

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 572 269**

51 Int. Cl.:

B60L 3/00 (2006.01)

B60L 7/16 (2006.01)

B60L 7/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.02.2013** **E 13708749 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.02.2016** **EP 2794338**

54 Título: **Dispositivo de freno de vehículo sobre raíles y procedimiento para frenar un vehículo sobre raíles**

30 Prioridad:

29.02.2012 DE 102012203132

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

31.05.2016

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**SCHWINN, JEAN-PASCAL;
STÜTZLE, THORSTEN;
FÖRSTER, TILL;
HASSLER, STEFAN;
HEILMANN, REINER y
WIESAND, MANFRED**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 572 269 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de freno de vehículo sobre raíles y procedimiento para frenar un vehículo sobre raíles

5 La presente invención hace referencia a un dispositivo de freno de vehículo sobre raíles con al menos un freno electrodinámico, que comprende una unidad de accionamiento que presenta al menos un motor de accionamiento y una unidad de fuente de alimentación para alimentar el motor de accionamiento en un modo de tracción de la unidad de accionamiento.

10 Se conocen unos vehículos sobre raíles, en los que se genera una fuerza de frenado mediante motores eléctricos. La energía de movimiento transformada mediante un generador en energía eléctrica durante el frenado de los motores se transforma en energía térmica, por ejemplo a través de la resistencia al freno, o se realimenta a la red eléctrica del ferrocarril o también a un acumulador móvil.

Aparte del freno electrodinámico regenerativo los vehículos sobre raíles están equipados habitualmente asimismo con un freno de fricción plenamente válido, en el que la acción de frenado se consigue por vía neumática, hidráulica y/o mecánica.

15 En los sistemas de freno es habitual diferenciar entre los tipos de frenado denominados como "frenado operativo" y "frenado de emergencia" (también llamado "frenado rápido" o "frenado de peligro"). Mientras que el frenado operativo se usa para reducir la velocidad del tren - también hasta la detención - , al frenado de emergencia se exige restrictivamente más allá de este requisito, como garantizar la máxima seguridad posible de los pasajeros, del personal y de terceras personas. Habitualmente se emplea para el frenado operativo de forma preferida el freno electrodinámico.

20 En un frenado de emergencia el freno regenerativo no se emplea normalmente sin un accionamiento del freno de fricción. La razón de lo mencionado radica en la seguridad contra averías que hasta ahora es inferior en el freno electrodinámico en relación al freno de fricción electroneumático o electrohidráulico, de tal manera que una mayor seguridad posible de frenado hasta ahora sólo puede conseguirse a través de los frenos de fricción.

25 Sin embargo esto significa en un caso extremo, que ocurre habitualmente en trenes de metro, que un automotor de un tren con el freno de fricción y el freno electrodinámico posee principalmente dos unidades de freno plenamente válidas, en donde cada una en sí misma puede producir dentro de un amplio margen de velocidad de marcha un momento de frenado suficientemente grande para mantener los recorridos de freno especificados, de tal manera que desde este punto de vista funcional, una unidad de freno podría utilizarse en lugar de la otra.

30 Las dos unidades de freno presentan diferentes ventajas. Mientras que el freno de fricción garantiza una mayor seguridad en el caso de un frenado de emergencia, el freno regenerativo presenta ventajas económicas. De este modo no se produce ningún desgaste en guarniciones de freno y discos de freno. Además de esto es posible el aprovechamiento parcial de la transformación de la energía cinética.

El objeto de la invención consiste en incrementar la seguridad del freno electrodinámico.

35 Para ello se propone que el dispositivo de freno de vehículo sobre raíles presente dos unidades de control de freno, en donde en un primer modo de frenado una primera unidad de control de freno controla en un estado activo la unidad de fuente de alimentación para proporcionar una acción de frenado, una primera unidad de monitorización de acción de frenado y una unidad de conmutación, que se usa para, con independencia de un parámetro de acción de frenado en un primer modo de frenado, conmutar a un segundo modo de frenado en el que la segunda unidad de control de freno en un estado activo controla la unidad de fuente de alimentación para proporcionar una acción de frenado. De este modo puede proporcionarse un dispositivo de freno de vehículo sobre raíles que presente una elevada seguridad en cuanto a un funcionamiento defectuoso del freno electrodinámico, por medio de que se va a proporcionar una redundancia ventajosa en el control de la unidad de accionamiento en un modo de frenado de la misma. Con el dispositivo de freno de vehículo sobre raíles propuesto la seguridad del freno electrodinámico puede alcanzar la que ofrece un freno de fricción convencional.

45 La unidad de fuente de alimentación presenta de forma preferida unos elementos electrónicos controlables, que en el modo de tracción conforme a una estrategia de control - en cuanto a un determinado momento de accionamiento a alcanzar - se controlan para suministrar al motor de accionamiento una energía eléctrica correspondiente. Los elementos controlables están configurados en particular como elementos de conmutación o de válvula, que mediante procesos de conmutación de forma correspondiente a una estrategia de conmutación producen una corriente eléctrica con una tensión, frecuencia y/o intensidad de corriente adaptadas, con la que se acciona el motor de accionamiento. La unidad de fuente de alimentación puede estar configurada en particular como un inversor, que en el modo de tracción extrae la energía necesaria de un circuito intermedio, por ejemplo un circuito intermedio de tensión continua.

En un modo de frenado del freno electrodinámico se controlan la unidad de fuente de alimentación o sus elementos controlables, convenientemente, mediante la unidad de control de freno asociada, de tal manera que mediante el motor de accionamiento en conexión operativa con la unidad de fuente de alimentación se genera un momento de frenado que puede transferirse a un eje del vehículo sobre raíles.

5 Por "parámetro de acción de frenado" debe entenderse en particular un parámetro, mediante el cual puede obtenerse al menos una información sobre una acción de frenado del freno electrodinámico. Esta acción de frenado puede ser una acción de frenado obtenida mediante el freno electrodinámico o una acción de frenado que puede obtenerse mediante un funcionamiento de una unidad de control de freno. En la primera alternativa citada la unidad de monitorización de acción de frenado puede comprender una unidad sensora, mediante la cual puede detectarse
 10 un parámetro de funcionamiento referido al vehículo sobre raíles, como por ejemplo un parámetro de velocidad instantánea, un parámetro de aceleración instantánea, un parámetro de fuerza de frenado, etc. En la alternativa citada en último lugar la unidad de monitorización de acción de frenado puede valorar unas señales de control, producidas mediante una unidad de control de freno activa, para controlar la unidad de fuente de alimentación, para establecer una acción de frenado que puede conseguirse con las señales de control. Por "acción de frenado" puede
 15 entenderse en particular una fuerza de frenado o un momento de frenado, que puede transferirse a un juego de ruedas de vehículo sobre raíles.

Puede conseguirse otra ganancia en cuanto a la seguridad por medio de que se utilice sin realimentación una unidad sensora, que esté prevista para detectar el parámetro de acción de frenado y sea aprovechada por varios sistemas independientes. Esto puede lograrse por ejemplo por medio de que se aíslen galvánicamente unas líneas entre las
 20 unidad sensora y los diferentes sistemas, para mantener los sistemas independientes entre ellos.

En el segundo modo de frenado puede seguir haciéndose funcionar la primera unidad de control de freno, por medio de que se acople la segunda unidad de control de freno mediante la unidad de conmutación. A este respecto mediante la segunda unidad de control de freno se pretende compensar una acción de una posible ausencia de frenado. Sin embargo, en un modo de realización preferido de la invención se propone que la primera unidad de
 25 control de freno en el segundo modo de frenado se encuentre en un estado inactivo. De este modo pueden evitarse muy ampliamente efectos indeseados de un funcionamiento defectuoso de la primera unidad de control de freno. La unidad de conmutación produce a este respecto, convenientemente, una conmutación entre ambas unidades de control de freno.

Además de esto puede conseguirse una mayor seguridad en funcionamiento del freno electrodinámico, si la primera
 30 unidad de monitorización de acción de frenado se usa para monitorizar la primera unidad de control de freno, y si está prevista al menos una segunda unidad de monitorización de acción de frenado para monitorizar al menos la segunda unidad de control de freno.

Con relación a lo mencionado se propone que el dispositivo de freno de vehículo sobre raíles presente una
 35 instalación de freno adicional y un dispositivo de conmutación, en donde en función de un parámetro de acción de frenado en el segundo modo de frenado se accione esta instalación de freno adicional mediante el dispositivo de conmutación. De este modo, en el caso de un funcionamiento defectuoso de la segunda unidad de control de freno puede proporcionarse una acción de frenado adicional mediante la instalación de freno adicional.

En un modo de realización constructivamente sencillo se propone que esta instalación de freno esté configurada como freno de mano.

40 Es además posible prever frenos alternativos como una realización de la instalación de freno adicional, que presenten en particular una mayor potencia que un freno de mano. De este modo pueden emplearse por ejemplo para proporcionar una acción de frenado suficiente, unos frenos que se diferencian en cuanto al principio de regeneración de un freno electrodinámico y despliegan su acción de frenado a través de incremento de presión en cilindros de freno neumáticos o hidráulicos. Además de esto puede emplearse como instalación de freno adicional
 45 un freno magnético sobre raíles, que funciona mediante el accionamiento neumático, hidráulico y/o mecánico de un actuador en unión a un campo magnético generado mediante corriente eléctrica. Asimismo es posible un sistema de freno basado en el principio de la corriente parásita. Puede realizarse un acoplamiento o incremento de acciones de frenado mediante al menos una instalación de freno adicional, hasta que se hayan acoplado por completo todos los frenos disponibles.

50 En otra forma de realización de la invención se propone que las unidades de control de freno se diferencien en cuanto a su modo de realización constructivo y/o algorítmico. Mediante el empleo de diferentes tecnologías para las unidades de control de freno puede conseguirse una seguridad particularmente elevada, debido a que puede producirse un sistema con una redundancia diferente. De forma particularmente ventajosa puede evitarse la propagación de un posible error sistemático específico de una determinada tecnología desde una primera unidad de
 55 control de freno a una segunda unidad de control de freno, respectivamente una cadena de unidades de control de freno adicionales. El término "constructiva" hace referencia de forma preferida a un hardware empleado para la unidad de control de freno, y el término "algorítmica" hace referencia de forma preferida a una implementación de al

5 menos una función de control de una unidad de control de freno mediante un software. Las diferencias en el modo de realización constructivo y/o en la realización algorítmica hacen referencia de forma preferida a funciones de las unidades de control de freno, que son importantes para la activación de la unidad de fuente de alimentación o de sus elementos controlables. En esta forma de realización propuesta las unidades de control de freno – en un modo de realización de la unidad de fuente de alimentación con elementos de conmutación o de válvula – pueden controlar los elementos de conmutación o de válvula conforme a dos estrategias de conmutación diferentes. A este respecto la estrategia de conmutación de la primera unidad de control de freno es diferente de la estrategia de conmutación de la segunda unidad de control de freno.

10 Con relación al modo de realización algorítmico se propone a este respecto que un software para la realización de al menos una función de control en la segunda unidad de control de freno esté implementado de forma diferente al que se encuentra en la primera unidad de control de freno. Por una "implementación diferente" puede entenderse en particular que el software de la primera unidad de control de freno se diferencie del software de la segunda unidad de control de freno en cuanto al algoritmo y/o al código de programación. A este respecto es ventajoso que el software de las primeras y de las segundas unidades de control de freno se establezca mediante diferentes herramientas de desarrollo. Asimismo es ventajoso que el software de las unidades de control de freno esté desarrollado por diferentes personas.

15 Con relación al modo de realización constructivo se propone además que una de las unidades de control de freno esté configurada como control solamente con técnica de hardware. A este respecto debe entenderse en particular que el control con técnica de hardware, importante para la activación de la unidad de fuente de alimentación, se realice sin empleo de software.

20 Para aumentar la fiabilidad del freno electrodinámico se propone, en otro modo de realización de la invención, que el dispositivo de freno de vehículo sobre raíles presente un modo de prueba, en el que se compruebe la unidad de conmutación.

25 Además de esto se propone que el dispositivo de freno de vehículo sobre raíles presente un adaptador para un conducto de freno de emergencia de vehículo, mediante el cual pueda activarse un frenado de emergencia mediante el freno electrodinámico. Con el nivel de seguridad que puede conseguirse mediante la configuración propuesta del dispositivo de freno de vehículo sobre raíles, en particular mediante la elevada redundancia de las unidades de control del freno electrodinámico, puede proporcionar un vehículo sobre raíles con una instalación de freno de emergencia, en donde un frenado de emergencia sólo puede producirse mediante el freno electrodinámico con un nivel de seguridad suficiente. De este modo puede prescindirse ventajosamente de un freno de fricción adicional plenamente válido. Para velocidades menores puede mantenerse como freno de fricción solamente un freno de mano, por ejemplo en forma de un freno de fuerza almacenada de muelle, que mediante una fuerza almacenada de muelle impide que salga rodando el vehículo estacionado en una pendiente. De este modo puede conseguirse una reducción clara de los costes por unidad de componentes de freno y del peso del vehículo sobre raíles.

35 En un perfeccionamiento ventajoso de la invención se propone que el dispositivo de freno de vehículo sobre raíles comprenda al menos un segundo freno electrodinámico, que comprenda una unidad de accionamiento, que presente al menos un motor de accionamiento y una unidad de fuente de alimentación para alimentar el motor de accionamiento en un modo de tracción de la unidad de accionamiento, y al menos una unidad de regulación de freno que presente la respectiva unidad de fuente de alimentación y al menos una unidad de control de freno que, en un primer modo de frenado, controle la respectiva unidad de fuente de alimentación para proporcionar una acción de frenado, en donde las unidades de control de freno sean al menos componentes de una instalación de monitorización de freno asociada al segundo freno. De este modo puede proporcionarse una instalación de monitorización de freno para el segundo freno, que sea independiente de la unidad de regulación de freno del segundo freno. A este respecto se realizan unos procesos de valoración y decisión implementados en la instalación de monitorización de freno mediante las unidades de control de freno del otro freno, de tal manera que estos procesos son independientes de procesos de la unidad de regulación de freno del segundo freno. Mediante la independencia de la instalación de monitorización de freno del segundo freno respecto a su unidad de regulación de freno puede conseguirse una separación ventajosa de las funciones de control y de las funciones de monitorización del segundo freno, en donde puede conseguirse una elevada seguridad con relación a una propagación de errores sistemáticos desde una unidad de control o regulación a una unidad de monitorización. La instalación de monitorización de freno para el segundo freno comprende además al menos dos dispositivos de monitorización en forma de unidades de control de freno, de tal manera que puede conseguirse una redundancia ventajosamente diversa de la instalación de monitorización de freno.

55 Asimismo se propone que al menos la unidad de regulación de freno del segundo freno forme una instalación de monitorización de freno asociada al primer freno. De este modo puede conseguirse una monitorización mutua ventajosa, en particular cruzada, de los frenos electrodinámicos. Se explica un ejemplo de realización de la invención en base a los dibujos. Aquí muestran:

la figura 1: un vehículo sobre raíles con ejes de accionamiento y unidades de accionamiento asociadas a los mismos,

la figura 2: un circuito de control para controlar una unidad de accionamiento en un modo de frenado, con dos unidades de control de freno diferentes, y

5 la figura 3: el circuito de control de la fig. 2 y un circuito de control adicional, que está equipado con una función de monitorización.

La figura 1 muestra un vehículo sobre raíles 10 configurado como vehículo de tracción en una vista lateral muy esquematizada. Presenta ejes de rodadura 12 y ejes de accionamiento 16, 116. Un proceso de frenado del vehículo sobre raíles 10 se realiza mediante las unidades de accionamiento 16, 116, que a este respecto tienen respectivamente la función de un freno electrodinámico. Para procesos de frenado a velocidades reducidas está prevista respectivamente una instalación de freno adicional 17, 117, que está configurada como un freno de mano realizado en forma de un freno de fuerza almacenada de muelle, representado en la figura muy esquematizado.

El control de la unidad de accionamiento 16 como componente de un freno electrodinámico se explica con más detalle en base a la figura 2. La unidad de accionamiento 16 presenta al menos un motor de accionamiento 18, que puede estar configurado como máquina de corriente alterna. Para alimentar el motor de accionamiento 18 con energía eléctrica la unidad de accionamiento 16 comprende además una unidad de fuente de alimentación 20 en conexión operativa con el motor de accionamiento 18. En un modo de realización no mostrado la unidad de accionamiento 16 puede presentar varios motores de accionamiento, que son alimentados por la misma unidad de fuente de alimentación 20. Las unidad de fuente de alimentación 20 se conoce del estado de la técnica y presenta un inversor no representado en detalle, el cual genera en un modo de tracción de la unidad de accionamiento 16 mediante la activación de elementos de conmutación electrónicos – también llamados “válvulas” – partiendo de un circuito intermedio de tensión continua, una corriente variable en tensión y frecuencia conforme a la potencia a proporcionar para el motor de accionamiento 18. La energía disponible en el circuito intermedio de tensión continua se extrae de una alimentación de red de alta tensión 26 que, a través de instalaciones de conversión eléctricas adicionales no representadas, como en particular un transformador o un convertidor de tensión, un rectificador, etc. está en conexión operativa con una alimentación de red ferroviaria. En el modo de tracción de la unidad de accionamiento 16 se controlan los elementos de conmutación del inversor conforme a una estrategia de conmutación, para producir a través del motor de accionamiento 18 un momento de accionamiento sobre los ejes de accionamiento 14 asociados.

El motor de accionamiento 18 forma junto con una unidad de regulación de freno 22 un freno electrodinámico 24. La unidad de regulación de freno 22 comprende, aparte de la unidad de fuente de alimentación 20, dos unidades de control de freno 28 y 30, que están previstas respectivamente para, en un estado activo, controlar la unidad de fuente de alimentación 20 para un proceso de frenado del freno electrodinámico 24. Las unidades de control de freno 28, 30 están previstas respectivamente para, en un modo de frenado de la unidad de accionamiento 16, controlar los elementos de conmutación del inversor de la unidad de fuente de alimentación 20 conforme a una estrategia de conmutación, de tal manera que a través del motor de accionamiento 18 se ejerce un momento de frenado sobre el eje de accionamiento 14 asociado. En un proceso de frenado mediante el freno electrodinámico 24 el motor de accionamiento 18 actúa como generador, en donde la energía transformada en corriente eléctrica en el proceso de frenado se transforma en energía térmica mediante la resistencia de freno 31. Alternativa o adicionalmente la energía puede realimentarse a la alimentación de red de alta tensión 26, utilizarse en el vehículo o almacenarse en un acumulador móvil.

La primera unidad de control de freno 28 está en conexión operativa con la unidad de fuente de alimentación 20 a través de una unidad de conmutación 32, cuyo funcionamiento se explica más adelante. Aparte de un adaptador para la unidad de fuente de alimentación 20, la unidad de control de freno 28 presenta unos adaptadores adicionales, mediante los cuales está en conexión operativa con una unidad sensora 34. La unidad sensora 34 se usa para detectar un parámetro de velocidad v y un parámetro de masa m , que representan señales de entrada para la generación de señales de control mediante la unidad de control de freno 28. La unidad de control de freno 28 está además en conexión operativa a través de unos adaptadores adicionales a la técnica de vehículo sobre raíles, por medio de que está conectada a un bus de datos 36 del vehículo sobre raíles 10, y al conducto de aire principal de vehículo sobre raíles 38. A través de estos adaptadores adicionales pueden ponerse a disposición de la unidad de control de freno 28 unos parámetros de entrada adicionales, como en particular un parámetro que, en el caso de un frenado operativo, representa una acción de frenado ajustada por el conductor del vehículo o por un control de vehículo automático. La unidad de control de vehículo 28 está alimentada con energía eléctrica a través de una alimentación de red de a bordo 40 y está además en conexión operativa, a través de un adaptador 41, a un conducto de freno de emergencia de vehículo 42, a través del cual puede aplicarse un frenado de emergencia del vehículo sobre raíles 10.

Sobre la base de los parámetros de entrada citados anteriormente la unidad de control de freno 28 genera en un primer modo de frenado, en el que se encuentra en un estado activo, unas señales de control 44 que controlan la

5 unidad de fuente de alimentación 20 de forma correspondiente a una determinada acción de frenado a conseguir, en particular de forma correspondiente a un determinado momento de frenado a conseguir. Para ello la unidad de control de freno 28 presenta al menos una unidad de cálculo 46 y una unidad de memoria 48, en la que está archivado un software. En este software está programada en particular la estrategia de conmutación del modo de frenado para los elementos de conmutación del inversor.

10 A la unidad de control de freno 28 está asociada una primera unidad de monitorización de acción de frenado 50 de una primera instalación de monitorización de freno 53, que está prevista para monitorizar la acción de frenado alcanzada o que puede alcanzarse mediante el freno electrodinámico 24. Para ello se utiliza un parámetro de acción de frenado, en particular un parámetro de momento de frenado, y se compara con un valor nominal. El parámetro de acción de frenado puede detectarse por ejemplo mediante un sensor de aceleración y/o establecerse mediante una valoración del parámetro de velocidad v. Alternativa o adicionalmente puede establecerse el parámetro de acción de frenado mediante la monitorización de las señales de control 44 generadas por la unidad de control de freno 28. En la fig.3 se ha representado esquemáticamente mediante una unidad sensora 58 ó 158 una detección a modo de ejemplo del parámetro de acción de frenado, que está designado con el símbolo de referencia B1.

15 La unidad de regulación de freno 22 comprende – como ya se ha citado anteriormente – una unidad de control de freno 30. Esta está prevista para realizar al menos la función de control descrita anteriormente para la primera unidad de control de freno 28, para controlar la unidad de fuente de alimentación 20 en un segundo modo de frenado de la unidad de accionamiento 16. Se usa en particular para asumir el control de la unidad de fuente de alimentación 20 en el caso de un funcionamiento defectuoso de la primera unidad de control de freno 28.

20 Si mediante la primera unidad de monitorización de acción de frenado 50 se reconoce que no es suficiente la acción de frenado producida o que puede alcanzarse mediante el freno hidrodinámico 24, la unidad de control de freno 28 se considera defectuosa y como medida de reincidencia se conmuta mediante la unidad de conmutación 32 a un segundo modo de frenado del freno electrodinámico 24, en el que la segunda unidad de control de freno 30 controla en su estado activo la unidad de fuente de alimentación 20 para proporcionar una acción de frenado. En este
25 segundo modo de frenado se conmuta la primera unidad de control de freno 28 defectuosa a un estado inactivo.

Para impedir un accionamiento durante el funcionamiento de la segunda unidad de control de freno 30 en el segundo modo de frenado es ventajoso que, con la conmutación mediante la unidad de conmutación 32, tenga también lugar una separación de la alimentación de red de alta tensión 26. Esto se realiza mediante un interruptor seccionador de red 51.

30 A la segunda unidad de control de freno 30 está asociada una segunda unidad de monitorización de acción de frenado 52 de la instalación de monitorización de acción de frenado 53. Las unidades de monitorización de acción de frenado 50, 52 pueden estar formadas por unidades separadas físicamente unas de otras o pueden estar formadas al menos parcialmente por una estructura común. Las unidades de monitorización de acción de frenado 50, 52 pueden estar formadas, en particular por completo, por la misma estructura. La segunda unidad de monitorización
35 de acción de frenado 52 está prevista para monitorizar la acción de frenado alcanzada o que puede alcanzarse mediante el freno electrodinámico 24, en su segundo modo de frenado con la segunda unidad de control de freno 30. Para ello se detecta o establece – como ya se ha descrito anteriormente – un parámetro de acción de frenado, en particular un parámetro de momento de frenado, y se compara con un valor nominal. Este parámetro de acción de frenado puede corresponderse en particular con el parámetro de acción de frenado B1.

40 Si mediante la segunda unidad de monitorización de acción de frenado 52 se reconoce que no es suficiente la acción de frenado producida o que puede alcanzarse mediante el freno hidrodinámico 24, la unidad de control de freno 30 se considera defectuosa y como medida de reincidencia se acciona la instalación de freno adicional 17 mediante un dispositivo de conmutación 54 controlado por la segunda unidad de monitorización de acción de frenado 52.

45 Las unidades de control de freno 28, 30 se basan en diferentes tecnologías. Por tecnología se entienden el modo de realización constructivo – o por técnica de hardware – y/o algorítmico – o por técnica de software. En una configuración a modo de ejemplo la primera unidad de control de freno 28 puede estar configurada en forma de un procesador de señal (también llamado “SIP”), en donde la implementación algorítmica puede corresponderse con una regulación basada en campo. La segunda unidad de control de freno 30 puede estar configurada como Field
50 Programmable Gate Array (FPGA) o “matriz de puertas de campo programable”, en donde la implementación algorítmica puede corresponderse con una regulación basada en la conmutación.

Conforme a un modo de realización alternativo la segunda unidad de control de freno 30 está realizada de tal manera, que la activación de la unidad de fuente de alimentación 20 se realiza exclusivamente mediante una funcionalidad materializada mediante hardware – sin empleo de software –, mientras que la primera unidad de
55 control de freno 28 se basa en una implementación de las funciones de control por técnica de hardware y por técnica de software.

5 Si ambas unidades de control de freno 28, 30 se basan en una aplicación por técnica de software al menos en cuanto a una función de control, los software correspondientes están implementados de forma diferente en las unidades de control de freno 28, 30. A este respecto se diferencian en particular los códigos de programación previstos para realizar la función de control, por medio de que los códigos son elaborados por ejemplo por diferentes personas y/o diferentes herramientas.

Mediante los diferentes modos de realización de las unidades de control de freno 28, 30 se controlan los elementos de conmutación del inversor de la unidad de fuente de alimentación 20, por la primera unidad de control de freno 28 conforme a una primera estrategia de conmutación y por la segunda unidad de control de freno 30 conforme a una estrategia de conmutación, diferente de la primera estrategia de conmutación.

10 Para que la conmutación de una unidad de control a la otra se realice con fiabilidad, se analiza la funcionalidad de la unidad de conmutación 32, asociada a la unidad de accionamiento 16, a intervalos de tiempo regulares y suficientemente cortos. Por ejemplo se inicia la activación de los elementos de conmutación del inversor según un determinado modelo de ensayo, mediante una de las unidades de control de freno 28, 30, durante la parada del vehículo sobre raíles 10, por ejemplo durante el equipamiento o la prueba de frenado. Para esto está prevista al menos una unidad sensora, que presenta por ejemplo un convertidor de corriente fásica y/o un convertidor de tensión de circuito intermedio, y que detecta un efecto de la activación. Una vez realizada la prueba con la primera unidad de control de freno 28 se conmuta, mediante la unidad de conmutación 32, la segunda unidad de control de freno 30 a su estado activo y se repite la prueba – de forma preferida con otro modelo de ensayo. Si se reconoce una aplicación a esperar del respectivo modelo de ensayo, la unidad de conmutación 32 se considera no defectuosa.

20 La descripción anterior puede aplicarse también con relación a la unidad de accionamiento 116, que es un componente de un segundo freno electrodinámico 124 del vehículo sobre raíles 10. La unidad de fuente de alimentación de la unidad de accionamiento 116 forma con las unidades de control de freno 128, 130 una unidad de regulación de freno 122, como se ha representado en la figura 3. Las unidades de regulación de freno 22, 122 del vehículo sobre raíles 10, respectivamente con sus unidades de control de freno y su unidad de fuente de alimentación, están diseñadas con la finalidad de que, actuando conjuntamente, puedan producir un frenado de emergencia mediante los motores de accionamiento 18 asociados a las mismas en los ejes de accionamiento 14 del vehículo sobre raíles 10. Expresado de otra manera, las unidades de regulación de freno 22, 122 están diseñadas para, actuando conjuntamente, generar un momento de frenado necesario para llevar a cabo un frenado de emergencia en los ejes de accionamiento 14.

30 A continuación se describe una implementación a modo de ejemplo de la instalación de monitorización de freno 53 con sus unidades de monitorización de acción de frenado 50, 52, en base a la figura 3.

35 La figura 3 muestra en el lado izquierdo la unidad de accionamiento 16 que, como se ha descrito anteriormente, comprende al menos el motor de accionamiento 18 y la unidad de fuente de alimentación 20 (véase la figura 2). Se han representado además las unidades de control de freno 28, 30 que, junto con la unidad de fuente de alimentación 20, forman la unidad de regulación de freno 22. La unidad de regulación de freno 22 forma, junto con el motor de accionamiento 18, el freno electrodinámico 24 que a continuación recibe el nombre de “primer freno electrodinámico 24”.

40 La unidad de regulación de freno 22 presenta la unidad de conmutación 32 que, para llevar a cabo una medida de reincidencia del primer freno 24, está prevista para conmutar entre el primer modo de frenado de la unidad de regulación de freno 22, en el que la primera unidad de control de freno 28 controla la unidad de fuente de alimentación 20 para proporcionar una acción de frenado, y un segundo modo de frenado de la unidad de regulación de freno 22, en el que la segunda unidad de control de freno 30 controla la unidad de fuente de alimentación 20 para proporcionar una acción de frenado. En la figura 3 se ha representado un actuador 33 para accionar la unidad de conmutación 32.

45 El vehículo sobre raíles 10 presenta, como se ha representado también en la figura 1, la unidad de accionamiento adicional 116. La unidad de accionamiento 116, que como la unidad de accionamiento 16 comprende al menos un motor de accionamiento y una unidad de fuente de alimentación, forma parte de un freno electrodinámico 124, que está configurado en gran medida, en particular de forma completamente idéntica al freno electrodinámico 24. Por ello, para evitar repeticiones innecesarias, se hace referencia a la descripción anterior del freno electrodinámico 24.

50 El freno electrodinámico 124, que recibe a partir de ahora el nombre de “segundo freno electrodinámico 124”, presenta el motor de accionamiento de la unidad de accionamiento 116 y una unidad de regulación de freno 122. Esta comprende la unidad de fuente de alimentación de la unidad de accionamiento 116 y dos unidades de control de freno 128, 130, que están previstas respectivamente, en un estado activo, para controlar esta unidad de fuente de alimentación para un proceso de frenado del freno electrodinámico 124. La unidad de regulación de freno 122 presenta una unidad de conmutación 132 con actuador 133, que tiene la misma función que la unidad de conmutación 32 en el primer freno electrodinámico 24: está prevista, para llevar a cabo la medida de reincidencia respectiva, para conmutar entre el primer modo de frenado de la unidad de regulación de freno 122, en el que la

primera unidad de control de freno 128 controla la unidad de fuente de alimentación 20 de la unidad de accionamiento 116 para proporcionar una acción de frenado, y un segundo modo de frenado de la unidad de regulación de freno 122, en el que la segunda unidad de control de freno 130 controla esta unidad de fuente de alimentación para proporcionar una acción de frenado.

- 5 Además de lo mencionado se han representado la instalación de freno mecánica 17, que está asociada al primer freno electrodinámico 24, y la instalación de freno mecánica adicional 117, asociada al segundo freno electrodinámico 124.

10 La monitorización del primer freno electrodinámico 24, descrita anteriormente en base a la figura 2, se realiza en el ejemplo de realización contemplado al menos mediante la unidad de regulación de freno 122 del segundo freno electrodinámico 124. De este modo la unidad de monitorización de freno 53 asociada al primer freno 24 está formada al menos por la unidad de regulación de freno 122 del segundo freno 124.

La instalación de monitorización de freno 53 representada en la figura 2 está formada por las unidades de control de freno 128, 130 de la unidad de regulación de freno 122 del segundo freno 124, así como por una unidad de monitorización adicional 56 separada de las mismas.

- 15 La instalación de monitorización de freno 53 está equipada con una primera función de monitorización, en particular programada, en la que esta instalación de monitorización de freno 53 – aparte de las tareas de control descritas anteriormente de las unidades de control de freno 128, 130 para controlar la unidad de fuente de alimentación de la unidad de accionamiento 116 – está configurada como primera unidad de monitorización de acción de frenado 50, que está prevista para monitorizar el primer freno 24 en su primer modo de frenado.

- 20 Esta función de monitorización se basa en una tarea de monitorización descrita a continuación, que es resuelta por parte de cada una de las unidades de control de freno 128, 130 y por la unidad de monitorización 56 en paralelo y en particular, en gran medida, completamente de forma independiente. Estas unidades están en conexión operativa en cada caso con una unidad sensora 58, que está prevista para detectar o determinar un primer parámetro de acción de frenado B1 para el primer modo de frenado del primer freno electrodinámico 24.

- 25 El parámetro de acción de frenado B1 puede ser en particular un parámetro de momento de frenado, en donde la unidad sensora 58 está acoplada mecánicamente, por ejemplo, a un eje 14 que puede impulsarse mediante el motor de accionamiento 18, y puede estar configurada por ejemplo como sensor de par de giro. La unidad sensora 58 se ha representado esquemáticamente y puede estar compuesta por uno o varios sensores, en donde la unidad sensora 58 proporciona el parámetro de acción de frenado B1 a partir de una o varias magnitudes medidas.

- 30 En otro modo de realización mediante la unidad sensora 58 pueden detectarse varios parámetros de acción de frenado, que se diferencian entre ellos por su clase y se valoran respectivamente mediante una unidad diferente de la instalación de monitorización de freno 53, como se describe a continuación con más detalle.

35 Como ya se ha descrito anteriormente, las unidades de control de freno 28, 30 del primer freno 24 se basan en tecnologías diferentes. Esto es aplicable de forma correspondiente a las unidades de control de freno 128, 130. Por tecnología se entienden el modo de realización constructivo – o por técnica de hardware – y/o algorítmico – o por técnica de software. En una configuración a modo de ejemplo la primera unidad de control de freno 128 puede estar configurada en forma de un procesador de señal (también llamado “SIP”), en donde la implementación algorítmica puede corresponderse con una regulación basada en campo. La segunda unidad de control de freno 130 puede estar configurada como Field Programmable Gate Array (FPGA) o “matriz de puertas de campo programable”, en donde la implementación algorítmica se corresponde con una regulación basada en conmutación.

40 Conforme a un modo de realización alternativo la segunda unidad de control de freno 130 está realizada de tal manera, que la activación de la unidad de fuente de alimentación 20 se realiza exclusivamente mediante una funcionalidad materializada mediante hardware – sin empleo de software –, mientras que la primera unidad de control de freno 128 se basa en una implementación de las funciones de control por técnica de hardware y por técnica de software.

45 Si ambas unidades de control de freno 128, 130 se basan en una aplicación por técnica de software al menos en cuanto a una función de control, los software correspondientes están implementados de forma diferente en las unidades de control de freno 128, 130. A este respecto se diferencian en particular los códigos de programación previstos para realizar la función de control, por medio de que los códigos son elaborados por ejemplo por diferentes personas y/o diferentes herramientas.

50 A causa de estas diferencias, que son aplicables a la función de control de las unidades de control de freno en el respectivo modo de frenado, cada una de las unidades de control de freno 128, 130 puede monitorizar la acción de frenado del primer freno 24 en su primer modo de frenado, respectivamente según un método individual que se

diferencia de los métodos de la otra unidad de control de freno. Las unidades de control de freno 128, 130 de la unidad de regulación de freno 122 del segundo freno 124 se corresponden según esto, en la realización de funciones de monitorización, con dos dispositivos de monitorización 127, 129 de la instalación de monitorización de freno 53, que se diferencian entre sí por las características antes descritas. En particular se diferencian entre ellas en cuanto a su modo de realización constructivo y/o algorítmico. Si presenta respectivamente un software para la realización de funciones de monitorización, estos software están implementados de forma diferente.

La unidad de monitorización 56 se basa en una tecnología que se diferencia de las tecnologías de las unidades de control de freno 128, 130 o de los dispositivos de monitorización 127, 129. Por ejemplo la unidad de monitorización 56 puede basarse en la tecnología CPLD (“Complex Programmable Logic Device”, del inglés “Dispositivo Lógico Programable Complejo”). La monitorización de la acción de frenado producida mediante el primer freno 24 puede realizarse según esto conforme a un método, que se diferencia de los métodos de las unidades de control de freno 128, 130 o de los dispositivos de monitorización 127, 129.

La tarea de monitorización que debe ser resuelta por cada unidad de control de freno 128, 130 y por la unidad de monitorización 56 consiste, sobre la base del parámetro de acción de frenado B1, en determinar si la acción de frenado producida por el primer freno 24 en su primer modo de frenado es suficiente. A causa de las diferentes tecnologías en el ejemplo de realización contemplado el mecanismo de monitorización, con el que están equipadas las unidades de control de freno 128, 130 y la unidad de monitorización 56 para realizar la primera función de monitorización, está materializado de otra forma o es diferente en cada una de estas unidades. Los diferentes mecanismos de monitorización pueden estar materializados en particular mediante diferentes software de monitorización. La tarea de monitorización es resuelta por ello en cada caso mediante un método diferente, es decir, mediante una diferente implementación de la tarea, por parte de estas unidades, en gran medida por separado, en particular completamente por separado.

Como ya se ha mencionado anteriormente, en un modo de realización particular mediante la unidad sensora 58 pueden detectarse varios parámetros de acción de frenado, que se diferencian entre sí por su clase y se valoran respectivamente mediante una unidad diferente de la instalación de monitorización de freno 53. La clase de los parámetros de movimiento se determina a este respecto mediante la tecnología de la unidad respectiva de la instalación de monitorización de freno 53.

Las unidades de control de freno 128, 130 del segundo freno 124, es decir los dispositivos de monitorización 127, 129 y la unidad de monitorización 56 están previstas respectivamente para, a la hora de solventar esta tarea de monitorización, emitir una señal de error en función del primer parámetro de acción de frenado B1 o del respectivo parámetro de acción de frenado. Esta es emitida por cada una de estas unidades, si la valoración del parámetro de acción de frenado B1 o del respectivo parámetro de acción de frenado mediante la unidad respectiva conduce al resultado, de que se reconoce una acción de frenado insuficiente del primer freno 24 en su primer modo de frenado. A causa de la diferente implementación de la tarea de monitorización en cada una de las unidades citadas puede realizarse una emisión en gran medida independiente, en particular totalmente independiente de una señal de error por parte de las unidades del dispositivo de monitorización de freno 53.

El accionamiento de la unidad de conmutación 32 como se ha descrito antes sólo se realiza si se emiten al menos dos señales de error. Para ello se usa una unidad de activación 60 que, como componente de la primera instalación de monitorización de freno 53, está en conexión operativa con una salida de las unidades de control de freno 128, 130 (o de los dispositivos de monitorización 127, 129) y de la unidad de monitorización 56, por un lado, y a la unidad de conmutación 32, en particular al actuador 33, por otro lado. La unidad de activación 60 (también llamada “dispositivo voter”) presenta tres líneas conectadas mutuamente en paralelo, que pueden conectarse eléctricamente a una fuente de tensión común 62 y conjuntamente al actuador 33. En cada una de las líneas están dispuestos respectivamente dos conmutadores, en donde los conmutadores durante la resolución de la tarea de monitorización mediante las unidades de control de freno 128, 130 y la unidad de monitorización 56 – y según esto en el primer modo de frenado del primer freno 24 – se encuentran en una posición de apertura. De este modo se deshace una conexión eléctrica entre la fuente de tensión 62 y el actuador 33. Esta conexión eléctrica puede establecerse mediante el cierre de ambos conmutadores en al menos una línea, con lo que se acciona la unidad de conmutación 32. Los conmutadores se cierran respectivamente mediante una señal de error, la cual se aplica a la entrada de una unidad de la instalación de monitorización de freno 53. En cada línea los conmutadores están respectivamente en conexión operativa con una unidad diferente, de tal manera que un cierre de ambos conmutadores en esta línea y por ello el accionamiento de la unidad de conmutación 32 sólo se producen si una señal de error es emitida por dos unidades diferentes de la instalación de monitorización de freno 53.

La tarea de monitorización, precisamente la valoración individual del parámetro de acción de frenado B1 o del respectivo parámetro de acción de frenado por parte de las unidades de control de freno 128, 130 y la unidad de monitorización 56 es solventada, como se ha descrito anteriormente, por estas unidades en gran medida con independencia unas de otras. La función de monitorización comprende esta tarea de monitorización y es solventada con el accionamiento de la unidad de conmutación 32, mediante una cooperación entre las unidades de la instalación de monitorización de freno 53, es decir de los dispositivos de monitorización 127, 129 y de la unidad de

monitorización 56, es particular mediante una combinación de los resultados de las tareas de monitorización individuales.

5 Con el accionamiento de la unidad de conmutación 32 se aplica una medida de reincidencia, en el caso de una acción de frenado insuficiente del primer freno electrodinámico 24 en su primer modo de frenado, la cual se corresponde con la asunción antes descrita del control de la unidad de fuente de alimentación 20 por parte de la segunda unidad de control de freno 30.

10 La instalación de monitorización de freno 53 está equipada con una segunda función de monitorización, en particular programada, en la que – aparte de las tareas de control descritas anteriormente de las unidades de control de freno 128, 130 para controlar la unidad de fuente de alimentación de la unidad de accionamiento 116 – está configurada como segunda unidad de monitorización de acción de frenado 52 (véase la figura 2), que está prevista para monitorizar el primer freno 24 en su segundo modo de frenado.

15 Esta segunda función de monitorización se basa en una tarea de monitorización que es resuelta por parte de cada una de las unidades de control de freno 128, 130 y por la unidad de monitorización 56 en gran medida por separado y es idéntica a la tarea de monitorización de la primera función de monitorización. La segunda función de monitorización se diferencia de la primera función de monitorización por el empleo de una unidad de activación adicional 64 que, como componente de la instalación de monitorización de freno 53, está en conexión operativa con una salida de las unidades de control de freno 128, 130 o de la unidad de monitorización 56, por un lado, y al dispositivo de conmutación 54 (véase también la figura 2), en particular al actuador 55. La unidad de activación 64 (también llamada dispositivo “Voter”) presenta tres parejas de líneas paralelas conectadas en serie, que pueden conectarse eléctricamente a la fuente de tensión común 62 y conjuntamente al actuador 55. Para cada pareja de líneas está dispuesto respectivamente un conmutador, en donde los conmutadores durante la resolución de la tarea de monitorización mediante las unidades de control de freno 128, 130 y la unidad de monitorización 56 – y según esto durante el segundo modo de frenado del primer freno 24 – se encuentran en una posición de cierre. De este modo se establece una conexión eléctrica entre la fuente de tensión 62 y el actuador 55. Esta conexión eléctrica puede interrumpirse mediante la apertura de ambos conmutadores en al menos una pareja de líneas, con lo que se acciona la unidad de conmutación 54.

20 Los conmutadores se abren respectivamente mediante una señal de error, la cual se aplica a la salida de una unidad de la instalación de monitorización de freno 53. En cada pareja de líneas los conmutadores están respectivamente en conexión operativa con una unidad diferente, de tal manera que una apertura de ambos conmutadores en esta pareja de líneas y por ello el accionamiento del dispositivo de conmutación 54 sólo se producen si una señal de error es emitida por dos unidades diferentes de la instalación de monitorización de freno 53.

30 Durante el segundo modo de frenado del primer freno 24 la unidad de conmutación 54 se encuentra en una posición de cierre, con lo que se establece una conexión eléctrica entre una fuente de tensión 66 y la instalación de freno 17. A este respecto se aplica una señal “soltar la instalación de freno 17”. Si se acciona la unidad de conmutación 54 se deshace esta conexión eléctrica, con lo que se genera una señal “aplicar la instalación de freno 17”.

En la figura se ha representado además un línea de control 67, mediante la cual la instalación de freno 17 puede accionarse en cualquier momento mediante una orden del conductor del vehículo.

40 La tarea de monitorización, precisamente la valoración individual del parámetro de acción de frenado B1 o del respectivo parámetro de acción de frenado por parte de las unidades de control de freno 128, 130 así como de la unidad de monitorización 56 es resuelta, como se ha descrito anteriormente, por estas unidades en gran medida unas con independencia de las otras. La función de monitorización comprende esta tarea de monitorización y es solventada con el accionamiento de la unidad de conmutación 54, mediante una cooperación entre estas unidades, es particular mediante una combinación de los resultados de las tareas de monitorización individuales.

45 Con el accionamiento de la unidad de conmutación 54 se aplica una medida de reincidencia, en el caso de una acción de frenado insuficiente del primer freno electrodinámico 24 en su segundo modo de frenado, la cual se corresponde con el accionamiento antes descrito del freno mecánico 17. El segundo modo de frenado debe actuar asimismo hasta que finalice el proceso de frenado.

50 Para la realización del primer modo de frenado, en el que puede solventarse la primera función de monitorización mediante la unidad de actuación 60, la unidad de activación 64 prevista para la segunda función de monitorización está desactivada, por medio de que se establece una conexión eléctrica permanente, independiente de la configuración de la unidad de activación 64, entre la fuente de tensión 62 y el actuador 55. Esta conexión eléctrica se interrumpe al pasar al segundo modo de frenado mediante un conmutador 68, el cual se abre para accionar la unidad de conmutación 32 mediante el actuador 33. La conexión eléctrica ya sólo permanece entonces a través de la unidad de activación 64, que por ello se pasa a un estado activo.

Para la realización del segundo modo de frenado, en el que puede solventarse la segunda función de monitorización mediante la unidad de actuación 64, la unidad de activación 60 prevista para la primera función de monitorización está desactivada, por medio de que se establece una conexión eléctrica permanente, independiente de la configuración de la unidad de activación 60, entre una fuente de tensión 70 y el actuador 33. Para la unidad de conmutación 32 está prevista además una unidad de reposición 72, que se usa para poner de nuevo en funcionamiento mediante la instalación de freno 17 la primera unidad de control de freno 28, una vez finalizado el segundo modo de frenado o tras finalizar un proceso de frenado. Esto se realiza mediante una señal S, la cual acciona un actuador 74, mediante el cual un conmutador 76 deshace la conexión eléctrica del actuador 33 a la fuente de tensión 70. Con esta disolución se realiza una activación del actuador 33, que realiza los siguientes procesos de conmutación: la unidad de conmutación 32 se repone, de tal manera que la unidad de control de freno 28 está de nuevo en conexión operativa con la unidad de fuente de alimentación 20; el conmutador 68 se acciona, de tal manera que se establece una conexión eléctrica de la fuente de tensión 62 al actuador 55 y, de este modo, se desactiva la unidad de activación 64; un conmutador 78 deshace una conexión eléctrica entre una fuente de tensión 80 y el actuador 74, de tal manera que se desactiva la unidad de reposición o no puede realizarse un accionamiento del conmutador 76 por parte del actuador 4 mediante la señal S. Un accionamiento del conmutador 78 para activar la unidad de reposición 72 presupone una finalización del estado que ha conducido a que reaccione la monitorización.

La primera y la segunda función de monitorización, que son realizadas por la instalación de monitorización de freno 53, pertenecen a un primer modo de monitorización del dispositivo de freno del vehículo sobre raíles 10, en el que se vigila el primer freno 24. A este respecto un papel de monitorización para la aplicación de una de las medidas de reincidencia antes descritas, que afecta al primer freno 24, es asumido por el segundo freno 124, en particular por su unidad de regulación de freno 122.

El dispositivo de freno del vehículo sobre raíles 10 está previsto con un segundo modo de monitorización, en el que se vigila el segundo freno 124. En el ejemplo de realización contemplado un papel de monitorización para la aplicación de una de las medidas de reincidencia antes descritas, que afecta al segundo freno 124, es asumido por el primer freno 24, en particular por su unidad de regulación de freno 22. La unidad de regulación de freno 22 del primer freno 24 forma, junto con la unidad de monitorización 53, una segunda instalación de monitorización de freno 153, que está prevista para tener en cuenta un parámetro de acción de frenado B2 para la aplicación de una medida de reincidencia que afecta al segundo freno 124. La instalación de monitorización de freno 153 está equipada como la instalación de monitorización de freno 53 con dos funciones de monitorización, que están previstas respectivamente para monitorizar el segundo freno 124 en la realización de su primer modo de frenado o segundo modo de frenado. Las unidades de control de freno 28, 30 están configuradas, para la realización de las funciones de monitorización, como dispositivos de monitorización 27, 29 de la instalación de monitorización de freno 153. Para la realización de la primera función de monitorización y de la segunda función de monitorización, la instalación de monitorización de freno 153 está configurada como unidad de monitorización de acción de frenado 150 ó 152 para el primer o segundo modo de frenado de la unidad de regulación de freno 122 del segundo freno 124. Esta monitorización se realiza en función de un segundo parámetro de acción de freno B2 o de varios parámetros de acción de frenado diferentes entre sí por su clase, los cuales son detectados o es detectado por una unidad sensora 158. La descripción anterior de la unidad sensora 58 es aplicable de forma correspondiente a la unidad sensora 158.

En un modo de realización particular las unidades sensoras 58 y 158 pueden estar formadas, en cuanto a un hardware, al menos parcialmente por una misma estructura sensora.

Para una mejor visión general en la figura 3 sólo se ha representado la monitorización del primer freno 24 por parte del segundo freno 124. La descripción anterior de las funciones de monitorización llevadas a cabo por la instalación de monitorización de freno 53 se aplica de forma correspondiente para el primer freno 24, con relación a la monitorización del segundo freno 124. A este respecto las funciones de monitorización correspondientes son llevadas a cabo por las unidades de control de freno 28, 30 en su función como dispositivos de monitorización 27, 29, en cooperación con la unidad de monitorización 56.

La unidad de monitorización 56 forma parte conjuntamente, en el ejemplo de realización contemplado, de la primera instalación de monitorización de freno 53 y de la segunda instalación de monitorización de freno 153.

La realización de las funciones de monitorización puede llevarse a cabo en las unidades de control de freno 28, 30, 128, 130 en sus funciones como dispositivos de monitorización 27, 29, 127, 129 respectivamente mediante un ordenador, que está configurado de forma idéntica o diferente al ordenador previsto para realizar un modo de frenado.

Con el adaptador para el conducto de freno de emergencia de vehículo 42 puede activarse un frenado de emergencia mediante los frenos electrodinámicos 24, 124. Con el nivel de seguridad, que puede conseguirse mediante la configuración propuesta del dispositivo de freno de vehículo sobre raíles, en particular en el caso de una configuración de las unidades de regulación de freno con al menos dos unidades de control de freno, puede proporcionarse un vehículo sobre raíles con una instalación de freno de emergencia, en donde un frenado de emergencia solo puede realizarse mediante el freno electrodinámico con un nivel de seguridad suficiente. De este

5 modo puede prescindirse ventajosamente de un freno de fricción adicional, plenamente válido. Para velocidades menores sólo puede conservarse como freno de fricción un freno de mano, por ejemplo en forma de un freno de fuerza almacenada de muelle, que mediante una fuerza de fricción generada por una fuerza almacenada de muelle impide que salga rodando el vehículo estacionado en una pendiente. De este modo puede conseguirse una reducción clara de los costes de componentes de freno y del peso del vehículo sobre raíles.

10 En el modo de realización mostrado en la figura 3 las unidades de accionamiento 16 y 116 pueden estar asociadas a un mismo bogie del vehículo sobre raíles 10 o a bogies separados. En el modo de realización mostrado en la figura 1 las unidades de accionamiento 16, 116 están asociadas respectivamente a un bogie distinto. A este respecto los ejes de accionamiento 14 de un mismo bogie son impulsados respectivamente por su propio motor de accionamiento, en donde ambos motores de accionamiento son alimentados por la misma unidad de fuente de alimentación. En el dispositivo de freno mostrado en la figura 3 los frenos electrodinámicos 24, 124, en este modo de realización, están entonces asociados en cada caso a diferentes bogies y por ello a varios ejes de accionamiento. Mediante las instalaciones de monitorización de freno 53, 153 puede conseguirse según esto una localización de una pérdida de acción de frenado, según el bogie, y puede aplicarse de forma diferenciada una medida de reincidencia con relación al respectivo bogie.

20 En un modo de realización alternativo está previsto para cada eje impulsado de un bogie un motor de accionamiento, en donde para cada motor de accionamiento de este bogie está prevista respectivamente una unidad de fuente de alimentación diferente. En este modo de realización está asociado según esto a cada eje impulsado del bogie, respectivamente, un freno electrodinámico aparte. En el dispositivo de freno mostrado en la figura 3 los frenos electrodinámicos 24, 124 están asociados entonces, en este modo de realización, a un mismo bogie o respectivamente a un eje de accionamiento diferente en este bogie. Mediante las instalaciones de monitorización de freno 53, 153 puede conseguirse según esto una localización de una pérdida de acción de frenado, según el eje, y puede aplicarse de forma diferenciada una medida de reincidencia con relación al eje de accionamiento correspondiente.

25

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de freno de vehículo sobre raíles con al menos un freno electrodinámico (24), que comprende una unidad de accionamiento (16) que presenta al menos un motor de accionamiento (18) y una unidad de fuente de alimentación (20) para alimentar el motor de accionamiento (18) en un modo de tracción de la unidad de accionamiento (16), caracterizado por al menos dos unidades de control de freno (28, 30), en donde en un primer modo de frenado una primera unidad de control de freno (28) controla en un estado activo la unidad de fuente de alimentación (20) para proporcionar una acción de frenado, una primera unidad de monitorización de acción de frenado (50) y una unidad de conmutación (32), que se usa para, con independencia de un parámetro de acción de frenado en un primer modo de frenado, conmutar a un segundo modo de frenado en el que la segunda unidad de control de freno (30) en un estado activo controla la unidad de fuente de alimentación (20) para proporcionar una acción de frenado.
- 10 2. Dispositivo de freno de vehículo sobre raíles según la reivindicación 1, caracterizado porque la primera unidad de control de freno (28) en el segundo modo de frenado se encuentra en un estado inactivo.
- 15 3. Dispositivo de freno de vehículo sobre raíles según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la primera unidad de monitorización de acción de frenado (50) se usa para monitorizar la primera unidad de control de freno (28), y porque está prevista al menos una segunda unidad de monitorización de acción de frenado (52) para monitorizar al menos la segunda unidad de control de freno (30).
- 20 4. Dispositivo de freno de vehículo sobre raíles según la reivindicación 3, caracterizado por una instalación de freno adicional (17) y un dispositivo de conmutación (54), en donde en función de un parámetro de acción de frenado en el segundo modo de frenado se acciona esta instalación de freno adicional (17) mediante el dispositivo de conmutación (54).
- 25 5. Dispositivo de freno de vehículo sobre raíles según la reivindicación 4, caracterizado porque la instalación de freno (17) está configurada como freno de mano.
6. Dispositivo de freno de vehículo sobre raíles según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las unidades de control de freno (28, 30) se diferencian en cuanto a su modo de realización constructivo y/o algorítmico.
- 30 7. Dispositivo de freno de vehículo sobre raíles según la reivindicación 6, caracterizado porque un software para la realización de al menos una función de control en la segunda unidad de control de freno (30) está implementado de forma diferente a en la primera unidad de control de freno (28).
8. Dispositivo de freno de vehículo sobre raíles según la reivindicación 6, caracterizado porque una de las unidades de control de freno está configurada como control solamente con técnica de hardware.
9. Dispositivo de freno de vehículo sobre raíles según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por un modo de prueba, en el que se comprueba la unidad de conmutación (32).
- 35 10. Dispositivo de freno de vehículo sobre raíles según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por un adaptador (41) para un conducto de freno de emergencia de vehículo (42), mediante el cual puede activarse un frenado de emergencia mediante el freno electrodinámico (24)
- 40 11. Dispositivo de freno de vehículo sobre raíles según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por al menos un segundo freno electrodinámico (124), que comprende una unidad de accionamiento (116), que presenta al menos un motor de accionamiento y una unidad de fuente de alimentación para alimentar el motor de accionamiento en un modo de tracción de la unidad de accionamiento (116), y al menos una unidad de regulación de freno (122) que presenta la respectiva unidad de fuente de alimentación y al menos una unidad de control de freno (128, 130) que, en un primer modo de frenado, controla la respectiva unidad de fuente de alimentación para proporcionar una acción de frenado, en donde las unidades de control de freno (128, 130) son al menos componentes de una instalación de monitorización de freno (153) asociada al segundo freno (124).
- 45 12. Dispositivo de freno de vehículo sobre raíles según la reivindicación 11, caracterizado porque al menos la unidad de regulación de freno (122) del segundo freno (124) forma una instalación de monitorización de freno (53) asociada al primer freno (24).
- 50 13. Procedimiento para frenar un vehículo sobre raíles (10) mediante un freno electrodinámico (24), que comprende una unidad de accionamiento (16) que presenta al menos un motor de accionamiento (18) y una unidad de fuente de alimentación (20) para alimentar el motor de accionamiento (18) en un modo de tracción de la unidad de accionamiento (16), en el que

- en un primer modo de frenado se controla la unidad de fuente de alimentación (20) para proporcionar una acción de frenado mediante una primera unidad de control de frenado (28);

- se detecta un parámetro de acción de frenado en un primer modo de frenado;

5 - en función del parámetro de acción de frenado se conmuta a un segundo modo de frenado, en el que una segunda unidad de control de freno (30) controla la unidad de fuente de alimentación (20) para proporcionar una acción de frenado.

14. Procedimiento según la reivindicación 13, caracterizado porque

- se detecta un parámetro de acción de frenado en el segundo modo de frenado;

10 - en función del parámetro de acción de frenado en el segundo modo de frenado se acciona una instalación de freno adicional (17) mediante un dispositivo de conmutación (54).

FIG 1

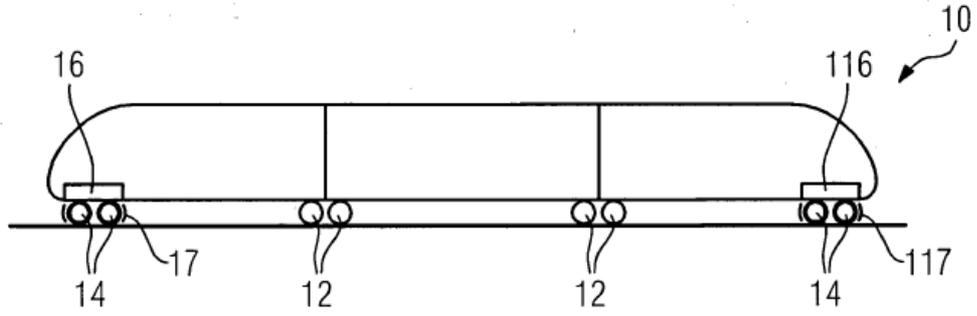


FIG 2

