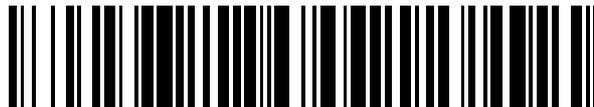


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 392 816**

51 Int. Cl.:

G01S 19/20 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **11156585 .9**

96 Fecha de presentación: **02.03.2011**

97 Número de publicación de la solicitud: **2367025**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.09.2011**

54 Título: **Procedimiento y sistema de verificación de las prestaciones en precisión de un sistema de navegación por satélite**

30 Prioridad:

12.03.2010 FR 1000996

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

14.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

14.12.2012

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
45, rue de Villiers
92200 Neuilly Sur Seine, FR**

72 Inventor/es:

LEVY, JEAN-CHRISTOPHE

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 392 816 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 y sistema de verificación de las prestaciones en precisión de un sistema de navegación por satélite

La presente invención se refiere al dominio de los sistemas de navegación por satélite y, más particularmente, a un procedimiento de verificación de la prestación de la precisión de un sistema de ese tipo.

5 Actualmente, los servicios comerciales que explotan los sistemas de navegación por satélite se desarrollan considerablemente. Los productos que funcionan a partir de señales de radiolocalización se han democratizado ampliamente en la cotidianeidad de los hogares en el seno de los vehículos automóviles para la ayuda a la navegación por carretera en unos primeros momentos y en estos últimos tiempos en el seno de dispositivos de telefonía móvil para una multitud de servicios personales. Las evoluciones de los futuros sistemas de
10 posicionamiento por satélite, por ejemplo el sistema europeo GALILEO, prometen unas prestaciones muy superiores a los sistemas actuales. Así nuevos servicios que no se podían diseñar por falta suficiente de fiabilidad y de precisión de posicionamiento pueden hoy en día ver la luz para las empresas, particularmente las empresas de transporte por carretera y de transporte aéreo. Por ejemplo, para el transporte por carretera, se busca transformar los modelos económicos de los servicios de explotación de las secciones de carreteras de peaje ofreciendo unas ofertas personalizadas al cliente. Para las compañías de transporte aéreo, las crecientes prestaciones en fiabilidad y precisión del posicionamiento permiten integrar en el seno de las aeronaves unos dispositivos de navegación en los que se podrán apoyar completamente los pilotos. Estos dispositivos permitirán mejorar considerablemente la seguridad del transporte aéreo. No obstante, para los servicios de los que depende la seguridad de las personas, es obligatorio probar la fiabilidad de los datos transmitidos por el sistema de posicionamiento. Esto es por lo que las
15 autoridades someten a los operadores de los sistemas de navegación por satélite a unas exigencias de garantía de servicio al terminal del cliente.

Los sistemas de navegación por satélite se caracterizan por los datos de prestación en cuanto a integridad, precisión y cobertura. La integridad es una medida de la confianza en la información suministrada por el sistema de posicionamiento por satélite. Una herramienta bien conocida para determinar la integridad de un punto proporcionado es el diagrama de Stanford. El diagrama de Stanford es una matriz en dos dimensiones cuyo parámetro de entrada sobre el eje horizontal es el error de posición observado en vertical u horizontal y cuyo parámetro de entrada sobre el eje vertical es el nivel de protección en vertical u horizontal calculado a partir de modelos estadísticos. Este diagrama permite verificar la proporción de las muestras medidas cuyo error de posición observado sea más reducido que el nivel de protección.

30 El artículo de B. Vassileva et ál. "SBAS Vertical Protection Level Assessment in the case of Error Reduction", Modern Computing, 2006. JVA '06. IEEE John Vinctnet Atanasoff 2006 International Symposium On, IEEE, PI, 1 de octubre de 2006, páginas 137-142, XP031035961, ISBN:978-0-7695-2643-0, presenta un algoritmo de filtrado de errores de localización de un sistema de navegación por satélite basado en el estudio de los parámetros de integridad y la relación entre el radio de protección (PL) y el error de posición (PE) con relación a unos umbrales de alerta (AL).

35 La precisión de una posición se define por el error de posición estimado con relación a la posición real. La precisión de localización depende particularmente del error de la distancia estimada entre el usuario y los satélites recibidos así como de la configuración de la geometría de las medidas. Existe un valor indicativo de las condiciones de la geometría de las medidas comúnmente denominado DOP de "Dilation of Precision" en inglés. Cuando el valor de la DOP es elevado, esto indica que los satélites utilizados para obtener la posición están próximos y por lo tanto que la geometría es mala y cuando el valor de la DOP es reducido esto indica que los satélites utilizados para obtener la posición están alejados y por tanto que la geometría es buena.

Los organismos encargados de las reglamentaciones y de los controles relativos a la aviación civil exigen unos niveles de prestaciones rigurosos particularmente en la prestación de precisión para los servicios críticos. Entre estos servicios críticos que explotan los datos de la geolocalización de los sistemas de posicionamiento por satélite, el servicio LPV200 ("Localizer Performance with Vertical Guidance") exige que el sistema de posicionamiento por
45 satélite muestre durante al menos el 95% del tiempo un error de localización vertical inferior a 4 metros y en horizontal inferior a 16 metros. Además, este servicio exige que la probabilidad de proporcionar un error de localización en vertical superior a 10 metros sea inferior a 10^{-7} en condiciones normales y que la probabilidad de proporcionar un error de localización superior a 15 metros sea inferior a 10^{-5} en condición degradada. Este servicio está asociado a un nivel de alerta en vertical de 35 metros y en horizontal de 40 metros.

Los niveles de precisión certificados se han obtenido mediante medición de muestras en unas condiciones de extracción conocidas, particularmente en la geometría de medición. O, actualmente no existe una herramienta de medición de la precisión que permita certificar al usuario estos niveles de exigencia porque la prestación de la precisión depende igualmente de la geometría de los satélites y de los datos recogidos que no tienen en cuenta todos los casos de geometría de los satélites para cada usuario.

Una solución implementada por el operador del servicio del sistema de posicionamiento por satélite americano para certificar un nivel de precisión a cada usuario y teniendo en cuenta todas las configuraciones de geometría de los satélites ha sido recoger unos datos en un periodo de larga duración. Durante tres años se han recogido unos datos

de los satélites con el fin de poder afirmar que se han observado todos los casos de geometría de los satélites. No obstante, éste procedimiento presenta la desventaja de movilizar unos recursos importantes, y además no garantizar que todos los casos se hayan podido observar.

5 El objetivo de la invención es proporcionar una herramienta de control de las prestaciones en precisión del sistema de posicionamiento por satélite con el fin de poder verificar que el sistema responde a las exigencias impuestas por las aplicaciones críticas para cada usuario, cualquiera que sean las condiciones de observación de las señales de radiolocalización.

10 Más precisamente, la invención se refiere a un procedimiento de verificación de la prestación de precisión en la localización de un sistema de navegación por satélite que comprende un segmento espacial que emite unas señales de radiolocalización hacia un segmento receptor. El procedimiento comprende las etapas siguientes:

- Una etapa previa de medición del error estimado de localización del receptor del sistema para una pluralidad de muestras y de cálculo del umbral del error máximo de localización, denominado radio de protección, que se pueda garantizar por el sistema para dichas muestras, siendo definidos el error estimado y el radio de protección en una dimensión de una señal de posición,
- 15 - Una etapa de cálculo de un primer porcentaje de muestras que verifican las condiciones siguientes:
 - i. el radio de protección es inferior a un umbral de alerta,
 - ii. el cociente del radio de protección y del error estimado de localización es superior a un cociente de seguridad, siendo el cociente de seguridad la relación entre el umbral de alerta y un nivel de exigencia de error estimado,
- 20 - Una etapa de cálculo de un segundo porcentaje de muestras que verifican las condiciones siguientes:
 - i. el radio de protección es inferior al umbral de alerta,
 - ii. el cociente del radio de protección y del error estimado de localización es inferior al cociente de seguridad,
 - iii. el error estimado de localización es inferior al nivel de exigencia de error estimado,
- 25 - Una etapa de control de comparación del primer y del segundo porcentajes de muestras con un porcentaje de exigencia para verificar la prestación en precisión del sistema de navegación por satélite.

Se entiende por porcentaje de muestras un número de muestras con relación a un conjunto de muestras observadas.

30 Cuando el primer porcentaje de muestras es superior a un porcentaje de exigencia que debe ser garantizado por un servicio de navegación a un usuario, se certifica a un usuario que el sistema de navegación respeta el nivel de servicio ligado a un nivel de exigencia de error estimado de localización.

Preferentemente, comprende igualmente una etapa de cálculo de un tercer porcentaje de muestras que verifican las condiciones siguientes:

- 35 i. el radio de protección es inferior al umbral de alerta,
- ii. el cociente del radio de protección y del error estimado de localización es inferior al cociente de seguridad,
- iii. el error estimado de localización es superior al nivel de exigencia de error estimado,

Preferentemente, comprende igualmente una etapa de cálculo de un cuarto porcentaje de muestras que verifican las condiciones siguientes:

- 40 i. el radio de protección es superior al umbral de alerta,
- ii. el error estimado de localización es superior al nivel de exigencia de error estimado,

Preferentemente, comprende igualmente una etapa de cálculo de un quinto porcentaje de muestras que verifican las condiciones siguientes:

- i. el radio de protección es superior al umbral de alerta,
- ii. el error estimado de localización es inferior al nivel de exigencia de error estimado.

45 Ventajosamente, los porcentajes de muestras se calculan para al menos dos niveles de exigencia de error estimado de localización.

Ventajosamente, los porcentajes de muestras se calculan para al menos dos umbrales de alerta.

50 La invención se refiere igualmente a cualquier sistema adecuado para realizar el procedimiento de verificación de la prestación de precisión en la localización de un sistema de navegación por satélite de acuerdo con una cualquiera de las variantes precedentes.

Ventajosamente, comprende unos medios de presentación para representar en un diagrama unas muestras de la localización de un receptor de un sistema de navegación por satélite, representando dicho diagrama:

- En un primer eje, el cociente del radio de protección y del error estimado de localización definido en una dimensión de una señal de posición,
- 5 - En un segundo eje el radio de protección,
- Una primera recta que representa el error estimado de localización para un nivel de exigencia fijo del error estimado de localización,
- Una segunda recta que representa el umbral de alerta del radio de protección.

10 Ventajosamente, las muestras se presentan en el diagrama de acuerdo con un código de representación que depende del primer y del segundo porcentaje de muestras.

El procedimiento de verificación permite controlar que un sistema de ayuda a la navegación por satélite respeta las exigencias esperadas del sistema para un servicio dado y esto, en el caso en el que la recogida de muestras de datos de localización verifica positivamente la prueba, siendo seguro que estas exigencias se respetan cualesquiera que sean las condiciones de observación de las señales en la geometría de los satélites. De ese modo, la utilización
15 del sistema que realiza el procedimiento de verificación permite poner en práctica una herramienta de control de las prestaciones de precisión sin por otro lado recurrir a unos recursos de cálculo y de medición extraordinarios que, además, no permitirían garantizar todas las configuraciones de geometría de los satélites. Según los resultados del ensayo en las muestras de localización de un receptor, es posible afirmar que todas las configuraciones de geometría de los satélites se han respetado para un umbral de alerta de radio de protección dado lo que no es el
20 caso con las soluciones del estado actual de la técnica. Cuando la mayoría del porcentaje de muestras se localiza en una zona del diagrama en el que una degradación de la geometría de los satélites implicaría que el error estimado de localización está más allá del umbral de alerta del radio de protección, entonces no es útil conocer las prestaciones en precisión porque las mediciones de localización no se podrían explotar para un servicio crítico limitado por este umbral de alerta.

25 La invención se comprenderá mejor y surgirán otras ventajas con la lectura de la descripción a continuación dada a título no limitativo y gracias a la figura siguiente que representa un procedimiento de verificación en la forma de un diagrama que permite controlar que el sistema de ayuda a la navegación por satélite respeta las exigencias esperadas de prestación en precisión.

Los suministradores de servicios que explotan las señales de radiolocalización de los sistemas de navegación por satélite esperan de estos sistemas, por un lado unas prestaciones cada vez más elevadas y, por otro lado, una
30 continuidad de servicio y unas capacidades de alerta que permitan avisar a un usuario del servicio cuando las prestaciones no responden a las exigencias esperadas. Existen actualmente soluciones de verificación de las prestaciones para el control de la integridad del sistema de navegación por satélite cualesquiera que sean las condiciones de observación de las señales para un usuario, pero para las verificaciones de las prestaciones en
35 precisión, las herramientas que existen no pueden garantizarlo en todas las condiciones de observación porque cada usuario explota las señales de radiolocalización en una configuración particular dependiente de su posición, del momento de observación y del estado de los satélites observados para calcular su posición.

Se recuerda brevemente el principio de localización de los sistemas de navegación por satélite. En un sistema de navegación por satélite, se utiliza el tiempo empleado por la señal de radiolocalización emitida por el satélite para
40 alcanzar el receptor a localizar con el fin de determinar la distancia, denominada pseudo distancia, entre ese satélite y ese receptor, conteniendo la señal los datos de posición de los satélites. A partir del tratamiento de las señales de radiolocalización emitidas por varios satélites observados por un usuario, éste último es capaz de conocer su posición. Cuanto más importante sea el número de satélites y más reducido sea el valor de la DOP, entonces mejor será la precisión de la posición. La precisión depende particularmente de la disposición de los satélites, de los
45 parámetros de precisión de los relojes de los satélites, de las capas atmosféricas atravesadas y de la precisión de las correcciones añadidas.

Un servicio de nivel LPV200 exige las prestaciones siguientes. Se exige que el sistema de navegación por satélite muestre durante al menos el 95% del tiempo un error de localización en vertical inferior a 4 metros y en horizontal inferior al 16 metros. Además, este servicio exige que la probabilidad de proporcionar un error de localización
50 en vertical superior a 10 metros sea inferior a 10^{-7} en condiciones normales y que la probabilidad de proporcionar un error de localización superior a 15 metros sea inferior a 10^{-5} en una condición degradada. El nivel de servicio LPV200 impone un umbral de alerta en horizontal igual a 40 metros y un umbral de alerta en horizontal igual a 35 metros.

La invención propone un procedimiento de verificación de las prestaciones en precisión que permita garantizar dicha
55 prestación en precisión cualesquiera que sean las condiciones de observación de las señales de radiolocalización y permite igualmente configurar el procedimiento de manera que verifique cualquier otro nivel de exigencia en posición, en localización vertical u horizontal. La figura única representa gráficamente los cálculos realizados para la verificación en precisión de un lote de muestras.

La figura representa un diagrama de las muestras de localización de un receptor del sistema de navegación por satélite. Representa sobre un primer eje en horizontal 10 el cociente del umbral de error máximo calculado (comúnmente denominado el radio de protección, término que se utilizará a continuación por facilidad de redacción) y del error estimado de localización, siendo presentado el cociente por la referencia XPL/XNSE en la leyenda y siendo definido en una dimensión de una orientación de posición. Si se hubiese representado el cociente del radio de protección y del error estimado de localización en la orientación vertical, entonces se habría representado el cociente por el valor VPL/VNSE y en el plano horizontal por HPL/HNSE. El radio de protección XPL se obtiene mediante un algoritmo de cálculo.

El radio de protección se puede obtener según diversos procedimientos que son conocidos para el experto en la materia y la elección del procedimiento no implica en el marco de la invención una limitación del alcance de la patente. Por ejemplo, el radio de protección se puede determinar a partir del nivel de integridad del sistema de navegación por satélite. El radio de protección representa las posiciones posibles en un plano dado alrededor de la posición real, más exactamente se garantiza por cálculo que una posición calculada no podrá estar localizada más allá de la posición real más el nivel de protección en un plano dado.

El error de localización estimado XNSE es la diferencia entre la posición real de un receptor, conocida con precisión por diversos medios, y la posición estimada a partir del tratamiento de las señales de radiolocalización emitidas por los satélites. Por ejemplo, se conoce con precisión la posición de una baliza de recepción del tipo GBAS (de "ground-based augmentation system" en inglés) que forma parte del sistema de navegación por satélite. El error estimado de localización se puede obtener de acuerdo con diversos procedimientos que son conocidos para el experto en la materia y la elección del procedimiento no implica en el marco de la invención una limitación del alcance de la patente.

El nivel de exigencia del error de localización K corresponde al error de localización que el sistema de navegación no debe sobrepasar durante el 95% del tiempo. A título de ejemplo indicativo, de acuerdo con la criticidad del servicio, el nivel de exigencia del error puede ser de 4 metros para el 95% de las muestras, de 10 metros para una probabilidad de $1 \cdot 10^{-7}$ en condiciones normales y 15 metros para una probabilidad de $1 \cdot 10^{-5}$ en condición degradada. El nivel de exigencia puede variar de acuerdo con la dimensión de la orientación de posición.

El diagrama representa en un segundo eje 11 en vertical del radio de protección XPL. El diagrama representa por tanto las muestras de datos de localización situadas en el diagrama en horizontal en función del cociente del radio de protección XPL y del error de localización XPL y en vertical en función del radio de protección. El umbral de alerta J se representa gráficamente en el diagrama por la recta 12 y el nivel de exigencia de error estimado K se representa por la recta 13. El procedimiento de verificación de la prestación en precisión reivindicado consiste en calcular la proporción de muestras en las diversas categorías del diagrama definidas en los párrafos siguientes. Se recuerda que la problemática de la medición de la prestación en precisión depende para cada usuario de la geometría de los satélites, evaluada por el valor DOP. El interés de la representación del diagrama es poder visualizar la variación de la DOP. Ésta se caracteriza en el diagrama por un movimiento vertical de las muestras. Cuando el valor de geometría de los satélites DOP aumenta, las muestras de datos se desplazan en el diagrama verticalmente hacia arriba. En efecto, si el valor DOP aumenta, el radio de protección aumenta pero el cociente XPL/XNSE queda invariable ya que no depende de la DOP, siendo igual el radio de protección XPL en el dominio de las posiciones a la multiplicación $DOP \cdot \text{integridad}$ y siendo igual el error de localización a la multiplicación $DOP \cdot \text{error}$ de pseudo distancia. Si disminuye la DOP, el radio de protección disminuye y las muestras se desplazan verticalmente hacia abajo.

Una primera categoría 1 calculada mediante el procedimiento de verificación comprende las muestras que respetan las dos condiciones siguientes: el radio de protección XPL es inferior al umbral de alerta J del servicio y el cociente XPL/XNSE del radio de protección y del error estimado de localización es superior al cociente de seguridad J/K, siendo el cociente de seguridad la relación entre el umbral de alerta J y un nivel de exigencia de error estimado K. Para estas muestras de datos, se deduce que cuando la DOP varía, las muestras se desplazan verticalmente hacia arriba en caso de degradación de las condiciones de geometría y hacia abajo en caso de mejora de las condiciones de geometría. En consecuencia, las muestras localizadas en esta categoría 1 respetan la exigencia de error de localización cualquiera que sea la DOP, y si la DOP se degrada de manera que la exigencia de error de localización K no se respeta, entonces las muestras sobrepasan obligatoriamente el umbral de alerta J exigido por el servicio. Esto significa por tanto que, o bien el nivel de exigencia en error se respeta y entonces es cierto que se respeta cualquiera que sea la DOP, o bien el nivel de exigencia no se respeta y entonces en cualquier caso el servicio de navegación no se puede utilizar porque el umbral de alerta está sobrepasado. Por tanto si las muestras calculadas respetan las condiciones de la categoría 1 en una condición observada de DOP entonces la prestación en precisión se respeta cualquiera que sea la condición de observación de DOP de un usuario. Gracias al procedimiento, se le puede por tanto determinar, sin tener que medir todas las condiciones de observación.

Una segunda categoría 2 comprende las muestras que respetan las tres condiciones siguientes: el radio de protección es inferior al umbral de alerta J, el cociente XPL/XNSE del radio de protección y del error estimado de localización es inferior al cociente de seguridad J/K y el error estimado de localización XNSE es inferior al nivel de exigencia de error estimado K. Para esas muestras de datos, se deduce que el nivel de exigencia en error de localización potencialmente se respeta. En todo caso, si el valor DOP aumenta, el error de localización de ciertas

5 muestras puede llegar a ser superior al nivel de exigencia del error estimado K aunque en una condición de valor DOP inicial el error de localización fuera inferior. Calculando las muestras en la categoría 2, se determina si la prestación en precisión se respeta para unas condiciones de observación conocidas. Sin embargo, no es posible garantizarlo para todos los usuarios, particularmente para unos usuarios que se situaran en unas condiciones de observación degradadas con relación a las de medición de las muestras.

10 Una tercera categoría 3 comprende las muestras que respetan las tres condiciones siguientes: el radio de protección XPL es inferior al umbral de alerta J, el cociente $XPL/XNSE$ del radio de protección y del error estimado de localización es inferior al cociente de seguridad J/K y el error estimado de localización es superior al nivel de exigencia de error estimado K. Para estas muestras de datos, se deduce que el nivel de exigencia en error de localización no se respeta. Sin embargo, si el valor DOP disminuye, el error de localización de las muestras puede llegar a ser inferior al nivel de exigencia del error estimado K para ciertas muestras aunque en una condición de valor DOP inicial el error de localización fuera superior. En caso de degradación de la geometría de los satélites, las prestaciones pueden llegar a ser tales que el radio de protección no respete el umbral de alerta. El sistema de navegación no se debe utilizar entonces y el usuario es advertido.

15 Una cuarta categoría 4 comprende las muestras que respetan las dos condiciones siguientes: el radio de protección XPL es superior al umbral de alerta J y el error estimado de localización XNSE es superior al nivel de exigencia de error estimado K. Para estas muestras de datos, el radio de protección XPL es superior al umbral de alerta J. Si la proporción de muestras en esta parte es elevada entonces el sistema de navegación no se debe utilizar porque presenta una incertidumbre de localización demasiado peligrosa para el servicio del usuario. El sistema se considera entonces como indisponible para estas muestras.

20 Una quinta categoría 5 comprende las muestras que respetan las dos condiciones siguientes: el radio de protección XPL es superior al umbral de alerta J y el error estimado de localización XNSE es inferior al nivel de exigencia de error estimado K. Si una importante proporción de las muestras está situada en esta categoría, entonces el sistema de navegación no se puede utilizar porque el radio de protección XPL es superior al umbral de alerta J aunque el error de localización XNSE respete el nivel de exigencia K.

25 El procedimiento de verificación de las prestaciones en precisión se realiza mediante un sistema que comprende los medios de medición del error de localización en posición y los medios de cálculo del radio de protección. Este sistema está dedicado particularmente al mantenimiento del sistema de navegación por satélite y forma parte de los sistemas de las estaciones en tierra. La supervisión y el análisis del comportamiento del sistema en la prestación de precisión se facilitan mediante la presentación de las categorías de muestras 1 a 5 en un diagrama y la proporción de muestras de una referencia de medición en cada una de dichas categorías. Unos medios de alerta y de comparación de las proporciones de muestras en cada una de las categorías y preferentemente en la categoría 1 permiten certificar el respeto o no de la precisión cualquiera que sea la condición de DOP. De ese modo, no es necesario observar todas las condiciones de DOP. De acuerdo con las proporciones de muestras en las diferentes categorías, los medios de presentación presentan las muestras con unos códigos de colores representativos del comportamiento de las prestaciones del sistema de navegación por satélite.

30 La invención se aplica a un sistema de mantenimiento de sistemas de navegación por satélite y más precisamente, a herramientas de seguimiento de la prestación de los sistemas de navegación por satélite. La invención se aplica a todos los sistemas de posicionamiento por satélite, se puede citar por ejemplo el sistema americano GPS ("Global Positioning System" en inglés) o el futuro sistema europeo GALILEO, así como los sistemas de incremento de la prestación (EGNOS de "European Geostationary Navigation Overlay Service").

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de verificación de la prestación de precisión en la localización de un sistema de navegación por satélite que comprende un segmento espacial que emite unas señales de radiolocalización hacia un segmento receptor, **caracterizado porque** comprende las etapas siguientes:

- 5 - Una etapa previa de medición del error estimado de localización de un receptor del sistema para una pluralidad de muestras y de cálculo del umbral de error máximo de localización, denominado radio de protección, que se pueda garantizar por el sistema para dichas muestras, siendo definidos el error estimado y el radio de protección en una dimensión de una orientación de posición,
 - Una etapa de cálculo de un primer porcentaje (1) de muestras que verifican las condiciones siguientes:

- 10 i. el radio de protección (XPL) es inferior a un umbral de alerta (J),
 ii. el cociente del radio de protección y del error estimado de localización (XPL/XNSE) es superior a un cociente de seguridad (J/K), siendo el cociente de seguridad la relación entre el umbral de alerta (J) y un nivel de exigencia de error estimado (K),

- Una etapa de cálculo de un segundo porcentaje (2) de muestras que verifican las condiciones siguientes:

- 15 i. el radio de protección (XPL) es inferior al umbral de alerta (J),
 ii. el cociente del radio de protección y del error estimado de localización (XPL/XNSE) es inferior al cociente de seguridad (J/K),
 iii. el error estimado de localización (XNSE) es inferior al nivel de exigencia de error estimado (K),

20 - Una etapa de control de comparación del primer y del segundo porcentajes de muestras (1, 2) con un porcentaje de exigencia para verificar la prestación en precisión del sistema de navegación por satélite.

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende igualmente una etapa de cálculo de un tercer porcentaje (3) de muestras que verifican las condiciones siguientes:

- 25 i. el radio de protección (XPL) es inferior al umbral de alerta (J),
 ii. el cociente del radio de protección y del error estimado de localización (XPL/XNSE) es inferior al cociente de seguridad (J/K),
 iii. el error estimado de localización (XNSE) es superior al nivel de exigencia de error estimado (K),

3. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** comprende igualmente una etapa de cálculo de un cuarto porcentaje (4) de muestras que verifican las condiciones siguientes:

- 30 i. el radio de protección (XPL) es superior al umbral de alerta (J),
 ii. el error estimado de localización (XNSE) es superior al nivel de exigencia de error estimado (K),

4. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** comprende igualmente una etapa de cálculo de un quinto porcentaje (5) de muestras que verifican las condiciones siguientes:

- 35 i. el radio de protección (XPL) es superior al umbral de alerta (J),
 ii. el error estimado de localización (XNSE) es inferior al nivel de exigencia de error estimado (K).

5. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** los porcentajes de muestras (1-5) se calculan para al menos dos niveles de exigencia de error estimado de localización.

40 6. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** los porcentajes de muestras (1-5) se calculan para al menos dos umbrales de alerta.

7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque**, cuando la primera proporción (1) de muestras es superior a una proporción de exigencia que debe ser garantizada por un servicio de navegación a un usuario, se certifica a un usuario que el sistema de navegación respeta el nivel de servicio ligado al nivel de exigencia del error estimado de localización.

45 8. Sistema de verificación de la prestación de precisión en localización de un sistema de navegación por satélite, **caracterizado porque** es adecuado para realizar el procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes.

9. Sistema de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado porque** comprende unos medios de presentación para representar en un diagrama unas muestras de localización de un receptor de un sistema de navegación por satélite, representando dicho diagrama:

- En un primer eje (10) el cociente del radio de protección (XPL) y del error estimado de localización (XNSE)

definido en una dimensión de una orientación de posición,

- En un segundo eje (11) el radio de protección (XPL),

- Una primera recta (13) que representa el error estimado de localización para un nivel de exigencia (K) fijo del error estimado de localización (XNSE),

5 - Una segunda recta (12) que representa el umbral de alerta (J) del radio de protección (XPL).

10. Sistema de acuerdo con la reivindicación 9, **caracterizado porque** las muestras se presentan en el diagrama de acuerdo con un código de representación que depende del primer y del segundo porcentaje (1-2) de muestras.

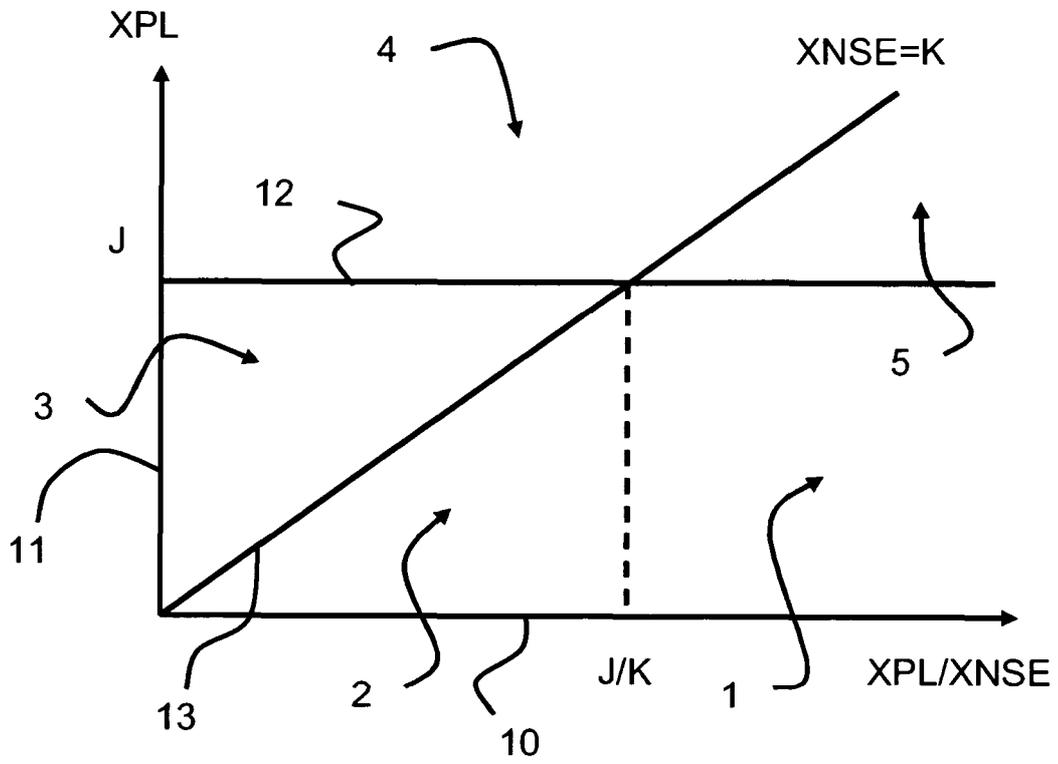


Figura única