

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 987 314**

51 Int. Cl.:

B60T 17/22 (2006.01)

B61H 15/00 (2006.01)

F16D 65/28 (2006.01)

B60T 13/74 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.07.2021** **PCT/IB2021/056292**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.01.2022** **WO22013737**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.07.2021** **E 21755556 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2024** **EP 4178841**

54 Título: **Accionador de frenado electromecánico para un vehículo, en particular para al menos un vehículo ferroviario y sistema de frenado**

30 Prioridad:

13.07.2020 IT 202000016912

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

14.11.2024

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 2 987 314 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 de frenado electromecánico para un vehículo, en particular para al menos un vehículo ferroviario, y sistema de frenado

Campo técnico

La presente invención pertenece generalmente al campo de los sistemas de frenado; en particular, la invención se refiere a un accionador de frenado electromecánico para un vehículo, en particular para al menos un vehículo ferroviario, y a un sistema de frenos.

Técnica anterior

En la siguiente descripción se hará referencia a las siguientes normas europeas, según la última versión disponible el 1 de abril de 2020:

- EN50126 [“Railway applications. The specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS);

- EN50128 [“Railway applications. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección ferroviaria”];

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

- 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 en función de los niveles SIL asignados basados en dichos resultados del análisis de seguridad.

Se sabe de la técnica anterior que:

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

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

- 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, es evidente que conviene mantener extremadamente limitadas y sencillas las funciones a desarrollar según los niveles de seguridad SIL $\geq$ 3.

La figura 1 ilustra un accionador 100 de frenado neumático según el estado de la técnica. La unidad mecánica 101 es conocida por un experto en la técnica como un tensor de holgura.

Con la sucesión de frenadas, las pastillas y los discos experimentan un desgaste continuo a lo largo del tiempo. Por lo tanto, el recorrido en ralentí del accionador de frenado aumentaría con el tiempo, aumentando en consecuencia los retrasos en la aplicación del frenado.

El objetivo del tensor de holgura es mantener una distancia constante en descanso, en la condición de no frenado, entre la superficie de frenado de las pastillas de freno y la superficie del disco, a medida que el espesor de las pastillas de freno y del disco disminuye continuamente, debido al desgaste causado por el frenado. De este modo, el retraso en la aplicación del frenado debido al recorrido en ralentí de las palancas se mantiene constante en el tiempo, permitiendo un cálculo preciso de los tiempos de frenado o distancias de parada del vehículo o tren, especialmente en caso de frenado de emergencia.

Los expertos en la técnica saben bien que el recorrido en ralentí de las palancas del accionador de frenado, en el punto de unión entre las palancas y el cilindro de frenado, se define como “dimensión A”, denominada en lo sucesivo distancia “A”.

A título meramente informativo, la dimensión A tiene un valor típico de 2 mm en el caso de un accionador de disco, y un valor típico de 6 mm en el caso de un accionador de rueda.

5 El mismo mecanismo de ajuste del desgaste de zapata y rueda se aplica en el caso de un dispositivo de frenado de zapata.

Es evidente la complejidad funcional de la unidad mecánica 101, con la consiguiente complejidad de montaje y ensayo, así como el coste final.

10 Desventajosamente, en los accionadores de frenado conocidos, el procedimiento para restablecer la distancia inicial A se realiza manualmente con cada sustitución del medio de fricción del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado por parte del operador encargado de sustituir el medio de fricción, y requiere atención y herramientas especiales.

15 La figura 2 ilustra un diagrama de bloques funcional para un accionador 200 de frenado electromecánico según la técnica anterior.

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

20 El módulo 207 de frenado de emergencia comprende un medio 208 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia, por ejemplo, un elemento de almacenamiento mecánico de energía potencial mecánica o energía cinética.

25 Esencialmente, el módulo 207 de frenado de emergencia está controlado por una señal eléctrica 210 y está dispuesto para poder asumir un primer estado en el que no libera la energía almacenada para realizar un frenado de emergencia cuando una señal 210 de solicitud de frenado de emergencia no indica la necesidad de una solicitud de frenado de emergencia. Además, el módulo 207 de frenado de emergencia controlado por una señal eléctrica 210 está dispuesto para ser capaz de asumir un segundo estado en el que libera la energía almacenada para realizar un frenado de emergencia cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia indica la presencia de una solicitud de frenado de emergencia y, por tanto, la necesidad de realizar un frenado de emergencia.

No es necesario para los fines de la presente invención entrar en una descripción más detallada del funcionamiento de dicho módulo 207 de frenado de emergencia.

35 Otro miembro de transmisión de fuerza (es decir, el brazo 211) está conectado a un medio de sensor 212 de fuerza, que está dispuesto para generar una señal eléctrica indicativa 213 de fuerza de frenado, cuyo valor es indicativo de la fuerza mecánica aplicada entre el miembro 211 de transmisión de fuerza y aún otro miembro de transmisión de fuerza (es decir, el brazo 216).

40 La señal eléctrica indicativa 213 de fuerza de frenado se introduce en una unidad 202 de control de frenado de servicio.

El brazo 216 está conectado al medio de sensor 212 de fuerza y al medio 217 de aplicación de fuerza de frenado.

45 El medio 217 de aplicación de la fuerza de frenado se representa gráficamente a modo de ejemplo recordando un dispositivo de frenado/accionador con zapatas de freno en una rueda; sin embargo, el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado puede, por ejemplo, adoptar otras formas, tales como un dispositivo/accionador de freno de palanca con pastillas en un disco.

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

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

55 La unidad 202 de control de frenado de servicio recibe como entrada al menos una señal 219 de posición angular que no indica exclusivamente la posición angular y la dirección de rotación de los miembros giratorios presentes dentro del módulo electromecánico 201.

60 En una posible realización no exclusiva, la al menos una señal 219 de posición angular incluye señales de posición angular generadas por sensores Hall que pertenecen a un motor de tipo BLDC.

A través de un método de conteo e integración realizado por la unidad 202 de control de frenado de servicio, la unidad 202 de control de frenado de servicio obtiene el valor de alargamiento instantáneo del brazo 206 continuamente a lo largo del tiempo, es decir, la posición del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado.

En otra posible realización, el medio 220 de sensor de posición (p. ej., un sensor de posición) lee la posición traslacional del brazo 206 indicando su valor de alargamiento instantáneo a la unidad 202 de control de frenado de servicio continuamente a lo largo del tiempo a través de una señal 221 de posición eléctrica, es decir, indicando la posición del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado.

5 El diagrama mostrado en la figura 3 ilustra la relación entre la posición P del brazo 206 y la fuerza F aplicada por el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado.

10 Suponiendo la posición inicial del brazo 206 correspondiente al valor de abscisa $P = -A$, es decir correspondiente a la posición de descanso correspondiente a la distancia A, la fuerza F aplicada tiene un valor nulo para toda la distancia recorrida por el brazo 206, desde el valor -A de abscisa y el valor 0, correspondiente al punto de contacto inicial entre el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado y el medio receptor de fuerza de frenado (un medio de disipación), es decir, el disco de frenado en el caso de frenos de disco, o la rueda en el caso de los frenos de ruedas.

15 Los valores P de posición positivos corresponden a los valores F de fuerza positiva aplicados por el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado.

El coeficiente angular del segmento E representa la elasticidad del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado. Cuanto mayor es la elasticidad, menor es el coeficiente angular.

20 Suponiendo ahora que el accionador ha aplicado una fuerza de frenado F' correspondiente a la posición P', al solicitar cancelar la fuerza de frenado, la unidad 202 de control de frenado de servicio ordena al módulo electromecánico 201 que retraiga el brazo 206 con una velocidad predeterminada.

25 Al mismo tiempo, la unidad 202 de control de frenado de servicio recibe el valor de la posición del brazo 206 a través de la señal 221 de posición, es decir, contando e integrando las revoluciones de los miembros giratorios del módulo electromecánico 201 a través de la al menos una señal 219 de posición angular.

30 Cuando la señal eléctrica indicativa 213 de fuerza de frenado indicativa del valor de fuerza F aplicada alcanza el valor nulo, la unidad 202 de control de frenado de servicio continúa ordenando al módulo electromecánico 201 que retraiga el brazo 206 hasta que se alcanza la posición -A.

De esta forma, el desgaste que sufren la zapata y la rueda se compensa en cada frenado.

35 La resolución dimensional recuperada corresponde a la resolución de medición de la posición 206 del brazo a través de los métodos descritos en la presente memoria hasta ahora.

40 La solución descrita elimina ventajosamente la unidad mecánica compleja 101 conocida como el tensor de holgura con un procedimiento de software simple realizado por la unidad 202 de control de frenado de servicio cada vez que se suelta el freno de servicio.

Un método similar a lo que se registra como técnica anterior descrita hasta ahora se reivindica en la patente europea EP3346155.

45 Es de la técnica anterior que la unidad 202 de control de frenado de servicio se desarrolla normalmente según niveles de seguridad $SIL \leq 2$ con respecto a las normas EN50128 y EN50129.

50 En dicho caso, un mal funcionamiento de la función del software que controla la recuperación de la distancia A puede ocurrir con una probabilidad específica del nivel de seguridad $SIL \leq 2$.

Dado que el software es el mismo en todos los accionadores de frenado de un tren, el software debe considerarse como una fuente de fallo en modo común, es decir, el fallo puede considerarse simultáneo en todo el tren.

55 Un mal funcionamiento de la función del software que controla el ajuste de la distancia A puede manifestarse en forma de no detenerse en el punto -A en el diagrama de la figura 3, continuando para retraer el brazo 206 a la posición -B de mantenimiento (posición de fin de recorrido), correspondiente a la posición requerida para el mantenimiento del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado. El mantenimiento del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado puede requerir, por ejemplo, la sustitución del medio de fricción de dicho medio 217 de aplicación de fuerza de frenado.

60 La posición -B puede ser de varias decenas de milímetros, lo que es un orden de magnitud mayor que la posición -A.

En este caso, el retardo de aplicación del frenado puede alcanzar valores de varios segundos.

65 Si se solicita un frenado de emergencia tras la aparición del fallo del software en modo común en todo el tren, a una velocidad típica de un tren regional de 160 km/h, la distancia de parada se alargará en unos 44 m por cada segundo de demora.

Esta consideración lleva a la determinación de que la función de software que controla la recuperación de la distancia A, y el hardware en el que se ejecuta, debe desarrollarse al mismo nivel de seguridad que el frenado de emergencia, es decir, la unidad 202 de control de frenado de servicio debe estar completamente desarrollado a un nivel SIL $\geq$ 3 según las normas EN50128 y EN50129

Desventajosamente, este requisito tiene un alto impacto en el coste de desarrollo y producción de la unidad de control del frenado de servicio, que ya es muy compleja en su solución actual que cumple con el nivel de seguridad SIL $\leq$ 2.

Resumen de la invención

Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es proporcionar un accionador de frenado electromecánico para un vehículo, particularmente para al menos un vehículo ferroviario, que pueda evitar una conducción inadecuada del medio de aplicación de la fuerza de frenado en la posición de mantenimiento.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un accionador de frenado electromecánico para un vehículo, particularmente para al menos un vehículo ferroviario, implementado mediante una solución de software, a bajo costo manteniendo todos los requisitos de seguridad compatibles con el freno de emergencia de última generación, pudiendo el accionador de frenado electromecánico, en algunas realizaciones, recuperar la distancia A, es decir, el consumo de la zapata y la rueda o de las pastillas y el disco.

Otro objetivo más de la presente invención es proporcionar un accionador de frenado electromecánico que tenga un procedimiento para el mantenimiento seguro del medio de aplicación de la fuerza de frenado.

Los objetivos y ventajas mencionados anteriormente y otros se consiguen, según un aspecto de la invención, mediante un accionador de frenado electroneumático, particularmente para al menos un vehículo ferroviario, que tiene las características definidas en la reivindicación 1; mediante un accionador de frenado electromecánico para un vehículo, particularmente para al menos un vehículo ferroviario, que tiene las características definidas en la reivindicación 9; y mediante un sistema de frenos que tiene las características definidas en la reivindicación 15.

Las realizaciones preferidas de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes, cuyo contenido debe entenderse como una 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 de frenado electromecánico para un vehículo, particularmente para al menos un vehículo ferroviario según la invención. Se hace referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

- la figura 1 ilustra un accionador de frenado de tipo neumático según la técnica anterior;
- la figura 2 ilustra un primer ejemplo no exclusivo de un diagrama funcional de un accionador de frenado electromecánico según la técnica anterior;
- la figura 3 ilustra un diagrama que vincula la fuerza de frenado aplicada a una zapata de freno, es decir, pastillas de freno, con el recorrido lineal de uno o más miembros de transmisión de fuerza de frenado presentes;
- la figura 4 ilustra una realización de un accionador de frenado electromecánico;
- la figura 5 ilustra una realización alternativa de un accionador de frenado electromecánico;
- la figura 6 ilustra una realización de un sistema de frenos que incluye una pluralidad de accionadores de frenado.

Descripción detallada

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 puede asumir otras realizaciones e 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.

En una primera realización, un accionador 400 de frenado electromecánico para al menos un vehículo, particularmente para al menos un vehículo ferroviario, según la invención comprende una unidad 202 de control de frenado de servicio dispuesta para recibir una señal eléctrica 203 de solicitud de fuerza de frenado de servicio y para generar una señal 204 de control de fuerza de frenado, cuyo valor es una función de dicha señal eléctrica 203 de solicitud de fuerza de frenado de servicio.

Además, el accionador electromecánico 400 comprende un módulo electromecánico 201 dispuesto para recibir la señal 204 de control de fuerza de frenado generada por la unidad 202 de control de frenado de servicio y para generar una fuerza de frenado, cuyo valor es función de la señal 204 de control de fuerza de frenado. El módulo electromecánico 201 está dispuesto también para recibir energía a través de dicha señal 204 de control de fuerza de frenado. En este caso, la señal 204 puede considerarse una señal de control de energía y fuerza de frenado.

Además, el accionador electromecánico 400 comprende al menos un miembro 206, 211, 216 de transmisión de fuerza dispuesto para transmitir la fuerza de frenado generada por el módulo electromecánico 201 al medio 217 de aplicación de fuerza de frenado. El al menos un miembro 206, 211, 216 de transmisión de fuerza está dispuesto para ser controlado por el módulo electromecánico 201 para trasladarse a lo largo de un eje Xt de traslación. Trasladar el al menos un miembro 206, 211, 216 de transmisión de fuerza según una primera dirección de aplicación da como resultado un aumento en la fuerza de frenado aplicada por el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado, y trasladar el al menos un miembro 206, 211, 216 de transmisión de fuerza según una segunda dirección de aplicación opuesta a la primera dirección de aplicación da como resultado una disminución en la fuerza de frenado aplicada por el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado.

Aún más, el accionador electromecánico 400 comprende una unidad 401 de seguridad dispuesta para:

- recibir una señal 221 de posición eléctrica, cuyo valor es indicativo de la posición de dicho medio 217 de aplicación de fuerza de frenado a lo largo de dicho eje Xt de traslación;

- determinar una posición instantánea del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado a partir de la señal 221 de posición eléctrica; y

- a través de un primer medio 403 de interrupción, impedir que la señal 204 de control de fuerza de frenado emitida por la unidad 202 de control de frenado de servicio llegue al módulo electromecánico 201, cuando:

- a) a partir del valor de la señal 221 de posición eléctrica, la unidad 401 de seguridad determina que el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado está en una posición a lo largo de un eje Xb de aplicación de fuerza entre una posición de servicio a una primera distancia -B de dicho medio receptor de fuerza de frenado y una posición de descanso a una segunda distancia -A de dicho medio receptor 218 de fuerza de frenado, que es menor que dicha primera distancia -B;

- b) la unidad de seguridad, basado en los cambios en el valor de la señal 221 de posición eléctrica a lo largo del tiempo, determina que el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado se mueve desde la posición de descanso hasta la posición de mantenimiento.

Como puede verse, el eje Xt de traslación y el eje de aplicación de la fuerza Xb de frenado pueden ser coincidentes, o paralelos, o estar en planos diferentes.

Preferiblemente, la unidad 401 de seguridad puede estar dispuesta para recibir una señal 222 de solicitud de mantenimiento dispuesta para asumir un primer valor indicativo de la falta de necesidad de llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado a la posición de mantenimiento, y para asumir un segundo valor indicativo de la necesidad de llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado a la posición de mantenimiento. En este caso, la unidad 401 de seguridad puede estar dispuesta para:

- a través del primer medio 403 de interrupción, impedir que la señal 204 de control de fuerza de frenado emitida por la unidad 202 de control de frenado de servicio llegue al módulo electromecánico 201, cuando:

- a) la señal 222 de solicitud de mantenimiento asume su primer valor y la unidad 401 de seguridad determina, a partir del valor de la señal 221 de posición eléctrica, que el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado está en una posición a lo largo de dicho eje Xb de aplicación de fuerza de frenado entre dicha posición de mantenimiento y la posición de descanso;

- b) la unidad de seguridad, basado en los cambios en el valor de la señal 221 de posición eléctrica a lo largo del tiempo, determina que el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado se mueve desde la posición de descanso hasta la posición de mantenimiento.

Preferiblemente, la unidad 401 de seguridad está dispuesta además para recibir una señal 223 de validación de mantenimiento, dispuesta para asumir un primer valor indicativo de una falta de confirmación de permiso para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado a la posición de mantenimiento, para asumir un segundo valor indicativo de una confirmación de permiso para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado a la posición de mantenimiento. En este caso, la unidad 401 de seguridad puede estar dispuesta para:

- a través del primer medio 403 de interrupción, impedir que la señal 204 de control de fuerza de frenado emitida por la unidad 202 de control de frenado de servicio llegue al módulo electromecánico 201, cuando:

- a) la señal 222 de solicitud de mantenimiento y la señal 223 de validación de mantenimiento asumen sus respectivos primeros valores, y la unidad 401 de seguridad determina, a partir del valor de la señal 221 de posición

eléctrica, que el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado está en una posición a lo largo de dicho eje Xb de aplicación de fuerza de frenado entre dicha posición de mantenimiento y dicha posición de descanso;

- 5 b) la unidad de seguridad, basado en los cambios en el valor de la señal 221 de posición eléctrica a lo largo del tiempo, determina que el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado se mueve desde la posición de descanso hasta la posición de mantenimiento.

De lo contrario, o adicionalmente, la unidad 401 de seguridad puede estar dispuesta para:

- 10 - a través del primer medio 403 de interrupción, impedir que la señal 204 de control de fuerza de frenado emitida por la unidad 202 de control de frenado de servicio llegue al módulo electromecánico 201, cuando la señal 222 de solicitud de mantenimiento y la señal 223 de validación de mantenimiento asumen valores diferentes entre sí (es decir, valores discordantes, p. ej., la señal 222 de solicitud de mantenimiento asume su primer valor y la señal 223 de validación de mantenimiento no asume su primer valor, o, la señal 222 de solicitud de mantenimiento asume su segundo valor y la
15 señal 223 de validación de mantenimiento no asume su segundo valor), y la unidad 401 de seguridad determina, a partir de la señal 221 de posición eléctrica, que el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado está en una posición a lo largo de dicho eje Xb de aplicación de fuerza de frenado entre dicha posición de mantenimiento y dicha posición de descanso;

De lo contrario, o adicionalmente, dicha unidad 401 de seguridad también puede estar dispuesta para:

- 20 - a través del primer medio 403 de interrupción, permitir que la señal 204 de control de fuerza de frenado emitida por la unidad 202 de control de frenado de servicio llegue al módulo electromecánico 201, cuando la señal 222 de solicitud de mantenimiento y la señal 223 de validación de mantenimiento asumen sus respectivos segundos valores, y la unidad 401 de seguridad determina, a partir de la señal 221 de posición eléctrica, que el medio 217 de
25 aplicación de fuerza de frenado está en la posición de descanso.

Además, la unidad 401 de seguridad puede estar dispuesta, a través del primer medio 403 de interrupción, para evitar que la señal 204 de control de fuerza de frenado emitida por la unidad 202 de control de frenado de servicio llegue al módulo electromecánico 201, cuando:

- 30 - la señal 222 de solicitud de mantenimiento y la señal 223 de validación de mantenimiento asumen sus segundos valores respectivos; y
- la unidad 401 de seguridad determina, a partir de la señal 221 de posición eléctrica, que el medio 217 de
35 aplicación de fuerza de frenado están en dicha posición de mantenimiento.

Preferiblemente, el accionador 400 de frenado electromecánico puede comprender un medio sensor de fuerza, tal como un sensor de fuerza, dispuesto para generar una señal eléctrica indicativa 213 de fuerza de frenado, cuyo valor es indicativo del valor de la fuerza de frenado generada por el módulo electromecánico 201. En realizaciones en donde solo está presente
40 la señal 222 de solicitud de mantenimiento, la unidad 202 de control de frenado de servicio puede entonces disponerse para recibir la señal eléctrica indicativa 213 de fuerza de frenado, y cuando el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado está en dicha posición de mantenimiento y la señal 222 de solicitud de mantenimiento asume su primer valor:

- 45 - la unidad 401 de seguridad puede estar dispuesta, a través del primer medio 403 de interrupción, para permitir que la señal 204 de control de fuerza de frenado emitida por la unidad 202 de control de frenado de servicio llegue nuevamente al módulo electromecánico 201;

- la unidad 202 de control de frenado de servicio puede estar dispuesta, por medio de la señal 204 de control de fuerza de frenado, para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado a una posición de aplicación de frenado en contacto con dicho medio receptor 218 de fuerza de frenado, en la que la unidad 202 de control de frenado de servicio está dispuesto para determinar que el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado ha alcanzado la posición de aplicación de frenado cuando dicha señal eléctrica indicativa 213 de fuerza de frenado, después de haber asumido un valor nulo, asume un valor no nulo (es decir, cambia de un valor nulo a un valor no nulo);
50

- 55 - cuando dicho medio 217 de aplicación de fuerza de frenado alcanza la posición de aplicación de frenado en contacto con dicho medio receptor 218 de fuerza de frenado, la unidad 202 de control de frenado de servicio puede estar dispuesta, a través de la señal 204 de control de fuerza de frenado, para poner el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado en una nueva posición de descanso que tiene nuevamente dicha segunda distancia -A desde la posición de aplicación de frenado determinada.
60

En realizaciones en donde la señal 222 de solicitud de mantenimiento y la señal 223 de validación de mantenimiento están presentes, cuando el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado está en la posición de mantenimiento y la señal 222 de solicitud de mantenimiento y la señal 223 de validación de mantenimiento asumen sus primeros valores respectivos:

- la unidad 401 de seguridad puede estar dispuesta, a través del primer medio 403 de interrupción, para permitir que la señal 204 de control de fuerza de frenado emitida por la unidad 202 de control de frenado de servicio llegue nuevamente al módulo electromecánico 201;

- la unidad 202 de control de frenado de servicio puede estar dispuesta, a través de la señal 204 de control de fuerza de frenado, para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado a una posición de aplicación de frenado en contacto con dicho medio receptor 218 de fuerza de frenado, en la que la unidad 202 de control de frenado de servicio está dispuesta para determinar que la posición de aplicación de frenado coincide con la posición del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado cuando dicha señal eléctrica indicativa 213 de fuerza de frenado, después de haber asumido un valor nulo, asume un valor no nulo (es decir, cambia de un valor nulo a un valor no nulo);

- cuando dicho medio 217 de aplicación de fuerza de frenado alcanza la posición de aplicación de frenado en contacto con dicho medio receptor 218 de fuerza de frenado, la unidad 202 de control de frenado de servicio puede estar dispuesta, a través de la señal 204 de control de fuerza de frenado, para poner el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado en una nueva posición de descanso que tiene nuevamente dicha segunda distancia -A desde la posición de aplicación de frenado determinada.

Además, cuando la señal eléctrica indicativa 213 de fuerza de frenado, después de asumir un valor no nulo, asume nuevamente un valor nulo (es decir, cambia de un valor no nulo a un valor nulo), la unidad 202 de control de frenado de servicio puede estar dispuesta para determinar una posición de liberación de frenado en donde el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado ya no están en contacto con dicho medio receptor 218 de fuerza de frenado;

la unidad 202 de control de frenado de servicio puede estar dispuesta para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado, a través de dicha señal 204 de control de fuerza de frenado, a una nueva posición de descanso que tiene nuevamente dicha segunda distancia -A desde la posición de liberación de frenado determinada.

En una segunda realización, el módulo electromecánico 201 del accionador 400 de frenado electromecánico para un vehículo, particularmente para al menos un vehículo ferroviario, en lugar de recibir una alimentación eléctrica a través de la señal 204 de control de fuerza de frenado, recibe una alimentación eléctrica a través de una señal 405 de alimentación eléctrica especial.

En dicho caso, la unidad 401 de seguridad estará dispuesta, a través de un primer medio 403' de interrupción, para evitar que la señal 405 de energía llegue al módulo electromecánico 201, cuando:

a) a partir del valor de la señal 221 de posición eléctrica, la unidad 401 de seguridad determina que el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado está en una posición a lo largo de un eje Xt de aplicación de fuerza de frenado entre una posición de servicio a una primera distancia -B de dicho medio receptor de fuerza de frenado y una posición de descanso a una segunda distancia -A de dicho medio receptor de fuerza de frenado, que es menor que dicha primera distancia -B;

b) la unidad de seguridad, basado en los cambios en el valor de la señal 221 de posición eléctrica a lo largo del tiempo, determina que el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado se mueve desde la posición de descanso hasta la posición de mantenimiento.

Preferiblemente, también para esta segunda realización, la unidad 401 de seguridad también puede recibir la señal 222 de solicitud de mantenimiento. En dicho caso, la unidad 401 de seguridad puede disponerse, mediante un primer medio 403' de interrupción, para evitar que la señal 405 de energía llegue al módulo electromecánico 201, cuando:

a) la unidad 401 de seguridad determina, a partir del valor de la señal 221 de posición eléctrica, que el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado está en una posición a lo largo del eje Xt de aplicación de fuerza de frenado entre dicha posición de mantenimiento y la posición de descanso;

b) la unidad de seguridad, basado en los cambios en el valor de la señal 221 de posición eléctrica a lo largo del tiempo, determina que el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado se mueve desde la posición de descanso hasta la posición de mantenimiento.

Preferiblemente, también para esta segunda realización la unidad 401 de seguridad puede estar dispuesta para recibir la señal 223 de validación de mantenimiento. En dicho caso, dicha unidad 401 de seguridad puede disponerse, mediante un primer medio 403' de interrupción, para evitar que la señal 405 de energía llegue al módulo electromecánico 201, cuando:

a) la señal 222 de solicitud de mantenimiento y la señal 223 de validación de mantenimiento asumen sus respectivos primeros valores, y la unidad 401 de seguridad determina, a partir del valor de la señal 221 de posición eléctrica, que el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado está en una posición a lo largo de dicho eje Xb de aplicación de fuerza de frenado entre dicha posición de mantenimiento y dicha posición de descanso;

b) la unidad de seguridad, basado en los cambios en el valor de la señal 221 de posición eléctrica a lo largo del tiempo, determina que el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado se mueve desde la posición de descanso hasta la posición de mantenimiento.

5 De lo contrario, o adicionalmente, la unidad 401 de seguridad puede estar dispuesta para:

- a través del primer medio 403' de interrupción, impedir que la señal 405 de energía llegue al módulo electromecánico 201, cuando la señal 222 de solicitud de mantenimiento y la señal 223 de validación de mantenimiento asumen valores diferentes entre sí (es decir, valores discordantes, por ejemplo la solicitud de mantenimiento la señal 222 asume su primer valor y la señal 223 de validación de mantenimiento no asume su primer valor, o la señal 222 de solicitud de mantenimiento asume su segundo valor y la señal 223 de validación de mantenimiento no asume su segundo valor), y la unidad 401 de seguridad determina, a partir de la señal 221 de posición eléctrica, que el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado está en una posición a lo largo de dicho eje Xb de aplicación de fuerza de frenado entre dicha posición de mantenimiento y dicha posición de descanso.

15 De lo contrario, o adicionalmente, la unidad 401 de seguridad también puede estar dispuesta para:

- a través de un primer medio 403' de interrupción, permitir que la señal 405 de energía llegue al módulo electromecánico 201, cuando la señal 222 de solicitud de mantenimiento y la señal 223 de validación de mantenimiento asuman sus respectivos segundos valores, y la unidad 401 de seguridad determina, a partir del valor de la señal 221 de posición eléctrica, que el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado está en la posición de descanso.

Preferiblemente, con referencia a la segunda realización, la unidad 401 de seguridad puede disponerse además, a través del segundo medio 406 de interrupción, para evitar que la señal 204 de control de fuerza de frenado emitida por la unidad 202 de control de frenado de servicio alcance el módulo electromecánico 201, cuando la unidad de seguridad evita, a través de dicho primer medio 403' de interrupción, que la señal 405 de energía llegue al módulo electromecánico 201.

También en esta segunda realización, el accionador electromecánico 400 puede comprender un medio de sensor 212 de fuerza dispuesto para generar una señal eléctrica indicativa 213 de fuerza de frenado, cuyo valor es indicativo del valor de dicha fuerza de frenado generada por el módulo electromecánico 201. La unidad de control de frenado de servicio puede estar dispuesta para recibir dicha señal eléctrica 213 indicativa de la fuerza de frenado.

En el caso en donde solo existe la señal 222 de solicitud de mantenimiento, cuando el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado está en la posición de mantenimiento y la señal 222 de solicitud de mantenimiento toma su primer valor:

- la unidad 401 de seguridad puede estar dispuesta, a través del primer medio 403' de interrupción, para permitir que la señal 405 de energía llegue nuevamente al módulo electromecánico 201;

- la unidad 202 de control de frenado de servicio puede estar dispuesta, a través de la señal 204 de control de fuerza de frenado, para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado a una posición de aplicación de frenado en contacto con el medio receptor 218 de fuerza de frenado, en donde la unidad 202 de control de frenado de servicio está dispuesta para determinar que el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado ha alcanzado la posición de aplicación de frenado cuando la señal eléctrica indicativa 213 de fuerza de frenado, después de asumir un valor nulo, asume un valor no nulo;

- cuando el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado alcanza la posición de aplicación de frenado en contacto con el medio receptor 218 de fuerza de frenado, la unidad 202 de control de frenado de servicio puede estar dispuesta, a través de la señal 204 de control de fuerza de frenado, para poner el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado en una nueva posición de descanso que tiene nuevamente dicha segunda distancia -A desde la posición de aplicación de frenado determinada.

En el caso en donde la señal 222 de solicitud de mantenimiento y la señal 223 de validación de mantenimiento están presentes, cuando el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado están en la posición de mantenimiento, y la señal 222 de solicitud de mantenimiento y la señal 223 de validación de mantenimiento asumen sus primeros valores respectivos:

- la unidad 401 de seguridad puede estar dispuesta, a través del primer medio 403' de interrupción, para permitir que la señal 405 de energía llegue nuevamente al módulo electromecánico 201;

- la unidad 202 de control de frenado de servicio puede estar dispuesta, a través de la señal 204 de control de fuerza de frenado, para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado a una posición de aplicación de frenado en contacto con dicho medio receptor 218 de fuerza de frenado, en donde la unidad 202 de control de frenado de servicio está dispuesta para determinar que la posición de aplicación de frenado coincide con la posición en la que dicho medio 217 de aplicación de fuerza de frenado está ubicado cuando dicha señal eléctrica indicativa 213 de fuerza de frenado, después de asumir un valor nulo, asume un valor no nulo (es decir, cambia de un valor nulo a un valor no nulo);

- cuando el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado alcanza la posición de aplicación de frenado en contacto con el medio receptor 218 de fuerza de frenado, la unidad 202 de control de frenado de servicio puede

estar dispuesta, a través de la señal 204 de control de fuerza de frenado, para poner el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado en una nueva posición de descanso que tiene nuevamente dicha segunda distancia -A desde la posición de aplicación de frenado determinada.

5 Además, cuando la señal eléctrica indicativa 213 de fuerza de frenado, después de asumir un valor no nulo, asume nuevamente un valor nulo, la unidad 202 de control de frenado de servicio puede estar dispuesta para determinar una posición de liberación de frenado en la que el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado ya no está en contacto con dicho medio receptor 218 de fuerza de frenado. La unidad 202 de control de frenado de servicio puede estar dispuesta para llevar, a través de la señal 204 de control de fuerza de frenado, el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado a una nueva posición de descanso que tiene nuevamente dicha segunda distancia -A desde la posición de liberación de frenado determinada.

15 Aún con referencia a todas las realizaciones descritas en la presente memoria hasta ahora, la señal 221 de posición eléctrica puede generarse mediante un medio 220 de sensor de posición dispuesto para medir una posición de al menos un miembro 206, 211, 216 de transmisión de fuerza a lo largo del eje Xt de traslación. De lo contrario, el módulo electromecánico 201 puede incluir al menos un miembro mecánico giratorio y la señal 221 de posición eléctrica puede generarse mediante un medio de sensor de posición angular dispuesto para medir la posición angular y la dirección de rotación de al menos un miembro giratorio 201 del módulo electromecánico.

20 Aún con referencia a todas las realizaciones descritas en la presente memoria hasta ahora, el accionador electromecánico 400 puede comprender un módulo 207 de frenado de emergencia que incluye un medio 208 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia dispuesto para almacenar energía que se utilizará para al menos un frenado de emergencia. En dicho caso, el módulo 207 de frenado de emergencia puede estar dispuesto para recibir una señal 210 de solicitud de frenado de emergencia y asumir un primer estado en donde no libera energía almacenada en el medio 208 de almacenamiento de frenado de emergencia cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia no asume un valor indicativo de una necesidad de realizar un frenado de emergencia, y un segundo estado en donde libera energía almacenada en el medio 208 de almacenamiento de frenado de emergencia cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia asume un valor indicativo de una necesidad de realizar un frenado de emergencia.

30 Aún con referencia a todas las realizaciones descritas en la presente memoria hasta ahora, la unidad 401 de seguridad puede desarrollarse según un nivel de integridad de seguridad SIL mayor que un nivel de integridad de seguridad SIL con el que se desarrolla la unidad 202 de control de frenado de servicio. Además, la unidad 401 de seguridad puede desarrollarse según un nivel de integridad de seguridad $SIL \geq 3$. Además, la unidad 401 de seguridad puede incluir un microprocesador y/o una FPGA.

35 A continuación, con referencia a la figura 4, el funcionamiento del accionador 400 de frenado se describe en detalle en otras palabras, con referencia a realizaciones en donde el módulo electromecánico 201 recibe energía a través de la señal 204 de control de fuerza de frenado.

40 En esta primera realización ilustrativa, el accionador 400 de frenado electromecánico se proporciona tanto para frenado de servicio como de emergencia.

El accionador 400 de frenado electromecánico comprende un módulo electromecánico 201 para generar una primera fuerza de frenado dispuesta para recibir la señal 204 de control de fuerza de frenado y para generar la fuerza de frenado, cuyo valor es una función de dicha señal 204 de control de fuerza de frenado.

45 El módulo electromecánico 201 puede comprender, por ejemplo, un motor eléctrico 230, no exclusivamente conectado a un reductor 231 de velocidad mecánico. Además, el módulo electromecánico 201 puede comprender un miembro de conversión mecánica para convertir de un movimiento rotacional 232 a un movimiento traslacional. Este miembro de conversión mecánica para convertir del movimiento rotacional 232 a traslacional puede ser accionado directamente por el motor eléctrico 230 o, posiblemente, por el reductor 231 de velocidad mecánico. El miembro de conversión mecánica para convertir de movimiento rotacional 232 a traslacional puede estar dispuesto para transmitir la fuerza de frenado a una pluralidad de miembros 206, 211, 216 de transmisión de fuerza dispuestos para transmitir la fuerza de frenado desde el módulo electromecánico 201 hasta el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado. El medio 217 de aplicación de fuerza de frenado puede ser al menos un dispositivo 217 de aplicación de fuerza de frenado.

A lo largo de la cadena de transmisión de fuerza mecánica, puede estar presente el módulo 207 de frenado de emergencia, que comprende un medio 208 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia, tal como por ejemplo un elemento de almacenamiento de energía potencial mecánico o un elemento de almacenamiento de energía cinética.

60 Esencialmente, el módulo 207 de frenado de emergencia puede controlarse mediante la señal eléctrica 210 de solicitud de frenado de emergencia, y puede estar dispuesta para tener un primer estado donde no libera energía almacenada en el medio 208 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia para un frenado de emergencia, cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia no indica una solicitud de frenado de emergencia, y un segundo estado donde libera la energía almacenada en el medio 208 de almacenamiento de energía de frenado de emergencia para aplicar un frenado de emergencia, cuando la señal 210 de solicitud de frenado de emergencia indica una solicitud de un frenado de emergencia.

El módulo electromecánico 201 puede estar dispuesto para generar al menos la señal 219 de posición angular, que indica el valor de posición angular de uno de los elementos giratorios comprendidos en el módulo electromecánico.

5 Si el motor eléctrico 230 es un motor eléctrico de tipo BLDC, la al menos una señal 219 de posición angular que indica el valor de posición angular puede no comprender exclusivamente señales generadas por sensores Hall de dicho motor eléctrico 230 de tipo BLDC.

10 Alternativamente, no exclusivamente, la al menos una señal 219 de posición angular que indica el valor de posición angular de uno de los elementos giratorios comprendidos en el módulo electromecánico 201 puede comprender señales generadas por sensores magnéticos que indican la cantidad y dirección de rotación de uno de los elementos mecánicos giratorios comprendidos en el módulo electromecánico 201.

15 Aún con referencia a la figura 4, el accionador 400 de frenado electromecánico puede comprender además un medio 212 de sensor de fuerza dispuestos para medir dicha fuerza de frenado generada por el módulo electromecánico 201 y para generar una señal eléctrica indicativa 213 de fuerza 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. Un medio de sensor de fuerza pueden ser, por ejemplo, un sensor de fuerza del tipo de célula de carga.

20 Además, el accionador 400 de frenado electromecánico puede comprender, pero no se limita a, un medio 220 de sensor de posición dispuestos para medir la posición traslacional de los miembros 206, 211, 216 de transmisión de fuerza dispuestos para transmitir la fuerza de frenado desde el módulo electromecánico 201 al medio 217 de aplicación de fuerza de frenado. Dicho medio 220 de sensor de posición está dispuesto además para generar la señal 221 de posición eléctrica.

25 El valor de la señal 221 de posición eléctrica es indicativo de la posición traslacional del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado.

El medio 220 de sensor de posición puede ser, por ejemplo, un sensor óptico de posición lineal, o un transformador lineal LVDT, o un sensor magnético de posición lineal.

30 Además, el accionador 400 de frenado electromecánico puede comprender una primera unidad 202 de control de frenado de servicio dispuesta para recibir al menos:

- 35 - una señal eléctrica 203 de solicitud de fuerza de frenado de servicio;
- una alimentación eléctrica 205;
- una señal eléctrica indicativa 213 de fuerza de frenado;
- 40 - la señal 221 de posición eléctrica que indica la posición traslacional del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado;
- la señal eléctrica 219 de posición angular que indica la posición angular de una de las partes giratorias que constituyen el módulo electromecánico 201;
- 45 - la señal 222 de solicitud de mantenimiento indicativa de la necesidad de sustituir el medio de fricción del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado, teniendo un primer estado en el que no presenta una solicitud para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado hacia la posición -B de mantenimiento, un segundo estado en donde presenta una solicitud para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado hacia la posición -B de mantenimiento, para facilitar el mantenimiento del medio de aplicación de fuerza de frenado;
- 50 - una señal 223 de validación de mantenimiento indicativa de la validación de la necesidad de reemplazar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado que tiene un primer estado en donde no confirma el permiso para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado hacia la posición -B de mantenimiento, y un segundo estado en donde confirma el permiso para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado hacia la posición -B de mantenimiento.
- 55

La unidad 202 de control de frenado de servicio puede estar dispuesta además para controlar el módulo electromecánico 201, a través de la señal 204 de control de fuerza de frenado para generar la fuerza de frenado para que tenga un valor correspondiente, es decir, que sea una función de, el valor de la señal 203 de solicitud de fuerza de frenado de servicio.

60 Además, la unidad 202 de control de frenado de servicio puede estar dispuesta para realizar el cálculo de integrar el cambio de posición angular indicado por la señal 219 de posición angular y convertirlo en un valor de posición traslacional de los medios 206, 211, 216 de transmisión de fuerza dispuestos para transmitir la fuerza de frenado desde el módulo electromecánico 201 al medio 217 de aplicación de fuerza de frenado.

65

Si, durante la aplicación de un frenado de servicio, la unidad 202 de control de frenado de servicio recibe una solicitud para restablecer la fuerza de frenado de servicio, la unidad 202 de control de frenado de servicio reduce la fuerza de frenado monitorizando continuamente el valor de fuerza indicado por la señal eléctrica indicativa 213 de fuerza de frenado.

5 En el instante en que la señal eléctrica indicativa 213 de fuerza de frenado, que indica el valor de la fuerza de frenado, indica el valor nulo de la fuerza de frenado, la unidad 202 de control del frenado de servicio está dispuesta para:

- almacenar el valor de posición traslacional del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado como punto de referencia "cero" para la medición de la distancia -A de descanso;

10 - mediante la al menos una señal 204 de control de fuerza de frenado, ordenar al módulo electromecánico 201 que mantenga inalterada la dirección de rotación del motor eléctrico, a una velocidad de rotación predeterminada;

15 - monitorear continuamente la variación de la posición traslacional del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado, obteniéndose dicha posición traslacional mediante la señal 221 de posición eléctrica que indica la posición traslacional del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado, obteniéndose dicha posición traslacional alternativamente realizando la operación de integrar la variación de posición angular indicada por la señal 219 de posición angular asociada con uno de los miembros mecánicos giratorios comprendidos en el módulo electromecánico 201, y convertir dicha variación de posición angular en un valor de posición traslacional del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado;

20 - cuando la posición traslacional del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado ha alcanzado la distancia -A, dentro de un cierto rango de tolerancia predeterminado con respecto al punto de referencia "cero" almacenado en la primera etapa, ordenar al módulo electromecánico 201 que detenga la rotación, habiendo alcanzado la posición de descanso deseada, es decir, la distancia -A.

25 Además, cuando la posición traslacional del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado ha alcanzado la distancia -A, la unidad 202 de control de frenado de servicio está dispuesta para:

30 - monitorear continuamente el estado de la señal 222 de solicitud de mantenimiento y la señal 223 de validación de mantenimiento;

35 - cuando la señal 222 de solicitud de mantenimiento está en su primer estado en el que no presenta una solicitud para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado a la posición -B de mantenimiento, o cuando la señal 223 de validación de mantenimiento está en su primer estado en donde no confirma el permiso para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado hacia la posición -B de mantenimiento, la unidad 202 de control de frenado de servicio no realiza ninguna acción, en espera de la llegada de una nueva solicitud de fuerza de frenado a través de la señal 203;

40 - cuando al mismo tiempo la señal 222 de solicitud de mantenimiento asume su segundo estado en el que presenta una solicitud para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado a la posición -B de mantenimiento, y la señal 223 de validación de mantenimiento asume su segundo estado en el que confirma permiso para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado a la posición -B de mantenimiento, la unidad 202 de control de frenado de servicio ordena al módulo electromecánico 201 que lleve el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado hacia la posición -B de mantenimiento, permitiendo al operador encargado de mantener el medio de aplicación de fuerza de frenado, por ejemplo, para sustituir el medio de fricción del medio de aplicación de fuerza de frenado;

45 - del estado anterior, es decir, el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado está en la posición -B de mantenimiento, cuando la señal 222 de solicitud de mantenimiento ha asumido su primer estado en el que no presenta una solicitud para poner el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado en la posición -B de mantenimiento, y la señal 223 de validación de mantenimiento ha asumido su primer estado en el que no confirma el permiso para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado a la posición -B de mantenimiento, la unidad 202 de control de frenado de servicio ordena al módulo electromecánico 201 que ponga el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado en contacto con el disco en el caso de un freno de disco, o la rueda en el caso de un freno de rueda.

55 En el instante en que la señal eléctrica indicativa 213 de fuerza de frenado indica un valor de fuerza de frenado mayor que el valor nulo, es decir, indica que el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado han entrado en contacto con el disco en el caso de un freno de disco, o la rueda en el caso de un freno de rueda, la unidad 202 de control de frenado de servicio vuelve a realizar las comprobaciones descritas anteriormente para alcanzar la posición -A de descanso.

60 Por lo tanto, el accionador electromecánico 400 ha restablecido correctamente la posición del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado después del mantenimiento del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado.

El accionador 400 de frenado electromecánico comprende además la unidad 401 de seguridad dispuesta para recibir al menos:

65 - la señal eléctrica indicativa 213 de fuerza de frenado;

- la señal 221 de posición eléctrica indicativa de la posición traslacional que indica la posición traslacional del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado;

5 - la señal eléctrica 219 de posición angular que indica la posición angular de uno de los miembros giratorios del módulo electromecánico 201;

- la señal 222 de solicitud de mantenimiento para una solicitud de mantenimiento del medio de fricción del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado;

10 - la señal 223 de validación de mantenimiento.

La unidad 202 de control de frenado de servicio está dispuesta para realizar el cálculo de integrar el cambio de posición angular indicado por la señal 219 de posición angular y convertirlo en un valor de posición traslacional de los miembros 206, 211, 216 de transmisión de fuerza dispuestos para transmitir la fuerza de frenado desde el módulo electromecánico 201 al medio 217 de aplicación de fuerza de frenado.

En el ejemplo de la figura 4, la unidad 401 de seguridad está dispuesta para generar una señal 402 de control para controlar el primer medio 403 de interrupción (p. ej., un dispositivo de interrupción tal como un interruptor controlado, relé, etc.), para interrumpir o no interrumpir la señal 204 de control de fuerza de frenado que también proporciona energía.

20 Cuando la señal 405 de energía y la señal 204 de control de fuerza de frenado están presentes, véase el ejemplo en la figura 5, la unidad 401 de seguridad puede estar dispuesta para generar una señal 402 de control para controlar el primer medio 403' de interrupción que interrumpen o no interrumpen la señal 405 de energía, y/o para controlar el segundo medio 406 de interrupción (p. ej., un dispositivo de interrupción tal como un interruptor controlado, relé, etc.), que interrumpen o no interrumpen la señal 204 de control de fuerza de frenado.

30 Cuando la señal 204 de control de fuerza de frenado suministra energía al módulo electromecánico 201, el primer medio 403 de interrupción está dispuesto, cuando la señal 402 de control no ordena interrumpir el control y la energía al módulo electromecánico 201, para permitir que la unidad de control de frenado de servicio alimente de energía y controle el módulo electromecánico 201 a través de al menos una señal 204 de control de fuerza de frenado. Además, el primer medio 403 de interrupción está dispuesto, cuando la señal 402 de control ordena interrumpir el control y la energía al módulo electromecánico 201, para evitar que la unidad de control de frenado de servicio alimente de energía y controle el módulo electromecánico 201 a través de al menos una señal 204 de control forzando al módulo electromecánico 201 a mantener el miembro de transmisión 206 en su posición actual en el instante de la interrupción de al menos una señal 204 de control.

35 Cuando la señal 405 de energía está presente, véase por ejemplo la figura 5, el primer medio 403' de interrupción está dispuesto en su lugar, cuando la primera señal 402 de control no ordena interrumpir la energía al módulo electromecánico 201, para proporcionar energía al módulo 201 electromecánico a través de la señal 405 de energía, y cuando la primera señal 402 de control ordena interrumpir la energía al módulo electromecánico 201, para interrumpir la energía al módulo electromecánico 201 procedente de la señal 405 de energía, obligando al módulo electromecánico 201 a mantener el brazo 206 de transmisión en la posición actual en el instante de la interrupción de al menos una señal 204 de control y potencia.

40 En otras palabras, al controlar la señal 402, la unidad 401 de seguridad puede permitir o impedir el control del módulo electromecánico 201 por parte de la unidad 202 de control de frenado de servicio.

45 La unidad 401 de seguridad puede monitorear continuamente la señal indicativa 213 de fuerza de frenado. En el instante en que la señal indicativa 213 de fuerza de frenado cambia de un valor de fuerza mayor que cero y un valor de fuerza de frenado de cero, la unidad 401 de seguridad lleva a cabo las siguientes etapas:

50 - almacena el valor de la posición traslacional del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado como punto de referencia "cero" para la medición de la distancia -A de descanso;

55 - monitoriza continuamente la variación de la posición traslacional del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado, obteniéndose dicha posición traslacional mediante la señal 221 de posición eléctrica que indica la posición traslacional del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado, obteniéndose alternativamente dicha posición traslacional realizando la operación de integrar la variación de posición angular indicada por la señal 219 de posición angular asociada con una de las partes mecánicas giratorias comprendidas en el módulo electromecánico 201, y convertir dicha variación de posición angular en un valor de posición traslacional del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado;

60 - monitorea continuamente el estado de la señal 222 de solicitud de mantenimiento y la señal 223 de validación de mantenimiento;

65 - cuando la posición traslacional del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado ha alcanzado la distancia -A y posteriormente la supera en valor absoluto procediendo a la distancia -B, si en ese momento la señal 222 de solicitud de mantenimiento se encuentra en su primer estado en el que no presenta una solicitud para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado a la distancia -B, o si en ese momento la señal 223 de validación de

mantenimiento está en su primer estado en el que no confirma el permiso para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado a la posición -B, la unidad 401 de seguridad actúa sobre la señal 402 para cambiar el primer medio 403' de interrupción a la condición en la que interrumpen la señal 204 de control para el módulo electromecánico 201 (en la realización en la que la señal 204 de control de fuerza de frenado suministra el módulo electromecánico 201), o interrumpen la señal 405 de energía para el módulo electromecánico 201 (en la realización en la que la señal 405 de energía alimenta el módulo electromecánico 201), obligando al módulo electromecánico 201 a mantener el brazo 206 de transmisión en una posición cerca de la distancia -A, pero preparado para una aplicación de frenado de emergencia. Además, la unidad 401 de seguridad envía una indicación de error a través de una señal 404 de error;

- cuando la posición traslacional del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado ha alcanzado la posición -A de mantenimiento y posteriormente la supera en valor absoluto procediendo a la distancia -B, si simultáneamente la señal 222 de solicitud de mantenimiento ha asumido su segundo estado en el que se presenta una solicitud para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado hacia la distancia -B, y la señal 223 de validación de mantenimiento ha asumido su segundo estado en el que confirma el permiso para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado hacia la posición -B de mantenimiento, la unidad 401 de seguridad no realiza ninguna acción, permitiendo que la unidad 202 de control de frenado de servicio ordene la traslación total del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado para asumir la posición -B de mantenimiento necesaria para el mantenimiento del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado, tal como el reemplazo del medio de fricción del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado. Al alcanzar la posición -B de mantenimiento, la unidad 401 de seguridad actúa sobre la señal 402 para intercambiar el primer medio de interrupción a la condición en la que interrumpen la señal 204 de control de frenado para el módulo electromecánico 201 (en la realización en la que la señal 204 de control de fuerza de frenado suministra el módulo electromecánico 201), o la señal 405 de alimentación eléctrica para el módulo electromecánico 201 (en la realización en donde la señal 405 de alimentación eléctrica suministra el módulo electromecánico 201), obligando al módulo electromecánico 201 a mantener el brazo 206 de transmisión en la posición -B de mantenimiento, que permite al operador de mantenimiento operar de forma segura, protegido de un movimiento repentino inadecuado del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado;

- del estado anterior, cuando la señal 222 de solicitud de mantenimiento ha asumido su primer estado en el que no presenta una solicitud para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado hacia la posición -B de mantenimiento, y la señal 223 de validación de mantenimiento ha asumido su primer estado en el que no confirma el permiso para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado hacia la posición -B de mantenimiento, la unidad 401 de seguridad actúa sobre la señal 402 para cambiar el primer medio 403 de interrupción a la condición en la que no interrumpe la señal 204 de alimentación de energía y control para el módulo electromecánico 201 (en la realización en la que la señal 204 de control de fuerza de frenado alimenta el módulo electromecánico 201), o no interrumpe la señal 405 de alimentación eléctrica para el módulo electromecánico 201 (en la realización en la que la señal 405 de alimentación eléctrica suministra el módulo electromecánico 201), permitiendo que el módulo de control de fuerza de frenado de servicio 202 recupere la posición -A de descanso según los controles descritos anteriormente.

Cuando la señal 405 de alimentación eléctrica suministra el módulo electromecánico 201, también puede proporcionarse el segundo medio 406 de interrupción que también interrumpe la señal 204 de control de fuerza de frenado cuando se interrumpe la señal 405 de alimentación eléctrica.

Es evidente que la unidad 401 de seguridad realiza una función simple de monitoreo, interrupción y alarma y, en consecuencia, es mucho más simple en términos de implementación que la unidad 202 de control de frenado de servicio.

Por lo tanto, es conveniente desarrollar la unidad 401 de seguridad a un nivel SIL superior al nivel SIL en el que se desarrolló la unidad 202 de control de frenado de servicio, es decir, el nivel SIL consistente con la aplicación del frenado de emergencia, así como los requisitos de seguridad necesarios para permitir que un operador de mantenimiento opere de forma segura el accionador para mantener el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado, tal como el reemplazo del medio de fricción del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado.

Como se ha descrito en la presente memoria hasta ahora, se sabe por la técnica anterior que los análisis de seguridad realizados según la norma EN50126 recomiendan la aplicación de niveles de seguridad SIL ≤ 2 para el desarrollo de unidades de control HW-SW para el frenado de servicio de un vehículo ferroviario.

Desarrollar la unidad de seguridad a un nivel SIL ≥ 3 trae ventajosamente la función de recuperación completa del uso, debido al consumo de materiales de fricción, y la función de mantener los materiales de fricción al mismo nivel SIL ≥ 3, a costes de desarrollo mucho más bajos que el desarrollo de la unidad completa de control de frenado de servicio realizado según los niveles de seguridad SIL ≥ 3.

Para mantener intacta la ruta del nivel de seguridad, se recomienda que la señal 223 de validación de mantenimiento se diseñe para un nivel de seguridad SIL igual al nivel de seguridad SIL en el que se desarrolló la unidad 401 de seguridad.

Con referencia a la figura 6, en un aspecto adicional, la invención se refiere a un sistema de frenos que incluye una pluralidad de accionadores de frenado 400 según cualquiera de las realizaciones o ejemplos de realización descritos anteriormente. El sistema de frenos incluye una unidad 500 de control conectada a la pluralidad de accionadores

400 de frenado a través del medio 501 de comunicación, tales como una red de comunicación, alámbrica o inalámbrica. La unidad de control está dispuesta para recibir:

- una señal (502) de freno de estacionamiento, cuyo valor es indicativo de si se aplica o no un freno de estacionamiento;
- al menos una señal 503 de velocidad indicativa de la velocidad del vehículo;
- una señal 504 de mantenimiento, cuyo valor es indicativo de si se solicita o no un ciclo de mantenimiento del sistema de frenos.

La unidad 500 de control también está dispuesta para:

- generar la señal 222 de solicitud de mantenimiento que tiene su segundo valor, para ser transmitida a al menos uno de dichos accionadores electromecánicos 400 a través de dicho medio 501 de comunicación, cuando la señal 504 de mantenimiento asume un valor indicativo de una solicitud de mantenimiento, y la señal 502 del freno de estacionamiento asume un valor indicativo de que se aplica el freno de estacionamiento, y la señal de velocidad 503 asume un valor indicativo de que la velocidad del vehículo es nula; y
- generar la señal 222 de solicitud de mantenimiento con su primer valor, para ser transmitida a la pluralidad de accionadores electromecánicos 400 a través de dicho medio 501 de comunicación, cuando ocurre al menos uno de los siguientes: la señal 504 de mantenimiento asume un valor que no indica una solicitud de mantenimiento; la señal 502 del freno de estacionamiento asume un valor indicativo de que no se aplica el frenado de estacionamiento; la señal 503 de velocidad asume un valor indicativo de una velocidad del vehículo no nula.

Cada uno de dichos accionadores electromecánicos 400 puede comprender un medio de interfaz 503 de usuario a través de los cuales un operador dedicado a realizar el mantenimiento del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado hace que la señal 223 de validación de mantenimiento asuma su segundo valor para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado a la posición de mantenimiento y hace que la señal 223 de validación de mantenimiento asuma su primer valor para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado hacia la posición de descanso al finalizar el mantenimiento en el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado, tal como al completar el reemplazo del medio de fricción del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado.

En otras palabras, observando la figura 6, un sistema de frenos puede comprender una pluralidad de accionadores 400 como se describió en la presente memoria anteriormente, gestionados por una unidad 500 de control de frenado centralizada, proporcionada para la implementación segura del ciclo de mantenimiento de los materiales de fricción.

Puede conectarse una pluralidad 400 de accionadores electromecánicos a la unidad 500 de control del sistema de frenos a través de dicho medio 501 de comunicación. La unidad 500 de control del sistema de frenos puede estar dispuesta para recibir una señal 502 indicativa de que se está aplicando el frenado de estacionamiento, al menos una señal 503 indicativa de la velocidad del vehículo, una señal 504 indicativa de una solicitud para realizar un ciclo de mantenimiento al sistema de frenos.

La unidad 500 de control del sistema de frenos está dispuesta para generar una señal 222 de solicitud de mantenimiento para solicitar mantenimiento para el medio de fricción del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado en su segundo estado en el que presenta una solicitud para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado hacia la posición -B de mantenimiento para facilitar la sustitución del medio de fricción, cuando la señal 504 de solicitud de mantenimiento del sistema de frenos indicativa de la solicitud de realizar un ciclo de mantenimiento al freno del sistema asume el estado en el que indica la solicitud de realizar un ciclo de mantenimiento del sistema de frenos, y la señal 502 indicativa del frenado de estacionamiento aplicado indica un frenado de estacionamiento aplicado al tren, y la señal 503 de velocidad del vehículo indica velocidad nula.

Cada accionador electromecánico 400 puede comprender una interfaz 503 de usuario a través de la cual el operador encargado de realizar el mantenimiento del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado, tal como reemplazar el medio de fricción puede llevar la señal 223 de validación de mantenimiento a su segundo estado en el que confirma el permiso para llevar el un medio 217 de aplicación de fuerza de frenado a la posición -B de mantenimiento.

La interfaz 503 de usuario puede comprender, pero no se limita a, una interfaz para un medio informático, estando dispuesta la interfaz para generar llevar la señal 223 de validación de mantenimiento hacia su segundo estado en el que confirma el permiso para poner los dispositivos 217 de aplicación de fuerza de frenado en la posición -B de mantenimiento, en presencia de un código de seguridad predeterminado.

La unidad 500 de control del sistema de frenos está dispuesta para generar una señal 222 de solicitud de mantenimiento en su segundo estado en el que presenta una solicitud para llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado a la posición -B de mantenimiento, para solo un accionador electromecánico 400 a la vez.

De este modo, el sistema garantiza que solo un accionador 400 a la vez pueda ser lanzado en la condición de mantenimiento, por ejemplo para la sustitución de los materiales de fricción del medio 217 de aplicación de fuerza de frenado, por la unidad 500 de control del sistema de frenos, y que solo el consentimiento local del operador, mediante el uso de la interfaz 503 de usuario local, lleva definitivamente el accionador electromecánico individual 400 enviado para mantenimiento a la condición de llevar el medio 217 de aplicación de fuerza de frenado a la posición -B de mantenimiento.

Además, una vez que se alcanza la posición -B de mantenimiento, solo la acción del operador para retirar la llave de la interfaz de usuario 505 permite que el accionador 400 en el estado de mantenimiento acerque los dispositivos 217 de aplicación de fuerza de frenado al disco o rueda, asegurando que el operador pueda operar con seguridad.

Lo que se ha descrito anteriormente con referencia al sector de los vehículos ferroviarios o de los trenes ferroviarios también puede encontrar una aplicación similar en otros sectores como, por ejemplo, el sector de los vehículos genéricos, los vehículos sobre neumáticos, o los convoyes sobre neumáticos.

Se han descrito diversos aspectos y realizaciones de un accionador de frenado electromecánico 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 limita a las realizaciones descritas, sino que puede variarse dentro del alcance definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Accionador (400) de frenado electromecánico para un vehículo, en particular para al menos un vehículo ferroviario, que comprende:

-una unidad (202) de control de frenado de servicio dispuesta para recibir una señal eléctrica (203) de solicitud de fuerza de frenado de servicio y generar una señal (204) de control de fuerza de frenado, cuyo valor es función de dicha señal eléctrica (203) de solicitud de fuerza de frenado de servicio;

-un módulo electromecánico (201) dispuesto para recibir la señal (204) de control de la fuerza de frenado generada por la unidad (202) de control del frenado de servicio y para generar una fuerza de frenado, cuyo valor es una función de dicha señal (204) de control de la fuerza de frenado, en donde dicho módulo electromecánico (201) está dispuesto para recibir también energía a través de dicha señal (204) de control de fuerza de frenado;

-al menos un miembro (206, 211, 216) de transmisión de fuerza dispuesto para transmitir la fuerza de frenado generada por el módulo electromecánico (201) al medio (217) de aplicación de fuerza de frenado, en donde dicho al menos un miembro (206, 211, 216) de transmisión de fuerza está dispuesto para ser controlado por dicho módulo electromecánico (201) para trasladarse a lo largo de un eje de traslación (Xt), en donde la traslación de dicho al menos un miembro (206, 211, 216) de transmisión de fuerza según una primera dirección de aplicación implica el aumento de la fuerza de frenado aplicada por el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado y la traslación de dicho al menos un miembro (206, 211, 216) de transmisión de fuerza según una segunda dirección de aplicación, opuesta a dicha primera dirección de aplicación, implica la reducción de la fuerza de frenado aplicada por el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado;

caracterizado el accionador electromecánico (400) **por que** comprende una unidad (401) de seguridad dispuesta para:

-recibir una señal (221) de posición eléctrica, cuyo valor es indicativo de la posición de dicho medio (217) de aplicación de fuerza de frenado a lo largo de dicho eje (Xt) de traslación;

-determinar una posición instantánea del medio (217) de aplicación de fuerza de frenado basado en el valor de la señal (221) de posición eléctrica; y

-a través del primer medio (403) de interrupción, impedir que la señal (204) de control de fuerza de frenado emitida por la unidad (202) de control de frenado de servicio llegue al módulo electromecánico (201), cuando:

a)basado en el valor de la señal (221) de posición eléctrica, la unidad (401) de seguridad determina que el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado está en una posición a lo largo de un eje (Xb) de aplicación de fuerza entre una posición de mantenimiento a una primera distancia (-B) del medio receptor (218) de la fuerza de frenado, y una posición de descanso a una segunda distancia (-A) de dicho medio receptor (218) de fuerza de frenado, menor que dicha primera distancia (-B);

b)basado en los cambios del valor de la señal (221) de posición eléctrica a lo largo del tiempo, la unidad de seguridad determina que el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado se están moviendo desde la posición de descanso hasta la posición de mantenimiento.

2. Accionador (400) de frenado electromecánico según la reivindicación 1, en donde la unidad (401) de seguridad está dispuesta para recibir una señal (222) de solicitud de mantenimiento dispuesta para asumir un primer valor indicativo de la falta de necesidad de llevar el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado a la posición de mantenimiento, y asumir un segundo valor indicativo de la necesidad de llevar el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado a la posición de mantenimiento;

dicha unidad (401) de seguridad también está dispuesta para:

-a través de dicho primer medio (403) de interrupción, impedir que la señal (204) de control de fuerza de frenado emitida por la unidad (202) de control de frenado de servicio llegue al módulo electromecánico (201), cuando:

a)ambas la señal (222) de solicitud de mantenimiento asume su primer valor y la unidad (401) de seguridad determina, basado en el valor de la señal (221) de posición eléctrica, que el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado están en una posición a lo largo dicho eje (Xb) de aplicación de fuerza de frenado entre dicha posición de mantenimiento y la posición de descanso;

b) basado en los cambios en el valor de la señal (221) de posición eléctrica a lo largo del tiempo, la unidad de seguridad determina que el medio (217) de aplicación de

fuerza de frenado se están moviendo desde la posición de descanso hasta la posición de mantenimiento.

3. Accionador (400) de frenado electromecánico según la reivindicación 2, en donde la unidad (401) de seguridad está dispuesta para recibir además una señal (223) de validación de mantenimiento, dispuesta para asumir un primer valor indicativo de una falta de confirmación de permiso para llevar el medio (217) de aplicación de fuerza de sellado a la posición de mantenimiento y para asumir un segundo valor indicativo de una confirmación de permiso para llevar el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado a la posición de mantenimiento; dicha unidad (401) de seguridad también está dispuesta para:

-a través de dicho primer medio (403) de interrupción, impedir que la señal (204) de control de fuerza de frenado emitida por la unidad (202) de control de frenado de servicio llegue al módulo electromecánico (201), cuando:

a) ambas la señal (222) de solicitud de mantenimiento y la señal (223) de validación de mantenimiento asumen sus respectivos primeros valores, y la unidad (401) de seguridad determina, basado en el valor de la señal (221) de posición eléctrica, que el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado están en una posición a lo largo de dicho eje (Xb) de aplicación de fuerza de frenado entre dicha posición de mantenimiento y dicha posición de descanso;

b) basado en los cambios en el valor de la señal (221) de posición eléctrica a lo largo del tiempo, la unidad de seguridad determina que el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado se están moviendo desde la posición de descanso hasta la posición de mantenimiento;

y/o dicha unidad (401) de seguridad también está dispuesta para:

-a través de dicho primer medio (403) de interrupción, impedir que la señal (204) de control de fuerza de frenado emitida por la unidad (202) de control de frenado de servicio llegue al módulo electromecánico (201), cuando:

a) la señal (222) de solicitud de mantenimiento asume su primer valor y la señal (223) de validación de mantenimiento no asume su primer valor, o, la señal (222) de solicitud de mantenimiento asume su segundo valor y la señal (223) de validación de mantenimiento no asume su segundo valor; y

b) la unidad (401) de seguridad determina, basado en el valor de la señal (221) de posición eléctrica, que el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado está en una posición a lo largo de dicho eje (Xb) de aplicación de fuerza de frenado entre dicha posición de mantenimiento y dicha posición de descanso;

y/o dicha unidad (401) de seguridad también está dispuesta para:

-a través de dicho primer medio (403) de interrupción, permitir que la señal (204) de control de fuerza de frenado emitida por la unidad (202) de control de frenado de servicio llegue al módulo electromecánico (201), cuando ambas la señal (222) de solicitud de mantenimiento y la señal (223) de validación de mantenimiento asumen sus respectivos segundos valores, y la unidad (401) de seguridad determina, basado en el valor de la señal (221) de posición eléctrica, que el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado están en la posición de descanso.

4. Accionador (400) de frenado electromecánico según la reivindicación 3, en donde la unidad (401) de seguridad está dispuesta, a través de dicho primer medio (403) de interrupción, para evitar que la señal (204) de control de fuerza de frenado emitida por la unidad (202) de control de frenado de servicio llegue al módulo electromecánico (201), cuando:

-la señal (222) de solicitud de mantenimiento y la señal (223) de validación de mantenimiento asumen sus segundos valores respectivos; y

-la unidad (401) de seguridad determina, basado en el valor de la señal (221) de posición eléctrica, que el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado está en dicha posición de mantenimiento.

5. Accionador (400) de frenado electromecánico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un medio de sensor (212) de fuerza dispuesto para generar una señal eléctrica indicativa (213) de la fuerza de frenado, cuyo valor es indicativo del valor de dicha fuerza de frenado generada por el módulo electromecánico (201); estando dispuesta la unidad (202) de control de frenado de servicio para recibir dicha señal eléctrica indicativa (213) de la fuerza de frenado.

6. Accionador (400) de frenado electromecánico según la reivindicación 5 cuando depende de 2, en donde cuando el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado están en dicha posición de mantenimiento y la señal (222) de solicitud de mantenimiento asume su primer valor:

5 -la unidad (401) de seguridad está dispuesta, a través de dicho primer medio (403) de interrupción, para permitir que la señal (204) de control de fuerza de frenado emitida por la unidad (202) de control de frenado de servicio llegue nuevamente al módulo electromecánico (201);
 -la unidad (202) de control de frenado de servicio está dispuesta, por medio de dicha señal (204) de control de fuerza de frenado, para llevar dicho medio (217) de aplicación de fuerza de frenado a una
 10 posición de aplicación de frenado en contacto con dicho medio receptor (218) de fuerza de frenado, en donde la unidad (202) de control de frenado de servicio está dispuesta para determinar que el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado ha alcanzado la posición de aplicación de frenado cuando dicha señal eléctrica indicativa (213) de fuerza de frenado, después de haber asumido un valor nulo, asume un valor no nulo;
 15 -cuando dicho medio (217) de aplicación de fuerza de frenado alcanza la posición de aplicación de frenado en contacto con dicho medio receptor (218) de fuerza de frenado, la unidad (202) de control de frenado de servicio está dispuesta, a través de dicha señal (204) de control de fuerza de frenado, para traer dicho medio (217) de aplicación de fuerza de frenado a una nueva posición de descanso que tiene nuevamente dicha segunda distancia (-A) desde la posición de aplicación de freno determinada.

7. Accionador (400) de frenado electromecánico según la reivindicación 5 cuando depende de la reivindicación 3 o 4, en donde cuando el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado están en dicha posición de mantenimiento y ambas la señal (222) de solicitud de mantenimiento y la señal (223) de validación de mantenimiento asumen sus respectivos primeros valores:

-la unidad (401) de seguridad está dispuesta, a través de dicho primer medio (403) de interrupción, para permitir que la señal (204) de control de fuerza de frenado emitida por la unidad (202) de control de frenado de servicio llegue nuevamente al módulo electromecánico (201);
 30 -la unidad (202) de control de frenado de servicio está dispuesta, por medio de dicha señal (204) de control de fuerza de frenado, para llevar dicho medio (217) de aplicación de fuerza de frenado a una posición de aplicación de frenado en contacto con dicho medio receptor (218) de fuerza de frenado, en donde la unidad (202) de control de frenado de servicio está dispuesta para determinar que la posición de aplicación de frenado coincide con la posición en la que se encuentran dicho medio (217) de aplicación de fuerza de frenado, cuando dicha señal eléctrica indicativa (213) de fuerza de frenado, después de haber asumido un valor nulo, asume un valor no nulo;
 35 -cuando dicho medio (217) de aplicación de fuerza de frenado alcanza la posición de aplicación de frenado en contacto con dicho medio receptor (218) de fuerza de frenado, la unidad (202) de control de frenado de servicio está dispuesta, a través de dicha señal (204) de control de fuerza de frenado, para traer dicho medio (217) de aplicación de fuerza de frenado a una nueva posición de descanso que tiene nuevamente dicha segunda distancia (-A) desde la posición de aplicación de frenado determinada.

8. Accionador (400) de frenado electromecánico según una de las reivindicaciones 5 a 7, en donde cuando la señal eléctrica indicativa (213) de la fuerza de frenado, después de haber asumido un valor no nulo, vuelve a asumir un valor nulo, la unidad (202) de control del frenado de servicio está dispuesta para determinar una posición de liberación de frenado en la que el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado ya no están en contacto con dicho medio receptor (218) de fuerza de frenado;
 45 estando dispuesta la unidad (202) de control de frenado de servicio para llevar dicho medio (217) de aplicación de fuerza de frenado, a través de dicha señal (204) de control de fuerza de frenado, a una nueva posición de descanso que tiene nuevamente dicha segunda distancia (-A) desde la posición de liberación de frenado determinada.

9. Accionador (400) de frenado electromecánico para un vehículo, en particular para al menos un vehículo ferroviario, que comprende:

55 -una unidad (202) de control de frenado de servicio dispuesta para recibir una señal eléctrica (203) de solicitud de fuerza de frenado de servicio y generar una señal (204) de control de fuerza de frenado, cuyo valor es función de dicha señal eléctrica (203) de solicitud de fuerza de frenado de servicio;
 60 -un módulo electromecánico (201) dispuesto para recibir la señal (204) de control de fuerza de frenado generada por la unidad (202) de control de frenado de servicio y para generar una primera fuerza de frenado, cuyo valor es una función de dicha señal (204) de control de fuerza de frenado; en donde dicho módulo electromecánico (201) está dispuesto para recibir energía a través de una señal (405) de suministro de energía;
 65 -al menos un miembro (206, 211, 216) de transmisión de fuerza dispuesto para transmitir la fuerza de frenado generada por el módulo electromecánico (201) al medio (217) de aplicación de fuerza

de frenado, en donde dicho al menos un miembro (206, 211, 216) de transmisión de fuerza está dispuesto para ser controlado por dicho módulo electromecánico (201) para trasladarse a lo largo de un eje de traslación (Xt), en donde la traslación de dicho al menos un miembro (206, 211, 216) de transmisión de fuerza según una primera dirección de aplicación implica el aumento de la fuerza de frenado aplicada por el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado y la traslación de dicho al menos un miembro (206, 211, 216) de transmisión de fuerza según una segunda dirección de aplicación, opuesta a dicha primera dirección de aplicación, implica la reducción de la fuerza de frenado aplicada por el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado;

caracterizándose el accionador electromecánico (400) **por que** comprende una unidad (401) de seguridad dispuesta para recibir una señal (221) de posición eléctrica cuyo valor es indicativo de la posición de dicho medio (217) de aplicación de fuerza de frenado a lo largo de dicho eje (Xt) de traslación;
en donde dicha unidad 401 de seguridad está dispuesta para:

-determinar una posición instantánea del medio (217) de aplicación de fuerza de frenado basado en el valor de la señal (221) de posición eléctrica; y
-a través del primer medio (403') de interrupción, impedir que la señal (405) de suministro de energía llegue al módulo electromecánico (201), cuando:

a)basado en el valor de la señal (221) de posición eléctrica, la unidad (401) de seguridad determina que el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado está en una posición a lo largo de un eje (Xb) de aplicación de fuerza entre una posición de mantenimiento a una primera distancia (-B) del medio receptor de la fuerza de frenado, y una posición de descanso a una segunda distancia (-A) desde dicho medio receptor (218) de fuerza de frenado, menor que dicha primera distancia (-B);
b)basado en los cambios en el valor de la señal (221) de posición eléctrica a lo largo del tiempo, la unidad de seguridad determina que el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado se están moviendo desde la posición de descanso hasta la posición de mantenimiento.

10. Accionador (400) de frenado electromecánico según la reivindicación 9, en donde la unidad (401) de seguridad también está dispuesta para recibir una señal (222) de solicitud de mantenimiento dispuesta para asumir un primer valor indicativo de la falta de necesidad de acercar el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado a la posición de mantenimiento, y asumir un segundo valor indicativo de la necesidad de llevar el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado a la posición de mantenimiento; en donde dicha unidad (401) de seguridad está dispuesta para:

-a través del primer medio (403') de interrupción, impedir que la señal (405) de suministro de energía llegue al módulo electromecánico (201), cuando:

a)ambas la señal (222) de solicitud de mantenimiento asume su primer valor y la unidad (401) de seguridad determina, basado en el valor de la señal (221) de posición eléctrica, que el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado están en una posición a lo largo dicho eje (Xb) de aplicación de fuerza de frenado entre dicha posición de mantenimiento y la posición de descanso;
b)basado en los cambios en el valor de la señal (221) de posición eléctrica a lo largo del tiempo, la unidad de seguridad determina que el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado se están moviendo desde la posición de descanso hasta la posición de mantenimiento.

11. Accionador (400) de frenado electromecánico según la reivindicación 10, en donde dicha unidad (401) de seguridad también está dispuesta para recibir una señal (223) de validación de mantenimiento, dispuesta para asumir un primer valor indicativo de una falta de confirmación de permiso para llevar el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado a la posición de mantenimiento, y asumir un segundo valor indicativo de una confirmación de permiso para llevar el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado a la posición de mantenimiento; en donde dicha unidad (401) de seguridad está dispuesta para:

-a través del primer medio (403') de interrupción, impedir que la señal (405) de suministro de energía llegue al módulo electromecánico (201), cuando:

a)ambas la señal (222) de solicitud de mantenimiento y la señal (223) de validación de mantenimiento asumen sus respectivos primeros valores, y la unidad (401) de seguridad determina, basado en el valor de la señal (221) de posición eléctrica, que el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado están en una posición a lo largo de dicho eje (Xb) de aplicación de fuerza de frenado entre dicha posición de mantenimiento y dicha posición de descanso;

b)basado en los cambios en el valor de la señal (221) de posición eléctrica a lo largo del tiempo, la unidad de seguridad determina que el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado se están moviendo desde la posición de descanso hasta la posición de mantenimiento;

5 y/o dicha unidad (401) de seguridad también está dispuesta para:
-a través de dicho primer medio (403') de interrupción, impedir que la señal (405) de suministro de energía llegue al módulo electromecánico (201), cuando:

10 a)la señal (222) de solicitud de mantenimiento asume su primer valor y la señal (223) de validación de mantenimiento no asume su primer valor, o, la señal (222) de solicitud de mantenimiento asume su segundo valor y la señal (223) de validación de mantenimiento no asume su segundo valor; y

15 b)la unidad (401) de seguridad determina, basado en el valor de la señal (221) de posición eléctrica, que el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado está en una posición a lo largo de dicho eje (Xb) de aplicación de fuerza de frenado entre dicha posición de mantenimiento y dicha posición de descanso;

20 y/o dicha unidad (401) de seguridad también está dispuesta para:

-a través de dicho primer medio (403') de interrupción, permitir que la señal (405) de suministro de energía llegue al módulo electromecánico (201), cuando ambas la señal (222) de solicitud de mantenimiento y la señal (223) de validación de mantenimiento asuman sus respectivos segundos valores, y la unidad (401) de seguridad determina, basado en el valor de la señal (221) de posición eléctrica, que el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado está en la posición de descanso.

12. Accionador (400) de frenado electromecánico según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en donde la unidad (401) de seguridad está también dispuesta para:

30 -a través del segundo medio de interrupción (406), impedir que la señal (204) de control de fuerza de frenado emitida por la unidad (202) de control de frenado de servicio llegue al módulo electromecánico (201), cuando la unidad de seguridad impide, a través de dicho primer medio (403') de interrupción, que la señal (405) de suministro de energía llegue al módulo electromecánico (201).

13. Accionador (400) de frenado electromecánico según la reivindicación 11 o 12, en donde la unidad (401) de seguridad está dispuesta para:

40 -a través del primer medio (403') de interrupción, impedir que la señal (405) de suministro de energía llegue al módulo electromecánico (201), cuando ambas la señal (222) de solicitud de mantenimiento y la señal (223) de validación de mantenimiento asumen sus respectivos segundos valores, y la unidad (401) de seguridad determina, basado en el valor de la señal (221) de posición eléctrica, que el medio (217) de aplicación de fuerza de frenado están en dicha posición de mantenimiento.

14. Accionador (400) de frenado electromecánico según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, que comprende un medio de sensor (212) de fuerza dispuesto para generar una señal eléctrica indicativa (213) de la fuerza de frenado, cuyo valor es indicativo del valor de dicha fuerza de frenado generada por el módulo electromecánico (201); estando dispuesta la unidad (202) de control de frenado de servicio para recibir dicha señal eléctrica indicativa (213) de la fuerza de frenado.

15. Sistema de frenado que incluye una pluralidad de accionadores (400) de frenado electromecánicos según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8, o 10 a 14,

55 en donde dicho sistema de frenado incluye una unidad (500) de control dispuesta para conectarse a dicha pluralidad de accionadores (400) de frenado electromecánicos a través de un medio (501) de comunicación; estando dispuesta dicha unidad (500) de control para recibir:

60 -una señal (502) de frenado de estacionamiento, cuyo valor es indicativo de si se aplica o no un freno de estacionamiento;
-al menos una señal (503) de velocidad indicativa de la velocidad del vehículo ferroviario o tren;
65 -una señal (504) de mantenimiento indicativa de la solicitud para realizar un ciclo de mantenimiento en el sistema de frenado;

dicha unidad (500) de control está dispuesta para:

- 5 -generar dicha señal (222) de solicitud de mantenimiento que tiene su segundo valor, para ser transmitida a al menos uno de dichos accionadores electromecánicos (400) a través de dicho medio (501) de comunicación, cuando ambas la señal (504) de mantenimiento asume un valor indicativo de una solicitud de mantenimiento y la señal (502) de freno de estacionamiento asume un valor indicativo del hecho de que el freno de estacionamiento está aplicado y la señal (503) de velocidad toma un valor indicativo de una velocidad del vehículo de cero; y
- 10 -generar dicha señal (222) de solicitud de mantenimiento que tiene su primer valor, para ser transmitida a la pluralidad de accionadores electromecánicos (400) a través de dicho medio (501) de comunicación, cuando ocurre al menos uno de los siguientes: la señal (504) de mantenimiento asume un valor que no indica una solicitud de mantenimiento; la señal (502) de freno de estacionamiento asume un valor indicativo del hecho de que el freno de estacionamiento no está aplicado; la señal (503) de velocidad asume un valor
- 15 indicativo de una velocidad del vehículo no nula.

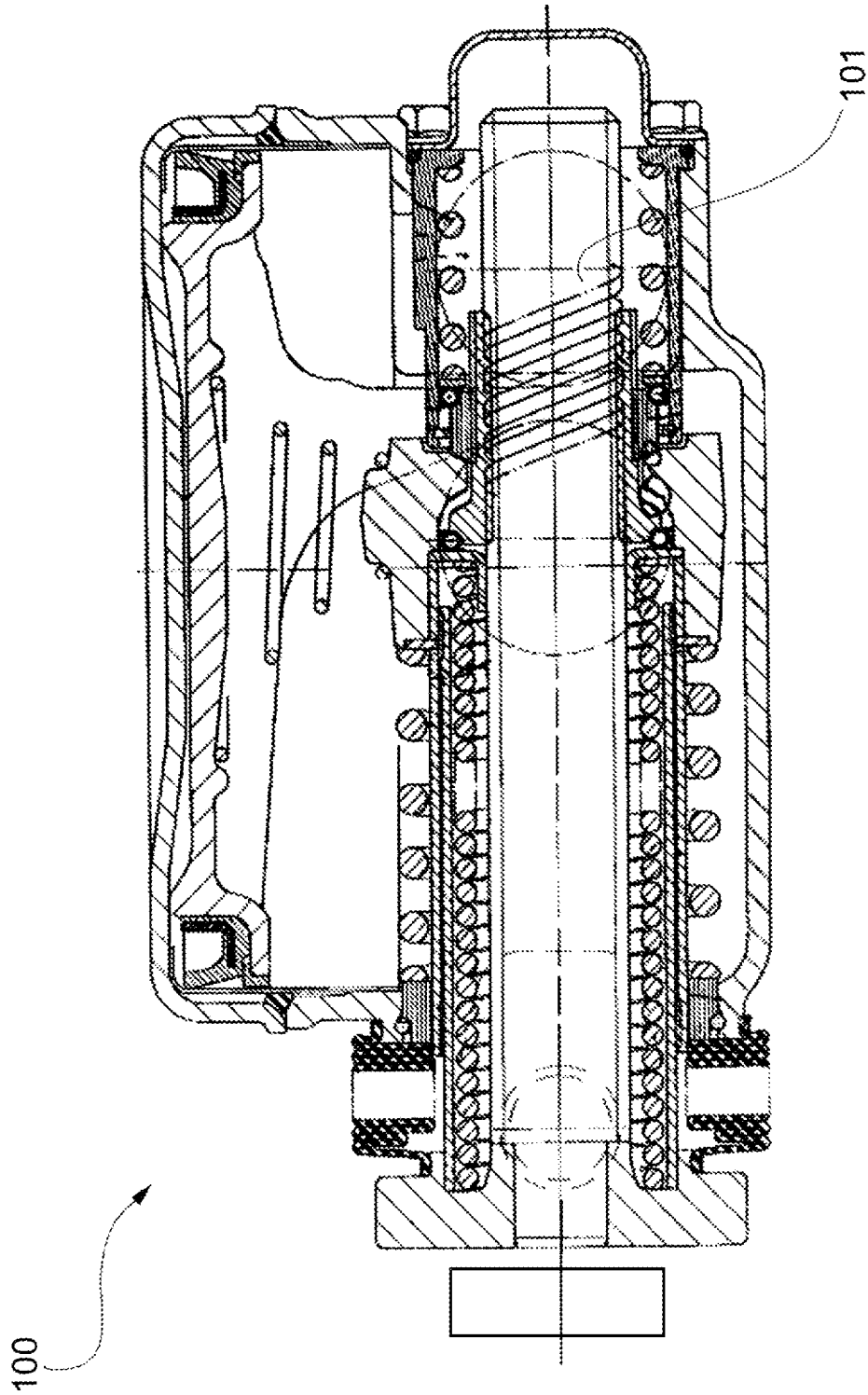


Figura 1
(técnica anterior)

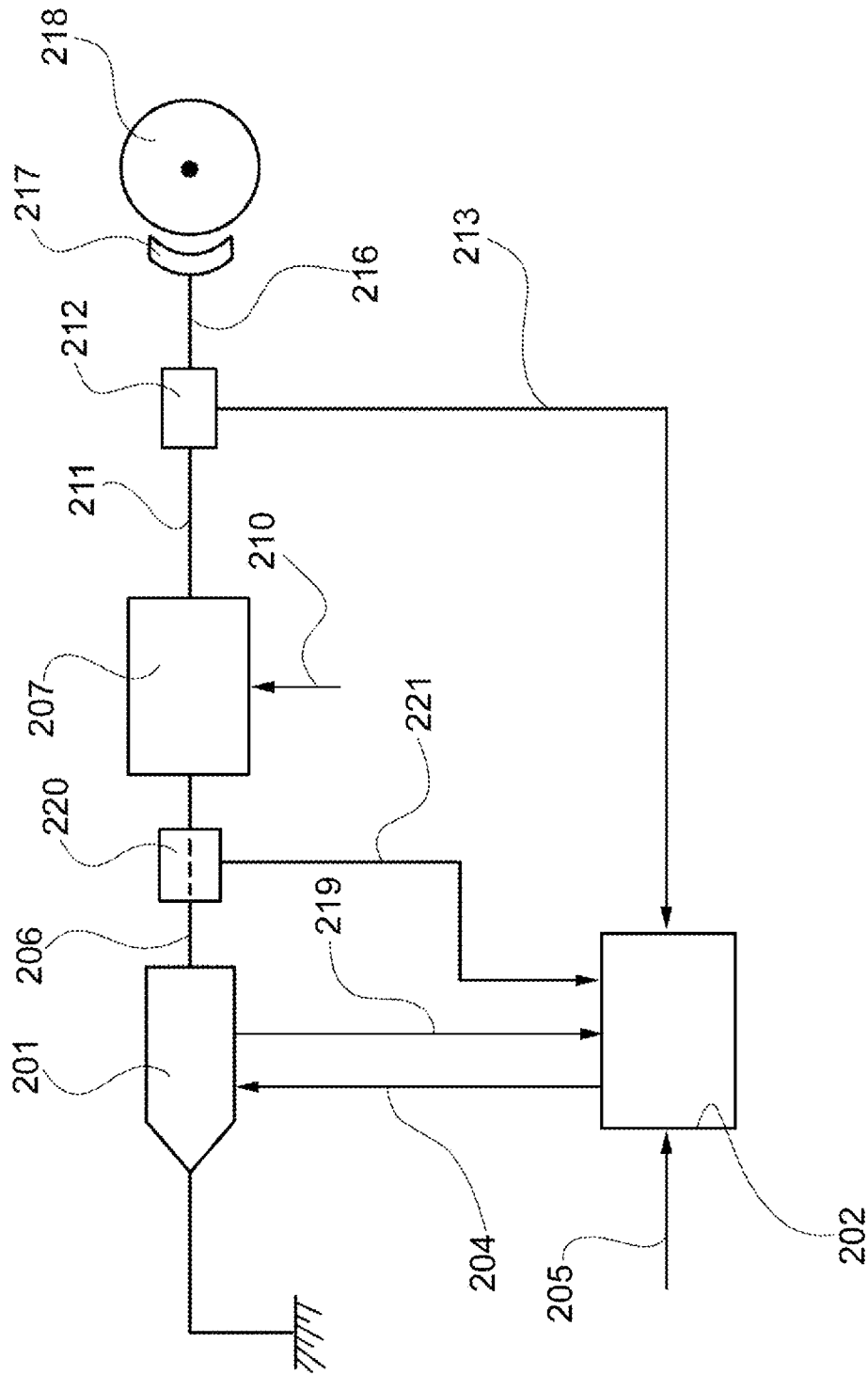


Figura 2
(técnica anterior)

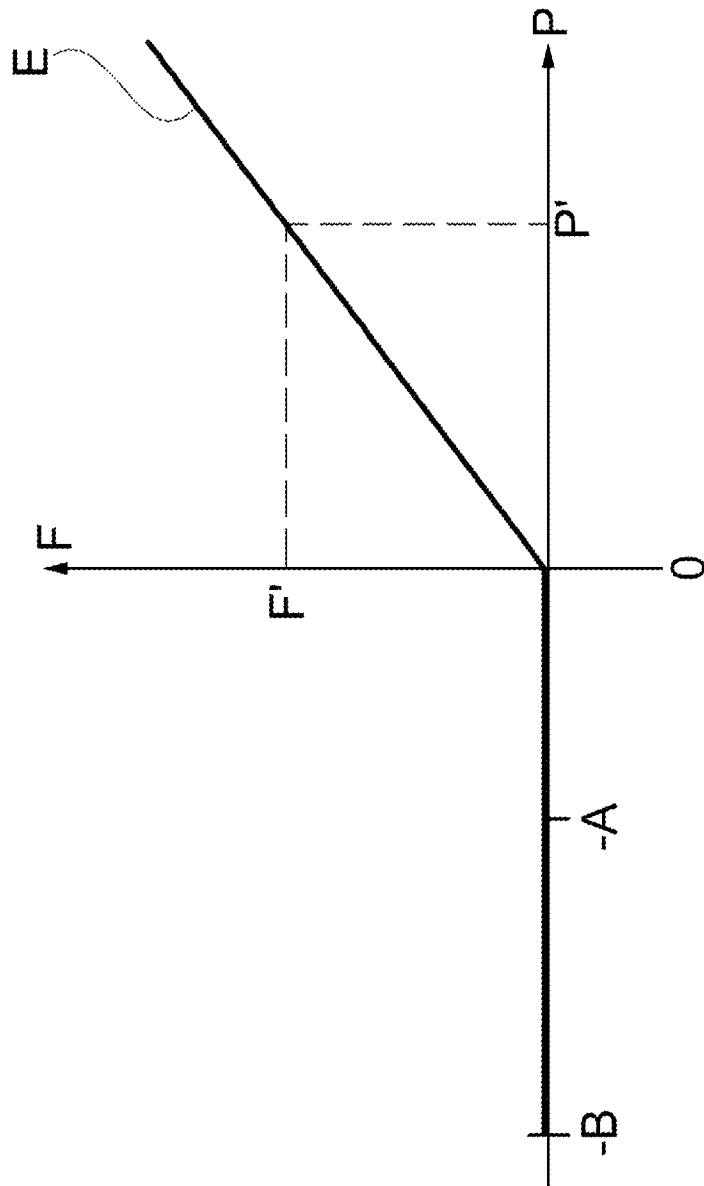


Figura 3

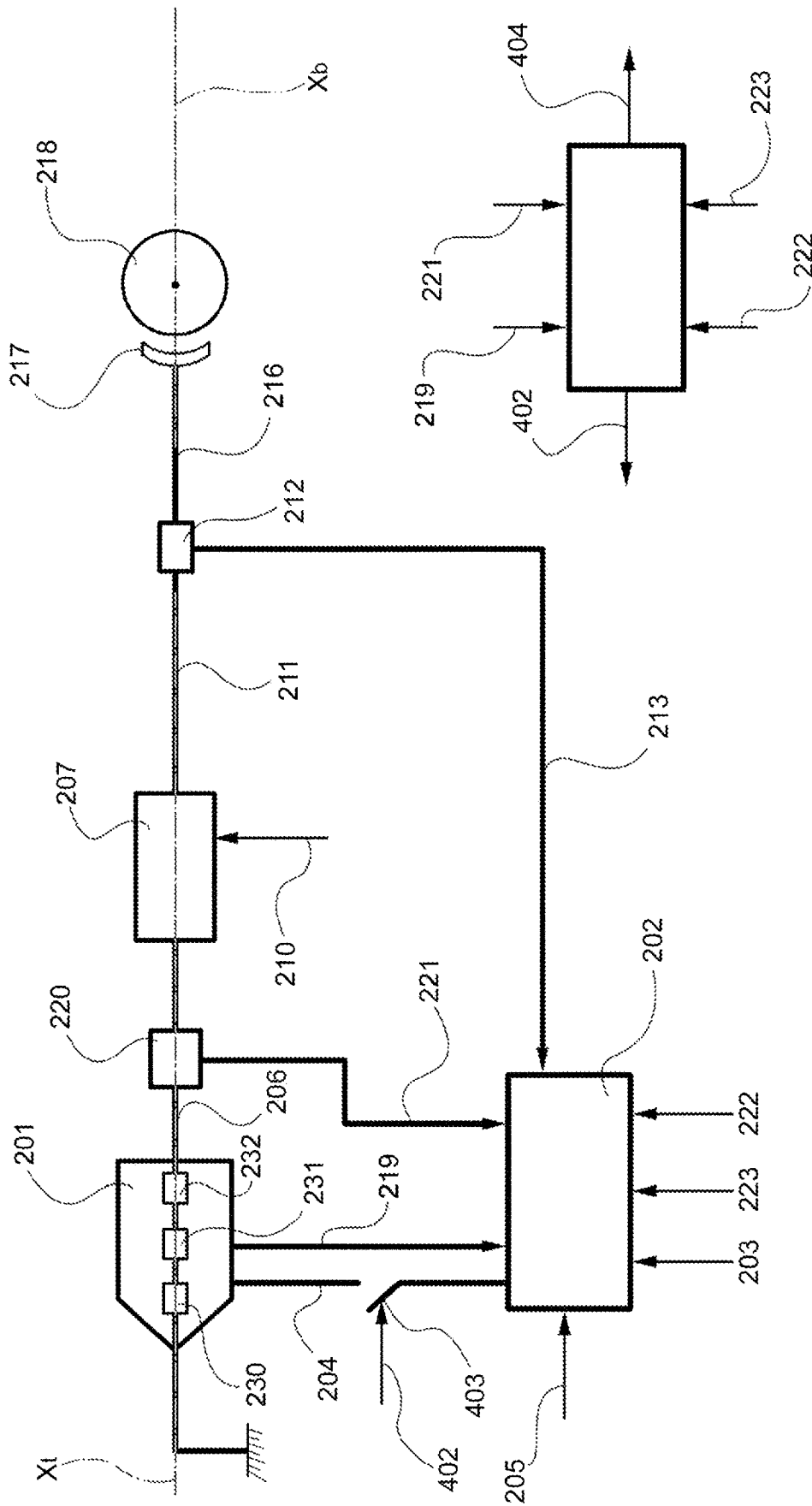


Figure 4

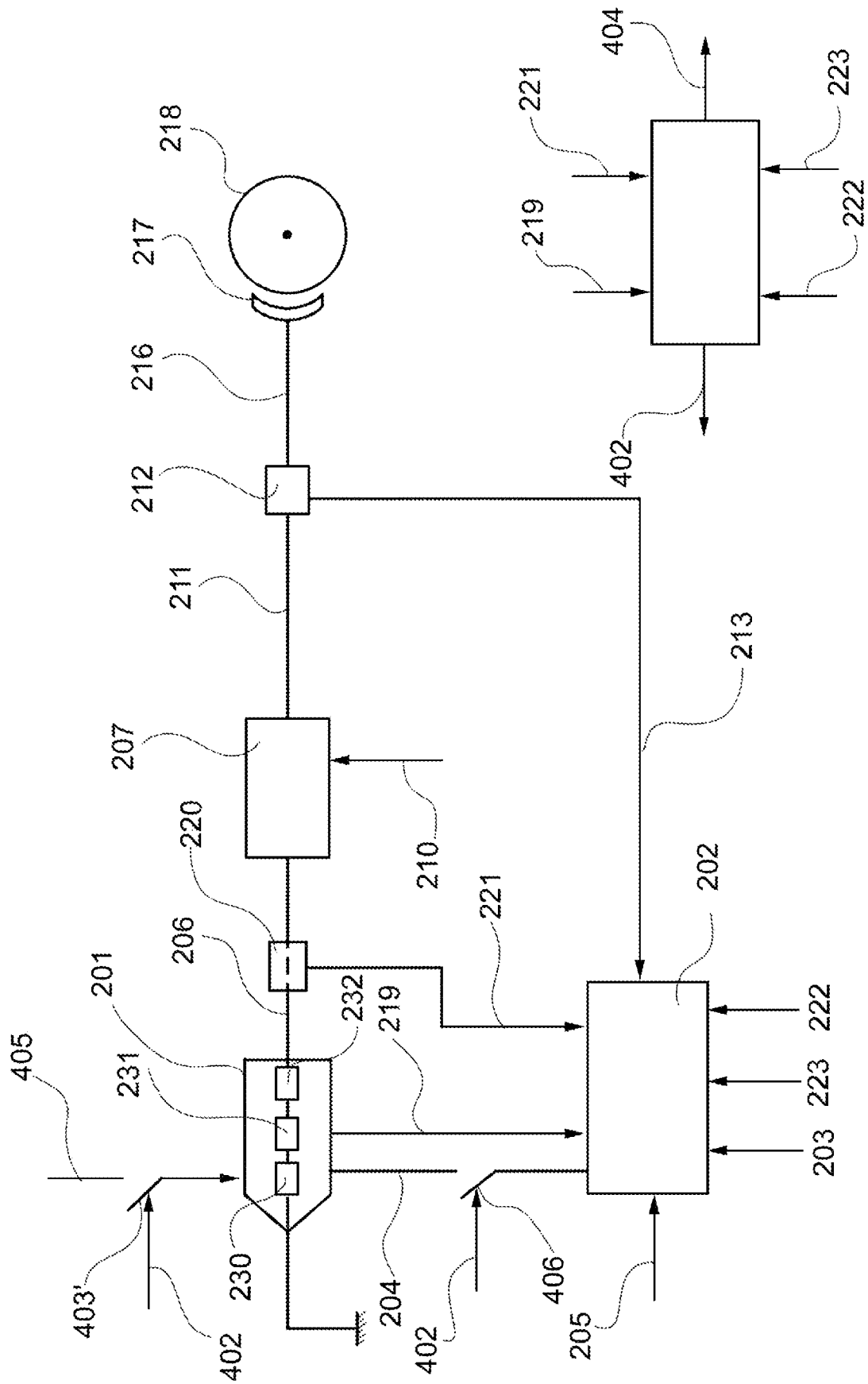


Figura 5

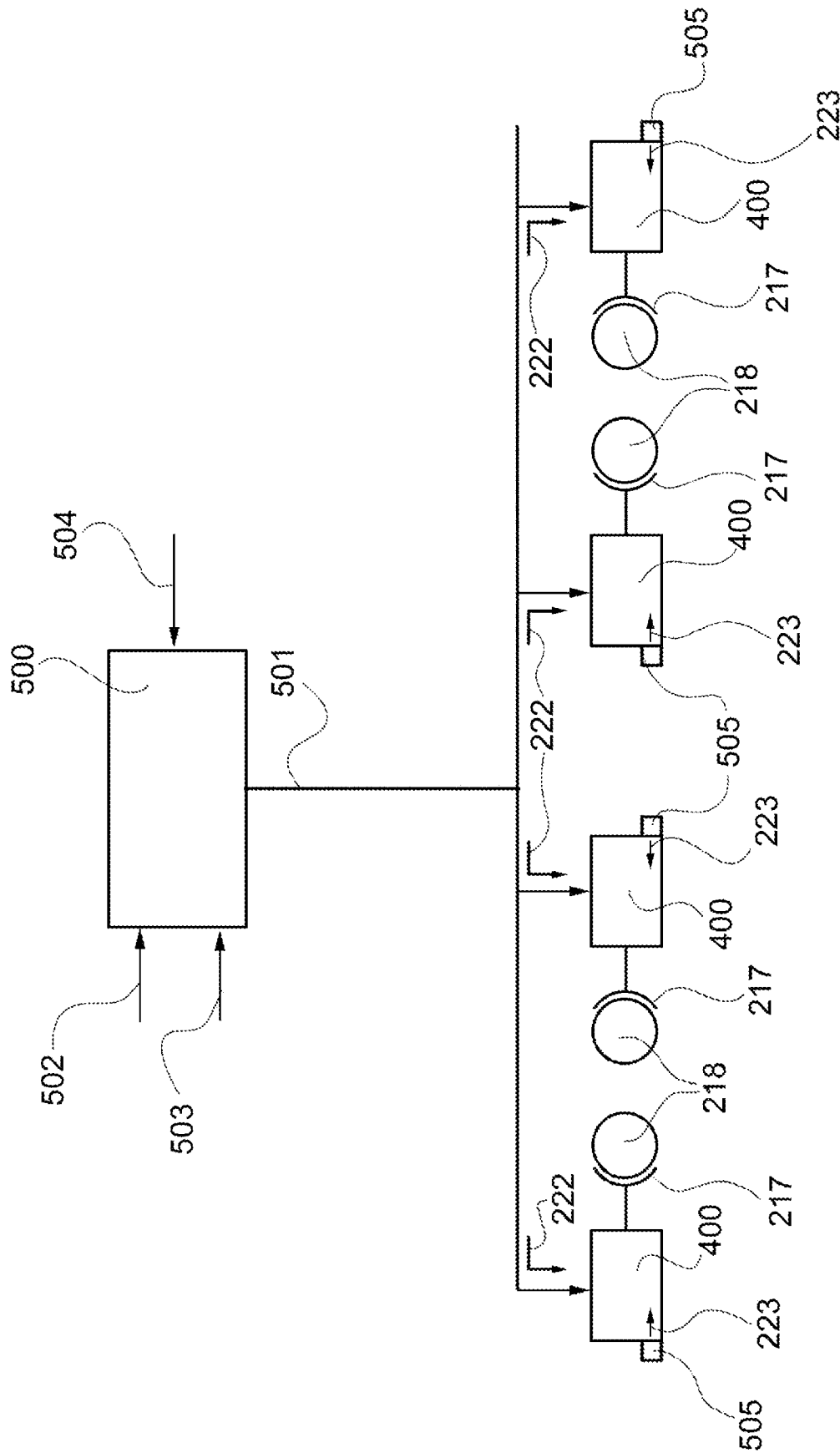


Figura 6