

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 616 310**

51 Int. Cl.:

G01S 19/08 (2010.01)

G01S 19/07 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.10.2011** **E 11184452 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.11.2016** **EP 2442137**

54 Título: **Sistema de aumento de la disponibilidad y de las prestaciones de un sistema de geolocalización por satélite**

30 Prioridad:

13.10.2010 FR 1004030

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

12.06.2017

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade
Nord
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**CALMETTES, THIBAUD;
MONNERAT, MICHEL y
KUBRAK, DAMIEN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 616 310 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

Sistema de aumento de la disponibilidad y de las prestaciones de un sistema de geolocalización por satélite

La presente invención tiene por objeto un sistema de aumento de la disponibilidad y de las prestaciones de un sistema de geolocalización por satélite.

- 5 Se refiere al ámbito de los sistemas de geolocalización y de posicionamiento por satélite, conocidos igualmente bajo el acrónimo anglosajón GNSS (“Global Navigation Satellite System”), por ejemplo los sistemas GPS o GALILEO, y más concretamente de los procedimientos de aumento y/o de asistencia para tales sistemas.

10 El aumento de los sistemas GNSS designa un procedimiento que permite mejorar la fiabilidad de tales sistemas, en particular su disponibilidad, su precisión y su integridad. Tal procedimiento se basa en la integración, en el cálculo del posicionamiento, de información externa que tratan sobre distintos tipos de errores que pueden influir en la señal GNSS. Estos errores tratan, por ejemplo, sobre una desincronización de los relojes del satélite y del receptor, sobre la información de posición de los satélites que sus efemérides proporciona o también sobre el retardo de propagación de la señal a través de la ionosfera (retardo ionosférico). Un ejemplo de sistema de aumento es el sistema europeo EGNOS, que utiliza una pluralidad de estaciones en tierra de posiciones conocidas, cada una en escucha permanente de las señales GNSS que los satélites emiten y realizando medidas sobre estas señales. A partir de las medidas realizadas, especialmente durante el tiempo de recepción de las señales, se transmite un mensaje a los usuarios, vía un satélite de retransmisión, para informarles sobre la integridad de la señal de posicionamiento que los satélites de geolocalización transmiten. Tal mensaje puede igualmente contener una corrección que se aplica a la medida realizada en la señal GNSS con vistas a determinar una información de posicionamiento. Esta corrección es, por ejemplo, una corrección temporal que se aplica al instante medido de recepción de la señal GNSS. La aplicación de esta corrección permitirá al usuario mejorar la precisión de su posicionamiento.

15 Así, tal sistema permite aumentar la disponibilidad del sistema de posicionamiento por satélite puesto que genera correcciones adaptadas que permiten aprovechar la señal GNSS incluso cuando hay errores que influyen en ella. Sin embargo en la práctica, cuando el error medido por las estaciones terrestres sobrepasa un umbral de funcionamiento nominal de la constelación GNSS, definido en las especificaciones del sistema GNSS, el mensaje transmitido indica simplemente al usuario que el satélite de posicionamiento correspondiente es inoperante y que conviene realizar su posicionamiento utilizando otros satélites de la constelación, véase otro modo de posicionamiento si la cobertura satelital ya no es suficiente.

20 El aumento de un sistema GNSS puede igualmente realizarse por otros medios de transmisión distintos de los medios satélites. En particular la información de corrección y/o de alerta se puede transmitir mediante una red de telefonía celular en caso de que el receptor GNSS consta igualmente de medios de recepción adaptados a tal red. Un ejemplo de este sistema es el sistema de asistencia para GPS conocido bajo el acrónimo A-GPS.

25 Durante el resto de la descripción se usará el término aumento para designar todos los sistemas que permiten mejorar la disponibilidad y la fiabilidad de un sistema de posicionamiento por satélite, ya sea que estos sistemas utilicen medios de transmisión por satélite o, más generalmente, medios de transmisión por vía radio o celular.

El aumento tiene pues dos funciones: por un lado alertar al usuario de un problema de funcionamiento de un satélite del sistema GNSS para que no lo utilice, y por otro proporcionar al usuario las correcciones que le permitan mejorar las medidas realizadas en un satélite del sistema GNSS en su ámbito de funcionamiento.

30 Por otra parte, se conoce el documento “Galileo Orbitography and synchronization processing facility (OSPF): preliminary design, Martin J R et al”. Éste describe un sistema OSPF (por sus siglas en inglés de “Orbit and Synchronization processing facility “Instalación de procesamiento de sincronización y orbitografía”) como parte del segmento terreno de un sistema GNSS de tipo Galileo. Sin embargo este documento no describe el modelo de comportamiento que integra parámetros tales como un modelo de distorsión de la función de correlación entre la señal transmitida por dicho satélite de navegación y una réplica perfecta del código de dispersión de dicha señal, o un modelo de distorsión de fragmentos de código que dicho satélite de navegación transmite a dicho receptor, o un modelo de distorsión de la fase de la señal que dicho satélite de navegación transmite a dicho receptor.

35 Se conoce igualmente la solicitud de patente americana US 2010/164800 que se refiere a un procedimiento de generación y de compresión de datos relativos a la órbita de un satélite. Este documento no describe un indicador de la diferencia entre un modelo de comportamiento de un satélite (por ejemplo un modelo relativo a la órbita del satélite) y el comportamiento real del satélite, siendo el objetivo del procedimiento descrito principalmente el de proporcionar un procedimiento de compresión de datos adaptado para reducir el tamaño de las efemérides que un satélite de geolocalización transmite en la vía de descarga.

40 Se conocen igualmente las solicitudes de patente americanas US 2004/088111 y US 2010/145616 que se refieren a un sistema híbrido de aumento basado en la combinación de un sistema GBAS (datos de aumento difundidos por medios de comunicación terrestres) y de un sistema SBAS (datos de aumento difundidos por medios satelitales) por una parte y de un procedimiento de estimación de modelos de órbitas a largo plazo utilizados como datos de

5 aumento por los sistemas GNSS por otra parte. Estos documentos desvelan la utilización de modelos de comportamiento pero no de modelos que integran parámetros tales como un modelo de distorsión de la función de correlación entre la señal que dicho satélite de navegación transmite y una réplica perfecta del código de dispersión de dicha señal, o un modelo de distorsión de fragmentos de código que dicho satélite de navegación transmite a dicho receptor, o un modelo de distorsión de la fase de la señal que dicho satélite de navegación transmite a dicho receptor.

10 La invención tiene especialmente por objetivo el de paliar las limitaciones de los sistemas de aumento y de asistencia existentes que permiten aumentar todavía más la disponibilidad y las prestaciones de los sistemas de posicionamiento por satélite. En particular si la señal GNSS que un satélite de geolocalización transmite y que un receptor recibe se modifica de manera que ya no es conforme a las especificaciones del sistema GNSS, la presente invención tiene la finalidad de evitar la indisponibilidad de dicho satélite y la de mantener su utilización para el cálculo de posicionamiento del receptor.

Este objetivo se alcanza en concreto permitiendo al usuario aprovechar las métricas de asistencia o de aumento incluso en el caso de que un satélite presente un funcionamiento diferente de su funcionamiento nominal.

15 La invención tiene por objeto un sistema de aumento de las prestaciones de un sistema de geolocalización por satélite que se compone de al menos un satélite y de al menos un receptor de posicionamiento y que un ámbito de funcionamiento nominal define, constando dicho sistema de aumento de al menos un sistema de medidas de las señales que dicho sistema de geolocalización emite, un centro de procesamiento que recibe las medidas que el sistema de medidas transmite y que produce mensajes de corrección de anomalías o de alerta sobre la
20 indisponibilidad de dicho sistema de geolocalización con destino a dichos receptores, de los medios de difusión terrestres o satelitales de dichos mensajes de corrección o de alerta hacia dichos receptores, estando dicho sistema de aumento caracterizado porque los mensajes de corrección o de alerta contienen al menos:

- un modelo de comportamiento de al menos uno de los satélites de dicho sistema de geolocalización que integran nuevos parámetros que permiten aumentar el ámbito de funcionamiento de dicho sistema y
- un indicador de la diferencia entre dicho modelo y el comportamiento real de dicho satélite de geolocalización, de manera que permite al receptor continuar utilizando dicho satélite de geolocalización para determinar su posición, con ayuda del modelo de comportamiento, y fuera del ámbito de funcionamiento nominal del sistema de geolocalización,
- estando dichos parámetros del modelo de comportamiento constituidos por al menos:
 - un modelo de distorsión de los fragmentos de código que dicho satélite de navegación transmite a dicho receptor, o
 - un modelo de distorsión de la fase de la señal que dicho satélite de navegación transmite a dicho receptor.

35 En una variante de realización de la invención, los modelos de distorsión se obtienen por una descomposición en serie de Lagrange, de Fourier, de Tchebychev o de Taylor de la diferencia entre la forma nominal de la señal y la forma real de la señal.

En una variante de realización de la invención, dichos receptores de posicionamiento están adaptados para corregir las medidas de posicionamiento efectuadas sobre las señales que dichos satélites de geolocalización reciben, determinándose dichas correcciones a partir del modelo de comportamiento y/o del indicador.

40 En una variante de realización de la invención, el indicador corresponde a una información sobre el estado de disponibilidad del sistema de geolocalización.

En una variante de realización de la invención, el indicador corresponde a una información acerca de la calidad y/o de la fiabilidad de dicho satélite de geolocalización.

En una variante de realización de la invención, el modelo de comportamiento está constituido por efemérides de dichos satélites de navegación. □

45 En una variante de realización de la invención, el modelo de comportamiento es idéntico al modelo de comportamiento usual del sistema de geolocalización pero utiliza períodos de refresco más cortos.

50 La invención tiene igualmente por objeto un receptor de posicionamiento por satélite que consta de medios para recibir una pluralidad de señales de geolocalización transmitidas por una pluralidad de satélites de un sistema de geolocalización caracterizado porque consta además de medios adaptados para recibir mensajes de corrección y/o de alerta generados por el sistema de aumento según la invención, y medios adaptados para tener en cuenta los indicadores que dichos mensajes contienen para determinar qué satélites de dicho sistema de geolocalización están disponibles y/o para corregir su posicionamiento.

Otras características y ventajas de la invención aparecerán con ayuda de la descripción que sigue, haciendo referencia a la única figura 1, que es un esquema del sistema según la invención.

La señal GNSS que un satélite de geolocalización emite en dirección de un receptor de posicionamiento debe ser conforme a cierto número de especificaciones para que este receptor identifique y utilice esta señal para calcular su posición. En diversos casos hipotéticos, esta señal ya no es conforme con las especificaciones del sistema de posicionamiento. Se alerta entonces al receptor, mediante un sistema de asistencia, de esta no-conformidad y después se debe realizar una nueva búsqueda en otro satélite operativo para poder determinar su posicionamiento. Ejemplos de tales casos hipotéticos se describen a continuación.

Un caso clásico de indisponibilidad del sistema de posicionamiento por satélite se refiere al caso de una maniobra de órbita. En tal caso, el satélite sigue emitiendo pero debe alertar al receptor de que es inutilizable mediante el envío de un mensaje que contiene su estado (utilizable o no). Durante su funcionamiento nominal, el satélite de geolocalización transmite periódicamente al receptor las efemérides que permiten determinar su posición durante una duración de tiempo dada, normalmente de aproximadamente dos horas. Durante este plazo, la posición del satélite se puede determinar a partir de las efemérides y del modelo de variación de la posición del satélite sobre su órbita establecida según sus parámetros orbitales. Durante una maniobra, el satélite efectúa desplazamientos que ya no corresponden a este modelo. El receptor no puede pues determinar la posición exacta del satélite necesaria para el cálculo de su posicionamiento. Para paliar este problema, es necesario proporcionar al receptor efemérides válidas durante un plazo más corto, por ejemplo diez minutos, y actualizar las efemérides a un ritmo más rápido que en el caso nominal. En caso de que se conozca la fecha de maniobra, es posible proporcionar igualmente una estructura única que contenga la efeméride antes de la maniobra, la efeméride durante la maniobra y la efeméride después de la maniobra, así como la información de fecha de validez y de precisión asociadas. Otra anomalía que influye en el sistema de posicionamiento por satélite atañe a los saltos de reloj a bordo del satélite. Los fenómenos de salto de reloj, sustancialmente periódicos, afectan al reloj atómico, lo que puede provocar errores en la datación de la señal. Cuando se produce un salto de reloj, el satélite debe transmitir una alerta al receptor informándole de su indisponibilidad durante un período de tiempo dado que corresponde al tiempo necesario para que el reloj se estabilice. Para determinar su posicionamiento, el receptor efectúa concretamente una estimación de la deriva temporal entre el reloj atómico a bordo del satélite y su reloj interno. Esta estimación se extrapola a un período de tiempo dado según un modelo, casi siempre una recta o una parábola, a partir de un punto de medida. Después de un salto de reloj, el modelo utilizado por el receptor ya no es válido pues se modifica la deriva del reloj atómico. Para poder seguir aprovechando la señal que el satélite emite después de un salto de reloj, es necesario proporcionar al receptor un modelo correcto de la variación de la deriva del reloj. Por ejemplo, tal modelo puede adoptar la forma de dos segmentos de recta y de una fecha de separación de la validez de cada una de estas rectas. Cualquier otro modelo que permita determinar, con una precisión dada, la variación temporal de la deriva del reloj es compatible con la invención.

Un tercer caso de indisponibilidad del sistema GNSS se refiere a las deformaciones de la estructura de la señal que un satélite de geolocalización emite. Este es especialmente el caso cuando el emisor a bordo del satélite presenta imperfecciones. Estas deformaciones pueden adoptar la forma de ondulaciones, conocidas por el término inglés "ripple" o incidir en el índice de modulación de la señal, es decir, la amplitud de la variación de un bit. Estas deformaciones pueden igualmente generar una variación de los tiempos de subida y descarga de los bits, lo que aparece, para el receptor, como una inestabilidad del ritmo bit. Estas variaciones pueden ser estáticas en todos los chips sucesivos, o únicamente estáticas en todos los bits de un mismo chip, o variables de un bit a otro.

Una señal GNSS deformada o más generalmente que sufra anomalías que la convierten en no conforme a las especificaciones del sistema se designa comúnmente con el término anglosajón "evil waveform". Esta señal no es aprovechable como tal, pero puede llegar a serlo si las correcciones adaptadas se proporcionan al receptor.

Con el fin de aumentar la disponibilidad de un sistema de posicionamiento por satélite, la presente invención tiene especialmente como fin el de proporcionar los medios al receptor para corregir las imperfecciones de la señal o las anomalías que influyen en las medidas de la información de posicionamiento. Estos medios adoptan especialmente la forma de modelos que permiten estimar los parámetros necesarios para el cálculo del posicionamiento del receptor incluso cuando la señal ya no es conforme a las especificaciones y que el satélite de geolocalización no está por tanto en funcionamiento nominal.

La figura 1 representa un esquema del sistema de asistencia a la localización de un equipo según la invención. Un sistema de geolocalización 1 que consta de varios satélites transmite una señal de navegación hacia el suelo que por un lado recibe un receptor 2 de posicionamiento y por otro lado un sistema 3 de medida. Tal sistema de medida está constituido por varias estaciones terrestres encargadas de efectuar medidas sobre la señal de posicionamiento con el fin de detectar errores o anomalías que generan una no-conformidad a las especificaciones. Las medidas efectuadas se transmiten a un centro de procesamiento 4 que determina las correcciones a aplicar a la información de posicionamiento y/o de las alertas y las transmite al receptor 2 por medios de transmisión 5 por radio o celular o por medios de transmisión por satélite 6. El receptor recibe estas correcciones y las tiene en cuenta para determinar su posicionamiento. Cuando la señal transmitida falla o cuando uno de los satélites de geolocalización 1 es inoperante, especialmente por las razones ya citadas, un mensaje de alerta se transmite al receptor 2 para indicarle que este satélite 1 no está disponible. En tal caso, debe realizar una nueva búsqueda de otro satélite de geolocalización, incluso recurrir a otro sistema de geolocalización si fuera necesario. Gracias al sistema según la invención, el receptor 2 recibe un mensaje, enviado por el centro de procesamiento 4, que contiene unos modelos de comportamiento de los satélites, por ejemplo, efemérides, así como un indicador que señala la diferencia entre el

modelo y el comportamiento real del satélite. El receptor 2 puede entonces determinar qué satélites están disponibles a partir de la información contenida en el mensaje que el centro de procesamiento 4 ha transmitido. El receptor 2 puede igualmente corregir las medidas de posicionamiento que ha efectuado a partir de las correcciones recibidas. Se designa con el término sistema de aumento al conjunto constituido por receptores de medida 3, del centro de procesamiento 4 y de los medios de transmisión 5, 6.

Las correcciones que el centro de procesamiento 4 determina son de varios tipos.

En el caso de que un error influya en la posición del satélite de geolocalización 1, por ejemplo durante una maniobra del satélite, las correcciones adaptadas se determinan a partir de efemérides de corta validez, o de efemérides completadas por parámetros orbitales suplementarios. Por ejemplo, el modelo de efemérides de un satélite permite su posicionamiento con una precisión de un metro. Si un satélite efectúa una maniobra de órbita, varios ejemplos de modelización de su comportamiento en el transcurso de esta maniobra son posibles. El primer ejemplo de modelización (A) consiste en conservar el modelo de efemérides clásico con el mismo período de validez de dos horas, en este caso, la precisión del posicionamiento del satélite será aproximadamente de algunos kilómetros. El segundo ejemplo de modelización (B) consiste en conservar el modelo de efemérides clásico con un período de validez de un minuto para que la precisión del posicionamiento del satélite siga siendo de un metro. Un tercer ejemplo de modelización (C) consiste en conservar el modelo de efemérides clásico con un período de validez de quince minutos para que la precisión del posicionamiento del satélite sea de media de aproximadamente diez metros.

Otro ejemplo de modelización (D) consiste en el suministro de tres modelos de efemérides clásicos, válidos respectivamente antes, durante y después de la medida, y asociados a las fechas de inicio y fin de maniobra.

Un último ejemplo de modelización (E) consiste en proporcionar las efemérides iniciales, y las características de la maniobra, por ejemplo la fecha, la dirección y la amplitud de empuje, así como, eventualmente, el modelo de efemérides clásico después de la maniobra.

La solución (B) es la óptima, pero implica la difusión de volúmenes de datos de asistencia mucho más importantes. En el caso de las soluciones (A) y (C), en la medida en que el rendimiento del sistema de posicionamiento se degrada con respecto a su funcionamiento nominal, un sistema de aumento clásico debería declarar este satélite inutilizable. Sin embargo, en el caso (C), se aprecia que el error cometido de media solo perturba débilmente el posicionamiento, lo que es aceptable para la mayoría de las aplicaciones, y que además, siendo este error un error de media, éste es mínimo. La solución (E) es ventajosa en términos de volumen de datos, pero implica un mayor número de cálculos para el receptor.

Otros tipos de error que influyen en la señal de radionavegación son modelizables y corregibles gracias al sistema de aumento según la invención. En caso de que el error influya directamente en la señal transmitida (caso de las "evil waveform" anteriormente mencionadas), se proporcionan modelos que permiten corregir la desviación y la ondulación de fase de la señal.

En el primer caso, los modelos consisten en un conjunto de parámetros que permiten caracterizar la forma de la distorsión de fase de la señal, es decir, la diferencia entre la fase de la señal efectivamente recibida y la fase nominal, es decir de la señal esperada. Esta caracterización se puede obtener, según la precisión deseada, mediante modelos adaptados, basados por ejemplo en descomposiciones de Lagrange, de Fourier, de Taylor o de Tchebychev. A partir de esta información, el receptor puede corregir la fase de las réplicas de señal GNSS que genera para realizar la correlación entre la señal recibida y la réplica local, que constituye la base del procedimiento de localización GNSS. De manera análoga, el código de dispersión de la señal también se puede corregir a partir de modelos similares.

En una variante, los modelos transmitidos al receptor contienen directamente la réplica de la señal a aplicar, o la diferencia entre la réplica a aplicar y la réplica nominal, bajo la forma de una señal muestreada real o compleja. Esta variante conlleva un mayor volumen de datos a transmitir, pero le permite garantizar una precisión fija sea cuál sea la deformación observada de la señal, mientras que para la primera solución la precisión depende de la deformación y del orden de descomposición considerado, de manera que precisión, deformación y volumen de datos están vinculados.

El sistema según la invención permite igualmente aprovechar los modelos de distorsión de los fragmentos de código que el satélite de navegación transmite al receptor o de los modelos de distorsión de la fase de la señal que el satélite de navegación transmite al receptor siguiendo los mismos modelos que los descritos anteriormente para la fase de la señal, es decir, o modelos de distorsión o bien una réplica o una corrección de réplica bruta.

Los modelos que permiten corregir errores del tipo "evil waveform" descritos anteriormente se proporcionan a los receptores de radionavegación según las mismas situaciones que las descritas para los errores vinculados a las maniobras del satélite.

Precisamente, estos modelos se pueden proporcionar con un período de refresco fijo, privilegiando ya sea un débil volumen de datos en detrimento de la precisión con un período elevado, o una gran precisión con un período corto

pero con un mayor volumen de datos.

Como alternativa, la provisión de los modelos se puede hacer con un período de validez especificado.

Como alternativa, se pueden transmitir modelos de corrección no genéricos al receptor, que los aprovecha para transformarlos en modelos genéricos.

- 5 Más concretamente se denota $X(i)$ el modelo de corrección proporcionado al receptor en un momento dado y válido durante un período de tiempo i especificado. Este modelo X cambia de un período de validez (i) al siguiente período $(i+1)$. El sistema según la invención puede proporcionar la lista de modelos $X(i)$ para cada nuevo período i .
 El sistema según la invención también puede proporcionar el modelo $X(0)$ válido durante el primer período inicial y la lista de las diferencias $V(i) = X(i) - X(i-1)$ entre el modelo válido para el período $i-1$ y el válido para el período i de manera que el receptor puede recuperar los valores del modelo $X(i)$ durante el período i añadiendo la diferencia $V(i)$ proporcionada al modelo válido durante el período anterior $i-1$:

$$X(i) = X(i-1) + V(i).$$

- 15 En una variante, el sistema según la invención también puede producir un modelo más general, por ejemplo un modelo parabólico definido por tres parámetros (Y_0, Y_1, Y_2) , de manera que el receptor recupera los valores del modelo $X(i)$ durante el período i con ayuda de una interpolación parabólica dada por ejemplo por la fórmula

$$X(i) = Y_0 + i * Y_1 + i^2 * Y_2.$$

- Además de las correcciones adaptadas, el centro de control 4 puede proporcionar una nota de calidad y de fiabilidad del o de los modelos de correcciones proporcionados. Indicando en el mensaje que el sistema de aumento transmite una nota de calidad de modelización en lugar de un estado sobre la disponibilidad de los satélites, esto permite al usuario determinar si puede o no usar el satélite, en función de la criticidad de su aplicación y de las soluciones alternativas de las que dispone (otro satélite disponible, otro medio de posicionamiento,...).

- La presente invención presenta la ventaja principal de aumentar significativamente la disponibilidad de un sistema de geolocalización por satélite. En efecto, los modelos según la invención se pueden aplicar indiferentemente en el caso en que el ámbito de funcionamiento del satélite GNSS esté todavía dentro de las tolerancias especificadas (ámbito nominal) y en el caso en que el ámbito de funcionamiento del satélite GNSS salga de las tolerancias especificadas.

- Los sistemas de aumento conocidos permiten limitar el ámbito de utilización de un sistema de geolocalización a su ámbito nominal. Más concretamente, permiten a un receptor limitar el aprovechamiento de señales de radionavegación GNSS a los casos nominales, es decir, conformes a las especificaciones del sistema. Así, un sistema de aumento permite impedir la utilización de señales de radionavegación no conformes, pues están salpicados de errores cuyas causas son diversas, lo que conduciría a producir información de geolocalización incorrecta. En ciertos casos, los sistemas de aumento restringen incluso el ámbito nominal a un ámbito subordinado dado que las falsas alarmas, es decir en los casos en los en que el sistema de aumento estima que la señal de radionavegación no es conforme a las especificaciones aunque en realidad lo es, pueden intervenir. El ámbito nominal se restringe igualmente pues existen períodos de guardado antes y después de cada acontecimiento que causa la indisponibilidad de un satélite, por ejemplo antes y después de cada maniobra del satélite. Durante estos períodos de guardado, un sistema de aumento conocido detecta una indisponibilidad del sistema GNSS aunque en realidad no lo está. En resumen, los sistemas de aumento conocidos tienen como objetivo primero el de garantizar que el sistema de posicionamiento GNSS funcione en su ámbito nominal, es decir conforme a sus especificaciones. Se habla entonces de sistema de posicionamiento aumentado para designar el conjunto compuesto por el sistema de posicionamiento por satélite y el sistema de aumento.

- Al contrario que los sistemas de aumento conocidos, el sistema según la invención permite mantener el sistema de posicionamiento por satélite aumentado disponible mientras el sistema de aumento en sí mismo esté disponible y mientras las diferencias del sistema de posicionamiento en su funcionamiento nominal sean modelizables. Una ventaja importante del sistema de aumento según la invención es la de garantizar que el sistema de posicionamiento por satélite sea aprovechable en el ámbito de funcionamiento modelizado por el sistema de aumento según la invención, siendo este ámbito de funcionamiento que el sistema de aumento modeliza superior al ámbito de funcionamiento nominal del sistema GNSS.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de aumento de las prestaciones de un sistema de geolocalización (1) por satélite compuesto al menos por un satélite y al menos por un receptor (2) de posicionamiento y definido por un ámbito de funcionamiento nominal, constando dicho sistema de aumento al menos de un sistema de medidas (3) de las señales emitidas por dicho sistema de geolocalización, un centro de procesamiento (4) que recibe las medidas transmitidas por el sistema de medidas (3) y que produce mensajes de corrección de anomalías o de alerta sobre la indisponibilidad de dicho sistema de geolocalización con destino a dichos receptores (2), unos medios de difusión terrestres (5) o satelitales (6) de dichos mensajes de corrección o de alerta hacia dichos receptores (2), estando dicho sistema de aumento **caracterizado porque** los mensajes de corrección o de alerta contienen al menos:
- un modelo de comportamiento (X) de al menos uno de los satélites de dicho sistema de geolocalización (1) que integra nuevos parámetros que permiten aumentar el ámbito de funcionamiento de dicho sistema (1) y
 - un indicador de la diferencia entre dicho modelo y el comportamiento real de dicho satélite de geolocalización, de manera que permite al receptor (2) continuar utilizando dicho satélite de geolocalización para determinar su posición, con ayuda del modelo de comportamiento, y fuera del ámbito de funcionamiento nominal del sistema de geolocalización (1),
 - estando dichos parámetros del modelo de comportamiento constituidos al menos por:
 - un modelo de distorsión de fragmentos de código transmitidos por dicho satélite de navegación a dicho receptor (2), o
 - un modelo de distorsión de la fase de la señal transmitida por dicho satélite de navegación a dicho receptor (2).
2. Sistema según la reivindicación 1 **caracterizado porque** los modelos de distorsión son obtenidos por una descomposición en serie de Lagrange, de Fourier, de Tchebychev o de Taylor de la diferencia entre la forma nominal de la señal y la forma real de la señal.
3. Sistema según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** dichos receptores (2) de posicionamiento están adaptados para corregir las medidas de posicionamiento efectuadas sobre las señales recibidas por dichos satélites de geolocalización, estando dichas correcciones determinadas a partir del modelo de comportamiento y/o del indicador.
4. Sistema según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** el indicador corresponde a una información de estado de disponibilidad del sistema de geolocalización (1).
5. Sistema según una de las reivindicaciones 1, 2 o 3 **caracterizado porque** el indicador corresponde a una información de calidad y/o de fiabilidad de dicho satélite de geolocalización.
6. Sistema según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** el modelo de comportamiento (X) está constituido por efemérides de dichos satélites de navegación.
7. Sistema según una de las reivindicaciones anteriores **caracterizado porque** el modelo de comportamiento (X) es idéntico al modelo de comportamiento usual del sistema de geolocalización (1) pero utiliza períodos de refresco más cortos.
8. Receptor (2) de posicionamiento por satélite que consta de medios para recibir una pluralidad de señales de geolocalización transmitidas por una pluralidad de satélites de un sistema de geolocalización (1) **caracterizado porque** consta además de medios adaptados para recibir mensajes de corrección y/o de alerta generados por el sistema de aumento según una de las reivindicaciones 1 a 7 y medios adaptados para tener en cuenta los indicadores contenidos en dichos mensajes para determinar qué satélites de dicho sistema de geolocalización (1) están disponibles y/o para corregir su posicionamiento.

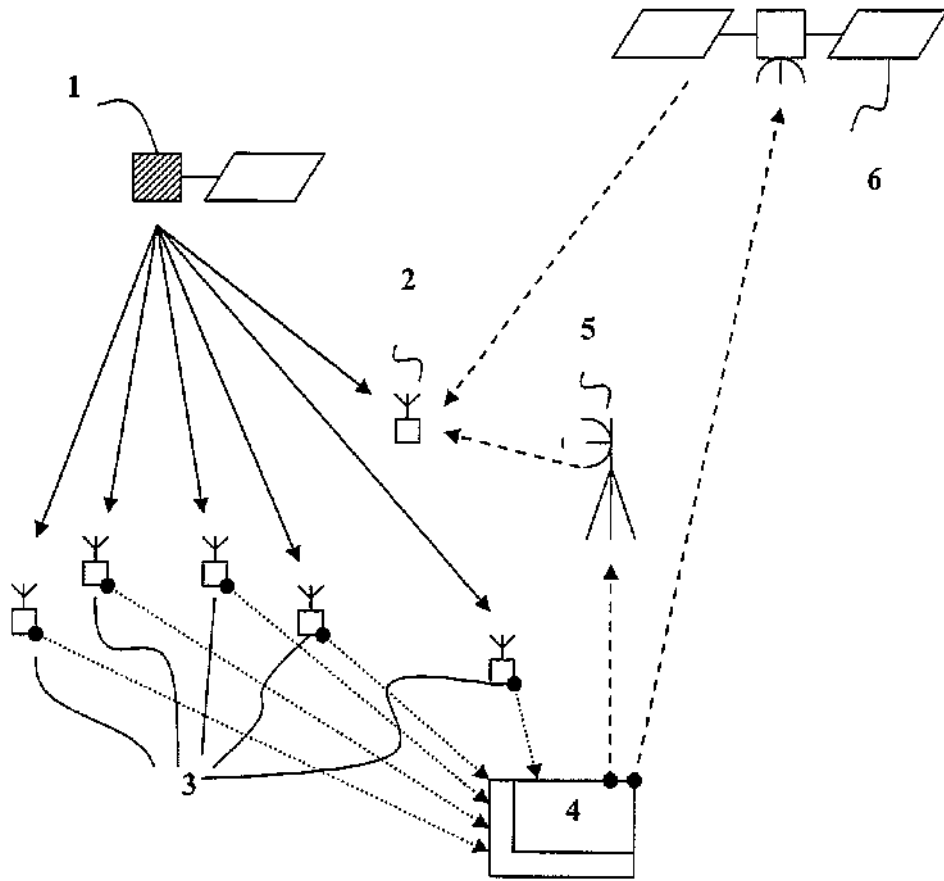


FIG.1