

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 904 320**

51 Int. Cl.:

B60T 7/12 (2006.01)

B60T 8/17 (2006.01)

B60T 8/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.09.2018 PCT/IB2018/056792**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.03.2019 WO19049055**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.09.2018 E 18785433 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.11.2021 EP 3678904**

54 Título: **Método de control de un sistema de frenado de al menos un vehículo ferroviario**

30 Prioridad:

07.09.2017 IT 201700100433

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

04.04.2022

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**IMBERT, LUC y
FREA, MATTEO**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 904 320 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

Método de control de un sistema de frenado de al menos un vehículo ferroviario

5 **Campo técnico**

La presente invención pertenece, en general, al campo de los métodos de control para un vehículo ferroviario; en particular, la invención se refiere a un método de control de un sistema de frenado de al menos un vehículo ferroviario.

10 **Técnica anterior**

En la mayoría de los sistemas y métodos de frenado de vehículos ferroviarios existentes, la activación y el control de los sistemas de frenado, ya sean dependientes o independientes de la adherencia, se operan de forma independiente entre sí sin ningún orden o regla específica.

Estos sistemas no permiten centralizar la recopilación, el análisis y la gestión de las distintas opciones de frenado.

20 En algunos casos recientes, sin embargo, se ha usado una centralización de las distintas opciones de frenado basada en el coeficiente de adherencia. Este enfoque, sin embargo, no considera todas las posibles interacciones de factores que pueden afectar la desaceleración del vehículo ferroviario.

En otros casos recientes, se genera una fuerza de frenado a partir de una estimación de una fuerza de frenado deseada y una fuerza de frenado aplicada. En este caso, estas estimaciones no tienen en cuenta las condiciones atmosféricas y no lineales. Por lo tanto, la gestión de la desaceleración será subóptima.

25 Por ejemplo, el documento WO2016207078A2 describe un sistema de frenado en el que se proporciona un objetivo de frenado, un acelerómetro para determinar la potencia de frenado a partir de la desaceleración y para adaptar la fuerza de frenado actual en el objetivo de fuerza de frenado. En este documento solo se describe una estimación individual de la fuerza de frenado de cada componente.

En el documento US9126605B2 se describe un método de frenado para un vehículo ferroviario que proporciona una señal de pérdida de adherencia y frenos de tipo adherencia respectivos. Este documento solo describe la posibilidad de aumentar la fuerza de frenado en los ejes donde la adherencia está disponible.

35 Además, el documento US9254830B2 solo describe la generación de una fuerza de frenado para el cilindro de freno basándose en los datos de un acelerómetro y la velocidad de la rueda.

El documento US 2013/338860 A1 divulga un método para controlar un dispositivo de freno de emergencia de un vehículo de carril o un tren de vehículo de carril.

40 Los sistemas y métodos mencionados anteriormente no optimizan el comportamiento de frenado ya que no presentan ningún punto de vista general, no tienen en cuenta el desgaste y la eficacia de los medios de influencia del freno. Las desventajas mencionadas conducen por tanto a la no utilización de todo el potencial de frenado del vehículo ferroviario y a la falta de la opción de aplicar contramedidas para mejorar el frenado del vehículo ferroviario.

Como resultado, en los sistemas conocidos, con frecuencia se producen distancias de frenado más largas de lo esperado como resultado de un desgaste excesivo de los medios de influencia del freno y, en particular, como resultado de un rendimiento de frenado deficiente, que puede conducir a accidentes.

50 **Sumario de la invención**

Un objeto de la presente invención es proponer un método de control de un sistema de frenado de al menos un vehículo ferroviario que permita aprovechar todo el potencial del sistema de frenado del vehículo ferroviario y que también permita la opción de aplicar contramedidas para mejorar el frenado del vehículo ferroviario. De esta forma, se pueden reducir las distancias de frenado y, por tanto, también los accidentes.

En resumen, para obtener este resultado, el método de control de un sistema de frenado de al menos un vehículo ferroviario se basa en el análisis de un objetivo deseado, es decir, la desaceleración del vehículo ferroviario, para garantizar un enfoque más completo y confiable de frenado.

60 Los objetos y ventajas mencionados y otros se consiguen, de acuerdo con un aspecto de la invención, mediante un método de control de un sistema de frenado de al menos un vehículo ferroviario que tiene las características definidas en la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

5 A continuación se describirán las características funcionales y estructurales de algunas realizaciones preferidas de un método de control de un sistema de frenado de al menos un vehículo ferroviario de acuerdo con la invención. Se hace referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 ilustra a modo de ejemplo un sistema adaptado para implementar un método de control de un sistema de frenado de al menos un vehículo ferroviario de acuerdo con la invención;

10 la figura 2 ilustra un diagrama de bloques de la estructura interna de un módulo de gestión de adherencias del sistema de la figura 1; y

la figura 3 ilustra un diagrama de bloques de la estructura interna de un módulo de control de adherencia óptimo del módulo de gestión de adherencia en la figura 2.

Descripción detallada

20 El método de control de un sistema de frenado de al menos un vehículo ferroviario que comprende una pluralidad de medios 2 de influencia de desaceleración, en una primera realización, comprende el paso de calcular una diferencia de desaceleración entre una desaceleración objetivo y al menos una desaceleración efectiva estimada, y el paso de seleccionar al menos un medio de influencia de entre la pluralidad de medios 2 de influencia de desaceleración de acuerdo con la diferencia de desaceleración y los factores de decisión enumerados a continuación.

25 Los factores de decisión pueden ser un factor de misión para indicar que la desaceleración objetivo corresponde a un frenado de servicio o frenado de emergencia, o que un tramo recorrido por el vehículo ferroviario impide el uso de unos medios de influencia de desaceleración particulares, factores de ventaja y desventaja inherentes a cada medio de influencia de desaceleración que son indicativos de características operativas positivas y negativas, factores de respuesta de campo indicativos de las condiciones ambientales que rodean al menos un vehículo ferroviario y factores de estado del sistema indicativos del estado actual del sistema de frenado.

30 Los factores de estado del sistema que son indicativos del estado actual del sistema de frenado pueden comprender, entre otros, un factor indicativo del estado de desgaste del sistema de frenado y/o un factor indicativo del nivel de activación actual de cada medio 2 de influencia de desaceleración.

35 El método de control de un sistema de frenado de al menos un vehículo ferroviario comprende además el paso de controlar al menos dicho medio de influencia seleccionado de acuerdo con la diferencia de desaceleración y dichos factores de decisión, que, como ya se indicó anteriormente, pueden ser un factor de misión, factores de ventaja y desventaja inherentes a cada medio de influencia de desaceleración, factores de respuesta de campo y factores de estado del sistema de frenado.

40 Cada medio 2 de influencia de desaceleración puede ser un dispositivo de inyección de material adaptado para modificar positiva o negativamente el coeficiente de fricción entre rueda y carril, y/o un freno que actúa sobre un disco o eje de tipo electroneumático, electrodinámico, mecánico, hidráulico o una combinación de estos, y/o un freno que actúa sobre ruedas de tipo electroneumático, mecánico, hidráulico y/o un freno que actúa sobre el carril, y/o un antideslizamiento de rueda, WSP, y/o un freno de corriente parásita.

50 Obviamente, los medios para desencadenar una nueva desaceleración del tren en relación con su desaceleración natural (resistencia al aire y a la rodadura y, en algunos casos, la pendiente del carril) son numerosos. Algunos medios de influencia de desaceleración pueden estar conectados al mismo punto de contacto entre la rueda y el carril, otros pueden permitir cambiar las propiedades de los puntos de contacto entre la rueda y el carril (también conocido como efecto de limpieza), permitiendo así una mayor desaceleración. Otros medios de influencia de desaceleración permiten cambiar las propiedades de contacto del punto de contacto local o permiten cambiar las propiedades de los puntos de contacto rueda/carril y agregar un punto de contacto independiente.

55 Otros medios de influencia de desaceleración podrían ser completamente independientes del punto de contacto entre la rueda y el carril.

60 Los medios de influencia de desaceleración antes mencionados comprendidos en el sistema de control de la desaceleración pueden, en efecto, controlarse de acuerdo con sus características operativas, tanto positivas como negativas, y/o de acuerdo con las condiciones ambientales que rodean al vehículo ferroviario. Por ejemplo, las condiciones ambientales pueden comprender un valor de adherencia entre las ruedas del vehículo ferroviario y el carril.

65 A modo de ejemplo, para seleccionar los medios de influencia de desaceleración apropiados, se puede usar una tabla simple que muestre las características principales de cada medio de influencia de desaceleración.

En efecto, las ventajas y desventajas de cada medio de influencia de desaceleración son bien conocidas y se pueden sopesar juntas para activar los medios de influencia de desaceleración más adecuados de acuerdo con los dos aspectos principales mencionados anteriormente.

- 5 Como se mencionó anteriormente, al menos un medio de influencia de desaceleración se puede controlar dependiendo de si la desaceleración objetivo corresponde al frenado de servicio o al frenado de emergencia.

Los criterios más relevantes pueden ser la desaceleración y el nivel de seguridad asociado para el frenado, en particular, este último para evitar el desgaste del sistema de frenado.

- 10 La desaceleración efectiva estimada puede medirse por al menos un primer medio de sensor y/o estimarse en función de la velocidad de al menos una rueda del vehículo ferroviario medida por un segundo medio de sensor.

- 15 En particular, los primeros medios de sensor pueden ser un acelerómetro y los segundos medios de sensor pueden ser un sensor de velocidad angular.

Obviamente, para estimar la desaceleración efectiva, la velocidad efectiva se puede convertir en una aceleración efectiva, por ejemplo, calculando la derivada de la velocidad del vehículo.

- 20 La desaceleración objetivo, por otro lado, puede ser impartida por el conductor accionando una palanca de freno predeterminada o mediante un comando dado por un control automático del tren derivado de una señal, por ejemplo, una señal que indique la necesidad de imponer una velocidad menor que la actual en el vehículo ferroviario.

- 25 Además, el paso de controlar al menos dicho medio de influencia seleccionado de acuerdo con la diferencia de desaceleración y los siguientes factores de decisión puede comprender la activación y desactivación de los medios de influencia seleccionados. Alternativamente, o además, también puede comprender ajustar la intensidad de actuación de los medios de influencia seleccionados. Por ejemplo, un dispositivo de inyección de material puede activarse, desactivarse y/o puede controlarse la cantidad de material inyectado de ese modo.

- 30 Con referencia ahora a la figura 1, se ilustra a modo de ejemplo un sistema 1 dispuesto para implementar el método descrito anteriormente.

- 35 Tal sistema 1 puede comprender, como se ilustra en la figura 2, un módulo 4 de gestión de adherencia que comprende un módulo 6 de procesamiento de aceleración y un módulo 8 de cálculo de aceleración. El módulo 6 de procesamiento de aceleración recibe la aceleración 7 del tren usando un sensor, como un acelerómetro. El módulo 8 de cálculo de la aceleración recibe la velocidad 9 de las ruedas del tren y de ella deriva la aceleración. Ambos módulos producen cada uno una estimación de la desaceleración del tren, que se comparará entre sí. Entonces, dichas estimaciones de desaceleración pueden corregirse en un módulo 10 de desaceleración de corriente adicional.

- 40 La desaceleración actual 11 del tren se enviará a un módulo 12 de diferencia de desaceleración. Este módulo también recibe la solicitud 14 de desaceleración que puede, por ejemplo, provenir de diferentes fuentes, como, entre otras, una BCU (unidad de control de freno), un TCMS, una señal digital, etc.

- 45 El módulo de diferencia de desaceleración transmite entonces la diferencia 15 entre la solicitud de desaceleración y la desaceleración actual a un módulo 16 de control de adherencia óptimo. El valor de la diferencia entre la solicitud de desaceleración y la desaceleración actual puede ser positivo o negativo.

- 50 El módulo de control de adherencia óptimo puede decidir qué medios de influencia de desaceleración activar basándose, por ejemplo, en el estado actual de los dispositivos de frenado, el signo de diferencia de desaceleración y amplitud y otras señales.

Como se ilustra en la figura 3, el módulo 16 de control de adherencia óptimo puede comprender cinco módulos:

- 55 - un módulo 22 de factores de misión que permite entender los mensajes 23 procedentes de un sistema de señalización o del TCMS; un ejemplo podría ser el ciclo de seguridad (Emergencia) y otro ejemplo podría ser una señal de inhibición de MTB debido a las particularidades del tramo de ruta por el que transita el vehículo ferroviario;

- 60 - un módulo de ventajas y desventajas inherentes 24, que puede comprender la tabla en la que se enumeran las características de los distintos medios de influencia de desaceleración. Este módulo también puede integrar preferencias de uso pasado de diferentes medios.

- 65 - un módulo de factores de respuesta de campo 26 que analiza la información 27 que representa el estado de las interfaces entre el tren y su entorno circundante, por ejemplo, el estado del carril. Este módulo también puede proponer sugerencias sobre cómo mejorar la desaceleración. El valor de adherencia y una descripción macroscópica del entorno circundante pueden ser ejemplos de entradas que se pueden proporcionar a este módulo;

- 5 - un módulo 28 de estado del sistema que permite comprender el estado actual del sistema y compararlo con los comandos 29 de solicitud de desaceleración, para comprender cualquier desviación entre el comando enviado y los valores medidos efectivos. Este módulo también se puede usar para calcular la flexibilidad restante que ofrece el sistema. Otras entradas pueden incluir la velocidad y la carga del tren; la velocidad puede influir en la adherencia disponible entre la rueda y el carril y la carga puede influir en la fuerza a ejercer para obtener una fuerza de frenado constante independientemente de la carga. Las variables de estado pueden integrar una o más variables. Algunos ejemplos pueden ser:
- 10 - P_{cyl};
- Velocidad;
- Deslizamiento;
- 15 - Carga;
- Disponibilidad de arena;
- 20 - Estado de desgaste.
- Los cuatro módulos antes mencionados, comprendidos en el control de adherencia óptimo, y el valor de la diferencia de desaceleración se pueden usar en un módulo 20 de decisión que genera los comandos de activación de los diversos medios de influencia de desaceleración.
- 25 Claramente, el sistema descrito anteriormente representa uno de los posibles sistemas de control que podrían implementar el método de control de un sistema de frenado de al menos un vehículo ferroviario de la invención; sin embargo, no se pretende que la invención se limite a esta realización.
- 30 Ventajosamente, en el método y en el sistema descritos anteriormente, el circuito de control de un sistema de frenado de al menos un vehículo ferroviario se cierra con el efecto deseado, es decir, la desaceleración. Por lo tanto, se establece un control para garantizar un enfoque más integral.
- 35 Se han descrito varios aspectos y realizaciones de un sistema y de un método de control de un sistema de frenado de al menos un vehículo ferroviario de acuerdo con la invención. Se entiende que cada realización puede combinarse con cualquier otra realización. Además, la invención no se limita a las realizaciones descritas, sino que puede variar dentro del alcance definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1.- Un método de control de un sistema de frenado de al menos un vehículo ferroviario que comprende una pluralidad de medios (2) de influencia de desaceleración, que incluyen los pasos de:

- calcular una diferencia de desaceleración entre una desaceleración objetivo y al menos una desaceleración efectiva estimada;

- seleccionar al menos un medio de influencia de desaceleración entre dicha pluralidad de medios (2) de influencia de desaceleración dependiendo de la diferencia de desaceleración y los siguientes factores de decisión:

a) un factor de misión indicativo del hecho de que la desaceleración objetivo corresponde a un frenado de servicio o frenado de emergencia, o que una sección recorrida por el vehículo ferroviario impide el uso de un determinado medio (2) de influencia de desaceleración;

b) factores de ventaja y desventaja inherentes a cada medio de influencia de desaceleración, que son indicativos de características operativas que pueden ser tanto positivas como negativas;

c) factores de respuesta de campo indicativos de las condiciones ambientales que rodean al menos un vehículo de carril;

d) factores de estado del sistema indicativos del estado actual del sistema de frenado;

- controlar al menos dicho medio de influencia de desaceleración seleccionado de acuerdo con la diferencia de desaceleración y los siguientes factores de decisión:

a) un factor de misión indicativo del hecho de que la desaceleración objetivo corresponde a un frenado de servicio o frenado de emergencia, o que una sección recorrida por el vehículo ferroviario impide el uso de un determinado medio (2) de influencia de desaceleración;

b) factores de ventaja y desventaja inherentes a cada medio de influencia de desaceleración, que son indicativos de características operativas positivas y negativas;

c) factores de respuesta de campo indicativos de las condiciones ambientales que rodean al menos un vehículo de carril;

d) factores de estado del sistema indicativos del estado actual del sistema de frenado.

2.- Un método de control de un sistema de frenado de al menos un vehículo ferroviario de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada medio (2) de influencia de desaceleración es un dispositivo de inyección de material adaptado para modificar el coeficiente de fricción entre rueda y carril, y/o un freno que actúa sobre un disco o eje del tipo electroneumático, electrodinámico, mecánico, hidráulico o una combinación de estos, y/o un freno que actúa sobre ruedas del tipo electroneumático, mecánico, hidráulico y/o un freno que actúa sobre el carril y/o antideslizamiento de rueda, WSP y/o un freno de corriente parásita.

3.- Un método de control de un sistema de frenado de al menos un vehículo ferroviario de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el paso de controlar al menos dicho medio de influencia de desaceleración seleccionado de acuerdo con la diferencia de desaceleración y al menos uno de dichos factores de decisión comprende la activación y desactivación de los medios de influencia de desaceleración seleccionados y/o el ajuste de la intensidad de activación de los medios de influencia seleccionados.

4.- Un método de control de un sistema de frenado de al menos un vehículo ferroviario de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la desaceleración efectiva estimada es detectada por al menos un primer medio de sensor y/o estimada de acuerdo con la velocidad de al menos una rueda del vehículo ferroviario que es detectado por un segundo medio de sensor.

5.- Un método de control de un sistema de frenado de al menos un vehículo ferroviario de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el primer medio de sensor es un acelerómetro y el segundo medio de sensor es un sensor de velocidad angular.

6.- Un método de control de un sistema de frenado de al menos un vehículo ferroviario de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos uno de dichos factores de respuesta de campo indicativos de las condiciones ambientales que rodean al menos dicho vehículo de carril es un factor indicativo del valor de adherencia entre las ruedas del vehículo ferroviario y el carril.

7.- Un método de control de un sistema de frenado de al menos un vehículo ferroviario de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos uno de dichos factores de estado del sistema indicativo del estado actual del sistema de frenado es un factor indicativo del desgaste del sistema de frenado y/o un factor indicativo del nivel de activación actual de cada medio (2) de influencia de desaceleración.

5

8.- Un método de control de un sistema de frenado de al menos un vehículo ferroviario de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la desaceleración objetivo es un valor dado por el conductor a través del accionamiento de una palanca de freno predeterminada o un valor correspondiente a un comando proporcionado por un control automático del tren derivado de una señalización.

10

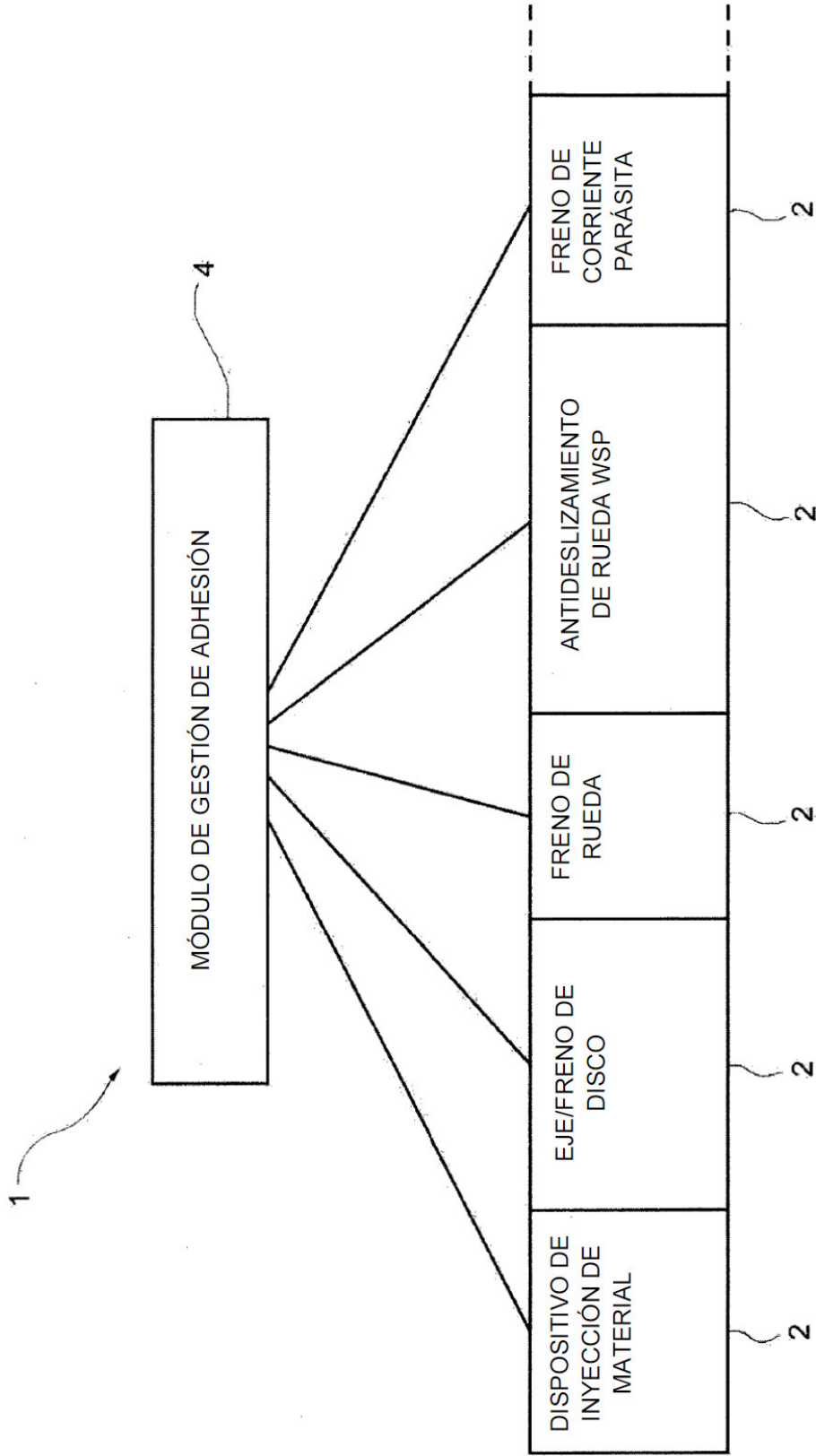


FIG. 1

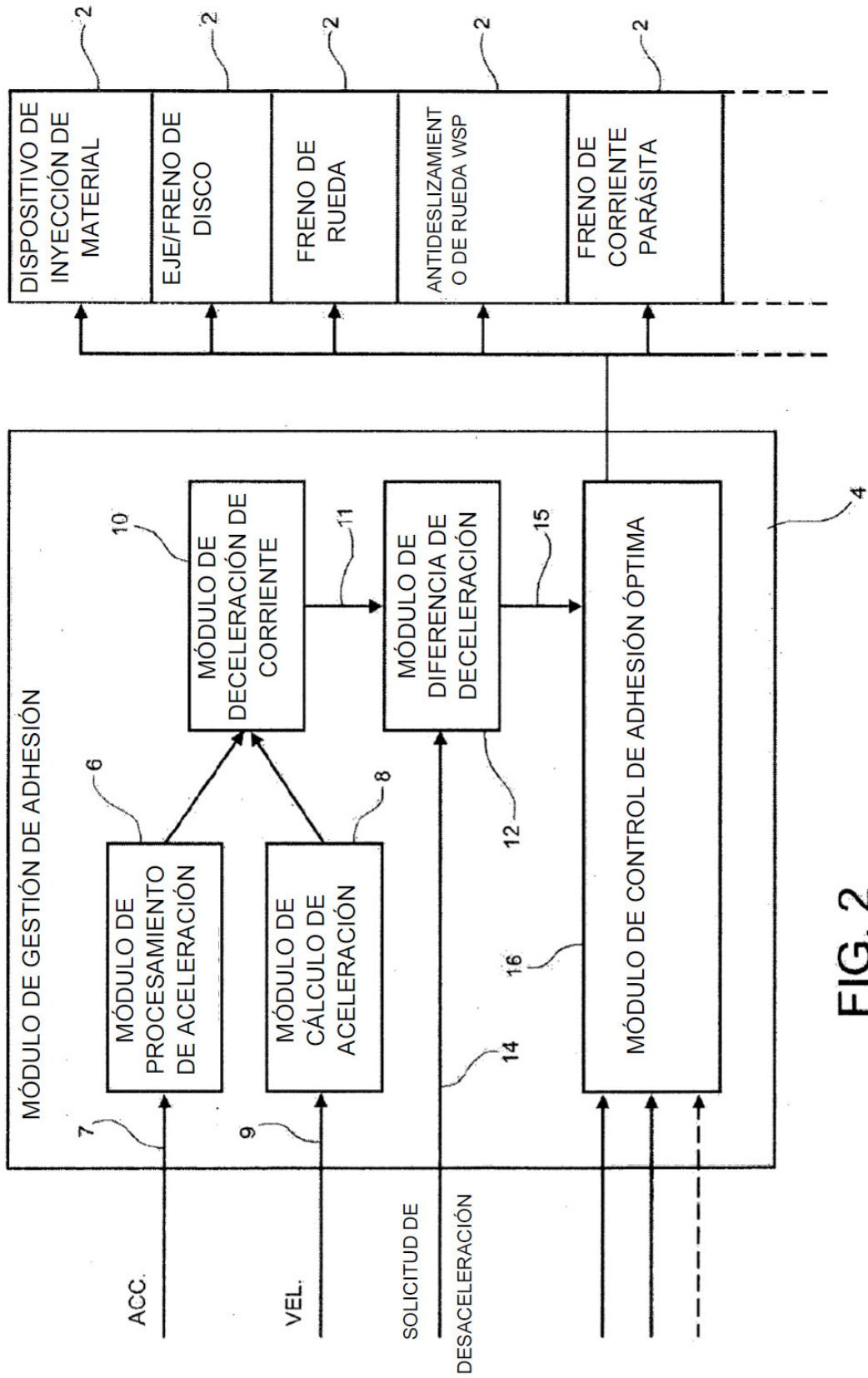


FIG. 2

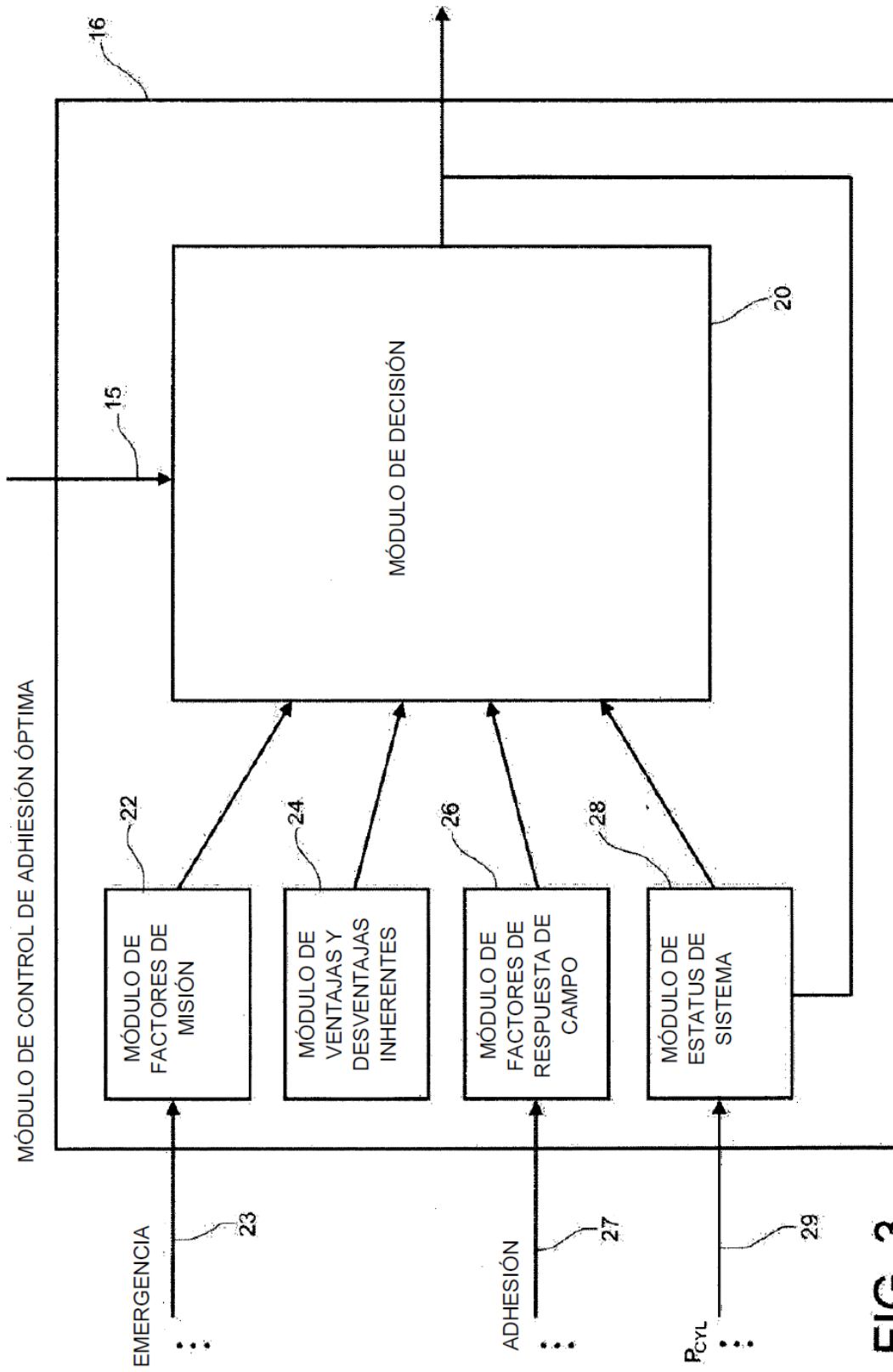


FIG. 3