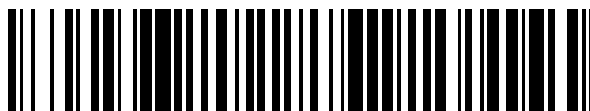


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 601 078**

51 Int. Cl.:

**G01S 19/08** (2010.01)

**G01S 19/20** (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.11.2014** **E 14194336 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.08.2016** **EP 2876462**

54 Título: **Sistema y procedimiento de determinación del error de posición de un receptor de localización satelital**

30 Prioridad:

**22.11.2013 FR 1302697**

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

**14.02.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**VAN DEN BOSSCHE, MATHIAS**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 601 078 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 y procedimiento de determinación del error de posición de un receptor de localización satelital

5 La invención se refiere al campo de la localización satelital. En particular, se refiere a la determinación de un error de posicionamiento que realiza un receptor utilizando un sistema de localización satelital. Estos sistemas se implementan, por ejemplo, en los sistemas de mejora de la precisión de la localización proporcionada por el sistema GPS (acrónimo inglés de "Global Positioning System" o sistema de localización mundial en francés). Estos sistemas también se denominan sistemas de refuerzo de la localización. También se conocen por el acrónimo inglés de SBAS para "Satellite-Based Augmentation Systems". Igualmente, se conoce un sistema conocido por el acrónimo inglés EGNOS para "European Geostationary Navigation Overlay Service" o Servicio Europeo de Navegación por Complemento Geoestacionario como sistema de refuerzo del GPS.

10 El conocimiento de este error de posicionamiento del receptor permite determinar un volumen para el que la probabilidad de presencia del receptor es superior a un umbral fijado por un estándar. De esta manera, el conocimiento de este volumen permite, por ejemplo, determinar la distancia mínima a la que dos aeronaves no deben aproximarse. El conocimiento de esta información es necesario en particular para los servicios de integridad. Se llama servicio de integridad la capacidad de un sistema de proporcionar una alarma al piloto cuando el sistema de navegación ya no puede utilizarse con el rendimiento requerido en cuanto a riesgos para el usuario.

Estos sistemas de determinación de error son utilizables, por ejemplo, en aeronaves, pero igualmente en vehículos terrestres o navíos.

20 Se conocen en el estado de la técnica unos sistemas en los que se envían a los diferentes receptores unas informaciones representativas de las posiciones de los satélites y unos tiempos de travesía de la ionosfera así como unas informaciones representativas del error sobre estas posiciones y estos tiempos de travesía. El conocimiento de estas informaciones permite determinar el error de posición del receptor, también se habla de integridad de la posición del objeto localizado por el receptor.

25 Se conoce en el estado de la técnica que las informaciones representativas de los errores sean unas desviaciones tipos marginales ( $\sigma_i$ ) de las distribuciones de los errores cometidos. De esta manera, la distribución de los errores se modeliza mediante una ley gaussiana centrada de la forma  $N(0, \sigma_i^2)$ . Sin embargo, la modelización de la distribución de los errores en forma de una ley gaussiana centrada es demasiado vaga y lleva a tener que tomar un margen de seguridad, que en algunos casos es demasiado importante. Este es el caso en particular cuando la combinación de las desviaciones tipos marginales ( $\sigma_i$ ), del error de posición de cada satélite utilizado, debe ser escasa para permitir una precisión suficiente para la realización de las maniobras a ejecutar. En unos casos de este tipo, el margen, tomado para cubrir la no adaptación de un modelo basado en unas gaussianas centradas, hace que el servicio no esté disponible demasiado a menudo. Además, se ha podido mostrar que la utilización de gaussianas centradas solo es correcta desde el punto de vista matemático, si se puede hacer la hipótesis de que los errores se distribuyen de forma unimodal y simétrica, que no se garantiza de forma general.

35 La presente invención tiene por objeto remediar estos problemas proponiendo un sistema de determinación del error de posición de un receptor cuya precisión está aumentada con respecto a la precisión de los sistemas basados en el intercambio de las desviaciones tipos marginales de la distribución del error sobre la posición de los satélites.

40 Se propone, según un aspecto de la invención, un sistema de determinación de una distribución de un error de posición de un receptor de señales de localización. Siendo enviadas las señales por al menos un satélite. El sistema incluye:

- el receptor cuya una posición se denomina primera posición y está afectada por un error, denominado primer error, que presenta una distribución, denominada primera distribución;
- un primer dispositivo de determinación de al menos una posición del o de cada o de al menos un satélite, denominada segunda posición,
- 45 • un dispositivo de transmisión de la o de cada o de al menos una segunda posición del primer dispositivo de determinación hacia el receptor.

El sistema está caracterizado porque

- la primera distribución se define mediante al menos un primer cumulante, de orden superior a 2,
- 50 • el primer dispositivo está, además, adaptado para la determinación de al menos un segundo cumulante, de orden superior a 2, representativo de una segunda distribución de un segundo error sobre la segunda posición,
- el dispositivo de transmisión está, además, adaptado para la transmisión del o de cada o de al menos un segundo cumulante del primer dispositivo de determinación hacia el receptor,
- y porque el receptor incluye:
  - un segundo dispositivo de determinación del o de cada o de al menos un primer cumulante, a partir de la
  - 55 segunda posición, del segundo cumulante y de un modelo de determinación de la primera posición del receptor a partir de distancias entre el receptor y el o los satélites y

- o un tercer dispositivo de determinación de la primera distribución, a partir de dicho primer cumulante.

Los primeros y segundos cumulantes de orden superior a dos también pueden nombrarse con la expresión juego de cumulantes o conjunto de cumulantes.

Los cumulantes  $k_n$  de la variable aleatoria  $X$  se definen mediante la función generatriz de los cumulantes  $g(t)$ :

$$g(t) = \ln(\langle e^{ixt} \rangle_X) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(it)^n}{n!} k_n$$

5

En esta ecuación  $\langle \rangle_X$  representa la esperanza matemática de la variable aleatoria  $X$  y  $k_n$  el cumulante de orden  $n$ .

Por lo tanto, el sistema permite la transmisión a los receptores de señales satelitales de una información representativa de la distribución del error de posición de los satélites. Además, la utilización de esta información permite determinar el error de posicionamiento que realiza el receptor utilizando el sistema de localización satelital.

10 Además, la utilización de los cumulantes permite transmitir a los usuarios una información representativa de la distribución del error de la posición del satélite que es más fiel que en el caso de los sistemas conocidos en el estado de la técnica. Entonces, la utilización de estos cumulantes evita tener que tomar tantos márgenes en la posición y esto por dos razones.

15 - Permite describir más finamente las distribuciones de error de posicionamiento/sincronización de las fuentes de señal de posicionamiento y por este hecho permite mejorar la precisión de la información de localización calculada por el receptor. La zona de tolerancia en el riesgo de integridad puede ser más pequeña que en las soluciones actuales.

20 - Permite no tener que hacer una hipótesis cuya base matemática es falsa y que consiste en modelizar los errores cometidos para la posición de cada satélite mediante una combinación de gaussianas centradas  $N(0, \sigma_i^2)$ , mientras que la distribución no es unimodal o simétrica.

En otras palabras, la forma de la distribución permitida por la invención es mucho más precisa que una distribución Gaussiana centrada. Sin embargo, esta forma genérica puede describirse mediante algunos parámetros solamente, los cumulantes. Por lo tanto, se está en condiciones de transmitir una información mucho más fina sobre la distribución de probabilidad de los segundos errores de posicionamiento de los satélites.

25 Entonces, esta información precisa permite modelizar los primeros errores de posición del receptor de la forma más fiel posible. De esta manera, no es necesario tomar unos márgenes de seguridad importantes para asegurar la fiabilidad y es posible utilizar el sistema de localización para la realización de maniobras en las que la exigencia de precisión es importante.

30 Según una característica técnica el segundo dispositivo de determinación está adaptado para aplicar el modelo al o a los segundos cumulantes.

Según una característica técnica el primer dispositivo de determinación está, además, adaptado para determinar los segundos cumulantes de orden 1 a 5 y en el que el segundo dispositivo de determinación está, además, adaptado para determinar los primeros cumulantes de orden 1 a 5.

35 Cuantos más cumulantes hay más precisa va a ser la modelización, pero son más complicados de medir experimentalmente.

Según una característica técnica el tercer dispositivo están adaptados, además, para utilizar un desarrollo de Edgeworth.

40 La invención también se refiere a un procedimiento de determinación de una distribución de un error de posición de un receptor de señales de localización, siendo enviadas las señales por al menos un satélite. El procedimiento incluye:

- una etapa de recepción, por un receptor, de las señales de localización satelital, denominándose una posición del receptor primera posición y está afectada por un error, denominado primer error, que presenta una distribución, denominada primera distribución,
- una primera etapa de determinación, por un primer dispositivo de determinación, de al menos una posición del o de cada o de al menos un satélite, denominadas segundas posiciones,
- una etapa de transmisión, por un dispositivo de transmisión, de la o de cada o de al menos una segunda posición del primer dispositivo de determinación hacia el receptor, El procedimiento está caracterizado porque

- la primera distribución se define mediante al menos un primer cumulante, de orden superior a 2,
- la primera etapa de determinación está, además, adaptada para la determinación de al menos un segundo cumulante, de orden superior a 2, representativo de una segunda distribución de un segundo error sobre la segunda posición,
- 5 • la etapa de transmisión está, además, adaptada para la transmisión del o de cada o de al menos un segundo cumulante, asociado a dicha segunda posición del primer dispositivo de determinación hacia el receptor,
- además, el procedimiento incluye:
  - una segunda etapa de determinación, por un segundo dispositivo de determinación de dicho receptor, del o de cada o de al menos un primer cumulante, a partir de la segunda posición, del segundo cumulante y de un
  - 10 modelo de determinación de la primera posición del receptor a partir de distancias entre el receptor y el o los satélites y
  - una tercera etapa de determinación por un tercer dispositivo de determinación del receptor, de la primera distribución, a partir del primer cumulante.

15 Según una característica técnica la segunda etapa de determinación está adaptada para aplicar el modelo al o a los segundos cumulantes.

Según una característica técnica la primera etapa de determinación de determinación está, además, adaptada para determinar los segundos cumulantes de orden 1 a 5 y en el que la segunda etapa de determinación está, además, adaptada para determinar los primeros cumulantes de orden 1 a 5.

20 Según una característica técnica la tercera etapa de determinación está adaptada, además, para utilizar un desarrollo de Edgeworth.

La invención se comprenderá mejor y otras ventajas se mostrarán tras la lectura de la descripción detallada, hecha a título de ejemplo no limitativo. Esta descripción detallada se realiza con la ayuda de las siguientes figuras:

la figura 1 presenta un primer modo de realización del sistema presentado en esta invención.

25 La figura 1 presenta el sistema que incluye una satélite 101 y un receptor 102 de señales satelitales. El sistema permite que el receptor determine la distribución de un primer error asociado a una primera posición del receptor. Esta primera distribución del primer error se modeliza mediante al menos un primer conjunto de cumulantes de orden superior a dos.

30 El sistema permite, con el fin de realizar esta determinación, la transmisión (a través de un dispositivo 103 de transmisión) de segundos cumulantes que representan una segunda distribución que representa un segundo error asociado a la segunda posición de un satélite. La determinación de estos elementos se realiza mediante un primer dispositivo 104 de determinación.

Los primeros cumulantes se determinan por el receptor mediante la utilización de un segundo dispositivo 105 de determinación.

35 Finalmente, un tercer dispositivo 106 permite la determinación de la primera distribución, a partir de los primeros cumulantes.

Esta modelización se basa en la utilización del desarrollo de Edgeworth de la densidad de probabilidad del error asociado a la posición de un satélite.

Los cumulantes de una variable aleatoria  $X$  distribuida según una densidad de probabilidad  $f$  (se anota  $X \sim f$ ), se determinan introduciendo la función  $\varphi(t) = \langle e^{itX} \rangle_X$ .

- 40 •  $e$  representa la función exponencial
- $\langle \rangle_X$  representa la media sobre los valores de  $X$
- siendo  $i$  la unidad imaginaria ( $i^2 = -1$ ).

Se señala que el desarrollo de esta función, en función de las potencias del exponente, es una serie que hace que intervengan los momentos de orden  $n$  de  $f$ :  $\mu_n = \langle X^n \rangle$ .

$$\varphi(t) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(it)^n}{n!} \mu_n$$

45 También es posible efectuar el desarrollo de la función  $\ln(\langle e^{itX} \rangle_X)$ , entonces se obtiene un conjunto de coeficientes  $k_n$ , que se definen de la siguiente manera:

$$\ln(\langle e^{ixt} \rangle_X) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(it)^n}{n!} \kappa_n$$

Cada  $\kappa_n$  definido de esta manera es el cumulante de orden  $n$  de la distribución  $f$ . Los dos primeros cumulantes son la media y la varianza de la distribución.

Además, si  $X$  e  $Y$  son dos variables aleatorias distribuidas según  $f$  y  $g$  respectivamente, y cuyos cumulantes de orden  $n$  son respectivamente  $\kappa_n[f]$  y  $\kappa_n[g]$ , entonces los cumulantes de orden  $n$  de la distribución  $h$  asociada a la variable aleatoria  $Z = pX + qY$ , se dan mediante:

$$\kappa_n[h] = p^n \kappa_n[f] + q^n \kappa_n[g]$$

Además, se sabe que cualquier distribución, que resulta de la combinación de  $m$  variables aleatorias puede representarse mediante un desarrollo, conocido con el nombre de desarrollo de Edgeworth y que tiene la siguiente forma:

$$F_n(x) = \left[ 1 + \sum_{j=1}^{\infty} \frac{1}{n^{j/2}} P_j(\kappa_1, \dots, \kappa_j, x) \right] \Psi(x)$$

En esta ecuación las variables son las siguientes:

- $\psi(x)$  es una función de referencia a elección (por ejemplo, Gaussiana).
- $\kappa_p$  es el cumulante de orden  $p$  de la distribución de los errores de órbita y/o de reloj.
- $P_j$  es un polinomio de orden  $3j$  en  $x$ , que hace que intervengan los  $j$  primeros  $\kappa_p$  en sus coeficientes y cuya expresión depende de la elección de  $\psi(x)$ .
- $n$  representa el número de variables combinadas para obtener  $x$ . Además, se sabe que este desarrollo converge cuando  $n$  tiende hacia  $\infty$ .

Apoyándose en los conceptos matemáticos de más arriba, la invención propone la determinación del primer error de posición del receptor de la siguiente manera:

- Un dispositivo 103 de transmisión proporciona las informaciones sobre la distribución de los errores de posición y de sincronización de los satélites con la forma de cumulantes de orden superior a dos de esta distribución. Esta transmisión se realiza para cada una de las  $N_S$  fuentes de señal de posicionamiento (por ejemplo, unos satélites que emiten una señal que respeta la norma GPS).
- El receptor determina su posición y un tiempo de referencia utilizando una combinación lineal de las medidas de (pseudo-)distancias  $\rho_j$  hechas entre su antena y las  $N_S$  fuentes de señal utilizadas para el posicionamiento.
- El receptor determina los  $m$  primeros cumulantes ( $\kappa_n$ ) de la primera distribución del error asociado a su posición, a partir de los cumulantes  $\kappa_{nj}$  transmitidos, utilizando la siguiente relación:

$$\kappa_{n,p} = \sum_{j=1}^{N_S} (M_{p,j})^n \kappa_{n,j}$$

Con  $n = 1, \dots$ , representando  $m$  el orden del cumulante,  $j$  el satélite,  $M_{p,j}$  el coeficiente  $p,j$  de la matriz que permite determinar la segunda posición del receptor a partir de las distancias entre el receptor y los satélites,  $p$  representa la dirección ( $x$ ,  $y$  o  $z$ ) para la que se determina el cumulante.

En un modo de realización es posible utilizar el método de los mínimos cuadrados para determinar la matriz  $M_{p,j}$ . En este modo de realización el vector de las distancias entre el receptor y los satélites se modeliza de la siguiente manera:

$$\rho = \hat{G} X + \varepsilon$$

En esta ecuación  $\rho = [\rho_1 \dots \rho_{N_S}]$  es el vector de las distancias entre el receptor y los satélites,  $\varepsilon = [\varepsilon_1 \dots \varepsilon_{N_S}]$  es el vector de los errores de las distancias entre el receptor y los satélites y  $X = [x, y, z, \Delta t_{usr}]$  es el vector de la segunda posición y del desfase de reloj del receptor y

$$\hat{G} = \begin{bmatrix} e_x e_1 & e_y e_1 & e_z e_1 & c \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ e_x e_{N_S} & e_y e_{N_S} & e_z e_{N_S} & c \end{bmatrix}$$

5 es la matriz de observación del problema. En la matriz  $\hat{G}$ ,  $c$  representa la velocidad de la luz y  $e_x e_j$  es el coseno del ángulo entre el vector en la dirección  $x$  y el vector hacia el satélite  $j$ .

Utilizando le método de los mínimos cuadrados, la relación entre la segunda posición del receptor y las distancias entre el receptor y los satélites puede escribirse  $X_{est} = (\hat{G}^t \hat{C}^{-1} \hat{G})^{-1} \hat{G}^t \hat{C}^{-1} \rho$ .

10 En esta relación  $C = \langle \varepsilon \varepsilon^t \rangle$  es la matriz de correlación de los errores. Entonces puede determinarse en este modo de realización que  $M = (\hat{G}^t \hat{C}^{-1} \hat{G})^{-1} \hat{G}^t \hat{C}^{-1}$ .

- Utilizando el desarrollo de Edgeworth truncado en el orden  $m$ , que hace que intervengan los primeros cumulantes  $K_n$ , se determina la primera distribución  $F$  que se aproxima a la distribución del primer error asociado al posicionamiento del receptor.

15 Finalmente, esta distribución del primer error puede utilizarse para determinar la dimensión de una zona de confianza (es decir, una zona en la que la probabilidad de encontrar el receptor es superior o igual a un umbral determinado). Es posible encontrar esta zona de confianza resolviendo la siguiente ecuación:

$$\int_{-\infty}^{-R_p} F(x) dx + \int_{R_p}^{\infty} F(x) dx = P_{HMI}$$

20 Esta determinación debe efectuarse para cada dirección de espacio (vertical, horizontal).  $P_{HMI}$  representa la probabilidad tolerada de no integridad, esto para asegurar que estos  $R_p$  son inferiores a las dimensiones de la zona de tolerancia (por ejemplo, los rayos de alerta utilizados en la navegación civil).

También es posible encontrar directamente el riesgo de encontrarse en el exterior de la zona de tolerancia requerida ( $R_a$ ), para esto puede utilizarse la siguiente ecuación:

$$\int_{-\infty}^{-R_a} F(x) dx + \int_{R_a}^{\infty} F(x) dx < P_{HMI}$$

25 El sistema tal como se presenta en esta invención necesita algunos requisitos previos antes de utilizarse. Es particularmente necesario que:

- El orden del desarrollo utilizado para determinar la primera distribución debe conocerse de antemano por el receptor y por el o los satélites.
- El cálculo de los segundos cumulantes debe hacerse de forma que el nivel de confianza de su estimación sea coherente con la exigencia de probabilidad de no integridad necesaria para el sistema global. También es necesario que la aproximación resultante resulte conservadora, es decir, que se esté seguro de que los cumulantes no se hayan infravalorado.
- Finalmente, es necesario que la función de referencia  $\psi(s)$  se conozca igualmente de antemano por el satélite y por el receptor.

35 En otro modo de realización del sistema este utiliza el conocimiento de los cumulantes hasta el orden 4 o 5, asociados al error de posición de cada satélite y/o al error sobre tiempo de travesía de la capa ionosférica de la señal de cada satélite.

Este cálculo de la distribución del error se basa en una combinación de las calibraciones estadísticas que se efectúan sobre un largo período a largo plazo y de contribuciones que llegan en un corto período. Estas últimas son más reactivas y se basan, por ejemplo, en la observación de los cálculos de posición/sincronización/retardo

ionosférico.

La difusión de los cumulantes hacia los receptores se realiza con un dispositivo de alerta y/o mediante la nueva actualización de los valores de los cumulantes en el caso en que se revelaran como no adaptados para las necesidades de integridad como continuación a un cambio del estado del sistema.

- 5 La distribución de los primeros errores se realiza utilizando los cumulantes difundidos y modelizando la función de referencia  $\psi$  mediante una gaussiana centrada sobre el primer cumulante de orden 1 y de anchura el primer cumulante de orden 2.

A continuación, puede valorarse la disponibilidad del servicio y, por lo tanto, la zona en la que la probabilidad de presencia del receptor sobrepasa un umbral utilizando las ecuaciones anteriores.

- 10 El primer dispositivo 104 de determinación de las posiciones del o de los satélites puede estar localizado en tierra o en uno de los satélites.

- 15 Los diferentes dispositivos de determinación descritos en esta invención pueden ser unos ordenadores o unos procesadores programados para realizar las diferentes operaciones realizadas por los dispositivos. También es posible utilizar unos componentes dedicados, unos circuitos de lógica programable, unas redes lógicas programables (también conocidas con el acrónimo inglés FPGA para Field-Programmable Gate Array) o unos circuitos integrados adecuados para una aplicación (también conocidos con el acrónimo inglés ASIC para Application-Specific Integrated Circuit) programados para realizar las diferentes operaciones realizadas por los dispositivos.

- 20 La presente invención puede implementarse igualmente a partir de elementos materiales y de software. Puede estar disponible como producto programa de ordenador sobre un soporte legible mediante ordenador. El soporte puede ser electrónico, magnético, óptico, electromagnético o ser un soporte de difusión de tipo infrarrojo. Unos soportes de este tipo son, por ejemplo, unas memorias de semiconductor (Random Access Memory RAM, Read-Only Memory ROM), unas cintas, unos disquetes o discos magnéticos u ópticos (Compact Disk – Read Only Memory (CD-ROM), Compact Disk – Read/Write (CD-R/W) y DVD).

25

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema de determinación de una distribución de un error de posición de un receptor (102) de señales de localización, siendo enviadas dichas señales por al menos un satélite, incluyendo dicho sistema;

- 5 • dicho receptor (102) cuya una posición se denomina primera posición y está afectada por un error, denominado primer error, que presenta una distribución, denominada primera distribución;
- un primer dispositivo (104) de determinación de al menos una posición de dicho o de al menos un dicho o de cada dicho satélite, denominada segunda posición,
- un dispositivo (103) de transmisión de dicha o de al menos una dicha o de cada dicha segunda posición de dicho primer dispositivo de determinación hacia dicho receptor,
- 10 estando dicho sistema **caracterizado porque**
- dicha primera distribución se define mediante al menos un primer cumulante, de orden superior a 2,
- dicho primer dispositivo está, además, adaptado para la determinación de al menos un segundo cumulante, de orden superior a 2, representativo de una segunda distribución de un segundo error sobre dicha segunda posición,
- 15 • dicho dispositivo (103) de transmisión está, además, adaptado para la transmisión de dicho o de al menos un dicho o de cada dicho segundo cumulante de dicho primer dispositivo de determinación hacia dicho receptor,
- y **porque** dicho receptor incluye:
  - un segundo dispositivo (105) de determinación de dicho o de al menos un dicho o de cada dicho primer cumulante, a partir de dicha segunda posición, de dicho segundo cumulante y de un modelo de determinación de dicha primera posición del receptor a partir de distancias entre dicho receptor y dicho o dichos satélites y
  - un tercer dispositivo (106) de determinación de dicha primera distribución, a partir de dicho o de al menos un dicho o de cada dicho primer cumulante.
- 20

2. Sistema según la reivindicación 1, en el que dicho segundo dispositivo (105) de determinación está adaptado para aplicar dicho modelo a dicho o a dichos segundos cumulantes.

25 3. Sistema según la reivindicación 1 o 2, en el que dicho primer dispositivo de determinación está, además, adaptado para determinar dichos segundos cumulantes de orden 1 a 5 y en el que dicho segundo dispositivo de determinación está, además, adaptado para determinar dichos primeros cumulantes de orden 1 a 5.

4. Sistema según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicho tercer dispositivo está adaptado, además, para utilizar un desarrollo de Edgeworth.

30 5. Procedimiento de determinación de una distribución de un error de posición de un receptor (102) de señales de localización, siendo enviadas dichas señales por al menos un satélite, incluyendo dicho procedimiento;

- una etapa de recepción, por un receptor (102), de dichas señales de localización satelital, denominándose una posición de dicho receptor primera posición y estando afectada por un error, denominado primer error, que presenta una distribución, denominada primera distribución,
- 35 • una primera etapa de determinación, por un primer dispositivo (104) de determinación, de al menos una posición de dicho o de al menos un dicho o de cada dicho satélite, denominada segunda posición,
- una etapa de transmisión, por un dispositivo (103) de transmisión, de dicha o de al menos una dicha o de cada dicha segunda posición de dicho primer dispositivo de determinación hacia dicho receptor,
- 40 estando dicho procedimiento **caracterizado porque**
- dicha primera distribución se define mediante al menos un primer cumulante, de orden superior a 2,
- dicha primera etapa de determinación está, además, adaptada para la determinación de al menos un segundo cumulante, de orden superior a 2, representativo de una segunda distribución de un segundo error sobre dicha segunda posición,
- 45 • dicha etapa de transmisión está, además, adaptada para la transmisión de dicho o de al menos un dicho o de cada dicho segundo cumulante, asociado a dicha segunda posición de dicho primer dispositivo de determinación hacia dicho receptor,
- además, dicho procedimiento incluye:
  - una segunda etapa de determinación, por un segundo dispositivo de determinación de dicho receptor, de dicho o de al menos un dicho o de cada dicho primer cumulante, a partir de dicha segunda posición, de dicho segundo cumulante y de un modelo de determinación de dicha primera posición del receptor a partir de distancias entre dicho receptor y dicho o dichos satélites y
  - una tercera etapa de determinación por un tercer dispositivo de determinación de dicho receptor, de dicha primera distribución, a partir de dicho o de al menos un dicho o de cada dicho primer cumulante.
- 50

55 6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que dicha segunda etapa de determinación está adaptada para aplicar dicho modelo a dicho o a dichos segundos cumulantes.

7. Procedimiento según la reivindicación 5 o 6, en el que dicha primera etapa de determinación está, además, adaptada para determinar dichos segundos cumulantes de orden 1 a 5 y en el que dicha segunda etapa de



determinación está, además, adaptada para determinar dichos primeros cumulantes de orden 1 a 5.

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 5 a 7 en el que dicha tercera etapa de determinación está adaptada, además, para utilizar un desarrollo de Edgeworth.

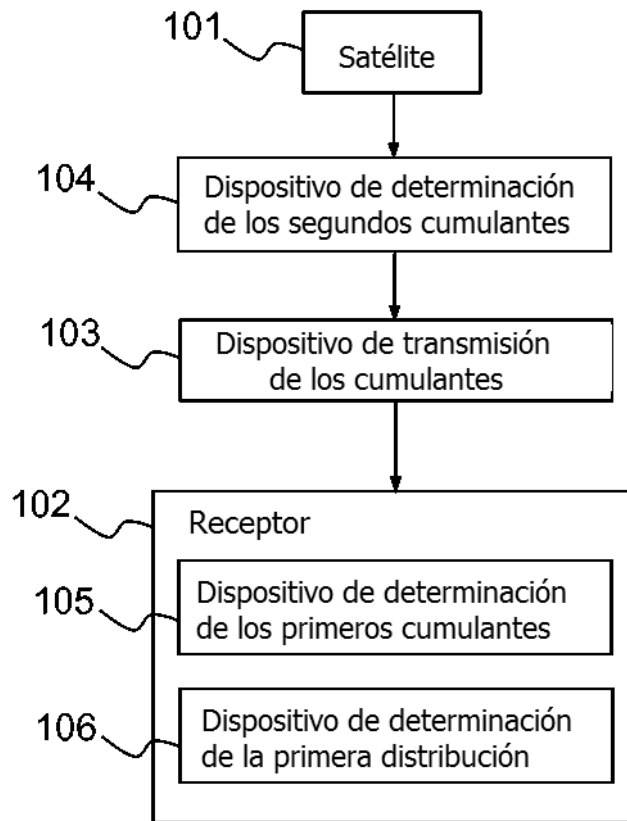


FIG.1