

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 516 865**

51 Int. Cl.:

**B61L 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2010 E 10714232 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.07.2014 EP 2421736**

54 Título: **Procedimiento para hacer funcionar un vehículo sobre raíles**

30 Prioridad:

**23.04.2009 DE 102009018616**

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

**31.10.2014**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**HAAF, STEFAN**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 516 865 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 para hacer funcionar un vehículo sobre raíles

5 La invención se refiere a un procedimiento para hacer funcionar un vehículo sobre raíles, en el que para un tramo del trayecto prefijado está determinado al menos un punto de rodadura, en donde tras alcanzarlo puede producirse una desconexión de una tracción del vehículo sobre raíles y el vehículo sobre raíles puede rodar hasta un final de tramo del trayecto durante al menos una parte del trayecto residual. Se conoce un procedimiento de este tipo por ejemplo del documento US 5,239,472 A.

10 El objetivo de un procedimiento de este tipo es ahorrar energía durante el funcionamiento del vehículo sobre raíles. Con este fin se conocen ya desde hace tiempo unos llamados "puntos de rodadura", también llamados "puntos de coasting". Se trata de puntos sobre un tramo del trayecto, en donde tras alcanzarlos un conductor de vehículo sobre raíles debe desconectar la tracción y rodar ("coast") en dirección al final del tramo del trayecto. Hasta ahora para un tramo del trayecto prefijado se determinaba un único punto de rodadura, en donde éste se basa en una reserva de tiempo fija para un trayecto residual hasta el final del tramo del trayecto. Un punto de rodadura de este tipo puede por ello estar optimizado energéticamente, respectivamente ser aplicable, sólo para una determinada reserva de tiempo sobre el tramo del trayecto.

Partiendo de aquí, la invención se ha impuesto la tarea de perfeccionar el procedimiento conocido para hacer funcionar un vehículo sobre raíles, de tal modo que pueda hacerse circular con mayor ahorro de energía.

20 Esta tarea es resuelta, en el caso del procedimiento citado al comienzo, por medio de que para el tramo del trayecto prefijado se consignan varios puntos de rodadura de antemano, a los que están asociados en cada caso una distancia fija hasta el final del tramo del trayecto y un espacio de tiempo de circulación fijo hasta alcanzar el final del tramo del trayecto, y al recorrer el tramo del trayecto prefijado se comprueba continuamente si para uno de los puntos de rodadura, conforme a un primer requisito, una distancia detectada actualmente hasta el final del tramo del trayecto es menor que la distancia fija hasta el final del tramo del trayecto y, conforme a un segundo requisito, un espacio de tiempo de circulación actual hasta el final del tramo del trayecto es mayor o igual que el espacio de tiempo de circulación fijo hasta el final del tramo del trayecto y, si se cumplen ambos requisitos, se señala una posible desconexión de la tracción del vehículo sobre raíles, mientras que en el caso de su incumplimiento se comprueba si otros de los puntos de rodadura consignados cumple ambos requisitos.

De este modo es posible, en función de la posición y del tiempo actuales, reconocer adaptativamente hasta el destino un punto de rodadura óptimo y comunicarlo al conductor del vehículo.

30 A causa del hecho de que el tramo del trayecto prefijado, que puede estar definido por ejemplo entre dos paradas de un vehículo sobre raíles, se definen varios puntos de rodadura, por ejemplo entre diez y veinte, se aumenta claramente la probabilidad de que pueda usarse uno de estos puntos de rodadura para ahorrar energía, con relación al estado de la técnica. Esto se debe a que los puntos de rodadura se diferencian en sus parejas de valores, que se componen de la distancia fija y del espacio de tiempo de circulación fijo hasta alcanzar el final del tramo del trayecto.

35 De forma preferida, para un punto de rodadura se comprueba primero el cumplimiento del primer requisito y después el cumplimiento del segundo requisito.

40 De forma ventajosa, la posible desconexión de la tracción del vehículo sobre raíles se señala al conductor de vehículo sobre raíles. Esto puede realizarse por vía acústica y/u óptica. En este caso el conductor de vehículo sobre raíles reacciona a la señal por medio de que por ejemplo lleva a la posición neutra la palanca de marcha del vehículo sobre raíles, de tal modo que se desconecte la tracción.

Alternativamente, si se cumplen los requisitos primero y segundo para un punto de rodadura, la tracción del vehículo sobre raíles puede también desconectarse automáticamente. Sin embargo, en este caso es conveniente señalar la desconexión automática al conductor de vehículo sobre raíles, que en último término es responsable de la seguridad del vehículo sobre raíles.

45 Para llevar a cabo el procedimiento es necesario que se determinen una distancia actual y un espacio de tiempo actual del vehículo sobre raíles hasta un final del tramo del trayecto, respectivamente hasta la siguiente parada. Para obtener estos datos actuales es ventajoso que en su cálculo entren unas magnitudes medidas, que estén seleccionadas de entre el grupo que comprende informaciones sobre la posición del final del tramo del trayecto y/o sobre la longitud del tramo del trayecto con base en un plan de circulación consignado, un tiempo de destino para alcanzar el final del tramo del trayecto con base en un plan de circulación consignado, un reconocimiento del tramo del trayecto prefijado, informaciones sobre la posición actual del vehículo sobre raíles, una detección de recorrido de un trayecto cubierto y una velocidad actual del vehículo. Estas magnitudes pueden ser en parte redundantes, si por ejemplo la posición actual del vehículo sobre raíles se establece tanto a través del sistema de posicionamiento

global (GPS) como a través de la detección de recorrido de un trayecto cubierto. Alternativamente pueden transmitirse también por radio, desde la sala de control, el tiempo de destino para alcanzar el final del tramo del trayecto y otras informaciones sobre el trayecto.

5 Los puntos de rodadura pueden calcularse de antemano sobre una base, en la que entra la curva característica de frenado del vehículo sobre raíles. Con ello la curva característica de frenado puede ser en especial una para el frenado regenerativo, lo que implica un potencial añadido de ahorro de energía.

10 Para un tramo de trayecto prefijado pueden consignarse de antemano varios puntos de aplicación del freno, a los que están asociados en cada caso una distancia fija hasta el final del tramo del trayecto y una velocidad fija del vehículo, y al recorrer el tramo del trayecto prefijado se comprueba continuamente si para uno de los puntos de aplicación del freno, conforme a un tercer requisito, una distancia detectada actualmente hasta el final del tramo del trayecto es menor que la distancia fija hasta el final del tramo del trayecto y, conforme a un cuarto requisito, una velocidad actual del vehículo es mayor o igual que la velocidad fija del punto de aplicación del freno correspondiente y, si se cumplen tanto el tercer como el cuarto requisito, se señala una solicitud de inicio de un proceso de frenado para el vehículo sobre raíles. Opcionalmente, en el cálculo de los puntos de aplicación del freno puede entrar también el tiempo de reacción esperado del conductor.

Esto garantiza que pueda reconocerse con seguridad cuándo debe aplicarse un frenado del vehículo sobre raíles, para alcanzar con una curva característica de frenado prefijada la estación de destino, respectivamente el final del tramo del trayecto.

20 La solicitud para iniciar un proceso de frenado puede señalizarse a un conductor de vehículo sobre raíles, de tal modo que éste active el proceso. Alternativamente también es posible que, si se cumple tanto el tercer como el cuarto requisito, se inicie el proceso de frenado para el vehículo sobre raíles automáticamente. En un caso así es conveniente a su vez una señalización del inicio automático del proceso de frenado al conductor de vehículo sobre raíles.

25 Como es natural, en un cálculo de los puntos de aplicación del freno entra una curva característica de frenado del vehículo sobre raíles, seleccionada de antemano y considerada también para el cálculo de los puntos de rodamiento. Con ello puede seleccionarse en especial también una curva característica para un frenado regenerativo.

30 Debido a que en el caso de un frenado regenerativo es necesario reajustar la palanca del freno de servicio para llevar a cabo el proceso de frenado, es favorable que al conductor de vehículo sobre raíles se le señalice, en una instalación se indicación, una posición nominal de la palanca del freno de servicio para llevar a cabo el proceso de frenado.

35 Para un ahorro ulterior de energía puede ser ventajoso que durante el proceso de frenado se limite automáticamente una fuerza de frenado solicitable, en función de una velocidad actual del vehículo, de tal modo que se frene predominantemente o incluso puramente de forma regenerativa. Con ello una limitación sólo puede activarse si la palanca del freno de servicio no supera una elongación mínima predeterminada, que puede corresponder a un valor de por ejemplo el 50% de la elongación total de la palanca del freno de servicio.

El procedimiento en su totalidad se lleva a cabo de forma preferida al final del trayecto, por ejemplo en el último tercio del tramo del trayecto, entre dos paradas. Esto conduce a que se minimice un riesgo de retrasos.

40 De forma preferida para un punto de rodamiento se comprueba además un requisito adicional, conforme al cual el vehículo sobre raíles presenta una velocidad mínima. Esta velocidad mínima debe garantizar que el vehículo sobre raíles disponga de una velocidad tal, que una retención de tiempo considerada suficiente garantice realmente el movimiento de rodamiento deseado del vehículo sobre raíles hasta el final del tramo del trayecto.

A continuación se explican con más detalle ejemplos de ejecución de la invención, haciendo referencia a los dibujos. Aquí muestran:

45 la figura 1 un diagrama en bloques de conjunto para visualizar un procedimiento para hacer funcionar un vehículo sobre raíles de un modo que ahorra energía, y

la figura 2 una representación gráfica del desarrollo de una velocidad de circulación de un vehículo sobre raíles en función de la distancia a un inicio del tramo del trayecto.

50 En la región superior de la figura 1 puede verse de qué modo se obtienen dos magnitudes esenciales de un procedimiento para hacer funcionar un vehículo sobre raíles de un modo que ahorre energía. Una primera magnitud esencial es con ello una distancia actual a un final del tramo del trayecto  $f_1$ . Esta distancia se calcula actualmente

5 con ayuda de varios datos de entrada. Estos datos de entrada proceden de un sistema de navegación, que reproduce una posición actual del vehículo sobre raíles, de una detección de recorrido que reproduce un trayecto cubierto desde una última estación o desde el inicio del tramo del trayecto, así como de un plan de circulación del que pueden extraerse informaciones sobre la posición de la siguiente estación o del final del tramo del trayecto, una distancia entre la estación anterior y la siguiente o una longitud del tramo del trayecto e informaciones sobre qué ruta actual se presenta. De los datos que proceden del plan de circulación consignado, del sistema de navegación y de la detección de recorrido puede calcularse sin más una distancia actual del vehículo sobre raíles hasta el siguiente destino, precisamente el final del tramo del trayecto.

10 Expresado de forma general, la función  $f_1$  calcula continuamente a partir de los valores de entrada indicados anteriormente la distancia actual del vehículo sobre raíles hasta la estación de destino o el final del tramo del trayecto. En el caso más sencillo esto puede realizarse mediante la sustracción de las coordenadas de posición de la estación de destino y de la posición actual. Alternativamente también puede usarse una comparación entre el trayecto cubierto y la longitud total del trayecto.

15 Sin embargo, se favorece un modo de proceder en el que se comparen entre sí y se optimicen las diferentes informaciones. Esto puede materializarse por ejemplo mediante un filtro Kalman. Esto tiene la ventaja de que pueden aprovecharse las diferentes magnitudes de las diferentes informaciones y, de este modo, pueden conseguirse una precisión y una fiabilidad superiores del sistema. Además de esto de este modo puede seguir ejecutándose el procedimiento en el caso de averiarse el sistema, por ejemplo una pérdida de la información de posición en el GPS.

20 Alternativamente a los datos directos de la detección de recorrido (información estándar procedente del control del vehículo), puede ser ventajoso que los datos en bruto (números de revoluciones de ejes, velocidad del radar, números de revoluciones identificados, ...) afluayan al optimizador indicado anteriormente. Aparte de las verdaderas señales de velocidad se necesitan después también informaciones de validez de estas señales, así como la información sobre el estado del vehículo (aceleraciones, rodamientos, frenos, fuerza tractora actual, fuerza de frenado actual, ...). Con base en esta información el optimizador puede usar después las mejores informaciones en cada caso para establecer la información de distancia y corregir por separado los fallos de las distintas señales de velocidad en función del estado.

25 Además de esto esta función puede entregar también una declaración sobre la calidad de la información de distancia establecida. En función de la calidad de la información de distancia establecida el sistema puede después notificar o suprimir una recomendación de coasting.

30 La segunda magnitud esencial para el procedimiento es el espacio de tiempo de circulación hasta el final del tramo del recorrido  $f_2$ . Para su cálculo se recurre de nuevo al plan de circulación, del que puede deducirse un tiempo de destino hasta alcanzar la siguiente estación o el final del tramo del trayecto. Opcionalmente, el tiempo de destino hasta alcanzar la siguiente estación también puede entregarse al sistema / actualizarse por radio. Añadiendo el tiempo actual puede determinarse el espacio de tiempo de circulación hasta el final del tramo del trayecto.

35 Las dos magnitudes  $f_1$ ,  $f_2$  se establecen continuamente, de forma actual, durante toda la circulación del vehículo sobre raíles a lo largo del tramo del trayecto.

40 En el procedimiento a llevar a cabo se incluyen puntos de rodadura, que se introducen offline teniendo en cuenta una curva característica de frenado dado el caso seleccionable, que puede ser puramente regenerativa pero también lineal. Para cada tramo del trayecto se consignan puntos de rodadura  $CP_i$  en forma de tabla. Con ello a cada punto de rodadura  $CP_i$  se asocia una pareja de valores  $(\Delta x, \Delta t)$ , en donde  $\Delta x$  es una distancia fija para un punto de rodadura  $CP_i$  respectivo hasta el final del tramo del trayecto, mientras que  $\Delta t$  significa un espacio de tiempo de circulación fijo también hasta el final del tramo del trayecto. Opcionalmente puede consignarse también, para aumentar la robustez del algoritmo, una velocidad mínima para el punto de rodadura anterior  $CP_i$  ( $\Delta x, \Delta t, v_{\min}$ ).

45 Si por ejemplo un trayecto total presenta cinco tramos del trayecto, para cada tramo del trayecto individual pueden calcularse de diez a veinte puntos de rodadura. Con ello la secuencia de puntos de rodadura puede corresponder a retenciones de tiempo de por ejemplo 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 8%,  $z$ , en donde deben calcularse unas distancias fijas correspondientes en cada caso hasta el final del tramo del trayecto, de tal modo que en total el vehículo sobre raíles pueda cumplir su plan de circulación hasta este final del tramo de trayecto, exclusivamente mediante rodadura. Con ello por retención de tiempo debe entenderse un espacio de tiempo tal, que se obtiene de la diferencia entre el tiempo más corto posible para recorrer el tramo del trayecto y el tiempo disponible para recorrer el tramo del trayecto.

50 En el cálculo de los puntos de rodadura para un tramo del trayecto determinado pueden incluirse varias magnitudes. Aparte de la curva característica de frenado seleccionada para el vehículo sobre raíles se usan magnitudes topográficas, por ejemplo un perfil de velocidad del trayecto, su perfil de altura, la presencia de un túnel, dado el

caso también radios de curvas que aparezcan. Asimismo pueden tenerse en cuenta: curvas características de fuerza tractora, potencias de propulsión/frenado (grado de eficacia), masa del vehículo, resistencia a la marcha, prefijaciones de tirones, una corriente útil admisible, una corriente de realimentación admisible, etc.

5 Al recorrer un tramo del trayecto tiene lugar una vigilancia de puntos de rodadura f3. Esto significa una vigilancia continua para un tramo del trayecto actual de:

*“distancia al final del tramo del trayecto”*  $\leq \Delta x (CP_i)$

Y

*“espacio de tiempo de circulación hasta el final del tramo del trayecto”*  $\geq \Delta t (CP_i)$ .

10 Si para los puntos de rodadura se consignan adicionalmente unas velocidades mínimas, la anterior comprobación continua se amplía en el siguiente requisito Y:

Y

*“velocidad actual”*  $\geq V_{min} (CP_i)$

15 La función f3 supervisa continuamente, para la ruta en cada caso actual o el tramo del trayecto actual, si se cumplen los dos requisitos antes citados para uno de los puntos de rodadura consignados. Si se cumplen ambos requisitos para un punto de rodadura, esto significa que se dispone de tiempo suficiente para desconectar la tracción del vehículo sobre raíles y dejar rodar el vehículo sobre raíles en dirección a la estación de destino o al final del tramo del trayecto.

20 Si para uno de los múltiples puntos de rodadura, que se han calculado de antemano, se determina el cumplimiento tanto del primer como del segundo requisito (y opcionalmente del tercer requisito velocidad mínima) se produce una indicación de rodadura f4 para un conductor de vehículo sobre raíles. Éste puede después desconectar la tracción del vehículo sobre raíles de forma sencilla, precisamente pasando la palanca del freno de servicio a su posición neutra. Alternativamente es también posible que la tracción se desconecte automáticamente, en donde después se produce una indicación acústica y/u óptica correspondiente para el conductor de vehículo sobre raíles. Si se permite una desconexión automática de la tracción, ésta debe poder activarse sin embargo específicamente, de tal modo

25 que el conductor de vehículo sobre raíles también pueda impedir la desconexión automática de la tracción.

Además de esto es posible que el procedimiento lleve a cabo un asiento en la memoria, si el conductor no materializa la indicación de rodadura dentro de un tiempo especificado.

30 Es posible que al recorrer el tramo del trayecto se produzca varias veces una indicación de rodadura. Es favorable que el ahorro de energía mediante la rodadura del vehículo sobre raíles tenga lugar más bien al final del tramo del trayecto. Si el ahorro de energía tuviese lugar más bien al principio, existe el riesgo de que unos retrasos imprevistos en una parte posterior del tramo del trayecto acarreen un incumplimiento del plan de circulación.

Después de que el vehículo sobre raíles circule con la tracción desconectada a causa de una indicación de rodadura, este estado dura hasta que se llegue a un punto de aplicación del freno para un frenado de estación de destino.

35 En este procedimiento se consignan adicionalmente puntos de aplicación del freno BP<sub>i</sub> calculados offline en forma de tabla, y precisamente a su vez para cada tramo de trayecto que cubre el vehículo sobre raíles. Estos puntos de aplicación del freno se basan en la curva característica de frenado, con la que se han calculado los puntos de rodadura citados anteriormente. A cada punto de aplicación del freno BP<sub>i</sub> está asociada una pareja de valores ( $\Delta x$  hasta el final del tramo del trayecto,  $v$ ), en donde  $v$  significa una velocidad de circulación actual del vehículo sobre raíles.

40

Tiene lugar una vigilancia de puntos de aplicación del freno f5, que se desarrolla de la forma siguiente: se produce continuamente una comprobación para un tramo del trayecto actual de:

*“distancia al final del tramo del trayecto”*  $\leq \Delta x (BP_i)$

Y

45 *“velocidad”*  $> v (BP_i)$ .

De este modo se definen un tercer y un cuarto requisito que, si se cumplen conjuntamente, pueden implicar una indicación f6 de que a partir de ahora debe producirse un frenado del vehículo sobre raíles. La edición de esta indicación está ligada a que la palanca del freno de servicio no se encuentre actualmente en la posición de “frenar”.

5 La función indicadora f6 indica al conductor de vehículo sobre raíles de que debe aplicar un frenado hasta la estación de destino o el final del tramo del trayecto con la curva característica de frenado seleccionada, que también se ha incluido en el cálculo de los puntos de rodadura. La indicación al conductor de vehículo sobre raíles se realiza a su vez visual y/o acústicamente. Si se ha seleccionado una curva característica de frenado no constante, como la que se presenta por ejemplo en el caso de un frenado eléctrico puramente regenerativo, puede indicarse al conductor sobre un dispositivo de indicación la posición nominal de la palanca del freno de servicio. Debido a que  
10 una curva característica de frenado no constante exige siempre un reajuste de la palanca del freno de servicio por parte del conductor de vehículo sobre raíles, en donde el reajuste depende de una velocidad actual del vehículo, puede estar previsto lo siguiente: en el caso de esta opción de ahorro de energía especialmente seleccionada con un frenado puramente regenerativo, durante el frenado de destino en la estación la fuerza de frenado exigida se limita automáticamente en función de la velocidad actual del vehículo, de tal modo que sólo se frena de forma puramente regenerativa. Esto sólo se activa si la palanca del freno de servicio no supera una determinada elongación mínima de por ejemplo el 50% de su elongación total.

El procedimiento presentado es apropiado para ofrecer adaptativamente al conductor de vehículo sobre raíles, en función de una retención de tiempo actual, indicaciones para una circulación con ahorro de energía. El procedimiento es sencillo y robusto.

20 Con base en la figura 2 se ofrece a continuación una comparación entre diferentes modos de funcionamiento para recorrer un tramo del trayecto prefijado. En la figura 2 a la izquierda se encuentra el principio del tramo del trayecto, por ejemplo una estación de partida, mientras que en el lado derecho está situada la estación de destino y con ello el final del tramo del trayecto, a una distancia de unos 7,4 km de la estación de partida.

25 En la figura una línea a trazos 1 designa un perfil de velocidad del trayecto, una línea continua 2 una circulación con una velocidad del trayecto menor, una línea continua 3 una circulación con retención de tiempo y frenado exclusivamente regenerativo, una línea continua 4 una circulación con retención de tiempo y frenado lineal, una línea continua 5 una circulación rápida y frenado lineal, y una línea continua 6 un modelo de circulación de referencia para circulación rápida y frenado total.

En la siguiente tabla pueden verse los resultados con relación a efectos que ahorran energía:

Modelo de circulación	Tiempo	Plan de circulación	Ahorro de energía
Modelo de circulación de referencia	257,2	288,6	
Circulación rápida con frenado lineal	264,7	288,6	10,1%
Circulación con retención de tiempo y frenado lineal	288,6	288,6	41,9%
Circulación con retención de tiempo y frenado exclusivamente regenerativo	288,6	288,6	49,1%
Circulación con velocidad del trayecto reducida	287,5	288,6	29,3%

30 Los ahorros citados anteriormente dependen de muchos factores de influencia (topología, plan de circulación, capacidad de realimentación de red, ...) y muestran posibles ahorros de energía a modo de ejemplo.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento para hacer funcionar un vehículo sobre raíles, en el que para un tramo del trayecto prefijado está determinado al menos un punto de rodadura, en donde tras alcanzarlo puede producirse una desconexión de una tracción del vehículo sobre raíles y el vehículo sobre raíles puede rodar hasta un final de tramo del trayecto durante
- 10 que al menos una parte del trayecto residual, caracterizado porque para el tramo del trayecto prefijado se consignan varios puntos de rodadura de antemano, a los que están asociados en cada caso una distancia fija hasta el final del trayecto y un espacio de tiempo de circulación fijo hasta alcanzar el final del tramo del trayecto, y al recorrer el tramo del trayecto prefijado se comprueba continuamente si para uno de los puntos de rodadura, conforme a un primer requisito, una distancia detectada actualmente hasta el final del tramo del trayecto es menor
- 15 que la distancia fija hasta el final del tramo del trayecto y, conforme a un segundo requisito, un espacio de tiempo de circulación actual hasta el final del tramo del trayecto es mayor o igual que el espacio de tiempo de circulación fijo hasta el final del tramo del trayecto y, si se cumplen ambos requisitos, se señala una posible desconexión de la tracción del vehículo sobre raíles, mientras que en el caso de su incumplimiento se comprueba si otros de los puntos de rodadura consignados cumple ambos requisitos.
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque para un punto de rodadura se comprueba primero el cumplimiento del primer requisito y después el cumplimiento del segundo requisito.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la posible desconexión de la tracción del vehículo sobre raíles se señala al conductor de vehículo sobre raíles.
4. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque si se cumplen ambos requisitos para un punto de rodadura la tracción del vehículo sobre raíles se desconecta automáticamente.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque la desconexión automática de la tracción se señala a un conductor de vehículo sobre raíles.
- 25 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque en un cálculo de la distancia actual hasta el final del tramo del trayecto y de un espacio de tiempo de circulación actual hasta el final del tramo del trayecto entran unas magnitudes medidas, que están seleccionadas de entre el grupo que comprende informaciones sobre la posición del final del tramo del trayecto y/o sobre la longitud del tramo del trayecto con base en un plan de circulación consignado, un tiempo de destino para alcanzar el final del tramo del trayecto con base en un plan de circulación consignado, un reconocimiento del tramo del trayecto prefijado, informaciones sobre la posición actual del vehículo sobre raíles, una detección de recorrido de un trayecto cubierto y una velocidad actual del vehículo.
- 30 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque los puntos de rodadura se calculan de antemano sobre una base, en la que entra la curva característica de frenado del vehículo sobre raíles.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque para frenar se selecciona una curva característica para frenado regenerativo.
- 35 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque para el tramo de trayecto prefijado se consignan de antemano varios puntos de aplicación del freno, a los que están asociadas en cada caso una distancia fija hasta el final del tramo del trayecto y una velocidad fija del vehículo, y al recorrer el tramo del trayecto prefijado se comprueba continuamente si para uno de los puntos de aplicación del freno, conforme a un tercer requisito, una distancia detectada actualmente hasta el final del tramo del trayecto es menor que la distancia fija hasta el final del tramo del trayecto y, conforme a un cuarto requisito, una velocidad actual del vehículo es mayor o
- 40 igual que la velocidad fija del punto de aplicación del freno correspondiente y, si se cumplen tanto el tercer como el cuarto requisito, se señala una solicitud de inicio de un proceso de frenado para el vehículo sobre raíles.
10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque la solicitud para iniciar un proceso de frenado se señala a un conductor de vehículo sobre raíles,
- 45 11. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque si se cumple tanto el tercer como el cuarto requisito, se inicia un proceso de frenado para el vehículo sobre raíles automáticamente.
12. Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado porque el inicio automático de un proceso de frenado se señala a un conductor de vehículo sobre raíles.
- 50 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 12, caracterizado porque los puntos de aplicación del freno se calculan de antemano sobre una base, en la que entra la curva característica del vehículo sobre raíles que también se incluye en el cálculo de los puntos de rodadura.

14. Procedimiento según la reivindicación 13, caracterizado porque para frenar se selecciona una curva característica para un frenado regenerativo.
- 5 15. Procedimiento según la reivindicación 14, caracterizado porque a un conductor de vehículo sobre raíles se le señala, en una instalación se indicación del vehículo sobre raíles, una posición nominal de una palanca del freno de servicio para llevar a cabo el proceso de frenado.
16. Procedimiento según la reivindicación 15, caracterizado porque durante el proceso de frenado se limita automáticamente una fuerza de frenado solicitable, en función de una velocidad actual del vehículo, de tal modo que se frena puramente de forma regenerativa.
- 10 17. Procedimiento según la reivindicación 16, caracterizado porque la limitación sólo se activa si la palanca del freno de servicio no supera una elongación mínima predeterminada
18. Procedimiento según la reivindicación 17, caracterizado porque la elongación mínima predeterminada se corresponde con un valor del 50% de la elongación total de la palanca del freno de servicio.
19. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 18, caracterizado porque se lleva a cabo al final del tramo del trayecto.
- 15 20. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 19, caracterizado porque para un punto de rodamiento se comprueba adicionalmente el cumplimiento de un requisito, conforme al cual el vehículo sobre raíles presenta una velocidad mínima.

FIG 1

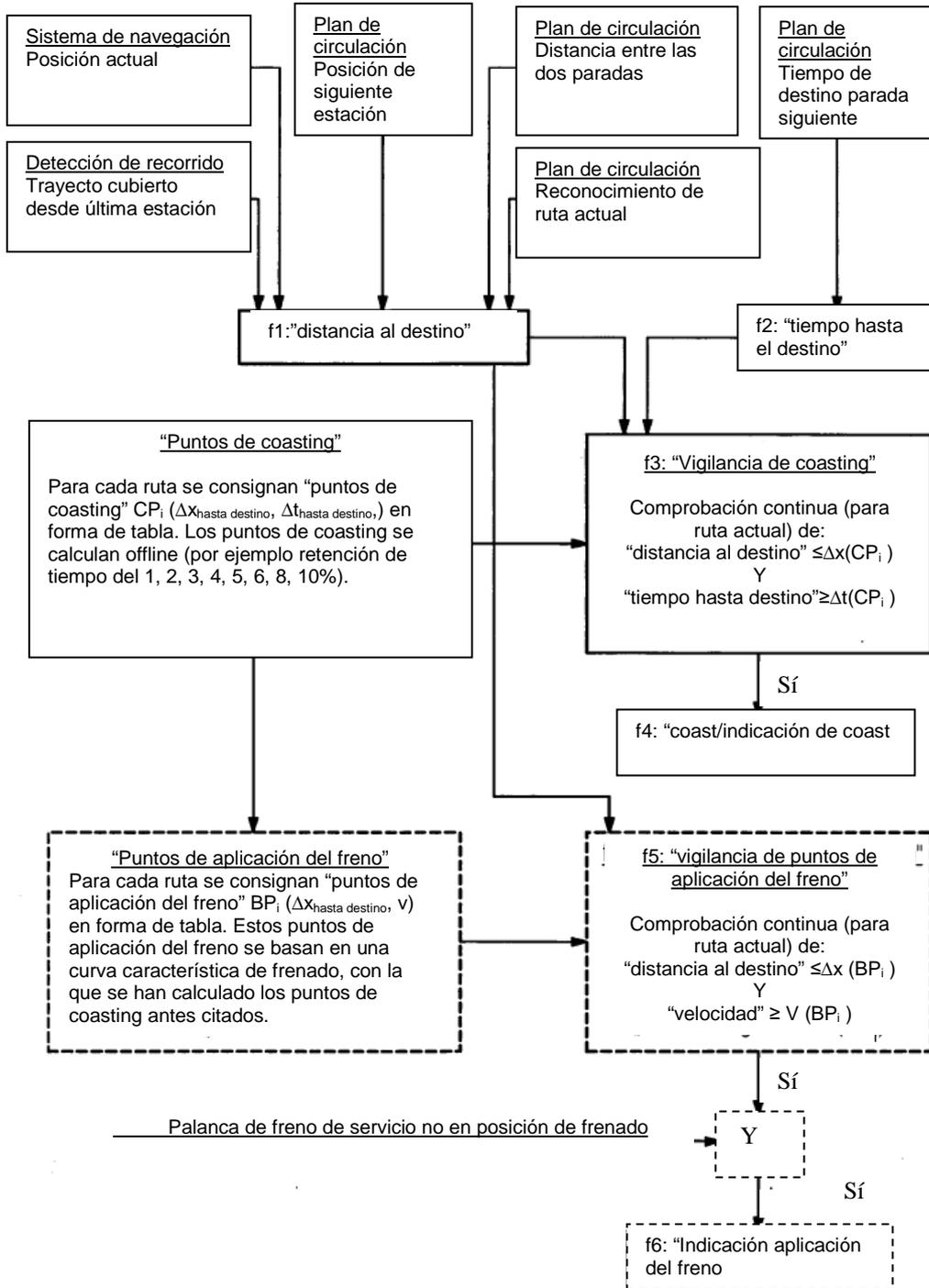


FIG 2

