica simbólicamente como ubicado en una carcasa del conjunto 220 de engranajes. En base a la señal de pulso P#, el sensor 235 de freno está configurado para determinar la distancia de separación  $d_d$ , por ejemplo, empleando una relación mecánica conocida entre dichas partes móviles.

De acuerdo con otro modo de realización de la invención, el conjunto 220 de engranajes incluye un sensor 250 de celda de carga configurado para producir una señal de fuerza  $F$  que refleja la magnitud de una fuerza aplicada por los miembros de presión primero y segundo 211 y 212 respectivamente sobre el miembro 110 giratorio. Es decir, existe una relación directa e inequívoca entre esta fuerza y la distancia de separación  $d_d$ .  
 5 Por lo tanto, el sensor 235 de freno está configurado para determinar la distancia de separación  $d_d$  en función de la señal de fuerza  $F$ . En la figura 2, el sensor de celda de carga se indica simbólicamente con el número de referencia 250. Un transductor del sensor 250 de celda de carga está dispuesto preferiblemente a lo largo de al menos uno de los ejes A1 y A2 respectivos alrededor de los cuales puede pivotar cada uno de los miembros de presión primero y segundo 211 y 212.

De acuerdo con otro modo de realización más de la invención, el sensor 235 de freno está configurado para determinar la distancia de separación  $d_d$  en función de la magnitud de una corriente suministrada al motor 230 eléctrico y un período durante el cual la corriente ha sido suministrada al motor 230 eléctrico. Esto es especialmente ventajoso si el motor 230 eléctrico es del tipo de motor de CC porque para dichos motores existe una relación directa entre la magnitud de la corriente suministrada, la extensión del tiempo durante el cual la corriente ha sido suministrada y el par del árbol de transmisión de potencia del motor. El par, a su vez, está directamente correlacionado con la determinación de la distancia de separación  $d_d$ .

Haciendo referencia ahora a la figura 3 nuevamente, de acuerdo con otro modo de realización más de la invención, los miembros de presión primero y segundo 211 y 212 contienen respectivamente al menos un sensor ultrasónico, por ejemplo 301 y 302, cada uno de los cuales está configurado para emitir energía ultrasónica  $E_{US}$  hacia el miembro 110 giratorio. Los sensores ultrasónicos están configurados además para producir una señal de medición de distancia  $S_{R1}$  y  $S_{R2}$  respectiva en base a reflexiones de la energía ultrasónica  $E_{US}$  emitida contra el miembro 110 giratorio. El sensor 235 de freno está configurado para determinar la distancia de separación  $d_d$ , por ejemplo representada por una o ambas distancias  $d_{d1}$  y  $d_{d2}$ , en base a la al menos una señal de medición de distancia  $S_{R1}$  y/o  $S_{R2}$ .

En la figura 5, se aprecia un diagrama que ejemplifica cómo la distancia de separación  $d_s$  establecida y la distancia de separación  $d_d$  determinada pueden variar a lo largo del tiempo  $t$  de acuerdo con un modo de realización de la invención.

En un punto en el tiempo  $t_4$ , el actuador 120 de freno recibe una orden de frenado  $cmd_B$  que representa la fuerza de frenado total, que es equivalente a una distancia de separación  $d_s$  establecida igual a  $d_{FB}$ . Hasta un punto en el tiempo  $t_5$  posterior, el vehículo 100 ferroviario permanece en una estación. Debido a las condiciones meteorológicas, se forma hielo en el sistema de frenado mientras el vehículo ferroviario está parado; y como resultado, los miembros de presión primero y segundo 211 y 212 llegan a atascarse contra el miembro 110 giratorio. Por consiguiente, cuando en  $t_5$  el actuador 120 de freno recibe una orden de frenado  $cmd_B$  que representa la liberación del freno y la distancia de separación  $d_s$  establecida aumenta rápidamente. Sin embargo, la distancia de separación  $d_d$  determinada permanece en el nivel  $d_{FB}$ . Después de la expiración de un período de prueba TT, en un punto en el tiempo  $t_6$ , el actuador 120 de freno establece que la magnitud de la diferencia  $|d_s - d_d|$  entre la distancia de separación  $d_s$  establecida y la distancia de separación  $d_d$  determinada excede el intervalo de tolerancia  $d_{th}$ .

Por lo tanto, se cumple el criterio de descongelación DI, y el actuador 120 de freno produce la señal de fuerza de frenado eléctrica BF de manera que la acción de frenado implica mover los miembros de presión primero y segundo 211 y 212 lejos A y hacia T el miembro 110 giratorio en un patrón de movimiento vibratorio durante un período de vibración TV que se extiende hasta un punto en el tiempo  $t_8$ . En un punto en el tiempo  $t_7$  anterior a  $t_8$ , el hielo es triturado por los movimientos vibratorios, y la distancia de separación  $d_d$  determinada comienza a seguir la distancia de separación  $d_s$  establecida. Cuando el período de vibración TV ha terminado, el actuador 120 de freno produce la señal de fuerza de frenado eléctrica BF de manera que el freno se libera completamente.

Preferiblemente, después de completar un proceso de frenado en hielo como el descrito anteriormente, sigue un procedimiento de calibración TC. En la figura 5, esto se ilustra mediante un frenado de prueba completo en un punto en el tiempo  $t_9$  y una posterior liberación completa del freno, que se completa en un punto en el tiempo  $t_{10}$ . En el ejemplo ilustrado, las distancias de separación  $d_s$  y  $d_d$  establecidas y determinadas coinciden durante el procedimiento de calibración TC, lo que indica que estas medidas están calibradas.

De acuerdo con un modo de realización de la invención, después de producir la señal eléctrica de fuerza de frenado BF de manera que la acción de frenado implica al menos mover los miembros de presión primero y segundo 211 y 212 lejos A del miembro 110 giratorio, el actuador 120 de freno está configurado para establecer la magnitud de la diferencia  $|d_s - d_d|$  entre las distancias de separación  $d_s$  y  $d_d$  establecidas y determinadas respectivamente. Si la magnitud  $|d_s - d_d|$  es menor o igual que el intervalo de tolerancia  $d_{th}$ , el actuador 120 de freno está configurado para considerar que el criterio de descongelación DI ya no se cumple. De este modo, por ejemplo, se puede abortar cualquier vibración en curso de los miembros de presión primero y segundo 211 y 212.

Adicionalmente, resulta ventajoso que el criterio de descongelación DI pueda restablecerse manualmente. Por lo tanto, de acuerdo con un modo de realización de la invención, el actuador 120 de freno está configurado para recibir una instrucción de desactivación  $cmd_{DNI}$  generada por el usuario, por ejemplo, de un conductor del vehículo ferroviario o de un técnico de servicio. En respuesta a la instrucción de desactivación  $cmd_{DNI}$  generada por el usuario, el actuador 120 de freno está configurado para considerar que el criterio de descongelación DI no se cumple.

Evidentemente, independientemente de si el criterio de descongelación DI se restableció de forma automática o manual, es relevante indicar el estado actualizado a un operador, por ejemplo, el conductor y/o un técnico de servicio. Para este fin, de acuerdo con un modo de realización de la invención, el actuador 120 de freno está configurado para generar un mensaje de reconocimiento ACK en respuesta a la notificación de que el criterio de descongelación DI no se ha cumplido.

Preferiblemente, como se ejemplifica en la figura 1, el actuador 220 de freno está conectado a un primer bus 250 de datos en el vehículo 200 ferroviario, cuyo primer bus 250 de datos está configurado para comunicar mensajes de estado SS. En dicho caso, es ventajoso que el actuador 220 de freno esté configurado para enviar el mensaje de confirmación ACK como un mensaje de estado SS a través del primer bus 250 de datos, por ejemplo a la cabina del conductor.

El vehículo 100 ferroviario también puede contener un segundo bus 260 de datos, que está conectado al actuador 220 de freno y cuyo segundo bus 260 de datos está configurado para comunicar señales de control CS, como la orden de frenado  $cmd_B$  al actuador 220 de freno. En este caso, el actuador 120 de freno puede estar configurado además para recibir una instrucción de activación generada por el usuario  $cmd_{DI}$  en forma de una señal de control CS a través del segundo bus 260 de datos.

En respuesta a la recepción de la instrucción de activación generada por el usuario  $cmd_{DI}$ , el actuador 120 de freno está configurado para considerar que se ha cumplido el criterio de descongelación DI. De este modo, un operador puede iniciar manualmente un proceso de descongelación si, por ejemplo, prevé que esto es apropiado.

Evidentemente, el segundo bus 260 de datos también puede utilizarse para enviar la instrucción de desactivación  $cmd_{DNI}$  generada por el usuario al actuador 12 de freno.

En general, resulta ventajoso que el procedimiento de frenado descrito anteriormente se efectúe de manera automática mediante la ejecución de uno o más programas informáticos. Por lo tanto, el actuador 120 de freno incluye preferiblemente circuitos de procesamiento y unidades de memoria programadas, cuyo diseño se describirá brevemente a continuación con referencia a la figura 6.

La figura 6 muestra un diagrama de bloques del actuador 120 de freno de acuerdo con un modo de realización de la invención. El actuador 120 de freno incluye un circuito de procesamiento en forma de al menos un procesador 630 y una unidad 620 de memoria, es decir, un soporte de datos no volátil, que almacena un programa 625 informático, que, a su vez, contiene software para hacer que el al menos un procesador 630 ejecute las acciones mencionadas en esta invención cuando el programa 625 informático se ejecuta en el al menos un procesador 630. La figura 6 también ilustra el sensor 640 de temperatura y el controlador 650.

El sensor 640 de temperatura está configurado para generar la señal de temperatura  $S_T$  que indica el nivel de temperatura ambiente al al menos un procesador 630. El controlador 650 está configurado para generar una segunda señal de activación T2 repetidamente de acuerdo con un cronograma de tiempo, cuya segunda señal de activación T2 hace que se cumpla el criterio de descongelación DI.

Además de lo anterior, la figura 6 muestra una entrada de potencia W, una conexión respectiva a los buses de datos primero y segundo 250 y 260 a través de los cuales se envía el mensaje de reconocimiento ACK y se reciben las órdenes  $cmd_B$ ,  $cmd_{NDI}$  y  $cmd_{DI}$  respectivamente.

A modo de resumen, y con referencia al diagrama de flujo de la figura 7, se describirá ahora el método implementado por ordenador de acuerdo con la invención para controlar un sistema de frenado de un vehículo ferroviario, sistema que se supone que contiene una unidad 200 de freno que tiene miembros de presión primero y segundo 211 y 212 respectivamente, y un miembro 110 giratorio que está conectado mecánicamente a al menos una rueda 105 del vehículo 100 ferroviario. Además, la unidad de freno está configurada para recibir la señal eléctrica de fuerza de frenado BF, y en respuesta a la misma hacer que los miembros de presión primero y segundo 211 y 212 ejecuten la acción de frenado con respecto al miembro 110 giratorio.

En una primera etapa 710 se comprueba si se cumple un criterio de descongelación y, en caso afirmativo, se pasa a la etapa 720. En caso contrario, el procedimiento vuelve y permanece en la etapa 710.

5 En la etapa 720, se produce una señal de fuerza de frenado eléctrica, que a través de un motor 230 eléctrico y un conjunto 220 de engranajes en la unidad 200 de freno está configurada para hacer que los miembros de presión primero y segundo 211 y 212 se alejen A del miembro 110 giratorio, de modo que se espera que cualquier hielo/nieve en el sistema de frenado, especialmente alrededor de los miembros de presión primero y segundo 211 y 212, se rompa y caiga.

10 A continuación, se pasa a la etapa 730 en la que se comprueba si se sigue cumpliendo el criterio de descongelación. En caso afirmativo, el procedimiento vuelve a la etapa 720 para continuar con el proceso de descongelación; en caso contrario, el procedimiento vuelve a la etapa 710.

15 Todas las etapas del proceso, así como cualquier subsecuencia de etapa, descritas con referencia a la figura 7 pueden ser controladas por medio de un procesador programado. Además, aunque los modos de realización de la invención descritos anteriormente con referencia a los dibujos comprenden un procesador y procesos realizados en al menos un procesador, la invención se extiende por tanto también a programas informáticos, concretamente programas informáticos sobre o en un soporte, adaptados para poner en práctica la invención. El programa puede estar en forma de código fuente, código objeto, un código intermedio entre el  
20 código fuente y el código objeto como en forma parcialmente compilada, o en cualquier otra forma adecuada para su uso en la implementación del proceso de acuerdo con la invención. El programa puede ser parte de un sistema operativo, o ser una aplicación separada. El soporte puede ser cualquier entidad o dispositivo capaz de portar el programa. Por ejemplo, el soporte puede comprender un medio de almacenamiento, como una memoria Flash, una ROM (Memoria de Solo Lectura), por ejemplo un DVD (Disco Versátil/de Vídeo Digital), un CD (Disco Compacto) o una ROM de semiconductores, una EPROM (Memoria de Solo Lectura Programable y Borrable), una EEPROM (Memoria de Solo Lectura Programable y Borrable Eléctricamente) o un medio de grabación magnético, por ejemplo un disquete o un disco duro. Además, el soporte puede ser un  
25 soporte transmisible, como una señal eléctrica u óptica que puede transmitirse a través de un cable eléctrico u óptico o por radio o por otros medios. Cuando el programa está incorporado en una señal, que puede transmitirse directamente por un cable u otro dispositivo o medio, el soporte puede estar constituido por dicho cable o dispositivo o medio. Como alternativa, el soporte puede ser un circuito integrado en el que está integrado el programa, el circuito integrado que está adaptado para realizar, o para su uso en la realización de, los procesos relevantes.

35 El término "comprende/que comprende" cuando se utiliza en esta especificación se toma para especificar la presencia de características, números enteros, etapas o componentes indicados. El término no excluye la presencia o adición de uno o más elementos, características, números enteros, etapas o componentes adicionales o grupos de los mismos. El artículo indefinido "un" o "una" no excluye una pluralidad. En las reivindicaciones, la palabra "o" no ha de interpretarse como un o exclusivo (a veces denominado "XOR"). Por el contrario, expresiones como "A o B" cubren todos los casos "A y no B", "B y no A" y "A y B", a menos que se indique lo contrario. El mero hecho de que ciertas medidas se indican en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no pueda utilizarse para obtener ventajas. Cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no ha de interpretarse como limitante del  
40 alcance.

45 También ha de tenerse en cuenta que las características de los diversos modos de realización descritos en el presente documento se pueden combinar libremente, a menos que se indique explícitamente que dicha combinación sería inadecuada.

50 Los expertos en la materia pueden comprender y efectuar variaciones a los modos de realización divulgados al poner en práctica la invención reivindicada, a partir de un estudio de los dibujos, la descripción y las reivindicaciones adjuntas.

55 La invención no se limita a los modos de realización descritos en las figuras, sino que puede variarse libremente dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de frenado para un vehículo (100) ferroviario, cuyo sistema de frenado comprende:

5 un actuador (120) de freno configurado para recibir una orden de frenado ( $cmd_B$ ) y, en respuesta a la misma, producir una señal de fuerza de freno eléctrica (BF) que ordena una acción de frenado, y

una unidad (200) de freno que comprende miembros de presión primero y segundo (211, 212) y un miembro (110) giratorio que está unido mecánicamente a al menos una rueda (105) del vehículo (100) ferroviario, cuya  
10 unidad (200) de freno está configurada para recibir la señal de fuerza de frenado eléctrica (BF), y en respuesta a la misma hacer que los miembros de presión primero y segundo (211, 212) ejecuten la acción de frenado con respecto al miembro (110) giratorio,

en donde la unidad (200) de freno comprende además:

15 un conjunto (220) de engranajes dispuesto para operar mecánicamente sobre los miembros de presión primero y segundo (211; 212); y

un motor (230) eléctrico configurado para, en respuesta a la señal de fuerza de frenado eléctrica (BF), actuar sobre el conjunto (220) de engranajes de modo que haga que los miembros de presión primero y segundo  
20 (211; 212) se muevan hacia (T) o lejos (A) del miembro (110) giratorio;

y caracterizado por que

25 el actuador (120) de freno está configurado además para producir la señal eléctrica de fuerza de frenado (BF) de manera que la acción de frenado implica mover los miembros de presión primero y segundo (211; 212) lejos (A) del miembro (110) giratorio en respuesta a que se cumple un criterio de descongelación (DI), en donde, si se cumple el criterio de descongelación (DI), el actuador (120) de freno está configurado para producir la señal eléctrica de fuerza de frenado (BF) de manera que la acción de frenado implica mover los miembros de presión primero y segundo (211; 212) hacia (T) y lejos (A) del miembro (110) giratorio en un  
30 patrón de movimiento vibratorio.

2. El sistema de frenado de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende un sensor (640) de temperatura configurado para generar una señal de temperatura ( $S_T$ ) indicativa de un nivel de temperatura ambiente, y el actuador (120) de freno está configurado para:

35 recibir la señal de temperatura ( $S_T$ ), y si el nivel de temperatura ambiente es inferior a una temperatura umbral durante al menos un período predefinido

40 producir una primera señal de activación que haga que se cumpla el criterio de descongelación (DI).

3. El sistema de frenado de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el sensor (640) de temperatura está integrado en el actuador (120) de freno.

45 4. El sistema de frenado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un controlador (650) configurado para generar una segunda señal de activación (T2) de forma repetida de acuerdo con un programa de tiempo, cuya segunda señal de activación (T2) hace que se cumpla el criterio de descongelación (DI).

50 5. El sistema de frenado de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el controlador (650) está integrado en el actuador (120) de freno.

55 6. El sistema de frenado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un sensor (235) de freno configurado para determinar una distancia de separación ( $d_{d1}$ ;  $d_{d2}$ ) respectiva entre las pastillas (211b; 213b) de freno de los miembros de presión primero y segundo (211; 212) y el miembro (110) giratorio, y

en donde el actuador (120) de freno está configurado además para:

60 comparar las distancias de separación ( $d_{d1}$ ;  $d_{d2}$ ) respectivas determinadas con una distancia de separación ( $d_s$ ) establecida entre las pastillas (211 b; 213b) de freno de los miembros de presión primero y segundo (211; 212) y el miembro (110) giratorio, cuya distancia de separación ( $d_s$ ) establecida es un parámetro asignado en la acción de frenado, y el criterio de descongelación (DI) se cumple si la magnitud de una diferencia ( $|d_s - d_d|$ ) entre la distancia de separación establecida y las distancias de separación determinadas respectivas excede un intervalo de tolerancia ( $d_{th}$ ).

65

7. El sistema de frenado de acuerdo con la reivindicación 6, en donde:

el conjunto (220) de engranajes comprende un codificador (225) de pulso configurado para generar una señal de pulso (P#) que refleja una interrelación de posición entre los miembros de presión primero y segundo (211; 212), y

El sensor (235) de freno está configurado para determinar la distancia de separación ( $d_d$ ) en función de la señal de pulso (P#).

8. El sistema de frenado de acuerdo con la reivindicación 6, en donde:

el conjunto (220) de engranajes comprende un sensor (250) de celda de carga configurado para producir una señal de fuerza (F) que refleja la magnitud de una fuerza aplicada por los miembros de presión primero y segundo (211; 212) sobre el miembro (110) giratorio, y

El sensor (235) de freno está configurado para determinar la distancia de separación ( $d_d$ ) en función de la señal de fuerza (F).

9. El sistema de frenado de acuerdo con la reivindicación 6, en donde:

El sensor (235) de freno está configurado para determinar la distancia de separación ( $d_d$ ) en función de la magnitud de una corriente alimentada al motor (230) eléctrico y un período durante el cual la corriente se ha alimentado al motor (230) eléctrico.

10. El sistema de frenado de acuerdo con la reivindicación 6, en donde:

los miembros de presión primero y segundo (211; 212) comprenden al menos un sensor (301; 302) ultrasónico configurado para emitir energía ultrasónica ( $E_{US}$ ) y producir al menos una señal de medición de distancia ( $S_{R1}$ ;  $S_{R2}$ ) basada en reflexiones de la energía ultrasónica ( $E_{US}$ ) emitida contra el miembro (110) giratorio, y

El sensor (235) de freno está configurado para determinar la distancia de separación ( $d_d$ ) en función de la al menos una señal de medición de distancia ( $S_{R1}$ ;  $S_{R2}$ ).

11. El sistema de frenado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, en donde después de producir la señal eléctrica de fuerza de frenado (BF) de manera que la acción de frenado implica mover los miembros de presión primero y segundo (211; 212) lejos (A) del miembro (110) giratorio, el actuador (120) de freno está configurado para:

establecer la magnitud de la diferencia ( $|d_s - d_d|$ ) entre las distancias de separación ( $d_s$ ;  $d_d$ ) establecidas y determinadas, y si dicha magnitud es menor o igual que el intervalo de tolerancia ( $d_{th}$ )

considerar que no se cumple el criterio de descongelación (DI).

12. El sistema de frenado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 a 11, en donde el actuador (120) de freno está configurado para:

recibir una instrucción de desactivación ( $cmd_{DNI}$ ) generada por el usuario; y en respuesta a la misma

considerar que no se cumple el criterio de descongelación (DI).

13. El sistema de frenado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 o 12, en donde el actuador (120) de freno está configurado para generar un mensaje de reconocimiento (ACK) en respuesta a la consideración de que no se cumple el criterio de descongelación (DI).

14. El sistema de frenado de acuerdo con la reivindicación 13, en donde el actuador (220) de freno está conectado a un primer bus (250) de datos en el vehículo (200) ferroviario, cuyo primer bus (250) de datos está configurado para comunicar mensajes de estado (SS).

15. El sistema de frenado de acuerdo con la reivindicación 14, en donde el actuador (220) de freno está configurado para enviar el mensaje de reconocimiento (ACK) como un mensaje de estado (SS) a través del primer bus (250) de datos.

16. El sistema de frenado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el actuador (220) de freno está conectado a un segundo bus (260) de datos en el vehículo (200) ferroviario, cuyo segundo bus (260) de datos está configurado para comunicar señales de control (CS).

- 5 17. El sistema de frenado de acuerdo con la reivindicación 16, en donde el actuador (220) de freno está configurado para recibir la orden de frenado ( $cmd_B$ ) como una señal de control (CS) a través del segundo bus (260) de datos.
- 10 18. El sistema de frenado de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el actuador (120) de freno está configurado para:  
 recibir una instrucción de activación ( $cmd_{DI}$ ) generada por el usuario; y en respuesta a la misma  
 considerar cumplido el criterio de descongelación (DI).
- 15 19. Un método implementado por ordenador para controlar un sistema de frenado para un vehículo (100) ferroviario, cuyo sistema de frenado comprende: un actuador (120) de freno, cuyo método es ejecutado por al menos un procesador (630) en el actuador (120) de freno y comprende:  
 recibir una orden de frenado ( $cmd_B$ ), y en respuesta a la misma  
 producir una señal eléctrica de fuerza de frenado (BF) que ordena una acción de frenado,  
 20 el sistema de frenado que comprende además una unidad (200) de freno que tiene miembros de presión primero y segundo (211, 212), y un miembro (110) giratorio que está unido mecánicamente a al menos una rueda (105) del vehículo (100) ferroviario, la unidad de freno que está configurada para recibir la señal eléctrica de fuerza de frenado (BF), y en respuesta a la misma hacer que los miembros de presión primero y  
 25 segundo (211, 212) ejecuten la acción de frenado con respecto al miembro (110) giratorio, en donde la unidad (200) de freno comprende además  
 un conjunto (220) de engranajes dispuesto para operar mecánicamente sobre los miembros de presión primero y segundo (211; 212); el sistema de frenado que comprende un motor (230) eléctrico configurado para, en respuesta a la señal de fuerza de frenado eléctrica (BF), actuar sobre el conjunto (220) de engranajes de manera que haga que los miembros de presión primero y segundo (211; 212) se muevan hacia (T) o lejos (A) del miembro (110) giratorio; y el método caracterizado por:  
 30 comprobar si se cumple un criterio de descongelación (DI), y si se cumple el criterio de descongelación (DI)  
 producir la señal eléctrica de fuerza de frenado (BF) de manera que la acción de frenado implica mover los miembros de presión primero y segundo (211; 212) lejos (A) del miembro (110) giratorio, en donde, si se cumple el criterio de descongelación (DI), el método comprende:  
 40 producir la señal de fuerza de frenado eléctrica (BF) de manera que la acción de frenado implica mover los miembros de presión primero y segundo (211; 212) hacia (T) y lejos (A) del miembro (110) giratorio en un patrón de movimiento vibratorio.
- 45 20. El método de acuerdo con la reivindicación 19, que comprende:  
 recibir una señal de temperatura ( $S_T$ ) indicativa de un nivel de temperatura ambiente, y si el nivel de temperatura ambiente es inferior a una temperatura umbral durante al menos un período predefinido  
 50 generar una primera señal de activación que hace que se cumpla el criterio de descongelación (DI).
- 55 21. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 19 o 20, que comprende:  
 generar una segunda señal de activación (T2) repetidamente de acuerdo con un cronograma de tiempo, cuya segunda señal de activación (T2) hace que se cumpla el criterio de descongelación (DI).
- 60 22. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 19 a 21, en donde el sistema de frenado comprende un sensor (235) de freno configurado para determinar una distancia de separación ( $d_{d1}$ ;  $d_{d2}$ ) respectiva entre las pastillas (211b; 213b) de freno de los miembros de presión primero y segundo (211; 212) y el miembro (110) giratorio, y el método comprende:  
 65 comparar las distancias de separación ( $d_{d1}$ ;  $d_{d2}$ ) respectivas determinadas con una distancia de separación ( $d_s$ ) establecida entre las pastillas (211b; 213b) de freno de los miembros de presión primero y segundo (211; 212) y el miembro (110) giratorio, cuya distancia de separación ( $d_s$ ) establecida es un parámetro asignado en la acción de frenado, y

considerar el criterio de descongelación (DI) como cumplido si la magnitud de una diferencia ( $|d_s - d_d|$ ) entre la distancia de separación establecida y las respectivas distancias de separación determinadas excede un intervalo de tolerancia ( $d_{th}$ ).

5 23. El método de acuerdo con la reivindicación 22, en donde el conjunto (220) de engranajes comprende un codificador (225) de pulso configurado para generar una señal de pulso (P#) que refleja una interrelación de posición entre los miembros de presión primero y segundo (211; 212), y el método comprende:

determinar la distancia de separación ( $d_d$ ) en función de la señal de pulso (P#).

10

24. El método de acuerdo con la reivindicación 22, en donde el conjunto (220) de engranajes comprende un sensor de celda de carga (250) configurado para producir una señal de fuerza (F) que refleja la magnitud de una fuerza aplicada por los miembros de presión primero y segundo (211; 212) sobre el miembro (110) giratorio, y el método comprende:

15

determinar la distancia de separación ( $d_d$ ) en función de la señal de fuerza (F).

25. El método de acuerdo con la reivindicación 22, que comprende:

20

determinar la distancia de separación ( $d_d$ ) en función de la magnitud de una corriente alimentada al motor (230) eléctrico y un período durante el cual la corriente ha sido alimentada al motor (230) eléctrico.

25

26. El método de acuerdo con la reivindicación 22, en donde los miembros de presión primero y segundo (211; 212) comprenden al menos un sensor (301; 302) ultrasónico configurado para emitir energía ultrasónica ( $E_{US}$ ) y producir al menos una señal de medición de distancia ( $S_{R1}$ ;  $S_{R2}$ ) basada en reflexiones de la energía ultrasónica ( $E_{US}$ ) emitida contra el miembro (110) giratorio; y el método comprende:

25

determinar la distancia de separación ( $d_d$ ) basándose en la al menos una señal de medición de distancia ( $S_{R1}$ ;  $S_{R2}$ ).

30

27. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 22 a 26, en donde después de producir la señal eléctrica de fuerza de frenado (BF) de manera que la acción de frenado implica mover los miembros de presión primero y segundo (211; 212) lejos (A) del miembro (110) giratorio, el método comprende:

35

determinar la magnitud de la diferencia ( $|d_s - d_d|$ ) entre las distancias de separación ( $d_s$ ;  $d_d$ ) establecidas y determinadas, y si dicha magnitud es menor o igual que el intervalo de tolerancia ( $d_{th}$ )

considerar que el criterio de descongelación (DI) no debe cumplirse.

40

28. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 22 a 27, que comprende:

comprobar si se ha recibido una instrucción de desactivación ( $cmd_{DNI}$ ) generada por el usuario; y si se ha recibido una instrucción de desactivación ( $cmd_{DNI}$ ) generada por el usuario

45

considerar que el criterio de descongelación (DI) no debe cumplirse.

29. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 27 o 28, que comprende:

50

generar un mensaje de reconocimiento (ACK) en respuesta a la consideración de que no se cumpla el criterio de descongelación (DI).

30. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 19 a 29, que comprende:

55

comprobar si se ha recibido una instrucción de activación ( $cmd_{DI}$ ) generada por el usuario y si se ha recibido la instrucción de activación ( $cmd_{DI}$ ) generada por el usuario

considerar que el criterio de descongelación (DI) debe cumplirse.

60

31. Un programa (625) informático cargable en un soporte (620) de datos no volátil conectado de forma comunicativa a al menos un procesador (630), el programa (625) informático que comprende un software para ejecutar el método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 19 a 30 cuando el programa (325) informático se ejecuta en el al menos un procesador (330).

32. Un soporte (620) de datos no volátil que contiene el programa (625) informático de la reivindicación 31.

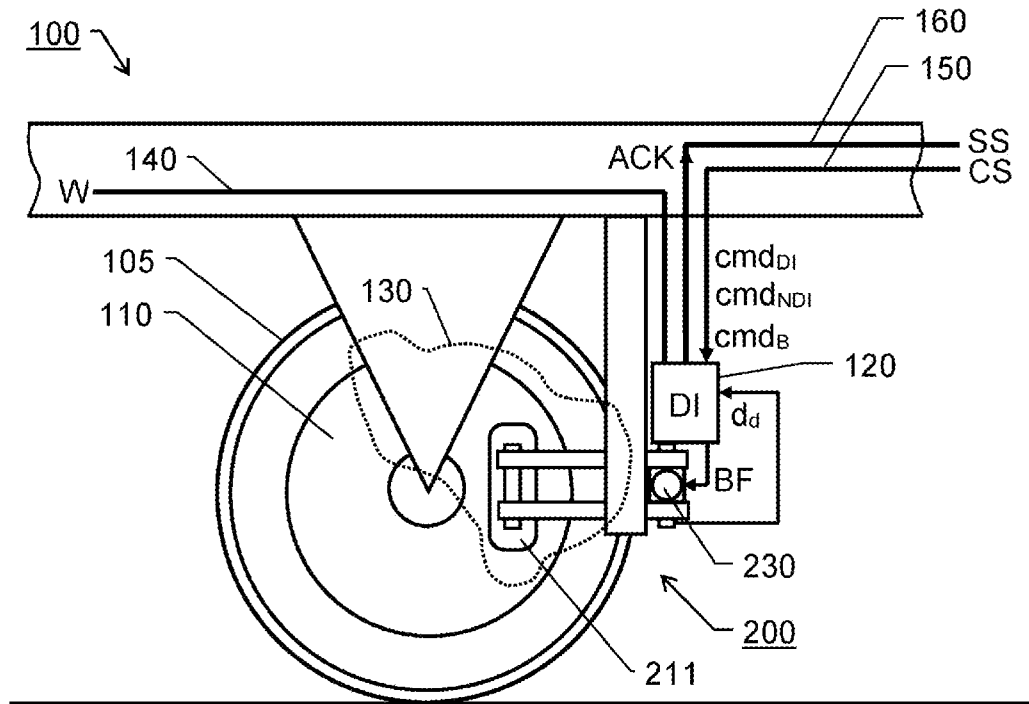


Fig. 1

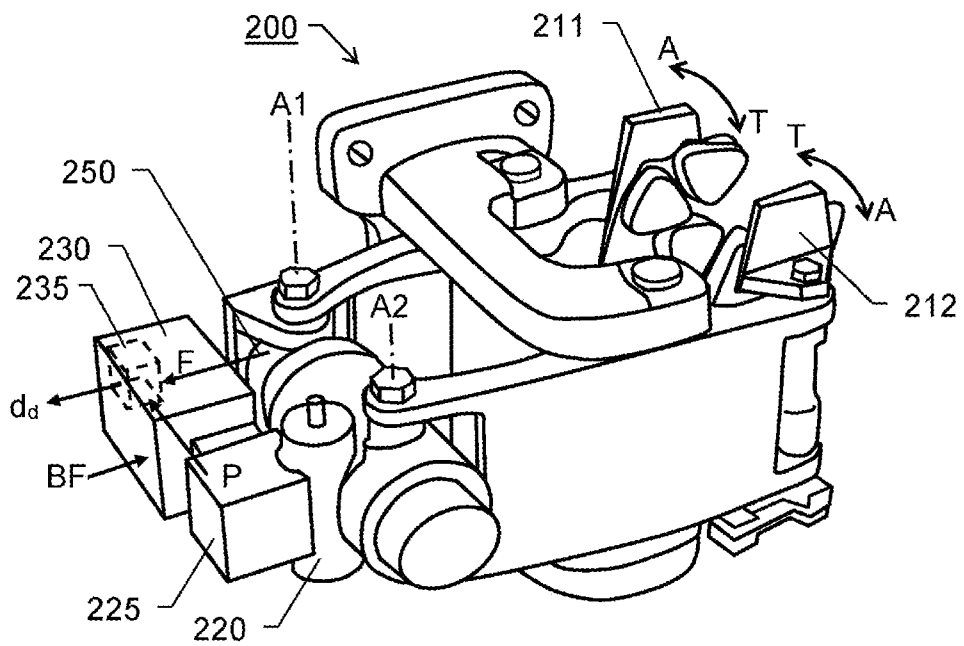


Fig. 2

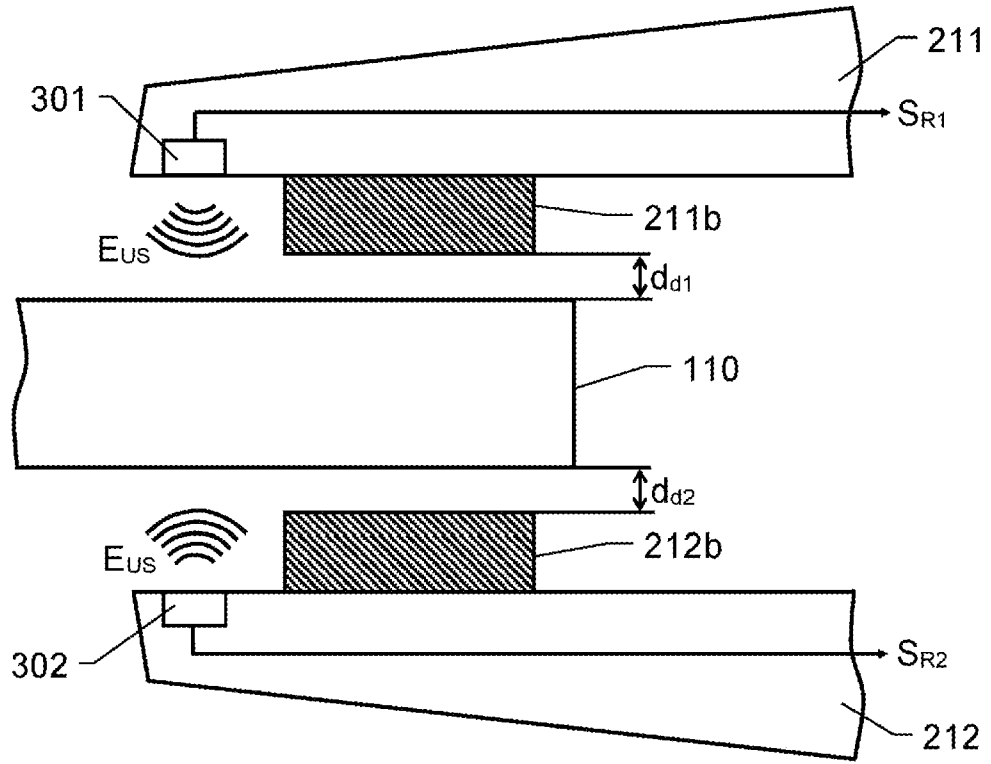


Fig. 3

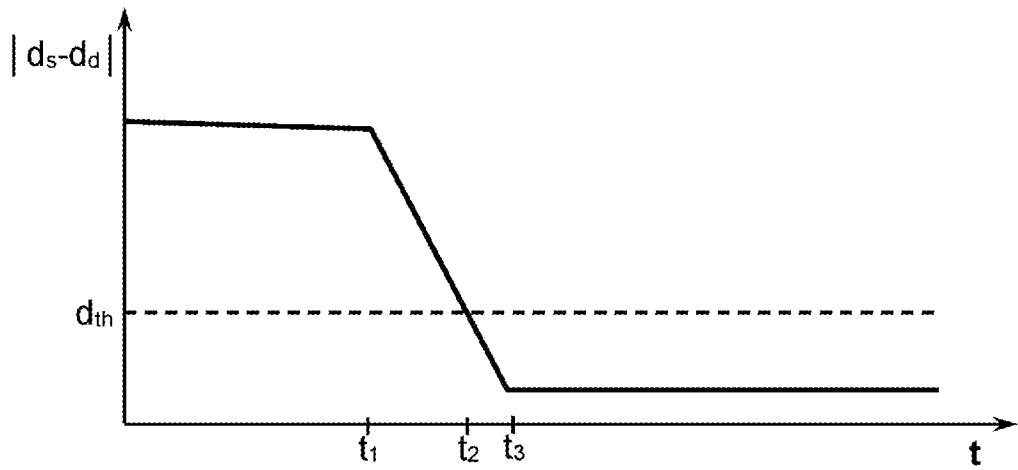


Fig. 4

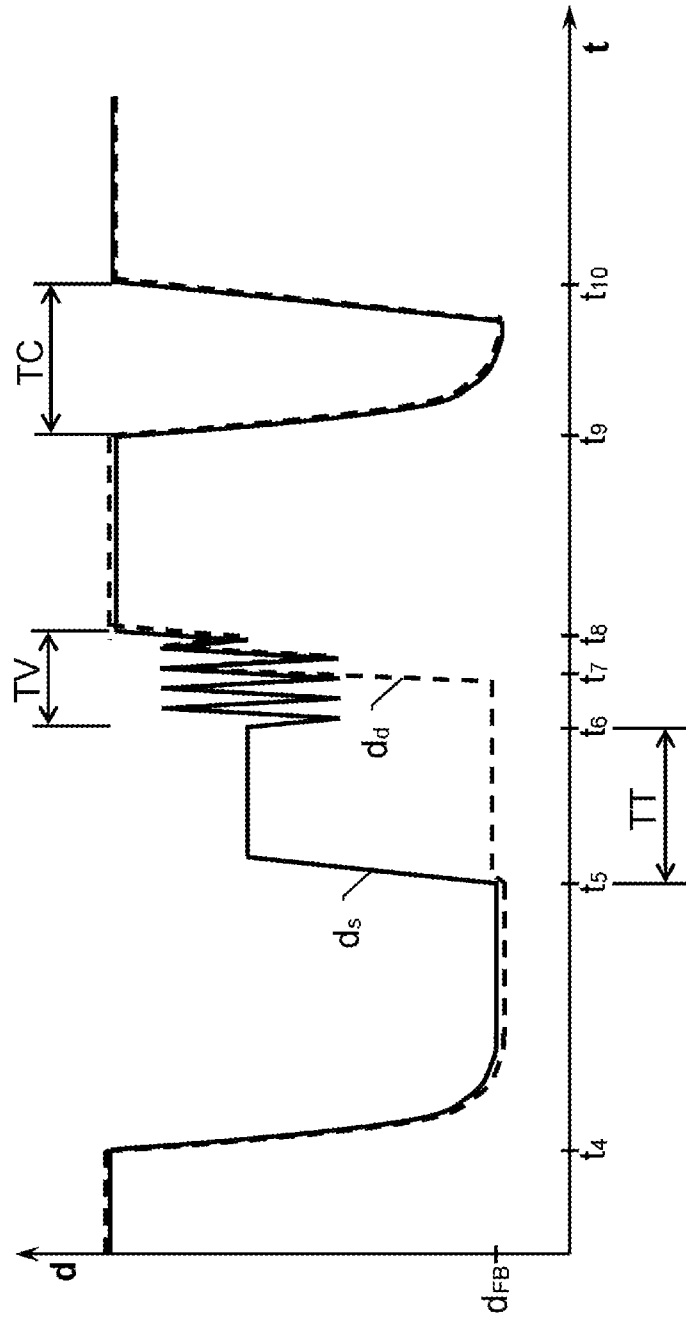


Fig. 5

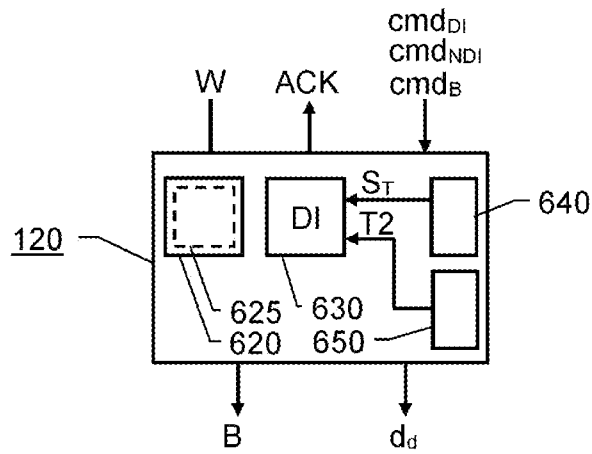


Fig. 6

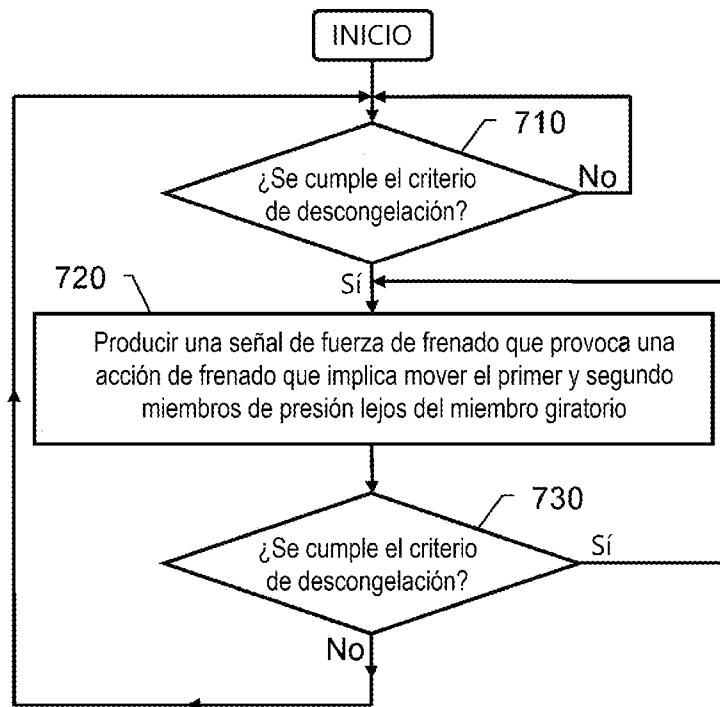


Fig. 7