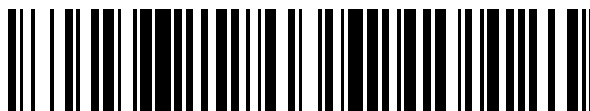


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 746 673**

51 Int. Cl.:

B61L 3/00 (2006.01)

B61L 25/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.05.2013** **E 13166528 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2019** **EP 2660122**

54 Título: **Procedimiento y sistema para asegurar un desplazamiento de un vehículo ferroviario, controlador que se va a embarcar en un vehículo ferroviario y tal vehículo ferroviario**

30 Prioridad:

03.05.2012 FR 1254087

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

06.03.2020

73 Titular/es:

**ALSTOM TRANSPORT TECHNOLOGIES (100.0%)
48, rue Albert Dhalenne
93400 Saint-Ouen, FR**

72 Inventor/es:

**ANDRE, BRICE y
ROUSSEAU, MICHEL ROBERT LÉON HUBERT**

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 746 673 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

Procedimiento y sistema para asegurar un desplazamiento de un vehículo ferroviario, controlador que se va a embarcar en un vehículo ferroviario y tal vehículo ferroviario

5

[0001] La presente invención se refiere a un procedimiento para asegurar un desplazamiento de un vehículo ferroviario que circula por una vía, teniendo el vehículo ferroviario al menos un sensor de rueda apropiado para proporcionar información representativa de la velocidad de rotación de la rueda. Además, la presente invención se refiere a un sistema para asegurar un desplazamiento de un vehículo ferroviario, comprendiendo el vehículo ferroviario al menos un sensor de rueda apropiado para generar uno o varios valores de salida representativos de la rotación de la rueda, al menos un sensor de aceleración cuyo eje de sensibilidad es paralelo a la dirección de la vía, y estando un controlador conectado al menos a uno de los sensores de rueda y al menos a uno de los sensores de aceleración, un controlador embarcado en un vehículo ferroviario para asegurarlo, estando el controlador apropiado para conectarse al menos a un sensor de rueda apropiado para generar uno o varios valores de salida representativos de la rotación de la rueda y al menos a un sensor de aceleración cuyo eje de sensibilidad es paralelo a la dirección de la vía, y un vehículo ferroviario que comprende: al menos un sensor de rueda apropiado para generar uno o varios valores de salida representativos de la rotación de la rueda; al menos un sensor de aceleración cuyo eje de sensibilidad es paralelo a la dirección de la vía; y tal controlador.

[0002] El documento WO 2009/074724 A1 se refiere a un dispositivo para medir el desplazamiento de un vehículo autoguiado. El dispositivo comprende un acelerómetro y dos taquímetros dispuestos más arriba y más abajo del vehículo según su dirección longitudinal. Se detecta una pérdida de adherencia por una variación de la velocidad angular instantánea de al menos uno de los dos taquímetros y/o una diferencia entre las velocidades angulares medidas por los taquímetros.

25

[0003] El documento EP 0 693 411 A1 se refiere a un sistema de pilotaje automático que desarrolla una consigna de velocidad.

[0004] Existen numerosos estándares en Europa para asegurar el desplazamiento de un vehículo ferroviario implementado en forma de sistemas de protección automática de trenes. Por ejemplo, ETCS (*European Train Control System*) o PZB 90 (*Punktformige Zugbeeinflussung*) son tales sistemas.

[0005] En estos sistemas, unas curvas de velocidad o de frenado en función de la posición del tren definen una velocidad máxima autorizada para el tren en cada punto de la vía. Si se supera esta velocidad, después de una o varias advertencias, el sistema frena el tren para detenerlo. En el sistema ETCS, se proporciona una autoridad de movimiento «Movement authority» a los trenes en forma de una distancia máxima que el tren está autorizado a recorrer desde una posición de una baliza que previamente ha cruzado y desde velocidades máximas autorizadas en este tramo de vía en función de la posición del tren. Para permitir su implementación, una curva de velocidad en función de la posición del tren se calcula a bordo de un tren. Esta curva es apropiada para el tren y el perfil de línea en el que circula el tren. Se determina en función del rendimiento de frenado del tren, para garantizar su parada antes del final de su autoridad de movimiento.

[0006] Tales sistemas requieren una función odométrica sofisticada a bordo del tren para determinar con la mayor precisión posible la posición instantánea del tren para controlar su velocidad máxima autorizada en esta posición. Por ejemplo, unos sistemas para asegurar el desplazamiento de un tren calculan una distancia máxima recorrida para frenar el tren antes de un punto peligroso o para una reducción de velocidad máxima autorizada y una distancia mínima recorrida para liberar un tramo de la vía ya recorrido o para poder aumentar la velocidad del tren.

[0007] La realización de un sistema odométrico es compleja y, para garantizar un nivel de seguridad aceptable para tales sistemas, es necesario añadir unos márgenes de seguridad en los valores de posiciones determinadas, lo que disminuye el rendimiento del sistema. Por ejemplo, unos sistemas actuales que usan solo un sensor de rueda que permite medir la velocidad, requieren unos contactos de seguridad amplios, ya que los sensores de rueda son sensibles al deslizamiento o atasco de las ruedas del tren. Por lo tanto, los sistemas actuales añaden un margen de seguridad importante, por ejemplo, alrededor del 3 % de la velocidad medida, para calcular la distancia mínima recorrida y la distancia máxima recorrida. El error debido a este margen es creciente con respecto a la distancia recorrida. Es necesaria una función odométrica precisa tanto para garantizar la seguridad como para ofrecer un nivel de rendimiento aceptable.

[0008] El objeto de la presente invención es superar los inconvenientes del estado de la técnica, en particular mejorar el uso de datos de un sensor de rueda para un sistema o procedimiento para asegurar un vehículo ferroviario.

[0009] La presente invención tiene como objetivo resolver los inconvenientes de la técnica anterior proporcionando un procedimiento según la reivindicación 1.

[0010] Según unas características ventajosas:

- el uso comprende la determinación de una distancia, en particular una distancia recorrida, a partir de uno o varios valores de salida recibido(s).

5 - el procedimiento comprende además la etapa siguiente: la determinación de al menos un valor de velocidad instantánea fiable a partir de uno o varios valores de salida recibido(s).

- el uso comprende además la etapa siguiente: el cálculo de los valores de velocidad máxima autorizada, en particular una curva de velocidad máxima autorizada, basada en uno o varios valores de salida recibido(s), en particular usando la distancia, por ejemplo, la distancia recorrida, y/o uno o varios valor(es) de velocidad instantánea fiables.

10 - la curva de velocidad máxima autorizada va en función del tiempo o de la distancia.

- el uso de uno o varios valores de salida recibido(s) para una supervisión del vehículo ferroviario comprende el cálculo de una distancia mínima recorrida y/o de una distancia máxima recorrida del vehículo ferroviario; y/o.

- la supervisión del vehículo ferroviario comprende la comparación de la velocidad instantánea del vehículo ferroviario con la velocidad máxima autorizada y el frenado del vehículo ferroviario en función del resultado de la comparación

15 de la velocidad máxima autorizada con la velocidad instantánea.

[0011] Además, el objetivo se logra, conforme a la invención, por un sistema para asegurar un desplazamiento de un vehículo ferroviario según la reivindicación 8.

20 **[0012]** Según unas características ventajosas:

- el controlador es apropiado para implementar una o varias de los etapas del procedimiento según la invención.

25 **[0013]** Además, el objetivo se logra conforme a la invención, por un controlador embarcado según la reivindicación 10.

[0014] Según unas características ventajosas:

- el controlador es apropiado para implementar una o varias de los etapas del procedimiento según la invención.

30

[0015] Además, el objetivo se consigue, conforme a la invención, por un vehículo ferroviario según la reivindicación 12.

[0016] La invención y sus ventajas se comprenderán mejor con la lectura de la siguiente descripción, dada únicamente a título de ejemplo y realizada en referencia a los dibujos adjuntos en los cuales:

35

- la figura 1 es una vista esquemática de un vehículo ferroviario en una vía;

- la figura 2 es una vista esquemática de los equipos embarcados en un sistema para asegurar un vehículo ferroviario según la invención,

40 - la figura 3 es una vista esquemática de un vehículo ferroviario en una pendiente;

- la figura 4 es un organigrama de un procedimiento para asegurar un vehículo ferroviario,

- la figura 5 es una curva de la velocidad máxima autorizada en función de la posición instantánea,

- la figura 6 es una curva de la velocidad máxima autorizada en función del tiempo,

- la figura 7 es un organigrama de una parte de un procedimiento según un modo de realización de la invención, y

45 - la figura 8 es una curva de la velocidad máxima autorizada en función del tiempo.

[0017] La figura 1 muestra esquemáticamente un tren o vehículo ferroviario 10 que circula por una vía 11. La vía 11 y el vehículo están asegurados por un sistema según la invención. El vehículo ferroviario 10 comprende uno o varios vagones, de los cuales al menos uno comprende un sistema de tracción, por ejemplo un motor.

50

[0018] El objetivo de un sistema para asegurar un desplazamiento de un vehículo ferroviario es asegurar que el vehículo ferroviario 10 se detenga antes de un punto peligroso y no supere un punto límite. Otro objetivo de tal sistema es asegurar que el vehículo ferroviario respete los límites de velocidad para evitar un exceso de velocidad en unos puntos peligrosos de la vía 11, por ejemplo curvas, lugares donde los hombres trabajan en la vía, pasos a nivel, etc.

55

[0019] El sistema comprende, por una parte, unos equipos en tierra y, por otra parte, unos equipos embarcados en el vehículo ferroviario 10. Los equipos en tierra son apropiados para dar o enviar información a los equipos embarcados.

60

[0020] El vehículo ferroviario 10 comprende un controlador 12 para asegurar el vehículo ferroviario 10 que está conectado al menos a un sensor de rueda 14 para determinar una velocidad instantánea del vehículo ferroviario 10. Además, está conectado a un sistema de frenado 16, a un receptor de información de vía 18, a un sensor de aceleración 20, por ejemplo en forma de acelerómetro, y a una visualización o dispositivo de control 22 para dar al conductor la información necesaria.

65

[0021] El sistema de frenado 16 es apropiado para controlar los frenos del vehículo ferroviario 10 a partir de las instrucciones recibidas del controlador 12.

5 **[0022]** El receptor de información de vía 18 está dispuesto para recibir las señales emitidas por unas balizas 32 dispuestas a lo largo de la vía.

[0023] El sensor de aceleración 20 tiene un eje de sensibilidad según la dirección de la vía 11. En otras palabras, mide la aceleración paralela a los railes de la vía 11.

10

[0024] Los equipos en tierra comprenden una o varias balizas 32 dispuestas a lo largo de la vía 11, que son apropiadas para enviar información al vehículo ferroviario 10. Comprende además una señal de parada 34, tal como un semáforo, hasta el cual el vehículo ferroviario 10 está autorizado a circular. Las balizas 32 son unas balizas para el sistema ETCS, por ejemplo.

15

[0025] Una autoridad de movimiento se define más arriba de la señal 34 debido a la existencia de un punto peligroso 36 en la vía 11 más abajo de la señal 34, por ejemplo, un paso a nivel donde la barrera aún no se ha cerrado. Esta autoridad de movimientos se caracteriza por una distancia máxima señalada como d_A que el vehículo ferroviario está autorizado a recorrer desde un punto determinado definido aquí por la posición de una baliza 32. Así, la autoridad de movimiento define un tramo máximo de la vía que el vehículo está autorizado a recorrer sin superar el extremo posterior.

20

[0026] Por ejemplo, las balizas 32 son apropiadas para enviar al vehículo ferroviario 10 información sobre la distancia máxima d_A que el vehículo ferroviario está autorizado a recorrer a partir de la baliza 32, el gradiente de la vía 11 y las velocidades máximas autorizadas en función de la posición en la vía, por ejemplo con respecto a una distancia predefinida de la baliza 32 o desde otro punto de referencia fijo. El gradiente de la vía designa la pendiente de la vía.

25

[0027] En un modo de realización, la distancia a recorrer y los valores de velocidad máxima autorizada en la vía 11 a una distancia predefinida se envían juntos, por ejemplo, en forma de una curva de velocidad máxima autorizada en función de la distancia. En otras palabras, la baliza 32 otorga al vehículo ferroviario 10 una autoridad de movimiento en términos de distancia y de velocidades máximas autorizadas.

30

[0028] En otro modo de realización, existen al menos dos tipos de baliza 32, de los cuales un primer tipo proporciona la autoridad de movimiento al vehículo y el otro segundo tipo proporciona solo un punto de referencia para permitir al vehículo ferroviario conocer la distancia ya recorrida desde la última autoridad de movimiento recibida por el vehículo ferroviario.

35

[0029] En otros modos de realización, la información de la distancia que el vehículo ferroviario 10 está autorizado a recorrer y/o las velocidades máximas autorizadas en función de la distancia en la vía 11 son enviadas por otro sistema, por ejemplo por un conexión de radio, como GSM-R.

40

[0030] En una variante, las balizas 32 son unas balizas virtuales que se definen por su posición en la vía o sus coordenadas. El vehículo ferroviario comprende en este caso un receptor de un sistema de geolocalización conectado al controlador 12. Si el vehículo ferroviario pasa sobre una baliza virtual, lo que se determina por una comparación de la posición instantánea del vehículo ferroviario y de la posición de la baliza virtual, la información sobre la distancia que el vehículo ferroviario 10 está autorizado a recorrer y/o las velocidades máximas autorizadas en función de la distancia en la vía 11 se envían por una conexión de radio.

45

[0031] La figura 2 muestra esquemáticamente los equipos embarcados del sistema para asegurar el desplazamiento del vehículo ferroviario. El procedimiento es aplicado por un software que controla el controlador 12 embarcado en el vehículo ferroviario 10.

50

[0032] El controlador 12 comprende una unidad de cálculo 120, por ejemplo, un ordenador a bordo, apropiado para calcular una curva de velocidad máxima autorizada en función del tiempo como se describe a continuación y comparar la velocidad instantánea del vehículo ferroviario 10 con la velocidad máxima autorizada para el instante considerado. En otro modo de realización, la unidad de cálculo es apropiada para calcular una curva de velocidad máxima autorizada en función de la distancia específica para este vehículo ferroviario, una distancia máxima recorrida y/o una distancia mínima recorrida.

55

[0033] El sensor de rueda 14 está conectado a la unidad de cálculo 120 para proporcionar información sobre la rotación de la rueda asociada al sensor de rueda. Por ejemplo, el sensor de rueda 14 es apropiado para proporcionar permanentemente, a la unidad de cálculo 120, unos impulsos a una frecuencia proporcional a la velocidad de rotación de la rueda y/o una velocidad instantánea medida. El sensor 14 es, por ejemplo, un sensor de posición angular de la rueda. En el procedimiento para asegurar el desplazamiento del vehículo ferroviario según un modo de realización, el sensor de rueda 14 se usa para una odometría y para una taquimetría, por ejemplo para mostrar al conductor la

60

65

velocidad instantánea medida y/o para comparar la velocidad instantánea medida con la velocidad máxima autorizada.

- [0034]** El sensor de aceleración 20 está conectado a la unidad de cálculo 120 que es apropiada para determinar a partir de la información del sensor de aceleración 20 si la información del sensor de ruedas 14 es pertinente y
5 utilizable para un cálculo de la curva de velocidad máxima autorizada en función del tiempo como se describirá a continuación. Gracias al sensor de aceleración 20, según la invención, el controlador 12 o su unidad de cálculo 120 es apropiado para determinar si la rueda del vehículo ferroviario no está seguramente en una fase de deslizamiento o atasco. Por lo tanto, el controlador 12 es apropiado para determinar si la información sobre la rotación de la rueda asociada al sensor de la rueda es utilizable para una odometría.
- 10 **[0035]** Como se ilustra en la figura 2, el receptor de información de vía 18 está conectado a la unidad de cálculo 120 y es apropiado para proporcionarle en cada paso delante de una baliza 32, una autoridad de movimiento y/o la posición.
- 15 **[0036]** Una memoria 128 del controlador contiene un modelo del vehículo ferroviario que comprende un modelo dinámico del mismo que permite al controlador 12 calcular una curva de frenado y/o de velocidad en función de la posición o del tiempo para respetar la autoridad de movimiento recibida como se explica en detalle a continuación.
- [0037]** Además, la unidad de cálculo 120 controla un sistema de frenado 16. Por ejemplo, si la unidad de cálculo
20 del controlador 12 detecta que el vehículo ferroviario circula a una velocidad superior a una velocidad máxima definida por una curva de velocidad en función del tiempo o en función de la distancia, ordena al sistema de frenado 16 que efectúe un frenado de emergencia para asegurar que el vehículo ferroviario no supere un punto peligroso, por ejemplo, después de una advertencia eventual.
- 25 **[0038]** Primero se explicará cómo se deduce un valor de velocidad fiable a partir de un sensor de rueda y de un sensor de aceleración. A continuación, se explica un procedimiento en el que se usa una aplicación de un valor de velocidad fiable para el cálculo de una curva de velocidad máxima autorizada en función del tiempo que usa la distancia mínima recorrida y la distancia máxima recorrida por el vehículo ferroviario.
- 30 **[0039]** Teóricamente, una utilización de los valores de aceleración del acelerómetro para una estimación exacta de la velocidad del vehículo ferroviario es posible, pero esto se complica por la influencia del gradiente de la vía 11, ya que el acelerómetro mide la suma de las fuerzas en el eje de sensibilidad del sensor de aceleración 20. Es necesario entonces conocer el gradiente de la vía 11 con precisión. Además, el perfil de gradiente de la vía 11 enviado al vehículo ferroviario 10 en la autoridad de movimiento no es utilizable para tal cálculo. El procedimiento según la invención
35 propone otra solución para determinar la velocidad instantánea precisa.
- [0040]** Típicamente, cuando el vehículo ferroviario 10 circula sin ejercer esfuerzo de aceleración o de frenado, los valores medidos por el sensor de rueda 14 son fiables ya que no hay riesgo de deslizamiento o encarrilamiento. De manera general, estos resultados son fiables cuando la rueda no se desliza o no se encarrila.
- 40 **[0041]** La figura 3 muestra el vehículo ferroviario 10 en la vía 11 que tiene una pendiente de un ángulo α . En el caso en que el vehículo ferroviario 10 se detiene en la vía 11 con los frenos aplicados para evitar cualquier movimiento. Las fuerzas que actúan sobre el vehículo ferroviario 10 son la fuerza de gravedad 52, la fuerza de frenado 50 (= $M \cdot g \cdot \sin \alpha$) y la fuerza de reacción 54 de la vía (= $M \cdot g \cdot \cos \alpha$), con M la masa del vehículo ferroviario, g la aceleración de la
45 gravedad y α el ángulo entre la vía y la horizontal. La fuerza normal 54 corresponde a la fuerza ejercida por la vía en el vehículo ferroviario 10. Las tres fuerzas 50, 52, 54 acumuladas dan una fuerza igual a cero, ya que el vehículo ferroviario está parado. El sensor de aceleración 20 mide solo la fuerza de frenado 50 que tiene un valor igual al componente de fuerza de gravedad en la dirección de la vía 11.
- 50 **[0042]** En el caso en que el vehículo ferroviario 10 circula sin esfuerzo en la pendiente, las fuerzas de frenado y de tracción son nulas, y solo la parte de la fuerza de gravedad, que no se puede medir con un acelerómetro, en dirección de la vía ($M \cdot g \cdot \sin \alpha$) acelera el vehículo ferroviario 10.
- [0043]** Por tanto, el sensor de aceleración 20 embarcado no mide la fuerza de gravitación 52 o su componente
55 en dirección de la vía 11. Además, el sensor de aceleración no mide, debido a su eje de sensibilidad, la fuerza normal 54 que es ortogonal al eje de sensibilidad del acelerómetro 34. La única fuerza medida por el acelerómetro 20 es la ejercida por la tracción o el freno sobre la vía 11 y las fuerzas de fricción. De hecho, el sensor de aceleración 20 mide la aceleración solo en la dirección de la vía. Por tanto, el sensor de aceleración 20 puede usarse para conocer y medir el esfuerzo del vehículo ferroviario 10 sobre la vía 11. Esto permite entonces la detección de períodos durante los
60 cuales no es posible ningún deslizamiento: cuando el vehículo ferroviario no realiza ningún esfuerzo de tracción. Y, del mismo modo, este procedimiento permite la detección de períodos durante los cuales no es posible ningún encarrilamiento: cuando el vehículo ferroviario no efectúa ningún esfuerzo de frenado.
- [0044]** De esta manera, es entonces posible determinar los períodos en los que el sensor de la rueda da una
65 información fiable sobre la velocidad instantánea del vehículo ferroviario. Esta velocidad instantánea fiable es utilizable

para el cálculo de las curvas de velocidad máxima autorizada, la distancia máxima recorrida y/o la distancia mínima recorrida.

5 **[0045]** A continuación, se explicará un procedimiento para determinar una curva de velocidad en función del tiempo en el que se utiliza una información fiable sobre la velocidad instantánea para aumentar su rendimiento.

[0046] La figura 4 muestra un organigrama del procedimiento de base para determinar una curva de velocidad en función del tiempo. Se explicará junto con las curvas de velocidad máxima autorizada en las figuras 5 y 6. El uso de información fiable sobre la velocidad instantánea se explica a continuación junto con las figuras 7 y 8.

10

[0047] A partir de una baliza 32, se proporciona una autoridad de movimiento en forma de una curva de velocidad máxima autorizada 200 sobre la vía 11 en función de la posición sobre la vía, es decir en función de una distancia con respecto a un punto de referencia especialmente constituido por la baliza 32, y una distancia máxima para recorrer d_A a partir de esta baliza.

15

[0048] El vehículo ferroviario 10 tiene una velocidad V_0 durante su paso sobre la baliza 32. En un modo de realización, la velocidad real V_0 exacta no es conocida por el controlador 12. Pero, el controlador 12 conoce un intervalo de velocidad entre V_0 , mín y V_0 , máx que abarca la velocidad real del vehículo ferroviario V_0 .

20 **[0049]** La curva de velocidad máxima autorizada 200 en función de la distancia ilustrada en la figura 5 proporcionada por la baliza 32 comprende tres secciones 202, 204, 206 con unas velocidades máximas autorizadas diferentes en diferentes secciones de vía. La distancia 0 corresponde al posicionamiento de la baliza 32.

25 **[0050]** En la primera sección 202 de la vía 11, el vehículo ferroviario 10 está autorizado para circular a una primera velocidad máxima autorizada V_1 sobre una primera distancia d_{202} . En la segunda sección 204 de la vía 11, el vehículo ferroviario está autorizado a circular a una segunda velocidad máxima autorizada V_2 sobre una segunda distancia d_{204} , y en la tercera sección 206 de la vía 11, el vehículo ferroviario 10 está autorizado a circular a una tercera velocidad máxima autorizada V_3 sobre una tercera distancia d_{206} , antes de llegar al final de la autoridad de movimiento donde el vehículo ferroviario debería detenerse en el punto 208. Las tres secciones 202, 204, 206 corresponden juntas a la distancia máxima d_A que el vehículo ferroviario está autorizado a recorrer.

30

[0051] A partir de las secciones 202, 204, 206 con su respectiva velocidad máxima autorizada V_1 , V_2 , V_3 , la unidad de cálculo 120 calcula en una etapa 1000 ilustrada en la figura 4, una curva de velocidad máxima autorizada específica 210 en función de la posición del vehículo en la vía específicamente para el vehículo ferroviario implicado 10, utilizando la información sobre el modelo dinámico del vehículo ferroviario almacenado en la memoria 128 y, cuando corresponda, la información de la topología de la vía. Por ejemplo, se usa información sobre las capacidades de frenado y/o una aceleración procedentes del modelo dinámico del vehículo ferroviario almacenado en la memoria 128.

35

40 **[0052]** Esta curva de velocidad máxima autorizada específica en función de la distancia 210 es diferente de la velocidad máxima autorizada en la vía 11 antes o después de un cambio de sección. Se representa entonces en líneas discontinuas.

[0053] Como se ilustra en la figura 4, el controlador 12 calcula en la etapa 1001 una curva de velocidad máxima 45 300 autorizada en función del tiempo y ya no en función de la posición, a partir de la curva de velocidad máxima autorizada específica en función de la distancia 210 utilizando el modelo dinámico del vehículo ferroviario almacenado en la memoria 128. La curva de velocidad máxima autorizada 300 en función del tiempo se ilustra esquemáticamente en la figura 6. Para fines de ilustración, una curva de velocidad máxima autorizada específica 301 en función de la distancia que corresponde a la curva de velocidad máxima autorizada en función del tiempo 300 se muestra en la 50 figura 5.

[0054] El vehículo ferroviario utiliza la curva 300 de la velocidad máxima autorizada en función del tiempo para comparar en cualquier momento durante su trayecto su velocidad instantánea con la velocidad máxima autorizada en este preciso instante y para efectuar un frenado, si se supera esta velocidad máxima autorizada, por ejemplo, después 55 de una advertencia eventual.

[0055] El sistema y el procedimiento garantizan que el vehículo no supere en ningún momento las velocidades máximas autorizadas en las diferentes secciones de la vía 11.

60 **[0056]** Un tiempo máximo restante para circular t_A comienza en el momento en que el vehículo ferroviario 10 pasa por el origen del tramo máximo que el vehículo ferroviario está autorizado a recorrer correspondiente a la distancia d_A . El tiempo t_A comienza, por ejemplo, en el momento en que el vehículo ferroviario pasa sobre la baliza 32 que ha enviado la autoridad de movimiento.

65 **[0057]** Un ejemplo simplificado de la construcción de la curva de velocidad máxima autorizada 300 en función

del tiempo que se realiza cuando el vehículo ferroviario pasa sobre la baliza 32 se explica a continuación. En un primer intervalo de tiempo 302, la velocidad máxima autorizada aumenta de la velocidad instantánea V_0 , máxima a la velocidad V_1 que se autorizará durante el intervalo de tiempo 304 utilizando la capacidad máxima de aceleración $a_{m\acute{a}x}$ del vehículo ferroviario almacenada en la memoria 128. El vehículo ferroviario alcanza, teóricamente para el cálculo de la curva 300 en función del tiempo, la velocidad máxima V_1 después de un tiempo t_0 después de haber recorrido una distancia d_0 . En la hipótesis de una aceleración constante, el tiempo es $t_0 = (V_1 - V_0, m\acute{a}x) / a_{m\acute{a}x}$ y la distancia recorrida correspondiente es $d_0 = (V_1 + V_0, m\acute{a}x) * t_0 / 2$.

10 **[0058]** La velocidad máxima V_1 será autorizada durante el intervalo de tiempo 304. Este intervalo de tiempo 304 corresponde al tiempo que el vehículo ferroviario necesita para recorrer la distancia entre d_0 y d_1 ; si circula a la velocidad V_1 . Para calcular la curva de velocidad máxima autorizada 300 en función del tiempo en la sección 204, la unidad de cálculo de la curva no utiliza el aumento de la velocidad máxima autorizada en la vía de la sección 202 a la sección 204 para pasar de V_1 a V_2 , si no tiene información fiable sobre el hecho de que el vehículo ferroviario 10 ya ha recorrido la distancia d_{202} . Esta información proviene, por ejemplo, de una baliza colocada entre las secciones 202 y 204 o de un cálculo de la distancia mínima recorrida gracias a unas señales de salida del sensor de rueda 14 y del sensor de aceleración 20 como se explicará más adelante.

20 **[0059]** Por ejemplo, si el vehículo ferroviario hubiera utilizado el sensor de la rueda para estimar la distancia d_{202} , un deslizamiento, por ejemplo, durante la aceleración de V_0 a V_1 , habría llevado a una sobreestimación de la distancia recorrida. Por tanto, el vehículo ferroviario podría encontrarse incluso en la sección 202 en lugar de 204. Por tanto, si el procedimiento hubiera autorizado una aceleración de V_1 a V_2 , el vehículo ferroviario podría circular a una sobrevelocidad no autorizada en la sección 202.

25 **[0060]** A continuación se supone que no se obtiene información de posición entre las secciones 202 y 204.

[0061] La distancia d_1 depende de la distancia d_2 , que corresponde al final de la sección 204, y se conoce, y unas capacidades de frenado mínimo garantizado a_f para reducir la velocidad de V_1 a V_3 al final de la sección 204.

30 **[0062]** El vehículo ferroviario que circula a la velocidad V_1 necesita el tiempo $t_2 - t_1 = (V_3 - V_1) / a_f$ correspondiente al intervalo de tiempo 306 para reducir su velocidad a la velocidad V_3 y una distancia entre d_1 y d_2 que corresponde a $(V_3 + V_1) / 2 * (t_2 - t_1)$. d_1 se deduce de las ecuaciones anteriores. A partir de esta información, es posible calcular el tiempo t_1 hasta el cual el vehículo ferroviario está autorizado a circular a la velocidad máxima V_1 , por ejemplo, $t_1 = (d_1 - d_0) / V_1 + t_0$.

35 **[0063]** Entonces, la curva de velocidad máxima autorizada 300 en función del tiempo se construye ahora hasta el tiempo t_2 .

40 **[0064]** El intervalo de tiempo 308 durante el cual se autoriza la velocidad máxima V_3 , el intervalo de tiempo 310 y el tiempo t_3 a partir del cual el vehículo está obligado a reducir su velocidad, si circula a la velocidad V_3 , se calculan de manera similar a la intervalos de tiempo 304 y 306. Por lo tanto, la curva de velocidad máxima autorizada 300 en función del tiempo se calcula hasta t_A .

45 **[0065]** La curva de velocidad máxima autorizada 300 en función del tiempo calculada por la unidad de cálculo 120 depende de la velocidad máxima autorizada en la vía 200 que es, por ejemplo, prescrita por las autoridades ferroviarias y unas capacidades de frenado y de aceleración del vehículo ferroviario 10. La curva de velocidad 300 en función del tiempo d_A entonces, para un momento dado, la velocidad máxima autorizada para el vehículo ferroviario.

50 **[0066]** El cálculo se efectúa suponiendo que el vehículo ferroviario circula siempre a la velocidad máxima autorizada de la curva de velocidad en función del tiempo, y que siempre utiliza sus capacidades máximas de aceleración y/o de desaceleración mínima garantizada del modelo dinámico del vehículo ferroviario. De esta forma, el vehículo ferroviario que respeta estos límites de velocidad evita superar la distancia d_A de su autoridad de movimiento.

55 **[0067]** El vehículo circula entonces durante la implementación del procedimiento siempre a la velocidad máxima dada por la curva de velocidad máxima autorizada en función del tiempo 300. Si el vehículo circulaba a una velocidad inferior a la curva de velocidad máxima autorizada en función del tiempo, correría el riesgo de no alcanzar el final de la distancia d_A de su autoridad de movimiento, ya que el tiempo t_A se habrá alcanzado antes.

60 **[0068]** En un modo de realización, antes de la generación de la curva de velocidad máxima en función del tiempo, la velocidad instantánea se considera nula inicialmente, por ejemplo, si el vehículo ferroviario comienza a circular después de una parada en la estación.

65 **[0069]** El controlador 12, en una etapa de supervisión de velocidad 1020, usando la velocidad instantánea medida y la curva de velocidad 300 en función del tiempo, garantiza que la velocidad máxima autorizada sea respetada por el vehículo ferroviario 10. Si se supera la velocidad máxima autorizada, el controlador 12, en particular en la etapa

de supervisión 1020, ordena un frenado de emergencia al sistema de frenado 16. Debe observarse que la información que proviene del sensor de rueda 14 se usa para tal función de taquímetro.

[0070] Típicamente, el rendimiento del sistema y del procedimiento usando curvas de velocidad en función del tiempo se mejora si el vehículo utiliza más sensores y/o si en la vía 33 se instalan más balizas.

[0071] Este sistema de base que utiliza unas curvas de velocidad en función del tiempo no pierde ningún rendimiento con respecto a un sistema basado en la distancia recorrida si la distancia recorrida antes de la aplicación de los frenos es superior a la distancia de una baliza próxima encontrada que, en un modo de realización, desencadena un cálculo de nuevo de la curva de velocidad máxima autorizada en función del tiempo.

[0072] En un modo de realización, el sistema permite al conductor la posibilidad de anticipar el frenado y acercarse a un punto de parada a una velocidad moderada sin ser frenado de emergencia. Por ejemplo, cuando un conductor anticipa el frenado, se acerca a una velocidad moderada V_{release} mucho antes de arriesgarse a frenar de emergencia.

[0073] El procedimiento y el sistema se enriquecen para aumentar aún más el rendimiento cuando tienen en cuenta continuamente la distancia mínima recorrida y la distancia máxima recorrida para calcular una curva de velocidad máxima autorizada en función del tiempo actualizado. Esto se hace por el conocimiento de uno o varios valores de velocidad instantánea fiable determinada por el procedimiento según la invención. Este procedimiento utiliza entonces una odometría basada en el sensor de rueda 14 y el sensor de aceleración 20.

[0074] Un modo de realización de la invención se describirá entonces junto con el organigrama de la figura 7 que muestra un organigrama de una parte de un procedimiento para asegurar un vehículo ferroviario. Por ejemplo, tal procedimiento se utiliza en un sistema de protección automática de tren basado en el tiempo. Sin embargo, la invención también puede utilizarse en otros procedimientos para asegurar el desplazamiento de un vehículo ferroviario.

[0075] La unidad de cálculo 120 deduce si la información sobre la velocidad instantánea medida en la etapa de taquímetría 1010 por el sensor de rueda 14 es fiable y, por lo tanto, utilizable para una odometría para recalcular la curva de velocidad máxima autorizada 300 en función del tiempo.

[0076] En la etapa 1060, el controlador 12 recibe al menos un valor de salida de al menos uno de los sensores de rueda 14. Por ejemplo, el valor de salida es un conjunto de impulsos cuya frecuencia es representativa de la velocidad de rotación de la rueda. En otro modo de realización, el sensor de rueda 14 entrega en sí mismo un valor de velocidad instantánea, ya sea la velocidad instantánea de rotación de la rueda o una estimación de la velocidad instantánea del vehículo ferroviario 10 calculada por el simple producto de la velocidad angular de la rueda por su radio. La estimación comprende, en un modo de realización, un valor de velocidad instantánea máxima y un valor de velocidad instantánea mínima cuando la unidad de cálculo 120 aplica un margen de seguridad alrededor del valor de velocidad instantánea medida.

[0077] En la etapa 1065, el controlador 12 recibe un valor de salida producido por el sensor de aceleración 20. El valor de salida es representativo de la aceleración medida en dirección del eje de sensibilidad del sensor de aceleración 20. El valor de aceleración es positivo si el vehículo ferroviario 10 acelera en una vía 11 horizontal y negativa si el vehículo ferroviario 10 frena en una vía 11 horizontal. Por ejemplo, el sensor de aceleración entrega en sí mismo un valor de aceleración. Las etapas 1060 y 1065 también se pueden realizar en paralelo o en el orden inverso. En un modo de realización, el tiempo de medición del sensor de aceleración y/o del sensor de la rueda se registra para sincronizar los valores de salida del sensor de aceleración 20 y de los sensores de rueda 14.

[0078] A partir de los valores de aceleración, la unidad de cálculo 120 detecta cuándo el sensor de rueda 14 da unos resultados fiables y utilizables para estimar una distancia recorrida o la velocidad instantánea del vehículo ferroviario 10. En un modo de realización, la unidad de cálculo 120 determina unos períodos durante los cuales los valores de salida que provienen del sensor de rueda 14 para determinar la velocidad instantánea son utilizables para la estimación de la distancia máxima recorrida (cuando el esfuerzo de frenado ejercido no corre el riesgo de provocar un encarrilamiento). De la misma manera, la unidad de cálculo 120 determina unos períodos durante los cuales los valores de salida que provienen del sensor de rueda 14 para determinar la velocidad instantánea son utilizables para la estimación de la distancia mínima recorrida (cuando el esfuerzo de tracción ejercido no corre el riesgo de provocar un deslizamiento).

[0079] Estas determinaciones se realizan en la etapa 1070, en la que los valores de la aceleración en dirección de la vía se comparan con unos valores de aceleración predeterminados.

[0080] En el caso de un cálculo de la distancia máxima recorrida, los valores de velocidad instantánea o, en su caso, los valores de velocidad máxima instantánea, son utilizables si el esfuerzo medido por el acelerómetro es superior a un primer valor predeterminado (por ejemplo $-0,4 \text{ m/s}^2$). En efecto, en este caso, estamos seguros de que el vehículo ferroviario no frena lo suficiente como para que la rueda se detenga. Como resultado, el procedimiento

garantiza que el valor de velocidad instantánea determinada por el sensor de la rueda no conducirá a una sub-estimación de la distancia recorrida.

[0081] En el caso de un cálculo de la distancia mínima recorrida, los valores de velocidad instantánea o, en su caso, los valores de velocidad mínima instantánea, son utilizables si el esfuerzo medido por el acelerómetro es inferior a un segundo valor predeterminado (por ejemplo, $0,4 \text{ m/s}^2$). De hecho, en este caso, estamos seguros de que el vehículo ferroviario no es arrastrado por tracción lo suficiente como para que la rueda patine. Como resultado, el procedimiento garantiza que el valor de velocidad instantánea determinada por el sensor de rueda no conduzca a una sobre-estimación de la distancia recorrida.

[0082] La etapa 1070 asegura entonces que los valores de salida del sensor de rueda 14 solo se utilizan durante unos períodos fiables, por lo tanto, fuera de los períodos de riesgo de deslizamiento o de encarrilamiento de la rueda en la que está montado el sensor de rueda, y en otras palabras, cuando el vehículo ferroviario 10 circula sin producir un esfuerzo sobre los raíles.

[0083] En un modo de realización, los valores de aceleración predeterminados dependen del eje sobre el que se encuentra el sensor de la rueda. Por ejemplo, una rueda motorizada o con freno tiene otro valor de aceleración predeterminado que una rueda no motorizada y/o sin freno. En un modo de realización, las fuerzas de fricción existentes en el vehículo y medidas por el acelerómetro se incluyen en los márgenes tomados alrededor de la medida.

[0084] Si la información de velocidad instantánea, o, en su caso, los valores de velocidad mínimos o máximos instantáneos, medidos por el o los sensores de rueda 14 son fiables y utilizables para la odometría, en particular para la estimación de la distancia mínima recorrida, y/o para la estimación de la distancia máxima recorrida, se utilizan entonces para calcular en la etapa 1080 una nueva curva de velocidad máxima autorizada en función del tiempo, teniendo en cuenta la distancia mínima recorrida y/o la distancia máxima recorrida por el vehículo ferroviario 10. De lo contrario, no se realiza ningún recálculo y se salta la etapa 1080.

[0085] El recálculo de la curva de velocidad máxima autorizada en función del tiempo usando la distancia máxima recorrida se explica con la ayuda de la figura 8 que muestra una curva de velocidad en función del tiempo 300 que corresponde a la curva de velocidad en función del tiempo 300 de la figura 6. En el instante t_5 , el controlador 12 deduce, en la etapa 1070, un valor de velocidad instantánea fiable 401 para el cálculo de la distancia máxima recorrida. Esta velocidad instantánea 401 está por debajo de la velocidad máxima autorizada representada por la curva de velocidad 300 en función del tiempo. La unidad de cálculo tiene en cuenta las velocidades instantáneas o, en su caso, los valores de velocidad máxima instantánea, procedentes del sensor de rueda 14. Después de calcular la distancia máxima recorrida, el controlador 12 asume, por razones de seguridad, para el cálculo de la curva de velocidad máxima autorizada 400 en función del tiempo que el vehículo ferroviario 10 acelera con su capacidad máxima de aceleración $a_{\text{máx}}$ después del valor fiable de la velocidad instantánea 401 para alcanzar la velocidad máxima autorizada V_1 en el momento t_6 . El cálculo se realiza como en el ejemplo que se muestra en la figura 6 utilizando la distancia máxima recorrida como punto de partida.

[0086] Antes del valor fiable de la velocidad instantánea 401, el controlador supone para el cálculo de la curva de velocidad máxima autorizada 400 en función del tiempo que el vehículo ha frenado entre t_4 y t_5 con estas capacidades de frenado máximas a partir de la velocidad máxima autorizada en el momento t_4 para alcanzar la velocidad 401 en el momento t_5 . La región sombreada representa una distancia correspondiente a la diferencia entre d_A y un punto más arriba de d_A donde el vehículo ferroviario se detendría si no recalculara la curva de velocidad en función del tiempo.

[0087] Con el uso del valor de velocidad instantánea 401, se puede ver que la duración de circulación máxima autorizada t_A' del vehículo ferroviario 12 aumenta con respecto al tiempo de circulación máximo autorizado t_A de la curva de velocidad en función del tiempo 300.

[0088] En la etapa 1090 que corresponde a la etapa 1020 de la figura 4, las curvas de velocidad máxima autorizada 300, 400 en función del tiempo se usan para controlar automáticamente el vehículo ferroviario, en particular para controlar su frenado si el vehículo ferroviario supera la velocidad máxima autorizada. El sensor de rueda se usa de manera permanente para la taquimetría, que es menos sensible al deslizamiento o atasco. En efecto, no se efectúa ninguna acumulación del error cometido en el caso de una aplicación de taquimetría.

[0089] A continuación se explica el recálculo de la curva de velocidad máxima autorizada en función del tiempo utilizando la distancia mínima recorrida.

[0090] El controlador calcula una posición del vehículo ferroviario mínima, es decir una distancia mínima recorrida. Esta distancia mínima recorrida se utiliza para saber si el vehículo ferroviario ha liberado una sección o un punto peligroso para, por ejemplo, permitir una recuperación de la velocidad después de una limitación. A partir de los valores de velocidad instantánea o, en su caso, los valores de velocidad mínimos instantáneos, del vehículo ferroviario, y la capacidad de frenado máxima, se puede deducir una distancia mínima recorrida. A partir de ahí, en un caso como

el de la sección 204 de la figura 5, se garantiza la entrada en esta sección y permite al vehículo ferroviario acelerar hasta la velocidad V2. Si no se efectúa este cálculo, el sistema propuesto impondrá la velocidad V1 en todo el trayecto hasta que pase por una baliza garantizándole que ha salido de la sección 202. Si el sistema ha deducido que el vehículo ferroviario está en la sección 204, hace un recálculo de la curva de velocidad máxima autorizada en función del tiempo autorizando una aceleración hasta la velocidad V2.

- 5
- 10 **[0091]** En un modo de realización, el vehículo ferroviario está autorizado para acercarse a un fin de autorización de movimiento (EOA - *End of movement authority*) si circula a o por debajo de una velocidad de liberación (Vrelease). La velocidad de liberación depende de la distancia entre un punto peligroso 36 y la posición del final de la autoridad de movimiento EOA. Por ejemplo, la distancia entre la posición de EOA y del punto peligroso se elige para que pueda alcanzar la posición de EOA a la velocidad Vrelease mientras se garantiza la parada en el punto peligroso si el vehículo ferroviario se ha desplazado en EOA. La distancia entre la posición de EOA y del punto peligroso es fijada por la infraestructura y, por lo tanto, el sistema de señalización generalmente no tiene ninguna sujeción en esa distancia.
- 15 **[0092]** La invención propone un sistema y procedimiento para asegurar el desplazamiento de un vehículo ferroviario que tiene unos costes moderados y un buen rendimiento. Por ejemplo, es posible mantener la compatibilidad con una infraestructura en tierra equipada para ETCS y equipar el material rodante de forma evolutiva y, al mismo tiempo, hacer que los trenes equipados con ETCS sean compatibles con el sistema según la invención.
- 20 **[0093]** También hay otros sistemas para asegurar un vehículo ferroviario, por ejemplo, unos sistemas en los que el vehículo ferroviario es controlado utilizando directamente una curva de velocidad máxima autorizada con respecto a la distancia 210 comparando la velocidad máxima autorizada en un cierto lugar en la velocidad instantánea medida. Esta curva de velocidad en función de la distancia 210 es calculada por el vehículo ferroviario. Para estos sistemas para asegurar un vehículo ferroviario basados en unas curvas de velocidades máximas autorizadas en función de la distancia, la función odométrica es crucial. El procedimiento y el sistema según la invención se pueden utilizar entonces para estimar la distancia que el vehículo ya ha recorrido para recalcular la curva de velocidad máxima autorizada en función de la distancia y su posición instantánea utilizando su rendimiento dinámico del vehículo ferroviario.
- 25

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para asegurar el movimiento de un vehículo ferroviario (10) que circula por una vía (11), teniendo el vehículo ferroviario al menos un sensor de rueda (14) apropiado para proporcionar una información representativa de la velocidad de rotación de la rueda, y teniendo al menos un sensor de aceleración (20) cuyo eje de sensibilidad es paralelo al canal (11), comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes:
- la recepción (1060) de al menos un valor de salida de uno o varios de los sensores de rueda (14);
 - la recepción (1065) de al menos un valor de salida de uno de los sensores de aceleración (20);
- 10 - la determinación de al menos un valor de aceleración medido a partir del o de los valores de salida de uno de los sensores de aceleración; y estando el procedimiento **caracterizado porque** comprende la etapa siguiente
- la utilización (1070, 1080, 1090) de uno o varios valores de salida del o de los sensores de rueda recibido(s) para una supervisión del vehículo ferroviario en función de una comparación de uno o de varios valores de aceleración medidos con al menos un valor de aceleración de referencia.
- 15
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la utilización comprende la determinación de una distancia, en particular una distancia recorrida, a partir de uno o varios valores de salida recibido(s).
- 20
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además la etapa siguiente: la determinación (1070) de al menos un valor de velocidad instantánea fiable (401) a partir de uno o varios valores de salida recibido(s).
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la utilización comprende además la etapa siguiente:
- el cálculo (1080) de los valores de velocidad máxima autorizada, en particular una curva de velocidad máxima autorizada (210, 300, 400), basada en uno o varios valores de salida recibido(s), en particular utilizando la distancia, por ejemplo, la distancia recorrida, y/o uno o varios valor(es) de velocidad instantánea fiables (401).
- 30
5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado porque** la curva de velocidad máxima autorizada es en función del tiempo (300) o de la distancia (200).
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la utilización de uno o varios valores de salida recibido(s) para una supervisión del vehículo ferroviario comprende el cálculo de una distancia mínima recorrida y/o de una distancia máxima recorrida del vehículo ferroviario (10).
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la supervisión del vehículo ferroviario comprende la comparación (1090) de la velocidad instantánea del vehículo ferroviario con la velocidad máxima autorizada y el frenado del vehículo ferroviario (10) en función del resultado de la comparación de la velocidad máxima autorizada con la velocidad instantánea.
- 40
8. Sistema para asegurar un desplazamiento de un vehículo ferroviario (10), comprendiendo el vehículo ferroviario al menos un sensor de rueda (14) apropiado para generar uno o varios valores de salida representativos de la rotación de la rueda, al menos un sensor de aceleración (20) cuyo eje de sensibilidad es paralelo a la dirección de la vía (111), y estando un controlador (12) conectado al menos a uno de los sensores de rueda y al menos a uno de los sensores de aceleración, **caracterizado porque** el controlador es apropiado para utilizar uno o varios de los valores de salida del o de los sensores de rueda (14) recibido(s) para una supervisión (1070, 1080, 1090) del vehículo ferroviario en función de una comparación de uno o de varios valores de aceleración medidos determinados a partir de uno o de los valores de salida del o de los sensores de aceleración (20) con al menos un valor de aceleración de referencia.
- 50
9. Sistema según la reivindicación 8, **caracterizado porque** el controlador (12) es apropiado para llevar a cabo una o varias de las etapas del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.
- 55
10. Controlador (12) embarcado en un vehículo ferroviario para asegurarlo, siendo el controlador apropiado para estar conectado al menos a un sensor de rueda apropiado para generar uno o varios valores de salida representativos de la rotación de la rueda y al menos a un sensor de aceleración (20) cuyo eje de sensibilidad es paralelo a la dirección de la vía (11), **caracterizado porque** el controlador (12) es apropiado para utilizar uno o varios de los valores de salida recibido(s) del o de los sensores de rueda (14) para una supervisión (1070, 1080, 1090) del vehículo ferroviario en función de una comparación de uno o de varios valores de aceleración medidos determinados a partir de uno o de los valores de salida del o de los sensores de aceleración (20) con al menos un valor de aceleración de referencia.
- 60
- 65

11. Controlador según la reivindicación 10, **caracterizado porque** el controlador es apropiado para implementar una o varias de las etapas del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

12. Vehículo ferroviario (10) que comprende:

5

al menos un sensor de rueda (14) apropiado para generar uno o varios valores de salida representativos de la rotación de la rueda;

al menos un sensor de aceleración (20) cuyo eje de sensibilidad es paralelo a la dirección de la vía (11); y

un controlador según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 11, estando el controlador conectado al menos a uno de

10 los sensores de rueda y al menos a uno de los sensores de aceleración.

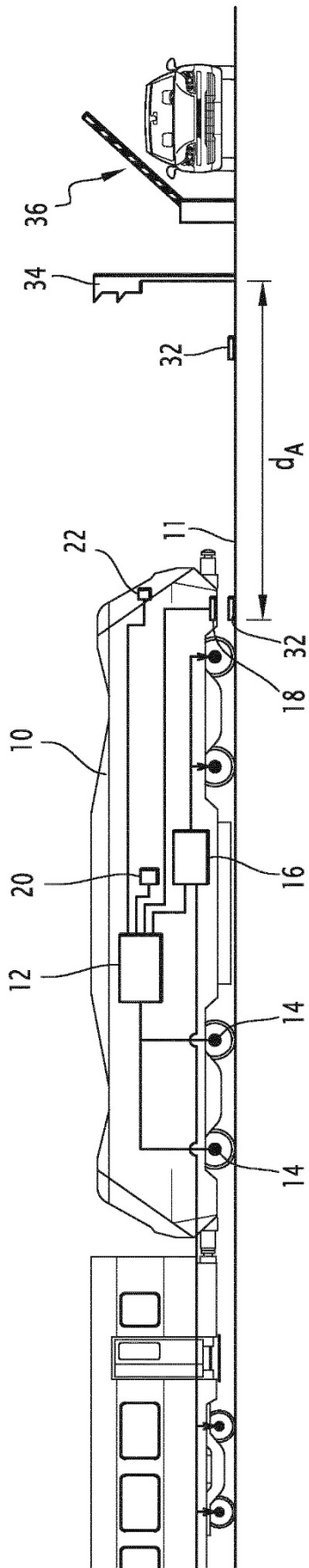
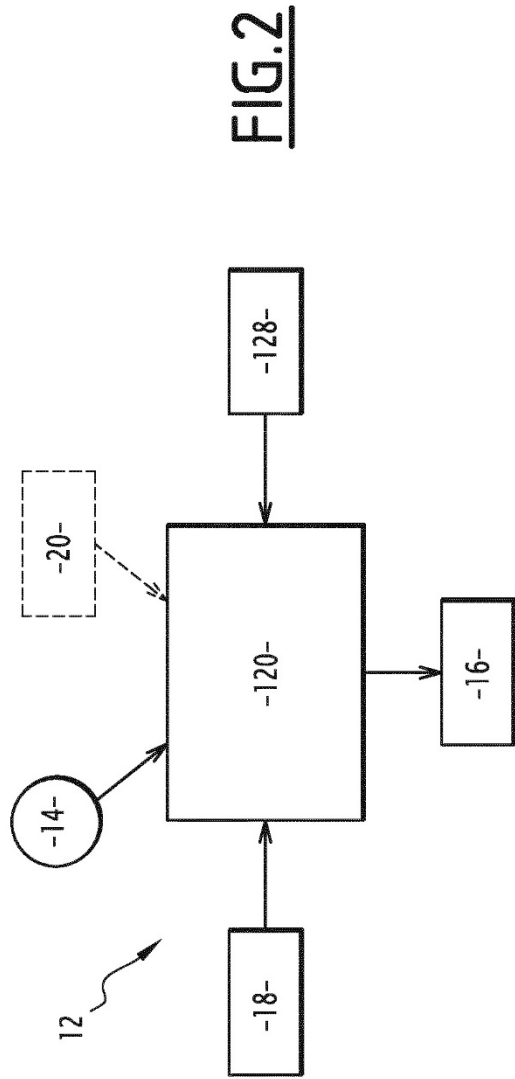


FIG. 1



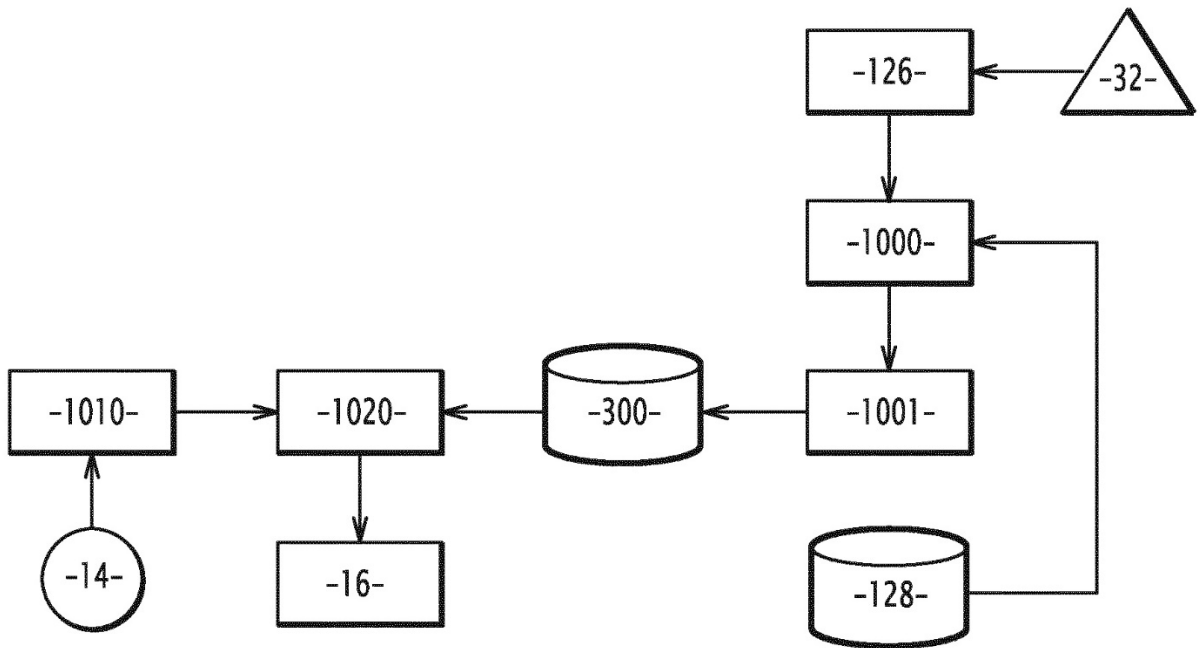
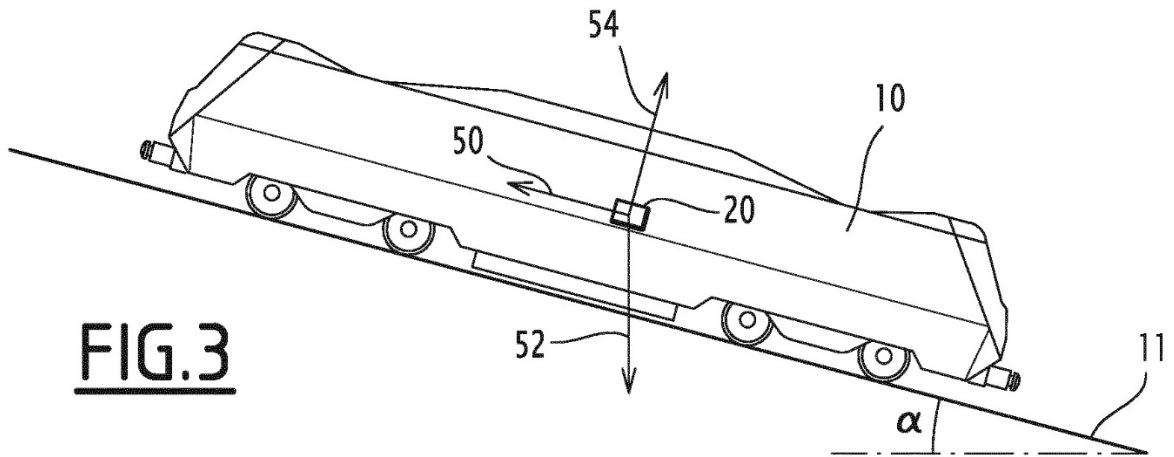


FIG. 4

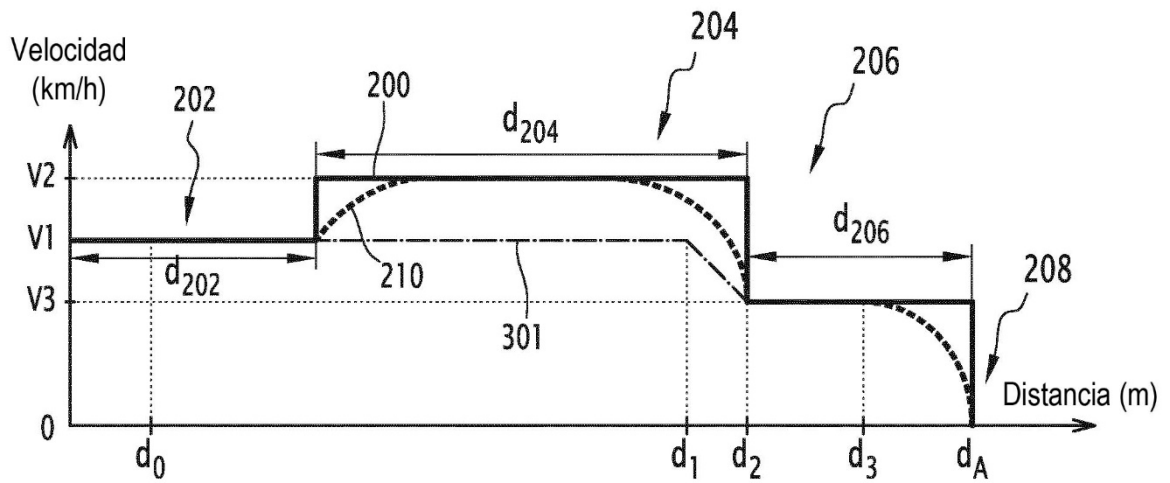


FIG.5

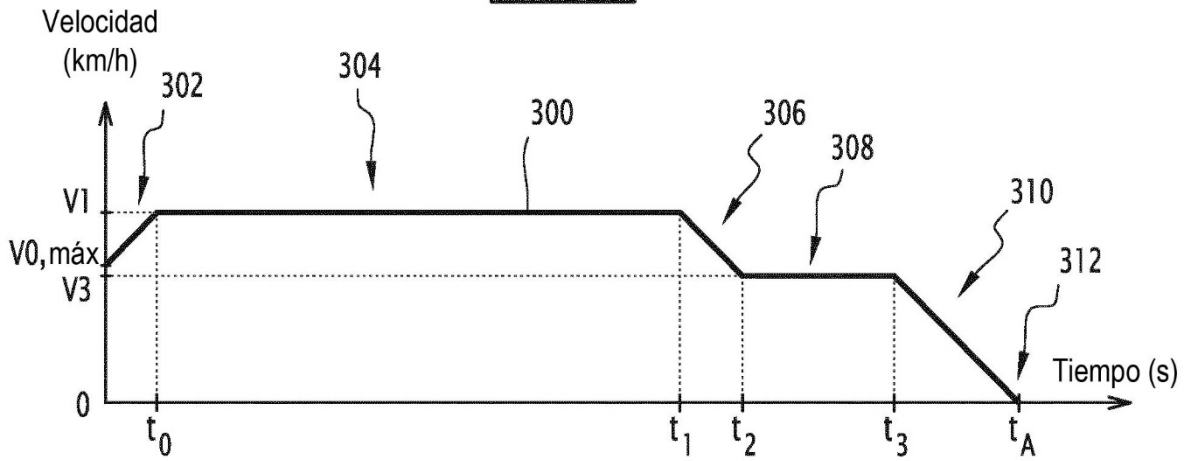


FIG.6

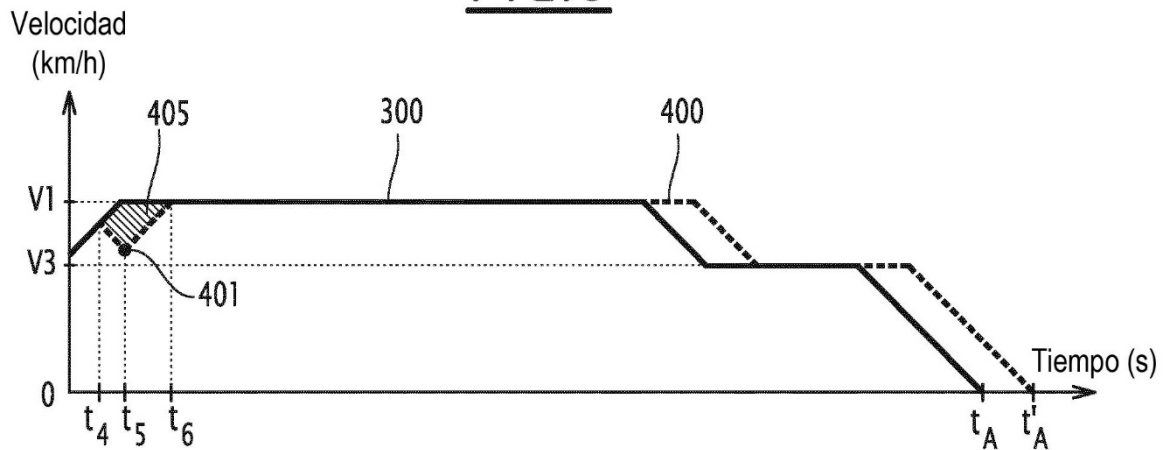


FIG.8

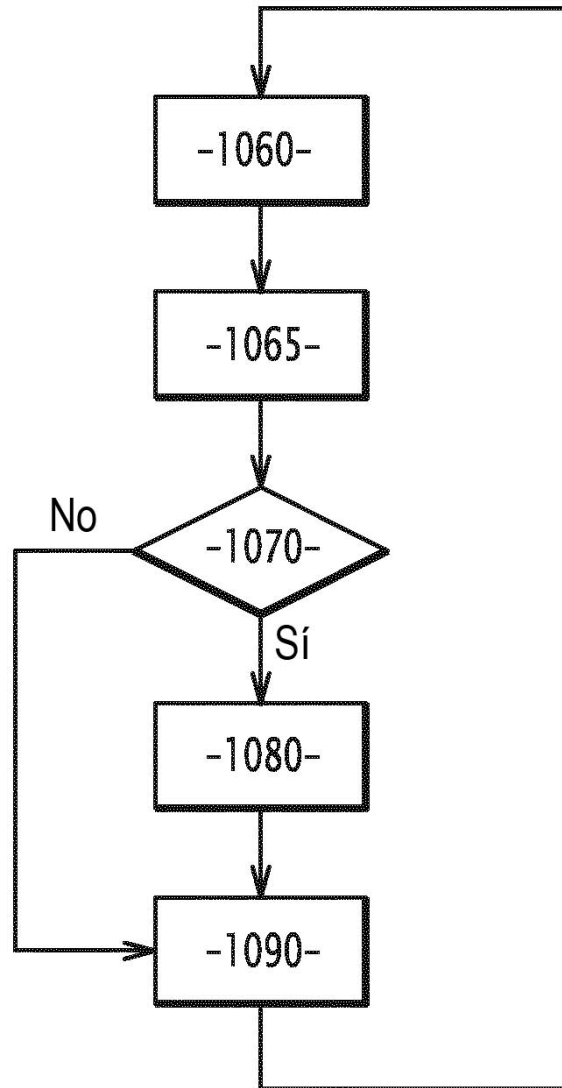


FIG.7