

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 982 014**

51 Int. Cl.:

B60T 8/17 (2006.01)

B60T 13/66 (2006.01)

B60T 17/22 (2006.01)

B60T 13/68 (2006.01)

B60T 13/74 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.04.2021 PCT/IB2021/052764**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.10.2021 WO21198994**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.04.2021 E 21721990 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2024 EP 4126610**

54 Título: **Accionador electromecánico de frenado de servicio y de emergencia para un vehículo ferroviario y un sistema electromecánico de frenado**

30 Prioridad:
02.04.2020 IT 20200007003

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.10.2024

73 Titular/es:
**FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.P.A. (100.0%)
Via Volvera 51
10045 Piossasco (TO), IT**

72 Inventor/es:
TIONE, ROBERTO

74 Agente/Representante:
DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 982 014 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

Accionador electromecánico de frenado de servicio y de emergencia para un vehículo ferroviario y un sistema electromecánico de frenado

5

Campo técnico

La presente invención pertenece, en general, al sector de los sistemas de frenado ferroviarios; en particular, la invención se refiere a un accionador electromecánico de frenado de servicio y de emergencia para un vehículo ferroviario.

10

Técnica anterior

En la siguiente descripción se hará referencia a las siguientes normas europeas, EN50129:rev.2018, EN50159:rev.2010, EN50126-1:rev.2017, EN50126-2:rev.2017, EN50128:rev.2011, donde:

15

- EN50126 [“Railway applications. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS)];

20

- EN50128 [“Railway applications. Communications, signaling and processing systems. Software para sistemas de control y protección ferroviaria”];

- EN50129 [“Railway applications. Communication, signaling and processing systems. Safety-related electronic systems for signaling”];

25

- EN50159 [“Railway applications. Communication, signaling and processing systems. Safety-related communication in transmission systems”].

En particular, la norma EN50126 define las metodologías para asignar los niveles SIL0/1/2/3/4 de seguridad (indicando el nivel de seguridad SIL4 el máximo nivel de seguridad) a los subsistemas que constituyen el sistema en cuestión, basándose en los resultados del análisis de seguridad, y las normas EN50128 y EN50129 definen los criterios de diseño a aplicar a los componentes de software y hardware respectivamente basándose en los niveles SIL asignados basándose en dichos resultados del análisis de seguridad.

30

Se sabe en la técnica que:

35

- los cálculos de seguridad relativos a la función de frenado de emergencia realizados según la norma europea EN50126 asignan sistemáticamente un Nivel de Integridad de Seguridad $SIL \geq 3$ a dicha función de frenado de emergencia, y en consecuencia normalmente a los subsistemas que la implementan;

40

- los cálculos de seguridad relativos a la función de frenado de servicio realizados según la norma europea EN50126 asignan normalmente un Nivel de Integridad de Seguridad $SIL \leq 2$ a dicha función de frenado de servicio, y en consecuencia normalmente a los subsistemas que las implementan;

45

- el desarrollo de una unidad de control, típicamente basada en microprocesador o FPGA, según los niveles $SIL \geq 3$ de integridad de seguridad según EN50128 y EN50129, implica costes de diseño, validación y certificación que son aproximadamente un orden de magnitud superior a los del diseño según los niveles de integridad de seguridad $SIL \leq 2$.

En relación con el último de los puntos anteriores, queda claro que conviene mantener extremadamente limitadas y sencillas las funciones a desarrollar según los niveles de seguridad $SIL \geq 3$.

50

En la Figura 1 se muestra un sistema neumático de frenado genérico para aplicaciones ferroviarias, particularmente para trenes de pasajeros.

55

Un sistema para la generación y filtración de aire comprimido 101 alimenta un conducto principal 102, dispuesto para suministrar aire comprimido a los sistemas de frenado y a los sistemas de suspensión a lo largo del tren, siendo el aire comprimido suministrado en un intervalo de valores comúnmente entre 6 bar y 10 bar.

60

A través de una válvula antirretorno 103, la tubería principal alimenta un tanque auxiliar 104, un módulo electroneumático 105, una válvula 106 de pesaje neumática y una válvula 107 de relé.

El objetivo del tanque auxiliar 104 es almacenar una cantidad de aire comprimido para garantizar al menos un frenado de emergencia en caso de una pérdida repentina de presión en la línea principal 102.

65

El objeto de la válvula antirretorno 103 es impedir la pérdida de aire del tanque auxiliar 104 a la línea principal 102 en el caso de una pérdida repentina de presión a dicha línea principal 102.

ES 2 982 014 T3

El módulo electroneumático 105, cuya realización es de la técnica anterior, está controlado por una unidad 108 de control por medio de un grupo 109 de señales eléctricas.

La unidad 108 de control es una unidad electrónica.

La unidad 108 de control recibe una solicitud de frenado de servicio a través de una señal eléctrica 109, cuya naturaleza puede ser, entre otras, una señal analógica o un canal de comunicación en serie.

Además, la unidad 108 de control electrónico recibe una señal 110 indicativa del peso sobre el bogie o sobre la carrocería que se va a frenar.

La unidad 108 de control electrónico calcula la presión de frenado de servicio según la solicitud 109 de frenado y el valor asumido por la señal 110 indicativo del peso sobre el bogie o la carrocería que se va a frenar y controla el módulo electroneumático 105 para llevar la presión de frenado de servicio en la salida 111 del módulo electroneumático 105 al valor calculado.

La salida 111 del módulo electroneumático 105 está conectada a una de las dos entradas de una válvula 112 de cierre doble.

Una válvula 106 de pesaje neumática recibe una señal neumática 113 indicativa de la presión presente en las suspensiones neumáticas asociadas con el bogie o vehículo que se va a frenar, es decir, indicativa del peso que soporta dicho bogie o vehículo.

La válvula 106 de pesaje neumática está diseñada para generar continuamente en su salida 114 una presión para frenado de emergencia, cuyo valor corresponde continuamente al valor de presión requerido para producir una desaceleración de emergencia nominal predeterminada, definida en la etapa de diseño, en cualquier condición de peso asociada con la señal neumática 113.

La salida 114 de la válvula 106 de pesaje neumática suministra una válvula 116 de solenoide neumática de emergencia controlada por una señal eléctrica 115 de solicitud de frenado de emergencia, estando dicha válvula 116 de solenoide neumática de emergencia dispuesta para asumir un primer estado en donde impide la propagación de la presión de frenado de emergencia en su salida 117 cuando la señal eléctrica 115 de solicitud de frenado de emergencia está en un primer estado en donde no se solicita el frenado de emergencia, estando dicha válvula 116 de solenoide neumática de emergencia dispuesta para asumir un segundo estado en donde permite la propagación de la presión de frenado de emergencia en su salida 117 cuando la señal eléctrica 115 de solicitud de frenado de emergencia está en un segundo estado en donde solicita frenado de emergencia.

La salida 117 de la válvula 116 de solenoide neumática de emergencia está conectada a la segunda entrada de la válvula 112 de cierre doble, a través de un orificio calibrado 118.

La salida de la válvula 112 de cierre doble está conectada a la cámara piloto de la válvula 101 de relé.

La salida 119 de la válvula 107 de relé alimenta al menos un cilindro 120 de frenado asociado al bogie o carrocería que se va a frenar.

Cuando la señal 115 no indica una solicitud de frenado de emergencia, la presión en la salida 117 de la válvula 116 de solenoide neumática de emergencia asume el valor nominal de 0 bar.

Por tanto, cuando la señal 115 no indica una solicitud de frenado de emergencia, la presión a la salida de la válvula 112 de cierre doble coincide siempre con la presión de frenado de servicio a la salida 111 del módulo electroneumático 105, es decir, la presión en la cámara piloto de la válvula 107 de relé coincide siempre con la presión de frenado de servicio en la salida 111 del módulo electroneumático 105, es decir, la presión en al menos un cilindro 120 de frenado corresponde a la presión de frenado de servicio.

Cuando la señal 115 indica una solicitud de frenado de emergencia, la presión en la salida 117 de la válvula 116 de solenoide neumática de emergencia asume el valor nominal de la presión de frenado de emergencia generada por la válvula 106 de pesaje neumática.

En esta condición, la presión a la salida de la válvula 112 de cierre doble coincide con la mayor entre la presión de frenado de servicio y la presión de frenado de emergencia.

Se sabe que la presión de frenado de emergencia es normalmente igual o mayor que la presión de frenado de servicio en cualquier condición de peso.

Por este motivo, la presión a la salida de la válvula 112 de cierre doble coincide con la presión de frenado de emergencia cuando la señal eléctrica de emergencia 115 requiere un frenado de emergencia.

El orificio calibrado 118 realiza la función de limitar el gradiente de subida de la presión de frenado de emergencia a un valor predefinido en la etapa de diseño para limitar el riesgo de caída de los pasajeros durante la aplicación de un frenado de emergencia.

5 Se sabe que la integración de la válvula 106 de pesaje neumática, la válvula 116 de solenoide neumática de emergencia, la válvula 112 de cierre doble y la válvula 107 de relé alcanza un nivel de integridad de seguridad SIL \geq 3, según lo exige la norma EN50126.

10 Se están desarrollando nuevos sistemas electromecánicos de frenado para aplicaciones ferroviarias, basados en tecnología mecatrónica. Su diseño debe replicar funcionalmente lo descrito anteriormente para un freno electroneumático genérico para aplicaciones ferroviarias, especialmente en lo que respecta a funciones relacionadas con la seguridad.

Por tanto, es necesario garantizar que:

15 - una cantidad de energía se almacene en el sistema para garantizar al menos un frenado de emergencia
- la fuerza de frenado de emergencia aplicada a las ruedas se ajuste siempre a un valor de desaceleración predeterminado y, por tanto, se ajuste al peso instantáneo sobre las ruedas de frenado

20 - la fuerza de frenado de emergencia se aplique según un gradiente máximo que limite el riesgo de caída de los pasajeros durante la aplicación de un frenado de emergencia

- el frenado de emergencia a nivel de todo el tren alcanza un nivel de integridad SIL=4 de seguridad.

25 La Figura 2 es un primer ejemplo no exclusivo de un diagrama funcional de un accionador electromecánico 200 de frenado según la técnica anterior.

30 Un primer módulo electromecánico 201 que comprende al menos un motor eléctrico y posiblemente un reductor de velocidad, es decir, un multiplicador de par, puede extender o retraer un brazo 206 conectado a un módulo 207 de frenado de emergencia.

35 El módulo 207 de frenado de emergencia comprende medios 208 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia, por ejemplo, un medio de almacenamiento de energía mecánica potencial, siendo el medio mecánico para almacenar energía mecánica potencial, a modo de ejemplo no exclusivo, un resorte helicoidal. El módulo 207 de frenado de emergencia comprende además medios 209 de liberación de energía de frenado de emergencia, por ejemplo un mecanismo de retención electromecánico, controlado por una señal 210 de solicitud de frenado de emergencia. Los medios 209 de liberación de energía de frenado de emergencia están dispuestos para tener un primer estado en donde mantienen la energía mecánica potencial previamente almacenada en los medios 208 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia. Los medios 209 de liberación de energía de frenado de emergencia están dispuestos para tener un segundo estado en donde liberan la energía mecánica potencial previamente almacenada en los medios 208 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia.

45 Se pueden usar otras formas de almacenamiento de energía mecánica, como por ejemplo, a modo de ejemplo no exclusivo, un resorte de tipo espiral plano en el caso de que la transferencia de fuerzas sea de tipo rotacional en lugar de traslacional.

Aún más, la energía almacenada puede ser energía cinética almacenada en un volante mantenido en rotación adecuada por un segundo motor, no mostrado en la figura.

50 En lo sucesivo, se hará referencia a los medios 208 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia del tipo lineal, es decir, un resorte helicoidal, mientras que la posible aplicación de la presente invención a todas las demás formas descritas anteriormente sigue siendo clara.

55 Un brazo 211 está conectado a un sensor 212 de fuerza que genera una señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado, que es indicativa de la fuerza mecánica aplicada entre los brazos 211 y 214. La señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado se lleva a la entrada de la unidad 202 de control de frenado de servicio.

60 Un brazo 214 está conectado entre los medios sensores 212 de fuerza y un recuperador 215 de juego que transmite la fuerza a un último brazo 216 conectado al conjunto 217 de portapastillas más pastillas de freno.

El recuperador 215 de juego tiene como objetivo recuperar continuamente el desgaste de la pastilla de freno.

El consumo de la pastilla podrá recuperarse también mediante procedimientos software realizados por la unidad de control, no estando dichos procedimientos cubiertos por esta patente.

65

ES 2 982 014 T3

La unidad 202 de control de frenado de servicio, de naturaleza electrónica, recibe en su entrada una tensión 205 de alimentación eléctrica, no procedente exclusivamente de la batería del vehículo.

5 La unidad 202 de control de frenado de servicio está dispuesta para modular la tensión 205 de alimentación para controlar el motor eléctrico incluido en el módulo electromecánico 201 a través de al menos una señal 204 eléctrica de control.

10 La unidad 202 de control de frenado de servicio recibe una señal de entrada que indica una solicitud 203 de fuerza de frenado de servicio y está dispuesta para aplicar una fuerza de frenado de servicio correspondiente a dicha solicitud 203 de fuerza de frenado de servicio, controlando el módulo electromecánico 201 para extender el brazo 206 hasta que la señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado indica que se ha alcanzado la fuerza de frenado correspondiente a la solicitud 203 de fuerza de frenado de servicio.

15 Se sabe que la secuencia de conexión en donde se conectan los módulos 201, 207, 212, 215 puede cambiar según la conveniencia del diseño y la fabricación.

20 En la fase de inicialización del accionador electromecánico 200 de frenado, la unidad 202 de control de frenado de servicio proporciona controlar el módulo electromecánico 201 para extender el brazo 206 hasta que los medios mecánicos para almacenar energía mecánica potencial comprendidos en el módulo 207 de frenado de emergencia se carguen con energía para un frenado de emergencia.

25 Normalmente, en la fase de inicialización del accionador electromecánico 200 de frenado, la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia y, por lo tanto, los medios 209 de liberación de energía de frenado de emergencia están en su primer estado en donde retienen la energía mecánica potencial almacenada en los medios 208 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia para almacenar energía mecánica potencial.

30 Según lo descrito anteriormente, los medios 208 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia para almacenar energía mecánica potencial realizan la misma función que la realizada por el tanque auxiliar 104, almacenando la energía necesaria para aplicar al menos un frenado de emergencia.

35 Además, los medios 209 para liberar la energía de frenado de emergencia realizan la misma función que la realizada por la válvula electroneumática 116 de emergencia.

Debido a problemas de construcción mecánica en los espacios permitidos por un accionador electromecánico 200 de frenado, es complejo y costoso fabricar el módulo 207 de frenado de emergencia de tal manera que retenga diferentes valores de energía mecánica potencial dentro de un cierto intervalo predeterminado o que retenga valores de energía de frenado de emergencia continuamente proporcionales al peso actual.

40 Un estado de la técnica es que las aplicaciones limitadas de frenos electromecánicos para aplicaciones ferroviarias existentes en la actualidad almacenan y aplican un único valor de la fuerza de frenado de emergencia, normalmente correspondiente al valor de fuerza necesario para frenar el vehículo completamente cargado, aumentando así el riesgo de pinchazos en cada frenado de emergencia en presencia de pesos reales inferiores. Debido a problemas de construcción mecánica en los espacios permitidos por un accionador electromecánico 200 de frenado, es complejo y costoso proporcionar un sistema limitador de gradiente para aplicar la fuerza de frenado de emergencia.

45 Un estado de la técnica para las aplicaciones limitadas de frenos electromecánicos para aplicaciones ferroviarias existentes hoy en día es liberar la energía almacenada para el frenado de emergencia con un gradiente intrínseco del medio 208 de almacenamiento de energía mecánica potencial. El gradiente depende en gran medida de otros factores tales como la dependencia de la temperatura de los materiales y la viscosidad de los lubricantes en donde están sumergidos los componentes mecánicos del freno electromecánico 200.

50 El diagrama funcional ilustrado en la Figura 2 tiene una finalidad puramente ilustrativa; los diseñadores mecánicos expertos en la materia podrán replicar las mismas funciones mediante diferentes variantes que en cualquier caso mantendrían inalteradas las mismas funciones teóricas y modos de funcionamiento, es decir, el hecho de almacenar un valor de energía fijo para un frenado de emergencia y liberar dicha energía para un frenado de emergencia con un gradiente mal controlado o incluso incontrolado. La Figura 3 ilustra un ejemplo no exclusivo adicional de un diagrama funcional de un accionador electromecánico 200 de frenado según la técnica anterior.

55 Un primer módulo electromecánico 201 que consiste en al menos un motor eléctrico y posiblemente un reductor de velocidad, o multiplicador de par, puede extender o retraer un brazo 206 conectado a los medios sensores 212 de fuerza, que generan una señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado indicativa de la fuerza mecánica aplicada entre los brazos 206 y 214, siendo la señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado introducida en la unidad 202 de control de frenado de servicio.

60 El brazo 214 está conectado entre los medios sensores 212 de fuerza y un recuperador 215 de juego, que transmite la fuerza al brazo final 216 conectado al conjunto 217 de portapastillas más pastillas de freno.

Los medios de liberación de energía de frenado de emergencia, por ejemplo, un dispositivo 302 de conmutación, están controlados por una señal 301 de solicitud de frenado de emergencia. El dispositivo de conmutación está dispuesto para conectar las señales 204 eléctricas de control a la unidad 202 de control para el frenado de servicio cuando la señal 301 de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia. El dispositivo de conmutación está dispuesto para conectar las señales 204 eléctricas de control a una unidad electrónica 303 de frenado de emergencia cuando la señal 301 de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia.

La unidad 202 de control de frenado de servicio recibe una tensión 205 de entrada, que no proviene exclusivamente de la batería del vehículo.

La unidad 202 de control de frenado de servicio está diseñada para modular la tensión 205 de alimentación para controlar el motor eléctrico comprendido en el módulo electromecánico 201 a través de un grupo de señales 204 eléctricas de control.

La unidad 202 de control de frenado de servicio recibe como entrada una solicitud 203 de fuerza de frenado de servicio y está dispuesta para aplicar una fuerza de frenado correspondiente a dicha solicitud 203 de fuerza de frenado de servicio, ordenando al módulo electromecánico 201 a extender el brazo 206 hasta que la señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado indica que se ha alcanzado la fuerza de frenado correspondiente a la solicitud 203 de fuerza de frenado de servicio.

Se sabe que la secuencia de conexión con la que se conectan el módulo electromecánico 201, los medios sensores 212 de fuerza y el recuperador 215 de juego puede cambiar según la conveniencia del diseño y la fabricación.

La unidad electrónica 303 de frenado de emergencia puede incluir, entre otras, una unidad 304 de almacenamiento de energía eléctrica tal como una batería o supercondensador, un cargador 305 de energía que proporciona la transferencia de energía de la fuente 205 de alimentación a dicha unidad 304 de almacenamiento de energía, un circuito 306 de modulación dispuesto para modular la energía almacenada en la unidad 304 de almacenamiento de energía para el motor eléctrico que forma parte del módulo electromecánico 201 cuando la señal 301 de solicitud de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia. El circuito 306 de modulación está dispuesto para no modular la energía almacenada en la unidad 304 de almacenamiento de energía para el motor eléctrico que forma parte del módulo electromecánico 201 cuando la señal 301 de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia.

Según lo anterior, la unidad 304 de almacenamiento de energía eléctrica realiza la misma función que la que realiza el tanque auxiliar 104, almacenando la energía necesaria para aplicar al menos un frenado de emergencia.

Además, el dispositivo 302 de conmutación realiza la misma función que la realizada por la válvula electroneumática 116 de emergencia.

Para proporcionar una fuerza de frenado de emergencia proporcional al peso actual del bogie que se va a frenar y con un gradiente controlado, el circuito 306 de modulación debe calcular su valor basándose en la señal eléctrica 307 indicativa del peso del bogie que se va a frenar y cerrar el bucle de control leyendo la señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado indicativa del valor de fuerza actual aplicado.

En la práctica, en la configuración mostrada en la Figura 3, el circuito 306 de modulación asume la misma complejidad de circuito y software que la unidad 202 de control de frenado de servicio, con la adición de tener que desarrollarse según el nivel de seguridad SIL \geq 3 con respecto a las normas EN50129, EN50129. Un accionador electromecánico de frenado de servicio y de emergencia para un vehículo ferroviario según el preámbulo de las reivindicaciones independientes 1 y 4 se conoce a partir del documento US 2004/069055 A1.

Resumen de la invención

Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es proporcionar un accionador electromecánico de frenado de servicio y de emergencia para un vehículo ferroviario que pueda realizarse para permitir un frenado de emergencia rentable manteniendo al mismo tiempo todos los requisitos compatibles con el freno neumático de emergencia de última generación.

Los objetivos y ventajas antes mencionados y otros se consiguen, según un aspecto de la invención, mediante un accionador electromecánico de frenado de servicio y de emergencia para un vehículo ferroviario que tiene las características definidas en la reivindicación 1 o 4, y mediante un sistema electromecánico de frenado para al menos un vehículo ferroviario que tiene las características definidas en la reivindicación 22 o 23 o 24 o 25. Las realizaciones preferidas de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes, cuyo contenido debe entenderse como parte integral de la presente descripción.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirán las características funcionales y estructurales de algunas realizaciones preferidas de un accionador electromecánico de frenado de servicio y de emergencia para un vehículo ferroviario según la invención. Se hace referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

- la Figura 1 muestra un sistema neumático de frenado genérico para aplicaciones ferroviarias, particularmente para trenes de pasajeros;
- 5 - la Figura 2 ilustra un primer ejemplo no exclusivo de un diagrama funcional de un accionador electromecánico de frenado según la técnica anterior;
- la Figura 3 ilustra un ejemplo no exclusivo adicional de un diagrama funcional de un accionador electromecánico 200 de frenado según la técnica anterior;
- 10 - la Figura 4 ilustra una realización de un accionador electromecánico de frenado de servicio y de emergencia para un vehículo ferroviario según la invención;
- la Figura 5 ilustra una realización adicional de un accionador electromecánico de frenado de servicio y de emergencia para un vehículo ferroviario según la invención;
- 15 - la Figura 6 ilustra una realización de un sistema electroneumático de frenado para al menos un vehículo ferroviario según la presente invención; y
- la Figura 7 ilustra una realización adicional de un sistema electromecánico de frenado para al menos un vehículo ferroviario según la presente invención.

Descripción detallada

25 Antes de explicar en detalle una serie de realizaciones de la invención, debe aclararse que la invención no se limita en su aplicación a los detalles de diseño y configuración de los componentes presentes en la siguiente descripción o ilustrados en los dibujos. La invención es capaz de asumir otras realizaciones, y de implementarse o realizarse en la práctica de diferentes maneras. También debe entenderse que la fraseología y terminología tienen fines descriptivos y no deben interpretarse como restrictivas. El uso de “incluir” y “comprender”, y sus variaciones, debe entenderse que abarcan los elementos expuestos y sus equivalentes, así como elementos adicionales y sus equivalentes.

30 Con referencia inicialmente a la Figura 4, se muestra un accionador electromecánico 400 de frenado de servicio y de emergencia para un vehículo ferroviario.

35 Este accionador electromecánico 400 de frenado de servicio y de emergencia incluye un primer módulo electromecánico 201 para generar una primera fuerza de frenado. El primer módulo electromecánico 201 está dispuesto para recibir una primera señal 204 de control de fuerza de frenado y para generar una primera fuerza de frenado, cuyo valor es función de dicha primera señal 204 de control de fuerza de frenado.

40 La primera señal 204 de control de fuerza de frenado puede también ser una señal que transporta energía a dicho primer módulo electromecánico 201 y, en ese caso, será una señal de control de fuerza de frenado y fuente de alimentación. De lo contrario, se puede proporcionar una señal de alimentación independiente.

45 El accionador electromecánico 400 de frenado de servicio y de emergencia comprende además primeros medios sensores 212 de fuerza dispuestos para medir dicha primera fuerza de frenado generada por el primer módulo electromecánico 201 y para generar una primera señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado. El valor de la primera señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado es indicativo del valor de dicha primera fuerza de frenado.

Los medios sensores de fuerza pueden ser, por ejemplo, un sensor de fuerza.

50 Además, el accionador electromecánico 400 de frenado de servicio y de emergencia comprende primeros medios 208, 304 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia dispuestos para almacenar una cantidad de energía suficiente para accionar al menos un frenado de emergencia.

55 Aún más, el accionador electromecánico 400 de frenado de servicio y de emergencia comprende una unidad 401 de seguridad, dispuesta para emitir una primera señal 402 de control de frenado de emergencia, y primeros medios 209 de liberación de energía de frenado de emergencia.

60 Los primeros medios 209 de liberación de energía de frenado de emergencia están dispuestos para impedir que los primeros medios 208, 304 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia liberen la energía almacenada cuando la primera señal 402, 502 de control de frenado de emergencia indica no liberar la energía almacenada. Los medios 209 de liberación de energía de frenado de emergencia están dispuestos además para permitir que los primeros medios 208, 304 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia liberen la energía almacenada para accionar el al menos un frenado de emergencia cuando dicha primera señal 402, 502 de control de frenado de emergencia indica liberar la energía almacenada para accionar el al menos un frenado de emergencia.

65

En otras palabras, los primeros medios 209 de liberación de energía de frenado de emergencia están dispuestos para tener un primer estado, en donde retienen la energía potencial previamente almacenada en los medios 208 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia cuando la primera señal 402 de control de frenado de emergencia no ordena la liberación de la energía para un frenado de emergencia, y tener un segundo estado, en donde liberan la energía potencial previamente almacenada en los medios 208 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia cuando la primera señal 402 de control de frenado de emergencia ordena la liberación de energía para un frenado de emergencia.

Además, el accionador electromecánico 400 de frenado de servicio y de emergencia comprende una primera unidad 202 de control de frenado de servicio.

La unidad 202 de control de frenado de servicio está dispuesta para recibir una señal eléctrica 203 de solicitud de frenado de servicio y una señal eléctrica 210 de solicitud de frenado de emergencia.

Naturalmente, la unidad 202 de control de frenado de servicio puede estar dispuesta para recibir una fuente 205 de alimentación.

La unidad 202 de control de frenado de servicio está dispuesta además para calcular un valor de la fuerza de frenado de servicio en función de la señal eléctrica 203 de solicitud de frenado de servicio y para controlar el primer módulo electromecánico 201 a través de la primera señal 204 de control de fuerza de frenado para generar la primera fuerza de frenado que tiene un valor correspondiente a dicho valor de la fuerza de frenado de servicio cuando dicha señal eléctrica 210 de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia.

Además, la unidad 202 de control de frenado de servicio está dispuesta para calcular un valor de la fuerza de frenado de emergencia en función de un valor de desaceleración de emergencia predeterminado y para controlar dicho primer módulo electromecánico 201 a través de dicha primera señal 204 de control de fuerza de frenado para generar la primera fuerza de frenado que tiene un valor correspondiente a dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia cuando dicha primera señal eléctrica 210 de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia.

En otras palabras, la primera unidad 202 de control de frenado de servicio puede calcular continuamente el valor de la fuerza de frenado de emergencia como una función de al menos el valor de desaceleración de emergencia predeterminado, por ejemplo, indicado por una señal 405 de entrada adicional o predeterminado en la etapa de diseño y almacenado en una memoria no volátil de dicha unidad 202 de control de frenado de servicio.

La unidad 401 de seguridad descrita anteriormente está dispuesta además para recibir una señal 210 de solicitud de frenado de emergencia, recibir y monitorizar la primera señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado y calcular el valor de una fuerza de frenado de emergencia basándose en el valor de desaceleración de emergencia predeterminado.

Además, la unidad 401 de seguridad está dispuesta para ajustar la primera señal 402 de control de frenado de emergencia para indicar a los primeros medios 209, 302 de liberación de energía de frenado de emergencia que no liberen la energía almacenada cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia o cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la primera señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza que coincide con el valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad 401 de seguridad o un valor de fuerza que entra, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, en un intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad 401 de seguridad.

Además, la unidad 401 de seguridad está dispuesta para ajustar la primera señal 402 de control de frenado de emergencia para indicar a los primeros medios 209, 302 de liberación de energía de frenado de emergencia que liberen la energía almacenada en los primeros medios 208, 304 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la primera señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado no indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza que coincide con el valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad 401 de seguridad o un valor de fuerza que no entra, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, en un intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor adicional de fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad 401 de seguridad.

En otras palabras, la unidad 401 de seguridad puede monitorizar la primera señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado y verificar que su valor corresponde al valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado a partir de la misma, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado y dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado.

Siempre que la unidad 401 de seguridad verifique que el valor de la primera señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado corresponde al valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado a partir del mismo y controlado por la primera unidad de control para el frenado 202 de servicio, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado y dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, la unidad 401 de seguridad mantiene la señal 402 de control de frenado de emergencia en la condición de no liberar la energía de emergencia almacenada en los primeros medios 208 de

almacenamiento de energía de frenado de emergencia, permitiendo que la primera unidad 202 de control de frenado de servicio realice el frenado de emergencia. Si la unidad 401 de seguridad verifica que la primera señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado no corresponde al valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado a partir de la misma y ordenado por la primera unidad 202 de control de frenado de servicio dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado y dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, la unidad 401 de seguridad puede llevar la señal 402 de control de frenado de emergencia a la condición de liberar la energía de emergencia almacenada en los medios 208 de almacenamiento de energía de frenado, aplicando un frenado de emergencia.

En esta primera realización, tanto la unidad 401 de seguridad como la primera unidad 202 de control de frenado de servicio calculan el valor de la fuerza de frenado de emergencia de forma continua e independiente entre sí.

La primera unidad 202 de control de frenado de servicio puede calcular un gradiente de aplicación de fuerza de frenado de emergencia y aplicarlo en tiempo real cuando se produce la solicitud de frenado de emergencia. De lo contrario, el gradiente de aplicación puede almacenarse en la memoria no volátil de la primera unidad 202 de control de frenado de servicio y aplicarse durante la aplicación de la fuerza de frenado de emergencia.

La unidad 202 de control de frenado de servicio puede estar dispuesta para controlar el primer módulo electromecánico 201 a través de la primera señal 204 de control de fuerza de frenado para generar la primera fuerza de frenado que tiene el valor correspondiente al mayor del valor de la fuerza de frenado de servicio calculado por la primera unidad 202 de control de frenado de servicio y el valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por la primera unidad 202 de control de frenado de servicio. Cuando el valor de la fuerza de frenado de servicio calculado por la primera unidad 202 de control de frenado de servicio es mayor que el valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por la primera unidad de control de frenado de servicio, la unidad 401 de seguridad se dispone para ajustar la primera señal 402, 502 de control de frenado de emergencia para indicar a los primeros medios 209, 302 de liberación de energía de frenado de emergencia que no liberen la energía almacenada, incluso si la señal 210 de solicitud de frenado indica una solicitud de frenado de emergencia y la primera señal eléctrica de la fuerza 213 de frenado real indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza mayor que el valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad 401 de seguridad o un valor de fuerza que es mayor que un valor extremo superior de dicho intervalo de tolerancia predeterminado incluyendo dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad 401 de seguridad, es decir, mayor que el umbral superior de dicho intervalo de tolerancia. Esto es necesario para que la unidad de seguridad no intervenga si es necesario generar un frenado con un valor de la fuerza de frenado de servicio superior al valor de la fuerza de frenado de emergencia.

La primera unidad 202 de control de frenado de servicio puede estar dispuesta también para recibir una señal 404 de peso indicativa del peso de un bogie del vehículo ferroviario o del vehículo ferroviario. Además, puede configurarse para calcular el valor de la fuerza de frenado de servicio en función de la señal eléctrica 203 de solicitud de frenado de servicio y la señal 404 de peso y para calcular el valor de la fuerza de frenado de emergencia en función del valor de desaceleración de emergencia predeterminado y de la señal 404 de peso. La unidad 401 de seguridad está dispuesta además para calcular el valor adicional de la fuerza de frenado de emergencia en función del valor de desaceleración de emergencia predeterminado y la señal 404 de peso.

El valor de desaceleración de emergencia predeterminado se puede proporcionar a la unidad 202 de control de frenado de servicio y/o a la unidad 401 de seguridad por medio de una señal eléctrica.

En este caso, si la unidad 401 de seguridad verifica que la primera señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado no corresponde al valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado a partir de la misma y controlado por la primera unidad 202 de control de frenado de servicio dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado y dentro un tiempo de retardo máximo predeterminado, la unidad 401 de seguridad pone la primera señal 402 de control de frenado de emergencia en la condición de liberar la energía de emergencia almacenada en los primeros medios 208 de almacenamiento de energía de fuerza de frenado, aplicando en cualquier caso un frenado de emergencia incluso si está degradado con respecto al peso y/o al gradiente de aplicación.

Observando la Figura 5, en una segunda realización, el accionador electromecánico 500 de frenado de servicio y de emergencia para un vehículo ferroviario comprende nuevamente un primer módulo electromecánico 201, los primeros medios sensores 212 de fuerza, los primeros medios 208 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia y los primeros medios 209 para liberar la energía de frenado de emergencia.

El accionador electromecánico 500 de frenado de servicio y de emergencia comprende nuevamente una unidad 501 de seguridad, que, sin embargo, en esta segunda realización está dispuesta para recibir una señal 210 de solicitud de frenado de emergencia, calcular el valor de la fuerza de frenado de emergencia en función del valor de desaceleración de emergencia predeterminado, enviar el valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado a partir del mismo a la primera unidad 202 de control de frenado de servicio a través de una primera señal eléctrica 503 de solicitud de fuerza de frenado de emergencia, y emitir una señal 502 de control de frenado de emergencia.

En esta segunda realización, el accionador electromecánico 500 de frenado de servicio y de emergencia comprende nuevamente una primera unidad 202 de control de frenado de servicio que, sin embargo, está dispuesta para:

ES 2 982 014 T3

- recibir una señal eléctrica 203 de solicitud de frenado de servicio, una señal eléctrica 210 de solicitud de frenado de emergencia;

5 - calcular un valor de la fuerza de frenado de servicio en función de la señal eléctrica 203 de solicitud de frenado de servicio;

10 - controlar dicho primer módulo electromecánico 201 a través de la primera señal 204 de control de fuerza de frenado para generar la primera fuerza de frenado que tiene un valor correspondiente a dicho valor de la fuerza de frenado de servicio cuando dicha señal eléctrica 210 de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia;

15 - controlar dicho primer módulo electromecánico 201 a través de la primera señal 204 de control de fuerza de frenado para generar la primera fuerza de frenado que tiene un valor correspondiente a dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia que la primera unidad 202 de control de frenado de servicio ha recibido de la unidad 501 de seguridad a través de dicha primera señal eléctrica 503 de solicitud de fuerza de frenado de emergencia cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia.

También en esta segunda realización, la unidad 501 de seguridad está dispuesta para:

20 - recibir y monitorizar la primera señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado;

25 - ajustar la primera señal 502 de control de frenado de emergencia para indicar a los primeros medios 209, 302 de liberación de energía de frenado de emergencia que no liberen la energía almacenada, cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia o cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la primera señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza que coincide con dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad 501 de seguridad o un valor de fuerza que entra, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad 501 de seguridad;

30 - ajustar la primera señal 502 de control de frenado de emergencia para indicar a los primeros medios 209, 302 de liberación de energía de frenado de emergencia que liberen la energía almacenada en los primeros medios 208, 304 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia, cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la primera señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado no indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza que coincide con el valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad 501 de seguridad o un valor de fuerza que no entra dentro un tiempo de retardo máximo predeterminado, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad 501 de seguridad.

40 A diferencia de lo que se describe en la primera realización, en esta segunda realización la unidad 501 de seguridad comunica el valor de la fuerza de frenado de emergencia mediante una señal 503, lo que reduce aún más la complejidad de la unidad 401 de seguridad.

45 También para esta segunda realización, la unidad 202 de control de frenado de servicio puede estar dispuesta además para recibir una señal 504 de peso indicativa del peso de un bogie del vehículo ferroviario o del vehículo ferroviario para calcular la fuerza de frenado de servicio, cuyo valor es una función de la señal eléctrica 203 de solicitud de frenado de servicio y la señal 504 de peso. Además, la unidad 501 de seguridad puede estar dispuesta para recibir la señal 504 de peso para calcular el valor de la fuerza de frenado de emergencia en función del valor de desaceleración de emergencia predeterminado y de la señal 504 de peso.

50 En otras palabras, la unidad 501 de seguridad puede calcular continuamente el valor de la fuerza de frenado de emergencia como una función de al menos el valor de desaceleración de emergencia predeterminado, por ejemplo indicado por una señal de entrada adicional 505 o preestablecido en la fase de diseño y almacenado en una memoria no volátil de dicha unidad de seguridad.

55 La unidad 501 de seguridad puede enviar el valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado a la primera unidad 202 de control de frenado de servicio a través de la primera señal eléctrica 503 de solicitud de fuerza de frenado de emergencia.

60 Siempre que la unidad 401 de seguridad verifique que la primera señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado corresponde al valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado a partir de la misma y solicitado desde la primera unidad 202 de control de frenado de servicio a través de la primera señal eléctrica 403 de solicitud de fuerza de frenado de emergencia, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado y dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, dicha unidad 501 de seguridad mantiene la señal 502 de control de frenado de emergencia en la condición de no liberar la energía de frenado de emergencia almacenada en los primeros medios 208 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia, permitiendo que la unidad 202 de control de frenado de servicio realice un frenado de emergencia según el peso real sobre el bogie o carrocería asociada, y con el gradiente predeterminado.

65

Si la unidad 501 de seguridad verifica que la primera señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado no corresponde al valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado a partir del mismo y solicitado desde la primera unidad 202 de control de frenado de servicio a través de la primera señal eléctrica 503 de solicitud de fuerza de frenado de emergencia, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado y dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, dicha unidad 501 de seguridad pone la primera señal 502 de control de frenado de emergencia en la condición de liberar la energía de frenado de emergencia almacenada en los primeros medios 208 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia, aplicando en cualquier caso un frenado de emergencia incluso si está degradado con respecto al peso y/o al gradiente de aplicación.

También para esta segunda realización, la primera unidad de control para el frenado 202 de servicio puede estar dispuesta para controlar el primer módulo electromecánico 201 a través de la primera señal 204 de control de fuerza de frenado para generar el mayor del valor de la fuerza de frenado de servicio calculado por la primera unidad 202 de control de frenado de servicio y el valor de la fuerza de frenado de emergencia transmitido a la primera unidad 202 de control de frenado de servicio por la unidad 501 de seguridad. Nuevamente, cuando el valor de la fuerza de frenado de servicio calculado por la primera unidad 202 de control de frenado de servicio es mayor que el valor de la fuerza de frenado de emergencia recibido por la primera unidad de control de frenado de servicio, la unidad 501 de seguridad se dispone para ajustar la primera señal 502 de control de frenado de emergencia para indicar a los primeros medios 209, 302 de liberación de energía de frenado de emergencia que no liberen la energía almacenada, incluso si la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la primera señal eléctrica de la fuerza 213 de frenado real indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza mayor que el valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad 501 de seguridad o un valor de fuerza que es mayor que un valor extremo superior de dicho intervalo de tolerancia predeterminado incluyendo dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad 501 de seguridad, es decir, superior al umbral superior de este intervalo de tolerancia.

La unidad 501 de seguridad puede también estar dispuesta para enviar un valor nulo de fuerza de frenado de emergencia a la primera unidad 202 de control de frenado de servicio a través de la primera señal eléctrica 503 de solicitud de fuerza de frenado de emergencia cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia no indica la solicitud de frenado de emergencia.

Para todas las realizaciones descritas hasta ahora, el accionador electromecánico 400, 500 de frenado de servicio y de emergencia, puede comprender un módulo integrado, por ejemplo, un módulo mecatrónico integrado, que incluye al menos el primer módulo electromecánico 201, los primeros medios sensor 212 de fuerza, los primeros medios 208, 304 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia, los primeros medios 209, 302 de liberación de energía de frenado de emergencia, la primera unidad 202 de control de frenado de servicio, la unidad 401, 501 de seguridad.

De lo contrario, con referencia a la Figura 6, el accionador electromecánico 400, 500 de frenado de servicio y de emergencia puede comprender un módulo integrado que incluye el primer módulo electromecánico 201, los primeros medios sensores 212 de fuerza, los primeros medios 208, 304 de almacenamiento de energía del dispositivo de frenado de emergencia, los primeros medios 209, 302 de liberación de energía de frenado de emergencia, la primera unidad 202 de control de frenado de servicio. En este caso, la unidad 401, 501, 601 de seguridad puede ser externa a dicho módulo integrado. Por ejemplo, esta figura ilustra un bogie de ferrocarril que comprende, por ejemplo, cuatro ruedas 631, 632, 633, 634, y puede estar equipado con al menos dos de estos módulos integrados que incluyen el primer módulo electromecánico 201, los primeros medios sensor 212 de fuerza, los primeros medios 208, 304 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia, los primeros medios 209, 302 de liberación de energía de frenado de emergencia, la primera unidad 202 de control de frenado de servicio, cada uno para cada eje, o cuatro de estos módulos integrados 620, 621, 622, 623, cada uno asociado con la rueda respectiva 631, 632, 633, 634.

De lo contrario, con referencia a la Figura 7, el módulo integrado puede incluir el primer módulo electromecánico 201, los primeros medios sensores 212 de fuerza, los primeros medios 208, 304 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia y los primeros medios 209, 302 de liberación de energía de frenado de emergencia. En este caso, la unidad 401, 501, 601 de seguridad y la primera unidad 702 de control de frenado de servicio pueden ser externas a dicho módulo integrado. Por ejemplo, en esta figura se muestra nuevamente un vagón de ferrocarril que comprende, por ejemplo, cuatro ruedas 631, 632, 633, 634, y puede estar equipado con al menos dos de dichos módulos integrados, incluido el primer módulo electromecánico 201, los primeros medios sensores 212 de fuerza, los primeros medios 208, 304 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia y los primeros medios 209, 302 de liberación de energía de frenado de emergencia, cada uno para cada eje, o cuatro de dichos módulos integrados 620, 621, 622, 623, cada uno asociado con la rueda respectiva 631, 632, 633, 634.

En un aspecto adicional, la primera fuerza de frenado generada por el primer módulo electromecánico 201 se dispone para transmitirse a los medios de frenado, por medio de los medios 216, 680 de transmisión mecánica.

Los medios de frenado pueden comprender al menos una pastilla de fricción de disco o un bloque 631, 632, 633, 634 de fricción de rueda.

ES 2 982 014 T3

Los primeros medios 208 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia pueden comprender un medio de almacenamiento de energía mecánica potencial o un medio de almacenamiento de energía cinética mecánica o un medio de almacenamiento de energía eléctrica.

5 La técnica anterior es que la unidad de control está desarrollada según un nivel $SIL \leq 2$ según las normas EN50128, EN50129. La unidad 401, 501, 601 de seguridad puede tener un nivel de integridad de seguridad, SIL, mayor que el nivel de integridad de seguridad, SIL, de la primera unidad 202, 702 de control de frenado de servicio. La unidad 401, 501, 601 de seguridad puede tener el nivel de integridad de seguridad $SIL \geq 3$.

10 Al desarrollar la unidad 401, 501, 601 de seguridad según un nivel $SIL \geq 3$, el sistema completo, en particular en relación con el frenado de emergencia, se lleva al mismo nivel asociado con la unidad 401, 501, 601 de seguridad.

Ventajosamente, la unidad de seguridad tiene una construcción mucho más sencilla que la primera unidad 202 de control de frenado de servicio.

15 En un aspecto adicional, la unidad 401, 501, 601 de seguridad puede realizarse según una arquitectura que incluye al menos un microprocesador y/o al menos un dispositivo programable. Esto es útil para alcanzar un nivel $SIL \geq 3$.

20 Para describir un ejemplo de realización, es posible hacer referencia nuevamente a la Figura 5. Esta figura muestra un diagrama funcional de un accionador electromecánico 300 de frenado como se ilustra en la Figura 3 y se ha descrito anteriormente, modificado según la presente invención.

25 La unidad 501 de seguridad genera una primera señal eléctrica 502 de control de frenado de emergencia para controlar los primeros medios de liberación de energía de frenado de emergencia, es decir, un dispositivo 302 de conmutación dispuesto para conectar la primera señal 204 eléctrica de control a la primera unidad 202 de control de frenado de servicio cuando la primera señal 501 de control de frenado de emergencia no indica una orden para aplicar un frenado de emergencia. El dispositivo 302 de conmutación está dispuesto para conectar la primera señal 204 eléctrica de control a una unidad electrónica 303 de frenado de emergencia cuando dicha señal 301 de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia.

30 Además, la señal eléctrica 502 de control de frenado de emergencia puede controlar un circuito 306 de modulación dispuesto para modular la energía almacenada en la unidad 304 de almacenamiento de energía para el motor eléctrico que forma parte del primer módulo electromecánico 201 cuando la señal 301 de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia.

35 El circuito 306 de modulación está dispuesto para no modular la energía almacenada en la unidad 304 de almacenamiento de energía para el motor eléctrico que forma parte del módulo electromecánico 201 cuando la señal 301 de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia.

40 Según lo anterior, la unidad 304 de almacenamiento de energía eléctrica realiza la misma función que la que realiza el tanque auxiliar 104, almacenando la energía necesaria para aplicar al menos un frenado de emergencia.

45 La unidad 501 de seguridad recibe en su entrada la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia, la primera señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado generada por los primeros medios sensores 212 de fuerza y la señal 504 indicativa del peso del bogie o vehículo que se va a frenar (cuando esté presente).

50 Según la segunda realización descrita anteriormente, la unidad 501 de seguridad puede calcular continuamente el valor de la fuerza de frenado de emergencia en función del valor de desaceleración de emergencia predeterminado indicado por una señal 505 de entrada adicional o predeterminado en la fase de diseño y almacenado en la memoria no volátil de dicha unidad de seguridad y del valor de peso recibido a través de la señal 504 (cuando esté presente).

Según dicha segunda realización, la unidad 501 de seguridad envía el valor calculado de la fuerza de frenado de emergencia a la primera unidad 202 de control de frenado de servicio a través de la primera señal eléctrica 503.

55 Cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia, la primera unidad 210 de control controla el primer módulo electromecánico 201 para obtener fuerzas de frenado de servicio en función de la solicitud 203 de fuerza de frenado de servicio.

60 Cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia, la primera unidad 210 de control de servicio ordena al primer módulo electromecánico 201 que obtenga una fuerza de frenado igual al valor de la fuerza de frenado de emergencia correspondiente a la primera señal eléctrica 503 de frenado de emergencia.

La unidad 501 de seguridad puede calcular el gradiente de aplicación de la fuerza de frenado de emergencia y aplicarlo en tiempo real al valor 503 de la fuerza de frenado de emergencia.

65

Alternativamente, la señal de fuerza 503 de frenado de emergencia puede indicar siempre el valor objetivo, el gradiente de aplicación puede almacenarse en la memoria no volátil de la unidad 202 de control de frenado de servicio y aplicarse mediante dicha primera unidad electrónica de control de servicio durante la aplicación de la fuerza de frenado de emergencia.

5 Al mismo tiempo, la unidad 501 de seguridad puede monitorizar la primera señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado y verificar que corresponde al valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado a partir de la misma, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado y dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado.

10 Siempre que la unidad 501 de seguridad verifique que la primera señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado corresponde al valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado a partir de la misma y solicitado desde la primera unidad 202 de control de frenado de servicio a través de la señal 503, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado y dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, dicha unidad 501 de seguridad puede mantener la señal 502 en la condición de conectar las señales 204 de control a la unidad de control para el frenado 202 de servicio, permitiendo que la unidad 202 de control de frenado de servicio realice el frenado de emergencia según lo calculado por el módulo 15 501 de seguridad, es decir, según el peso real sobre el bogie o carrocería asociada, y con el gradiente predeterminado.

20 Si la unidad 501 de seguridad verifica que la primera señal eléctrica indicativa de la fuerza 213 de frenado no corresponde al valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado a partir de la misma y solicitado desde la unidad de control para el frenado 202 de servicio a través de la señal 503, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado y dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, dicha unidad 501 de seguridad puede actuar sobre la señal eléctrica 502 de control de frenado de emergencia, provocando que el dispositivo 302 de conmutación cambie al estado en donde conecta la señal 204 de control al circuito 306 de modulación, y activar dicho circuito 306 de modulación para modular la energía almacenada en la unidad 304 de almacenamiento de energía para el motor eléctrico que forma parte del módulo electromecánico 201.

25 Ventajosamente, la unidad 501 de seguridad tiene una construcción mucho más sencilla que la unidad 202 de control de frenado de servicio.

30 La introducción de la unidad 501 de seguridad simplifica enormemente el circuito 306 de modulación. En esta configuración arquitectónica, el circuito 306 de modulación se convierte en un circuito de refuerzo, lo que requiere simplicidad de diseño y confiabilidad en los casos muy raros en donde la primera unidad 202 de control de servicio no puede ejecutar el control del primer módulo electromecánico 201.

35 Considerando la primera realización, como única diferencia con respecto a la segunda realización, tanto la unidad 401 de seguridad como la unidad 202 de control de frenado de servicio calculan de forma continua e independiente el valor de la fuerza de frenado de emergencia en función de un valor de desaceleración de emergencia indicado por una señal 405 de entrada adicional o predeterminada en la etapa de diseño y almacenada en la memoria no volátil de dicha unidad de seguridad y el valor de peso recibido a través de la señal 404 de peso.

40 A diferencia de lo que se describe en la segunda realización, la unidad 401 de seguridad no comunica el valor de la fuerza de frenado de emergencia a través de una señal 503, lo que reduce aún más la complejidad de la unidad 401 de seguridad.

45 En un aspecto adicional, con referencia a las Figuras 6 y 7, la invención se refiere además a un sistema electromecánico de frenado para al menos un vehículo ferroviario que incluye un accionador 400, 500 de frenado de servicio y de emergencia realizado según una de las realizaciones anteriores.

50 En una primera realización de un sistema electromecánico de frenado para al menos un vehículo ferroviario existe una única unidad de seguridad y una única unidad de control para el frenado de servicio que controla varios módulos electromecánicos según un valor de frenado de emergencia calculado a partir de las mismas. En esta realización, la unidad 401, 501, 601 de seguridad está dispuesta además para emitir una segunda señal 602 de control de frenado de emergencia. El sistema electromecánico de frenado para al menos un vehículo ferroviario comprende:

- un segundo módulo electromecánico para generar una segunda fuerza de frenado, estando el segundo módulo electromecánico dispuesto para recibir una segunda señal 660, 661, 662, 663 de control de fuerza de frenado y para generar la segunda fuerza de frenado, cuyo valor es una función de dicha segunda señal 660, ..., 663 de control de fuerza de frenado;

55 - segundos medios sensores de fuerza dispuestos para medir dicha segunda fuerza de frenado generada por dicho segundo módulo electromecánico y para generar una segunda señal eléctrica indicativa de la fuerza 640, 641, 642, 643 de frenado, cuyo valor es indicativo del valor de dicha segunda fuerza de frenado;

60 - segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia dispuestos para almacenar una cantidad de energía suficiente para accionar el al menos un frenado de emergencia;

- segundos medios para liberar la energía de frenado de emergencia.

65 Los segundos medios de liberación de energía de frenado de emergencia están dispuestos para:

ES 2 982 014 T3

- impedir que los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia liberen la energía almacenada cuando la segunda señal 602 de control de frenado de emergencia no indica liberar la energía almacenada;

5 - permitir que el segundo medio de almacenamiento de energía de frenado de emergencia libere la energía almacenada para accionar el al menos un frenado de emergencia cuando dicha segunda señal 602 de control de frenado de emergencia indica liberar la energía almacenada para accionar el al menos un frenado de emergencia.

La primera unidad de control para el frenado 202 de servicio está dispuesta además para:

10 - controlar dicho segundo módulo electromecánico a través de la segunda señal 660, ..., 663 de control de fuerza de frenado para generar la segunda fuerza de frenado que tiene un valor correspondiente a dicho valor de la fuerza de frenado de servicio cuando dicha señal eléctrica 210 de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia;

15 - controlar dicho segundo módulo electromecánico a través de la segunda señal 660, ..., 663 de control de fuerza de frenado para generar la segunda fuerza de frenado que tiene un valor correspondiente a dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia cuando dicha señal eléctrica 210 de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia.

20 La unidad 401, 501, 601 de seguridad está dispuesta además para:

- recibir y monitorizar la segunda señal eléctrica indicativa de la fuerza 640, ..., 643 de frenado;

25 - ajustar la segunda señal 602 de control de frenado de emergencia para indicar a los segundos medios de liberación de energía de frenado de emergencia que no liberen la energía almacenada cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia o cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la segunda señal eléctrica indicativa de la fuerza 640, ..., 643 de frenado indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza que coincide con el valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad 401, 501 de seguridad o un valor de fuerza que entra, dentro
30 de un tiempo de retardo máximo predeterminado, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad 401, 501, 601 de seguridad;

- ajustar la segunda señal 602 de control de frenado de emergencia para indicar a los segundos medios de liberación de energía de frenado de emergencia que liberen la energía almacenada en los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la segunda señal eléctrica indicativa de la fuerza 640, ..., 643 de frenado no indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza que coincide con el valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad 401, 501, 601 de seguridad o un valor de fuerza que no entra, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor de la fuerza de frenado
40 de emergencia adicional calculado por dicha unidad 401, 501, 601 de seguridad.

En una segunda realización de un sistema electromecánico de frenado para al menos un vehículo ferroviario hay una única unidad de seguridad y varias unidades de control para el frenado de servicio que controlan respectivos módulos electromecánicos según los respectivos valores de frenado de emergencia calculados a partir de los mismos. En esta
45 realización, la unidad 401, 501, 601 de seguridad está dispuesta además para emitir una segunda señal 602 de control de frenado de emergencia. El sistema electromecánico de frenado para al menos un vehículo ferroviario comprende:

- un segundo módulo electromecánico para generar una segunda fuerza de frenado, estando el segundo módulo electromecánico dispuesto para recibir una segunda señal de control de fuerza de frenado y para generar la segunda fuerza de frenado, cuyo valor es una función de dicha segunda señal de control de fuerza de frenado;
50

- una segunda unidad de control para el frenado de servicio dispuesta para:

55 • recibir la señal eléctrica 203 de solicitud de frenado de servicio, la señal eléctrica 210 de solicitud de frenado de emergencia;

• calcular un segundo valor de la fuerza de frenado de servicio en función de la señal eléctrica 203 de solicitud de frenado de servicio;

60 • controlar dicho segundo módulo electromecánico a través de la segunda señal 660, ..., 663 de control de fuerza de frenado para generar la segunda fuerza de frenado que tiene un valor correspondiente a dicho segundo valor de la fuerza de frenado de servicio cuando dicha señal eléctrica 210 de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia;

65 • calcular un segundo valor de la fuerza de frenado de emergencia en función del valor de desaceleración de emergencia predeterminado; y

- 5 • controlar dicho segundo módulo electromecánico a través de la segunda señal 660,..., 663 de control de fuerza de frenado para generar la segunda fuerza de frenado que tiene un valor correspondiente a dicho segundo valor de la fuerza de frenado de emergencia cuando dicha señal eléctrica 210 de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia;
 - 10 - segundos medios sensores de fuerza dispuestos para medir dicha segunda fuerza de frenado generada por dicho segundo módulo electromecánico y para generar una segunda señal eléctrica indicativa de la fuerza 640, ..., 643 de frenado, cuyo valor es indicativo del valor de dicha segunda fuerza de frenado;
 - 15 - segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia dispuestos para almacenar una cantidad de energía suficiente para accionar el al menos un frenado de emergencia;
 - 15 - segundos medios para liberar la energía de frenado de emergencia.
- Los segundos medios de liberación de energía de frenado de emergencia dispuestos para:
- 20 - impedir que los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia liberen la energía almacenada cuando la segunda señal 602 de control de frenado de emergencia no indica liberar la energía almacenada;
 - 20 - permitir que el segundo medio 208, 304 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia libere la energía almacenada para accionar el al menos un frenado de emergencia cuando dicha segunda señal 602 de control de frenado de emergencia indica liberar la energía almacenada para accionar el al menos un frenado de emergencia.
- 25 La unidad 401, 501, 601 de seguridad está dispuesta además para:
- 30 - recibir y monitorizar la segunda señal eléctrica indicativa de la fuerza 640, ..., 643 de frenado;
 - 30 - ajustar la segunda señal 402, 502 de control de frenado de emergencia para indicar a los segundos medios de liberación de energía de frenado de emergencia que no liberen la energía almacenada cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia o cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la segunda señal eléctrica indicativa de la fuerza 640,..., 643 de frenado indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza que coincide con el valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad 401, 501, 601 de seguridad o un valor de fuerza que entra, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, dentro un intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad 401, 501, 601 de seguridad;
 - 35 - ajustar la segunda señal 602 de control de frenado de emergencia para indicar a los segundos medios de liberación de energía de frenado de emergencia que liberen la energía almacenada en los segundos medios 208, 304 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la segunda señal eléctrica indicativa de la fuerza 640,..., 643 de frenado no indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza que coincide con el valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad 401, 501, 601 de seguridad o un valor de fuerza que no entra, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad 401, 501, 601 de seguridad.
- 50 En una tercera realización de un sistema electromecánico de frenado para al menos un vehículo ferroviario hay una única unidad de seguridad y una única unidad de control de frenado de servicio que controlan varios módulos electromecánicos según un valor de frenado de emergencia calculado y transmitido por la unidad de seguridad. En esta realización, la unidad 401, 501, 601 de seguridad está dispuesta además para emitir una segunda señal 602 de control de frenado de emergencia.
- El sistema electromecánico de frenado para al menos un vehículo ferroviario comprende:
- 55 - un segundo módulo electromecánico para generar una segunda fuerza de frenado, en donde el segundo módulo electromecánico está dispuesto para recibir una segunda señal 660, ..., 663 de control de fuerza de frenado y generar la segunda fuerza de frenado, cuyo valor es una función de dicha segunda señal 660, ..., 663 de control de fuerza de frenado;
 - 60 - segundos medios sensores de fuerza dispuestos para medir dicha segunda fuerza de frenado generada por dicho segundo módulo electromecánico y para generar una segunda señal eléctrica indicativa de la fuerza 640, ..., 643 de frenado, cuyo valor es indicativo del valor de dicha segunda fuerza de frenado;
 - 65 - segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia dispuestos para almacenar una cantidad de energía suficiente para accionar el al menos un frenado de emergencia;
 - 65 - segundos medios para liberar la energía de frenado de emergencia.

ES 2 982 014 T3

Los segundos medios de liberación de energía de frenado de emergencia están dispuestos para:

5 - impedir que los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia liberen la energía almacenada cuando la segunda señal 602 de control de frenado de emergencia no indica liberar la energía almacenada;

- permitir que el segundo medio 208, 304 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia libere la energía almacenada para accionar el al menos un frenado de emergencia cuando dicha segunda señal 602 de control de frenado de emergencia indica liberar la energía almacenada para accionar el al menos un frenado de emergencia.

10 La primera unidad de control para el frenado 202 de servicio está dispuesta además para:

15 - controlar dicho segundo módulo electromecánico a través de la segunda señal 660, ..., 663 de control de fuerza de frenado para generar la segunda fuerza de frenado que tiene un valor correspondiente a dicho valor de la fuerza de frenado de servicio cuando dicha señal eléctrica 210 de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia;

20 - controlar dicho segundo módulo electromecánico a través de la segunda señal 660, ..., 663 de control de fuerza de frenado para generar la segunda fuerza de frenado que tiene un valor correspondiente a dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia que la primera unidad de control para el frenado de servicio ha recibido de la unidad 401, 501 de seguridad a través de dicha primera señal eléctrica 403, 503 de solicitud de fuerza de frenado de emergencia cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia.

La unidad 401, 501 de seguridad está dispuesta además para:

25 - recibir y monitorizar la segunda señal eléctrica indicativa de la fuerza 640, ..., 643 de frenado;

30 - ajustar la segunda señal 402, 502 de control de frenado de emergencia para indicar a los segundos medios de liberación de energía de frenado de emergencia que no liberen la energía almacenada cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia o cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la segunda señal eléctrica indicativa de la fuerza 640, ..., 643 de frenado indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza que coincide con el valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad 401, 501, 601 de seguridad o un valor de fuerza que entra, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, dentro un intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicha fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad 401, 501, 601 de seguridad;

35 - ajustar la segunda señal 602 de control de frenado de emergencia para indicar a los segundos medios de liberación de energía de frenado de emergencia que liberen la energía almacenada en los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la segunda señal eléctrica indicativa de la fuerza 640, ..., 643 de frenado no indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza que coincide con el valor de fuerza de frenado calculado por dicha unidad 401, 501, 601 de seguridad o un valor de fuerza que no entra, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad 401, 501, 601 de seguridad de fuerza de frenado de emergencia.

45 En una cuarta realización de un sistema electromecánico de frenado para al menos un vehículo ferroviario hay una única unidad de seguridad y varias unidades de control para el frenado de servicio que controlan los módulos electromecánicos respectivos según un valor de frenado de emergencia adicional calculado y transmitido desde la unidad de seguridad. En esta realización, dicha unidad 401, 501, 601 de seguridad está dispuesta además para enviar el valor de la fuerza de frenado de emergencia, calculado por la unidad 401, 501, 601 de seguridad, a una
50 segunda unidad de control para el frenado de servicio a través de una segunda señal eléctrica de solicitud de fuerza de frenado de emergencia y para emitir una segunda señal 602 de control de frenado de emergencia.

El sistema electromecánico de frenado para al menos un vehículo ferroviario comprende:

55 - un segundo módulo electromecánico para la generación de una segunda fuerza de frenado, estando el segundo módulo electromecánico dispuesto para recibir una segunda señal 660, ..., 663 de control de fuerza de frenado y para generar la segunda fuerza de frenado, cuyo valor es una función de dicha segunda señal 660, ..., 663 de control de fuerza de frenado;

60 - segundos medios sensores de fuerza dispuestos para medir dicha segunda fuerza de frenado generada por dicho segundo módulo electromecánico y para generar una segunda señal eléctrica indicativa de la fuerza 640 de frenado, cuyo valor es indicativo del valor de dicha segunda fuerza de frenado;

65 - segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia dispuestos para almacenar una cantidad de energía suficiente para accionar el al menos un frenado de emergencia;

- segundos medios para liberar la energía de frenado de emergencia.

ES 2 982 014 T3

Los segundos medios de liberación de energía de frenado de emergencia están dispuestos para:

- impedir que los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia liberen la energía almacenada cuando la segunda señal 602 de control de frenado de emergencia no indica liberar la energía almacenada;
- permitir que el segundo medio 208, 304 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia libere la energía almacenada para accionar el al menos un frenado de emergencia cuando dicha segunda señal 602 de control de frenado de emergencia indica liberar la energía almacenada para accionar el al menos un frenado de emergencia.

La segunda unidad de control para el frenado de servicio está dispuesta para:

- recibir la señal eléctrica 203 de solicitud de frenado de servicio, la señal eléctrica 210 de solicitud de frenado de emergencia;
- calcular un segundo valor de la fuerza de frenado de servicio en función de la señal eléctrica 203 de solicitud de frenado de servicio;
- controlar dicho segundo módulo electromecánico a través de la segunda señal 660, ..., 663 de control de fuerza de frenado para generar la segunda fuerza de frenado que tiene un valor correspondiente a dicho segundo valor de la fuerza de frenado de servicio cuando dicha señal eléctrica 210 de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia;
- controlar dicho segundo módulo electromecánico a través de la segunda señal 660, ..., 663 de control de fuerza de frenado para generar la segunda fuerza de frenado que tiene un valor correspondiente a dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia que la segunda unidad de control de frenado de servicio ha recibido de la unidad 401, 501, 601 de seguridad a través de dicha segunda señal eléctrica de solicitud de fuerza de frenado de emergencia cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia.

La unidad 401, 501, 601 de seguridad está dispuesta además para:

- recibir y monitorizar la segunda señal eléctrica indicativa de la fuerza de frenado 640, ..., 643;
- ajustar la segunda señal 402, 502 de control de frenado de emergencia para indicar a los segundos medios de liberación de energía de frenado de emergencia que no liberen la energía almacenada cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia o cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la segunda señal eléctrica indicativa de la fuerza 640, ..., 643 de frenado indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza que coincide con el valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad 401, 501, de seguridad o un valor de fuerza que entra, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, dentro un intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad 401, 501, 601 de seguridad;
- ajustar la segunda señal 602 de control de frenado de emergencia para indicar a los segundos medios de liberación de energía de frenado de emergencia que liberen la energía almacenada en los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la segunda señal eléctrica indicativa de la fuerza 640, 643 de frenado no indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza que coincide con el valor de fuerza de frenado calculado por dicha unidad 401, 501, 601 de seguridad o un valor de fuerza que no entra, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad 401, 501, 601 de seguridad de fuerza de frenado de emergencia.

Para cualquier realización descrita previamente del accionador electromecánico de frenado de servicio y de emergencia o del sistema electromecánico de frenado, la primera unidad 202 de control de frenado de servicio puede estar dispuesta para recibir la primera señal eléctrica de la fuerza 213 de frenado real. Por ejemplo, esta puede ser utilizada por la primera unidad 202 de control de frenado de servicio para comprobar que, en caso de un frenado de servicio, se ha alcanzado la fuerza de frenado correspondiente a la solicitud 203 de fuerza de frenado de servicio. La primera unidad 202 de control de frenado de servicio podrá controlar el primer módulo electromecánico 210 para ajustar la primera fuerza de frenado hasta que la primera señal eléctrica de la fuerza 213 de frenado real haya indicado que la primera fuerza de frenado corresponde sustancialmente a la solicitud 203 de fuerza de frenado de servicio.

Claramente, la primera unidad 202 de control de frenado de servicio puede disponerse también para recibir la segunda señal eléctrica de la fuerza 640, ..., 643 de frenado real (cuando esté presente). Por ejemplo, esta puede ser utilizada por la primera unidad 202 de control de frenado de servicio para comprobar que, en caso de un frenado de servicio, se ha alcanzado la fuerza de frenado correspondiente a la solicitud 203 de fuerza de frenado de servicio. La primera unidad 202 de control de frenado de servicio podrá controlar el segundo módulo electromecánico para ajustar la

segunda fuerza de frenado hasta que la segunda señal eléctrica de fuerza 640, ..., 643 de frenado real indique que la segunda fuerza de frenado corresponde sustancialmente a la solicitud 203 de fuerza de frenado de servicio.

5 Claramente, cuando está presente, la segunda unidad de control para el frenado de servicio también puede recibir la segunda señal eléctrica de la fuerza 640, ..., 643 de frenado real. Por ejemplo, esto puede ser utilizado por la segunda unidad de control para el frenado 202 de servicio para comprobar que en el caso de un frenado de servicio se ha alcanzado la fuerza de frenado correspondiente a la solicitud 203 de fuerza de frenado de servicio. La segunda
10 unidad de control para el frenado de servicio podrá controlar el segundo módulo electromecánico para ajustar la segunda fuerza de frenado hasta que la segunda señal eléctrica de fuerza 640, ..., 643 de frenado real indique que la segunda fuerza de frenado corresponde sustancialmente a la solicitud 203 de fuerza de frenado de servicio.

Se han descrito diversos aspectos y realizaciones de un accionador electromecánico de frenado de servicio y de emergencia para un vehículo ferroviario y de un sistema electromecánico de frenado para al menos un vehículo ferroviario según la invención. Se entiende que cada realización puede combinarse con cualquier otra realización. Asimismo, la invención no se
15 limita a las realizaciones descritas, sino que puede variarse dentro del alcance definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Accionador electromecánico (400, 500) de frenado de servicio y de emergencia para un vehículo ferroviario que comprende:

- 5
- un primer módulo electromecánico (201) para generar una primera fuerza de frenado, estando el primer módulo electromecánico (201) dispuesto para recibir una primera señal (204) de control de fuerza de frenado y para generar una primera fuerza de frenado, cuyo valor es una función de dicha primera señal (204) de control de fuerza de frenado;
 - 10 -primeros medios sensores (212) de fuerza dispuestos para medir dicha primera fuerza de frenado generada por dicho primer módulo electromecánico (201) y para generar una primera señal eléctrica de la fuerza (213) de frenado real, cuyo valor es indicativo del valor de dicha primera fuerza de frenado;
 - 15 -primeros medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia dispuestos para almacenar una cantidad suficiente de energía para accionar al menos un frenado de emergencia; **caracterizado porque** el accionador comprende además:
 - una unidad (401) de seguridad dispuesta para emitir una primera señal (402) de control de frenado de emergencia;
 - 20 -primeros medios (209, 302) de liberación de energía de frenado de emergencia dispuestos para:
 - impedir que los primeros medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia liberen la energía almacenada cuando la primera señal (402) de control de frenado de emergencia no indica liberar la energía almacenada en los primeros medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia;
 - 25 •permitir que los primeros medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia liberen la energía almacenada para accionar el al menos un frenado de emergencia cuando dicha primera señal (402) de control de frenado de emergencia indica liberar la energía almacenada en los primeros medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia para llevar a cabo el al menos un frenado de emergencia;
 - 30 -una primera unidad (202) de control de frenado de servicio dispuesta para:
 - recibir una señal eléctrica (203) de solicitud de frenado de servicio, una señal eléctrica (210) de solicitud de frenado de emergencia;
 - 35 •calcular un valor de la fuerza de frenado de servicio en función de la señal eléctrica (203) de solicitud de frenado de servicio;
 - controlar dicho primer módulo electromecánico (201) a través de la primera señal (204) de control de fuerza de frenado para generar la primera fuerza de frenado que tiene un valor correspondiente a dicho valor de la fuerza de frenado de servicio cuando dicha señal eléctrica (210) de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia;
 - 40 •calcular un valor de la fuerza de frenado de emergencia basándose en un valor de desaceleración de emergencia predeterminado; y
 - controlar dicho primer módulo electromecánico (201) a través de la primera señal (204) de control de fuerza de frenado, para generar la primera fuerza de frenado que tiene un valor correspondiente a dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia cuando dicha primera señal eléctrica (210) de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia;
 - 45
 - 50 en donde la unidad (401) de seguridad también está dispuesta para:
 - recibir la señal (210) de solicitud de frenado de emergencia;
 - recibir y monitorizar la primera señal eléctrica de la fuerza (213) de frenado real;
 - 55 •calcular un valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional en función del valor de desaceleración de emergencia predeterminado;
 - ajustar la primera señal (402) de control de frenado de emergencia para indicar a los primeros medios (209, 302) de liberación de energía de frenado de emergencia que no liberen la energía almacenada en los primeros medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia cuando la señal (210) de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia o cuando la señal (210) de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la primera señal eléctrica de la fuerza (213) de frenado real indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza que coincide con el valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad (401) de seguridad, o un valor de fuerza que entra, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, dentro
 - 60
 - 65

- de un intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad (401) de seguridad;
- 5 •ajustar la primera señal (402) de control de frenado de emergencia para indicar a los primeros medios (209, 302) de liberación de energía de frenado de emergencia que liberen la energía almacenada en los primeros medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia cuando la señal (210) de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la primera señal eléctrica de la fuerza (213) de frenado real no indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza que coincide con el valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad (401) de seguridad, o un valor de fuerza que no entra, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad (401) de seguridad.
- 10
- 15 2. Accionador electromecánico (400) de frenado de servicio y de emergencia según la reivindicación 1, en donde la unidad (202) de control de frenado de servicio está dispuesta para controlar el primer módulo electromecánico (201) a través de la primera señal (204) de control de fuerza de frenado para generar la primera fuerza de frenado que tiene el valor correspondiente al mayor de entre el valor de la fuerza de frenado de servicio calculado por la primera unidad (202) de control de frenado de servicio y el valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por la primera unidad (202) de control de frenado de servicio; en donde cuando el valor de la fuerza de frenado de servicio calculado por la primera unidad (202) de control de frenado de servicio es mayor que el valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por la primera unidad de control de frenado de servicio, la unidad (401) de seguridad está dispuesta para ajustar la primera señal (402) de control de frenado de emergencia para indicar a los primeros medios (209, 302) de liberación de energía de frenado de emergencia que no liberen la energía almacenada en los primeros medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia, incluso si la señal (210) de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la primera señal eléctrica de la fuerza (213) de frenado real indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza superior al valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad (401) de seguridad, o un valor de fuerza que es mayor que un valor final superior de dicho intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad (401) de seguridad.
- 20
- 25
- 30
- 35 3. Accionador electromecánico (400) de frenado de servicio y de emergencia según la reivindicación 1 o 2, en donde dicha primera unidad (202) de control de frenado de servicio también está dispuesta para:
- recibir una señal (404, 504) de peso indicativa del peso de un bogie del vehículo ferroviario o del vehículo ferroviario;
- calcular el valor de la fuerza de frenado de servicio en función de la señal eléctrica (203) de solicitud de frenado de servicio y la señal (404) de peso;
- 40 -calcular el valor de la fuerza de frenado de emergencia basándose en el valor de desaceleración de emergencia predeterminado y la señal (404) de peso;
- dicha unidad (401) de seguridad también está dispuesta para:
- 45 -calcular el valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional en función del valor de desaceleración de emergencia predeterminado y la señal (404) de peso.
- 50 4. Accionador electromecánico (500) de frenado de servicio y de emergencia para un vehículo ferroviario que comprende:
- un primer módulo electromecánico (201) para generar una primera fuerza de frenado, dispuesto para recibir al menos una primera señal (204) de control de fuerza de frenado y para generar una primera fuerza de frenado en función de dicha primera señal (204) de control de fuerza e frenado;
- 55 -primeros medios sensores (212) de fuerza dispuestos para medir dicha primera fuerza de frenado generada por dicho primer módulo electromecánico (201) y para generar una primera señal eléctrica de la fuerza (213) de frenado real, cuyo valor es indicativo del valor de dicha primera fuerza de frenado;
- primeros medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia dispuestos para almacenar una cantidad suficiente de energía para accionar al menos un frenado de emergencia; **caracterizado porque** el accionador comprende además:
- 60 -una unidad (501) de seguridad dispuesta para:
- recibir una señal (210) de solicitud de frenado de emergencia;
- 65 •calcular un valor de la fuerza de frenado de emergencia en función de un valor de desaceleración de emergencia predeterminado;

- enviar el valor de la fuerza de frenado de emergencia, calculado por la unidad (501) de seguridad, a una primera unidad (202) de control de frenado de servicio a través de una primera señal eléctrica (503) de solicitud de fuerza de frenado de emergencia; y
- emitir una primera señal (502) de control de frenado de emergencia;

5

-primeros medios (209, 302) de liberación de energía de frenado de emergencia dispuestos para:

10

- impedir que los primeros medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia liberen la energía almacenada cuando la primera señal (502) de control de frenado de emergencia no indica liberar la energía almacenada en los primeros medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia;
- permitir que los primeros medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia liberen la energía almacenada para accionar el al menos un frenado de emergencia cuando dicha primera señal (502) de control de frenado de emergencia indica liberar la energía almacenada en los primeros medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia para accionar el al menos un frenado de emergencia;

15

-dicha primera unidad (202) de control de frenado de servicio, dispuesta para:

20

- recibir una señal eléctrica (203) de solicitud de frenado de servicio y una señal eléctrica (210) de solicitud de frenado de emergencia;
- calcular un valor de la fuerza de frenado de servicio en función de la señal eléctrica (203) de solicitud de frenado de servicio;
- controlar dicho primer módulo electromecánico (201), a través de la primera señal (204) de control de fuerza de frenado, para generar la primera fuerza de frenado que tiene un valor correspondiente a dicho valor de la fuerza de frenado de servicio cuando dicha señal eléctrica (210) de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia;
- controlar dicho primer módulo electromecánico (201), a través de la primera señal (204) de control de fuerza de frenado, para generar la primera fuerza de frenado que tiene un valor correspondiente a dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia que la primera unidad (202) de control de frenado de servicio ha recibido de la unidad (501) de seguridad a través de dicha primera señal eléctrica (503) de solicitud de fuerza de frenado de emergencia cuando la señal (210) de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia;

25

30

35

en donde, la unidad (501) de seguridad está dispuesta para:

40

- recibir y monitorizar la primera señal eléctrica de la fuerza (213) de frenado real;
- ajustar la primera señal (502) de control de frenado de emergencia para indicar a los primeros medios (209, 302) de liberación de energía de frenado de emergencia que no liberen la energía almacenada en los primeros medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia cuando la señal (210) de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia o cuando la señal (210) de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la primera señal eléctrica de la fuerza (213) de frenado real indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza que coincide con el valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad (501) de seguridad, o un valor de fuerza que entra, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad (501) de seguridad;
- ajustar la primera señal (502) de control de frenado de emergencia para indicar a los primeros medios (209, 302) de liberación de energía de frenado de emergencia que liberen la energía almacenada en los primeros medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia cuando la señal (210) de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la primera señal eléctrica de la fuerza (213) de frenado real no indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza que coincide con el valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad (501) de seguridad, o un valor de fuerza que no entra, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad (501) de seguridad.

45

50

55

60

5.
65

Accionador electromecánico (500) de frenado de servicio y de emergencia según la reivindicación 4, en donde dicha primera unidad (202) de control de frenado de servicio también está dispuesta para:

- recibir una señal (504) de peso indicativa del peso de un bogie del vehículo ferroviario o del vehículo ferroviario;
- calcular el valor de la fuerza de frenado de servicio en función de la señal eléctrica (203) de solicitud de frenado de servicio y la señal (504) de peso;

5

y dicha unidad (501) de seguridad también está dispuesta para:

- recibir la señal (504) de peso;
- calcular el valor de la fuerza de frenado de emergencia en función del valor de desaceleración de emergencia predeterminado y la señal (504) de peso.

10

6. Accionador electromecánico (500) de frenado de servicio y de emergencia según la reivindicación 4 o 5, en donde la primera unidad (202) de control de frenado de servicio está dispuesta para controlar el primer módulo electromecánico (201) a través de la primera señal (204) de control de fuerza de frenado para generar el mayor de entre el valor de la fuerza de frenado de servicio calculado por la primera unidad (202) de control de frenado de servicio y el valor de la fuerza de frenado de emergencia transmitido a la primera unidad (202) de control de frenado de servicio por la unidad (501) de seguridad; en donde cuando el valor de la fuerza de frenado de servicio calculado por la primera unidad (202) de control de frenado de servicio es mayor que el valor de la fuerza de frenado de emergencia recibido por la primera unidad de control de frenado de servicio, la unidad (501) de seguridad está dispuesta para ajustar la primera señal (502) de control de frenado de emergencia, para indicar a los primeros medios (209, 302) de liberación de energía de frenado de emergencia que no liberen la energía almacenada en los primeros medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia, incluso si la señal (210) de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la primera señal eléctrica de la fuerza (213) de frenado real indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza superior al valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad (501) de seguridad, o un valor de fuerza que es mayor que un valor final superior de dicho intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad (501) de seguridad.

15

20

25

30

7. Accionador electromecánico (500) de frenado de servicio y de emergencia según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en donde la unidad (501) de seguridad está dispuesta para:

- enviar un valor nulo de fuerza de frenado de emergencia a la primera unidad (202) de control de frenado de servicio a través de la primera señal eléctrica (503) de solicitud de fuerza de frenado de emergencia cuando la señal (210) de solicitud de frenado de emergencia no indica la solicitud de frenado de emergencia.

35

8. Accionador electromecánico (500) de frenado de servicio y de emergencia según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho accionador electromecánico (500) de frenado de servicio y de emergencia comprende un módulo integrado que incluye al menos el primer módulo electromecánico (201), los primeros medios sensores (212) de fuerza, los primeros medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia, los primeros medios (209, 302) de liberación de energía de frenado de emergencia, la primera unidad (202) de control de frenado de servicio, la unidad (501) de seguridad.

40

45

9. Accionador electromecánico (400, 500) de frenado de servicio y de emergencia según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde dicho accionador electromecánico de frenado de servicio y de emergencia comprende un módulo integrado que incluye el primer módulo electromecánico (201), los primeros medios sensores (212) de fuerza, los primeros medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia, los primeros medios (209, 302) de liberación de energía de frenado de emergencia, la primera unidad (202) de control de frenado de servicio; en donde la unidad (401, 501, 601) de seguridad es externa a dicho módulo integrado.

50

10. Accionador electromecánico (400, 500) de frenado de servicio y de emergencia según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde dicho accionador electromecánico de frenado de servicio y de emergencia comprende un módulo integrado que incluye el primer módulo electromecánico (201), los primeros medios sensores (212) de fuerza, los primeros medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia y los primeros medios (209, 302) de liberación de energía de frenado de emergencia; en donde la unidad (401, 501, 601) de seguridad y la primera unidad (202) de control de frenado de servicio son externas a dicho módulo integrado.

55

60

11. Accionador electromecánico (400, 500) de frenado de servicio y de emergencia según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la primera fuerza de frenado generada por el primer módulo electromecánico (201) está dispuesta para transmitirse a los medios de frenado, a través de los medios (216, 680) de transmisión mecánica.

65

12. Accionador electromecánico (400, 500) de frenado de servicio y de emergencia según la reivindicación 11, en donde los medios de frenado comprenden al menos una pastilla de fricción de disco o un bloque de fricción de rueda.
- 5 13. Accionador electromecánico (400, 500) de frenado de servicio y de emergencia según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los primeros medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia comprenden un medio mecánico para almacenar energía mecánica potencial.
- 10 14. Accionador electromecánico (400, 500) de frenado de servicio y de emergencia según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde los primeros medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia comprenden medios mecánicos para almacenar energía cinética.
- 15 15. Accionador electromecánico (400, 500) de frenado de servicio y de emergencia según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde los primeros medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia comprenden medios mecánicos para almacenar energía eléctrica.
- 20 16. Accionador electromecánico (400, 500) de frenado de servicio y de emergencia según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la unidad (401, 501, 601) de seguridad tiene un nivel de integridad de seguridad, SIL, superior al nivel de integridad de seguridad, SIL, de la primera unidad (202) de control de frenado de servicio.
- 25 17. Accionador electromecánico (400, 500) de frenado de servicio y de emergencia según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la unidad (401, 501, 601) de seguridad tiene el nivel de integridad de seguridad $SIL \geq 3$.
- 30 18. Accionador electromecánico (400, 500) de frenado de servicio y de emergencia según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la unidad (401, 501, 601) de seguridad está realizada según una arquitectura que incluye al menos un microprocesador.
- 35 19. Accionador electromecánico (400, 500) de frenado de servicio y de emergencia según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la unidad (401, 501, 601) de seguridad está realizada según una arquitectura que incluye al menos un dispositivo programable.
- 40 20. Accionador electromecánico (400, 500) de frenado de servicio y de emergencia según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el valor de desaceleración de emergencia predeterminado se proporciona a la primera unidad (202) de control de frenado de servicio y/o a la unidad (401, 501, 601) de seguridad a través de una señal eléctrica (504).
- 45 21. Sistema electromecánico de frenado para al menos un vehículo ferroviario que incluye:
- un accionador electromecánico (400, 500) de frenado de servicio y de emergencia según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 y 8 a 20, en donde dicha unidad (401, 501, 601) de seguridad está también dispuesta para emitir una segunda señal (602) de control de frenado de emergencia;
 - un segundo módulo electromecánico para generar una segunda fuerza de frenado, estando el segundo módulo electromecánico dispuesto para recibir una segunda señal (660, 661, 662, 663) de control de fuerza de frenado y para generar la segunda fuerza de frenado, cuyo valor es una función de dicha segunda señal (660, 661, 662, 663) de control de fuerza de frenado;
 - segundos medios sensores de fuerza dispuestos para medir dicha segunda fuerza de frenado generada por dicho segundo módulo electromecánico y para generar una segunda señal eléctrica de la fuerza (640, 641, 642, 643) de frenado real, cuyo valor es indicativo del valor de dicha segunda fuerza de frenado;
 - segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia dispuestos para almacenar una cantidad de energía suficiente para accionar el al menos un frenado de emergencia;
 - segundos medios de liberación de energía de frenado de emergencia dispuestos para:
 - impedir que los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia liberen la energía almacenada cuando la segunda señal (602) de control de frenado de emergencia no indica liberar la energía almacenada en los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia;
 - permitir que los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia liberen la energía almacenada para implementar el al menos un frenado de emergencia cuando dicha segunda señal (602) de control de frenado de emergencia indica liberar la energía almacenada en los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia para accionar el al menos un frenado de emergencia;
- 60
- 65

en donde la primera unidad (202) de control de frenado de servicio está además dispuesta para:

- 5 •controlar dicho segundo módulo electromecánico a través de la segunda señal (660, 661, 662, 663) de control de fuerza de frenado para generar la segunda fuerza de frenado que tiene un valor correspondiente a dicho valor de la fuerza de frenado de servicio cuando dicha señal eléctrica (210) de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia;
- 10 •controlar dicho segundo módulo electromecánico a través de la segunda señal (660, 661, 662, 663) de control de fuerza de frenado para generar la segunda fuerza de frenado que tiene un valor correspondiente a dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia cuando dicha señal eléctrica (210) de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia;

15 en donde la unidad (401, 501, 601) de seguridad está dispuesta además para:

- recibir y monitorizar la segunda señal eléctrica de la fuerza (640, 641, 642, 643) de frenado real;
- 20 •ajustar la segunda señal (602) de control de frenado de emergencia para indicar a los segundos medios de liberación de energía de frenado de emergencia que no liberen la energía almacenada en los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia cuando la señal (210) de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia o cuando la señal (210) de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la segunda señal eléctrica de la fuerza (640, 641, 642, 643) de frenado real indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza que coincide con el valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad (401, 501) de seguridad, o un valor de fuerza que entra, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad (401, 501, 601) de seguridad;
- 25 •ajustar la segunda señal (602) de control de frenado de emergencia para indicar a los segundos medios de liberación de energía de frenado de emergencia que liberen la energía almacenada en los segundos medios de almacenamiento de energía de freno de emergencia cuando la señal (210) de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la segunda señal eléctrica de la fuerza (640, 641, 642, 643) de frenado real no indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza que coincide con el valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad (401, 501, 601) de seguridad, o un valor de fuerza que no entra, dentro de un retardo máximo predeterminado, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad (401, 501, 601) de seguridad.
- 30
- 35
- 40

22. Sistema electromecánico de frenado para al menos un vehículo ferroviario que incluye:

- 45 -un accionador (400, 500) de frenado de servicio y de emergencia según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 y 8 a 20, en donde dicha unidad (401, 501, 601) de seguridad está también dispuesta para emitir una segunda señal (602) de control de frenado de emergencia;
- 50 -un segundo módulo electromecánico para la generación de una segunda fuerza de frenado, estando el segundo módulo electromecánico dispuesto para recibir una segunda señal de control de fuerza de frenado y para generar la segunda fuerza de frenado, cuyo valor es una función de dicha segunda señal de control de fuerza de frenado;
- una segunda unidad de control del frenado de servicio dispuesta para:
 - 55 •recibir la señal eléctrica (203) de solicitud de frenado de servicio, la señal eléctrica (210) de solicitud de frenado de emergencia;
 - calcular un segundo valor de la fuerza de frenado de servicio en función de la señal eléctrica (203) de solicitud de freno de servicio;
 - controlar dicho segundo módulo electromecánico a través de la segunda señal (660, 661, 662, 663) de control de fuerza de frenado para generar la segunda fuerza de frenado que tiene un valor correspondiente a dicho segundo valor de la fuerza de frenado de servicio cuando dicha señal eléctrica (210) de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia;
 - 60 •calcular un segundo valor de la fuerza de frenado de emergencia en función del valor de desaceleración de emergencia predeterminado; y
 - 65 •controlar dicho segundo módulo electromecánico a través de la segunda señal (660, 661, 662, 663) de control de fuerza de frenado para generar la segunda fuerza de frenado

que tiene un valor correspondiente a dicho segundo valor de la fuerza de frenado de emergencia cuando dicha señal eléctrica (210) de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia;

5 -segundos medios sensores de fuerza dispuestos para medir dicha segunda fuerza de frenado generada por dicho segundo módulo electromecánico y para generar una segunda señal eléctrica de la fuerza (640, 641, 642, 643) de frenado real, cuyo valor es indicativo del valor de dicha segunda fuerza de frenado;

10 -segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia dispuestos para almacenar una cantidad de energía suficiente para accionar el al menos un frenado de emergencia;

-segundos medios de liberación de energía de frenado de emergencia dispuestos para:

15 •impedir que los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia liberen la energía almacenada cuando la segunda señal (602) de control de frenado de emergencia no indica liberar la energía almacenada en los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia;

20 •permitir que los segundos medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia liberen la energía almacenada para llevar a cabo el al menos un frenado de emergencia cuando dicha segunda señal (602) de control de frenado de emergencia indica liberar la energía almacenada en los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia para accionar el al menos un frenado de emergencia;

en donde dicha unidad (401, 501, 601) de seguridad está dispuesta además para:

25 •recibir y monitorizar la segunda señal eléctrica de la fuerza (640, 641, 642, 643) de frenado real;

30 •ajustar la segunda señal (402, 502) de control de frenado de emergencia para indicar a los segundos medios de liberación de energía de frenado de emergencia no que liberen la energía almacenada en los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia cuando la señal (210) de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia o cuando la señal (210) de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la segunda señal eléctrica de la fuerza (640, 641, 642, 643) de frenado real indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza que coincide con el valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad de seguridad (401, 501), o un valor de fuerza que entra, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad (401, 501, 601) de seguridad;

40 •ajustar la segunda señal (602) de control de frenado de emergencia para indicar a los segundos medios de liberación de energía de frenado de emergencia que liberen la energía almacenada en los segundos medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia cuando la señal (210) de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la segunda señal eléctrica de la fuerza (640, 641, 642, 643) de frenado real no indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza que coincide con el valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad (401, 501, 601) de seguridad, o un valor de fuerza que no entra, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia adicional calculado por dicha unidad (401, 501, 601) de seguridad.

23. Sistema electromecánico de frenado para al menos un vehículo ferroviario que incluye:

55 -un accionador electromecánico (400, 500) de frenado de servicio y de emergencia según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 20, en donde dicha unidad (401, 501, 601) de seguridad está también dispuesta para emitir una segunda señal (602) de control de frenado de emergencia;

-un segundo módulo electromecánico para la generación de una segunda fuerza de frenado, estando el segundo módulo electromecánico dispuesto para recibir una segunda señal (660, 661, 662, 663) de control de fuerza de frenado y para generar la segunda fuerza de frenado, cuyo valor es una función de dicha segunda señal (660, 661, 662, 663) de control de fuerza de frenado;

60 -segundos medios sensores de fuerza dispuestos para medir dicha segunda fuerza de frenado generada por dicho segundo módulo electromecánico y para generar una segunda señal eléctrica de la fuerza (640, 641, 642, 643) de frenado real, cuyo valor es indicativo del valor de dicha segunda fuerza de frenado;

-segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia dispuestos para almacenar una cantidad de energía suficiente para llevar a cabo el al menos un frenado de emergencia;

-segundos medios de liberación de energía de frenado de emergencia dispuestos para:

5
•impedir que los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia liberen la energía almacenada cuando la segunda señal (602) de control de frenado de emergencia no indica liberar la energía almacenada en los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia;
10
•permitir que los segundos medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia liberen la energía almacenada para llevar a cabo el al menos un frenado de emergencia cuando dicha segunda señal (602) de control de frenado de emergencia indica liberar la energía almacenada en los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia para accionar el al menos un frenado de emergencia;
15
estando la unidad (202) de control de frenado de emergencia dispuesta además para:

20
•controlar dicho segundo módulo electromecánico a través de la segunda señal (660, 661, 662, 663) de control de fuerza de frenado para generar la segunda fuerza de frenado que tiene un valor correspondiente a dicho valor de la fuerza de frenado de servicio cuando dicha señal eléctrica (210) de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia;
25
•controlar dicho segundo módulo electromecánico a través de la segunda señal (660, 661, 662, 663) de control de fuerza de frenado para generar la segunda fuerza de frenado que tiene un valor correspondiente a dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia que la primera unidad de control de frenado de servicio ha recibido de la unidad (401, 501, 601) de seguridad a través de dicha primera señal eléctrica (403, 503) de solicitud de fuerza de frenado de emergencia cuando la señal (210) de solicitud de freno de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia;

30
en donde dicha unidad (401, 501, 601) de seguridad está dispuesta además para:

35
•recibir y monitorizar la segunda señal eléctrica de la fuerza (640, 641, 642, 643) de frenado real;
40
•ajustar la segunda señal (402, 502) de control de frenado de emergencia para indicar a los segundos medios de liberación de energía de frenado de emergencia que no liberen la energía almacenada en los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia cuando la señal (210) de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia o cuando la señal (210) de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la segunda señal eléctrica de la fuerza (640, 641, 642, 643) de frenado real indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza que coincide con el valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad de seguridad (401, 501, 601), o un valor de fuerza que entra, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad (401, 501, 601) de seguridad;
45
•ajustar la segunda señal (602) de control de frenado de emergencia para indicar a los segundos medios de liberación de energía de frenado de emergencia que liberen la energía almacenada en los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia cuando la señal (210) de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la segunda señal eléctrica de la fuerza (640, 641, 642, 643) de frenado real no indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza que coincide con el valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad (401, 501, 601) de seguridad, o un valor de fuerza que no entra, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad (401, 501, 601) de seguridad.

24. Sistema electromecánico de frenado para al menos un vehículo ferroviario que incluye:

65
-un accionador electromecánico (400, 500) de frenado de servicio y de emergencia según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 20, en donde dicha unidad (401, 501, 601) de seguridad está dispuesta además para enviar el valor de la fuerza de frenado de emergencia, calculado por la unidad (401, 501,

601) de seguridad, a una segunda unidad de control de frenado de servicio a través de una segunda señal eléctrica de solicitud de fuerza de frenado de emergencia y para emitir una segunda señal (602) de control de frenado de emergencia;

5 -un segundo módulo electromecánico para la generación de una segunda fuerza de frenado, estando el segundo módulo electromecánico dispuesto para recibir una segunda señal (660, 661, 662, 663) de control de fuerza de frenado y para generar la segunda fuerza de frenado, cuyo valor es una función de dicha segunda señal (660, 661, 662, 663) de control de fuerza de frenado;

10 -segundos medios sensores de fuerza dispuestos para medir dicha segunda fuerza de frenado generada por dicho segundo módulo electromecánico y para generar una segunda señal eléctrica de la fuerza (640, 641, 642, 643) de frenado real, cuyo valor es indicativo del valor de dicha segunda fuerza de frenado;

15 -segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia dispuestos para almacenar una cantidad de energía suficiente para accionar el al menos un frenado de emergencia;

-segundos medios de liberación de energía de frenado de emergencia dispuestos para:

20 •impedir que los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia liberen la energía almacenada cuando la segunda señal (602) de control de frenado de emergencia no indica liberar la energía almacenada en los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia;

25 •permitir que los segundos medios (208, 304) de almacenamiento de energía de frenado de emergencia liberen la energía almacenada para accionar el al menos un frenado de emergencia cuando dicha segunda señal (602) de control de frenado de emergencia indica liberar la energía almacenada en los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia para accionar el al menos un frenado de emergencia;

-la segunda unidad (202) de control de frenado de servicio, dispuesta para:

30 •recibir la señal eléctrica (203) de solicitud de frenado de servicio, la señal eléctrica (210) de solicitud de frenado de emergencia;

•calcular un segundo valor de la fuerza de frenado de servicio en función de la señal eléctrica (203) de solicitud de frenado de servicio;

35 •controlar dicho segundo módulo electromecánico a través de la segunda señal (660, 661, 662, 663) de control de fuerza de frenado para generar la segunda fuerza de frenado que tiene un valor correspondiente a dicho segundo valor de la fuerza de frenado de servicio cuando dicha señal eléctrica (210) de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia;

40 •controlar dicho segundo módulo electromecánico a través de la segunda señal (660, 661, 662, 663) de control de fuerza de frenado para generar la segunda fuerza de frenado que tiene un valor correspondiente a dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia que la segunda unidad de control de frenado de servicio ha recibido de la unidad (401, 501, 601) de seguridad a través de dicha segunda señal eléctrica de solicitud de fuerza de frenado de emergencia cuando la señal eléctrica (210) de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia;

45 en donde dicha unidad (401, 501, 601) de seguridad está dispuesta además para:

50 •recibir y monitorizar la segunda señal eléctrica de la fuerza (640, 641, 642, 643) de frenado real;

55 •ajustar la segunda señal (402, 502) de control de frenado de emergencia para indicar a los segundos medios de liberación de energía de frenado de emergencia que no liberen la energía almacenada en los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia cuando la señal (210) de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia o cuando la señal (210) de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la segunda señal eléctrica de la fuerza (640, 641, 642, 643) de frenado real indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza que coincide con el valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad de seguridad (401, 501, 601), o un valor de fuerza que entra, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad (401, 501, 601) de seguridad;

60 •ajustar la segunda señal (602) de control de frenado de emergencia para indicar a los segundos medios de liberación de energía de frenado de emergencia que liberen la energía almacenada en los segundos medios de almacenamiento de energía de frenado de emergencia cuando la señal (210) de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de frenado de emergencia y la segunda señal eléctrica de la fuerza (640, 641,

5

642, 643) de frenado real no indica, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, un valor de fuerza que coincide con el valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad (401, 501) de seguridad, o un valor de fuerza que no entra, dentro de un tiempo de retardo máximo predeterminado, dentro de un intervalo de tolerancia predeterminado que incluye dicho valor de la fuerza de frenado de emergencia calculado por dicha unidad (401, 501, 601) de seguridad.

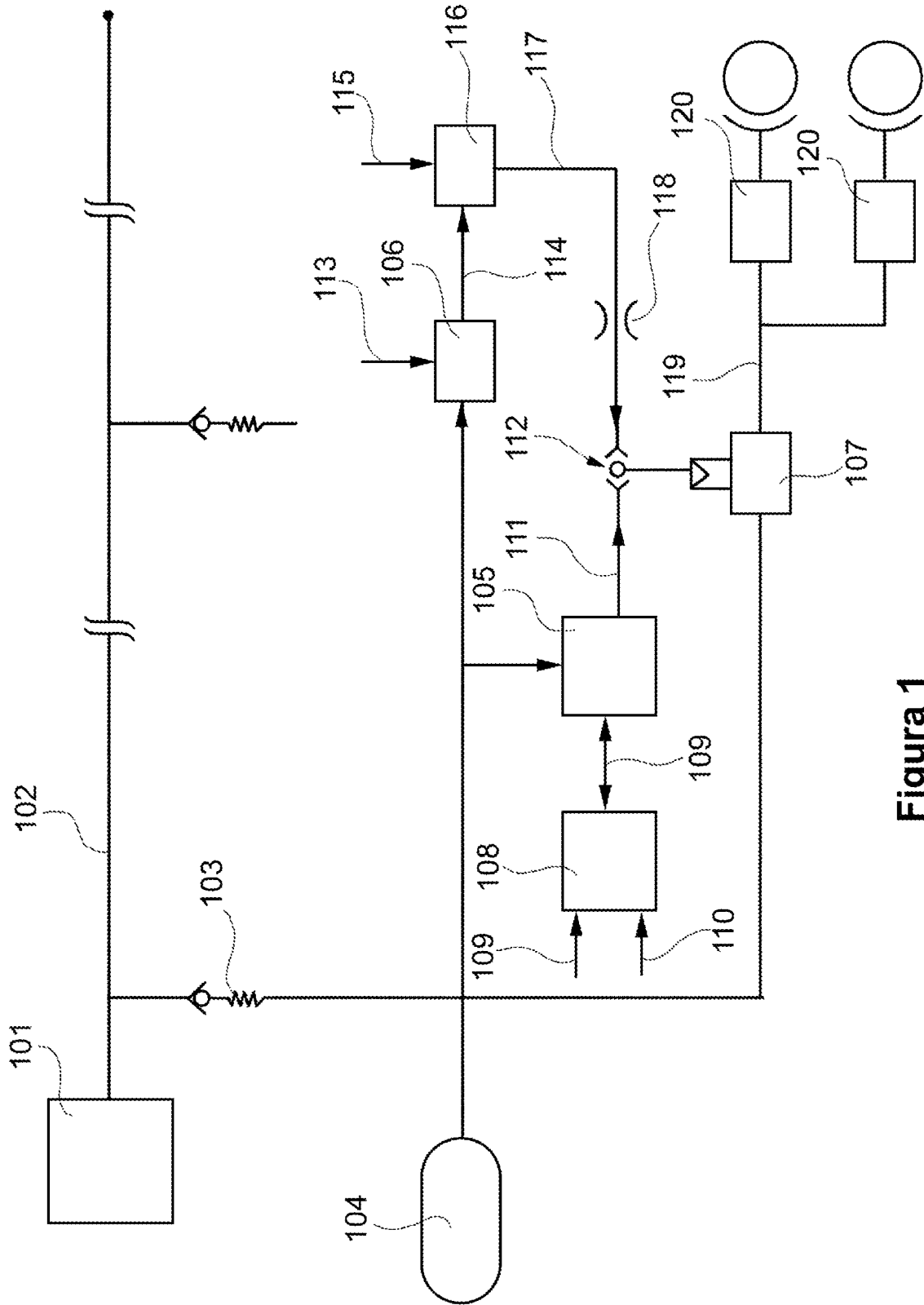


Figura 1
(TÉCNICA ANTERIOR)

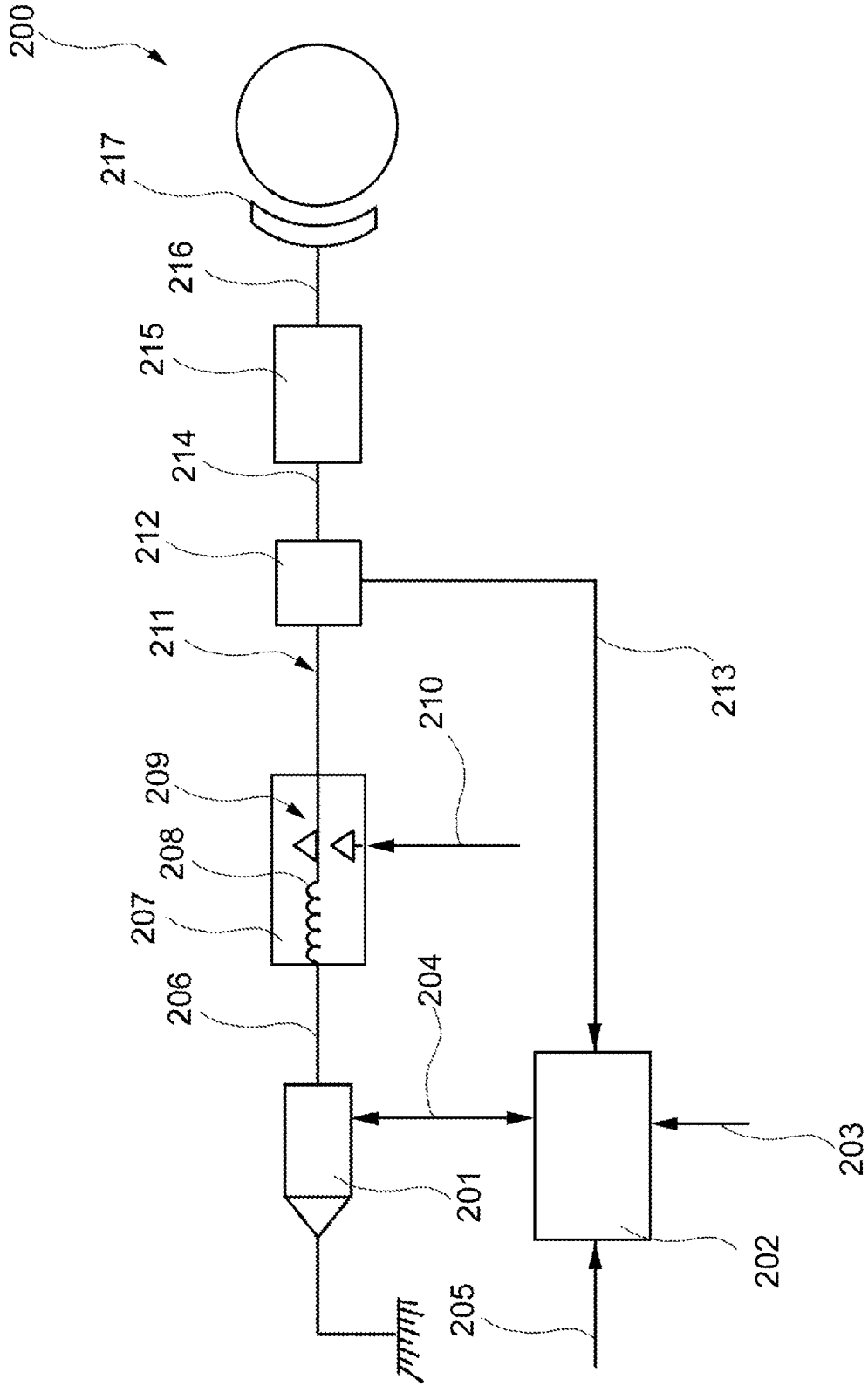


Figura 2
(TÉCNICA ANTERIOR)

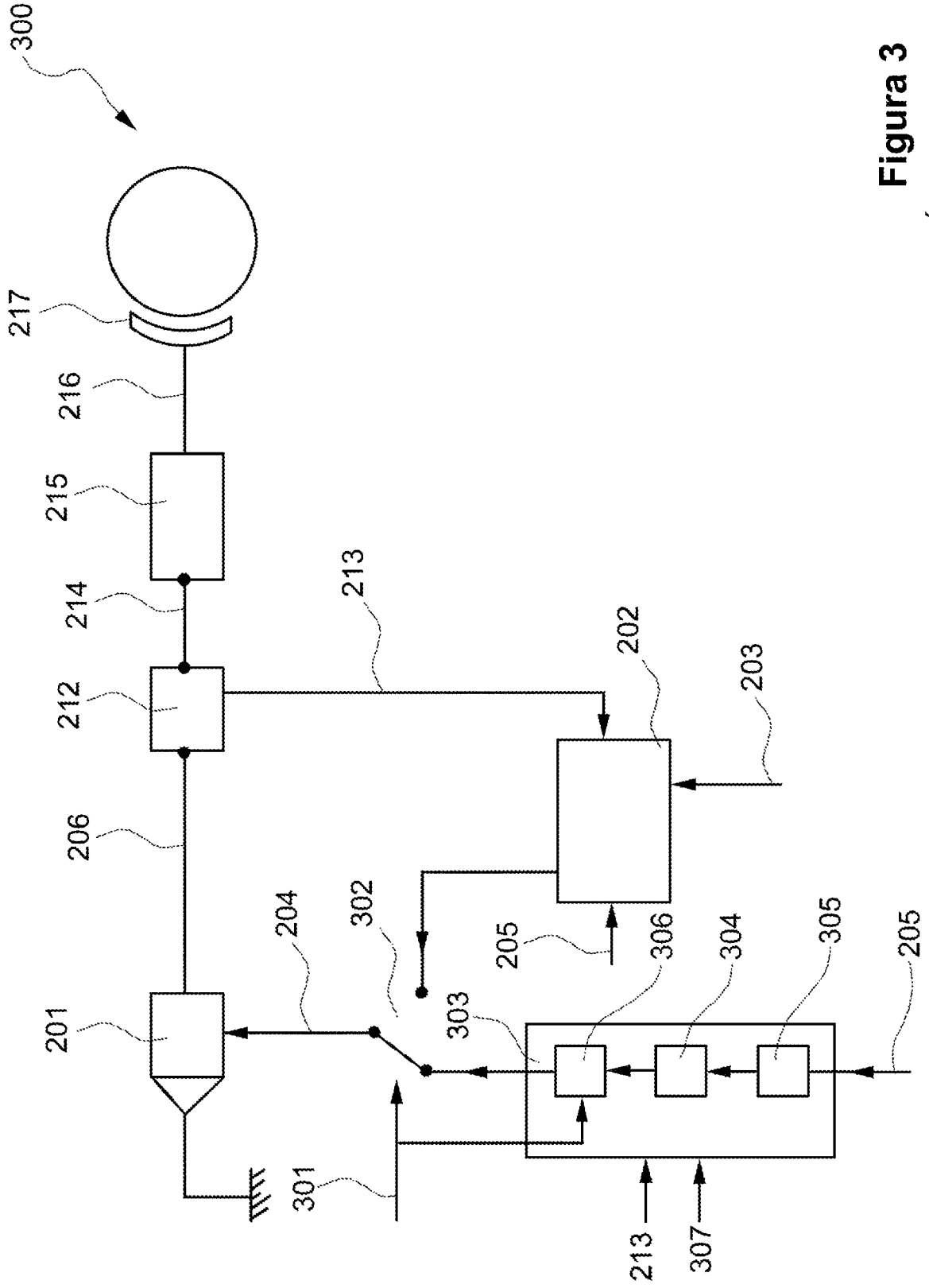


Figura 3
(TÉCNICA ANTERIOR)

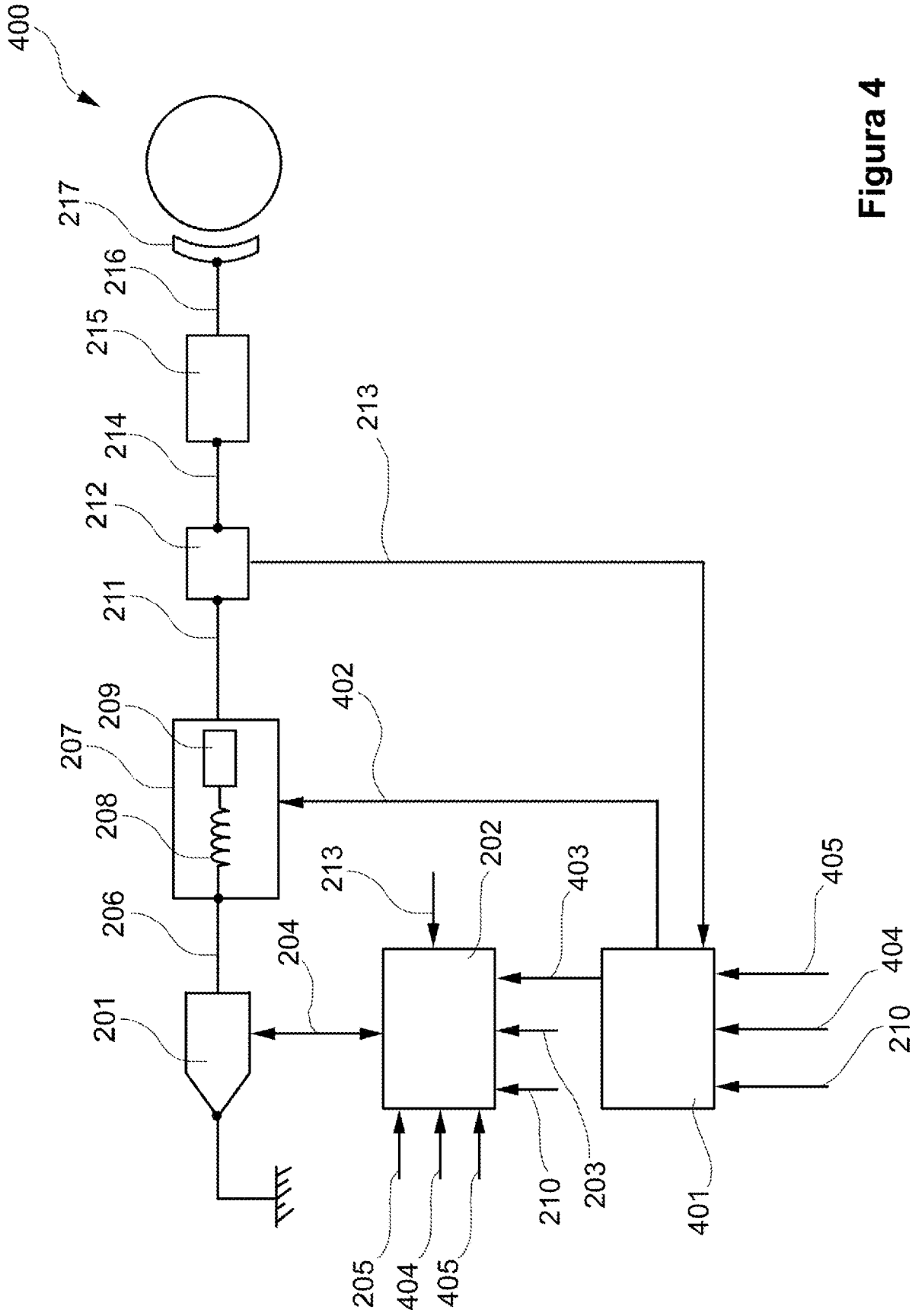


Figura 4

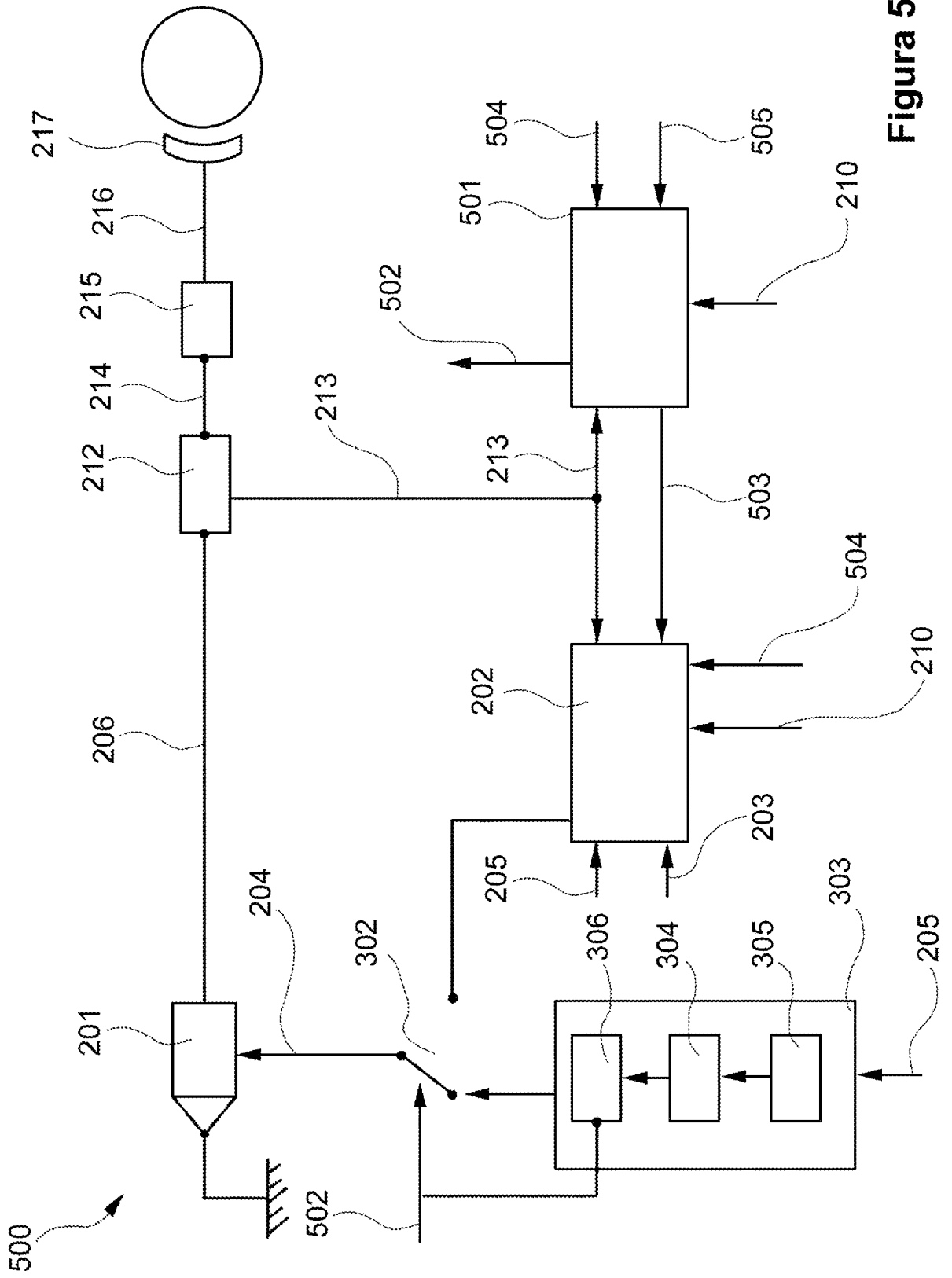


Figure 5

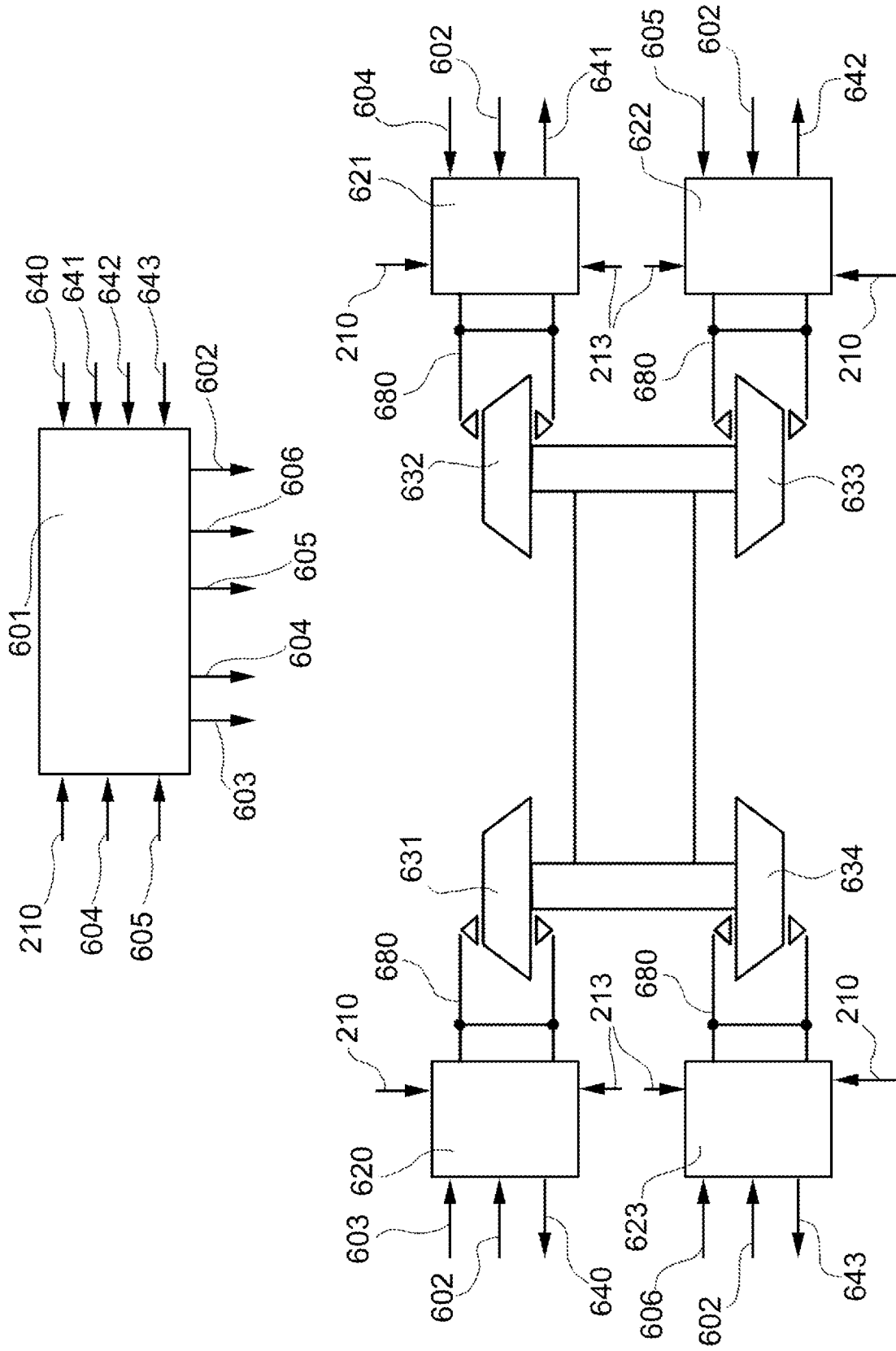


Figura 6

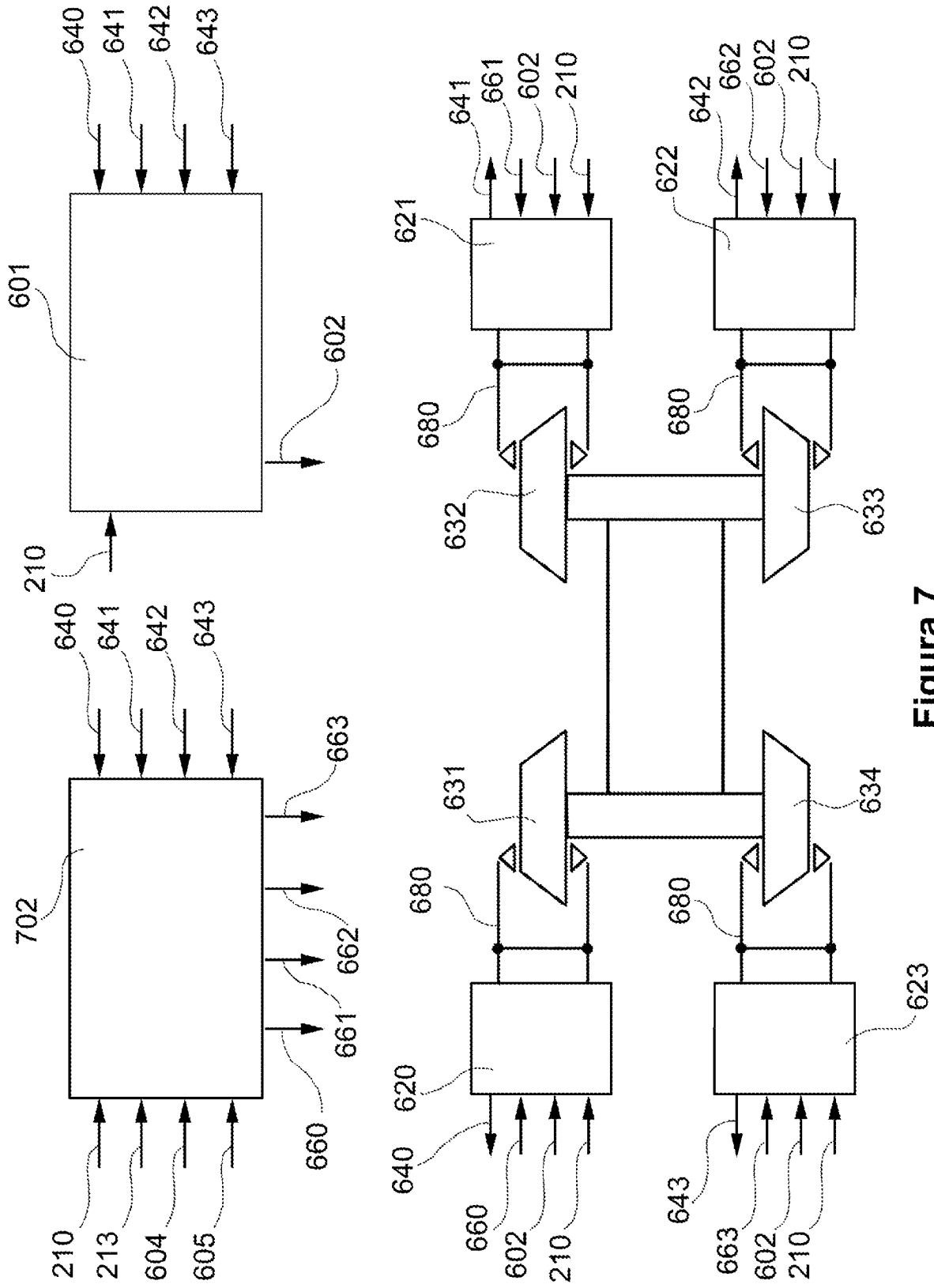


Figura 7