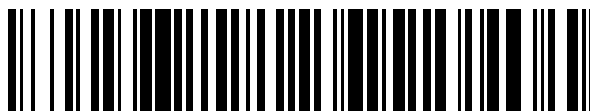


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 732 580**

51 Int. Cl.:

G01S 19/28 (2010.01)

G01S 19/20 (2010.01)

G01S 19/22 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.05.2014 E 14168147 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019 EP 2804016**

54 Título: **Procedimiento mejorado para determinar la posición y/o la velocidad de un vehículo guiado; sistema asociado**

30 Prioridad:

13.05.2013 FR 1354268

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

25.11.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ANDRE, BRICE y
BORTOLOTTI, MAURO**

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 732 580 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 mejorado para determinar la posición y/o la velocidad de un vehículo guiado; sistema asociado

- 5 **[0001]** El objeto de la invención es el de los procedimientos y sistemas para determinar el estado cinemático instantáneo de un vehículo guiado.
- [0002]** En esta aplicación, vehículo guiado significa cualquier tipo de vehículo forzado a viajar a lo largo de un camino, como por ejemplo, un tren, un tranvía, un metro, etc.
- 10 **[0003]** Estado cinemático significa la posición del vehículo, la velocidad del vehículo o ambas.
- [0004]** El documento EP 1 712 930 B1 describe un procedimiento para determinar la velocidad instantánea de un tren implementado por un sistema a bordo.
- 15 **[0005]** Este sistema ejecuta un algoritmo para calcular el valor instantáneo de la velocidad del tren a partir de los seis pares posibles de señales de ubicación emitidas por un grupo de cuatro satélites que pertenecen a una constelación de satélites de ubicación.
- 20 **[0006]** En este procedimiento de la técnica anterior, para que la medida de la cantidad medida tenga un alto nivel de confianza, un procedimiento preliminar garantiza la selección de los cuatro satélites cuyas señales utilizará el algoritmo de cálculo. Esta selección se realiza desde todos los satélites en la constelación que son visibles por el sistema a bordo en el momento actual.
- 25 **[0007]** El procedimiento de selección sirve para apartar un satélite visible cuya señal es incorrecta o está dañada en la recepción. Este es, por ejemplo, el caso cuando esta señal es reflejada por el entorno antes de ser recibida. Tal perturbación de la señal se denomina "fenómeno de ruta alternativa" ("Ruta alternativa"). De hecho, cuando el algoritmo de cálculo utiliza una señal así perturbada, el valor instantáneo de la velocidad calculada es erróneo.
- 30 **[0008]** Para detectar que una señal está alterada, el sistema descrito en el documento EP 1 712 930 B1 comprende dos receptores remotos. Tan pronto como aparece una diferencia entre las señales provenientes del mismo satélite pero recibidas por cada uno de los dos receptores, el satélite en cuestión se excluye de la lista de satélites utilizables en la determinación de la velocidad del tren. Esta exclusión se mantiene durante un tiempo predeterminado,
- 35 correspondiente a una estimación del tiempo requerido para que el tren cruce una zona de perturbación.
- [0009]** Cuatro satélites de la lista de satélites utilizables se seleccionan al azar para la ejecución del algoritmo de cálculo.
- 40 **[0010]** De esta manera, se garantiza que las cuatro señales de ubicación utilizadas por el algoritmo de cálculo no se alteren y que la ejecución del algoritmo de cálculo conducirá a obtener una medición de la magnitud cinemática buscada.
- [0011]** El documento FR 2 956 215 A1 describe un procedimiento para seleccionar los satélites que se pueden
- 45 usar para determinar el estado cinemático de un vehículo motorizado, del tipo que comprende los pasos de:
- calcular un valor instantáneo medido de una magnitud entre un coeficiente Doppler y una pseudodistancia, a partir de señales recibidas de una pluralidad de satélites de una constelación de satélites de ubicación;
- 50 - determinar un valor instantáneo estimado de dicha magnitud;
- comparar los valores instantáneos medidos y estimados; y, en caso de diferencia significativa,
- identificar al menos un satélite cuya señal se encuentra en el origen del valor instantáneo medido erróneo y
- 55 eliminando dicho al menos un satélite de la lista de satélites utilizables.
- [0012]** En el documento FR 2 956 215 A, el paso para determinar el valor instantáneo estimado se basa en un modelo del comportamiento dinámico del vehículo motorizado. Este modelo utiliza, como datos de entrada, diversos datos medidos entregados por diferentes sensores cinemáticos instalados en dicho vehículo motorizado. En particular,
- 60 en una realización preferida, el vehículo motorizado incluye una unidad inercial capaz de entregar valores instantáneos de la velocidad y posición del vehículo motorizado. A continuación, a partir de este estado instantáneo estimado del vehículo motorizado, un algoritmo calcula el valor instantáneo estimado de la cantidad de interés, el coeficiente Doppler y/o pseudodistancia.
- 65 **[0013]** El objeto de la invención es proponer un procedimiento de selección alternativo, particularmente bien

adaptado al caso particular de los vehículos guiados.

[0014] Para este fin, el objeto de la invención es un procedimiento para seleccionar un conjunto de satélites visibles utilizables de un conjunto de satélites visibles de una constelación de satélites de ubicación para determinar un estado cinemático instantáneo de un vehículo guiado, del tipo que comprende los pasos, para cada satélite del conjunto de satélites visibles, orientados a:

- calcular un valor instantáneo medido de una magnitud entre un coeficiente Doppler y una pseudodistancia, a partir de la señal recibida de dicho satélite visible;

- determinar un valor instantáneo estimado de dicha magnitud;

- comparar los valores instantáneos medidos y estimados según un criterio, y en caso de incumplimiento de dicho criterio;

- eliminar dicho satélite de un conjunto de satélites visibles utilizables,

caracterizado por el hecho de que la etapa de determinar un valor estimado de la cantidad usa un modelo dinámico del vehículo guiado que emplea solo un estado cinemático del vehículo guiado determinado en un instante dado para calcular un estado cinemático instantáneo estimado.

[0015] Según realizaciones particulares, el procedimiento comprende una o más de las siguientes características, tomadas de forma aislada o en cualquier combinación técnicamente posible:

- el modelo dinámico del vehículo guiado utiliza una cartografía de la pista en la cual el vehículo guiado está viajando;

- la etapa de determinar un valor estimado de la cantidad utiliza una efeméride que permite estimar la posición y la velocidad relativa de un satélite de todos los satélites visibles y del vehículo guiado en el estado cinemático instantáneo estimado;

- el paso de comparación comprende una determinación de una diferencia entre los valores instantáneos medidos y estimados de la cantidad y/o una determinación de una covarianza entre los valores medidos instantáneos y estimados de la cantidad;

- el criterio consiste en verificar que la diferencia es menor que una diferencia de umbral y/o que la covarianza es menor que una covarianza de umbral;

[0016] El objeto de la invención es también un procedimiento para calcular un estado cinemático instantáneo de un vehículo guiado a partir de las señales emitidas por un conjunto de satélites de una constelación de satélites de ubicación, caracterizado por el hecho de que el procedimiento comienza con un procedimiento de selección según el procedimiento anterior para generar un conjunto de satélites visibles utilizables y por el hecho de que el procedimiento continúa calculando el estado cinemático instantáneo del vehículo guiado solo a partir de las señales emitidas por los satélites de la lista de satélites visibles utilizables.

[0017] El objeto de la invención es también un sistema para determinar una magnitud cinemática instantánea de un vehículo guiado, embarcado a bordo del vehículo, que comprende un receptor de las señales emitidas por satélites de una constelación de satélites de localización, medios de almacenamiento y medios cálculo, caracterizados por el hecho de que son adecuados para ejecutar las instrucciones de un programa informático para implementar un procedimiento para calcular un estado cinemático instantáneo según el procedimiento anterior.

[0018] La invención y sus ventajas se comprenderán mejor con la lectura de la siguiente descripción, dada únicamente a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- la figura 1 es una representación esquemática de un tren equipado con un sistema a bordo para determinar un estado cinemático instantáneo, basado en las señales emitidas por una constelación de satélites de ubicación;

- la figura 2 es una representación de bloques de la estructura del sistema de la figura 1;

- la figura 3 es una representación en bloque de un medio de selección de una lista de satélites visibles utilizables que está equipado con el sistema de la figura 2; y,

- la figura 4 es una representación en bloque del procedimiento de selección implementado por los medios de selección de la figura 3.

[0019] Ahora se describirá en detalle una realización del procedimiento de selección y un sistema para llevar a

cabo este procedimiento para filtrar señales de ubicación perturbadas.

[0020] Con referencia a la figura 1, un tren 2 recorre una línea de ferrocarril 4 cuyo curso se conoce.

5 **[0021]** Para determinar un estado cinemático instantáneo $E(t)$, que comprende la posición instantánea $P(t)$ y la velocidad instantánea $V(t)$ del tren 2, este último está equipado con un sistema a bordo 8.

[0022] El sistema 8 está adaptado para recibir señales de ubicación S_i emitidas por diferentes satélites i pertenecientes a la misma constelación 6 de satélites de ubicación.

10

[0023] Como ejemplo de tal constelación de satélites, daremos el de la constelación GPS ("*global positioning system*" en inglés) que consta de una treintena de satélites NAVSTAR.

15 **[0024]** Dependiendo del momento t actual y de la posición $P(t)$ del tren 2 en el instante t actual, el sistema 8 puede ver los N satélites i . Es decir, el sistema 8 del tren 2 recibe la señal de ubicación S_i emitida por cada uno de estos N satélites i .

20 **[0025]** Como se muestra esquemáticamente en la figura 2, el sistema 8 es un ordenador que comprende medios de cálculo, como un procesador 10, medios de almacenamiento, como una memoria de acceso aleatorio 12 y una base de datos 14, un módulo de recepción 16 de las señales emitidas por los satélites de la constelación 6 (el módulo 16 está conectado a una antena 15), y una interfaz de entrada-salida 18, que permite el intercambio de datos entre el sistema 8 y otros sistemas incorporados en el tren 2.

25 **[0026]** Los diversos elementos constitutivos del sistema 8 están conectados entre sí por medio de un bus de comunicación interno.

[0027] La memoria 12 almacena las instrucciones de varios programas de ordenador, que son adecuados para ser ejecutados por el procesador 10. En particular, la memoria 12 almacena las instrucciones de un programa para implementar el procedimiento de selección de satélites visibles.

30

[0028] La base de datos 14 almacena un almanaque 20. Un almanaque 20 se actualiza periódicamente por la constelación 6. Tiene un período de validez t_0 entre un primer instante t_1 y un segundo instante t_2 . El almanaque 20 se transmite al suelo como parte de la carga útil de cada una de las señales de ubicación S_i emitidas por los satélites i .

35

[0029] El módulo de recepción 16 del sistema 8 puede identificar la parte del almanaque 20 en una señal recibida y grabarla en la base de datos 14. El almanaque 20 permite al sistema 8 determinar todos los satélites de la constelación 6 que son potencialmente visibles entre los instantes t_1 y t_2 desde cualquier punto de la superficie de la tierra.

40

[0030] La base de datos 14 también almacena, para cada satélite visible, una efemérides 21. Una efemérides 21 se actualiza periódicamente por la constelación 6. Tiene un período de validez t_3 entre un primer instante de validez t_4 y un segundo instante t_5 . La efemérides 21 se transmite al suelo como parte de la carga útil de cada una de las señales de ubicación S_i emitidas por el satélite i correspondiente.

45

[0031] El módulo de recepción 16 del sistema 8 puede identificar la parte de la efemérides 21 en una señal recibida y grabarla en la base de datos 14. La efemérides 21 permite al sistema 8 determinar una posición, una velocidad y los errores de tiempo del satélite correspondiente.

50 **[0032]** La base de datos 14 almacena un mapa 24 de la vía 4 a lo largo de la cual viaja el tren 2.

[0033] La memoria 12 comprende las instrucciones de un programa 30 para determinar el estado cinemático instantáneo $E(t)$ del tren 2 en el instante actual L .

55 **[0034]** El programa 30 incluye un medio de selección 34 capaz de entregar una lista de satélites visibles LSVU utilizables y medios de cálculo 36 del estado cinemático instantáneo $E(t)$ de la lista de satélites visibles LSVU utilizables.

60 **[0035]** Como se muestra en detalle en la figura 3, los medios de selección 34 comprenden un módulo 38 para actualizar una lista de satélites LSV visibles, un módulo de medición 40 de al menos un tamaño, un módulo de estimación 42 del mismo tamaño, un módulo de comparación 44 y un módulo para actualizar una lista de satélites visibles utilizables LSVU.

[0036] El módulo 38 para actualizar una lista de satélites LSV visibles puede mantener una lista instantánea que indica el identificador i de cada uno de los satélites visibles, según lo indicado por el medio 16.

- 5 **[0037]** El módulo de medición 40 comprende un submódulo de cálculo 50 capaz de calcular, para cada satélite i de la lista LSV un valor instantáneo medido D_i del coeficiente Doppler, a partir de la señal S_i transmitida por este satélite.
- [0038]** El módulo de medición 40 comprende un submódulo 52 capaz de calcular, para cada satélite i de la lista LSV, un valor instantáneo medido PD_i del pseudodistancia, a partir de la señal S_i transmitida por este satélite.
- 10 **[0039]** El medio de estimación 42 comprende un submódulo 60 para estimar el estado cinemático actual. El submódulo 60 puede tomar como entrada el estado cinemático $E(t-1)$ del tren 2 determinado en el instante $t-1$ anterior, generado a la salida de los medios de cálculo 36 para el instante $t-1$ anterior.
- [0040]** El submódulo 60 es capaz, a partir del mapa 24 contenido en la base de datos 14 y en una función del estado cinemático en el instante anterior $E(t-1)$, para extraer información relacionada con una parte de vía por la que discurre el tren entre $t-1$ y t .
- 20 **[0041]** El submódulo 60, que comprende un modelo dinámico M del comportamiento del tren 2, es capaz, a partir del estado cinemático $E(t-1)$ e información relacionada con la parte de la vía en la que el tren 2 está viajando, de determinar un estado cinemático estimado $E^*(t)$ del tren en el instante t actual.
- [0042]** En una realización particular, el modelo dinámico M del comportamiento del tren 2 utilizado por el submódulo 60 considera que el tren está viajando a una aceleración constante. Por lo tanto, la estimación del nuevo estado cinemático $E(t)$ del tren se realiza determinando, gracias a la cartografía 24, la nueva posición del tren, extrapolando el desplazamiento del tren de aceleración constante del estado cinemático anterior $E(t-1)$. Teniendo en cuenta las variaciones a baja velocidad de un vehículo ferroviario, este modelo dinámico muy rudimentario ofrece buenas estimaciones del comportamiento cinemático real del tren en los intervalos de tiempo considerados.
- 25 **[0043]** El medio de estimación 60 comprende un submódulo 64 capaz de calcular, para cada satélite i de la lista LSV, un valor instantáneo medido D_i del coeficiente Doppler. Para hacer esto, el submódulo 64 considera las posiciones instantáneas de los satélites S_i , indicadas en las efemérides 21 almacenadas en la base de datos 14, y la posición estimada $P^*(t)$ indicada en el estado cinemático estimado $E^*(t)$ del tren en el instante actual t .
- [0044]** El medio de estimación 60 comprende un submódulo 66 capaz de calcular, para cada satélite i de la lista LSV, un valor instantáneo medido PD^*_i de la pseudodistancia. Para hacer esto, el submódulo 66 considera las posiciones instantáneas de los satélites S_i , indicadas en las efemérides 21 almacenadas en la base de datos 14, y la posición estimada $P^*(t)$ indicada en el estado cinemático estimado $E^*(t)$ del tren en el instante actual t .
- 35 **[0045]** El módulo de comparación 44 comprende un submódulo 70 para determinar una diferencia ΔD_i entre los valores D_i y D^*_i instantáneos medidos y estimados del coeficiente Doppler para el satélite i .
- 40 **[0046]** El módulo de comparación 44 comprende un submódulo 72 para determinar un $CoVD$ de covarianza entre los valores instantáneos D_i y D^*_i medidos y estimados del coeficiente Doppler para el satélite i .
- [0047]** El módulo de comparación 44 comprende un submódulo 74 para determinar una diferencia ΔPD entre los valores instantáneos medido y estimado PD_i y PD^*_i de la pseudodistancia para el satélite i .
- 45 **[0048]** El módulo de comparación comprende un submódulo 76 para determinar una covarianza $CovPD$ entre los valores instantáneos medidos y estimados D_i y D^*_i de la pseudodistancia para el satélite i .
- 50 **[0049]** El medio de comparación comprende un submódulo 78 para verificar el valor medido del coeficiente Doppler. El submódulo 78 es capaz de comparar el valor de ΔD_i a valor umbral ΔD_0 y el valor $CovD_i$ $CovD_0$ un valor umbral $CovD_0$. Cuando ΔD_i es mayor que ΔD_0 y $CovD_i$ es mayor que $CovD_0$, el submódulo 76 puede pasar el identificador i al módulo 46 para actualizar la lista de satélites visibles LSVU.
- 55 **[0050]** El medio de comparación comprende un submódulo 80 para verificar el valor medido de la pseudodistancia. El submódulo 80 es capaz de comparar el valor de ΔPD_i a valor umbral ΔPD_0 y el valor $CovPD_i$ $CovPD_0$ un valor umbral $CovPD_0$. Cuando ΔPD_i es mayor que ΔPD_0 y $CovPD_i$ es mayor que $CovPD_0$, el submódulo 78 puede pasar el identificador i al módulo 46 para actualizar la lista de satélites visibles utilizables LSVU.
- 60 **[0051]** El módulo 46 es capaz de generar una lista de satélites visibles utilizables LSVU. Para hacer esto, el módulo 46 puede inicializar la lista de satélites visibles utilizables de la lista de satélites LSV visibles en la salida del módulo 48 cada vez que se modifica este último. El módulo 46 puede entonces eliminar de la lista así inicializada el identificador i de un satélite comunicado a él por el submódulo 78 o el submódulo 80.
- 65 **[0052]** El medio de cálculo 36 toma como entrada la lista de LSVU generada en la salida de los medios de

selección 44 para calcular el estado cinemático instantáneo $E(t)$ del tren 2 solo a partir de las señales provenientes de los satélites mencionados en la lista de LSVU.

5 **[0053]** El procedimiento para determinar el estado cinemático instantáneo $E(t)$ del tren 2 resultante de la ejecución, por el sistema 8, del programa 30 se presentará ahora.

[0054] La ejecución del programa 30 comienza con la ejecución 100 de los medios de selección 34 para entregar una lista de satélites visibles utilizables LSVU.

10 **[0055]** En el paso 110, la ejecución de los medios de selección 34 comienza con la ejecución del módulo 38. A partir de los identificadores i satélites visibles indicados por los medios 16, el módulo 38 genera una lista de satélites visibles en el momento actual LSV. Tan pronto como se genera una lista de LSV, el módulo 46 inicializa una lista de satélites visibles utilizables LSVU copiando la lista de satélites de LSV visibles.

15 **[0056]** A continuación, en la etapa 120, el submódulo de cálculo 50 es ejecutado para calcular, para cada satélite i de la lista LSV un valor instantáneo medido D_i del coeficiente Doppler, a partir de la señal S_i transmitida por este satélite. En la etapa 122, el submódulo 52 es ejecutado para calcular, para cada satélite i de la lista LSV, un valor instantáneo medido PD_i del pseudodistancia, a partir de la señal S_i transmitida por este satélite.

20 **[0057]** El submódulo 60 se ejecuta a continuación para generar un estado cinemático estimado instantáneo $E^*(t)$ del tren 2.

25 **[0058]** En el paso 130, el submódulo 60 toma como entrada el estado cinemático $E(t-1)$ del tren determinado en el instante anterior $t-1$. El submódulo 60 accede a la base de datos 14 para leer el mapa 24. Luego, en función de estas dos entradas, el submódulo 60 determina la información relativa a la porción del canal 4 en la que el tren 2 pasa entre $t-1$ y L .

30 **[0059]** En el paso 132, el modelo dinámico M del submódulo 60 se usa para determinar un estado cinemático estimado $E^*(t)$ del tren en el instante t actual, desde el estado cinemático $E(t-1)$ y la información relacionada con la parte de la vía en la que viaja el tren 2.

35 **[0060]** En el paso 140, la ejecución de los medios de estimación 60 continúa con la ejecución del submódulo 64 para calcular, para cada satélite i de la lista LSV, un valor instantáneo estimado D^*_i del coeficiente Doppler. Para este propósito, la posición y velocidad instantáneas del satélite i , calculadas a partir de los datos contenidos en las efemérides 21 almacenadas en la base de datos 14, y la posición y velocidad instantáneas estimadas del tren 2, $P^*(t)$ y $V^*(t)$, contenido en el estado cinemático estimado $E^*(t)$, se utiliza para determinar una posición y velocidad relativas entre el satélite i y el tren 2 para estimar las señales S^*_i y deducir el valor D^*_i .

40 **[0061]** A continuación, en el paso 142, el submódulo 66 es ejecutado a fin de calcular, para cada satélite i de la lista LSV, un valor instantáneo medido PD^*_i de la pseudodistancia. Para hacer esto, la posición y velocidad instantáneas del satélite i , calculadas a partir de los datos contenidos en la efeméride 21 almacenada en la base de datos 14, y la posición y velocidad instantáneas estimadas del tren 2, $P^*(t)$ y $V^*(t)$, contenidas en el estado cinemático estimado $E^*(t)$, se utilizan para determinar una posición y velocidad relativas entre el satélite i y el tren 2 para estimar las señales S^*_i y deducir el valor PD^*_i .

45 **[0062]** A continuación, en el paso 150, correspondiente a la ejecución del submódulo 70 del módulo de comparación 44, la diferencia ΔD_i se calcula por la diferencia entre los valores medidos y estimados instantáneos, D_i y D^*_i , para el satélite i .

50 **[0063]** En el paso 152, correspondiente a la ejecución del submódulo 72, se calcula una covarianza $CovD_i$ entre los valores D_i y D^*_i instantáneos y estimados del coeficiente Doppler, para el satélite i .

55 **[0064]** En la etapa 154, correspondiente a la ejecución del submódulo 74, se calcula una diferencia ΔPD_i por la diferencia entre los valores instantáneos medidos y estimados, PD_i y PD^*_i , para el satélite i .

[0065] En el paso 156, correspondiente a la ejecución del submódulo 76, una covarianza $CovPD_i$ entre los valores instantáneos medidos y estimados, PD_i y PD^*_i , para el satélite i .

60 **[0066]** En la etapa de comparación real 160, la ejecución del submódulo 78 hace posible verificar que el valor ΔD_i es menor que una diferencia de umbral ΔD_0 y que el valor $CovD_i$ es más bajo que un valor umbral $CovD_0$. En el caso negativo, el identificador i se transmite al módulo 46.

65 **[0067]** En la etapa 162, de manera similar, la ejecución del submódulo 80 hace posible verificar que el valor de ΔPD_i es menor que una diferencia de umbral ΔPD_0 y que el valor de $CovPD_i$ es menor que el valor de umbral $CovPD_0$. En el caso negativo, el identificador i se transmite al módulo 46.

[0068] Finalmente, en el paso 170 de actualizar la lista de satélites visibles utilizables LSVU, el módulo 46 elimina, de la lista LSVU inicializada a partir de la lista LSV, el identificador i de un satélite que se le transmite el resultado del paso 160 o del paso 162.

5

[0069] El medio de cálculo 36 toma como entrada la lista de LSVU generada en la salida de los medios de selección 34 para calcular el estado cinemático instantáneo $E(t)$ del tren 2 solo a partir de las señales provenientes de los satélites mencionados en la lista de LSVU.

10 **[0070]** Una vez que se ha generado la lista LSVU, el paso 200 para el cálculo del estado cinemático instantáneo actual $E(t)$ se lleva a cabo únicamente sobre la base de las señales de satélite indicadas en la lista LSVU.

[0071] El procedimiento aprovecha ventajosamente el cálculo del coeficiente Doppler o de la pseudodistancia, que son cantidades que, en caso de perturbación de la señal de localización, fluctúan con una gran amplitud. Por lo tanto, si la amplitud de un valor medido de una u otra de estas cantidades es grande y muestra una gran variabilidad a lo largo del tiempo, esto sugiere que la señal de ubicación correspondiente está alterada. El satélite que transmite esta señal se elimina de la lista de satélites visibles utilizables para el cálculo posterior del estado cinemático del vehículo.

20 **[0072]** Ventajosamente, el procedimiento de selección se realiza muy hacia arriba para detectar la perturbación de una señal de localización muy rápidamente y para evitar tener en cuenta esta señal perturbada en el cálculo del estado cinemático del vehículo guiado, que puede tener consecuencias negativas significativas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para seleccionar un conjunto de satélites visibles utilizables (LSVU) de un conjunto de satélites visibles (LSV) de una constelación (6) de satélites de ubicación para determinar un estado cinemático en el momento actual ($E(t)$) de un vehículo guiado (2), forzado a circular a lo largo de una vía, como por ejemplo un tren, un tranvía, un metro; el procedimiento comprende las etapas, para cada satélite (i) del conjunto de satélites visibles, dirigidas a:
- 5
- calcular un valor instantáneo medido (D_i , PD_i) de una magnitud entre un coeficiente Doppler y una pseudodistancia, a partir de la señal recibida de dicho satélite;
 - 10
 - determinar un valor instantáneo estimado (D^*_i , PD^*_i) de dicha magnitud, desde la posición instantánea del satélite indicada en una efeméride (21) y la posición estimada ($P^*(t)$) indicada en un estado cinemático estimado en el instante actual ($E^*(t)$) del vehículo guiado;
 - 15
 - comparar los valores instantáneos medidos y estimados según un criterio, y en caso de incumplimiento de dicho criterio;
 - eliminar dicho satélite de un conjunto de satélites visibles utilizables, **caracterizado porque** la etapa de determinar un valor instantáneo estimado de dicha magnitud comprende las siguientes subetapas que consisten en:
 - 20
 - extraer información relativa a una parte de la vía en la que el tren viaja entre un instante anterior ($t-1$) y el instante actual (t) de un mapa de la vía y según un estado cinemático del vehículo guiado determinado en el instante anterior ($E(t-1)$);
 - 25
 - determinar el estado cinemático estimado en el instante actual ($E^*(t)$) mediante la implementación de un modelo dinámico (M) del vehículo guiado, que utiliza solo:
 - o el estado cinemático del vehículo guiado determinado en el instante anterior ($E(t-1)$) y,
 - 30
 - o la información relativa a la parte de la vía en la que se desplaza el vehículo guiado.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la efeméride (21) permite estimar la posición y la velocidad relativa de un satélite del conjunto de los satélites visibles y del vehículo guiado en el estado cinemático estimado en el instante actual ($E^*(t)$).
- 35
3. Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de comparación comprende determinar una diferencia (ΔD_i , ΔPD_i) entre los valores instantáneos medidos y estimados de dicha magnitud y/o una determinación de una covarianza ($CovD_i$, $CovPD_i$) entre los valores instantáneos medidos y estimados de dicha magnitud.
- 40
4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el cual dicho criterio consiste en verificar que dicha diferencia es menor que una diferencia de umbral y/o que dicha covarianza es menor que una covarianza de umbral.
- 45
5. Procedimiento para calcular un estado cinemático en un momento actual ($E(t)$) de un vehículo guiado (2), forzado a circular por una vía, como, por ejemplo, un tren, un tranvía, un metro, a partir de las señales (S_i) transmitidas por un conjunto de satélites de una constelación (6) de satélites de ubicación, **caracterizado porque** el procedimiento comienza con un procedimiento de selección según el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 para generar un conjunto de satélites visibles utilizables (LSVU) y **porque** el procedimiento continúa calculando el estado cinemático en el instante actual ($E(t)$) del vehículo guiado solo a partir de las señales (S_i) emitidas por los satélites (i) de dicha lista de satélites visibles utilizables (LSVU).
- 50
6. Sistema (8) para determinar un estado cinemático en el instante actual ($E(t)$) de un vehículo guiado (2), forzado a circular por una vía, como, por ejemplo, un tren, un tranvía, un metro, estando el sistema a bordo de dicho vehículo guiado y comprende un receptor (16) de señales (S_i) emitidas por satélites (i) desde una constelación (6) de satélites de ubicación, medios de memoria (12, 14) y medios de cálculo (10), **caracterizados porque** son adecuados para ejecutar las instrucciones de un programa informático (30) para llevar a cabo un procedimiento para calcular un estado cinemático en el momento actual ($E(t)$) del vehículo guiado según la reivindicación 5.
- 55

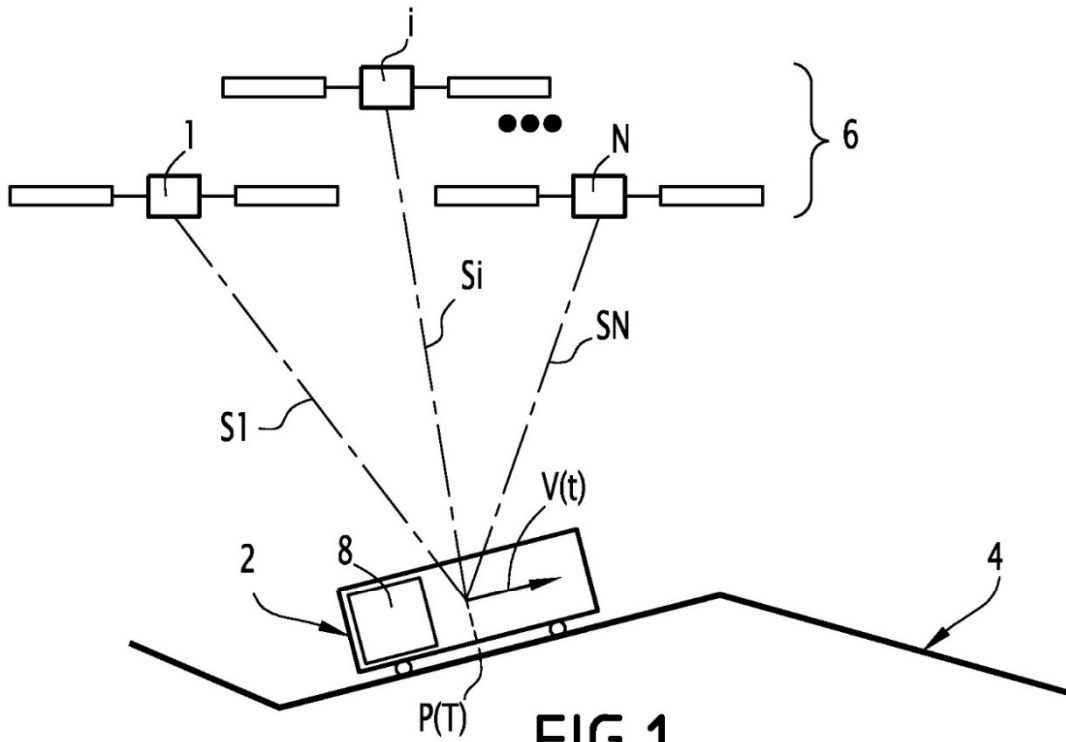


FIG. 1

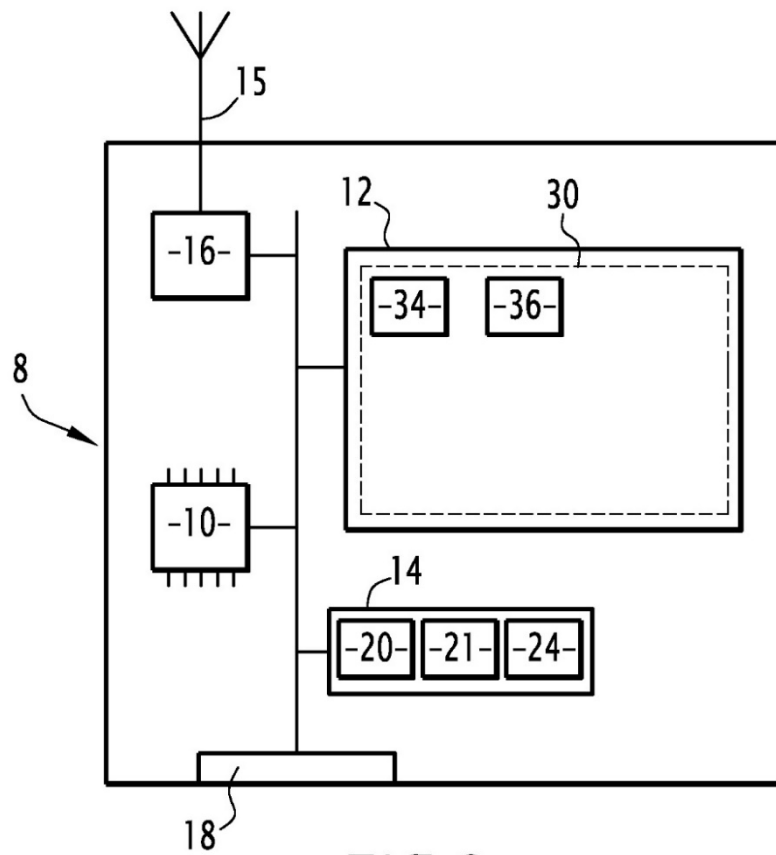


FIG. 2

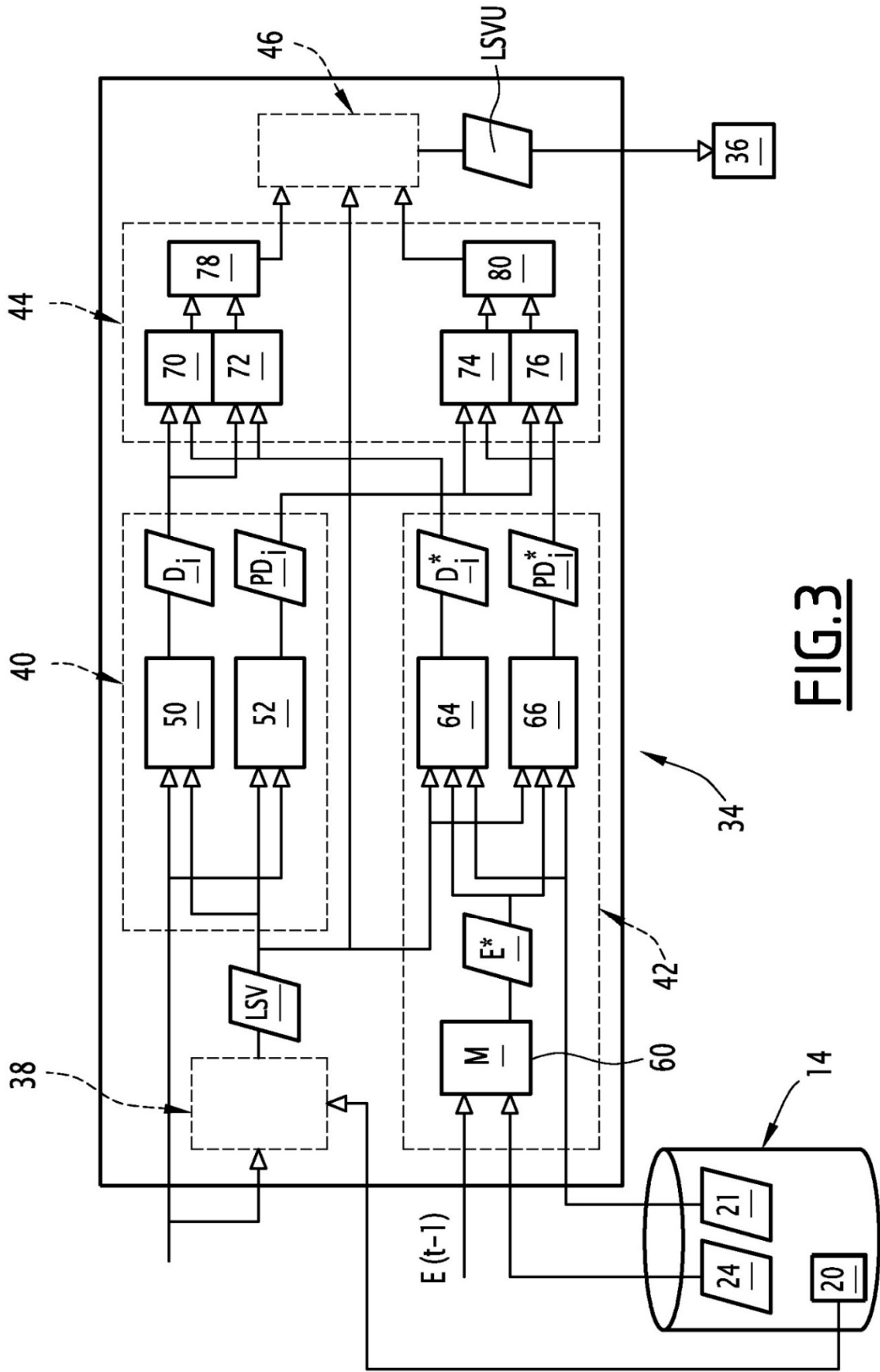


FIG.3

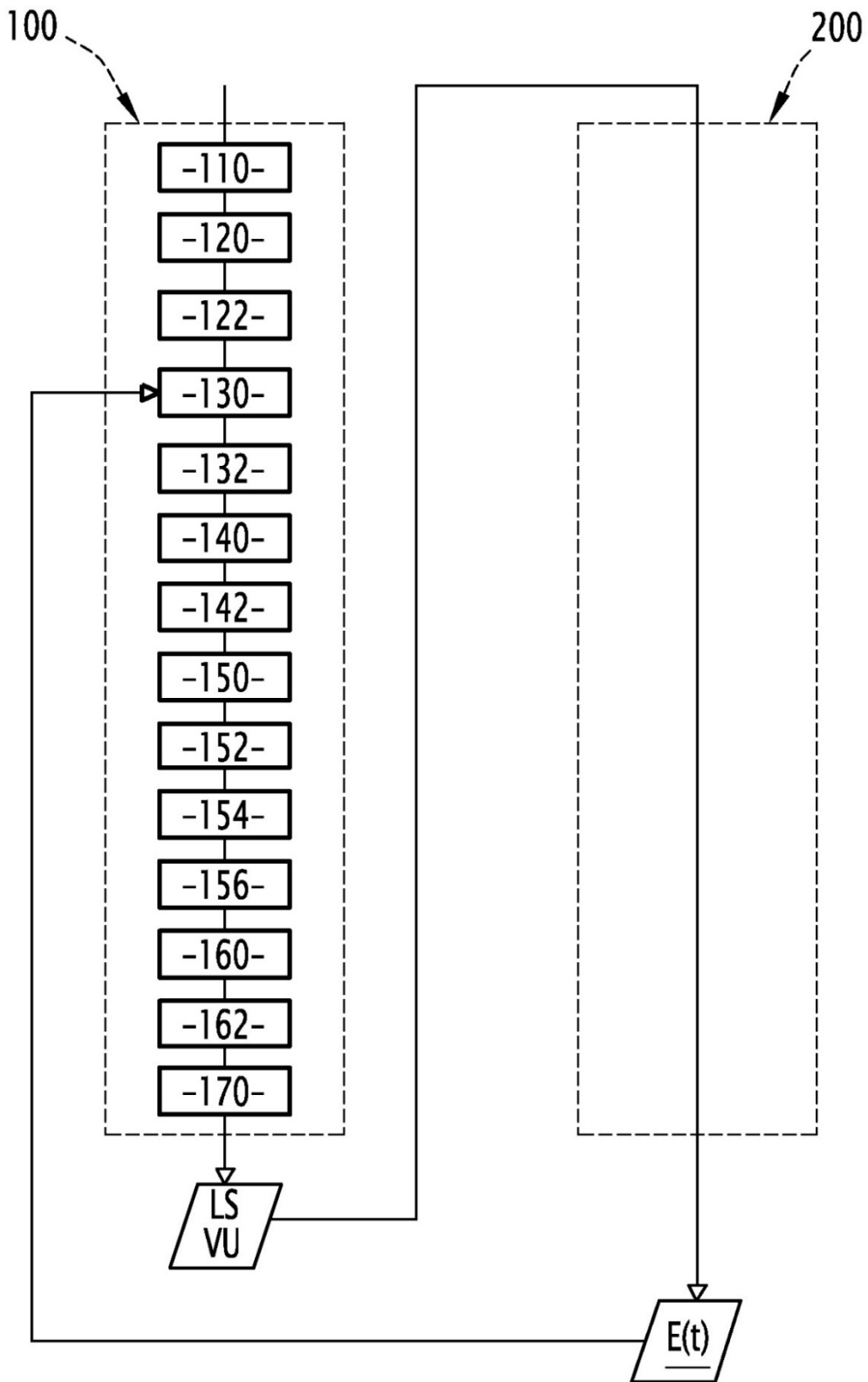


FIG.4