

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 973 550**

51 Int. Cl.:

B60T 8/17 (2006.01)

B60T 8/18 (2006.01)

B60T 13/66 (2006.01)

B60T 17/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.11.2020** **PCT/IB2020/061021**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.06.2021** **WO21105844**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.11.2020** **E 20829338 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2023** **EP 4065437**

54 Título: **Sistema de frenado para realizar funciones de frenado seguro adicionales**

30 Prioridad:

25.11.2019 IT 201900022086

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

20.06.2024

73 Titular/es:

FAIVELEY TRANSPORT ITALIA S.P.A. (100.0%)
Via Volvera 51
10045 Piossasco (TO), IT

72 Inventor/es:

TIONE, ROBERTO y
PICCIONE, PAOLO PIETRO

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 973 550 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema de frenado para realizar funciones de frenado seguro adicionales

5 Campo técnico

La presente invención se ubica, en general, en el campo de los sistemas de frenado ferroviarios; en particular, la invención se refiere a un sistema de frenado para un bogie o vehículo ferroviario que permite realizar funciones de frenado seguras adicionales.

10 Técnica anterior

Los sistemas de frenado ferroviarios más recientes usan soluciones electrónicas avanzadas para simplificar la arquitectura neumática, especialmente la porción neumática usada para el frenado de emergencia, que da como resultado una reducción general de los costes totales del producto, reducción de peso, aumento del rendimiento y aumento de la seguridad operativa.

La figura 1 ilustra una arquitectura conocida de un sistema 100 electroneumático de nueva generación.

Una unidad 101 de frenado de emergencia electroneumática se alimenta por una presión 102 de alimentación neumática.

La unidad 101 de frenado de emergencia electroneumática se controla, mediante algoritmos de control de cadena cerrada, por una unidad 103 de control de frenado de emergencia mediante una pluralidad de señales 105 de control y retroalimentación. La unidad 103 de control de frenado de emergencia es una unidad de control electrónico.

La unidad 103 de control de frenado de emergencia recibe en su entrada una o más señales 104 de peso indicativas del valor de peso a frenar por el sistema 100 electroneumático. Dichas una o más señales 104 de peso pueden generarse por transductores de presión adaptados para medir la presión generada por los sistemas de suspensión del vehículo ferroviario. Como alternativa, dichas una o más señales 104 de peso pueden generarse por transductores de posición lineal o angular adecuados para medir la distancia de un *bogie* del cuerpo del vehículo ferroviario. Obviamente, esta distancia varía según el peso del cuerpo.

La unidad 103 de control de frenado de emergencia controla la unidad 101 de frenado de emergencia electroneumática para generar una presión 106 de frenado de emergencia, que es una función de los parámetros de diseño del vehículo ferroviario, tales como, pero sin limitarse a, el valor máximo de adherencia previsto entre la rueda y el carril y el valor de peso a frenar derivado de las señales 104 de peso.

La presión 106 de frenado de emergencia alimenta una unidad 107 de frenado de servicio electroneumática, permitiendo que dicha unidad de frenado de servicio electroneumática genere a su vez una o más presiones 111, ..., 114 de frenado de servicio. En las figuras se muestran cuatro resultados, pero el número de resultados podría ser diferente en otros ejemplos.

En realizaciones conocidas por los expertos en la técnica, la presión 106 de frenado de emergencia puede alimentarse a la unidad 107 de frenado de servicio electroneumática simultáneamente con la presión 102 de alimentación neumática.

En ambos casos que se acaban de describir, el valor actual de la presión 106 de frenado de emergencia representa en todo momento el valor máximo actual que puede alcanzarse por las presiones de frenado de servicio.

A continuación, se proporcionarán ejemplos reales de ambos de casos mencionados anteriormente.

La unidad 107 de frenado de servicio electroneumática se controla, mediante algoritmos de control de cadena cerrada, por una unidad 108 de control de frenado de servicio mediante una pluralidad de señales 109 de control y retroalimentación. La unidad 108 de control de frenado de servicio es una unidad de control electrónica adicional.

La unidad 108 de control de frenado de servicio recibe una señal 110 de solicitud de frenado de servicio que indica la necesidad de realizar un frenado de servicio, en forma de una solicitud de valor de presión, o una solicitud de fuerza de frenado, o una solicitud de desaceleración. Además, la unidad 108 de control de frenado de servicio recibe en su entrada una o más señales 104 de peso que indican el valor de peso que debe frenarse por el sistema 100.

La unidad 108 de control de frenado de servicio controla la unidad 107 de frenado de servicio electroneumática para propagar una o más presiones de frenado de servicio a la una o más salidas 111, ..., 114 de la unidad 107 de frenado de servicio electroneumática. La una o más presiones de frenado de servicio en la una o más salidas 111, ..., 114 son una función de al menos la solicitud 110 de frenado de servicio y el valor de peso a frenar derivado de las señales 104

de peso. La una o más presiones de frenado de servicio en una o más salidas 111, ..., 114 de la unidad 107 de frenado de servicio electroneumática se utilizan para frenar uno o más ejes del vehículo ferroviario.

5 La unidad 107 de frenado de servicio electroneumática está diseñada para generar un valor de presión de servicio neumática máximo correspondiente al valor 106 de presión de emergencia.

Además, la unidad 107 de frenado de servicio electroneumática está diseñada de tal manera que, en ausencia de señales 109 de control, transfiere el valor 106 de presión de frenado de emergencia actual a sus salidas 111, ..., 114.

10 Una señal 115 de solicitud de frenado de emergencia, que indica la necesidad de realizar un frenado de emergencia, actúa sobre un dispositivo 116 de interrupción. Este dispositivo 116 de interrupción se obtiene, por ejemplo, pero no exclusivamente, mediante un relé de intercambio múltiple, o una multiplicidad de interruptores semiconductores. El dispositivo 116 de interrupción está diseñado de tal manera que mantenga una configuración de contacto cerrada en ausencia de una solicitud de frenado de emergencia desde la señal 115 de solicitud de frenado de emergencia y
15 mantenga una configuración de contacto abierta en presencia de una indicación de la necesidad de realizar un frenado de emergencia desde la señal 115 de solicitud de frenado de emergencia.

De esta manera, en ausencia de una indicación de la necesidad de realizar un frenado de emergencia mediante la señal 115 de solicitud de frenado de emergencia, la unidad 107 de frenado de servicio electroneumática genera la una o más presiones de frenado de servicio en la una o más salidas 111, ..., 114 de la unidad 107 de frenado de servicio electroneumática bajo el control de la unidad 108 de control de frenado de servicio.
20

Los valores de la una o más presiones de frenado de servicio en la una o más salidas 111, ... 114 de la unidad 107 de frenado de servicio electroneumática tienen un límite superior del valor actual de la presión 106 de frenado de emergencia. En presencia de una indicación de la necesidad de realizar un frenado de emergencia a partir de la señal 115 de solicitud de frenado de emergencia, la unidad 107 de servicio electroneumática propaga el valor de la presión 106 de frenado de emergencia a la una o más salidas 111, ..., 114 de la unidad 107 de frenado de servicio electroneumática.
25

30 Un primer ejemplo de un sistema 100 de frenado conocido se describe en la patente EP3148853, mostrado en la figura 2.

La unidad EPDA de la figura 2 corresponde a la unidad 101 de frenado de emergencia electroneumática; la Unidad de Control de Peso de la figura 2 corresponde a la unidad 103 de control de frenado de emergencia.
35

Las unidades EPCA de la figura 2 corresponden en cada caso a la unidad 107 de frenado de servicio electroneumática y las salidas de dichas unidades EPCA hacia los cilindros de freno BC1, ..., BCN corresponden en cada caso a una presión en una o más salidas 111, ..., 114 de la unidad 107 de frenado de servicio electroneumática.

40 Las Unidades de Control de Frenado de la figura 2 corresponden en cada caso a la unidad 108 de control de frenado de servicio; la presión de salida a la válvula 4 de relé de la figura 2 corresponde a la presión 106 de frenado de emergencia; la presión MBP de la figura 2 corresponde a la presión 102 de alimentación neumática. La presión en la salida de la válvula 4 de relé de la figura 2 alimenta energía al grupo de válvulas de solenoide compuesto por las válvulas 10, 12, 20 de solenoide utilizadas para accionar la válvula de relé RV. Con respecto a esta arquitectura, es
45 evidente para un experto en la técnica cómo el valor de presión en los cilindros de freno BC1, ..., BCN nunca puede exceder el valor de presión presente en la salida de la válvula 4 de relé de la figura 2, correspondiente a la presión 106 de frenado de emergencia del sistema 100.

En la patente EP2830918, se describe un segundo ejemplo de un sistema 100 electroneumático, mostrado en la figura 3.
50

El recuadro 401 en línea discontinua corresponde a la unidad 101 de frenado de emergencia electroneumática, el recuadro 402 en línea discontinua corresponde a una unidad 107 de frenado de servicio electroneumática, y la señal 403 neumática corresponde a la presión 106 de frenado de emergencia.
55

Un tercer ejemplo de sistema electroneumático se conoce finalmente a partir del documento WO 2019/207372 A1.

En la presente solicitud de patente se hará referencia a la siguiente normativa europea:

60 – EN50126 [“Aplicaciones ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS)”];

– EN50128 [“Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección ferroviaria”];
65

– EN50129 [“Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización”].

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

Los factores conocidos por el experto en la materia en el sector ferroviario son:

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

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

– que el desarrollo de una unidad de control, normalmente con uno o más microprocesadores o basándose en una o más FPGA, o según arquitecturas mixtas de microprocesador y FPGA, según los niveles $SIL \geq 3$ en relación con EN50128 y EN50129, implica diseño, validación y costes de certificación que son mayores en aproximadamente un orden de magnitud en comparación con el diseño según niveles $SIL \leq 2$, con las mismas funciones obtenidas.

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

Por lo tanto, se sabe en la técnica anterior que la unidad 103 de control de frenado de emergencia, que se utiliza para controlar la generación de la presión 106 de frenado de emergencia, debe desarrollarse según un nivel de seguridad SIL mayor que el nivel de seguridad SIL requerido para el desarrollo de la unidad 108 de control de frenado de servicio. Generalmente, la unidad 103 de control de frenado de emergencia se desarrolla según EN50128 y EN50129 $SIL \geq 3$, mientras que la unidad 108 de control de frenado de servicio se desarrolla según EN50128 y EN50129 $SIL \leq 2$.

La atención continua y cada vez mayor a la seguridad de los sistemas ferroviarios para trenes de viajeros ha llevado recientemente a replantear los niveles de integridad de seguridad SIL de algunas funciones adicionales asociadas a los sistemas de frenado, funciones que actualmente se desarrollan según los niveles de integridad de seguridad $SIL < 2$.

Los expertos en la técnica conocen una primera función como freno de parada. Esta función consiste en la aplicación automática de la fuerza de frenado por parte del sistema de frenado cuando la velocidad del tren cae por debajo de un valor predeterminado, normalmente en el intervalo entre 1 km/h y 3 km/h.

Este nivel de velocidad se alcanza cuando el vehículo ferroviario está a punto de detenerse, por ejemplo en un andén para subir y bajar pasajeros.

El objetivo de la función de freno de parada es evitar que el vehículo se desplace en cualquiera de los dos sentidos posibles debido a la inclinación del carril, durante la subida y bajada de viajeros.

En el modo de funcionamiento normal del vehículo, el freno de parada se mantiene aplicado durante al menos todo el período en donde las puertas del vehículo ferroviario permanecen abiertas.

El freno de parada se retira automáticamente del sistema de frenado sólo cuando una señal de seguridad adecuada indica que las puertas del vehículo ferroviario se han cerrado y cuando una señal del sistema de tracción indica que se ha aplicado un par de tracción suficiente para mover el vehículo en el sentido de la marcha por los motores de tracción.

Esta última medida es necesaria para evitar que el tren se desplace en sentido contrario al de la marcha al soltar el freno de parada en caso de pendiente ascendente. Por este motivo, en algunos casos, la función de freno de parada también se denomina la función antirretroceso.

Actualmente, la función de freno de parada se gestiona automáticamente por la unidad 108 de control del frenado de servicio, según los niveles de seguridad $SIL \leq 2$.

Para poder realizar la función de freno de parada como se describió anteriormente, la unidad 108 de control de frenado de servicio recibe una o más señales 200 de velocidad, provenientes por ejemplo, pero no exclusivamente, de sensores de velocidad, o de otros módulos que generan una señal de velocidad de referencia del vehículo ferroviario, no mostrado en la figura. Mediante la información de velocidad del vehículo ferroviario, la unidad 108 de control del

freno de servicio determina el instante en el que se debe activar la función de freno de parada. Además, la unidad 108 de control de frenado de servicio recibe una o más señales 201 de tracción generadas por los sistemas de tracción. Dichas una o más señales de tracción 201 son indicativas del hecho de que el par de tracción es o no suficiente para evitar la situación de retroceso definida descrita anteriormente. Además, la unidad 108 de control de frenado de servicio puede recibir una o más señales 202 de estado de puerta desde el sistema de gestión de puertas del vehículo, indicando el estado abierto/cerrado de las puertas.

Al observar dichas una o más señales 201 de tracción y una o más señales 202 de estado de puerta, la unidad 108 de control de frenado de servicio determina el instante en donde se desactiva la función de freno de parada.

La unidad 108 de control de frenado de servicio realiza la función de freno de parada accionando la unidad 107 de frenado de servicio electroneumática, para obtener una presión de frenado de parada en la una o más salidas 111, ..., 114 de la unidad 107 de frenado de servicio electroneumática.

Esta presión de freno de parada a menudo se determina por la unidad 108 de control de frenado de servicio, como una función de la una o más señales 104 de peso indicativas del peso que va a frenar el sistema 100 de frenado.

Los análisis funcionales y operativos de la función de freno de parada han demostrado cómo un posible mal funcionamiento de la unidad 108 de control de frenado de servicio, normalmente un error causado por el software, podría, por ejemplo, liberar el freno de parada mientras los pasajeros suben o bajan del vehículo ferroviario. Especialmente en los casos en donde hay un espacio entre el andén y el plano de subida/bajada del tren, un pasajero podría colocar sin darse cuenta un pie en dicho espacio. Si el vehículo ferroviario se encontrara en una pendiente, dadas las condiciones anteriores, dicho vehículo ferroviario tendría un movimiento indebido que podría provocar graves lesiones físicas al viajero.

Los expertos en la técnica saben que algunos operadores ferroviarios exigen que los maquinistas activen sistemáticamente el freno de parada en cada parada, independientemente de la presencia de la función de freno de parada automático, para garantizar manualmente que el vehículo ferroviario no tenga movimientos indebidos durante la etapa de subida/bajada de pasajeros.

En otros casos, la precaución de aplicar el freno de emergencia se confía únicamente a la atención del maquinista si el vehículo ferroviario tiene movimientos indebidos mientras los pasajeros suben/bajan debido a la aparición de un mal funcionamiento de la función de freno de parada.

Las consideraciones anteriores llevan a considerar que un desarrollo de la función de freno de parada según niveles SIL $\geq$ 3 sería adecuado para mitigar los riesgos potenciales de lesiones graves a los pasajeros, evitando la intervención sistemática del maquinista en cada parada.

Una segunda función se conoce como "Emulación de distribuidor". Esta función emula el comportamiento funcional de una válvula distribuidora a través de funciones de software. Se sabe que la válvula distribuidora realiza tanto la función de frenado de servicio, que requeriría un desarrollo limitado a un nivel de seguridad SIL $\leq$ 2, como la función de frenado de emergencia, que requiere un desarrollo a un nivel de seguridad SIL $\geq$ 3.

Actualmente la función "Emulación de distribuidor" se realiza exclusivamente según un nivel de seguridad SIL $\leq$ 2 por la unidad 108 de control de frenado de servicio.

Para realizar la función de "Emulación de distribuidor", la unidad 108 de control de frenado de servicio recibe una señal 202 de presión indicativa de la presión en el tubo de freno principal. La señal 202 de presión normalmente se genera por un transductor de presión no mostrado en la figura y conectado neumáticamente al tubo de freno principal.

La patente WO2018189693 describe la función de emulación de distribuidor y reivindica una posible realización de la función de "Emulación de distribuidor" según una arquitectura desarrollada completamente en un nivel SIL $\geq$ 3.

El experto en la técnica prevé una función de frenado adicional de alta seguridad: dicha función consiste en un frenado que puede modularse por el sistema de señalización, como ERTMS/ETCS, o por sistemas de conducción autónoma ATO (Automatic Train Operation) o además, por sistemas definidos como Acoplamiento Virtual de varios trenes.

Actualmente, el frenado modulado linealmente está representado por el Frenado de Servicio, cuyo nivel de seguridad actual se supone que es SIL2, que no es suficiente para los requisitos de los sistemas de conducción autónomos mencionados anteriormente. Al mismo tiempo, la función de frenado de emergencia, a pesar de estar clasificada como SIL4, actúa de forma binaria encendido/apagado, lo que no es adecuado para los requisitos funcionales de los sistemas de conducción autónomos mencionados anteriormente.

Los expertos en la técnica saben que los sistemas de conducción autónoma antes mencionados necesitarán controlar el sistema de frenado de forma lineal con niveles de seguridad superiores al nivel de seguridad del frenado de servicio actual. Esto significa elevar el frenado de servicio al nivel SIL4 o modular el frenado de emergencia.

Como se ha descrito anteriormente, la implementación completa de funciones complejas, como por ejemplo, pero no exclusivamente, la función “Freno de Parada” o la función “Emulación de distribuidor” o la función “frenado modulado por el sistema de señalización” según un nivel de seguridad $SIL \geq 3$, es una fuente de costos sustanciales de desarrollo, certificación y mantenimiento.

Resumen de la invención

Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es proponer un sistema de frenado para al menos un bogie o vehículo ferroviario, que permita aumentar el nivel de integridad de seguridad de cualquier función de frenado adicional del sistema de frenado, por ejemplo, pero no exclusivamente, desde niveles $SIL \leq 2$ hasta niveles $SIL \geq 3$, limitando la complejidad y el coste global de desarrollo, certificación y mantenimiento del sistema, al hacer uso de las unidades existentes de dicho sistema de frenado.

Los objetivos y ventajas antes mencionados y otros se consiguen, según un aspecto de la invención, mediante sistemas de frenado para un bogie o un vehículo ferroviario, que tienen las características definidas en las respectivas reivindicaciones independientes. 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

Ahora se describirán las características funcionales y estructurales de algunas realizaciones preferidas de un sistema de control para el frenado de emergencia y de servicio según la invención. Se hace referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

la figura 1 muestra una arquitectura conocida de un sistema de frenado electroneumático de nueva generación;

- la figura 2 muestra un primer ejemplo de un sistema 100 de frenado conocido de la patente EP3148853;

- la figura 3 muestra un segundo ejemplo de un sistema 100 de frenado conocido de la patente EP2830918;

- la figura 4 muestra una primera realización del sistema de frenado de la presente invención;

- la figura 5 muestra una segunda realización del sistema de frenado de la presente invención;

- la figura 6 muestra una tercera realización del sistema de frenado de la presente invención; y

- la figura 7 muestra una cuarta realización del sistema de frenado de la presente invención.

Descripción detallada

Antes de describir en detalle una pluralidad de realizaciones de la invención, debe aclararse que la invención no está limitada en su aplicación a los detalles estructurales y la configuración de los componentes presentados en la siguiente descripción o ilustrados en los dibujos. La invención es capaz de asumir otras realizaciones y de implementarse o construirse en la práctica de diferentes maneras. También debe entenderse que la fraseología y terminología tienen un fin descriptivo y no deben interpretarse como limitativas. El uso de “incluir” y “comprender” y sus variaciones ha de entenderse como que abarcan los elementos expuestos a continuación y sus equivalentes, así como elementos adicionales y sus equivalentes.

La figura 4 muestra una primera realización de un sistema 500 de frenado según la invención.

El sistema 500 de frenado para al menos un bogie o vehículo ferroviario comprende una unidad 503 de control de frenado de emergencia realizada según un primer nivel de integridad de seguridad SIL y una unidad 508 de control de frenado de servicio realizada según un segundo nivel de integridad de seguridad SIL inferior a dicho primer nivel de integridad de seguridad SIL.

La unidad 503 de control de frenado de emergencia está dispuesta para controlar una unidad 501 de frenado de emergencia electroneumática mediante un primer grupo de señales 505 de control y retroalimentación, para generar, a través de dicha unidad 501 de frenado de emergencia electroneumática, una presión 506 de sistema de frenado de emergencia cuyo valor de presión es una función de al menos una señal 504 de peso indicativa del peso del bogie o vehículo ferroviario que se va a frenar.

Como puede observarse en la figura 4, la unidad 501 de frenado de emergencia electroneumática está dispuesta para ser alimentada por una presión 502 de alimentación neumática.

La unidad 503 de control de frenado de emergencia también está dispuesta para determinar al menos un valor 551 de presión adicional asociado con una función 550 de frenado adicional. El valor 551 de presión adicional se determina como una función de al menos una señal 520 de entrada asociada con la función 550 de frenado adicional que se recibe por la unidad 503 de control de frenado de emergencia.

El término “determinar” un valor puede entenderse como el acto de calcular este valor o el hecho de tomar este valor de determinadas tablas o bases de datos.

La unidad 503 de control de frenado de emergencia está dispuesta también para transmitir, mediante un medio 518 de comunicación, el al menos un valor 551 de presión adicional asociado con la función 550 de frenado adicional a la unidad 508 de control de frenado de servicio.

Por ejemplo, pero no exclusivamente, el medio 518 de comunicación puede ser una red de comunicación en serie.

La unidad 508 de control de frenado de servicio está dispuesta para determinar al menos un valor de presión de frenado de servicio como una función de una señal 510 de solicitud de frenado de servicio y la al menos una señal 504 de peso, siendo la señal 510 de solicitud de frenado de servicio indicativa de una solicitud de frenado de servicio.

La unidad 508 de control de frenado de servicio está dispuesta además para controlar una unidad 507 de frenado de servicio electroneumática, mediante un segundo grupo de señales 509 de control y retroalimentación, para proporcionar a la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática el mayor del al menos un valor 551 de presión adicional asociado con la función 550 de frenado adicional y el al menos un valor de presión de frenado de servicio determinado por la unidad 508 de control de frenado de servicio.

Hay cuatro salidas 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática mostrada a modo de ejemplo en las figuras, pero el número de salidas podría ser diferente en otros ejemplos.

Como puede observarse en la figura 4, la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática está dispuesta para recibir al menos la presión 506 de frenado de emergencia.

Volviendo ahora a describir la unidad 503 de control de frenado de emergencia, está dispuesta además para recibir al menos una señal 519 de retroalimentación indicativa del valor de presión presente en la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática.

Aún más, la unidad 503 de control de frenado de emergencia está dispuesta para monitorizar, mediante la al menos una señal 519 de retroalimentación, el valor de presión presente en la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática, y para forzar un valor de presión correspondiente al valor de presión de la presión 506 de frenado de emergencia a la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática, cuando el valor 551 de presión adicional asociado con la función 550 de frenado adicional se espera (en otras palabras, debería estar presente) en la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática, pero el valor de presión presente en la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática es inferior en al menos un valor de tolerancia predeterminado que el al menos un valor 551 de presión adicional asociado con dicha función 550 de frenado adicional, que ha sido determinado por la unidad 503 de control de frenado de emergencia.

De esta manera, el sistema 500 de frenado realiza entonces al menos una función 550 de frenado adicional, cualquiera que sea, al mismo nivel de integridad de seguridad que la unidad 503 de control de frenado de emergencia.

Con referencia ahora a la figura 5, en esta figura se muestra una segunda realización de un sistema 500 de frenado según la invención.

El sistema 500 de frenado para al menos un bogie o vehículo ferroviario comprende también en este caso la unidad 503 de control de frenado de emergencia realizada según un primer nivel de integridad de seguridad SIL y la unidad 508 de control de frenado de servicio realizada según un segundo nivel de integridad de seguridad SIL inferior a dicho primer nivel de integridad de seguridad SIL.

También en esta segunda realización, la unidad 503 de control de frenado de emergencia está dispuesta para controlar una unidad 501 de frenado de emergencia electroneumática mediante un primer grupo de señales 505 de control y retroalimentación. La unidad 503 de control de frenado de emergencia está dispuesta para controlar una unidad 501 de frenado de emergencia electroneumática para generar una presión 506 de frenado de emergencia a través de dicha unidad 501 de frenado de emergencia electroneumática. El valor de presión de la presión 506 de frenado de emergencia es una función de al menos una señal 504 de peso indicativa del peso del bogie o vehículo ferroviario que se va a frenar. Como puede observarse en la figura 5, la unidad 501 de frenado de emergencia electroneumática está dispuesta para ser alimentada por una presión 502 de alimentación neumática;

La unidad 503 de control de frenado de emergencia está dispuesta además para determinar al menos un primer valor 551 de presión adicional asociado con una función 550 de frenado adicional. El primer valor 551 de presión adicional se determina como una función de al menos una señal 520 de entrada asociada con dicha función 550 de frenado adicional que se recibe por la unidad 503 de control de frenado de emergencia.

La unidad de control de frenado de servicio está dispuesta para determinar al menos un valor de presión de frenado de servicio como una función de una señal 510 de solicitud de frenado de servicio y de la al menos una señal 504 de peso, y para determinar al menos un segundo valor 551' de presión adicional asociado con la función 550 de frenado adicional, como una función de la al menos una señal 520' de entrada asociada con dicha función 550 de frenado adicional, que es recibida por la unidad 508 de control de frenado de servicio.

La unidad 508 de control de frenado de servicio está dispuesta además para controlar una unidad 507 de frenado de servicio electroneumática, mediante un segundo grupo de señales 509 de control y retroalimentación, para proporcionar a la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática el mayor del al menos un segundo valor 551' de presión adicional asociado con la función 550 de frenado adicional y el al menos un valor de presión de frenado de servicio determinado por la unidad 508 de control de frenado de servicio. Como puede observarse en la figura 5, la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática está dispuesta para recibir al menos la presión 506 de frenado de emergencia.

Volviendo ahora a describir la unidad 503 de control de frenado de emergencia, en esta segunda realización, está dispuesta también para recibir al menos una señal 519 de retroalimentación indicativa del valor de presión presente en la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática.

Además, la unidad 503 de control de frenado de emergencia está dispuesta para monitorizar, mediante la al menos una señal 519 de retroalimentación, el valor de presión presente en la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática y para forzar un valor de presión correspondiente al valor de presión de la presión 506 de frenado de emergencia en la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática cuando al menos un valor 551' de presión adicional determinado por la unidad 508 de control de frenado de servicio se espera en la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática, pero el valor de presión presente en la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática es inferior en al menos un valor de tolerancia predeterminado que el al menos un primer valor 551 de presión adicional asociado con dicha función 550 de frenado adicional, que se determinó por la unidad 503 de control de frenado de emergencia.

También en esta segunda realización, el sistema 500 de frenado realiza así al menos una función 550 de frenado adicional, cualquiera que sea, al mismo nivel de integridad de seguridad que la unidad 503 de control de frenado de emergencia.

Preferiblemente, con respecto a las realizaciones primera y segunda descritas anteriormente, la unidad 503 de control de frenado de emergencia puede estar dispuesta para controlar un dispositivo 516 de interrupción mediante una señal 517 de control.

La unidad 503 de control de frenado de emergencia en este caso puede estar dispuesta para abrir el dispositivo 516 de interrupción, de modo que no permita la conexión del segundo grupo de señales 509 de control y retroalimentación entre la unidad 508 de control de frenado de servicio y la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática cuando la unidad 503 de control de frenado de emergencia debe forzar un valor de presión correspondiente al valor de presión de la presión 506 de frenado de emergencia a al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática. Por lo tanto, la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática puede estar dispuesta para propagar el valor de presión de la presión 506 de emergencia a al menos una salida 511, ..., 514 de la misma, cuando el segundo grupo de señales 509 de control y retroalimentación no se conecta entre la unidad 508 de control de frenado de servicio y la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática.

Preferiblemente, la unidad 503 de control de frenado de emergencia puede estar dispuesta además para recibir una señal 515 de solicitud de frenado de emergencia indicativa de una solicitud de frenado de emergencia. La unidad 503 de control de frenado de emergencia podrá hacer que el dispositivo 516 de interrupción se abra mediante la señal 517 de control cuando la señal 515 de solicitud de frenado de emergencia indique una solicitud de frenado de emergencia, independientemente del resultado de la comparación entre la al menos una señal 519 de retroalimentación y el valor de presión presente en la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática. En otras palabras, cuando se indica la necesidad de un frenado de emergencia, la unidad 503 de control de frenado de emergencia asegura que la presión 506 de frenado de emergencia se propague a la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática.

Preferiblemente, con respecto a ambas de las realizaciones primera y segunda descritas anteriormente, cuando la unidad 503 de control de frenado de emergencia debe forzar un valor de presión correspondiente al valor de presión de la presión 506 de frenado de emergencia a la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática, la presión 506 de frenado de emergencia puede propagarse directamente a la al menos

una salida 511,..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática. O, como puede observarse en las figuras 5 y 6, la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática puede estar dispuesta además para recibir también la presión 502 de alimentación neumática. En este caso, cuando la unidad 503 de control de frenado de emergencia debe forzar un valor de presión correspondiente al valor de presión de la presión 506 de frenado de emergencia a la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática, el valor de presión de la presión 502 neumática de alimentación está limitado al valor de la presión 506 de frenado de emergencia dentro de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática. La presión 502 de alimentación neumática, cuyo valor de presión está limitado al valor de la presión 506 de frenado de emergencia, se propaga posteriormente a la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática.

Con referencia ahora a la figura 6, en esta figura se muestra una tercera realización de un sistema 500 de frenado según la invención.

En esta tercera realización, el sistema 500 de frenado para al menos un bogie o vehículo ferroviario comprende de nuevo una unidad 503 de control de frenado de emergencia realizada según un primer nivel de integridad de seguridad SIL y una unidad 508 de control de frenado de servicio realizada según un segundo nivel de integridad de seguridad SIL inferior a dicho primer nivel de integridad de seguridad SIL.

En esta tercera realización, la unidad 503 de control de frenado de emergencia está dispuesta para controlar una unidad 501 de frenado de emergencia electroneumática mediante un primer grupo de señales 505 de control y retroalimentación, para generar, a través de dicha unidad 501 de frenado de emergencia electroneumática, una presión 506 de frenado de emergencia cuyo valor de presión es una función de al menos una señal 504 de peso indicativa del peso del bogie o vehículo ferroviario que se va a frenar. La unidad 501 de frenado de emergencia electroneumática está dispuesta para ser alimentada por una presión 502 de alimentación neumática.

La unidad 503 de control de frenado de emergencia está dispuesta además para determinar al menos un primer valor 551 de presión adicional asociado con una función 550 de frenado adicional, como una función de al menos una señal 520 de entrada asociada con dicha función 550 de frenado adicional que es recibida por la unidad 503 de control de frenado de emergencia.

La unidad 508 de control de frenado de servicio está dispuesta para determinar al menos un valor de presión de frenado de servicio como una función de una señal 510 de solicitud de frenado de servicio y la al menos una señal 504 de peso.

La unidad 508 de control de frenado de servicio está dispuesta para determinar al menos un segundo valor 551' de presión adicional asociado con la función 550 de frenado adicional, como una función de la al menos una señal 520' de entrada asociada con dicha función 550 de frenado adicional que es recibida por la unidad 508 de control del frenado de servicio.

Además, la unidad 508 de control de frenado de servicio está dispuesta para controlar una unidad 507 de frenado de servicio electroneumática, mediante un segundo grupo de señales 509 de control y retroalimentación, para proporcionar a la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática el mayor del al menos un segundo valor 551' de presión adicional asociado con la función 550 de frenado adicional que ha sido determinado por la unidad 508 de control de frenado de servicio y el al menos un valor de presión de frenado de servicio determinado por la unidad 508 de control de frenado de servicio. Como puede observarse en la figura 6, la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática está dispuesta para recibir al menos la presión 502 de alimentación neumática.

En esta tercera realización, el sistema 500 de frenado para al menos un bogie o vehículo ferroviario comprende además una unidad 601 de selección electroneumática que incluye al menos una salida 611, ..., 614 de presión.

La unidad 601 de selección electroneumática está dispuesta para recibir al menos la presión 506 de frenado de emergencia, la al menos una presión presente en la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática y una señal 617 de control procedente de la unidad 503 de control de frenado de emergencia.

La unidad 601 de selección electroneumática está dispuesta además para propagar a la al menos una salida 611, ..., 614 de presión de la unidad 601 de selección electroneumática la presión 506 de frenado de emergencia o la al menos una presión presente en la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática, como una función de la señal 617 de control procedente de la unidad 503 de control de frenado de emergencia.

La unidad 503 de control de frenado de emergencia está dispuesta además para recibir al menos una señal 519 de retroalimentación indicativa del valor de presión presente en la al menos una salida 611, ..., 614 de presión de la unidad 601 de selección electroneumática, y para monitorizar, mediante la al menos una señal 519 de retroalimentación, el valor de presión presente en la al menos una salida 611, ..., 614 de presión de la unidad 601 de selección electroneumática.

Además, la unidad 503 de control de frenado de emergencia está dispuesta para controlar la unidad 601 de selección electroneumática, a través de la señal 617 de control, para activar la propagación de la presión 506 de emergencia a la al menos una salida 611, ..., 614 de presión de dicha unidad 601 de selección electroneumática cuando el al menos un segundo valor 551' de presión adicional determinado por la unidad 508 de control de frenado de servicio se espera en la al menos una salida 611, ..., 614 de presión de la unidad 601 de selección electroneumática, pero el valor de presión presente en la al menos una salida 611, ..., 614 de presión de la unidad 601 de selección electroneumática es menor en al menos un valor de tolerancia predeterminado con respecto al al menos un primer valor 551 de presión adicional asociado con dicha función 550 de frenado adicional que ha sido determinada por la unidad 503 de control de frenado de emergencia.

También en esta tercera realización, el sistema 500 de frenado por lo tanto realiza al menos una función 550 de frenado adicional, cualquiera que sea, al mismo nivel de integridad de seguridad que la unidad 503 de control de frenado de emergencia.

Con referencia ahora a la figura 7, en esta figura se muestra una cuarta realización de un sistema 500 de frenado según la invención.

También en este caso, el sistema 500 de frenado para al menos un bogie o vehículo ferroviario comprende una unidad 503 de control de frenado de emergencia realizada según un primer nivel de integridad de seguridad y una unidad 508 de control de frenado de servicio realizada según un segundo nivel de integridad de seguridad inferior a dicho primer nivel de integridad de seguridad.

La unidad 503 de control de frenado de emergencia está dispuesta para controlar una unidad 501 de frenado de emergencia electroneumática, mediante un primer grupo de señales 505 de control y retroalimentación, para generar una presión 506 de frenado de emergencia a través de dicha unidad 501 de frenado de emergencia electroneumática, cuyo valor de presión es una función de al menos una señal 504 de peso indicativa del peso del bogie o vehículo ferroviario que se va a frenar. La unidad 501 de frenado de emergencia electroneumática está dispuesta para ser alimentada por una presión 502 de alimentación neumática.

La unidad 503 de control de frenado de emergencia está dispuesta además para determinar al menos un valor 551 de presión adicional asociado con una función 550 de frenado adicional, como una función de al menos una señal 520 de entrada asociada con dicha función 550 de frenado adicional y es recibida por la unidad 503 de control de frenado de emergencia.

Además, la unidad 503 de control de frenado de emergencia está dispuesta para transmitir, a través de un medio 518 de comunicación, el al menos un valor 551 de presión adicional asociado con la función 550 de frenado adicional a la unidad 508 de control de frenado de servicio.

La unidad 508 de control de frenado de servicio está dispuesta para determinar al menos un valor de presión de frenado de servicio como una función de una señal 510 de solicitud de frenado de servicio y la al menos una señal 504 de peso. Además, la unidad 508 de control de frenado de servicio está dispuesta para controlar una unidad 507 de frenado de servicio electroneumática, mediante un segundo grupo de señales 509 de control y retroalimentación, para proporcionar a la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática el mayor del al menos un valor 551 de presión adicional asociado con la función 550 de frenado adicional que ha sido determinado por la unidad 503 de control de frenado de emergencia y el al menos un valor de presión de frenado de servicio determinado por la unidad 508 de control de frenado de servicio. La unidad 507 de frenado de servicio electroneumática está dispuesta también para recibir al menos la presión 502 de alimentación neumática.

En cuanto a la tercera realización descrita anteriormente, también en esta cuarta realización, el sistema 500 de frenado para al menos un bogie o vehículo ferroviario comprende una unidad 601 de selección electroneumática que incluye al menos una salida 611, ... 614 de presión. La unidad 601 de selección electroneumática está dispuesta nuevamente para recibir al menos la presión 506 de frenado de emergencia, la al menos una presión presente en la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática y una señal 617 de control proveniente de la unidad 503 de control de frenado de emergencia, y está dispuesta además para propagar a al menos una salida 611, ..., 614 de presión de la misma la presión 506 de frenado de emergencia o la al menos una presión presente en la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática, según la señal 617 de control proveniente de la unidad 503 de control de frenado de emergencia.

En esta cuarta realización, la unidad 503 de control de frenado de emergencia está dispuesta además para recibir al menos una señal (519) de retroalimentación indicativa del valor de presión presente en la al menos una salida 611, ..., 614 de presión de la unidad 601 de selección electroneumática, para monitorizar, mediante la al menos una señal 519 de retroalimentación, el valor de presión presente en la al menos una salida 611, ..., 614 de presión de la unidad 601 de selección electroneumática, y para controlar la unidad 601 de selección electroneumática a través de la señal 617 de control para activar la propagación del valor de presión de la presión 506 de frenado de emergencia a la al menos una salida 611, ..., 614 de presión de dicha unidad 601 de selección electroneumática cuando el al menos un valor 551 de presión adicional se espera en al menos una salida 611, ..., 614 de presión de la unidad 601 de selección

electroneumática, pero el valor de presión presente en la al menos una salida 611, ..., 614 de presión de la unidad 601 de selección electroneumática es inferior en al menos un valor de tolerancia predeterminado que el al menos un valor 551 de presión adicional asociado con dicha función 550 de frenado adicional que ha sido determinado por la unidad 503 de control de frenado de emergencia.

También en este caso, el sistema 500 de frenado realiza así al menos una función 550 de frenado adicional al mismo nivel de integridad de seguridad que la unidad 503 de control de frenado de emergencia.

La unidad 601 de selección electroneumática puede fabricarse, por ejemplo, como una válvula multivía electroneumática simple, o puede ser un dispositivo más complejo donde la presión 506 de frenado de emergencia y la al menos una presión en la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de servicio electroneumática se seleccionan para comprender presiones de accionamiento para un dispositivo de amplificación neumático alimentado por la presión 502 de alimentación neumática.

Preferiblemente, la unidad 503 de control de frenado de emergencia puede estar dispuesta además para recibir una señal 515 de solicitud de frenado de emergencia indicativa de una solicitud de frenado de emergencia. La unidad 503 de control de frenado de emergencia, a través de la señal 617 de control, podrá activar la propagación de la presión 506 de emergencia a la al menos una salida 611, ..., 614 de presión de dicha unidad 601 de selección electroneumática cuando la solicitud 515 de frenado de emergencia indica la presencia de una solicitud de frenado de emergencia. En otras palabras, cuando se indica la necesidad de un frenado de emergencia, la unidad 503 de control de frenado de emergencia asegura que la presión 506 de frenado de emergencia se propague a la al menos una salida 611, ..., 614 de presión de la unidad 601 de selección electroneumática.

Preferiblemente, con respecto a cualquier realización descrita anteriormente, la función 550 de frenado adicional puede ser una función de freno de parada y la al menos una señal 520, 520' de entrada asociada con dicha función 550 de frenado adicional, que es recibida solo por la unidad 503 de control de frenado de emergencia o que es recibido tanto por la unidad 503 de control de frenado de emergencia como por la unidad 508 de control de frenado de servicio, puede comprender al menos una señal 200 de velocidad indicativa de la velocidad de al menos un eje del bogie o vehículo ferroviario, o directamente indicativa de una velocidad de desplazamiento de dicho bogie o vehículo ferroviario, y al menos una señal 201 de par de tracción disponible indicativa del par de tracción actualmente presente. La al menos una señal 520, 520' de entrada asociada con dicha función 550 de frenado adicional, que es recibida solo por la unidad 503 de control de frenado de emergencia o es recibida tanto por la unidad 503 de control de frenado de emergencia como por la unidad 508 de control de frenado de servicio, puede comprender además una o más señales 202 de estado de puerta procedente del sistema de gestión de puertas del vehículo, que indican el estado abierto/cerrado de las puertas.

Preferiblemente, con respecto a cualquier realización descrita anteriormente, la función 550 de frenado adicional puede ser una función de Emulación de distribuidor y la al menos una señal 520, 520' de entrada asociada con dicha función 550 de frenado adicional, que es recibida solo por la unidad 503 de control de frenado de emergencia o que es recibida tanto por la unidad 503 de control de frenado de emergencia como por la unidad 508 de control de frenado de servicio, puede corresponder a una señal indicativa de una presión 202 en el tubo de freno principal del bogie o vehículo ferroviario.

En un aspecto adicional, la unidad 503 de control de frenado de emergencia puede estar dispuesta para determinar el al menos un primer valor 551 de presión adicional asociado con la función 550 de frenado adicional seleccionándolo de una matriz unidimensional o multidimensional indexada con valores discretizados con respecto a la al menos una señal 520 de entrada asociada con dicha función 550 adicional, que es recibida por la unidad 503 de control de frenado de emergencia. Como alternativa o adicionalmente, la unidad 508 de control de frenado de servicio puede estar dispuesta para determinar el al menos un segundo valor 551' de presión adicional asociado con la función 550 de frenado adicional seleccionándolo de una matriz unidimensional o multidimensional indexada con valores discretizados con respecto a la al menos una señal 520' de entrada asociada con dicha función 550 adicional que es recibida por la unidad 508 de control de frenado de servicio.

La matriz puede determinarse de antemano y cargarse posteriormente en una memoria no volátil de dicho sistema 500 de frenado.

Ahora se describirá un ejemplo, haciendo referencia a la primera realización descrita anteriormente, en donde la función 550 de frenado adicional cuyo nivel de seguridad debe elevarse es una función de freno de parada.

La al menos una señal 520 de entrada asociada con la función 550 de frenado adicional, que es recibida por la unidad 503 de control de frenado de emergencia, comprende una o más señales de velocidad, provenientes por ejemplo, pero no exclusivamente, de sensores de velocidad, o de otros módulos que generan una señal de velocidad de referencia del tren o vehículo ferroviario, y una o más señales de tracción generadas por los ordenadores de tracción. La una o más señales de tracción están dispuestas para indicar que el par de tracción es o no suficiente para evitar una situación de retroceso definida. Además, la al menos una señal 520 de entrada asociada con la función 550 de frenado adicional,

que es recibida por la unidad 503 de control de frenado de emergencia, puede incluir una o más señales del sistema de gestión de puertas del vehículo, que indican el estado de abierto/cerrado de las puertas.

5 El medio 518 de comunicación, por ejemplo, pero no exclusivamente, una red de comunicación en serie, permite que la unidad 503 de control de frenado de emergencia se comunique con la unidad 508 de control de frenado de servicio.

10 Con respecto a la función de freno de parada, considerando la primera realización descrita anteriormente, la unidad 503 de control de frenado de emergencia, además de realizar las acciones relacionadas con la generación de la presión 506 de frenado de emergencia descrita anteriormente, observa la una o más señales de velocidad para determinar si la velocidad del tren ha alcanzado el valor para el cual el sistema 500 de frenado debe aplicar la presión de freno de parada a las salidas 511,... 514 de la unidad 507 de servicio electroneumática. Cuando la unidad 503 de control de frenado de emergencia determina que la velocidad del tren ha alcanzado el valor para el cual el sistema 500 de frenado debe aplicar la presión 551 de freno de parada, la unidad 503 de control de frenado de emergencia determina el valor 551 de presión de freno de parada a aplicar, por ejemplo pero no exclusivamente como una función del valor 504 de peso a frenar, y envía un comando a la unidad 508 de control de frenado de servicio, a través del medio 518 de comunicación, para aplicar a las salidas 511,..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática dicho valor 551 de presión de frenado de parada.

20 Posteriormente, a través de la una o más señales 519 de retroalimentación, la unidad 503 de control de frenado de emergencia verifica que los valores de presión en una o más salidas 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática coincidan con el valor 551 de presión de freno de parada previamente determinado por la unidad 503 de control de frenado de emergencia, dentro de una banda de tolerancia predeterminada. Si el valor de presión leído de al menos una señal 519 de retroalimentación no coincide con el valor 551 de presión de freno de parada previamente determinado, dentro de dicha banda de tolerancia predeterminada, la unidad 503 de control de frenado de emergencia ordena a los contactos del dispositivo 5116 de interrupción que se abran mediante la señal 517 de control. De esta manera, la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática propagará el valor de la presión 506 de frenado de emergencia a la al menos una salida 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática.

30 Si, por el contrario, el freno de parada tiene éxito, cuando una o más señales de tracción indican la presencia de un par de tracción suficiente para evitar el efecto de retroceso, o más bien indican que todas las puertas del vehículo/tren están cerradas, la unidad 503 de control de frenado de emergencia envía el comando para restaurar la gestión de frenado de servicio normal a la unidad 518 de control de frenado de servicio mediante el medio 518 de comunicación.

35 En un ejemplo adicional, relacionado con la función de freno de parada y con referencia a la segunda realización descrita anteriormente, lo que se ha indicado para la al menos una señal 520 de entrada asociada con la función 550 de frenado adicional, que es recibida por la unidad 503 de control de frenado de emergencia, también es válido para este ejemplo adicional. Sin embargo, en este ejemplo adicional, la una o más señales de velocidad y la una o más señales de tracción son al menos una señal 520' de entrada asociada con la función 550 de frenado adicional, que es recibida por la unidad 508 de control de frenado de servicio. Además, la al menos una señal 520' de entrada asociada con la función 550 de frenado adicional, que es recibida por la unidad 508 de control de frenado de emergencia, puede incluir una o más señales del sistema de gestión de puertas del vehículo, que indican el estado de abierto/cerrado de las puertas.

45 En este segundo ejemplo, la unidad 503 de control de frenado de emergencia, además de realizar las acciones relacionadas con generar la presión 506 de frenado de emergencia descrita anteriormente, observa la una o más señales de velocidad para determinar si la velocidad del tren ha alcanzado el valor para el cual el sistema 500 de frenado debe aplicar la presión 551 de freno de parada. Cuando la unidad 503 de control de frenado de emergencia determina que la velocidad del tren o vehículo ferroviario ha alcanzado el valor para el cual el sistema 500 de frenado debe aplicar la presión 551 de freno de parada, la unidad 503 de control de frenado de emergencia determina que el valor 551 de presión de freno de parada se aplique, por ejemplo, pero no exclusivamente, como una función del valor 504 de peso a frenar.

55 Al mismo tiempo, la unidad 508 de control de frenado de servicio, además de realizar las acciones relacionadas con generar la presión de frenado de servicio en las salidas 511, ..., 514, de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática, observa una o más señales de velocidad para determinar si la velocidad del tren o vehículo ferroviario ha alcanzado el valor para el cual el sistema 500 de frenado debe aplicar la presión 551 de freno de parada. Cuando la unidad 508 de control de frenado de servicio determina que la velocidad del tren o vehículo ferroviario ha alcanzado el valor para el cual el sistema 500 de frenado debe aplicar la presión 551 de frenado de servicio, determina que el valor 551 de presión de freno de parada se aplique, por ejemplo pero no exclusivamente según el valor 504 de peso a frenar, y controla la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática para generar una presión en las salidas 511, ..., 514 del frenado 507 de servicio electroneumático correspondiente al valor de presión de freno de parada determinado por la unidad 508 de control de frenado de servicio.

65 Posteriormente, la unidad 503 de control de frenado de emergencia, a través de la una o más señales 519 de retroalimentación, verifica que los valores de presión en una o más salidas 511, ..., 514 de frenado de servicio de la

- unidad 507 de frenado de servicio electroneumática coincidan con el valor 551 de presión de freno de parada previamente determinado por la unidad 503 de control de frenado de emergencia, dentro de una banda de tolerancia predeterminada. Si el valor de presión leído por una o más señales 519 de retroalimentación no coincide con el valor 551 de presión de freno de parada previamente determinado por la unidad 503 de control de frenado de emergencia, dentro de dicha banda de tolerancia predeterminada, la unidad 503 de control de frenado de emergencia, ordena que los contactos del dispositivo 516 de interrupción se abran mediante la señal 517 de control. De esta manera, la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática propagará el valor de la presión 506 de frenado de emergencia a las salidas 511,..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática.
- Si, por el contrario, el freno de parada tiene éxito, cuando una o más señales de tracción indican la presencia de un par de tracción suficiente para evitar el efecto de retroceso y/o todas las puertas del vehículo/tren están cerradas, la unidad 508 de control del frenado de servicio restablece la gestión de frenado de servicio, y la unidad 503 de control de frenado de emergencia considera que ha concluido positivamente el procedimiento de monitoreo del freno de parada.
- En los dos ejemplos relacionados con la función de freno de parada ilustrados anteriormente, las acciones de control, monitoreo y posible reemplazo realizadas por la unidad 503 de control de frenado de emergencia con respecto a la unidad 508 de control de frenado de servicio aseguran que, ante cualquier falla que haya ocurrido en la unidad 508 de control de servicio, en relación con la realización de la función de freno de parada, siempre y en cualquier caso se aplica una presión de frenado igual o mayor que la solicitada por la función de freno de parada a las salidas 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática según un nivel de seguridad igual al asignado a la unidad 503 de control de frenado de emergencia, elevando así la función de freno de parada a un nivel de seguridad igual al asignado a la unidad 503 de control de frenado de emergencia.
- Ahora se describirá un ejemplo, haciendo referencia a la segunda realización descrita anteriormente, en donde la función 550 de freno adicional cuyo nivel de seguridad debe elevarse es una función de emulación de válvula distribuidora.
- Es conocido por el experto en la técnica que la válvula distribuidora realiza dos funciones, como una función de la presión en el tubo de freno principal:
- Cuando la presión en el tubo de freno principal se encuentra dentro de valores entre 500 kPa (5 bar) nominales y 350 kPa (3,5 bar) nominales, se pretende actuar en una zona funcional que puede definirse como frenado de servicio;
 - Cuando la presión en el tubo de freno principal se encuentra por debajo del valor de 350 kPa (3,5 bar) nominales, se pretende actuar en una zona funcional que puede definirse como frenado de emergencia.
- Partiendo de estas suposiciones, la unidad 508 de control de frenado de servicio, además de realizar las acciones relacionadas con generar la presión de frenado de servicio en las salidas 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática como una función de la señal 510 de solicitud de frenado de servicio y la señal 504 de peso
- La al menos una señal 520' de entrada asociada con la función 550 de frenado adicional, que es recibida por la unidad 508 de control de frenado de servicio, puede comprender una señal de presión en el tubo de freno principal indicativa de la presión presente en dicho tubo de freno principal, generándose dicha señal por un sensor de presión, no mostrado en la figura, conectado neumáticamente a dicho tubo de freno principal. La unidad 508 de control de frenado de servicio observa continuamente esta señal de presión en el tubo de freno principal.
- La unidad 508 de control de frenado de servicio puede diseñarse para transferir a las salidas 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática la mayor de la presión 551 de frenado del distribuidor así determinada, teniendo en cuenta también la señal 504 de peso, y la presión de frenado de servicio determinada de este modo como una función de la señal 510 de solicitud de frenado de servicio y la señal 504 de peso.
- La al menos una señal 520 de entrada asociada con la función 550 de frenado adicional, que es recibida por la unidad 503 de control de frenado de emergencia, puede comprender una señal de presión en el tubo de freno principal indicativa de la presión presente en dicho tubo de freno principal. La unidad 503 de control de frenado de emergencia, además de realizar las acciones relacionadas con la generación de la presión 506 de frenado de emergencia descrita anteriormente, observa continuamente la señal de presión en el tubo de freno principal indicativa de la presión presente en dicho tubo de freno principal, generándose dicha señal por un sensor de presión, no mostrado en las figuras, conectado neumáticamente a dicho tubo de freno principal. Si es necesario, las señales de presión en el tubo de freno principal indicativas de la presión presente en dicho tubo de freno principal recibidas por la unidad 503 de control de frenado de emergencia y por la unidad 508 de control de frenado de servicio coinciden y ambas pueden ser generadas por el mismo sensor.
- Cuando la unidad 503 de control de frenado de emergencia determina que la señal de presión en el tubo de freno principal ha asumido un valor indicativo de una solicitud de frenado de emergencia, es decir, un valor de presión inferior

a 350 kPa (3,5 bar) nominales, verifica que las presiones generadas por la unidad 508 de control de frenado de servicio en las salidas 511,..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática corresponden, dentro de una banda de tolerancia predeterminada, al valor 506 de presión de frenado de emergencia así determinado.

5 Si el valor de presión leído por una o más señales 519 de retroalimentación es igual o mayor que el valor 551 de presión del distribuidor determinado, a menos que se exceda dicha banda de tolerancia predeterminada, la unidad 503 de control de freno de emergencia no realiza ninguna acción.

10 Si el valor de presión leído por una o más señales 519 de retroalimentación es menor que el valor 551 de presión del distribuidor determinado, dentro de dicha banda de tolerancia predeterminada, la unidad 503 de control de frenado de emergencia ordena la apertura de los contactos del dispositivo 516 de interrupción mediante la señal 517 de control. De esta manera, la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática propagará el valor 506 de presión de frenado de emergencia a sus salidas 511, ..., 514.

15 Ahora se muestra un ejemplo de cómo aumentar el nivel de seguridad de la función de frenado de servicio. Esta función puede observarse también a medida que se modula el frenado de emergencia.

20 La señal 510 de solicitud de frenado de servicio también se alimenta a la unidad 503 de control de frenado de emergencia. En la práctica, la señal 510 de solicitud de frenado de servicio alimentada a la unidad 503 de control de frenado de emergencia representa la al menos una señal 520 de entrada asociada con la función 550 de frenado adicional que es recibida por la unidad 503 de control de frenado de emergencia.

25 La unidad 503 de control de frenado de emergencia, además de realizar las acciones relacionadas con la generación de la presión 506 de frenado de emergencia descrita anteriormente, observa continuamente la señal de solicitud de frenado de servicio recibida y determina continuamente el valor de frenado de servicio "seguro" como una función de la señal de solicitud de frenado de servicio recibida y la señal 504 de peso.

30 En el caso de la primera realización descrita anteriormente, la unidad 503 de control de frenado de emergencia envía un comando a la unidad 508 de control de frenado de servicio, a través del medio 518 de comunicación, para aplicar el valor de presión de frenado de servicio "seguro" a las salidas 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática.

35 Posteriormente, a través de la una o más señales 519 de retroalimentación, verifica que los valores de presión en una o más salidas 511, ..., 514 coincidan con el valor de presión de servicio "seguro" previamente determinado, dentro de una banda de tolerancia predeterminada. Si el valor de presión leído por una o más señales 519 de retroalimentación no coincide con el valor de presión de servicio "seguro" previamente determinado, dentro de dicha banda de tolerancia predeterminada, la unidad 503 de control de frenado de emergencia ordena que los contactos del dispositivo 516 de interrupción se abran mediante la señal 517 de control. De esta manera, la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática propagará el valor 506 de presión de emergencia a las salidas 511, ..., 514 de la misma según el método discutido anteriormente.

45 Si, por el contrario, los valores de presión leídos a través de una o más señales 519 de retroalimentación indican que los valores de presión en una o más salidas 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática coinciden con los valores de presión de servicio "seguros" previamente determinados, dentro de una banda de tolerancia predeterminada, la unidad 503 de control de presión de emergencia no realiza ninguna acción.

50 En el caso de la segunda realización descrita anteriormente, la unidad 508 de control de frenado de servicio normalmente realiza las acciones relacionadas con generar la presión de frenado de servicio en las salidas 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática, según la señal 510 de solicitud de frenado de servicio y la señal 504 de peso.

55 La señal 510 de solicitud de frenado de servicio alimentada a la unidad 508 de control de frenado de emergencia representa la al menos una señal 520' de entrada asociada con la función 550 de frenado adicional que es recibida por la unidad 508 de control de frenado de servicio.

Al mismo tiempo, la unidad 503 de control de frenado de emergencia determina los valores de presión relacionados con el frenado de servicio "seguro" según la solicitud de frenado de servicio y la señal 504 de peso.

60 Posteriormente, la unidad 503 de control de frenado de emergencia, a través de una o más señales 519 de retroalimentación, comprueba que los valores de presión en una o más salidas 511, ..., 514 de la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática coinciden con el valor de presión de frenado de servicio "seguro" determinado por la unidad 503 de control de frenado de emergencia, dentro de una banda de tolerancia predeterminada.

65 Si el valor de presión leído por la una o más señales 519 de retroalimentación no coincide con el valor de presión de frenado de servicio "seguro" previamente determinado por la unidad 503 de control de frenado de emergencia, dentro de dicha banda de tolerancia predeterminada, la unidad 503 de control de frenado de emergencia ordena que los

contactos del dispositivo 516 de interrupción se abran mediante la señal 517 de control. De esta forma, la unidad 507 de frenado de servicio electroneumática propagará el valor de la presión 506 de emergencia a las salidas 511, ..., 514 de la misma.

5 Si, por otro lado, los valores de presión leídos a través de las señales 519 de retroalimentación coinciden dentro de una banda de tolerancia predeterminada, con los valores de frenado de servicio “seguros” determinados por la unidad 503 de control de frenado de emergencia, la unidad 503 de control de frenado de emergencia no toma ninguna acción.

10 Ventajosamente, según la presente invención, la unidad 503 de control de frenado de emergencia no necesita realizar complejas comprobaciones de presión de circuito cerrado y algoritmos de diagnóstico relacionados de la unidad 507 de servicio electroneumática para generar presiones relacionadas con la función adicional de la cual el nivel de seguridad se va a aumentar. En la presente invención, estas funciones se dejan a la unidad 508 de control de frenado de servicio, según el estado de la técnica ya dispuesta para realizar los controles de cadena cerrada y los algoritmos de diagnóstico relacionados de la unidad 507 de servicio electroneumática. Ventajosamente, la unidad 503 de control de frenado de emergencia se limita a cálculos simples y funciones de monitoreo de presión posteriores en al menos
15 una salida 511...514 de la unidad 507 de servicio electroneumática, con respecto a las funciones de frenado adicionales cuyo nivel de seguridad ha de aumentarse. Por lo tanto, el sistema 500 de frenado de la presente invención logra el aumento del nivel de seguridad de funciones de frenado adicionales al nivel de seguridad de la unidad 503 de frenado de emergencia sin aumentar los costos de desarrollo.

20 Cabe señalar que la realización propuesta para la presente invención en la discusión anterior es puramente a modo de ejemplo no limitativa de la presente invención. Un experto en la técnica podrá implementar fácilmente la presente invención en diferentes realizaciones que, sin embargo, no se apartan de los principios establecidos en el presente documento y, por lo tanto, están abarcadas en la presente patente.

25 Esto se aplica en particular a la posibilidad de que la al menos una señal 520 de entrada asociada con dicha función 550 de frenado adicional, que es recibida por la unidad 503 de control de frenado de emergencia, y la al menos una señal 520' de entrada asociada con dicha función 550 de frenado adicional, que es recibida por la unidad 508 de control de frenado de servicio, pueden ser dos señales distintas que llevan la misma información, o la posibilidad de
30 que al menos una señal 520 de entrada asociada con dicha función 550 adicional, que es recibida por la unidad 503 de control de frenado de emergencia y la al menos una señal 520' de entrada asociada con dicha función 550 de frenado adicional, que es recibida por la unidad 508 de control de frenado de servicio, son originalmente una señal única que se duplica para llegar tanto a la unidad 503 de control de frenado de emergencia como a la unidad 508 de control de frenado de servicio.

35 Se han descrito diversos aspectos y realizaciones de un sistema de frenado para al menos un bogie o vehículo ferroviario según la invención. La invención no se limita a las realizaciones descritas, sino que puede variarse dentro del alcance definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Sistema (500) de frenado para al menos un bogie o vehículo ferroviario que comprende una unidad (503) de control de frenado de emergencia realizada según un primer nivel de integridad de seguridad y una unidad (508) de control de frenado de servicio realizada según un segundo nivel de integridad de seguridad inferior a dicho primer nivel de integridad de seguridad;

estando dispuesta la unidad (503) de control de frenado de emergencia para:

- controlar una unidad (501) de frenado de emergencia electroneumática mediante un primer grupo de señales (505) de control y retroalimentación, para generar, a través de dicha unidad (501) de frenado de emergencia electroneumática, una presión (506) de frenado de emergencia cuyo valor de presión es una función de al menos una señal (504) de peso indicativa del peso del bogie o del vehículo ferroviario que se va a frenar; estando dispuesta la unidad (501) de frenado de emergencia electroneumática para ser alimentada por una presión (502) de alimentación neumática;
- determinar al menos un valor (551) de presión adicional asociado con una función (550) de frenado adicional, como una función de al menos una señal (520) de entrada asociada con dicha función (550) de frenado adicional y recibida por la unidad (503) de control de frenado de emergencia;
- mediante un medio (518) de comunicación, transmitir el al menos un valor (551) de presión adicional asociado con la función (550) de frenado adicional a la unidad (508) de control de frenado de servicio;

estando dispuesta la unidad (508) de control de frenado de servicio para:

- determinar al menos un valor de presión de frenado de servicio como una función de una señal (510) de solicitud de frenado de servicio y de la al menos una señal (504) de peso;
- controlar una unidad (507) de frenado de servicio electroneumática, mediante un segundo grupo de señales (509) de control y retroalimentación, para proporcionar a al menos una salida (511, ..., 514) de la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática el mayor del al menos un valor (551) de presión adicional asociado con la función (550) de frenado adicional y el al menos un valor de presión de frenado de servicio determinado por la unidad (508) de control de frenado de servicio, estando dispuesta la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática para recibir al menos la presión (506) de frenado de emergencia;

estando dispuesta además la unidad (503) de control de frenado de emergencia para:

- recibir al menos una señal (519) de retroalimentación indicativa del valor de presión en la al menos una salida (511, ..., 514) de la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática;
- monitorizar, mediante la al menos una señal (519) de retroalimentación, el valor de presión en la al menos una salida (511, ..., 514) de la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática;
- forzar un valor de presión correspondiente al valor de presión de la presión (506) de frenado de emergencia en la al menos una salida (511, ..., 514) de la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática, cuando el valor (551) de presión adicional asociado con la función (550) de frenado adicional se espera en la al menos una salida (511, ..., 514) de la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática, pero el valor de presión presente en la al menos una salida (511, ..., 514) de la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática es inferior, en al menos un valor de tolerancia predeterminado, que el al menos un valor (551) de presión adicional asociado con dicha función (550) de frenado adicional que ha sido determinado por la unidad (503) de control de frenado de emergencia;

realizando así el sistema (500) de frenado al menos una función (550) de frenado adicional al mismo nivel de integridad de seguridad que la unidad (503) de control de frenado de emergencia.

2. Sistema (500) de frenado para al menos un bogie o vehículo ferroviario que comprende una unidad (503) de control de frenado de emergencia realizada según un primer nivel de integridad de seguridad y una unidad (508) de control de frenado de servicio realizada según un segundo nivel de integridad de seguridad inferior a dicho primer nivel de integridad de seguridad;

estando dispuesta la unidad (503) de control de frenado de emergencia para:

- controlar una unidad (501) de frenado de emergencia electroneumática, mediante un primer grupo de señales (505) de control y retroalimentación, para generar, a través de dicha unidad (501) de frenado de emergencia electroneumática, una presión (506) de frenado de emergencia cuyo valor

de presión es una función de al menos una señal (504) de peso indicativa del peso del bogie o del vehículo ferroviario que se va a frenar; estando dispuesta la unidad (501) de frenado de emergencia electroneumática para ser alimentada por una presión (502) de alimentación neumática;

-determinar al menos un primer valor (551) de presión adicional asociado con una función (550) de frenado adicional, como una función de al menos una señal (520) de entrada asociada con dicha función (550) de frenado adicional y recibida por la unidad (503) de control de frenado de emergencia;

estando dispuesta la unidad (508) de control de frenado de servicio para:

-determinar al menos un valor de presión de frenado de servicio como una función de una señal (510) de solicitud de frenado de servicio y la al menos una señal (504) de peso;

-determinar al menos un segundo valor (551') de presión adicional asociado con la función (550) de frenado adicional, como una función de la al menos una señal (520') de entrada asociada con dicha función (550) de frenado adicional y recibida por la unidad (508) de control de frenado de servicio;

-controlar una unidad (507) de frenado de servicio electroneumática, mediante un segundo grupo de señales (509) de control y retroalimentación, para proporcionar a al menos una salida (511, ..., 514) de la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática el mayor del al menos un segundo valor (551') de presión adicional asociado con la función (550) de frenado adicional que se determinó por la unidad (508) de control de frenado de servicio y el al menos un valor de presión de frenado de servicio determinado por la unidad (508) de control de frenado de servicio; estando dispuesta la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática para recibir al menos la presión (506) de frenado de emergencia;

estando dispuesta también la unidad (503) de control de frenado de emergencia para:

-recibir al menos una señal (519) de retroalimentación indicativa del valor de presión en la al menos una salida (511, ..., 514) de la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática;

-monitorizar, mediante la al menos una señal (519) de retroalimentación, el valor de presión en la al menos una salida (511, ..., 514) de la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática;

-forzar un valor de presión correspondiente al valor de presión de la presión (506) de frenado de emergencia en la al menos una salida (511, ..., 514) de la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática, cuando el al menos un segundo valor (551') de presión adicional determinado por la unidad (508) de control de frenado de servicio se espera en la al menos una salida (511, ..., 514) de la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática, pero el valor de presión presente en la al menos una salida (511, ..., 514) de la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática es inferior, en al menos un valor de tolerancia predeterminado, que el al menos un primer valor (551) de presión adicional asociado con dicha función (550) de frenado adicional que ha sido determinado por la unidad (503) de control de frenado de emergencia;

realizando así el sistema (500) de frenado al menos una función (550) de frenado adicional al mismo nivel de integridad de seguridad que la unidad (503) de control de frenado de emergencia.

3. Sistema (500) de frenado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en donde la unidad (503) de control de frenado de emergencia está dispuesta para controlar un dispositivo (516) de interrupción mediante una señal (517) de control;

estando dispuesta la unidad (503) de control de frenado de emergencia para abrir el dispositivo (516) de interrupción, de manera que no permita la conexión del segundo grupo de señales (509) de control y retroalimentación entre la unidad (508) de control de frenado de servicio y la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática, cuando la unidad (503) de control de frenado de emergencia debe forzar un valor de presión correspondiente al valor de presión de la presión (506) de frenado de emergencia en la al menos una salida (511, ..., 514) de la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática;

-estando dispuesta la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática para propagar el valor de presión de la presión (506) de frenado de emergencia a al menos una salida (511, ..., 514) de la misma, cuando el segundo grupo de señales (509) de control y retroalimentación no se conecta entre la unidad (508) de control de frenado de servicio y la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática.

4. Sistema (500) de frenado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática está dispuesta para recibir también la presión (502) de alimentación neumática;

en donde, cuando la unidad (503) de control de frenado de emergencia debe propagar un valor de presión correspondiente al valor de presión de la presión (506) de frenado de emergencia a la al menos una salida (511, ..., 514) de la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática, el valor de presión de la presión (502) de alimentación neumática se limita al valor de la presión (506) de frenado de emergencia dentro de la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática y posteriormente se propaga a la al menos una salida (511, ..., 514) de la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática.

5. Sistema (500) de frenado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde, cuando la unidad (503) de control de frenado de emergencia debe propagar un valor de presión correspondiente al valor de presión de la presión (506) de frenado de emergencia a la al menos una salida (511, ..., 514) de la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática, la presión (506) de frenado de emergencia se propaga a la al menos una salida (511, ..., 514) de la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática.

6. Sistema (500) de frenado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la unidad (503) de control de frenado de emergencia está dispuesta para:

-recibir una señal (515) de solicitud de frenado de emergencia indicativa de una solicitud de frenado de emergencia;

-forzar un valor de presión correspondiente al valor de presión de la presión (506) de frenado de emergencia a la al menos una salida (511, ..., 514) de la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática, cuando la señal (515) de solicitud de frenado de emergencia indica la necesidad de un frenado de emergencia.

7. Sistema (500) de frenado para al menos un bogie o vehículo ferroviario que comprende una unidad (503) de control de frenado de emergencia realizada según un primer nivel de integridad de seguridad y una unidad (508) de control de frenado de servicio realizada según un segundo nivel de integridad de seguridad inferior a dicho primer nivel de integridad de seguridad;

estando dispuesta la unidad (503) de control de frenado de emergencia para:

-controlar una unidad (501) de frenado de emergencia electroneumática, mediante un primer grupo de señales (505) de control y retroalimentación, para generar una presión (506) de frenado de emergencia, a través de dicha unidad (501) de frenado de emergencia electroneumática, cuyo valor de presión depende de al menos una señal (504) de peso indicativa del peso del bogie o del vehículo ferroviario que se va a frenar; estando dispuesta la unidad (501) de frenado de emergencia electroneumática para ser alimentada por una presión (502) de alimentación neumática;

-determinar al menos un primer valor (551) de presión adicional asociado con una función (550) de frenado adicional, como una función de al menos una señal (520) de entrada asociada con dicha función (550) de frenado adicional y recibida por la unidad (503) de control de frenado de emergencia;

estando dispuesta la unidad (508) de control de frenado de servicio para:

-determinar al menos un valor de presión de frenado de servicio como una función de una señal (510) de solicitud de frenado de servicio y la al menos una señal (504) de peso;

-determinar al menos un segundo valor (551') de presión adicional asociado con la función (550) de frenado adicional, como una función de la al menos una señal (520') de entrada asociada con dicha función (550) de frenado adicional y recibida por la unidad (508) de control de frenado de servicio;

-controlar una unidad (507) de frenado de servicio electroneumática, mediante un segundo grupo de señales (509) de control y retroalimentación, para proporcionar a al menos una salida (511, ..., 514) de la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática el mayor del al menos un segundo valor (551') de presión adicional asociado con la función (550) de frenado adicional, que ha sido determinado por la unidad (508) de control de frenado de servicio, y el al menos un valor de presión de frenado de servicio determinado por la unidad (508) de control de frenado de servicio; estando dispuesta la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática para recibir al menos la presión (502) de alimentación neumática;

comprendiendo el sistema (500) de frenado para al menos un bogie o vehículo ferroviario una unidad (601) de selección electroneumática que incluye al menos una salida (611, ..., 614) de presión; estando dispuesta la unidad (601) de selección electroneumática para:

-recibir al menos la presión (506) de frenado de emergencia, la al menos una presión en la al menos una salida (511, ..., 514) de la unidad (507) de frenado de servicio

electroneumática y una señal (617) de control proveniente de la unidad (503) de control de frenado de emergencia;

-propagar a su al menos una salida (611, ..., 614) de presión la presión (506) de frenado de emergencia o la al menos una presión presente en la al menos una salida (511, ..., 514) de la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática, como una función de la señal (617) de control proveniente de la unidad (503) de control de frenado de emergencia;

estando dispuesta también la unidad (503) de control de frenado de emergencia para:

-recibir al menos una señal (519) de retroalimentación indicativa del valor de presión en la al menos una salida (611, ..., 614) de presión de la unidad (601) de selección electroneumática;

-monitorizar, mediante la al menos una señal (519) de retroalimentación, el valor de presión en la al menos una salida (611, ..., 614) de presión de la unidad (601) de selección electroneumática;

-controlar la unidad (601) de selección electroneumática a través de la señal (617) de control para activar la propagación del valor de presión del valor (506) de presión de frenado de emergencia a la al menos una salida (611, ..., 614) de presión de dicha unidad (601) de selección electroneumática cuando el al menos un segundo valor (551') de presión adicional asociado con dicha función (550) de frenado adicional determinado por la unidad (508) de control de frenado de servicio se espera en la al menos una salida (611, ..., 614) de presión de la unidad (601) de selección electroneumática, pero el valor de presión presente en la al menos una salida (611, ..., 614) de presión de la unidad (601) de selección electroneumática es menor, en al menos un valor de tolerancia predeterminado, que el al menos un primer valor (551) de presión adicional asociado con dicha función (550) de frenado adicional que ha sido determinado por la unidad (503) de control de frenado de emergencia;

realizando así el sistema (500) de frenado al menos una función (550) de frenado adicional al mismo nivel de integridad de seguridad que la unidad (503) de control de frenado de emergencia.

8. Sistema (500) de frenado para al menos un bogie o vehículo ferroviario que comprende una unidad (503) de control de frenado de emergencia realizada según un primer nivel de integridad de seguridad y una unidad (508) de control de frenado de servicio realizada según un segundo nivel de integridad de seguridad inferior a dicho primer nivel de integridad de seguridad;

estando dispuesta la unidad (503) de control de frenado de emergencia para:

-controlar una unidad (501) de frenado de emergencia electroneumática, mediante un primer grupo de señales (505) de control y retroalimentación, para generar una presión (506) de frenado de emergencia, a través de dicha unidad (501) de frenado de emergencia electroneumática, cuyo valor de presión es una función de al menos una señal (504) de peso indicativa del peso del bogie o del vehículo ferroviario que se va a frenar; estando dispuesta la unidad (501) de frenado de emergencia electroneumática para ser alimentada por una presión (502) de alimentación neumática;

-determinar al menos un valor (551) de presión adicional asociado con una función (550) de frenado adicional, como una función de al menos una señal (520) de entrada asociada con dicha función (550) de frenado adicional y recibida por la unidad (503) de control de frenado de emergencia;

-mediante un medio (518) de comunicación, transmitir el al menos un valor (551) de presión adicional asociado con la función (550) de frenado adicional a la unidad (508) de control de frenado de servicio;

estando dispuesta la unidad (508) de control de frenado de servicio para:

-determinar al menos un valor de presión de frenado de servicio según una señal (510) de solicitud de frenado de servicio y al menos una señal (504) de peso;

-controlar una unidad (507) de frenado de servicio electroneumática, mediante un segundo grupo de señales (509) de control y retroalimentación, para proporcionar a la al menos una salida (511, ..., 514) de la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática el mayor del al menos un valor (551) de presión adicional asociado con la función (550) de frenado adicional que ha sido determinado por la unidad (503) de control de frenado de emergencia y la al menos una presión de frenado de servicio determinada por la unidad (508) de control de frenado de servicio; estando dispuesta la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática para recibir al menos la presión (502) de alimentación neumática;

comprendiendo el sistema (500) de frenado para al menos un bogie o vehículo ferroviario una unidad (601) de selección electroneumática que incluye al menos una salida (611, ..., 614) de presión; estando dispuesta la unidad (601) de selección electroneumática para:

- 5 -recibir al menos la presión (506) de frenado de emergencia, la al menos una presión presente en la al menos una salida (511, ..., 514) de la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática y una señal (617) de control proveniente de la unidad (503) de control de frenado de emergencia;
- 10 -propagar a al menos una salida (611, ..., 614) de presión de la misma la presión (506) de frenado de emergencia o la al menos una presión presente en la al menos una salida (511, ..., 514) de la unidad (507) de frenado de servicio electroneumática, como una función de la señal (617) de control proveniente de la unidad (503) de control de frenado de emergencia;
- 15 estando dispuesta además la unidad (503) de control de frenado de emergencia para:
- 20 -recibir al menos una señal (519) de retroalimentación que indica el valor de presión presente en la al menos una salida (611, ..., 614) de presión de la unidad (601) de selección electroneumática;
- 25 -monitorizar, mediante la al menos una señal (519) de retroalimentación, el valor de presión presente en la al menos una salida (611, ..., 614) de presión de la unidad (601) de selección electroneumática;
- 30 -controlar la unidad (601) de selección electroneumática a través de la señal (617) de control para activar la propagación del valor de presión de la presión (506) de frenado de emergencia a la al menos una salida (611, ..., 614) de presión de dicha unidad (601) de selección electroneumática cuando el al menos un valor (551) de presión adicional asociado con dicha función (550) de frenado adicional se espera en la al menos una salida (611, ..., 614) de presión de la unidad (601) de selección electroneumática, pero el valor de presión presente en la al menos una salida (611, ..., 614) de presión de la unidad (601) de selección electroneumática es menor, en al menos un valor de tolerancia predeterminado, que el al menos un valor (551) de presión adicional asociado con dicha función (550) de frenado adicional que ha sido determinado por la unidad (503) de control de frenado de emergencia;
- 35 realizando así el sistema (500) de frenado al menos una función (550) de frenado adicional al mismo nivel de integridad de seguridad que la unidad (503) de control de frenado de emergencia.
9. Sistema (500) de frenado según la reivindicación 7 u 8, en donde la unidad (503) de control de frenado de emergencia está dispuesta para:
- 40 -recibir una señal (515) de solicitud de frenado de emergencia indicativa de una solicitud de frenado de emergencia;
- 45 -controlar la unidad (601) de selección electroneumática a través de la señal (617) de control para activar la propagación de la presión (506) de frenado de emergencia a la al menos una salida (611, ..., 614) de presión, cuando la señal (515) de solicitud de frenado de emergencia indica la necesidad de un frenado de emergencia.
10. Sistema (500) de frenado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la función (550) de frenado adicional es una función de freno de parada, y la al menos una señal (520, 520') de entrada asociada con dicha función (550) de frenado adicional comprende:
- 50 -al menos una señal (200) de velocidad indicativa de la velocidad de al menos un eje del bogie o vehículo ferroviario, o directamente indicativa de una velocidad de desplazamiento de dicho bogie o vehículo ferroviario; y
- 55 -al menos una señal (201) de par de tracción disponible indicativa del par de tracción actualmente presente.
11. Sistema (500) de frenado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la función (550) de frenado adicional es una función de Emulación de distribuidor, y la al menos una señal (520, 520') de entrada asociada con dicha función (550) de frenado adicional comprende una señal indicativa de una presión (202) en el tubo de freno principal del bogie o vehículo ferroviario.
12. Sistema (500) de frenado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la función (550) de frenado adicional es una función de frenado de emergencia modulada o una función de frenado de servicio de alto nivel de seguridad, y la al menos una señal (520, 520') de entrada asociada con dicha función (550) de frenado adicional comprende una señal (510) de solicitud de frenado de servicio.
13. Sistema (500) de frenado según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde:

- 5 -la unidad (503) de control de frenado de emergencia está dispuesta para determinar el al menos un primer valor (551) de presión adicional asociado con la función (550) de frenado adicional seleccionándolo de una matriz unidimensional o multidimensional indexada con valores discretizados con respecto a la al menos una señal (520) de entrada asociada con dicha función (550) adicional y recibida por la unidad (503) de control de frenado de emergencia; y/o
- 10 -la unidad (508) de control de frenado de servicio está dispuesta para determinar el al menos un segundo valor (551') de presión adicional asociado con la función (550) de frenado adicional seleccionándolo de una matriz unidimensional o multidimensional indexada con valores discretizados con respecto a la al menos una señal (520') de entrada asociada con dicha función (550) de frenado adicional y recibida por la unidad (508) de control de frenado de servicio;

determinándose previamente dicha matriz y cargándose posteriormente en una memoria no volátil de dicho sistema (500) de frenado.

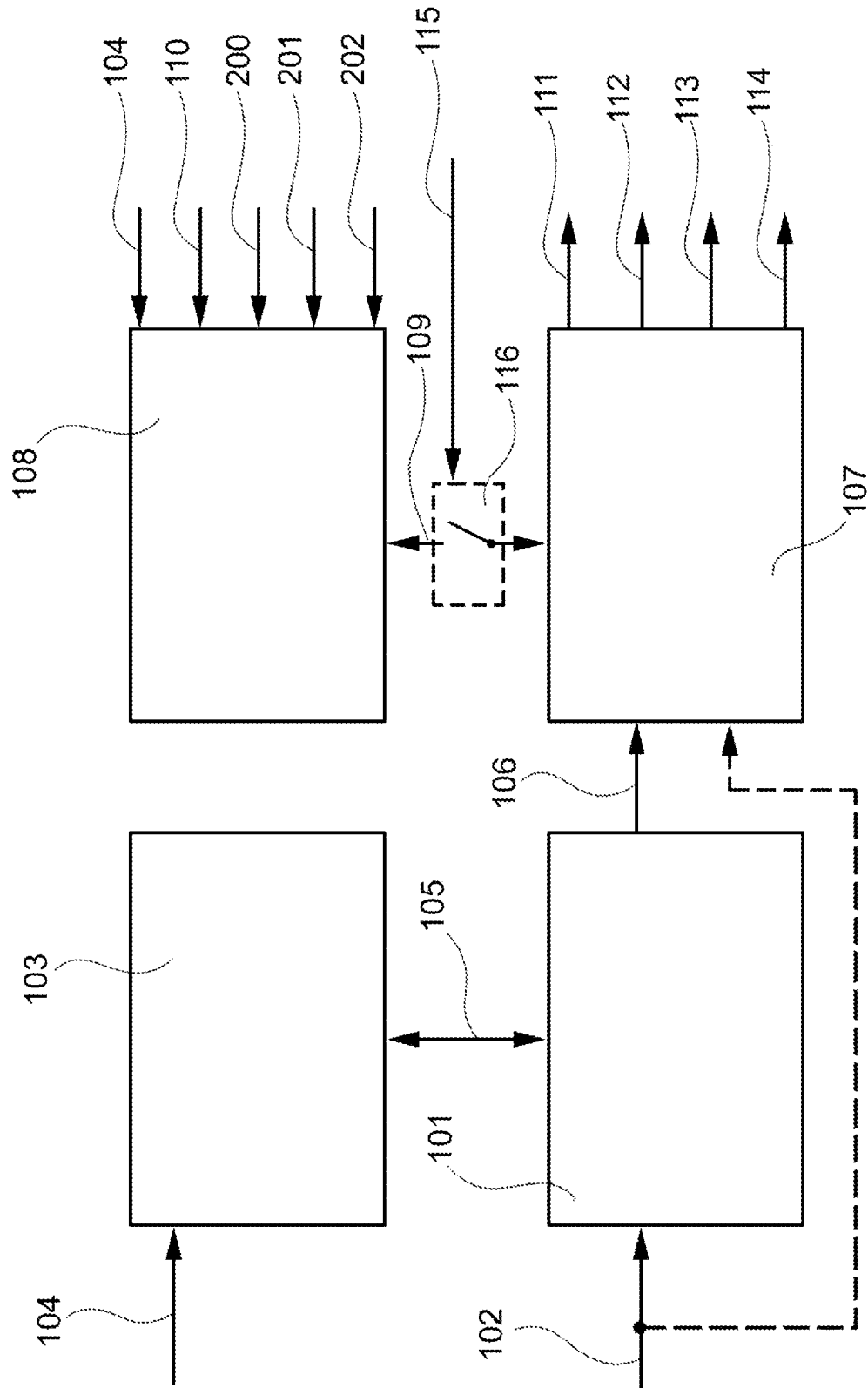


Figura 1
(TÉCNICA ANTERIOR)

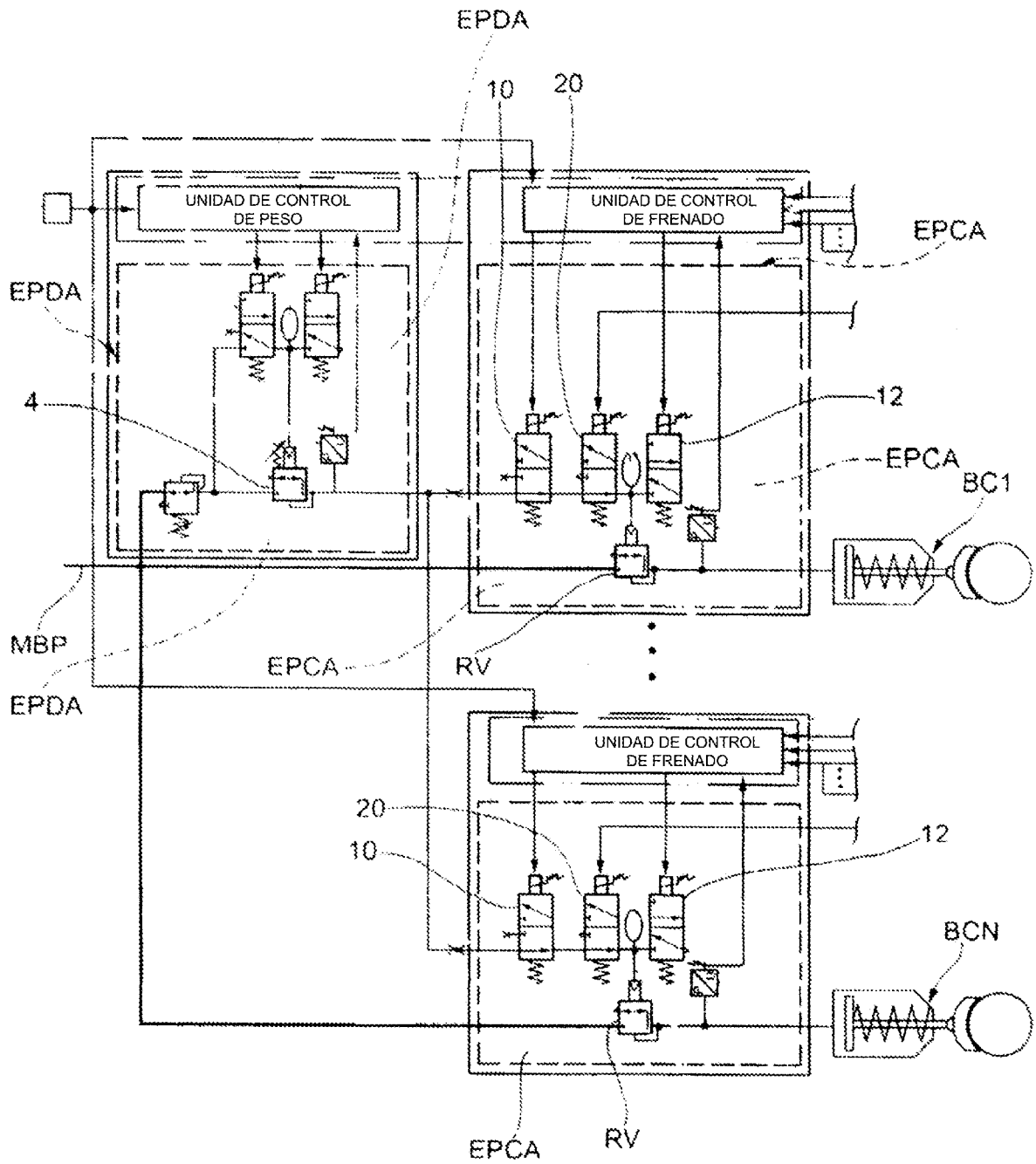


Figura 2
(TÉCNICA ANTERIOR)

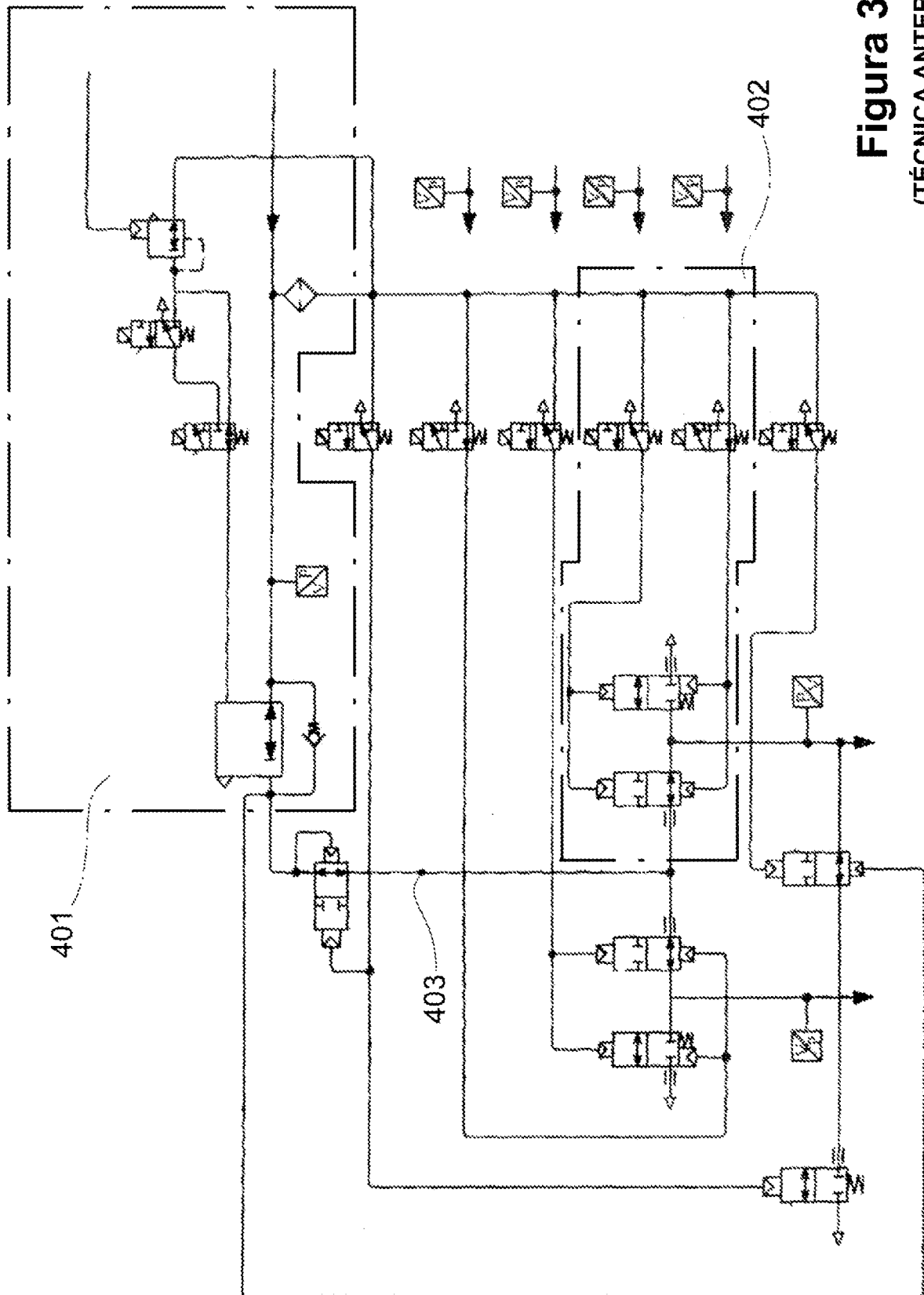


Figura 3
(TÉCNICA ANTERIOR)

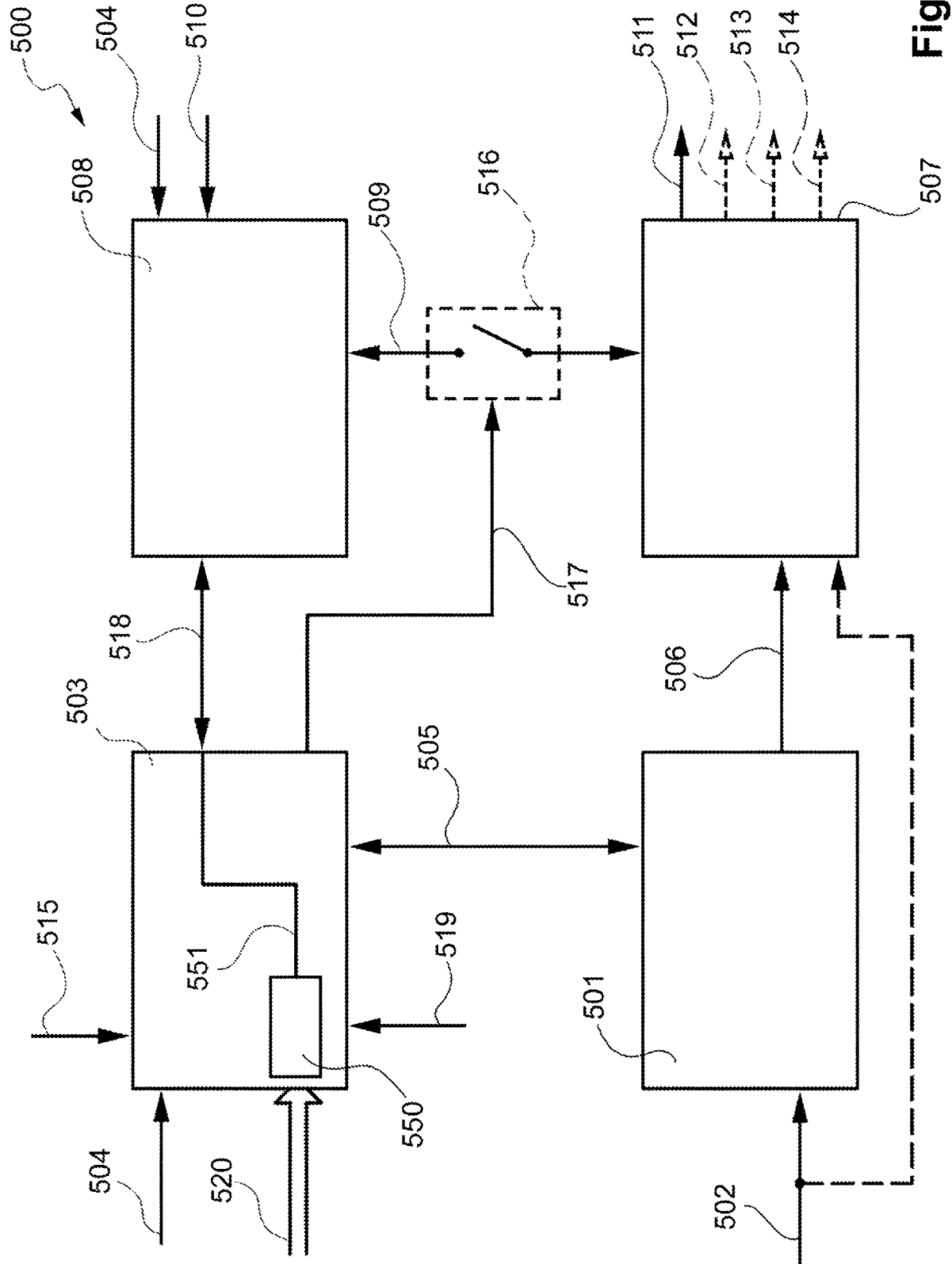


Figura 4

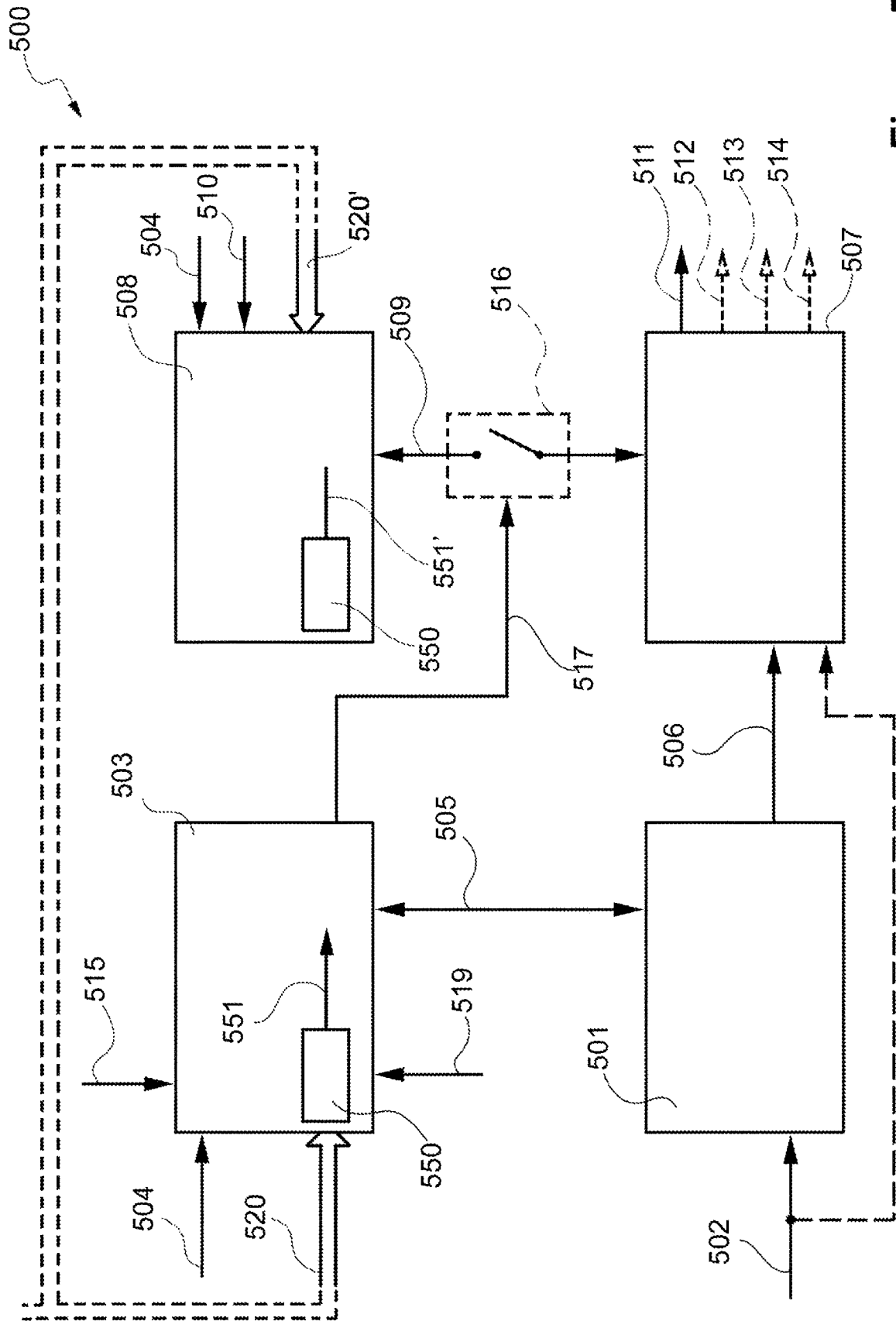


Figura 5

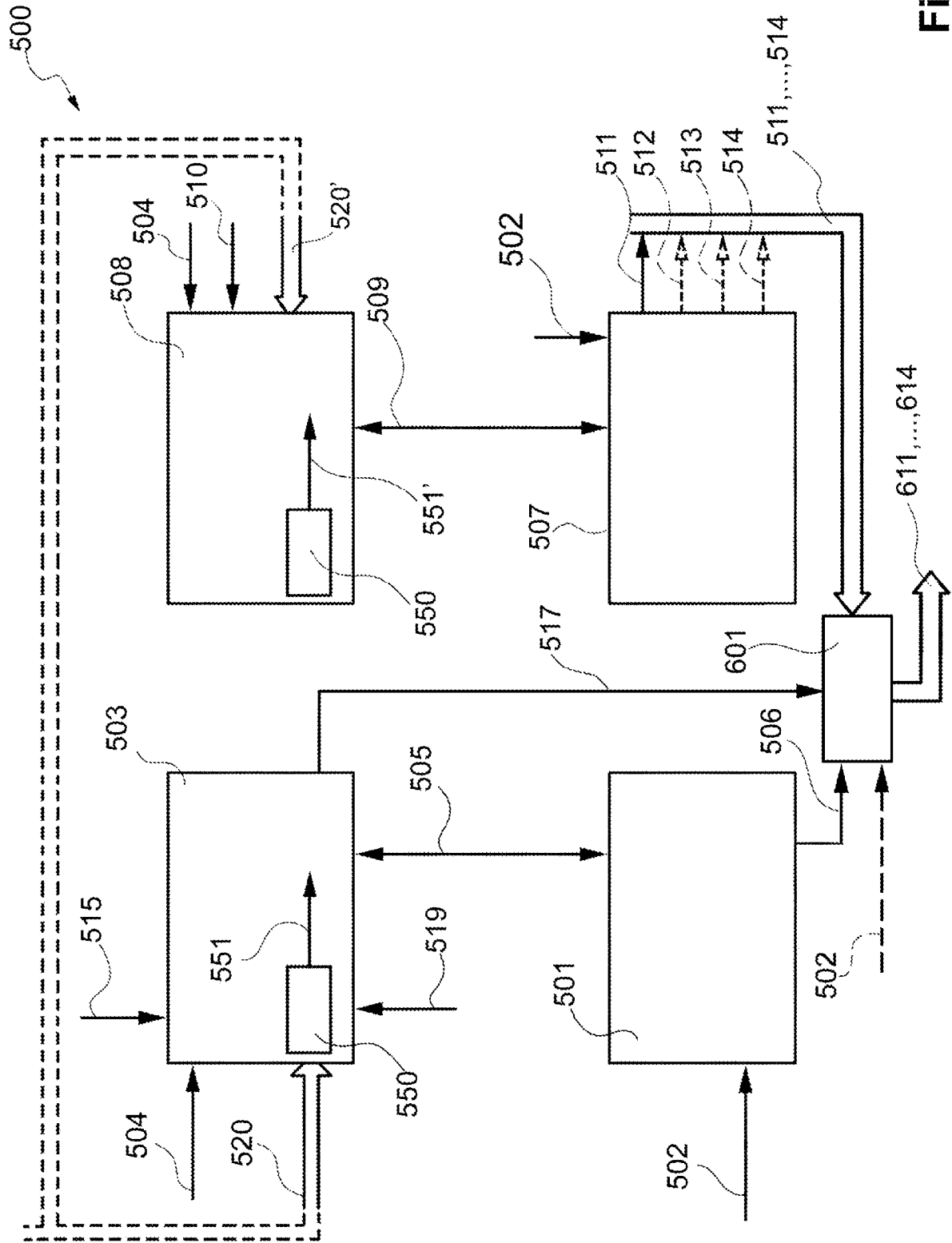


Figura 6

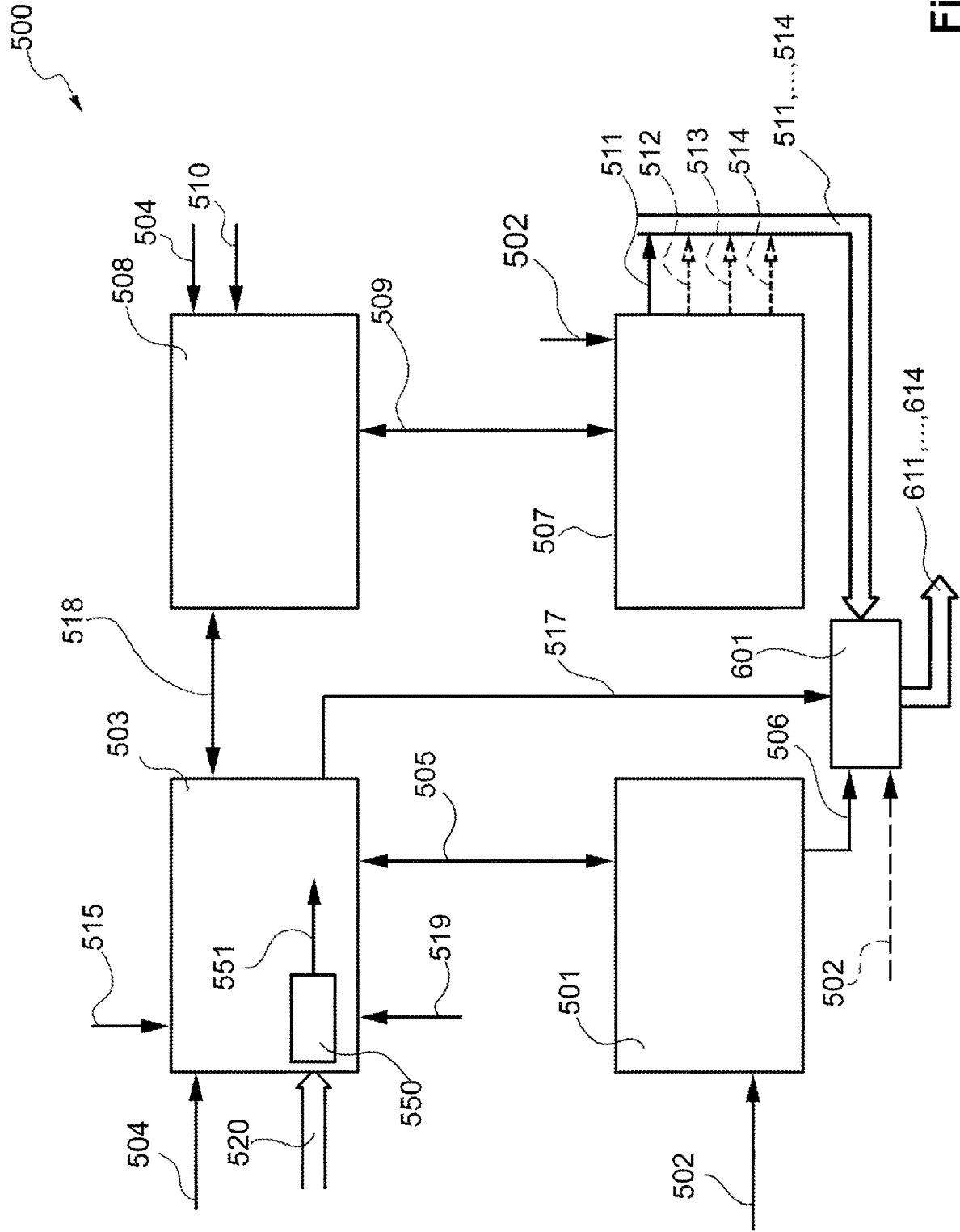


Figura 7