

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 626 175**

51 Int. Cl.:

B61L 25/02 (2006.01)

B61L 27/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2015** **E 15161677 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.03.2017** **EP 2927089**

54 Título: **Procedimiento de cálculo de un intervalo de posiciones de un vehículo ferroviario sobre una vía férrea y dispositivo asociado**

30 Prioridad:

02.04.2014 FR 1452933

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

24.07.2017

73 Titular/es:

ALSTOM TRANSPORT TECHNOLOGIES (100.0%)
3, avenue André Malraux
92300 Levallois-Perret, FR

72 Inventor/es:

BRESSON, MATHIEU y
PAIVA, FELIPE

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 626 175 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 de cálculo de un intervalo de posiciones de un vehículo ferroviario sobre una vía férrea y dispositivo asociado

5

[0001] La presente invención se refiere a un procedimiento de cálculo de un intervalo de posiciones de un vehículo ferroviario sobre una vía férrea, dicho intervalo de posiciones correspondiendo a un segmento de la vía entre una extremidad delantera y una extremidad trasera.

10 **[0002]** La invención se aplica al ámbito de la seguridad ferroviaria, en particular a los sistemas de control automático del tráfico ferroviario. Dichos sistemas son, por ejemplo, los llamados sistemas «de control de trenes basados en comunicaciones», CBTC (del inglés «Communication Based Train Control»).

15 **[0003]** De forma clásica, para un vehículo ferroviario que circula sobre una vía férrea, el intervalo de posiciones del vehículo sobre la vía férrea está determinado por un calculador embarcado a bordo del vehículo. El intervalo de posiciones del vehículo se envía a continuación, por ejemplo, mediante ondas de radio, a un ordenador central en el suelo. El ordenador en el suelo está adaptado para recibir el intervalo de posiciones de una pluralidad de vehículos ferroviarios y para ordenar la marcha o la parada de cada vehículo en función del intervalo de posiciones de los otros vehículos y de otros puntos de tensiones presentes sobre la vía. Por ejemplo un cambio de
20 agujas mal posicionado conducirá al ordenador en el suelo a ordenar la parada de los trenes que se acercan a ese cambio de agujas.

[0004] Por «intervalo de posiciones», se entiende en el sentido de la presente invención un segmento de una vía férrea en el que el vehículo ferroviario es susceptible de encontrarse con una incertidumbre inferior a un umbral
25 predeterminado.

[0005] El calculador embarcado está adaptado para determinar la posición del vehículo a partir por ejemplo de balizas dispuestas sobre la vía férrea, y cuyos emplazamientos sobre la vía férrea se conocen previamente. Más precisamente, el calculador embarcado determina el intervalo de posiciones del vehículo ferroviario a partir del
30 emplazamiento de la última baliza encontrada y del desplazamiento del vehículo a partir de esta última baliza, dicho desplazamiento siendo medido por ejemplo por un odómetro.

[0006] En ciertas situaciones, el calculador embarcado deja de estar en condiciones de calcular el intervalo de posiciones del vehículo ferroviario con una precisión suficiente. En ese caso se habla de pérdida de localización.
35 Una pérdida de localización ocurre por ejemplo si no se ha detectado ninguna baliza nueva después de que el vehículo ferroviario haya recorrido una distancia superior o igual a un umbral predeterminado, desde la última baliza detectada. Por razones de seguridad, un sistema de control del vehículo ferroviario ordena entonces la parada del vehículo.

40 **[0007]** En caso de parada del vehículo ferroviario, es habitual hacer intervenir a un operario para maniobrar manualmente el vehículo ferroviario parado y enviarlo hasta la siguiente baliza funcional, para que el calculador embarcado determine de nuevo el intervalo de posiciones del vehículo para permitir un regreso al funcionamiento autónomo y automático del vehículo ferroviario.

45 **[0008]** También es habitual permitir a un operario que se encuentre lejos que maniobre el vehículo ferroviario, después de que el operario haya verificado la ausencia de obstáculos en la dirección hacia la que desea enviar el vehículo ferroviario. Como anteriormente, se recupera un funcionamiento automático desde que el vehículo ferroviario encuentra una baliza funcional.

50 **[0009]** El documento EP 1 388 480 A1 divulga un sistema de determinación de la posición de un vehículo ferroviario.

[0010] Sin embargo, dichos procedimientos no ofrecen una satisfacción completa.

55 **[0011]** De hecho, dichos procedimientos necesitan la intervención de un operario, lo que es susceptible de producir incidentes relacionados con los errores humanos. Además, dichos procedimientos implican la inmovilización del vehículo ferroviario durante largos ratos, por ejemplo, el tiempo que dura la intervención del operario, lo que todavía es más perjudicial para los sistemas de transporte sin conductor. Esto perjudica a la calidad del tráfico, en concreto en las redes de transporte urbanas.

[0012] Un objetivo de la invención es por tanto proponer un procedimiento de localización de un vehículo ferroviario que permite un funcionamiento seguro y automatizado, y un restablecimiento rápido del tráfico ferroviario en caso de pérdida de localización.

5

[0013] Con este fin, un objeto de la invención es un procedimiento del tipo mencionado, en el que el procedimiento comporta las etapas:

- de identificación, mediante sensores en la vía, de un cantón de la vía férrea ocupado por el vehículo ferroviario;
- 10 - de transmisión, a un ordenador en el suelo, de un identificador del cantón ocupado;
- de cálculo, mediante el ordenador en el suelo, de un intervalo de posiciones del vehículo ferroviario teniendo en cuenta una posición geográfica del cantón ocupado asociado al identificador de dicho cantón ocupado; y
- de transmisión, desde un calculador embarcado a bordo del vehículo ferroviario hacia el ordenador en el suelo, de un intervalo de posiciones del vehículo ferroviario determinado por dicho calculador embarcado, la etapa de cálculo
- 15 de un intervalo de posiciones del vehículo ferroviario teniendo también en cuenta el intervalo de posiciones determinado por dicho calculador embarcado.

[0014] De hecho, el cálculo del intervalo de posiciones del vehículo ferroviario mediante un ordenador en el suelo a partir de informaciones proporcionadas por sensores de la vía permite una localización segura y automatizada del vehículo ferroviario, incluso si el calculador embarcado ya no está en condiciones de calcular esta localización.

[0015] Según otros aspectos ventajosos de la invención, el procedimiento comporta una o varias de las características siguientes, tomada(s) aisladamente o según cualquier combinación técnicamente posible:

25

- la etapa de cálculo de un intervalo de posiciones comprende una primera fase en la que el intervalo de posiciones se considera igual al intervalo de posiciones del vehículo ferroviario determinado por el calculador embarcado, y una segunda fase en la que una extremidad delantera del intervalo de posiciones se desplaza siguiendo la dirección de desplazamiento del vehículo ferroviario hasta alcanzar una extremidad del cantón ocupado, que se encuentra
- 30 delante del vehículo ferroviario;
- la extremidad delantera del intervalo de posiciones se desplaza durante los ciclos de cálculo sucesivos de duración predeterminada de una distancia igual al producto de la velocidad del vehículo ferroviario por la duración predeterminada;
- el procedimiento comporta además una etapa de cálculo, mediante el ordenador en el suelo, de un segundo
- 35 intervalo de posiciones del vehículo ferroviario a partir del intervalo de posiciones del vehículo ferroviario determinado mediante el calculador embarcado, la etapa de cálculo comportando una primera fase en la que el ordenador determina una posición límite antes de que se autorice al vehículo ferroviario a adelantar, una segunda fase en la que el segundo intervalo de posición se considera igual al intervalo de posiciones determinado por el calculador embarcado, y una tercera fase en la que una extremidad delantera de la segunda posición se desplaza
- 40 hasta alcanzar el límite delantero;
- la extremidad delantera del segundo intervalo de posiciones se desplaza durante los ciclos de cálculo sucesivos de duración predeterminada de una distancia igual al producto de la velocidad del vehículo ferroviario por la duración predeterminada;
- si no se dispone de la velocidad del vehículo, la distancia es igual al producto de la velocidad máxima del vehículo
- 45 ferroviario por la duración predeterminada;
- el procedimiento comporta una etapa de cálculo de un intervalo auxiliar del vehículo ferroviario, el intervalo auxiliar siendo igual a una intersección del primer intervalo de posiciones y de un segundo intervalo de posiciones.

[0016] Además, la invención tiene como objeto un dispositivo de cálculo de un intervalo de posiciones de un

50

vehículo ferroviario sobre una vía férrea, para la aplicación del procedimiento de cálculo que se ha definido más arriba.

[0017] La invención se comprenderá mejor a la luz de la siguiente descripción, facilitada únicamente a modo de ejemplo y realizada haciendo referencia a los dibujos adjuntos en los que:

55

- la figura 1 es una representación esquemática de un dispositivo de localización capaz de aplicar un procedimiento de localización según la invención;
- la figura 2 es una representación esquemática de una situación de funcionamiento normal del vehículo ferroviario;
- la figura 3 es una representación esquemática de una fase intermedia de una primera etapa del procedimiento de

localización según la invención;

- la figura 4 es una representación esquemática de una fase final de la etapa de la figura 3;
- la figura 5 es una representación esquemática de una fase intermedia de una segunda etapa del procedimiento según la invención;

- 5 - la figura 6 es una representación esquemática de una fase final de la etapa de la figura 5;
- la figura 7 es una representación esquemática de una primera etapa del procedimiento de localización de un vehículo ferroviario tras volver a poner en servicio un calculador embarcado del dispositivo de localización;
- la figura 8 es una representación esquemática de una etapa sucesiva a la etapa de la figura 7;
- la figura 9 es una representación esquemática de una etapa sucesiva a la etapa de la figura 8; y
10 - la figura 10 es una representación esquemática de una etapa sucesiva a la etapa de la figura 9.

[0018] Un vehículo ferroviario 2 circulando sobre una vía férrea 4 está representado sobre la figura 1.

- [0019]** La localización del vehículo ferroviario 2 se realiza mediante un dispositivo de localización 3 que
15 comporta un componente en el suelo y un componente embarcado.

[0020] Por «localización», se entiende el cálculo de un intervalo de posiciones del vehículo ferroviario 2 sobre la vía férrea 4.

- 20 **[0021]** En el caso del componente del suelo, la vía férrea 4 está subdividida en una pluralidad de cantones 6 sucesivos. Cada cantón está identificado mediante un identificador, que está asociado a la posición geográfica del cantón.

- [0022]** Una pluralidad de dispositivos de detección secundarios 8, igualmente llamados sensores en la vía,
25 están dispuestos a lo largo de la vía férrea 4. Cada dispositivo de detección secundario 8 está asociado a un cantón 6. Por ejemplo, la vía férrea 4 comporta un primer cantón 6A, un segundo cantón 6B y un tercer cantón 6C, cada cantón 6A, 6B, 6C estando asociado a un dispositivo de detección secundario 8 correspondiente.

- [0023]** Cada dispositivo de detección secundario 8 es capaz de determinar si el cantón 6 correspondiente
30 está vacante u ocupado. Por «ocupado», se entiende un cantón 6 en el que el vehículo ferroviario 2 se encuentra al menos parcialmente.

[0024] Los dispositivos de detección secundarios 8 son por ejemplo circuitos de vía o contadores de ejes.

- 35 **[0025]** Cada dispositivo de detección secundario 8 está además unido a un ordenador en el suelo 12 para transmitir al ordenador en el suelo 12 una información relativa al estado ocupado o vacante del cantón 6 correspondiente. Además, cada dispositivo de detección secundario 8 es capaz de transmitir al ordenador en el suelo 12 el identificador del cantón 6 correspondiente.

- 40 **[0026]** En el caso del componente embarcado, una pluralidad de balizas (no representadas) están dispuestas a lo largo de la vía férrea 4. Las balizas están dispuestas sucesivamente a lo largo de la vía férrea 4, en emplazamientos geográficos predeterminados. Cada baliza está identificada por un identificador de baliza único.

- [0027]** El vehículo ferroviario 2 comporta al menos un sensor de baliza, es decir una antena, capaz de
45 detectar la presencia de una baliza cuando se encuentra cerca de esta y de captar informaciones relativas a esta baliza detectada. Preferentemente, la baliza es capaz de comunicar su identificador de baliza al sensor de baliza del vehículo ferroviario 2.

- [0028]** El vehículo ferroviario 2 comporta igualmente instrumentos de medición del desplazamiento, de la
50 velocidad o de la aceleración del vehículo ferroviario 2. Los instrumentos de medición son por ejemplo odómetros o acelerómetros.

[0029] Además, el vehículo ferroviario 2 comporta un calculador embarcado 10.

- 55 **[0030]** Los instrumentos de medición y el sensor de baliza están unidos al calculador embarcado 10.

[0031] El sensor de baliza es capaz de emitir, hacia el calculador embarcado 10, datos relativos a las balizas detectadas. En concreto, el sensor de baliza es capaz de emitir, hacia el calculador embarcado 10, el identificador de baliza de cada baliza detectada durante el desplazamiento del vehículo ferroviario 2 a lo largo de la vía férrea 4.

[0032] El calculador embarcado 10 comporta una memoria en la que se almacenan el identificador de baliza y el emplazamiento geográfico de cada una de las balizas de la vía férrea 4.

5 **[0033]** El calculador embarcado 10 es capaz de convertir las mediciones realizadas por los instrumentos de medición en una medición de desplazamiento y/o de velocidad del vehículo ferroviario 2. Por ejemplo, en el caso de los instrumentos de medición adaptados para medir el desplazamiento del vehículo ferroviario 2, el calculador embarcado 10 es capaz de determinar la velocidad del vehículo ferroviario 2 por derivación respecto del tiempo de desplazamiento. Por ejemplo, en el caso de los instrumentos de medición adaptados para medir la velocidad
10 instantánea de desplazamiento del vehículo ferroviario 2, el calculador embarcado 10 es capaz de calcular la distancia recorrida por el vehículo ferroviario 2 por derivación respecto del tiempo de la velocidad del vehículo ferroviario 2. Por ejemplo, en el caso de los instrumentos de medición adaptados para medir la aceleración instantánea del vehículo ferroviario 2, el calculador embarcado 10 es capaz de calcular la velocidad del vehículo ferroviario 2, y después la distancia recorrida por el vehículo ferroviario 2, mediante integraciones sucesivas respecto
15 del tiempo de la aceleración del vehículo ferroviario 2.

[0034] El calculador embarcado 10 es igualmente capaz de calcular un intervalo de posiciones S_0 del vehículo ferroviario 2. Como ilustra la figura 2, el intervalo S_0 corresponde a un segmento de extremidad delantera A_0 y de extremidad trasera Z_0 . En concreto, el calculador embarcado 10 es capaz de calcular un intervalo S_0 del
20 vehículo ferroviario 2 a partir del emplazamiento de la última baliza detectada por el detector de baliza. En particular, el calculador embarcado 10 es capaz de determinar un intervalo S_0 del vehículo ferroviario 2 a partir del emplazamiento de la última baliza detectada y del desplazamiento del vehículo ferroviario desde dicha última baliza detectada, el desplazamiento siendo medido por los instrumentos de medición del vehículo ferroviario 2 o calculado por el calculador embarcado 10 a partir de las mediciones realizadas por los instrumentos de medición del vehículo
25 ferroviario 2. Ventajosamente, el calculador embarcado 10 es capaz de tener en cuenta, durante el cálculo del intervalo S_0 , un margen de error potencial relacionado con la precisión de los instrumentos de medición utilizados, lo que conduce a un cálculo seguro del intervalo de posición S_0 . Por ejemplo, en el caso de un odómetro, el margen de error tiene en cuenta el coeficiente de adherencia entre una rueda del vehículo ferroviario 2 y un raíl de la vía férrea 4, no siendo este coeficiente del 100 %.

30 **[0035]** El calculador embarcado 10 además es capaz de generar una señal de alerta en caso de pérdida de localización. Por «pérdida de localización», se entiende una situación en la que los datos recibidos por el calculador embarcado 10 no permiten determinar el intervalo de posiciones S_0 del vehículo ferroviario 2 con un error inferior a un umbral predeterminado. El calculador embarcado 10 está por ejemplo configurado para generar una señal de
35 alerta si el emplazamiento de una baliza detectada se encuentra fuera del intervalo de posiciones S_0 del vehículo ferroviario calculado en ese instante mediante el calculador embarcado 10. El calculador embarcado 10 está por ejemplo configurado para generar una señal de alerta si no se ha detectado ninguna baliza tras un desplazamiento de longitud predeterminada desde la detección de la primera baliza. Además, el calculador embarcado 10 está por ejemplo configurado para generar una señal de alerta si, en un mismo momento, los valores de las mediciones de
40 desplazamiento o de velocidad son diferentes de un instrumento de medición al otro. Por ejemplo, cuando los medios de odometría son redundantes en el tren es posible generar una alerta si uno de los odómetros indica que el tren está parado mientras que el otro odómetro indica que el tren se desplaza.

[0036] Ventajosamente, el calculador embarcado 10 está igualmente configurado para generar una señal de
45 alerta si los detectores de integridad del vehículo ferroviario 2 detectan una pérdida de integridad del vehículo ferroviario 2, durante un intervalo temporal de duración inferior a una duración predeterminada. El vehículo ferroviario 2 se denomina íntegro si no ha perdido ningún vagón durante su desplazamiento. Preferentemente, el calculador embarcado 10 está configurado para emitir una señal de alerta tras la puesta en funcionamiento después de la puesta en reposo o un apagado. En ese caso, durante la puesta en reposo o el apagado del calculador
50 embarcado 10, el ordenador en el suelo 12 memoriza la orientación del vehículo ferroviario 2 respecto de la vía férrea 4, es decir que el ordenador en el suelo 12 memoriza el sentido de la marcha del vehículo ferroviario 2.

[0037] El calculador embarcado 10 es capaz de comunicarse con el ordenador en el suelo 12. El calculador
embarcado 10 y el ordenador en el suelo 12 son por ejemplo capaces de comunicarse entre ellos por ondas de
55 radio.

[0038] El calculador embarcado 10 es igualmente capaz de emitir, hacia el ordenador en el suelo 12, el último intervalo de posiciones S_0 del vehículo ferroviario 2 calculado por el calculador embarcado 10.

[0039] El calculador embarcado 10 es igualmente capaz de emitir, hacia el ordenador en el suelo 12, los valores de desplazamiento y los valores de velocidad medidos y/o calculados.

[0040] El calculador embarcado 10 es además capaz de emitir la señal de alerta hacia el ordenador en el 5 suelo 12, la alerta indica una pérdida de localización.

[0041] El ordenador en el suelo 12 comporta una memoria (no representada) en la que el identificador de cada cantón 6 está asociado a la posición geográfica del cantón 6.

10 **[0042]** El ordenador en el suelo 12 es capaz de calcular una posición límite delantera A_{max} y una posición límite trasera Z_{max} para el vehículo ferroviario 2. La posición límite delantera A_{max} y trasera Z_{max} son respectivamente el punto de la vía férrea 4 después del vehículo ferroviario 2 y el punto de la vía férrea 4 antes del vehículo ferroviario 2 que el vehículo ferroviario 2 no está autorizado a sobrepasar según las órdenes de movimientos dadas por el ordenador en el suelo 12. En funcionamiento normal, la posición instantánea del vehículo ferroviario 2 siempre 15 está comprendida entre la posición límite delantera A_{max} y trasera Z_{max} .

[0043] El ordenador en el suelo 12 es capaz de retransmitir la posición límite delantera A_{max} y trasera Z_{max} hacia el calculador embarcado 10 y/o a un sistema de control (no representado) del vehículo ferroviario 2. Las posiciones límites A_{max} , Z_{max} corresponden a las autorizaciones de movimientos máximos dadas al tren. El calculador 20 embarcado 10 es capaz de garantizar con seguridad que estas posiciones no sean nunca sobrepasadas por el vehículo ferroviario 2.

[0044] La posición límite delantera A_{max} depende del espaciamiento con el vehículo ferroviario que se encuentra después del vehículo ferroviario 2 considerado. La posición límite delantera A_{max} se sitúa ventajosamente, 25 después del vehículo ferroviario 2, y respecto de la parte delantera del vehículo ferroviario 2, a una distancia superior a 100 m, preferentemente superior a 200 m, por ejemplo igual a 500 m.

[0045] La posición límite trasera Z_{max} se sitúa ventajosamente, antes del vehículo ferroviario 2, y respecto de la parte trasera del vehículo ferroviario 2, a una distancia inferior a 100 m, preferentemente superior a 50 m, por 30 ejemplo igual a 20 m.

[0046] El ordenador en el suelo 12 es capaz de calcular un intervalo de posiciones del vehículo ferroviario 2 llamado «intervalo auxiliar» S_x , a partir de las informaciones recibidas provenientes del calculador embarcado 10, de los dispositivos de detección secundarios 8 y de las posiciones límite A_{max} , Z_{max} proporcionadas por el ordenador en 35 el suelo 12. Como se ilustra en la figura 1, el intervalo auxiliar S_x comporta una extremidad delantera A_x y una extremidad trasera Z_x .

[0047] Por ejemplo, el ordenador en el suelo 12 es capaz de calcular el intervalo auxiliar S_x del vehículo ferroviario 2 en caso de recepción de una señal de alerta proveniente del calculador embarcado 10. El ordenador en 40 el suelo 12 es capaz de calcular el intervalo auxiliar S_x del vehículo ferroviario 2 a partir de la última posición del vehículo ferroviario 2 que ha sido calculada por el calculador embarcado 10, a partir de los valores medidos y/o calculados de desplazamiento y/o de velocidad, a partir de los dispositivos de detección secundarios 8 y a partir de las posiciones límite A_{max} , Z_{max} proporcionadas por el ordenador en el suelo 12.

45 **[0048]** El ordenador en el suelo 12 es capaz de emitir, hacia el calculador embarcado 10, el intervalo auxiliar S_x del vehículo ferroviario 2.

[0049] El dispositivo de localización 3 es capaz de determinar el intervalo S_0 y/o el intervalo auxiliar S_x del 50 vehículo ferroviario a partir de datos recibidos por el calculador embarcado 10 y/o el ordenador en el suelo 12.

[0050] El funcionamiento del dispositivo de localización 3 se va a describir a continuación.

[0051] Durante una etapa inicial de funcionamiento normal del vehículo ferroviario 2, no hay pérdida de localización por el calculador embarcado y no se ha emitido ninguna alerta. El calculador embarcado 10 determina el 55 intervalo de posiciones S_0 del vehículo ferroviario 2. El intervalo S_0 se denomina «intervalo inicial» del vehículo ferroviario 2.

[0052] En el ejemplo ilustrado por la figura 2, el vehículo ferroviario 2 ocupa el segundo cantón 6B. Así, el segundo cantón 6B está ocupado y el primer y tercer cantón 6A, 6C están vacantes.

- [0053]** Tras la etapa inicial, se produce una pérdida de localización. El calculador embarcado 10 emite entonces una señal de error hacia el ordenador en el suelo 12. El calculador embarcado 10 transmite igualmente al ordenador en el suelo 12 el intervalo inicial S_0 del vehículo ferroviario 2 antes de que se produzca la pérdida de localización. Además, el calculador embarcado 10 transmite al ordenador en el suelo 12 el valor del desplazamiento y/o de la velocidad del vehículo ferroviario 2 que se mide respectivamente por los instrumentos de medición de desplazamiento y por los instrumentos de medición de velocidad.
- [0054]** El ordenador en el suelo 12 calcula entonces un primer intervalo auxiliar S_p , durante una primera etapa del procedimiento, y un segundo intervalo auxiliar S_d , durante una segunda etapa del procedimiento de localización. El ordenador en el suelo 12 calcula entonces la intersección de los intervalos auxiliares S_p y S_d para determinar el intervalo auxiliar S_x , visible en la figura 1.
- [0055]** El primer intervalo auxiliar S_p y el segundo intervalo auxiliar S_d son respectivamente visibles en las figuras 4 y 6. El primer intervalo auxiliar S_p comporta una extremidad delantera A_p y una extremidad trasera Z_p . El segundo intervalo auxiliar S_d comporta una extremidad delantera A_d y una extremidad trasera Z_d .
- [0056]** Como ilustran las figuras 3 y 4, el ordenador en el suelo 12 calcula el primer intervalo auxiliar S_p a partir del intervalo inicial S_0 y de las posiciones límite delantera A_{max} y trasera Z_{max} .
- [0057]** La extremidad delantera A_p primero se considera igual a la extremidad delantera A_0 del intervalo S_0 . Durante los ciclos de cálculo sucesivos de duración T , el ordenador en el suelo 12 calcula un nuevo emplazamiento del punto A_p del primer intervalo auxiliar S_p . En particular, durante los ciclos de cálculo sucesivos, el punto A_p se desplaza sobre la vía férrea 4 según la dirección de desplazamiento del vehículo ferroviario 2, a una cantidad igual a la velocidad v del vehículo ferroviario 2 en el momento de cálculo, multiplicada por la duración T . Por ejemplo, en la figura 3, y en el caso de una velocidad v constante del vehículo ferroviario 2, tras un número entero N estrictamente positivo de ciclos de cálculo, el punto A_p está situado a una distancia $N*v*T$ según la dirección de desplazamiento del vehículo ferroviario 2 respecto de la extremidad delantera A_0 del intervalo S_0 . Ventajosamente, en el caso de una pérdida de localización debida a una incoherencia de medición entre los diferentes instrumentos de medición del vehículo ferroviario 2, la velocidad v utilizada es la velocidad máxima accesible al vehículo ferroviario 2.
- [0058]** Además, la extremidad trasera Z_p se considera igual al punto límite trasero Z_{max} .
- [0059]** El cálculo se detiene cuando el punto A_p del primer intervalo auxiliar alcanza el punto límite delantero A_{max} .
- [0060]** En una variante, la extremidad delantera A_p y trasera Z_p del primer intervalo auxiliar S_p se consideran respectivamente iguales al punto límite delantero A_{max} y trasero Z_{max} desde el primer ciclo de cálculo.
- [0061]** Como ilustran las figuras 5 y 6, el ordenador en el suelo 12 calcula el segundo intervalo auxiliar S_d a partir del intervalo inicial S_0 y de las informaciones emitidas por los dispositivos de detección secundarios 8 y relativos al estado ocupado o vacante de los cantones 6.
- [0062]** En el ejemplo ilustrado por la figura 2, tras la etapa inicial, el segundo cantón 6B está ocupado y el primer y tercer cantón 6A, 6C están vacantes.
- [0063]** La extremidad delantera A_d primero se considera igual a la extremidad delantera A_0 del intervalo inicial S_0 . Durante los ciclos de cálculo sucesivos de duración T , el ordenador en el suelo 12 calcula un nuevo emplazamiento del punto A_d del segundo intervalo auxiliar S_d . En particular, durante los ciclos de cálculo sucesivos, el punto A_d se desplaza sobre la vía férrea 4 según la dirección de desplazamiento del vehículo ferroviario 2 a una cantidad igual a la velocidad v del vehículo ferroviario 2 en el momento de cálculo, multiplicada por la duración T . Por ejemplo, en la figura 5, y en el caso de una velocidad v constante del vehículo ferroviario 2, tras un número entero N estrictamente positivo de ciclos de cálculo, el punto A_d está situado a una distancia $N*v*T$ según la dirección de desplazamiento del vehículo ferroviario 2 respecto de la extremidad delantera A_0 del intervalo S_0 . Ventajosamente, en el caso de una pérdida de localización debida a una incoherencia de medición entre los diferentes instrumentos de medición del vehículo ferroviario 2, la velocidad v utilizada es la velocidad máxima accesible al vehículo ferroviario 2.
- [0064]** El cálculo se detiene cuando la extremidad delantera A_d del segundo intervalo auxiliar S_d alcanza la

transición entre el cantón actualmente ocupado y el cantón delantero vacante, es decir, en el ejemplo, en la transición entre el segundo cantón 6B y el tercer cantón 6C. El emplazamiento de extremidad trasera Z_d se considera entonces igual a la transición entre el cantón actualmente ocupado y el cantón vacante trasero, es decir, en el ejemplo, a la transición entre el segundo cantón 6B y el primer cantón 6A.

5

[0065] En función de la posición momentánea del vehículo ferroviario 2 en el momento en que se produce la pérdida de localización, el cantón 6 ocupado tras el cálculo del segundo intervalo auxiliar S_d es el mismo o es diferente del cantón 6 ocupado al principio del cálculo del segundo intervalo auxiliar S_d .

10 **[0066]** Preferentemente, y como aparece en la figura 6, tras el cálculo anteriormente definido, la extremidad delantera A_d se desvía hacia la parte delantera de un primer desvío predefinido D_A y la extremidad trasera Z_d se desvía hacia la parte trasera de un segundo desvío predefinido D_Z . El primer desvío D_A y el segundo desvío D_Z permiten tener en cuenta posibles retrasos, para cada dispositivo de detección secundario 8, de detección de la entrada del vehículo ferroviario 2 sobre un cantón 6 correspondiente o de la salida del vehículo ferroviario 2 de un
15 cantón 6 correspondiente.

[0067] El primer desvío D_A está ventajosamente comprendido entre 10 m y 400 m, preferentemente comprendido entre 50 m y 300 m, por ejemplo comprendido entre 100 m y 200 m.

20 **[0068]** El segundo desvío D_Z está ventajosamente comprendido entre 10 m y 200 m, preferentemente comprendido entre 20 m y 150 m, por ejemplo comprendido entre 30 m y 100 m.

[0069] El ordenador en el suelo 12 calcula entonces el intervalo auxiliar S_x . El intervalo auxiliar S_x es la intersección del primer intervalo auxiliar S_p y del segundo intervalo auxiliar S_d . En particular:

25

$$A_x = \min (A_p, A_d)$$

$$Z_x = \max (Z_p, Z_d)$$

30 **[0070]** El ordenador en el suelo 12 emite entonces el intervalo auxiliar S_x hacia el calculador embarcado 10.

[0071] Con la recepción del intervalo auxiliar S_x , el calculador embarcado 10 considera el intervalo auxiliar S_x como su intervalo de posiciones S_0 corriente. El calculador embarcado 10 ya no emite ninguna señal de alerta. El vehículo ferroviario 2 está entonces autorizado a retomar su marcha sobre la vía férrea 4.

35

[0072] Ventajosamente, la duración entre la emisión de la señal de alerta por el calculador embarcado 10 hacia el ordenador en el suelo 12, y la recepción del intervalo auxiliar S_x por el calculador embarcado 10 desde el ordenador en el suelo 12, es inferior a 20 s, preferentemente inferior a 10 s, por ejemplo inferior a 5 s.

40 **[0073]** Como se representa en la figura 7, en el caso de volver a ponerse en funcionamiento el calculador embarcado 10 después de una puesta en reposo o de un apagado, el calculador embarcado 10 emite una señal de alerta indicando una pérdida de localización hacia el ordenador en el suelo 12. El ordenador en el suelo 12 previamente ha memorizado la orientación del vehículo ferroviario 2 respecto de la vía férrea 4, es decir, la posición relativa del vagón de cabeza del vehículo ferroviario 2, también llamado «delantero» respecto de la posición del
45 vagón de cola, también llamado «trasero».

[0074] Durante una etapa siguiente, ilustrada por la figura 8, el ordenador en el suelo 12 calcula el segundo intervalo auxiliar S_d según el procedimiento descrito anteriormente. En concreto, el emplazamiento de la extremidad delantera A_d del segundo intervalo auxiliar S_d se considera igual a la transición entre el cantón actualmente ocupado
50 y el cantón delantero vacante, es decir, en el ejemplo, a la transición entre el segundo cantón 6B y el tercer cantón 6C. Después la extremidad delantera A_d se desvía hacia la parte delantera del primer desvío predefinido D_A .

[0075] Durante una etapa siguiente, ilustrada por la figura 9, el ordenador en el suelo 12 determina el emplazamiento de un punto P de la vía férrea 4. El punto P es un punto situado después, siguiendo la orientación del vehículo ferroviario 2, de la extremidad trasera Z_d del segundo intervalo auxiliar S_d . El punto P se encuentra a una distancia L de la extremidad trasera Z_d , la distancia L siendo igual a la longitud del vehículo ferroviario 2. El punto P es el punto más anterior de la vía férrea 4 donde es susceptible de encontrarse la cabeza del vehículo
55 ferroviario 2.

[0076] Durante una etapa siguiente, ilustrada por la figura 10, el ordenador en el suelo 12 calcula el emplazamiento del límite delantero A_{max} a partir del emplazamiento del punto P. El ordenador en el suelo 12 emite entonces el segundo intervalo auxiliar S_d hacia el calculador embarcado 10, así como el límite delantero A_{max} .

5

[0077] Al recibir el segundo intervalo auxiliar S_d , el calculador embarcado 10 considera el segundo intervalo auxiliar S_d como su intervalo de posiciones S_0 corriente. El calculador embarcado 10 ya no emite ninguna señal de alerta. El vehículo ferroviario 2 está entonces autorizado a moverse por la vía férrea 4.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de cálculo de un intervalo de posiciones de un vehículo ferroviario (2) sobre una vía férrea (4), dicho intervalo de posiciones correspondiendo a un segmento de la vía (4) entre una extremidad delantera 5 y una extremidad trasera, el procedimiento comportando las etapas:
- de identificación, mediante sensores en la vía (8), de un cantón (6) de la vía férrea (4) ocupado por el vehículo ferroviario (2);
 - de transmisión, a un ordenador en el suelo (12), de un identificador del cantón (6) ocupado; y
- 10 - de cálculo, mediante el ordenador en el suelo (12), de un intervalo de posiciones (S_d) del vehículo ferroviario (2) teniendo en cuenta una posición geográfica del cantón(6) ocupado asociado al identificador de dicho cantón (6) ocupado;
- caracterizado porque** comprende una etapa de transmisión, desde un calculador embarcado (10) a bordo del 15 vehículo ferroviario (2) hacia el ordenador en el suelo (12), de un intervalo de posiciones (S_0) del vehículo ferroviario (2) determinado por dicho calculador embarcado (10), la etapa de cálculo de un intervalo de posiciones (S_d) del vehículo ferroviario (2) teniendo también en cuenta el intervalo de posiciones (S_0) determinado por dicho calculador embarcado (10).
- 20 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la etapa de cálculo de un intervalo de posiciones (S_d) comprende una primera fase en la que el intervalo de posiciones se considera igual al intervalo de posiciones (S_0) del vehículo ferroviario (2) determinado por el calculador embarcado (10), y una segunda fase en la que una extremidad delantera (A_d) del intervalo de posiciones (S_d) se desplaza siguiendo la dirección de desplazamiento del vehículo ferroviario (2) hasta alcanzar una extremidad del cantón (6) ocupado, que se encuentra 25 en la parte delantera del vehículo ferroviario (2).
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** la extremidad delantera (A_d) del intervalo de posiciones (S_d) se desplaza durante los ciclos de cálculo sucesivos de duración predeterminada (T) de una distancia igual al producto de la velocidad del vehículo ferroviario (2) por la duración predeterminada (T).
- 30 4. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** comporta además una etapa de cálculo, mediante el ordenador en el suelo (12), de un segundo intervalo de posiciones (S_p) del vehículo ferroviario (2) a partir del intervalo de posiciones (S_0) del vehículo ferroviario (2) determinado por el calculador embarcado (10), la etapa de cálculo comportando una primera fase en la que el 35 ordenador (12) determina una posición límite antes (A_{max}) de que el vehículo ferroviario (2) esté autorizado a adelantar, una segunda fase en la que el segundo intervalo de posición (S_p) se considera igual al intervalo de posiciones (S_0) determinado por el calculador embarcado (10), y una tercera fase en la que una extremidad delantera (A_p) de la segunda posición (S_p) se desplaza hasta alcanzar el límite delantero (A_{max}).
- 40 5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado porque** la extremidad delantera (A_p) del segundo intervalo de posiciones (S_p) se desplaza durante los ciclos de cálculo sucesivos de duración predeterminada (T) de una distancia igual al producto de la velocidad del vehículo ferroviario (2) por la duración predeterminada (T).
- 45 6. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 o 5, en el que si la velocidad del vehículo no está disponible, la distancia es igual al producto de la velocidad máxima del vehículo ferroviario (2) por la duración predeterminada (T).
7. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 y 4 en combinación, **caracterizado** 50 **porque** comporta una etapa de cálculo de un intervalo auxiliar (S_x) del vehículo ferroviario (2), el intervalo auxiliar (S_x) siendo igual a una intersección del primer intervalo de posiciones (S_d) y del segundo intervalo de posiciones (S_p).
8. Dispositivo (3) de cálculo de un intervalo de posiciones (S_0) de un vehículo ferroviario (2) sobre una vía 55 férrea (4), para la aplicación de un procedimiento de acuerdo con cualquier de las reivindicaciones 1 a 7.

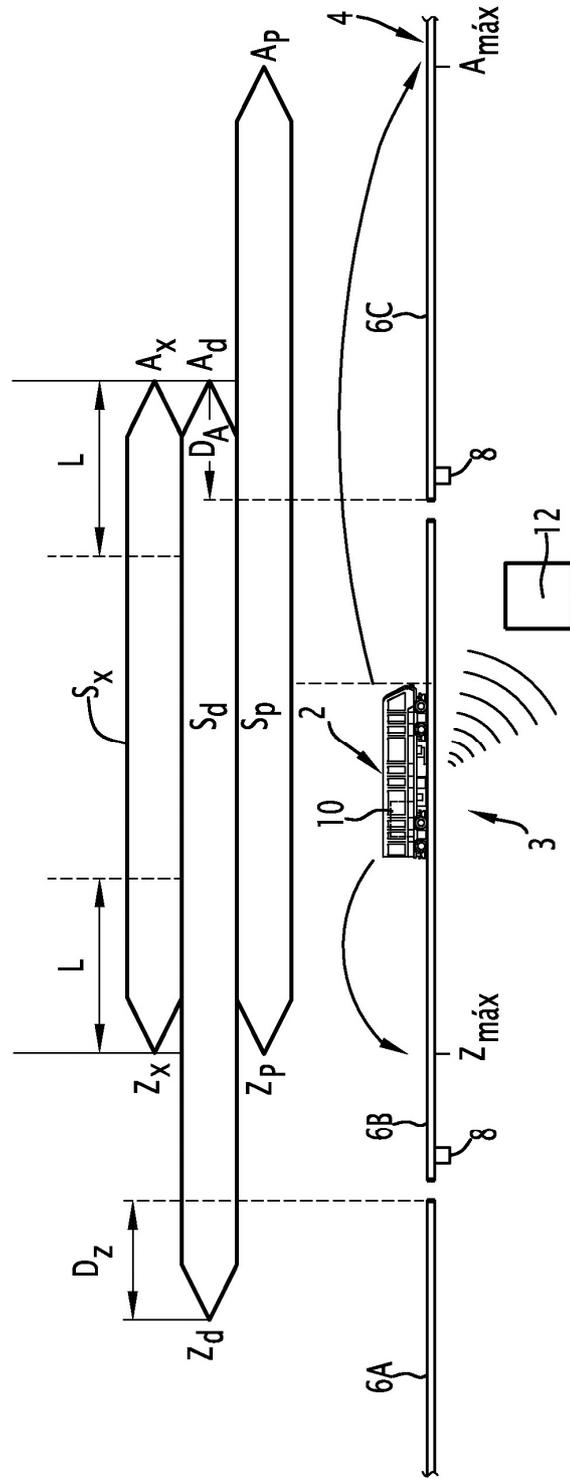
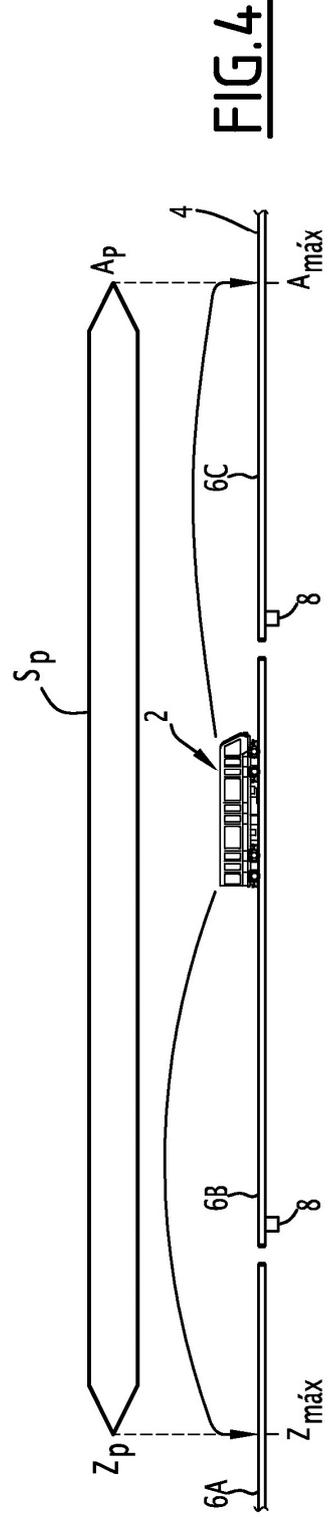
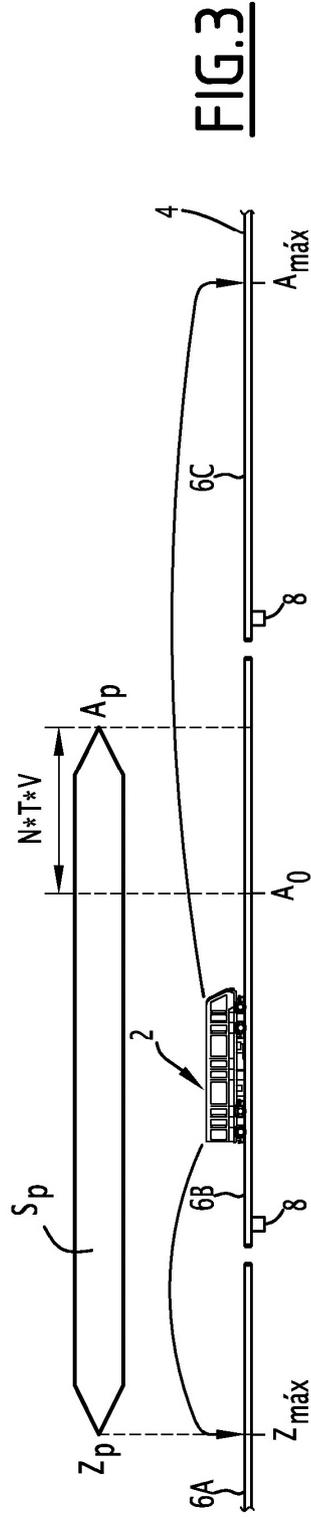
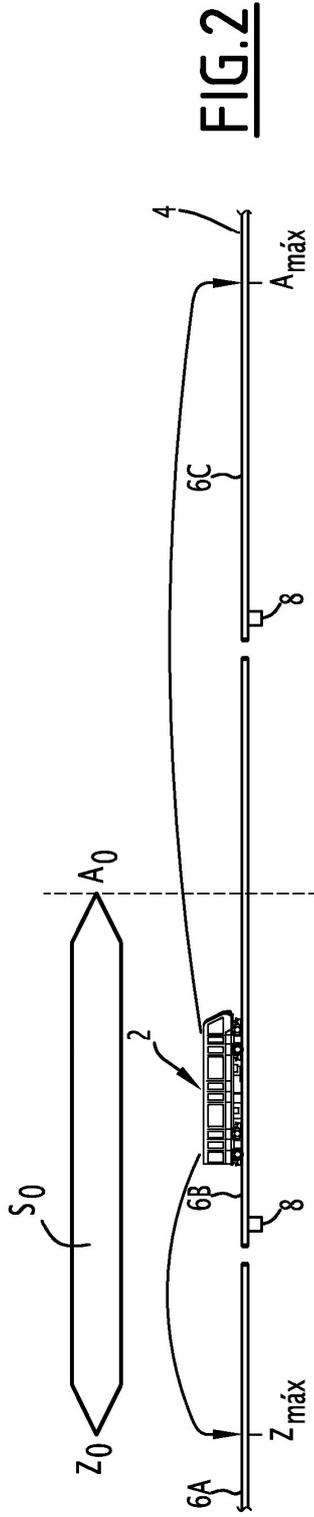


FIG.1



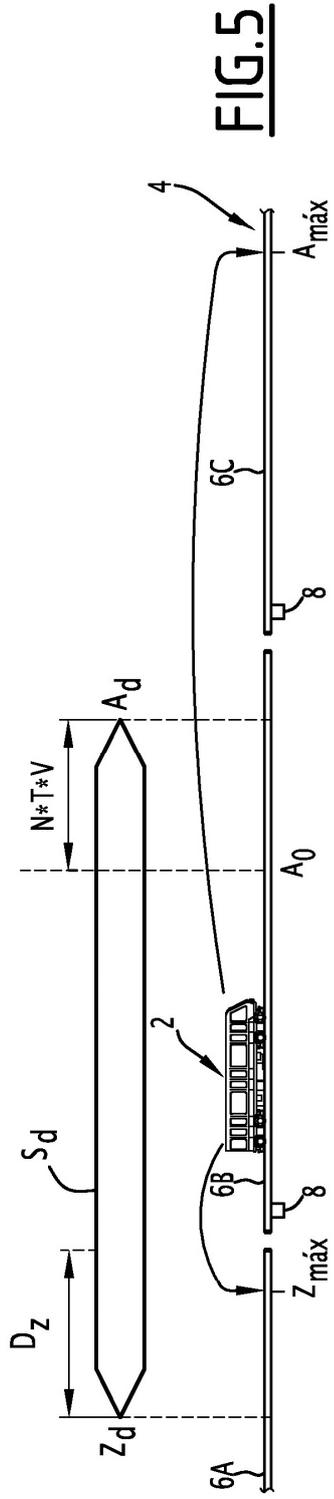


FIG. 5

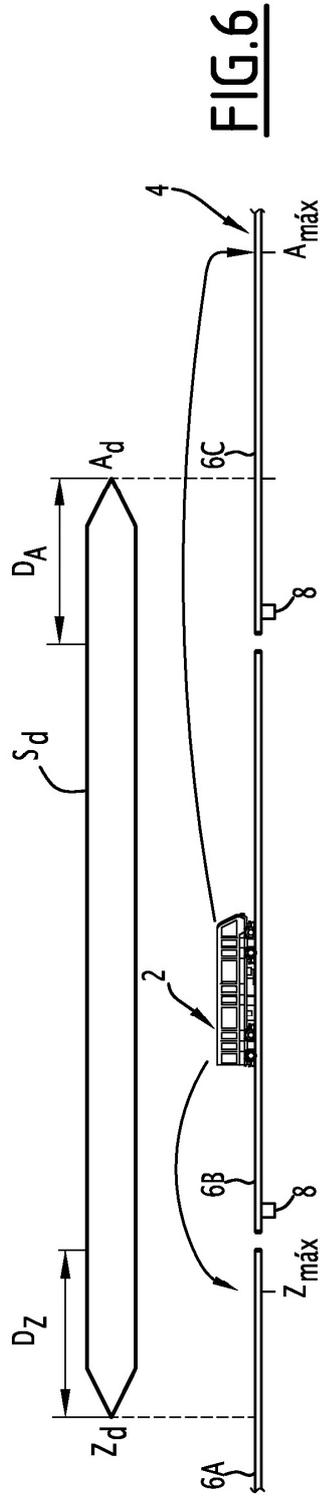


FIG. 6

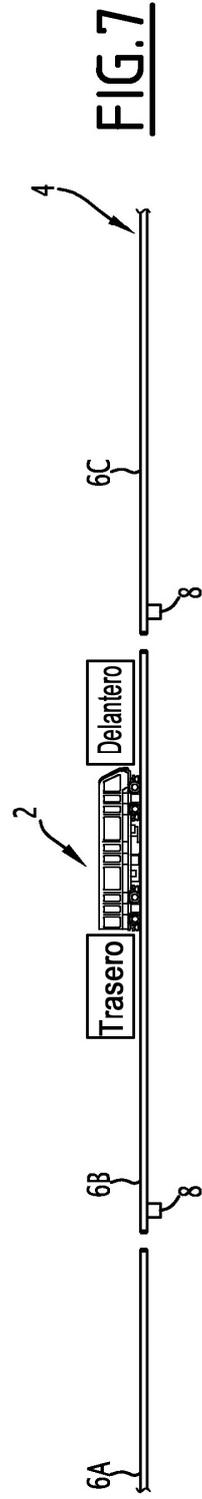


FIG. 7

