

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 601 955**

51 Int. Cl.:

B60L 7/16 (2006.01)

B60L 7/24 (2006.01)

B60T 17/22 (2006.01)

B60L 3/00 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA
TRAS OPOSICIÓN

T5

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.02.2013 PCT/EP2013/054074**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.09.2013 WO13127942**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.02.2013 E 13708754 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **14.12.2022 EP 2800672**

54 Título: **Dispositivo de frenado de vehículo sobre raíles**

30 Prioridad:

29.02.2012 DE 102012203132

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente modificada:
08.05.2023

73 Titular/es:

SIEMENS MOBILITY GMBH (100.0%)

Otto-Hahn-Ring 6

81739 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 2 601 955 T5

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de frenado de vehículo sobre raíles

La presente invención hace referencia a un dispositivo de frenado de vehículo sobre raíles con al menos un primer freno electrodinámico, que comprende una unidad de accionamiento, que presenta al menos un motor de accionamiento y una unidad de alimentación de energía para alimentar el motor de accionamiento en un modo de tracción de la unidad de accionamiento, y al menos una unidad de regulación de frenado, la cual presenta la respectiva unidad de alimentación de energía y al menos una unidad de control de frenado que, en un primer modo de frenado, controla la respectiva unidad de alimentación de energía para proporcionar una acción de frenado.

Se conocen vehículos sobre raíles, en los que se produce una fuerza de frenado mediante motores eléctricos. La energía de movimiento del vehículo, transformada en energía eléctrica durante el frenado de los motores, se transforma por ejemplo en calor a través de una resistencia de frenado o se realimenta a la red de alimentación ferroviaria o también a un acumulador móvil.

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

En los sistemas de frenado es habitual diferenciar entre los modos de frenado “frenado de pedal” y “frenado de emergencia” (llamado también “frenado rápido” o “frenado en caso de peligro”). Mientras que el frenado de pedal se utiliza para reducir la velocidad del tren – también hasta su detención, al frenado de emergencia se exige además de este requisito de forma restrictiva, garantizar la máxima seguridad posible de los pasajeros, del personal y de terceras personas. Habitualmente para el frenado de pedal se utiliza de forma preferida el freno electrodinámico.

En un frenado de emergencia, el freno generador no se utiliza normalmente sin el accionamiento simultáneo del freno de fricción. El motivo de ello estriba en la reducida seguridad contra averías del freno electrodinámico con relación al freno de fricción neumático o hidráulico, de tal manera que la máxima seguridad de frenado posible sólo puede conseguirse hasta ahora a través de los frenos de fricción.

Esto significa evidentemente, en un caso extremo que se presenta habitualmente en trenes de metro, que un vehículo tractor de un tren con el freno de fricción y el freno electrodinámico en principio dispone de dos unidades de freno plenamente válidos, en donde cada una tomada por sí sola puede producir dentro de un amplio margen de velocidad de marcha con un momento de frenado suficientemente grande para mantener los modos de frenado especificados, de tal manera que desde este punto de vista podría utilizarse una unidad de frenado en lugar de la otra.

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

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

Para ello se propone que el dispositivo de frenado de vehículo sobre raíles presente al menos una unidad de sensor, que está proporcionada para detectar al menos un parámetro de acción de frenado para el primer modo de frenado del freno, y al menos una primera instalación de monitorización de frenado, asociada al primer freno e independiente de la unidad de regulación de frenado, que está proporcionada para, en un primer modo de monitorización, tener en cuenta el parámetro de acción de frenado para la aplicación de una medida de retroceso con relación a los frenos, en donde la instalación de monitorización de frenado presenta al menos dos dispositivos de monitorización que se diferencian uno de otro con respecto a su modo de realización constructivo y/o algorítmico. De este modo puede proporcionarse un dispositivo de frenado de vehículo sobre raíles, que presente una capacidad de diferenciación ventajosa a la hora de reconocer y tratar fallos del control de frenado y una elevada seguridad con relación a fallos sistemáticos.

En comparación con una solución convencional, en la que se detecta un retraso conjunto del vehículo sobre raíles y, en función del mismo, se aplica una medida de retroceso no diferenciada en relación a todos los sistemas de frenado del vehículo sobre raíles, puede reconocerse ventajosamente un funcionamiento defectuoso de la unidad de regulación de frenado, en cuanto que afecta a la unidad de accionamiento, y puede aplicarse específicamente una medida de retroceso para el freno, al que pertenece la unidad de accionamiento.

Si el vehículo sobre raíles presenta al menos una segunda unidad de accionamiento, que con su unidad de alimentación de energía y al menos un motor de accionamiento asociado forma parte de un segundo freno

electrodinámico, mediante la instalación de monitorización de frenado asociada al primer freno puede conseguirse una localización ventajosa de una pérdida de acción de frenado en la unidad de accionamiento del primer freno, en donde se aplica la medida de retroceso ventajosamente para el primer freno y el segundo freno, cuando se aplica la medida de retroceso, no se ve afectado de forma preferida.

Por “tener en cuenta” el parámetro de acción de frenado mediante la instalación de monitorización de frenado debe entenderse en particular, que se realiza un proceso de evaluación y toma de decisión, que está implementado convenientemente en la instalación de monitorización de frenado, en base al parámetro de acción de frenado. Si la aplicación de la medida de retroceso se toma en base a varios procesos de evaluación y toma de decisión, deben considerarse todas las unidades del vehículo sobre raíles que toman parte en los mismos como pertenecientes a la instalación de monitorización de frenado.

Por una instalación de monitorización de frenado “independiente de la unidad de regulación de frenado” debe entenderse que los procesos de evaluación y toma de decisión implementados en la instalación de monitorización de frenado son independientes de procesos de la unidad de regulación de frenado del primer freno. Mediante la independencia de la instalación de monitorización de frenado respecto a la unidad de regulación de frenado puede conseguirse una separación ventajosa de las funciones de control y de las funciones de monitorización del primer freno, en donde puede conseguirse una seguridad alta con relación a una propagación de fallos sistemáticos desde una unidad de control o de regulación a una unidad de monitorización. En comparación con la solución, en la que el aparato de control de accionamiento asociado a la unidad de accionamiento participa en un proceso de evaluación y decisión de una monitorización, puede conseguirse una activación y una monitorización ventajosas sin efecto retroactivo del freno electrodinámico.

La instalación de monitorización de frenado asociada al primer freno y la unidad de regulación de frenado del primer freno están configuradas convenientemente como unidades separadas físicamente una de la otra.

Mediante la instalación de monitorización de frenado puede realizarse por ejemplo una comparación del parámetro de acción de frenado, o de una magnitud establecida en base al mismo, con un valor nominal para una acción de frenado suficiente del freno. Por “tener en cuenta” puede entenderse en particular “tratar” o “evaluar”.

Por un “parámetro de acción de frenado para el primer modo de frenado del freno” debe entenderse en particular un parámetro, mediante el cual puede obtenerse al menos una información sobre una acción de frenado del freno electrodinámico en su primer modo de frenado. Sobre la base del parámetro de acción de frenado puede establecerse convenientemente, mediante la instalación de monitorización de frenado, la acción de frenado asociada a la unidad de accionamiento, que se genera o puede generarse durante la realización del primer modo de frenado.

Por una “acción de frenado” puede entenderse en particular una fuerza de frenado o un momento de frenado, el cual puede transmitirse a un juego de ruedas de un vehículo sobre raíles. Si la unidad de accionamiento está acoplada mediante técnica de accionamiento a un eje de accionamiento, puede determinarse y tenerse en cuenta con el parámetro de acción de frenado la acción de frenado referida a este eje de accionamiento. Si la unidad de accionamiento está acoplada mediante técnica de accionamiento a todos los ejes de giro de un bogie, con el parámetro de acción de frenado puede determinarse y tenerse en cuenta la acción de frenado referida al bogie. De este modo puede determinarse y tenerse en cuenta mediante la instalación de monitorización de frenado, ventajosamente, una acción de frenado según el eje o el bogie.

La acción de frenado puede ser una acción de frenado conseguida mediante el freno electrodinámico o una acción de frenado que puede conseguirse mediante un funcionamiento de la unidad de control de frenado. En la alternativa citada en primer lugar la unidad de sensor se utiliza para detectar al menos un parámetro de funcionamiento, como por ejemplo un parámetro de aceleración momentáneo, un parámetro de fuerza de frenado, un parámetro de momento de frenado, etc. En la alternativa citada en último lugar, la unidad de sensor puede utilizarse para controlar, mediante la unidad de control de freno activa, la unidad de alimentación de energía y evaluar las señales de control producidas, para establecer una acción de frenado que puede conseguirse con las señales de control.

La unidad de sensor puede estar formada por un sensor el cual, para detectar el parámetro de acción de frenado, está acoplado convenientemente a un juego de ruedas del vehículo sobre raíles acoplado a la unidad de accionamiento. La unidad de sensor puede presentar además un juego de sensores, que emiten respectivamente un parámetro de acción de frenado, en donde los parámetros de acción de frenado pueden estar realizados diferentes unos de otros. Estos parámetros de acción de frenado pueden ser por ejemplo una fuerza de frenado, un momento de frenado, un retraso, una potencia en un circuito intermedio, etc. La unidad de sensor puede ser utilizada por varias instalaciones de monitorización de frenado independientes y/o por otros sistemas funcionales del vehículo sobre raíles, en donde puede obtenerse otra ventaja de seguridad por medio de que la unidad de sensor se utilice sin efecto retroactivo. Esto puede conseguirse por ejemplo por medio de que se desacoplen galvánicamente unas líneas entre la unidad de sensor y los distintos sistemas, para mantener los sistemas independientes entre sí.

- La unidad de alimentación de energía presenta de forma preferida unos elementos controlables electrónicamente que en el modo de tracción conforme a una estrategia de control – con relación a un determinado momento de accionamiento a alcanzar – se controlan para alimentar con una energía eléctrica correspondiente al menos un motor de accionamiento asociado. Los elementos controlables están configurados en particular como elementos de conmutación o de válvula, que producen mediante unos procesos de conmutación de forma correspondiente a una estrategia de conmutación una corriente de potencia con una tensión, frecuencia y/o intensidad de corriente correspondientes, con la que se acciona el motor de accionamiento asociado. La unidad de alimentación de energía puede estar configurada en particular como oscilador, el cual en el modo de tracción extrae la energía necesaria de un circuito intermedio, por ejemplo de un circuito intermedio de tensión continua.
- En un modo de frenado de los frenos electrodinámicos se controlan la respectiva unidad de alimentación de energía o sus elementos controlables convenientemente mediante la unidad de control de frenado asociada, de tal manera que mediante el al menos un motor de accionamiento, que está en unión efectiva con la unidad de alimentación de energía, se produce un momento de frenado que puede transmitirse a un eje del vehículo sobre raíles.
- Mediante al menos dos dispositivos de monitorización según la invención puede alcanzarse una redundancia ventajosa en la tarea de monitorización de la instalación de monitorización de frenado.
- Mediante la utilización según la invención de diferentes tecnologías para los dispositivos de monitorización de la instalación de monitorización de frenado, que según la invención pueden diferenciarse uno de otro con respecto a su modo de realización constructivo y/o algorítmico, puede conseguirse una seguridad particularmente elevada, ya que puede obtenerse un sistema con una redundancia diversificada. De forma particularmente ventajosa puede evitarse la propagación de un posible fallo sistemático, específico de una tecnología determinada, desde un primer dispositivo de monitorización a un segundo dispositivo de monitorización. El término “constructivo” se refiere de forma preferida a un hardware utilizado para el dispositivo de monitorización y el término “algorítmico” se refiere de forma preferida a una implementación de al menos una función de monitorización mediante un software. Mediante las diferencias constructivas y/o algorítmicas entre los dispositivos de monitorización de la instalación de monitorización de frenado pueden conseguirse ventajosamente diferentes implementaciones del primer modo de monitorización.
- En una realización ventajosa de la invención se propone que los dispositivos de monitorización estén proporcionados para realizar al menos una función de monitorización del primer modo de monitorización, al menos parcialmente en cooperación. Por realizar una función de monitorización, que se realiza mediante varias unidades “al menos parcialmente en cooperación”, debe entenderse en particular que la función de monitorización presenta al menos un paso funcional, que es realizado por cada unidad respectivamente para proporcionar un resultado independiente, y al menos un paso funcional, cuya realización se realiza en base a una combinación de los resultados. De este modo puede conseguirse una protección alta contra fallos sistemáticos, por medio de que por ejemplo se combinen entre sí los resultados de evaluaciones independientes del parámetro de acción de frenado en cada unidad, antes de que se aplique la medida de retroceso.
- De forma particularmente ventajosa pueden detectarse mediante la unidad de sensor al menos dos parámetros de acción de frenado de clase diferente, que son evaluados respectivamente por un dispositivo de monitorización diferente. A este respecto se detectan los parámetros de acción de frenado de forma preferida con independencia unos de los otros, con lo que puede conseguirse una mayor protección contra fallos sistemáticos. La clase de los parámetros de acción de frenado detectados puede estar determinada convenientemente por el modo de realización del respectivo mecanismo de monitorización de los dispositivos de monitorización.
- Con relación al modo de realización algorítmico de los dispositivos de monitorización se propone que los dispositivos de monitorización presenten respectivamente un software para la realización de una función de monitorización, en donde los software estén implementados de forma diferente. Por una “implementación diferente” de una función de monitorización puede entenderse en particular que el software del primer dispositivo de monitorización proporcionado para realizar esta función de monitorización se diferencie del software del segundo dispositivo de monitorización, proporcionado para realizar la función de monitorización, en cuanto al algoritmo y/o al código de programación. A este respecto es ventajoso que los software de los dispositivos de monitorización primero y segundo se elaboren mediante diferentes herramientas de diseño. Asimismo es ventajoso que el software de los dispositivos de monitorización sea desarrollado por diferentes personas.
- Con relación al modo de realización constructivo se propone además que uno de los dispositivos de monitorización esté configurado como un control solamente basado en técnica de hardware. A este respecto debe entenderse en particular que el control basado en técnica de hardware, relevante para realizar la función de monitorización, se realice sin utilizar software.
- La protección contra fallos sistemáticos a la hora de realizar del primer modo de monitorización puede aumentarse, además de esto, si el dispositivo de frenado del vehículo sobre raíles presenta una unidad de monitorización, que se

utiliza para realizar el primer modo de monitorización, al menos en cooperación con los dispositivos de monitorización. Los dispositivos de monitorización y la unidad de monitorización están formados de forma preferida por estructuras aparte o respectivamente por un hardware aparte.

5 Puede conseguirse una redundancia diversificada, ventajosamente elevada, en un modo de monitorización, si los dispositivos de monitorización y la unidad de monitorización se diferencian entre sí con relación a su modo de realización constructivo y/o algorítmico.

10 En un perfeccionamiento ventajoso de la invención se propone que los dispositivos de monitorización de la instalación de monitorización de frenado y la unidad de monitorización estén proporcionados respectivamente para, en el modo de realización del primer modo de monitorización, emitir una señal de error en función de un parámetro de monitorización de frenado, en donde esta instalación de monitorización de frenado presente al menos una unidad de activación, que esté en unión efectiva con los dispositivos de monitorización y la unidad de monitorización, de tal manera que la aplicación de las medidas de retroceso presuponga la presencia de al menos dos señales de error. De este modo puede alcanzarse ventajosamente una elevada seguridad contra una aplicación errónea de la medida de retroceso. Una señal de error es emitida convenientemente por un dispositivo de monitorización o por la unidad de monitorización si, mediante la evaluación del primer parámetro de acción de frenado, en el dispositivo de monitorización o en la unidad de monitorización se reconoce una acción de frenado defectuosa del freno. Desde los dispositivos de monitorización y la unidad de monitorización puede tenerse en cuenta un parámetro de acción de frenado igual. Alternativamente, para al menos dos de estas unidades, puede tenerse en cuenta respectivamente un parámetro de acción de frenado diferente. En particular los dispositivos de monitorización y la unidad de monitorización pueden tener en cuenta respectivamente un parámetro de acción de frenado diferente.

25 En otra configuración de la invención se propone que la unidad de regulación de frenado presente al menos dos unidades de control de frenado y una unidad de conmutación, que esté proporcionada para realizar la medida de retroceso entre el primer modo de frenado de la unidad de regulación de frenado, en el que la primera unidad de control de frenado controla la unidad de alimentación de energía para proporcionar una acción de frenado, y un segundo modo de frenado de la unidad de regulación de frenado, en el que la segunda unidad de control de frenado controla la unidad de alimentación de energía para proporcionar una acción de frenado. De este modo puede obtenerse una redundancia ventajosa en la función de control de la unidad de regulación de frenado, en donde el modo de realización del segundo modo de frenado puede utilizarse ventajosamente como medida de retroceso en el caso de una acción de frenado insuficiente en el primer modo de frenado.

30 En el segundo modo de frenado de la unidad de regulación de frenado puede hacerse funcionar asimismo la primera unidad de control de frenado respectiva, por medio de que la segunda unidad de control de frenado se acople mediante la unidad de conmutación. A este respecto se pretende compensar mediante la segunda unidad de control de frenado una acción de frenado. Sin embargo, en una realización preferida de la invención se propone que la primera unidad de control de frenado se encuentre el segundo modo de frenado en un estado de actividad. De este modo pueden evitarse en gran medida los efectos indeseados de un funcionamiento defectuoso de la primera unidad de control de frenado. La unidad de conmutación produce a este respecto, convenientemente, una conmutación entre ambas unidades de control de frenado.

40 Para aumentar la fiabilidad del freno electrodinámico se propone, en otro modo de realización de la invención, que el dispositivo de frenado del vehículo sobre raíles presente un modo de ensayo, en el que se ensaya la unidad de conmutación de la unidad de regulación de frenado.

45 Las unidades de control de frenado se diferencian ventajosamente entre ellas en cuanto a su modo de realización constructivo y/o algorítmico. Las diferencias en el modo de realización constructivo y/o en el modo de realización algorítmico se refieren de forma preferida a las funciones de las unidades de control de frenado, que son relevantes para la activación de la unidad de alimentación de energía o de sus elementos controlables. En esta forma de realización propuesta las unidades de control de frenado – en el caso de un modo de realización de la unidad de alimentación de energía con elementos de conmutación o de válvula – controlan 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 frenado es ventajosamente diferente de la estrategia de conmutación de la segunda unidad de control de frenado.

50 Con relación a esto se propone que la instalación de monitorización de frenado presente en el primer modo de monitorización una primera función de monitorización, en la que esta instalación de monitorización de frenado está configurada como primera unidad de monitorización de acción de frenado, que está proporcionada para monitorizar el freno en su primer modo de frenado, y al menos una segunda función de monitorización, en la que esta instalación de monitorización de frenado está configurada como segunda unidad de monitorización de acción de frenado, que está proporcionada para monitorizar el freno en su segundo modo de frenado. De este modo el primer freno puede monitorizarse tanto en su primer modo de frenado como en su segundo modo de frenado mediante la misma

instalación de monitorización de frenado y, por medio de esto, ventajosamente mediante una misma estructura o un mismo hardware.

Si está proporcionada una unidad de monitorización, que se utiliza para realizar el primer modo de monitorización al menos parcialmente en cooperación con los dispositivos de monitorización de la instalación de monitorización de frenado, los dispositivos de monitorización y la unidad de monitorización pueden estar proporcionados respectivamente para, en el modo de realización de la primera función de monitorización, emitir una señal de error en función del primer parámetro de acción de frenado, en donde la primera unidad de monitorización de acción de frenado presenta una unidad de actuación para accionar la unidad de conmutación, que está en unión efectiva con los dispositivos de monitorización, la unidad de monitorización y la unidad de conmutación, de tal manera que el accionamiento presupone la presencia de al menos dos señales de error.

Conforme a otra conformación de la invención, el dispositivo de frenado del vehículo sobre raíles presenta otra instalación de frenado y un dispositivo de conmutación, en donde en función del parámetro de acción de frenado como medida de retroceso se acciona esta otra instalación de frenado mediante el dispositivo de conmutación. De este modo, en el caso de un funcionamiento defectuoso de la unidad de regulación de frenado, se proporciona una acción de frenado adicional mediante la otra instalación de frenado.

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

Además de esto es posible proponer unos frenos alternativos como expresión de la otra instalación de frenado, que presenten en particular una mayor potencia que un freno de mano. De este modo, por ejemplo, para proporcionar una acción de frenado suficiente pueden utilizarse unos frenos que difieran del principio generador de un freno electrodinámico y que desplieguen su acción de frenado a través de un aumento de presión en los cilindros de freno neumáticos o hidráulicos. Además de esto puede utilizarse como instalación de frenado adicional un freno de raíl magnético, que se hace funcionar mediante el accionamiento neumático, hidráulico y/o mecánico de un actuador en unión a un campo magnético o de imán permanente generado por una corriente. Asimismo es posible un sistema de frenado basado en el principio de la corriente parásita. Un acoplamiento o aumento de acciones de frenado mediante al menos otra instalación de frenado puede realizarse hasta que estén acoplados por completo todos los frenos disponibles.

Se propone además que el dispositivo de conmutación durante la realización de la segunda función de monitorización pueda accionarse mediante la segunda unidad de monitorización de acción de frenado. De este modo pueden conseguirse una monitorización ventajosa de la segunda unidad de control de frenado de la unidad de regulación de frenado a monitorizar así como otra medida de retroceso, adicionalmente al modo de realización del segundo modo de frenado.

Si está proporcionada una unidad de monitorización, que se utiliza para realizar el primer modo de monitorización al menos parcialmente en cooperación con los dispositivos de monitorización de la instalación de monitorización de frenado, los dispositivos de monitorización y la unidad de monitorización pueden estar proporcionados respectivamente para, en el modo de realización de la segunda función de monitorización, emitir una señal de error en función del primer parámetro de acción de frenado, en donde la segunda unidad de monitorización de acción de frenado presenta una unidad de activación para accionar el dispositivo de conmutación, que está en unión efectiva con los dispositivos de monitorización, la unidad de monitorización y el dispositivo de conmutación, de tal manera que el accionamiento presupone la presencia de al menos dos señales de error.

En otro modo de realización ventajoso de la invención se propone que el dispositivo de frenado del vehículo sobre raíles comprenda al menos un segundo freno electrodinámico, que comprende una unidad de accionamiento que presenta al menos un motor de accionamiento y una unidad de alimentación de energía para alimentar el motor de accionamiento en un modo de tracción de la unidad de accionamiento, y al menos una unidad de regulación de frenado que presenta la respectiva unidad de alimentación de energía y al menos una unidad de control de frenado que, en un primer modo de frenado, controla la respectiva unidad de alimentación de energía para proporcionar una acción de frenado.

Con relación a lo mencionado se propone que el dispositivo de frenado del vehículo sobre raíles presente al menos una unidad de sensor, que está proporcionada para detectar al menos un parámetro de acción de frenado para el primer modo de frenado del segundo freno, y al menos una segunda instalación de monitorización de frenado asociada al segundo freno e independiente de la unidad de regulación de frenado del segundo freno, que está proporcionada para, en un segundo modo de monitorización, tener en cuenta este parámetro de acción de frenado para la aplicación de una medida de retroceso con relación al segundo freno. De este modo puede conseguirse una capacidad de diferenciación ventajosa a la hora de reconocer fallos y tratar fallos con respecto a dos frenos electrodinámicos diferentes.

La unidad de sensor para detectar el parámetro de acción de frenado para el primer freno y la unidad de sensor para detectar el parámetro de acción de frenado para el segundo freno pueden estar formadas por estructuras separadas o al menos parcialmente por la misma estructura o el mismo hardware.

5 Además de esto se propone que el dispositivo de frenado del vehículo sobre raíles presente una unidad de monitorización, que forme parte conjuntamente de la primera instalación de monitorización de frenado y la segunda instalación de monitorización de frenado. La estructura o el hardware de la unidad de monitorización se utilizan convenientemente, en combinación con las diferentes instalaciones de monitorización de frenado, para diferentes frenos electrodinámicos, con lo que pueden ahorrarse espacio constructivo y piezas constructivas.

10 Además de esto se propone que la primera instalación de monitorización de frenado asociada al freno esté formada al menos por la unidad de regulación de frenado del segundo freno. De este modo pueden estar realizados el modo de frenado del segundo freno y el modo de monitorización de la instalación de monitorización de frenado para el primer freno mediante la misma estructura física – o expresado de otra manera mediante el mismo hardware – del segundo freno. De este modo puede conseguirse una monitorización sin efecto retroactivo del primer freno.

15 La unidad de regulación de frenado del segundo freno presenta ventajosamente al menos dos unidades de control de freno y una unidad de conmutación, que está proporcionada para realizar la medida de retroceso entre el primer modo de frenado de la unidad de regulación de frenado, en el que la primera unidad de control de frenado controla la respectiva unidad de alimentación de energía para proporcionar una acción de frenado, y conmutar a un segundo modo de frenado de la unidad de regulación de frenado, en el que la segunda unidad de control de frenado controla la respectiva unidad de alimentación de energía para proporcionar una acción de frenado, en donde los dispositivos
20 de monitorización de la primera instalación de monitorización de frenado están formados respectivamente por una unidad de control de frenado diferente de la unidad de regulación de frenado del segundo freno que forma este instalación de monitorización de frenado.

25 La primera instalación de monitorización de frenado asociada al primer freno está formada convenientemente al menos por la unidad de regulación de frenado del segundo freno, en donde la segunda instalación de monitorización de frenado asociada al segundo freno está formada al menos por la unidad de regulación de frenado del primer freno. De este modo puede conseguirse una monitorización de los frenos electrodinámicos ventajosa mutua, en particular cruzada.

En cuanto a los efectos ventajosos del procedimiento propuesto se hace referencia, para evitar repeticiones innecesarias, a los modos de realización anteriores sobre el dispositivo de frenado del vehículo sobre raíles.

30 Se explican unos ejemplos de realización de la invención en base a los dibujos. Aquí muestran:

Figura 1: un vehículo sobre raíles con unos ejes de accionamiento y unas unidades de accionamiento asociadas a los mismos, y

Figura 2: un circuito de control para controlar una unidad de accionamiento en un modo de frenado, con dos unidades de control de frenado diferentes,

35 Figura 3: el circuito de control de la figura 2 y otro circuito de control, que está equipado con una función de monitorización,

Figura 4: un modo de realización alternativo de los circuitos de la figura 3, y

Figura 5: un modo de realización alternativo de unos circuitos de control con funciones de monitorización.

40 La figura 1 muestra un vehículo sobre raíles 10 configurado como vehículo tractor en una vista lateral muy esquematizada. Presenta unos ejes portantes 12 y unos ejes de accionamiento 14, que son accionados en un modo de tracción mediante unas unidades de accionamiento 16, 116. Se produce un proceso de frenado del vehículo sobre raíles 10 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 bajas está proporcionada respectivamente otra instalación de frenado 17, 117, que está configurada como un freno de mano realizado en
45 forma de un freno por fuerza almacenada de resorte, representado esquemáticamente en la figura.

El control de la unidad de accionamiento 16 formando parte 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 alimentación de energía 20 que está en
50 unión efectiva 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 alimentación de energía 20. La unidad de alimentación de energía 20 se conoce del estado de la técnica y presenta un oscilador no representado con más detalle, el cual genera en un modo de tracción de la unidad de accionamiento 16 mediante la activación de unos elementos de conmutación electrónicos – también llamados “válvulas” – partiendo de un circuito intermedio de tensión continua, una corriente con tensión y frecuencias variables, conforme a la energía 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 está en unión efectiva con una alimentación de red ferroviaria a través de otras instalaciones de transformación eléctricas no representadas, como en particular un transformador o un convertidor de tensión, un rectificador, etc. En el modo de tracción de la unidad de accionamiento 16 se controlan los elementos de conmutación del oscilador 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 frenado 22 un freno electrodinámico 24. La unidad de regulación de frenado 22 comprende, además de la unidad de alimentación de energía 20, dos unidades de control de frenado 28 y 30, que están proporcionadas respectivamente para, en un estado de actividad, controlar la unidad de alimentación de energía 20 para un proceso de frenado del freno electrodinámico 24. Las unidades de control de frenado 28, 30 están proporcionadas respectivamente para, en un modo de frenado de la unidad de accionamiento 16, controlar los elementos de conmutación del oscilador de la unidad de alimentación de energía 20 conforme a una estrategia de conmutación, de tal manera que a través del motor de accionamiento 18 se ejerza un momento de frenado sobre el eje de accionamiento 14 asociado. En el caso de un proceso de frenado mediante el freno electrodinámico 24 el motor de accionamiento 18 actúa como un generador, en donde la energía transformada durante el proceso de frenado en corriente eléctrica se transforma en calor mediante una resistencia de frenado 31. Alternativa o adicionalmente, la energía puede realimentarse a la alimentación de red de alta tensión 26, utilizarse en el vehículo o acumularse en un acumulador móvil.

La primera unidad de control de freno 28 está en unión efectiva con la unidad de alimentación de energía 20 a través de una unidad de conmutación 32, cuyo funcionamiento se explica más adelante. Aparte de una interfaz con la unidad de alimentación de energía 20 la unidad de control de frenado 28 presenta otras interfaces, mediante las cuales está en unión efectiva con una unidad de sensor 34. La unidad de sensor 34 se utiliza 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 a través de la unidad de control de frenado 28. La unidad de control de frenado 28 está además en unión efectiva con la técnica de conducción del vehículo sobre raíles a través de otras interfaces, por medio de que está unida a un bus de datos 36 del vehículo sobre raíles 10, y con el conducto de aire principal del vehículo sobre raíles 38. A través de estas interfaces adicionales pueden proporcionarse otros parámetros de entrada para la unidad de control de frenado 28, como en particular un parámetro que, en el caso de un frenado de pedal, representa una acción de frenado ajustada por el conductor del vehículo o por un control automático del vehículo. La unidad de control de frenado 28 se alimenta de energía eléctrica a través de una alimentación de red de a bordo 40 y está además en unión efectiva, a través de una interfaz 41, con un conducto de frenado de emergencia del 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 antes citados la unidad de control de frenado 28 genera, en un primer modo de frenado en el que se encuentra en un estado de actividad, unas señales de control 44 que controlan la unidad de alimentación de energía 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 funcionamiento 28 presenta al menos una unidad de ordenador 46 y una unidad de memoria 48, en la que está archivado un software. En este software se programa en particular la estrategia de conmutación del modo de frenado para los elementos de conmutación del oscilador.

A la unidad de control de frenado 28 está asociada a una primera unidad de monitorización de acción de frenado 50 una primera instalación de monitorización de frenado 53, que está proporcionada para monitorizar la acción de frenado conseguida o que puede conseguirse mediante el freno electrodinámico 24. Para ello se extrae 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 evaluación del parámetro de velocidad v . Alternativa o adicionalmente, el parámetro puede establecerse mediante una monitorización de las señales de control 44 generadas mediante la unidad de control de frenado 28. Una detección a modo de ejemplo del parámetro de acción de frenado, que está designado con el símbolo de referencia B1, se ha representado esquemáticamente en la figura 3 mediante una unidad de sensor 58 ó 158.

La unidad de regulación de frenado 22 comprende – como ya se ha mencionado anteriormente – una segunda unidad de control de frenado 30. La misma está proporcionada para realizar al menos la función de control descrita anteriormente para la primera unidad de control de frenado 28, para controlar la unidad de alimentación de energía 20 en un segundo modo de frenado de la unidad de accionamiento 16. Se utiliza en particular para asumir el control

de la unidad de alimentación de energía 20 en el caso de un funcionamiento defectuoso de la primera unidad de control de frenado 28.

5 Si mediante la primera unidad de monitorización de acción de frenado 50 se reconoce que la acción de frenado producida o que puede producirse mediante el freno electrodinámico 24 no es suficiente, la unidad de control de frenado 28 se considera defectuosa y como medida de retroceso 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 frenado 30, en su estado de actividad, controla la unidad de alimentación de energía 20 para proporcionar una acción de frenado. En este segundo modo de frenado se conmuta la primera unidad de control de frenado 28 defectuosa a su estado de inactividad.

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

15 A la segunda unidad de control de frenado 30 está asociada una segunda unidad de monitorización de acción de frenado 52 de la instalación de monitorización de frenado 53. Las unidades de monitorización de acción de frenado 50, 52 pueden estar formadas por unidades separadas físicamente entre sí 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 completamente por la misma estructura. La segunda unidad de monitorización de acción de frenado 52 está proporcionada para monitorizar la acción de frenado conseguida o que puede conseguirse con la
20 segunda unidad de control de frenado 30, mediante el freno electrodinámico 24, en su segundo modo de frenado. 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.

25 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 producirse mediante el freno electrodinámico 24, se considera defectuosa la unidad de control de frenado 30 y como medida de retroceso se acciona la otra instalación de frenado 17, mediante un dispositivo de conmutación 54 controlado por la segunda unidad de monitorización de acción de frenado 52.

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

Conforme a un modo de realización alternativo la segunda unidad de control de frenado 30 está realizada de tal manera, que la activación de la unidad de alimentación de energía 20 se realiza exclusivamente mediante una funcionalidad realizada mediante hardware – sin utilización de software, mientras que la primera unidad de control de frenado 28 se basa en una implementación de las funciones de control mediante técnica de hardware y técnica de software.
40

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

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

50 Para que la conmutación de una unidad de control de frenado a otra se realice de forma fiable, 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 en el caso de detención del vehículo sobre raíles 10, por ejemplo durante el equipamiento o la prueba de frenado. La activación de los elementos de conmutación del oscilador, según un determinado modelo de ensayo, se realiza mediante una de las unidades de control de frenado 28, 30. Para ello
55 está proporcionada al menos una unidad de sensor, 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. Después de realizar el ensayo con la primera unidad de control de frenado 28 se conmuta a su estado de actividad, mediante la unidad de conmutación 32, la segunda unidad de control de frenado 30 y se repite el ensayo – de forma preferida con otro modelo de ensayo. Si se reconoce una aplicación a esperar del modelo de ensayo respectivo, la unidad de conmutación 32 se considera libre de fallos.

La descripción anterior puede aplicarse también con relación a la unidad de accionamiento 116, que forma parte de un segundo freno electrodinámico 124 del vehículo sobre raíles 10. La unidad de alimentación de energía de la unidad de accionamiento 16 forma con las unidades de control de frenado 128, 130 una unidad de regulación de frenado 122, como se ha representado en la figura 3. Las unidades de regulación de frenado 22, 122 del vehículo sobre raíles 10, respectivamente con sus unidades de control de frenado y su unidad de alimentación de energía, están diseñadas con la finalidad de que las mismas, cooperando entre ellas, 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. Formulando de otra manera, las unidades de regulación de frenado 22, 122 están diseñadas para que, cooperando entre ellas, produzcan un momento de frenado en los ejes de accionamiento 14 necesario para realizar un frenado de emergencia.

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

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

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

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

El freno electrodinámico 124, que desde ahora recibe el nombre de “segundo freno electrodinámico 124”, presenta el motor de accionamiento de la unidad de accionamiento 116 y una unidad de regulación de frenado 122. La misma comprende la unidad de alimentación de energía de la unidad de accionamiento 116 y dos unidades de control de frenado 128, 130, que están proporcionadas respectivamente para, en un estado de actividad, controlar esta unidad de alimentación de energía para un proceso de frenado del freno electrodinámico 124. La unidad de regulación de frenado 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 proporcionada, para realizar la respectiva medida de retroceso, para conmutar entre el primer modo de frenado de la unidad de control de frenado 122, en el que la primera unidad de control de frenado 128 controla la unidad de alimentación de energía de la unidad de accionamiento 116 para proporcionar una acción de frenado, y un segundo modo de frenado de la unidad de regulación de frenado 122, en el que la segunda unidad de control de frenado 30 controla esta unidad de alimentación de energía para proporcionar una acción de frenado.

Además de esto se han representado la instalación de frenado 17, que está asociada al primer freno electrodinámico 24, y la otra instalación de frenado 117 mecánica asociada al segundo freno electrodinámico 124.

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 frenado 122 del segundo freno electrodinámico 124. De este modo la instalación de monitorización de frenado 53 asociada al primer freno 24 está formada al menos por la unidad de regulación de frenado 122 del segundo 124.

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

5 La instalación de monitorización de frenado 53 está equipada con una primera función de monitorización, en particular programa, en la que esta instalación de monitorización de frenado 53 – además de las tareas de control antes descritas de las unidades de control de frenado 128, 130 para controlar la unidad de alimentación de energía de la unidad de accionamiento 116 – está configurada como primera unidad de monitorización de acción de frenado 50, que está proporcionada para monitorizar el primer freno 24 en su primer modo de frenado.

10 Esta función de monitorización se basa en una tarea de monitorización que se describe a continuación, que es realizada por cada una de las unidades de control de frenado 128, 130 y la unidad de monitorización 56 en paralelo y en gran medida, en particular por completo, independientemente. Estas unidades están respectivamente en unión efectiva con una unidad de sensor 58, que está proporcionada para detectar o determinar un primer parámetro de acción de frenado B1 para el primer modo de frenado del primer freno electrodinámico 24.

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

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

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

30 Conforme a un modo de realización alternativo la segunda unidad de control de frenado 130 está realizada de tal manera, que la activación de la unidad de alimentación de energía de la unidad de accionamiento 116 se realiza exclusivamente mediante una funcionalidad realizada mediante hardware – sin utilización de software, mientras que la primera unidad de control de frenado 128 se basa en una implementación de las funciones de control mediante técnica de hardware y técnica de software.

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

40 A causa de estas diferencias, que son válidas para la función de control de las unidades de control de frenado en el modo de frenado respectivo, cada una de las unidades de control de frenado 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 frenado. Las unidades de control de frenado 128, 130 de la unidad de regulación de frenado 122 del segundo freno 124 se corresponden según esto, en el modo de realización de funciones de monitorización, con dos dispositivo de monitorización 127, 129 de la instalación de monitorización de frenado 53, que se diferencian entre sí mediante las características descritas anteriormente. En particular se diferencian entre sí en cuanto a su modo de realización constructivo y/o algorítmico. Si presenta respectivamente un software para realizar las funciones de monitorización, estos software están implementados de forma diferente.

45 La unidad de monitorización 56 se basa en una tecnología, que se diferencia de la tecnología de las tecnologías de las unidades de control de frenado 128, 130 o de los dispositivos de monitorización 127, 129. La unidad de monitorización 56 puede basarse por ejemplo en la tecnología CPLD (“dispositivo lógico programable complejo”, del inglés “Complex Programmable Logic Device”). La monitorización puede realizar según esto conforme a un método, que se diferencia de los métodos de las unidades de control de frenado 128, 130 o de los dispositivos de monitorización 127, 129.

La tarea de monitorización a cumplir por cada unidad de control de frenado 128, 130 y por la unidad de monitorización 56 consiste en determinar, en base al parámetro de acción de frenado B1, si es suficiente la acción de frenado producida por el primer freno 24 en su primer modo de frenado. A causa de las diferentes tecnologías, en el ejemplo de realización considerado el mecanismo de monitorización, con el que están equipadas las unidades de control de frenado 128, 130 y la unidad de monitorización 56 para realizar la primera función de monitorización, están realizadas respectivamente de un modo distinto o diferentes en cada una de estas unidades. Los diferentes mecanismos de monitorización pueden estar realizados en particular mediante diferentes software de monitorización. La tarea de monitorización se cumple por ello respectivamente mediante un método diferente, es decir, mediante una diferente implementación de la tarea mediante estas unidades en gran medida por separado, en particular completamente por separado.

Como ya se ha citado anteriormente, en un modo de realización particular la unidad de sensor 58 puede detectar varios parámetros de acción de frenado, que se diferencian entre sí por su clase y son evaluados respectivamente por una unidad diferente de la instalación de monitorización de frenado 53. La clase de los parámetros de movimiento se determina a este respecto mediante la tecnología de la respectiva unidad de la instalación de monitorización de frenado 53.

Las unidades de control de frenado 128, 130 del segundo freno 124, es decir los dispositivos de monitorización 127, 129 y la unidad de monitorización 56 están proporcionadas respectivamente para, a la hora de cumplir 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. Ésta es emitida por cada una de estas unidades, si la evaluación del parámetro de acción de frenado B1 o del respectivo parámetro de acción de frenado por parte de 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 citadas unidades puede realizarse una emisión en gran medida independiente, en particular completamente independiente, de una señal de error por parte de las unidades de la instalación de monitorización de frenado 53.

El accionamiento de la unidad de conmutación 32, como se ha descrito anteriormente, sólo se realiza si se emiten al menos dos señales de error. Para esto se utiliza una unidad de activación 60 que, como componente de la primera instalación de monitorización de frenado 53, está en unión efectiva con una salida de las unidades de control de frenado 128, 130 (o dispositivos de monitorización 127, 129) y de la unidad de monitorización 56, por un lado, y con la unidad de conmutación 32, en particular con el actuador 33, por otro lado. La unidad de activación 60 (también dispositivo "voter" - de voto -) 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 línea están dispuestos respectivamente dos conmutadores, en donde los conmutadores durante el cumplimiento de la tarea de monitorización por parte de las unidades de control de frenado 128, 130 y de 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 está seccionada 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 salida de una unidad de la instalación de monitorización de frenado 53. En cada línea los conmutadores están respectivamente en unión efectiva 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 tiene lugar, si se emite una señal de error desde dos unidades diferentes de la instalación de monitorización de frenado 53.

La tarea de monitorización, precisamente la evaluación individual del parámetro de acción de frenado B1 o del respectivo parámetro de acción de frenado mediante las unidades de control de frenado 128, 130 y la unidad de monitorización 56, es cumplimentada, como se ha descrito anteriormente, por estas unidades en gran medida de forma mutuamente independiente. La función de monitorización comprende esta tarea de monitorización y es cumplimentada con el accionamiento de la unidad de conmutación 32 mediante una cooperación de las unidades de la instalación de monitorización de frenado 53, es decir de los dispositivos de monitorización 127, 129 y de la unidad de monitorización 56, en particular mediante una combinación de los resultados de las tareas de monitorización individuales.

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

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

Esta segunda función de monitorización se basa en una tarea de monitorización, que es cumplimentada por cada una de las unidades de control de frenado 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 la utilización de otra unidad de activación 64, que, como componente de la instalación de monitorización de frenado 53, está en unión efectiva con una salida de las unidades de control de frenado 128, 130 o de la unidad de monitorización 56, por un lado, y con el dispositivo de conmutación 54 (véase también la figura 2), en particular con su actuador 55, por otro lado. La unidad de activación 64 (también llamado dispositivo "voter" -de voto-) 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 en ambas líneas respectivamente un conmutador, en donde los conmutadores durante el cumplimiento de la tarea de monitorización por parte de las unidades de control de frenado 128, 130 y de 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 52.

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 frenado 53. En cada pareja de líneas los conmutadores están respectivamente en unión efectiva con una diferente unidad de la misma, 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 se emite una señal de error desde dos unidades diferentes de la instalación de monitorización de frenado 53.

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 frenado 17. A este respecto se aplica una señal "soltar la instalación de frenado". Si se acciona la unidad de conmutación 54, se secciona esta conexión eléctrica, con lo que se genera una señal "aplicar la instalación de frenado 17".

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

La tarea de monitorización, precisamente la evaluación individual del parámetro de acción de frenado B1 o del respectivo parámetro de acción de frenado mediante las unidades de control de frenado 128, 130 y la unidad de monitorización 56 es cumplimentada, como se ha descrito anteriormente, por estas unidades en gran medida de forma mutuamente independiente. La función de monitorización comprende esta tarea de monitorización y es cumplimentada con el accionamiento de la unidad de conmutación 54 mediante una cooperación de estas unidades, en particular mediante una combinación de los resultados de las tareas de monitorización individuales.

Con el accionamiento de la unidad de conmutación 54 se aplica, en el caso de una acción de frenado insuficiente del primer freno electrodinámico 24 en su segundo modo de frenado, una medida de retroceso que se corresponde con el accionamiento ya descrito anteriormente del freno mecánico 17. El segundo modo de frenado debe actuar asimismo hasta que haya finalizado el proceso de frenado.

En el modo de realización del primer modo de frenado, en el que la primera función de monitorización puede ser realizada mediante la unidad de activación 60, está desactivada la unidad de activación 64 proporcionada para la segunda función de monitorización, 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 al accionar la unidad de conmutación 32 mediante el actuador 33. La conexión eléctrica ya sólo se mantiene después a través de la unidad de activación 64, que por ello se pasa a un estado de actividad.

En el modo de realización del segundo modo de frenado, en el que la segunda función de monitorización puede ser realizada mediante la unidad de activación 64, está desactivada la unidad de activación 60 proporcionada para la primera función de monitorización, por medio de que se establece una conexión eléctrica permanente, independiente de la configuración de la unidad de activación 60, entre la fuente de tensión 70 y el actuador 33. Para la unidad de conmutación 32 está proporcionada además una unidad de reposición 72, que se utiliza para volver a poner en funcionamiento la primera unidad de control de frenado 28 después de finalizar el segundo modo de frenado o después de finalizar un proceso de frenado mediante la instalación de frenado 17. Esto se realiza mediante una señal S, que acciona un actuador 74, mediante el cual un conmutador 76 secciona la conexión eléctrica entre el actuador 33 y la fuente de tensión 70. Con este seccionamiento 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 frenado 28 se conecta de nuevo eficazmente a la unidad de alimentación de energía 20; el conmutador 68 se acciona, de tal manera que se establece una conexión eléctrica entre la fuente de tensión 62 y el actuador 55 y de este modo se desactiva la unidad de activación 64; un conmutador 78 secciona una conexión eléctrica entre una fuente de tensión 80 y el actuador 74, de tal manera que se desactiva la unidad de reposición 72,

respectivamente no puede realizarse ningún accionamiento del conmutador 76 por parte del actuador 74 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 responda la monitorización.

La primera y la segunda función de monitorización, que son realizadas por la instalación de monitorización de frenado 53, pertenecen a un primer modo de monitorización del dispositivo de frenado del vehículo sobre raíles 10, en el que se monitoriza el primer freno 24. A este respecto el segundo freno 124, en particular su unidad de regulación de frenado 122, asume un papel de monitorización para la aplicación de una de las medidas de retroceso descritas anteriormente con relación al primer freno 24.

El dispositivo de frenado del vehículo sobre raíles 10 está proporcionado con un segundo modo de monitorización, en el que se monitoriza el segundo freno 124. En el ejemplo de realización contemplado el primero freno 24, en particular su unidad de regulación de frenado 22, asume un papel de monitorización para la aplicación de una de las medidas de retroceso descritas anteriormente con relación al segundo freno 124. La unidad de regulación de frenado 22 del primer freno 24 forma, junto con la unidad de monitorización 56, una segunda instalación de monitorización de frenado 153, que está proporcionada para tener en cuenta un parámetro de acción de frenado B2 para la aplicación de una medida de retroceso con relación al segundo freno 124. La instalación de monitorización de frenado 153 está equipada con dos funciones de monitorización, como la instalación de monitorización de frenado 53, que están proporcionadas respectivamente para monitorizar el segundo freno 124 mientras realiza su primer modo de frenado o su segundo modo de frenado. Las unidades de control de frenado 28, 30 están configuradas para realizar las funciones de monitorización como dispositivos de monitorización 27, 29 de la instalación de monitorización de frenado 153. Para realizar la primera función de monitorización y la segunda función de monitorización, la instalación de monitorización de frenado 153 está configurada como unidad de monitorización de acción de frenado 150 ó 152 para el primer o segundo modo de la unidad de regulación de frenado 122 del segundo freno 124. Esta monitorización se realiza en función de un segundo parámetro de acción de frenado B2 o de varios parámetros de acción de frenado diferentes entre ellos en cuanto su clase, los cuales son detectados por una unidad de sensor 158. La descripción anterior de la unidad de sensor 58 es aplicable de forma correspondiente a la unidad de sensor 158.

En un modo de realización particular las unidades de sensor 58 y 158 pueden estar formadas, con relación a un hardware, al menos parcialmente por una misma estructura de sensor.

Para obtener una mejor visión de conjunto, en la figura 3 solo se ha representado la monitorización del primer freno 24 mediante el segundo freno 124. La descripción anterior de las funciones de monitorización realizadas por la instalación de monitorización de frenado 53 se aplica de forma correspondiente al primer freno 24, en cuanto a la monitorización del segundo freno 124. A este respecto se realizan las correspondientes funciones de monitorización mediante las unidades de control de frenado 28, 30 en su función como dispositivos de monitorización 27, 29 en cooperación con la unidad de monitorización 56.

La unidad de monitorización 56 es, en el ejemplo de realización contemplado, un componente conjunto de la primera instalación de monitorización de frenado 53 y de la segunda instalación de monitorización de frenado 153.

El modo de realización de las funciones de monitorización puede realizarse en las unidades de control de frenado 28, 30, 128, 130, en su función como dispositivos de monitorización 27, 29, 127, 129, respectivamente mediante una unidad de ordenador, que está configurada idénticamente a o diferente de la unidad de ordenador que está proporcionada para realizar un modo de frenado.

Con la interfaz a la línea de frenado de emergencia del vehículo 42 puede activarse un frenado de emergencia mediante los frenos electrodinámicos 24, 124. Con el nivel de seguridad que puede alcanzarse mediante la configuración propuesta del dispositivo de frenado del vehículo sobre raíles, en particular en una configuración de las unidades de regulación de frenado con al menos dos unidades de control de frenado, puede proporcionarse un vehículo sobre raíles con una instalación de frenado de emergencia, en donde un frenado de emergencia sólo puede realizarse con un nivel de seguridad suficiente mediante los frenos electrodinámicos. 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 por fuerza almacenada de resorte, que impide que el vehículo estacionado salga rodando en una pendiente mediante una fuerza de fricción generada mediante un acumulador de resorte. De este modo puede conseguirse una clara reducción de los costes de componentes del freno y del peso del vehículo sobre raíles.

La figura 4 muestra una variante de realización, en la que la instalación de monitorización de frenado 53 presenta dos dispositivos de de monitorización 127' y 129'. Los mismos están asociados al primer freno 24 y son independientes de otro freno del vehículo sobre raíles 10, en particular del segundo freno 124. Se diferencia del modo de realización de los dispositivos de monitorización 127, 129 mostrada en la figura 3 en que los mismos difieren de una configuración como unidad de control de frenado. Pueden estar equipados en particular

exclusivamente para realizar las funciones de monitorización de la instalación de monitorización de frenado 53, que de este modo difiere de un papel como unidad de regulación de frenado. Con relación a la realización de las funciones de monitorización y a una cooperación de las funciones de monitorización, para evitar repeticiones innecesarias, se hace referencia a la descripción anterior de los dispositivos de monitorización 127, 129.

5 La figura 5 muestra un modo de realización alternativo de dos frenos electrodinámicos 80, 180 del vehículo sobre raíles 10. El primer freno 80 está formado por el motor de accionamiento 18 de la unidad de accionamiento 16 y una
10 unidad de regulación de frenado 82, que comprende la unidad de alimentación de energía 20 de la unidad de accionamiento 16 y una unidad de control de frenado 84, que en un modo de frenado controla la unidad de alimentación de energía 20 para proporcionar una acción de frenado. El segundo freno 180 está formado por el
motor de accionamiento de la unidad de accionamiento 16 y una unidad de regulación de frenado 182, que
comprende la unidad de alimentación de energía de la unidad de accionamiento 116 y una unidad de control de
frenado 184, que en un modo de frenado controla la unidad de alimentación de energía de la unidad de
accionamiento 116 para proporcionar una acción de frenado.

15 A diferencia del modo de realización de las figuras anteriores, las unidades de regulación de frenado 82 y 182 presentan respectivamente una única unidad de control de frenado 84 ó 184. Con relación a la función de control de las unidades de control de frenado 84, 184 en el modo de frenado se aplica de forma correspondiente la descripción anterior con respecto a las unidades de control de frenado 28 y/o 30.

Además de sus funciones de control, la unidad de control de frenado 84 del primer freno 80 está equipada para
20 realizar un primer modo de monitorización del dispositivo de frenado del vehículo sobre raíles 10 con una función de monitorización, en la que monitoriza el segundo freno 180 durante la realización de su modo de frenado y aplica, en función de un parámetro de acción de frenado B2, una medida de retroceso para el segundo freno. A este respecto la unidad de regulación de frenado 82 del primer freno 80 se utiliza como instalación de monitorización de frenado 90 para el segundo freno 180. El parámetro de acción de frenado B2 es detectado por una unidad de sensor 186, que
25 está en unión efectiva con la unidad de control de frenado 84. La descripción anterior sobre la unidad de sensor 58 se aplica de forma correspondiente a la unidad de sensor 186 y la unidad de sensor 86, que se describe más adelante. Si se deduce – durante la evaluación del parámetro de acción de frenado B2 mediante la unidad de control de frenado 84 – que no es suficiente la acción de frenado producida por el segundo freno 180, se aplica desde la unidad de control de frenado 84 una medida de retroceso para el segundo freno 180, por medio de que por ejemplo se activa la instalación de frenado 117 mediante un actuador 188 de un dispositivo de conmutación 189.

30 Además de sus funciones de control, la unidad de control de frenado 184 del segundo freno 180 está equipada para realizar un segundo modo de monitorización del dispositivo de frenado del vehículo sobre raíles 10 con una función de monitorización, en la que monitoriza el primer freno 80 durante la realización de su modo de frenado y aplica, en función de un parámetro de acción de frenado B1, una medida de retroceso para el primer freno 80. A este respecto la unidad de regulación de frenado 182 del segundo freno 180 se utiliza como instalación de monitorización de
35 frenado 190 para el primer freno 80. El parámetro de acción de frenado B1 es detectado por una unidad de sensor 86, que está en unión efectiva con la unidad de control de frenado 184. Si se deduce – durante una evaluación del parámetro de acción de frenado B1 mediante la unidad de control de frenado 184 – que no es suficiente la acción de frenado producida por el primer freno 80, se aplica desde la unidad de control de frenado 184 una medida de retroceso para el primer freno 180, por medio de que por ejemplo se activa la instalación de frenado 17 mediante un
40 actuador 88 de un dispositivo de conmutación 89.

En los modos de realización mostrados en las figuras 3 a 5, 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 diferente. A este respecto los ejes de accionamiento 14 de un mismo bogie son accionados respectivamente por un motor de
45 accionamiento propio, en donde ambos motores de accionamiento son alimentados por la misma unidad de alimentación de energía. En los dispositivos de frenado mostrados en las figuras 3 a 5, en este modo de realización los frenos electrodinámicos 24, 124 u 80, 180 están asociados después respectivamente a bogies diferentes y por ello a varios ejes de accionamiento. Mediante las instalaciones de monitorización de frenado 53, 153, 90, 190 puede conseguirse según esto una localización conforme al bogie de una pérdida de acción de frenado, y puede aplicarse
50 de forma diferenciada una medida de retroceso en relación al respectivo bogie.

En un modo de realización alternativo, para cada eje accionado de un bogie está proporcionado un motor de accionamiento, en donde para cada motor de accionamiento de este bogie está proporcionada una unidad de alimentación de energía diferente. En este modo de realización, según esto, a cada eje accionado del bogie está asociado respectivamente un freno electrodinámico aparte. En los dispositivos de frenado mostrados en las figuras 3
55 a 5 los frenos electrodinámicos 24, 124 u 80, 180 están asociados después a un mismo bogie o respectivamente a un eje de accionamiento en este bogie. Mediante las instalaciones de monitorización de frenado 53, 153, 90, 190 puede conseguirse según esto una localización conforme al eje de una pérdida de acción de frenado, y puede aplicarse de forma diferenciada una medida de retroceso en relación al respectivo eje de accionamiento.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de frenado de vehículo sobre raíles con al menos un primer freno electrodinámico (24; 80), que comprende una unidad de accionamiento (16), que presenta al menos un motor de accionamiento (18) y una unidad de alimentación de energía (20) para alimentar el motor de accionamiento (18) en un modo de tracción de la unidad de accionamiento (16), y al menos una unidad de regulación de frenado (22; 82), la cual presenta la respectiva unidad de alimentación de energía (20) y al menos una unidad de control de frenado (28, 30; 84) que, en un primer modo de frenado, controla la respectiva unidad de alimentación de energía (20) para proporcionar una acción de frenado, caracterizado por una unidad de sensor (58; 86), que está proporcionada para detectar al menos un parámetro de acción de frenado (B1) para el primer modo de frenado del freno (24; 80), y al menos una primera instalación de monitorización de frenado (53; 190), asociada al primer freno (28; 80) e independiente de la unidad de regulación de frenado (22; 82), que está proporcionada para, en un primer modo de monitorización, tener en cuenta el parámetro de acción de frenado (B1) para la aplicación de una medida de retroceso con relación a los frenos (24; 80), en donde la instalación de monitorización de frenado (53) presenta al menos dos dispositivos de monitorización (127, 129; 127', 129') que se diferencian uno de otro con respecto a su modo de realización constructivo y/o algorítmico.
2. Dispositivo de frenado de vehículo sobre raíles según la reivindicación 1, caracterizado porque los dispositivos de monitorización (127, 129; 127', 129') están proporcionados para realizar al menos una función de monitorización del primer modo de monitorización, al menos parcialmente en cooperación.
3. Dispositivo de frenado de vehículo sobre raíles según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque los dispositivos de monitorización (127, 129; 127', 129') presentan respectivamente un software para la realización de una función de monitorización, en donde los software están implementados de forma diferente.
4. Dispositivo de frenado de vehículo sobre raíles según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por una unidad de monitorización (56), que se utiliza para realizar el primer modo de monitorización al menos parcialmente en cooperación con los dispositivos de monitorización (127, 129; 127', 129').
5. Dispositivo de frenado de vehículo sobre raíles según la reivindicación 4, caracterizado porque los dispositivos de monitorización (127, 129; 127', 129') y la unidad de monitorización (56) se diferencian entre sí con relación a su modo de realización constructivo y/o algorítmico.
6. Dispositivo de frenado de vehículo sobre raíles según la reivindicación 4 ó 5, caracterizado porque los dispositivos de monitorización (127, 129; 127', 129') de la instalación de monitorización de frenado (53) y la unidad de monitorización están proporcionados respectivamente para, en el modo de realización de la primera función de monitorización, emitir una señal de error en función de un parámetro de acción de frenado (B1), en donde esta instalación de monitorización de frenado (53) presenta al menos una unidad de actuación (60, 64), que está en unión efectiva con los dispositivos de monitorización (127, 129; 127', 129') y la unidad de monitorización (56), de tal manera que la aplicación de la medida de retroceso presupone la presencia de al menos dos señales de error.
7. Dispositivo de frenado de vehículo sobre raíles según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la unidad de regulación de frenado (22) presenta al menos dos unidades de control de frenado (28, 30) y una unidad de conmutación (32), que está proporcionada para realizar la medida de retroceso entre el primer modo de frenado de la unidad de regulación de frenado (22), en el que la primera unidad de control de frenado (28) controla la unidad de alimentación de energía (20) para proporcionar una acción de frenado, y un segundo modo de frenado de la unidad de regulación de frenado (22), en el que la segunda unidad de control de frenado (30) controla la unidad de alimentación de energía (20) para proporcionar una acción de frenado.
8. Dispositivo de frenado de vehículo sobre raíles según la reivindicación 7, caracterizado porque la instalación de monitorización de frenado (53) presenta en el primer modo de monitorización una primera función de monitorización, en la que esta instalación de monitorización de frenado (53) está configurada como primera unidad de monitorización de acción de frenado (50), que está proporcionada para monitorizar el freno (24) en su primer modo de frenado, y al menos una segunda función de monitorización, en la que esta instalación de monitorización de frenado (53) está configurada como segunda unidad de monitorización de acción de frenado (52), que está proporcionada para monitorizar el freno (24) en su segundo modo de frenado.
9. Dispositivo de frenado de vehículo sobre raíles según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por otra instalación de frenado (17) y un dispositivo de conmutación (54; 89), en donde en función del parámetro de acción de frenado (B1) como medida de retroceso se acciona esta otra instalación de frenado (17) mediante el dispositivo de conmutación (54; 89).
10. Dispositivo de frenado de vehículo sobre raíles según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por un segundo freno electrodinámico (124; 180), que comprende una unidad de accionamiento (116), que presenta al

- 5 menos un motor de accionamiento y una unidad de alimentación de energía 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 frenado (122; 182) que presenta la respectiva unidad de alimentación de energía y al menos una unidad de control de frenado (128, 130; 184) que, en un primer modo de frenado, controla la respectiva unidad de alimentación de energía para proporcionar una acción de frenado.
- 10 11. Dispositivo de frenado de vehículo sobre raíles según la reivindicación 10, caracterizado por al menos una unidad de sensor (158; 186), que está proporcionada para detectar al menos un parámetro de acción de frenado (B2) para el primer modo de frenado del segundo freno (124; 180), y al menos una segunda instalación de monitorización de frenado (153; 90) asociada al segundo freno (124; 180) e independiente de la unidad de regulación de frenado (122; 182) del segundo freno (124; 180), que está proporcionada para, en un segundo modo de monitorización, tener en cuenta este parámetro de acción de frenado (B2) para la aplicación de una medida de retroceso con relación al segundo freno (124; 180).
- 15 12. Dispositivo de frenado de vehículo sobre raíles según la reivindicación 11, caracterizado por una unidad de monitorización (56), que forma parte conjuntamente de la primera instalación de monitorización de frenado (53) y la segunda instalación de monitorización de frenado (153).
13. Dispositivo de frenado de vehículo sobre raíles según una de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado porque la primera instalación de monitorización de frenado (53; 190) asociada al primer freno (24; 80) está formada al menos por la unidad de regulación de frenado (122; 182) del segundo freno (124; 180).
- 20 14. Dispositivo de frenado de vehículo sobre raíles según al menos la reivindicación 13, caracterizado porque la unidad de regulación de frenado (122) del segundo freno (124) presenta al menos dos unidades de control de freno (128, 130) y una unidad de conmutación (132), que está proporcionada para realizar la medida de retroceso entre el primer modo de frenado de la unidad de regulación de frenado (122), en el que la primera unidad de control de frenado (128) controla la respectiva unidad de alimentación de energía para proporcionar una acción de frenado, y conmutar a un segundo modo de frenado de la unidad de regulación de frenado (122), en el que la segunda unidad de control de frenado (130) controla la respectiva unidad de alimentación de energía para proporcionar una acción de frenado, en donde los dispositivos de monitorización (127, 129) de la primera instalación de monitorización de frenado (53) están formados respectivamente por una unidad de control de frenado (128, 130) diferente de la unidad de regulación de frenado (122) del segundo freno (124) que forma esta instalación de monitorización de frenado (53).
- 25 15. Dispositivo de frenado de vehículo sobre raíles según la reivindicación 13 ó 14, caracterizado porque la segunda instalación de monitorización de frenado (153) asociada al segundo freno (124) está formada al menos por la unidad de regulación de frenado (22) del primer freno (24).
- 30

FIG 1

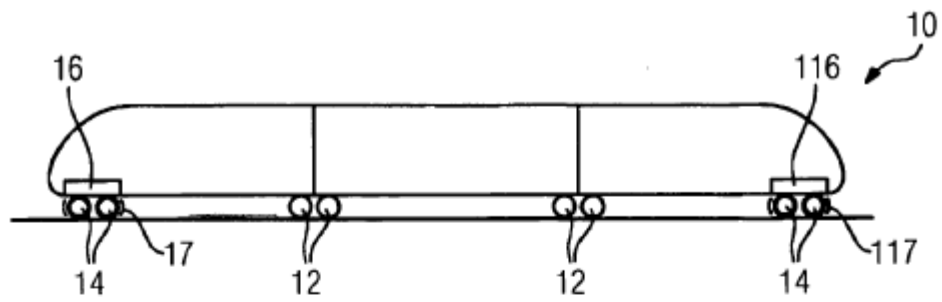
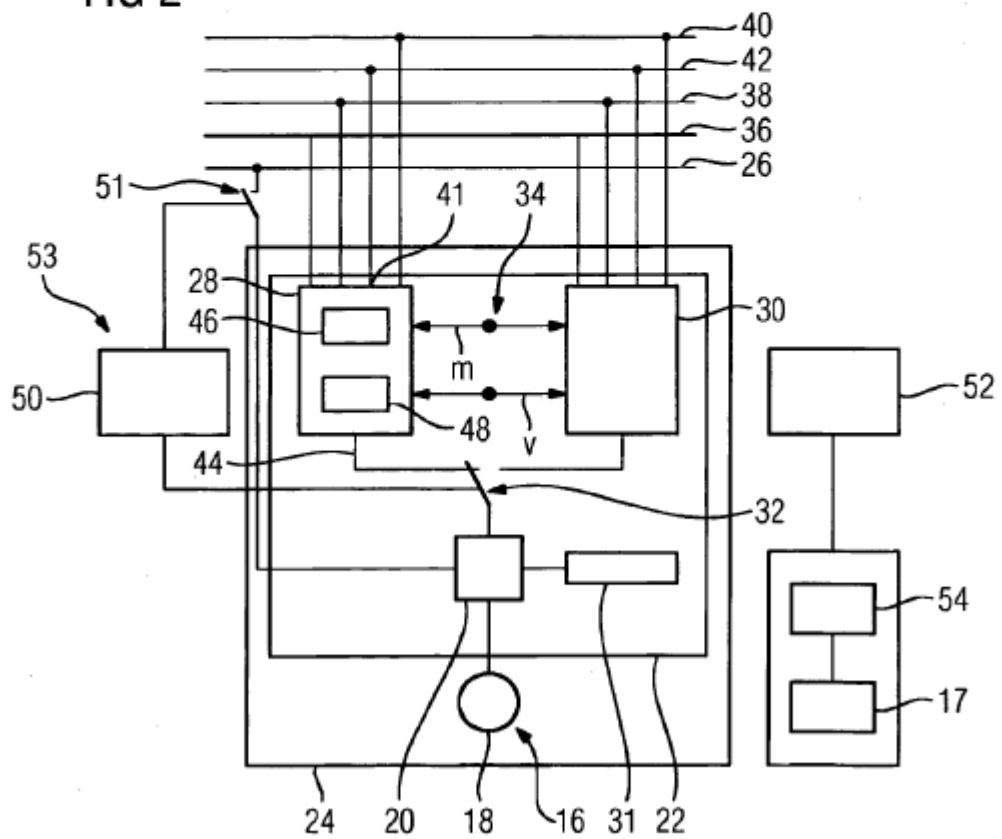
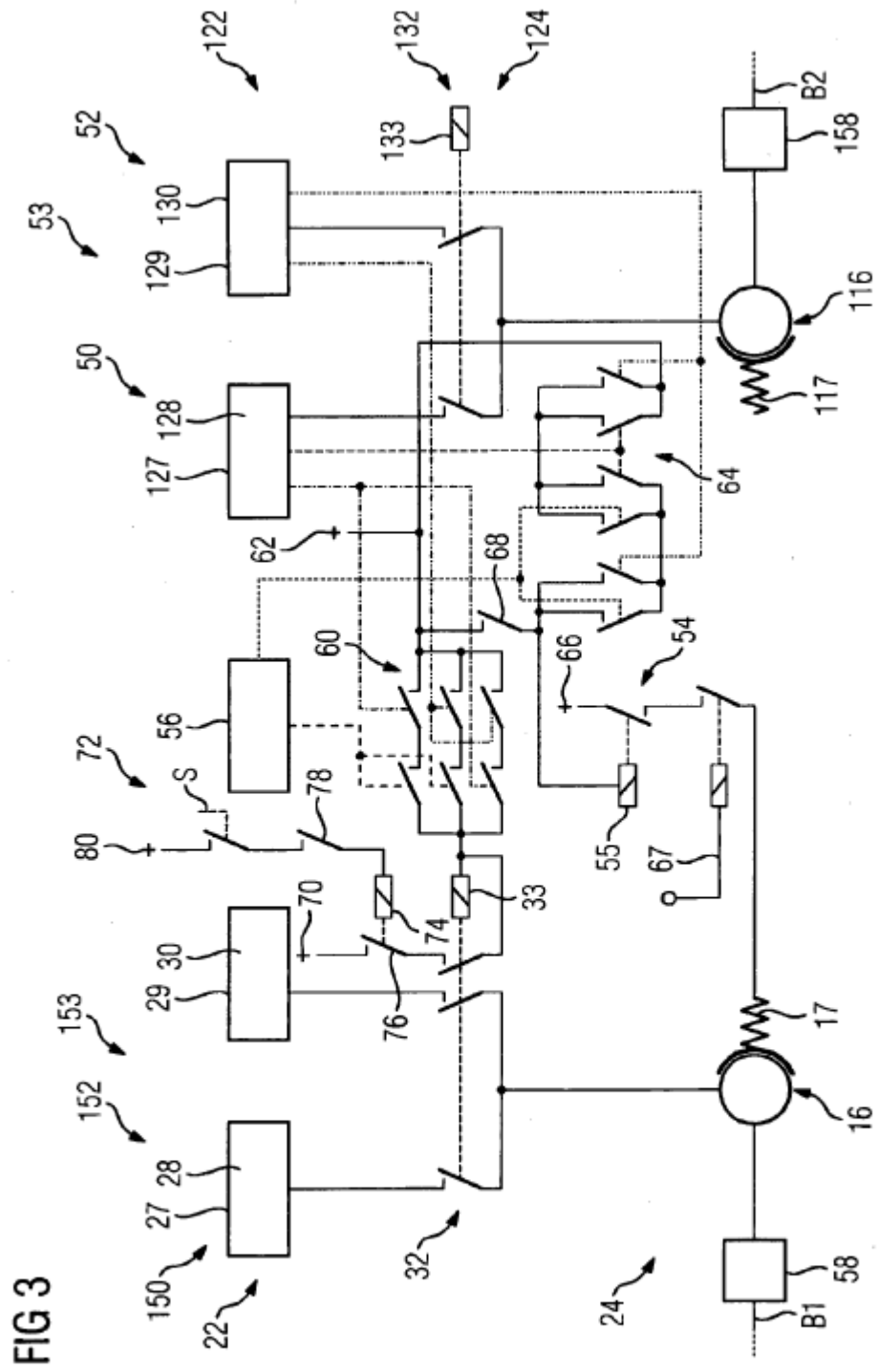


FIG 2





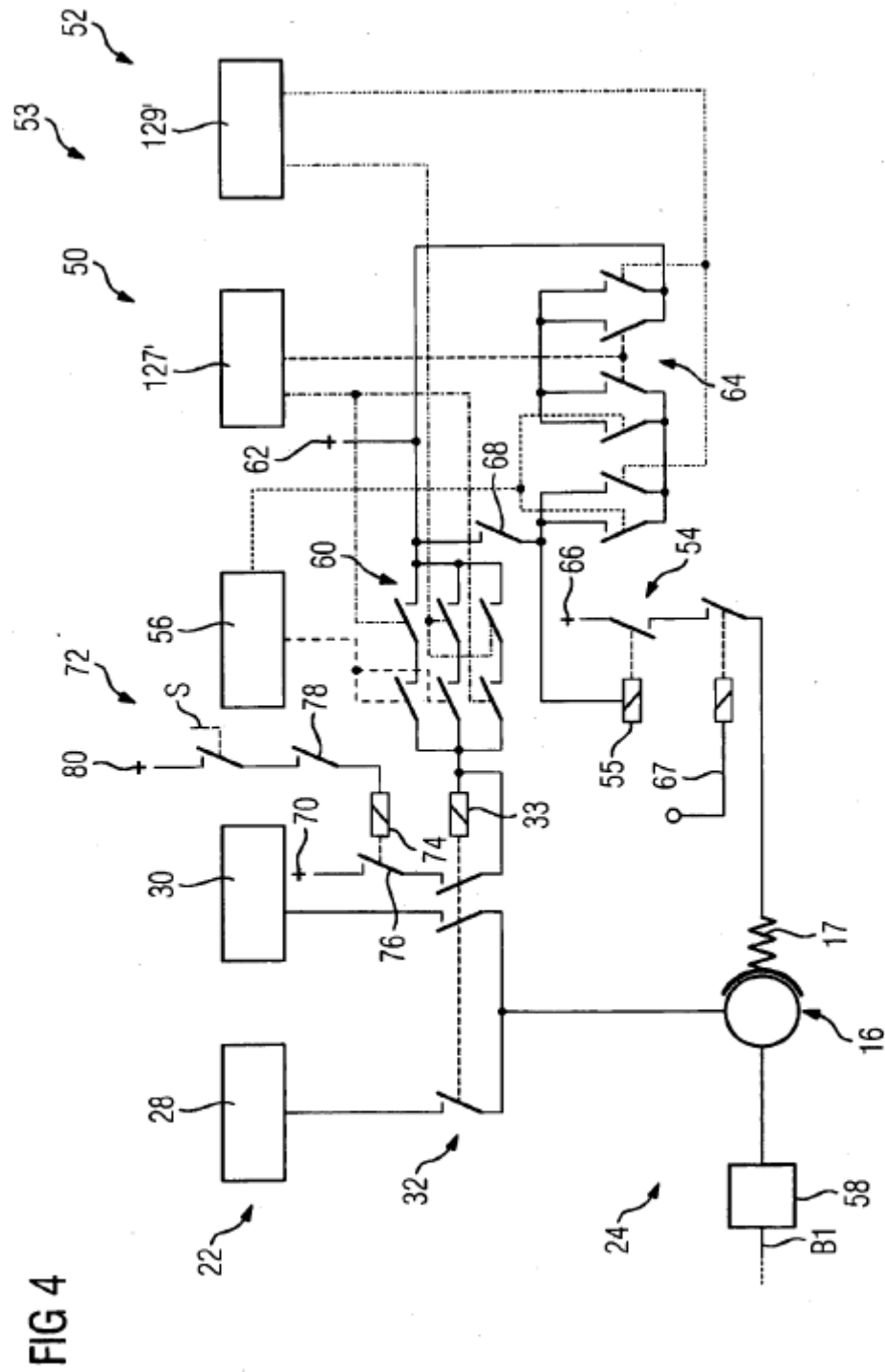


FIG 5

