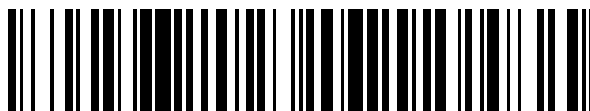


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 661 126**

51 Int. Cl.:

**B61L 25/02** (2006.01)

**B61L 1/16** (2006.01)

**B61L 27/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.11.2015** **E 15197098 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.01.2018** **EP 3028922**

54 Título: **Procedimiento de discriminación de la presencia de un vehículo ferroviario sobre un cantón, procedimiento de cálculo de un intervalo de seguridad y dispositivo asociado**

30 Prioridad:

**03.12.2014 FR 1461877**

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

**27.03.2018**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BALLESTEROS, JAVIER**

74 Agente/Representante:

**SALVA FERRER, Joan**

ES 2 661 126 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 discriminación de la presencia de un vehículo ferroviario sobre un cantón, procedimiento de cálculo de un intervalo de seguridad y dispositivo asociado

5

**[0001]** La presente invención se refiere a un procedimiento de cálculo de un intervalo de seguridad basado en un procedimiento de discriminación de la presencia de un vehículo ferroviario sobre un cantón de una vía férrea.

**[0002]** Por «discriminación de la presencia de un vehículo ferroviario sobre un cantón», se entiende, en el sentido de la presente invención, el hecho de determinar que dicho vehículo ferroviario es el único vehículo que ocupa dicho cantón.

**[0003]** La invención se aplica al campo de la seguridad ferroviaria, en particular a los sistemas de control automático del tráfico ferroviario. Tales sistemas son, por ejemplo, unos sistemas denominados «de gestión de los trenes basada en la comunicación» o CBTC (del inglés «Communication Based Train Control»).

**[0004]** Para un vehículo ferroviario que circula sobre una vía férrea, clásicamente segmentada en una pluralidad de cantones sucesivos, un calculador embarcado a bordo del vehículo calcula un intervalo de posiciones del vehículo sobre la vía férrea.

20

**[0005]** Por «intervalo de posiciones», se entiende, en el sentido de la presente invención, un segmento de la vía férrea sobre el que se encuentra el vehículo ferroviario.

**[0006]** El calculador embarcado determina la posición del vehículo a lo largo de la vía férrea, a partir, por ejemplo, de balizas dispuestas sobre la vía férrea y cuyos emplazamientos son conocidos. Más precisamente, el calculador embarcado determina el intervalo de posiciones del vehículo ferroviario a partir del emplazamiento de la última baliza encontrada y del desplazamiento del vehículo a partir de esta última baliza (siendo medido este desplazamiento, por ejemplo, por un odómetro) y teniendo en cuenta la longitud del vehículo ferroviario y unas distancias de seguridad a ambos lados de los extremos de cabeza y de cola del vehículo ferroviario.

30

**[0007]** El intervalo de posiciones del vehículo se envía a continuación, por ejemplo, por ondas radio, a un ordenador central, a tierra. El ordenador a tierra está adaptado para recibir el intervalo de posiciones asociado a cada vehículo de una pluralidad de vehículos ferroviarios autorizados a circular sobre la vía considerada.

**[0008]** El ordenador a tierra es además apropiado para recibir unas informaciones procedentes de dispositivos de detección denominados secundarios, asociados a cada cantón de la vía férrea, siendo cada dispositivo de detección secundario apropiado para determinar si el cantón correspondiente está ocupado o vacío.

**[0009]** Por «ocupado», se entiende un cantón sobre el que está enganchado el vehículo ferroviario al menos parcialmente.

**[0010]** El ordenador a tierra es apropiado para controlar la marcha o la parada de cada vehículo en función del intervalo de posiciones del vehículo considerado, del intervalo de posiciones de cada uno de los otros vehículos y unas informaciones recibidas procedentes de los dispositivos de detección secundarios, así como eventualmente otras limitaciones de explotación.

45

**[0011]** Se conoce la realización de la discriminación de la presencia de un vehículo ferroviario sobre un cantón según el procedimiento siguiente:

50 - el intervalo de posiciones del vehículo se transmite al ordenador central, a tierra;  
 - para el cantón sobre el que se encuentra íntegramente el segmento que forma el intervalo de posiciones, si la distancia entre cada extremo del segmento que forma el intervalo de posiciones del vehículo y el cantón adyacente más próximo es inferior a la longitud del vehículo más pequeño autorizado a desplazarse sobre la vía férrea, mientras que el ordenador a tierra determina que dicho vehículo ferroviario es el único vehículo que ocupa el cantón considerado.

**[0012]** Tal procedimiento se denomina «barrido» («sweeping» en inglés).

**[0013]** No obstante, tal procedimiento no es del todo satisfactorio.

- [0014]** En efecto, en el caso en que unos vehículos de pequeño tamaño, tales como unos vehículos de mantenimiento (cuya longitud es generalmente de unos metros solamente), están autorizados a circular sobre la vía férrea, este procedimiento no permite generalmente la discriminación de la presencia de un único vehículo ferroviario sobre un cantón, puesto que la distancia entre un extremo del intervalo de posiciones de dicho vehículo y el cantón adyacente más próximo es con frecuencia superior a la longitud de dichos vehículos de mantenimiento.
- [0015]** En tal contexto, se ofrecen varias opciones al operador de la red férrea.
- 10 **[0016]** Una primera opción consiste en ignorar los vehículos de pequeño tamaño en el sistema de gestión del tráfico. Tal elección se traduce evidentemente por unos problemas de seguridad.
- [0017]** Una segunda opción consiste en hacer intervenir un operador para realizar la discriminación. Tal opción no permite por tanto un funcionamiento automático de la red férrea y es susceptible de generar unos problemas de seguridad en caso del no respeto de los procedimientos de intervención por el operador.
- 15 **[0018]** Se conoce igualmente, por el documento WO 2014/048708 A2 un procedimiento de discriminación de la presencia de un vehículo ferroviario sobre un cantón de una vía férrea que consta de las etapas de:
- 20 - transmisión, desde un calculador embarcado a bordo del vehículo ferroviario hacia un ordenador a tierra, de una información relativa al número de ejes del vehículo ferroviario;
- transmisión, durante el tiempo, por unos sensores a la vía asociados a dicho cantón y a unos cantones adyacentes a dicho cantón, hacia un ordenador a tierra, de una información relativa al número de ejes presentes en el cantón correspondiente;
- 25 - discriminación por el ordenador a tierra de la presencia de dicho vehículo ferroviario sobre dicho cantón si el número de ejes presentes en dicho cantón es igual al número de ejes de dicho vehículo ferroviario y si el número de ejes presentes sobre cada uno de los cantones adyacentes a dicho cantón es nulo.
- [0019]** Por tal procedimiento, es posible determinar sin ambigüedad que, si el número de ejes presentes sobre el cantón considerado es igual al número de ejes de dicho vehículo ferroviario y que si el número de ejes presentes sobre cada uno de los cantones adyacentes a dicho cantón considerado es nulo, entonces dicho vehículo ferroviario es el único vehículo presente sobre el cantón considerado y esto independientemente de la longitud del vehículo más pequeño autorizado a circular sobre la red férrea.
- 30 **[0020]** Además, tal procedimiento es completamente automático y no necesita la presencia de un operador para realización de la operación de discriminación de la presencia de dicho vehículo sobre el cantón considerado.
- [0021]** La invención tiene entonces como objeto proponer un procedimiento de cálculo de un intervalo de seguridad basado en tal procedimiento de discriminación.
- 40 **[0022]** La invención tiene como objeto un procedimiento de cálculo de un intervalo de seguridad y un dispositivo conformes a las reivindicaciones.
- [0023]** La invención se comprenderá mejor con la ayuda de la descripción que aparece a continuación, dada únicamente a título de ejemplo no limitativo y realizada en referencia a los dibujos anexos en los que:
- 45 - las figuras 1 a 3 son unas representaciones esquemáticas de las etapas sucesivas del procedimiento de discriminación con una primera situación inicial; y
- las figuras 4 a 7 son unas representaciones esquemáticas de las etapas sucesivas del procedimiento de discriminación con una segunda situación inicial diferente de la primera situación inicial.
- 50 **[0024]** Un vehículo ferroviario 2 que circula sobre una vía férrea 4 se representa en la figura 1. En el ejemplo, la circulación sobre la vía 4 se efectúa desde la izquierda hacia la derecha en las figuras.
- 55 **[0025]** La discriminación de la posición del vehículo ferroviario 2 se realiza por un dispositivo de discriminación 5 que consta de un componente a tierra y un componente embarcado.
- [0026]** Para el componente a tierra, la vía férrea 4 está subdividida en una pluralidad de cantones 6 sucesivos. Cada cantón 6 se identifica por un identificador, que está asociado a la posición geográfica del cantón.

[0027] Por ejemplo, la vía férrea 4 consta de un primer cantón 6A, un segundo cantón 6B, un tercer cantón 6C y un cuarto cantón 6D.

5 [0028] Unos sensores a la vía están dispuestos a lo largo de la vía para detectar la presencia de un vehículo. Los sensores a la vía son del tipo contadores de ejes.

[0029] Más precisamente, la vía férrea 4 consta de una pluralidad de sensores 7. Un sensor 7 está dispuesto en la frontera entre dos cantones 6 adyacentes. Por ejemplo, un primer sensor 7A está dispuesto en la frontera entre  
10 los cantones 6A y 6B, un segundo sensor 7B está dispuesto en la frontera entre los cantones 6B y 6C y un tercer sensor 7C está dispuesto en la frontera entre los cantones 6C y 6D.

[0030] Cada sensor 7 es apropiado para detectar el paso de un eje de un vehículo ferroviario en la frontera entre los cantones 6 correspondientes.

15 [0031] Además, una pluralidad de dispositivos de detecciones secundarios 8 están dispuestos a proximidad de la vía férrea 4.

[0032] Cada cantón 6 está asociado a un dispositivo de detección secundario 8 correspondiente. En particular, y como aparece en las figuras, los cantones 6B, 6C y 6D están asociados respectivamente a los dispositivos de detección secundarios 8B, 8C y 8D.

[0033] Cada dispositivo de detección secundario 8 está conectado a los dos sensores 7 dispuestos en cada uno de los extremos del cantón 6 correspondiente, para recibir una información relativa a la detección del paso de un eje de un vehículo ferroviario desde el cantón 6 correspondiente hacia un cantón adyacente o desde un cantón adyacente hacia el cantón 6 correspondiente.

[0034] Por ejemplo, el dispositivo de detección secundario 8B está conectado a los sensores 7A y 7B y el dispositivo de detección secundario 8C está conectado a los sensores 7B y 7C.

30 [0035] Cada dispositivo de detección secundario 8 es apropiado para determinar el número de ejes presentes en el cantón 6 correspondiente. En particular, cada dispositivo de detección secundario 8 es apropiado para determinar el número de ejes presentes sobre el cantón 6 correspondiente a partir de las informaciones suministradas por cada uno de los sensores 7 correspondientes. Cada dispositivo de detección secundario 8 es apropiado para contar positivamente un eje detectado por el sensor 7 dispuesto en la frontera entre el cantón 6 correspondiente a dicho dispositivo de detección secundario 8 y el cantón 6 situado más arriba con respecto al sentido de circulación sobre la vía férrea 4, lo que corresponde a la situación en la que dicho eje se encaja en el cantón 6 correspondiente al dispositivo de detección secundario 8.

40 [0036] Además, cada dispositivo de detección secundario 8 es apropiado para contar negativamente un eje detectado por el sensor 7 dispuesto en la frontera entre el cantón 6 correspondiente a dicho dispositivo de detección secundario 8 y el cantón 6 situado más abajo con respecto al sentido de circulación sobre la vía férrea 4, lo que corresponde a la situación en la que dicho eje deja el cantón 6 correspondiente a dicho dispositivo de detección secundario 8.

45 [0037] Cada dispositivo de detección secundario 8 está conectado además a un ordenador a tierra 12, por ejemplo, por una conexión radioeléctrica. Cada dispositivo de detección secundario 8 transmite al ordenador a tierra 12 una información relativa al número de ejes presentes en el cantón 6 correspondiente. Además, cada dispositivo de detección secundario 8 es apropiado para transmitir al ordenador a tierra 12 el identificador del cantón 6 correspondiente.

[0038] Para el componente embarcado, una pluralidad de balizas 9 están dispuestas a lo largo de la vía férrea 4. Las balizas 9 están dispuestas sucesivamente a lo largo de la vía férrea 4, en unos emplazamientos geográficos predeterminados. Por ejemplo, una baliza 9 está colocada en el centro de cada cantón 6. Cada baliza 9 es identificada por un identificador de baliza único.

55 [0039] El vehículo ferroviario 2 consta al menos de una antena asociada a un sensor de baliza embarcado apropiado para detectar la presencia de una baliza 9 cuando se encuentra a proximidad de esta y para captar unas informaciones relativas a esta baliza 9 detectada. De preferencia, la baliza 9 es apropiada para comunicar su

identificador al sensor de baliza del vehículo ferroviario 2.

**[0040]** El vehículo ferroviario 2 consta igualmente de unos instrumentos de medida del desplazamiento, de la velocidad y/o de la aceleración del vehículo ferroviario 2. Los instrumentos de medida son, por ejemplo, unos odómetros y/o unos acelerómetros.

**[0041]** Además, el vehículo ferroviario 2 consta de un calculador embarcado 14.

**[0042]** El calculador 14 comprende una memoria que consta de una tabla que asocia, al identificador de cada baliza 9 de la vía 4, la posición de esta baliza 9 a lo largo de la vía férrea 4.

**[0043]** Los instrumentos de medida y el sensor de baliza están conectados al calculador embarcado 14.

**[0044]** De forma clásica, el calculador embarcado 14 es apropiado para calcular, a partir de las informaciones recibidas procedentes de los instrumentos de medida y del sensor de baliza, la posición del vehículo ferroviario 2, así como un intervalo de posiciones  $S_1$  del vehículo ferroviario 2.

**[0045]** La posición del vehículo ferroviario 2 es dada por la posición del extremo delantero del vehículo ferroviario 2, incluso llamada «parte delantera del vehículo ferroviario 2» y por la posición del extremo trasero del vehículo ferroviario 2, incluso llamada «parte trasera del vehículo ferroviario 2». Más precisamente, la posición del vehículo ferroviario 2 es el segmento comprendido entre la parte delantera del vehículo ferroviario 2 y la parte trasera del vehículo ferroviario 2. Este segmento correspondiente a la longitud del vehículo ferroviario 2.

**[0046]** Como se ilustra por la figura 2, el intervalo de posiciones  $S_1$  corresponde a un segmento que se extiende entre un extremo delantero  $A_1$  y un extremo trasero  $Z_1$ . La longitud del segmento  $S_1$  es superior o igual a la longitud del vehículo ferroviario 2, para tener en cuenta errores de localización, por ejemplo, debido al sistema odométrico del vehículo ferroviario 2. El vehículo ferroviario 2 se encuentra así siempre en el intervalo  $S_1$ , o, dicho de otro modo, la posición del vehículo ferroviario 2 está comprendida siempre en el intervalo de posiciones  $S_1$ .

**[0047]** La parte delantera del vehículo ferroviario 2 y el extremo delantero  $A_1$  del intervalo  $S_1$  son distantes de una distancia  $D_A$ . Además, la parte trasera del vehículo ferroviario 2 y el extremo trasero  $Z_1$  del intervalo  $S_1$  son distantes de una distancia  $D_Z$ .

**[0048]** La distancia  $D_A$  es, por ejemplo, igual a la distancia máxima que puede recorrer el vehículo ferroviario 2 hacia delante durante un ciclo de cálculo del intervalo  $S_1$  por el calculador embarcado 14, dada la velocidad actual del vehículo ferroviario 2 y la aceleración máxima hacia delante que puede alcanzar dicho vehículo ferroviario 2. En el ejemplo descrito más abajo, la velocidad actual es nula.

**[0049]** Además, la distancia  $D_Z$  es, por ejemplo, igual a la distancia máxima que puede recorrer el vehículo ferroviario 2 hacia atrás durante un ciclo de cálculo del intervalo  $S_1$  por el calculador embarcado 14, dada la velocidad actual del vehículo ferroviario 2 y la aceleración máxima hacia atrás que puede alcanzar dicho vehículo ferroviario 2. En el ejemplo descrito más abajo, la velocidad actual es nula.

**[0050]** Así, entre dos ciclos de cálculo sucesivos, el vehículo ferroviario 2 nunca sale del intervalo de posiciones  $S_1$ .

**[0051]** El calculador embarcado 14 es apropiado para comunicar con el ordenador a tierra 12. El calculador embarcado 14 y el ordenador a tierra 12 son por ejemplo apropiados para comunicarse entre ellos por ondas de radio.

**[0052]** El calculador embarcado 14 es apropiado para emitir, con destino al ordenador a tierra 12, una información relativa al número de ejes del vehículo ferroviario 2. Esta información es cargada en la memoria del calculador 14 durante la composición del vehículo ferroviario 2.

**[0053]** El calculador embarcado 14 es igualmente apropiado para emitir, con destino al ordenador a tierra 12, el último intervalo de posiciones  $S_1$  del vehículo ferroviario 2 calculado por el calculador embarcado 14. El calculador embarcado 14 es igualmente apropiado para emitir, con destino al ordenador a tierra 12, la última posición del vehículo ferroviario 2 calculada por el calculador embarcado 14.

**[0054]** El ordenador a tierra 12 consta de una memoria (no representada) en la que el identificador de cada cantón 6 está asociado a la posición geográfica de dicho cantón 6.

**[0055]** El ordenador a tierra 12 es apropiado para calcular un intervalo de posiciones del vehículo ferroviario 2, denominado «intervalo secundario»  $S_2$ , a partir de las informaciones recibidas procedentes de los dispositivos de detección secundarios 8.

**[0056]** Como se representa en la figura 1, el intervalo secundario  $S_2$  corresponde a un segmento de extremo delantero  $A_2$  y de extremo trasero  $Z_2$ . Por construcción y como se describirá posteriormente, la longitud del intervalo secundario  $S_2$  es superior o igual a la longitud del intervalo  $S_1$ , de modo que el intervalo  $S_1$  esté siempre incluido en el intervalo secundario  $S_2$ .

**[0057]** El extremo delantero  $A_2$  del intervalo secundario  $S_2$  se sitúa delante del vehículo ferroviario 2, más precisamente en un punto de un cantón 6 que es el primer cantón vacante delantero, es decir a partir de la parte delantera del vehículo ferroviario 2, en el sentido de la marcha del vehículo ferroviario 2.

**[0058]** El extremo delantero  $A_2$  se sitúa a una distancia  $L_A$  de la frontera entre este primer cantón vacante delantero y el cantón adyacente que está ocupado por el vehículo ferroviario 2.

**[0059]** La distancia  $L_A$  es, por ejemplo, igual a la distancia entre la parte delantera del vehículo ferroviario 2 y el eje del vehículo ferroviario más próximo a la parte delantera del vehículo ferroviario, a la que se añade la distancia que puede recorrer el vehículo ferroviario 2 a su velocidad máxima hacia delante, durante el tiempo máximo necesario al dispositivo de discriminación 5 para detectar la entrada de un eje en un cantón 6. De preferencia, la distancia  $L_A$  es superior o igual a la distancia  $D_A$ .

**[0060]** El extremo trasero  $Z_2$  del intervalo secundario  $S_2$  se sitúa detrás del vehículo ferroviario 2, más particularmente en un punto de un cantón que es el primer cantón 6 vacante trasero, es decir, a partir de la parte trasera del vehículo ferroviario 2, en el sentido opuesto a la marcha del vehículo ferroviario 2.

**[0061]** El extremo trasero  $Z_2$  se sitúa a una distancia  $L_Z$  de la frontera entre este primer cantón vacante trasero y el cantón adyacente que está ocupado por el vehículo ferroviario.

**[0062]** Además, la distancia  $L_Z$  es, por ejemplo, igual a la distancia entre la parte trasera del vehículo ferroviario 2 y el eje del vehículo ferroviario más próximo de la parte trasera del vehículo 2, a la que se añade la distancia que puede recorrer el vehículo ferroviario 2 a su velocidad máxima hacia atrás, durante el tiempo máximo necesario al dispositivo de discriminación 5 para detectar la entrada de un eje en un cantón 6. De preferencia, la distancia  $L_Z$  es superior o igual a la distancia  $D_Z$ .

**[0063]** El dispositivo de localización 5 es apropiado para discriminar la presencia del vehículo ferroviario 2 sobre el cantón 6 que ocupa en función de los datos emitidos por los dispositivos de detección secundarios 8 y por el calculador embarcado 14.

**[0064]** El funcionamiento del dispositivo de localización 5 se va a describir ahora. En particular, el funcionamiento del dispositivo de localización 5 cuando el vehículo ferroviario 2 está parado, por ejemplo, después de un período de vigilia, se va a describir ahora.

**[0065]** A lo largo del procedimiento de discriminación del vehículo ferroviario 2 sobre los cantones 6 de la vía férrea 4, el calculador embarcado 14 emite periódicamente, con destino al ordenador a tierra 12, unas informaciones relativas al número total de ejes de dicho vehículo ferroviario 2. Además, a lo largo de dicho procedimiento, el calculador embarcado 14 calcula periódicamente el intervalo de posiciones  $S_1$  y la posición del vehículo ferroviario 2 y los transmite al ordenador a tierra 12.

**[0066]** Según un primer ejemplo, ilustrado por las figuras 1 a 3, el vehículo ferroviario 2 es inmóvil y ocupa un único cantón 6B, es decir, que ni la parte delantera ni la parte trasera del vehículo ferroviario 2 superan los límites del cantón actual 6B. Además, los cantones adyacentes 6A y 6C son vacantes.

**[0067]** Durante una etapa inicial del procedimiento de discriminación, ilustrada por la figura 1, los dispositivos de detección 8 envían al ordenador a tierra 12 unas informaciones relativas a la ocupación de los cantones 6 de la vía férrea 4. Más precisamente, los dispositivos de detección 8 envían el número de ejes presentes sobre cada uno

de los cantones 6 correspondientes. Aquí, los cantones 6A y 6C están vacantes, es decir que no están ocupados por ningún eje. Además, solo el cantón 6B está ocupado por al menos un vehículo. En este caso, cuatro ejes están presentes sobre el cantón 6B.

- 5 **[0068]** El ordenador a tierra 12 identifica los cantones vacantes y calcula entonces la posición de los extremos  $A_2$ ,  $Z_2$  del intervalo secundario  $S_2$ .
- [0069]** El extremo delantero  $A_2$  del intervalo secundario  $S_2$  se sitúa sobre el cantón 6C, a una distancia  $L_A$  de la frontera entre el cantón 6B y el cantón 6C.
- 10 **[0070]** El extremo trasero  $Z_2$  del intervalo secundario  $S_2$  se sitúa sobre el cantón 6A, a una distancia  $L_Z$  de la frontera entre el cantón 6B y el cantón 6A.
- [0071]** Después el ordenador a tierra 12 asigna el intervalo secundario  $S_2$  a la posición del o de los  
15 vehículo(s) ferroviario(s) presente(s) sobre el cantón 6B. En efecto, en este momento del procedimiento, el vehículo ferroviario 2 no se discrimina aún. El número de vehículos presentes sobre el cantón 6B no es conocido, por tanto.
- [0072]** Durante una etapa siguiente, ilustrada por la figura 2, el calculador embarcado 14 calcula la posición del vehículo ferroviario 2, así como el intervalo de posiciones  $S_1$ . El calculador embarcado 14 transmite a  
20 continuación, con destino al ordenador a tierra 12, unas informaciones relativas a la posición del vehículo ferroviario 2, así como al intervalo de posiciones  $S_1$ .
- [0073]** El calculador embarcado 14 transmite, además, con destino al ordenador a tierra 12, el número de ejes del vehículo ferroviario 2, en este caso cuatro ejes.
- 25 **[0074]** La parte delantera y la parte trasera del vehículo ferroviario 2, obtenidas a partir de la posición del vehículo ferroviario 2 calculada por el calculador embarcado 14, son contenidas en el cantón actual 6B; además, el número de ejes detectados por el dispositivo de detección secundario 8 asociado al cantón actual 6B es igual al número de ejes del vehículo ferroviario 2. Por consiguiente, durante una etapa siguiente, ilustrada por la figura 3, el  
30 ordenador a tierra 12 determina que el vehículo ferroviario 2 es el único vehículo que ocupa el cantón 6B.
- [0075]** El ordenador a tierra 12 conserva únicamente el intervalo de posiciones  $S_1$  y lo asigna al intervalo secundario  $S_2$  para la regulación del tráfico en la vía férrea 4.
- 35 **[0076]** El ordenador a tierra 12 considera que el vehículo ferroviario 2 es el único vehículo presente en el cantón 6B. El ordenador a tierra 12 emite entonces una señal de discriminación, por ejemplo, con destino a un operador o un sistema de gestión del tráfico ferroviario.
- [0077]** El vehículo ferroviario 2 está autorizado entonces a desplazarse de forma automática.
- 40 **[0078]** Según un segundo ejemplo, ilustrado por las figuras 4 a 7, el vehículo ferroviario 2 es inmóvil y ocupa dos cantones adyacentes 6B y 6C. En este caso, la parte delantera del vehículo ferroviario 2 se encuentra en el cantón 6C y la parte trasera del vehículo ferroviario 2 se encuentra en el cantón 6B. Tal ejemplo corresponde a un modo degradado de funcionamiento.
- 45 **[0079]** Además, los cantones adyacentes 6A y 6D están vacantes, contabilizando los dispositivos 8A y 8D respectivamente 0 ejes sobre el cantón asociado.
- [0080]** Durante una etapa inicial del procedimiento de discriminación, ilustrada por la figura 4, los dispositivos  
50 de detección 8 envían al ordenador a tierra 12 unas informaciones relativas a la ocupación de los cantones 6 correspondientes de la vía férrea 4. Más precisamente, los dispositivos de detección 8 envían el número de ejes presentes sobre cada uno de los cantones 6 correspondientes. Aquí, los cantones 6A y 6D están vacantes y los cantones 6B y 6C están ocupados por al menos un vehículo. En este caso, el dispositivo de detección secundario 8B, asociado al cantón 6B, detecta tres ejes presentes sobre el cantón 6B. Además, el dispositivo de detección  
55 secundario 8C asociado al cantón 6C detecta un eje presente sobre el cantón 6C.
- [0081]** El ordenador a tierra 12 identifica los cantones vacantes y calcula entonces la posición de los extremos  $A_2$ ,  $Z_2$  del intervalo secundario  $S_2$ .

**[0082]** El extremo delantero  $A_2$  del intervalo secundario  $S_2$  se sitúa sobre el cantón 6D, a una distancia  $L_A$  de la frontera entre el cantón 6C y el cantón 6D.

**[0083]** El extremo trasero  $Z_2$  del intervalo secundario  $S_2$  se sitúa sobre el cantón 6A, a una distancia  $L_Z$  de la frontera entre el cantón 6B y el cantón 6A.

**[0084]** Después el ordenador a tierra 12 asigna el intervalo secundario  $S_2$  a la posición del o de los vehículo(s) ferroviario(s) presente(s) sobre los cantones 6B y 6C. En efecto, en este instante del procedimiento, el vehículo ferroviario 2 no se discrimina aún. El número de vehículos presentes sobre los cantones 6B y 6C no se conoce, por tanto.

**[0085]** Durante una etapa siguiente, ilustrada por la figura 5, el calculador embarcado 14 calcula la posición del vehículo ferroviario 2, así como el intervalo de posiciones  $S_1$ . El calculador embarcado 14 transmite a continuación, con destino al ordenador a tierra 12, unas informaciones relativas a la posición del vehículo ferroviario 2, así como al intervalo de posiciones  $S_1$ .

**[0086]** Estando situadas la parte delantera y la parte trasera del vehículo ferroviario 2 en dos cantones distintos 6B, 6C, el ordenador a tierra 12 no es capaz de discriminar el vehículo ferroviario 2.

**[0087]** Así, durante una etapa siguiente, ilustrada por la figura 6, un operador manipula el vehículo ferroviario 2 para hacerlo progresar a lo largo de la vía férrea 4, hasta que la parte delantera y la parte trasera del vehículo ferroviario 2 estén situadas en el mismo cantón 6, en este caso, el cantón 6C. Por ejemplo, el operador manipula a la vista el vehículo ferroviario 2.

**[0088]** Cuando la posición del vehículo ferroviario 2 es tal que la parte delantera y la parte trasera del vehículo ferroviario 2 se encuentran en el mismo cantón 6C, el dispositivo de detección secundario 8C asociado al cantón 6C detecta cuatro ejes presentes sobre el cantón 6C, mientras que el dispositivo de detección secundario 8B asociado al cantón 6B no detecta ninguno. Además, el dispositivo de detección secundario 8D asociado al cantón 6D no detecta igualmente ningún eje sobre el cantón 6D.

**[0089]** El ordenador a tierra 12 recalcula entonces una nueva posición de los extremos  $A_2$ ,  $Z_2$  del intervalo secundario  $S_2$ .

**[0090]** El extremo delantero  $A_2$  del intervalo secundario  $S_2$  se sitúa sobre el cantón 6D, a una distancia  $L_A$  del límite entre el cantón 6C y el cantón 6D.

**[0091]** El extremo trasero  $Z_2$  del intervalo secundario  $S_2$  se sitúa sobre el cantón 6B, a una distancia  $L_Z$  del límite entre el cantón 6C y el cantón 6B.

**[0092]** El ordenador a tierra 12 es entonces capaz de discriminar el vehículo ferroviario 2, de manera análoga al ejemplo anterior.

**[0093]** Más precisamente, durante una etapa siguiente, ilustrada por la figura 7, el ordenador a tierra 12 compara el número de ejes detectados por el dispositivo de detección secundario 8 asociado al cantón actual 6C con el número de ejes del vehículo ferroviario 2.

**[0094]** El dispositivo de detección secundario 8C asociado al cantón 6C detecta cuatro ejes presentes sobre el cantón 6C, mientras que los dispositivos de detección secundarios 8B, 8D asociados a los cantones 6B, 6D respectivamente no detectan ninguno.

**[0095]** Estando vacantes los cantones 6B y 6D y siendo el número de ejes detectados por el dispositivo de detección secundario 8 asociado al cantón actual 6C igual al número de ejes del vehículo ferroviario 2, es decir cuatro ejes, el ordenador a tierra 12 determina que el vehículo ferroviario 2 es el único vehículo que ocupa el cantón 6C.

**[0096]** El ordenador a tierra 12 conserva únicamente el intervalo de posiciones  $S_1$  y lo asigna al intervalo secundario  $S_2$  para la regulación del tráfico sobre la vía férrea 4.

**[0097]** El ordenador a tierra 12 considera que el vehículo ferroviario 2 es el único vehículo presente sobre el



cantón 6C. El ordenador a tierra 12 emite entonces una señal de discriminación, por ejemplo con destino a un operador o un sistema de gestión del tráfico ferroviario.

**[0098]** El vehículo ferroviario 2 está autorizado entonces a desplazarse de forma automática.

5

**[0099]** Durante el funcionamiento del dispositivo de discriminación 5, el intervalo secundario  $S_2$  corresponde a un intervalo de seguridad desde el punto de vista de un sistema de gestión del tráfico ferroviario, a tierra. La construcción del intervalo secundario  $S_2$  garantiza, con un nivel de seguridad elevado, por ejemplo el nivel 4 de la norma SIL comúnmente utilizada en el campo ferroviario, la ausencia de vehículo en los cantones 6 que no están cubiertos por el intervalo secundario  $S_2$ .

10

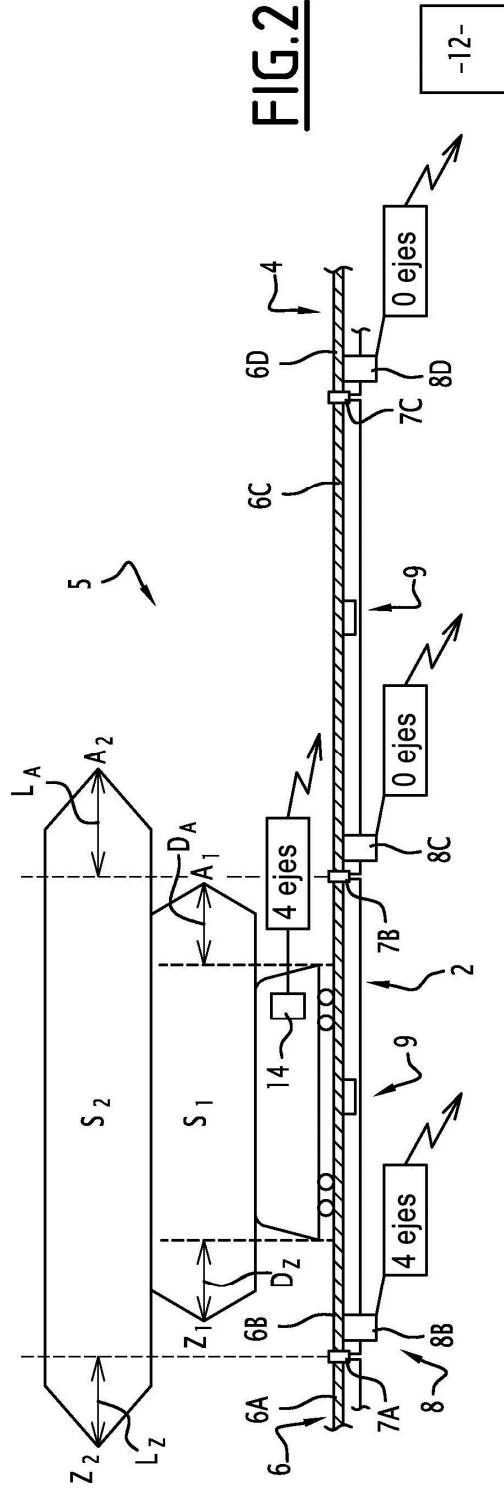
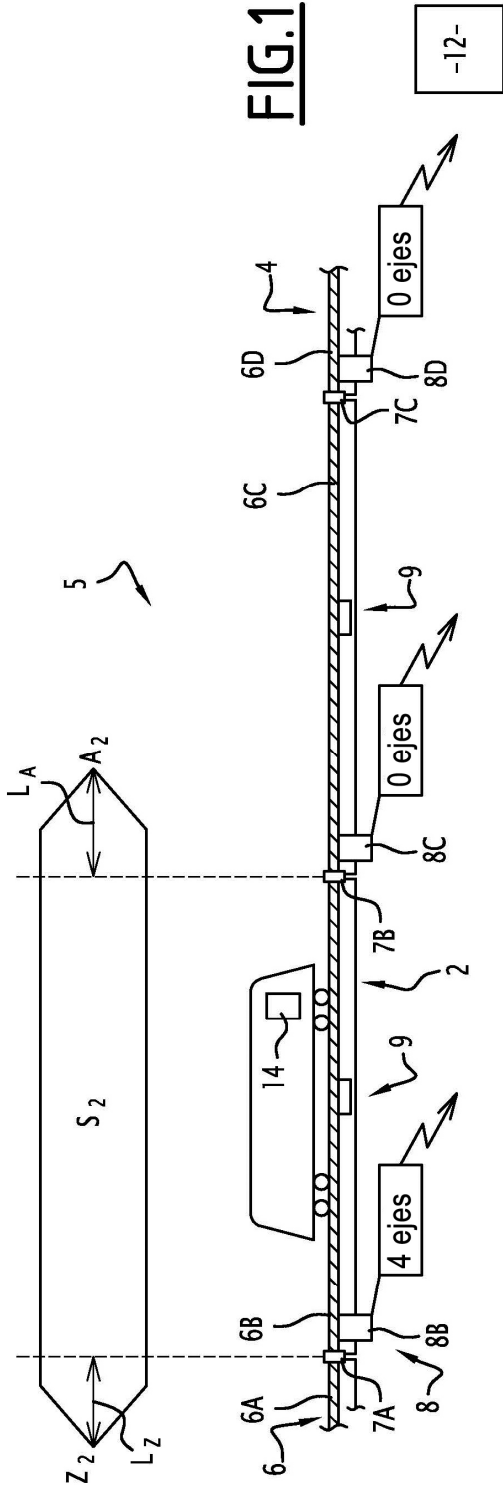
**[0100]** En el caso de un convoy ferroviario compuesto por al menos dos vehículos ferroviarios vinculados entre ellos, el calculador 14 embarcado a bordo de cada uno de los vehículos ferroviarios del convoy ferroviario transmite una información relativa al número de ejes del vehículo ferroviario correspondiente con destino al ordenador a tierra 12.

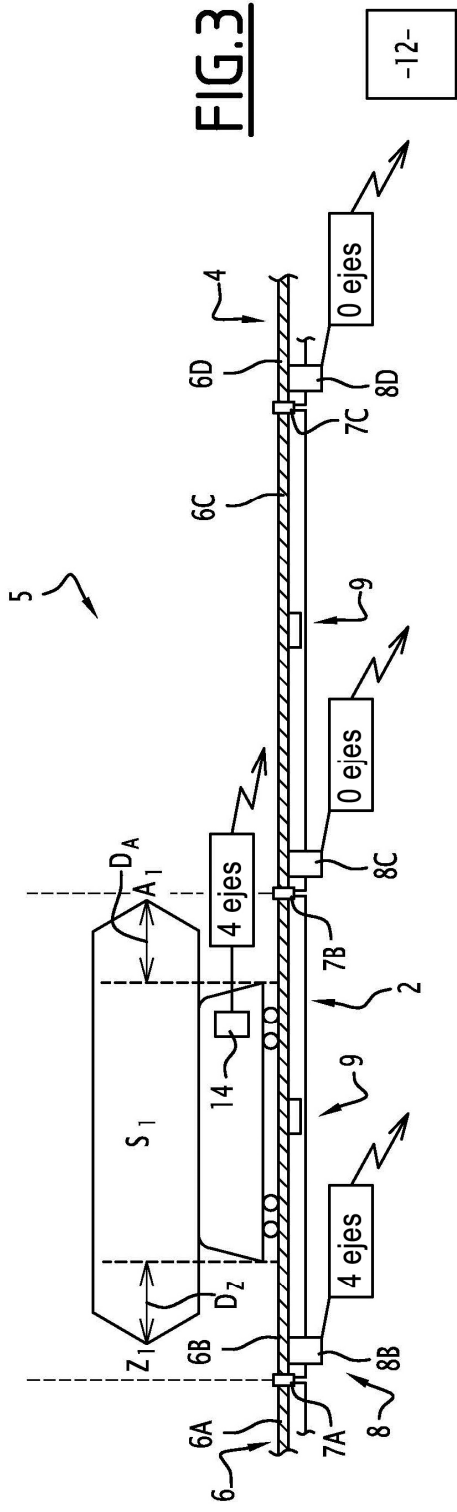
15

**[0101]** Como variante, un solo calculador embarcado transmite una información relativa al número de ejes del conjunto del convoy ferroviario con destino al ordenador a tierra 12.

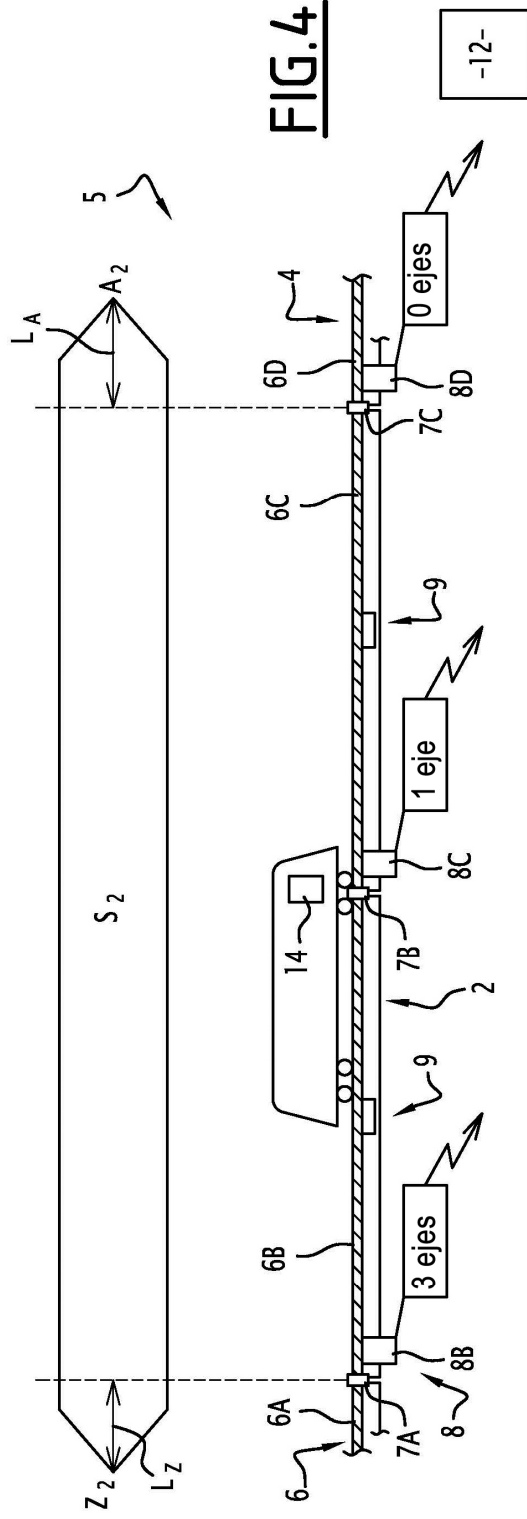
**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de cálculo de un intervalo de seguridad ( $S_2$ ) alrededor de un vehículo que circula sobre una vía férrea (4), estando formado el intervalo de seguridad ( $S_2$ ) por un segmento que presenta un extremo delantero ( $A_2$ ) y un extremo trasero ( $Z_2$ ), que utiliza un procedimiento de discriminación de la presencia del vehículo ferroviario (2) sobre un cantón (6B; 6C) particular de la vía férrea (4) que consta de las etapas de:
- transmisión, desde un calculador (14) embarcado a bordo del vehículo ferroviario (2) hacia un ordenador a tierra (12), de una información relativa al número de ejes del vehículo ferroviario (2);
  - 10 - transmisión, en el transcurso del tiempo, por unos sensores a la vía (8B; 8C) asociados a dicho cantón (6B; 6C) y a unos cantones adyacentes (6A, 6C; 6B, 6D) a dicho cantón (6B; 6C), hacia un ordenador a tierra (12), de una información relativa al número de ejes presentes en el cantón (6A, 6B, 6C, 6D) correspondiente;
  - discriminación por el ordenador a tierra (12) de la presencia de dicho vehículo ferroviario (2) sobre dicho cantón (6C) si el número de ejes presentes sobre dicho cantón (6B; 6C) es igual al número de ejes de dicho vehículo
  - 15 ferroviario (2) y si el número de ejes presentes sobre cada uno de los cantones (6A, 6C; 6B, 6D) adyacentes a dicho cantón (6B; 6C) es nulo y **caracterizado porque** consta de las etapas suplementarias de:
    - identificación entre el o los cantones ocupados (6B; 6B, 6C; 6C) por el vehículo ferroviario (2), de un cantón ocupado delantero (6B; 6C; 6C), que es el cantón ocupado (6B; 6B, 6C; 6C) situado más abajo con respecto al sentido de la marcha del vehículo ferroviario (2);
    - 20 - identificación, entre el o los cantones ocupados (6B; 6B, 6C; 6C) por el vehículo ferroviario (2), de un cantón ocupado trasero (6B; 6B; 6C), que es el cantón ocupado (6B; 6B, 6C; 6C) situado más arriba con respecto al sentido de la marcha del vehículo ferroviario (2);
    - identificación de un cantón vacante delantero (6C; 6D; 6D), que es el cantón (6) vacante situado más abajo del cantón ocupado delantero (6B; 6C; 6C), adyacente al cantón ocupado delantero (6B; 6C; 6C);
    - 25 - identificación de un cantón vacante trasero (6A; 6A; 6B), que es el cantón (6) vacante situado más arriba del cantón ocupado trasero (6B; 6B; 6C), adyacente al cantón ocupado trasero (6B; 6B; 6C);
    - asignación al extremo delantero ( $A_2$ ) del intervalo de seguridad ( $S_2$ ) de un punto situado sobre el cantón vacante delantero (6C; 6D; 6D) y que se encuentra a una distancia predeterminada ( $L_A$ ) de la frontera entre el cantón ocupado delantero (6B; 6C; 6C) y el cantón vacante delantero (6C; 6D; 6D);
    - 30 - asignación al extremo trasero ( $Z_2$ ) del intervalo de seguridad ( $S_2$ ) de un punto situado sobre el cantón vacante trasero (6A; 6A; 6B) y que se encuentra a una distancia predeterminada ( $L_Z$ ) de la frontera entre el cantón ocupado trasero (6B; 6B; 6C) y el cantón vacante trasero (6A; 6A; 6B);
    - transmisión, desde el calculador embarcado (14) hacia el ordenador a tierra (12), de una información relativa a la posición del vehículo ferroviario (2) y a un intervalo de posiciones ( $S_1$ ) del vehículo ferroviario (2), siendo la posición
    - 35 del vehículo ferroviario (2) un segmento comprendido entre la parte delantera y la parte trasera del vehículo ferroviario (2), siendo el intervalo de posiciones ( $S_1$ ) un segmento que presenta un extremo delantero ( $A_1$ ) y un extremo trasero ( $Z_1$ ), estando la posición del vehículo ferroviario (2) incluida en dicho intervalo de posiciones ( $S_1$ );
    - si la parte delantera y la parte trasera del vehículo ferroviario (2), obtenidas a partir de la posición del vehículo ferroviario (2) están comprendidas en los límites de un mismo cantón (6B; 6C), asignación por el ordenador a tierra
    - 40 (12) del intervalo de posiciones ( $S_1$ ) al intervalo de seguridad ( $S_2$ );
    - de lo contrario, conservación del intervalo de seguridad ( $S_2$ ) calculado.
2. Dispositivo (5) de discriminación de la presencia de un vehículo ferroviario (2) sobre un cantón (6C) de una vía férrea (4), que consta de:
- 45 - un ordenador a tierra (12) apropiado para aplicar el procedimiento de cálculo según la reivindicación 1 para calcular un intervalo de seguridad ( $S_2$ );
  - un calculador (14) embarcado a bordo del vehículo ferroviario (2), apropiado para transmitir, en el transcurso del tiempo, hacia el ordenador a tierra (12), una información relativa al número de ejes del vehículo ferroviario (2);
  - 50 - unos sensores a la vía (8) asociados a dicho cantón (6C) y a unos cantones adyacentes (6B, 6D) a dicho cantón (6C), apropiados para transmitir, en el transcurso del tiempo, con destino al ordenador a tierra (12), una información relativa al número de ejes presentes en el cantón (6B, 6C, 6D) correspondiente;
- siendo el ordenador a tierra (12) apropiado para discriminar la presencia de dicho vehículo ferroviario (2) sobre dicho
- 55 cantón (6C) si el número de ejes presentes sobre el cantón (6C) es igual al número de ejes del vehículo ferroviario (2) y si el número de ejes presentes sobre cada uno de los cantones (6B, 6D) adyacentes a dicho cantón (6C) es nulo.

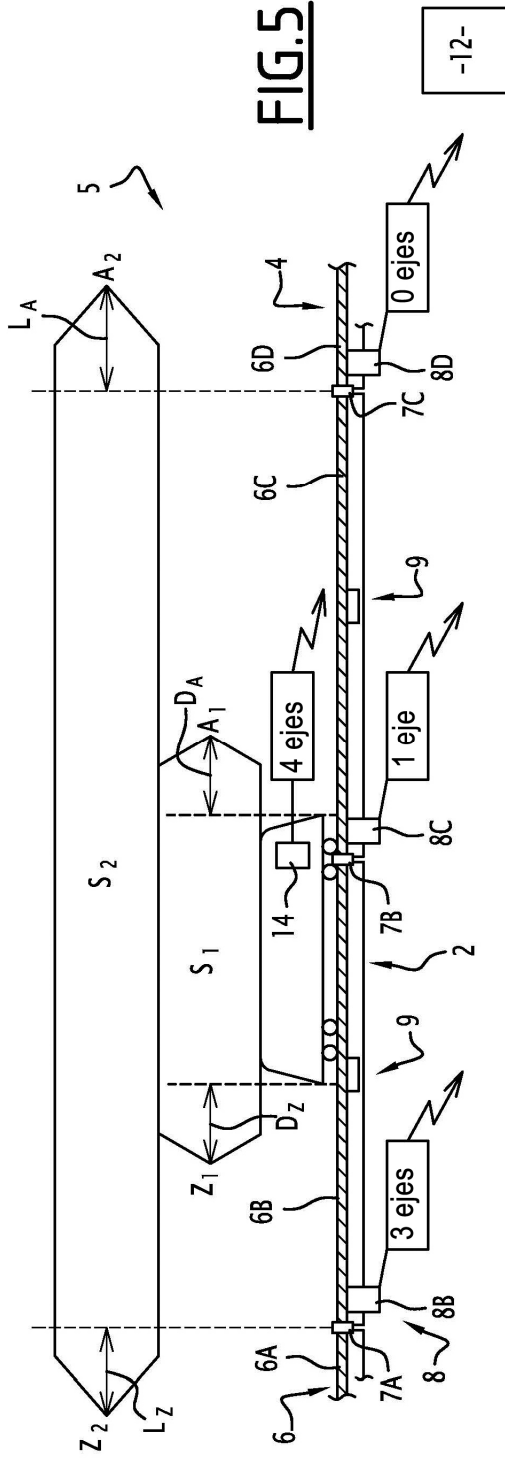




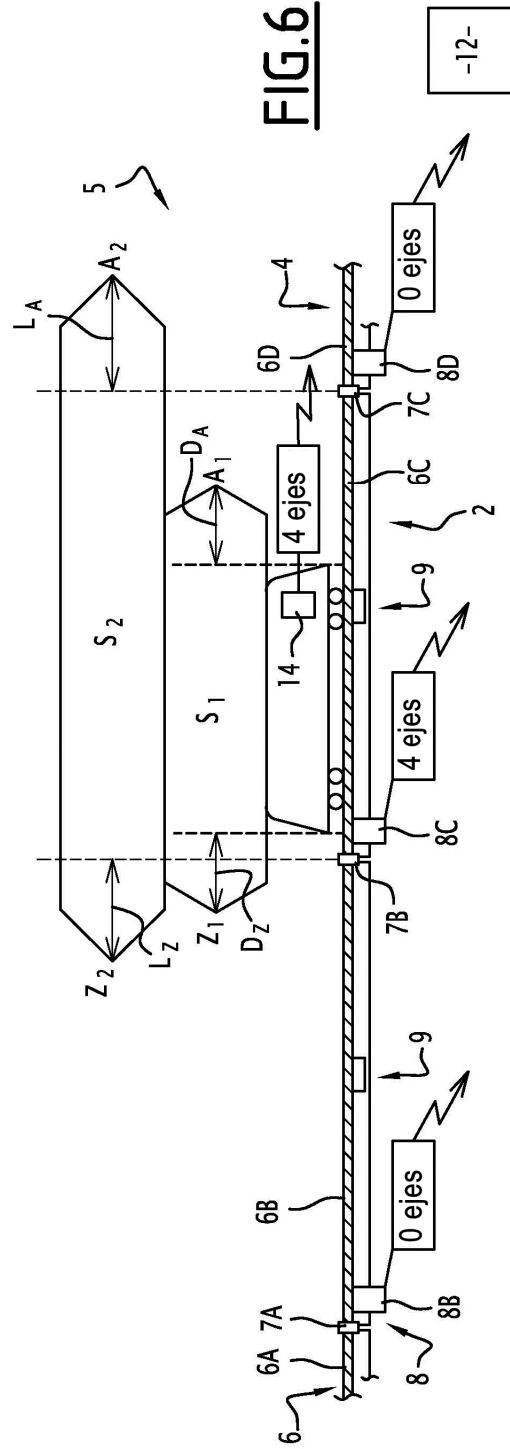
-12-



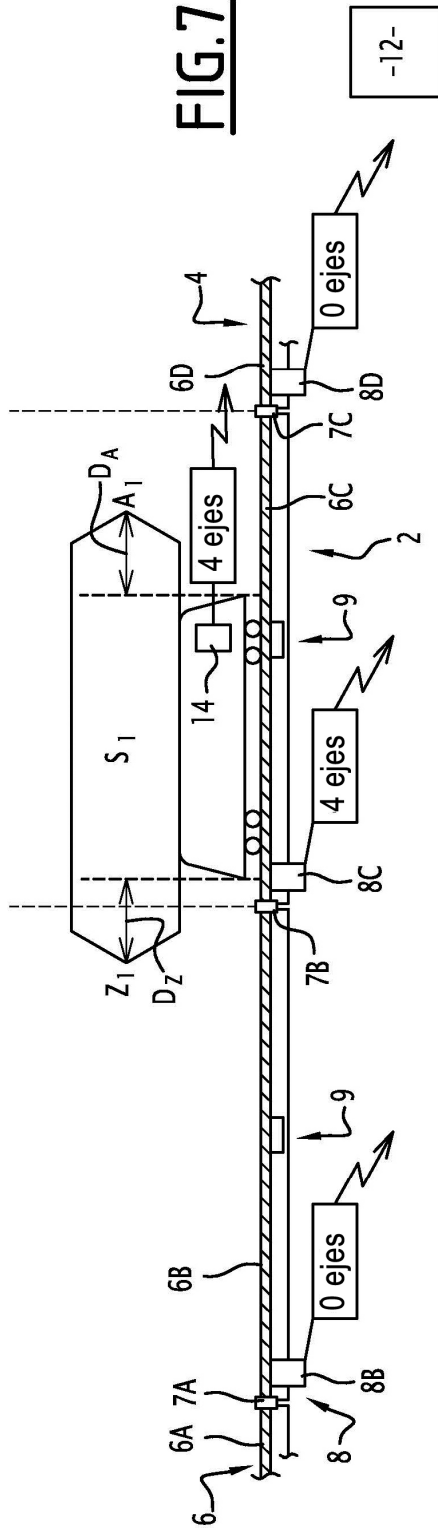
-12-



-12-



-12-



**FIG.7**

-12-