

19



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: 2 444 513

21 Número de solicitud: 201230694

51 Int. Cl.:

G01S 19/42 (2010.01)

G01S 19/44 (2010.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

09.05.2012

43 Fecha de publicación de la solicitud:

25.02.2014

88 Fecha de publicación diferida del informe sobre el estado de la técnica:

14.05.2014

Fecha de la concesión:

10.02.2015

45 Fecha de publicación de la concesión:

17.02.2015

73 Titular/es:

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID (50.0%)

Avda. Séneca, nº 2

28040 MADRID (Madrid) ES y

UNIVERSIDAD DE JAÉN (50.0%)

72 Inventor/es:

DE LACY PÉREZ DE LOS COBOS, María Clara;

RODRÍGUEZ CADEROT, Gracia y

MORENO MONGE, Beatriz

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

54 Título: PROCEDIMIENTO PARA ESTIMAR LA POSICIÓN DE UN RECEPTOR MEDIANTE SATÉLITES GNSS.

57 Resumen:

Procedimiento para estimar la posición de un receptor mediante satélites GNSS.

Procedimiento multifrecuencia y multiconstelación para la determinación de la posición de un receptor mediante satélites GNSS, que gracias a las etapas de: obtención de la pseudodistancia, sesgo ionosférico y vector de ambigüedad, determinación de una matriz de covarianza para cada uno de los parámetros anteriores y estimación de la posición del receptor y el desfase de su reloj a partir de las pseudodistancias, su matriz de covarianza, y efemérides precisas de los satélites. El procedimiento permite así procesar datos triple frecuencia y combinar señales de diferentes sistemas de navegación.

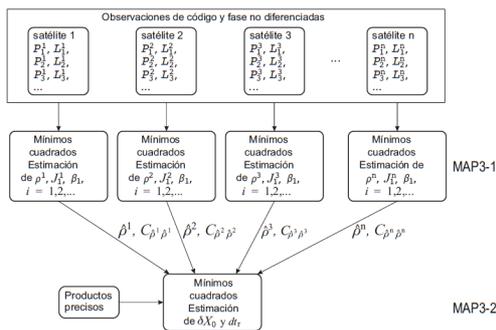


FIG. 1

ES 2 444 513 B1

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para estimar la posición de un receptor mediante satélites GNSS.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se encuadra dentro de la navegación y el posicionamiento basado en el uso de satélites GNSS (Global Navigation Satellite System).

10 **Antecedentes de la invención**

El PPP (precise point positioning o posicionamiento puntual preciso) es una técnica de posicionamiento que consiste en determinar la posición de un receptor de forma exacta y precisa a partir de observaciones de código y fase no diferenciadas y efemérides precisas. Éstas incluyen información relativa a las posiciones de los satélites en un sistema de referencia terrestre global y correcciones a los osciladores de los satélites; además se usan parámetros de orientación terrestre de los que forman parte el movimiento del polo y la longitud del día. Si bien las técnicas GNSS en modo relativo proporcionan mejores precisiones y repetibilidad que las soluciones de posicionamiento absoluto, el PPP no requiere la existencia de redes ni la utilización de varios receptores simultáneamente, lo que reduce significativamente el coste y permite determinar la posición incluso en los lugares más remotos. Además, el PPP proporciona exactitudes del orden de decímetros en modo cinemático y de centímetros en modo estático (Bisnath and Gao. Innovation: Precise Point Positioning. A powerful technique with a promising future. GPS World, April:43–50, 2009). Se llegan a valores del orden de milímetros tras 24 horas de observación (J. Geng, F. N. Teferle, C. Shi, X. Meng, A. H. Dodson, and J. Liu. Ambiguity resolution in precise point positioning with hourly data. GPS Solutions, 13(4): 263–270, 2009). El principal inconveniente de la técnica de PPP es que requiere de un periodo de inicialización de aproximadamente 30 minutos hasta que se obtienen resultados aceptables. El método clásico de PPP emplea una combinación de las observaciones de código y fase que prácticamente elimina el efecto de la ionosfera. Es una combinación lineal entre las portadoras L1 y L2 conocida como combinación libre del efecto ionosférico. El uso de esta combinación lineal, por el momento, limita el posicionamiento a observaciones doble frecuencia y aumenta el ruido de las observaciones en tres veces su ruido inicial.

Por el momento, las únicas aplicaciones informáticas de libre disposición para el procesado PPP están preparadas para trabajar únicamente con observaciones doble frecuencia de los sistemas GPS y GLONASS. Sin embargo, en un futuro cercano el escenario GNSS se ampliará a nuevos sistemas: GPS modernizado, Galileo, GLONASS modernizado y COMPASS. El sistema GPS modernizado se espera que esté totalmente operacional a partir del año 2018. Galileo será el primer sistema de posicionamiento global diseñado, fundamentalmente, para uso civil, que se prevé totalmente operativo a partir del año 2014. Estos sistemas serán independientes y al mismo tiempo compatibles entre sí, permitiendo la combinación de observaciones de ambos sistemas por un mismo receptor. Otra característica importante es que estos sistemas transmitirán señales civiles en, al menos, tres frecuencias distintas, lo que aumentará considerablemente la redundancia de observaciones. En la Tabla 1 se muestran las frecuencias básicas de los sistemas de navegación que coexistirán en los próximos años.

Sistema	Portadora	Frecuencia (MHz)	Sistema	Portadora	Frecuencia (MHz)
GPS	L1	1575.42	GLONASS	G1	1602.00
	L2	1227.6		G2	1246.00
	L5	1176.45		G3	1204.704
Galileo	E2-L1-E1	1575.42	COMPASS	B1	1575.42
	E5b	1207.14		B2	1191.75
	E5a	1176.45		B3	1268.52
	E6	1278.75			

Tabla 1. Frecuencias básicas de los sistemas GPS modernizado, Galileo, GLONASS y COMPASS.

Actualmente, el sistema GPS dispone de dos satélites modernizados transmitiendo las tres señales civiles en las frecuencias L1-L2-L5 y el sistema Galileo cuenta con dos satélites experimentales, GIOVE-A y GIOVE-B, transmitiendo en las bandas E1-E5 o E1-E6 y en los próximos meses se dispondrá de los cuatro primeros satélites Galileo en el espacio, que emplearán señales en E1-E5-E6. Por su parte, el sistema GLONASS modernizado está a punto de completar su constelación, la cual transmite dos frecuencias, aunque en un futuro tiene previsto incluir una tercera frecuencia civil. En cuanto a la detección de perturbaciones ionosféricas, es importante recordar que los satélites GNSS se encuentran a altitudes próximas a los 20000 km sobre la superficie terrestre y, por tanto, la señal GNSS está fuertemente afectada por la ionosfera que, a su vez, está muy ligada a la actividad solar. Por tanto, la señal GNSS puede verse gravemente afectada por la existencia de perturbaciones en la distribución de plasma ionosférico, que son frecuentes e intensas en las proximidades del ecuador magnético terrestre, en una región comprendida entre $\pm 20^\circ$ de latitud, aunque también se ha registrado centelleo fuerte en la latitud de las Islas Canarias y no se descartan otras regiones. Las perturbaciones del

plasma ionosférico pueden producir fuertes variaciones en la amplitud y la fase de la señal GNSS, dando lugar a un centelleo de la señal, pérdida de la señal por parte del receptor, saltos de ciclo, etc. y todo ello puede degradar el posicionamiento con errores de hasta varios metros

5 Objeto de la invención

Los métodos de PPP existentes actualmente trabajan con observaciones relativas a una o dos frecuencias. El procedimiento de la invención está preparado para trabajar con tres frecuencias correspondientes a una o más constelaciones de satélites GNSS. Funciona por tanto en un contexto multifrecuencia y multiconstelación resolviendo los inconvenientes relacionados con la mezcla de diferentes frecuencias y diferentes constelaciones. Dentro de este contexto, la invención tiene por objeto la determinación de la posición del receptor explotando las ventajas de utilizar más frecuencias y más satélites y la detección de perturbaciones ionosféricas que pudieran degradar fuertemente la precisión de la posición estimada. Para ello se propone un procedimiento que es capaz de emplear todas las señales disponibles, permitiendo combinar observaciones de distintos sistemas de navegación y dando lugar a estimaciones con distinta precisión y exactitud dependiendo de la duración de la sesión de observación, por lo que es de interés en aplicaciones geodésicas y geofísicas de precisión. Además, la estimación del retraso ionosférico proporciona información acerca de la calidad de la señal y permite detectar perturbaciones en la distribución de plasma ionosférico y, por tanto, el procedimiento de la invención puede ser empleado en aplicaciones geodésicas y de topografía en bajas latitudes. Para ello, la invención propone un procedimiento multifrecuencia y multiconstelación para la determinación de la posición de un receptor mediante satélites GNSS que comprende las etapas de obtención de la pseudodistancia, sesgo ionosférico y vector de ambigüedad entre un único receptor y un único satélite, modelando los sesgos de frecuencia y de cada sistema de satélites, determinación de una matriz de covarianza para cada uno de los parámetros anteriores, repetición de los pasos anteriores para una pluralidad de satélites y estimación de la posición del receptor y el desfase de su reloj a partir de las pseudodistancias calculadas anteriormente, su matriz de covarianza, y efemérides precisas de los satélites.

La pseudodistancia, sesgo ionosférico y ambigüedad de fase se pueden calcular a partir de observaciones de código y fase modelando los sesgos de frecuencia y sistema, la posición del receptor y el desfase de su reloj a partir de la distancia geométrica entre receptor y satélite, los desfases de los osciladores de los satélites y el efecto troposférico.

Breve descripción de las figuras

Con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña la siguiente descripción de un esquema en donde con carácter ilustrativo se ha representado el procedimiento de la invención.

Descripción detallada de la invención

El procedimiento de la invención permite procesar datos triple frecuencia incluyendo en las ecuaciones de observación los correspondientes sesgos de frecuencia y de sistema que son estimados por organismos científicos y son conocidos por el experto en la materia. En particular, se procesan observaciones GNSS de código y fase a triple frecuencia, utilizando una aproximación mínimo cuadrática en un contexto de Posicionamiento Preciso Puntual (PPP). El procedimiento consta de dos fases. En una primera fase, se tratan datos entre un único receptor y un único satélite obteniendo a partir de dichos datos ajustados por el método de mínimos cuadrados una primera pseudodistancia en cada época de observación, un sesgo ionosférico también en cada instante de observación y una estimación del vector de ambigüedad de fase inicial para todo el período considerado. Esta primera fase se repite con todos los satélites de las diferentes constelaciones presentes durante la sesión de observación. La expresión final de dicha pseudodistancia es una combinación de observaciones de código y fase que se modelan con la distancia geométrica entre receptor y satélite, los desfases de los osciladores de receptor y satélite, el efecto troposférico y una componente aleatoria procedente del error de observación. El sesgo ionosférico constituye una estimación del efecto ionosférico a lo largo del camino de propagación de la señal en la dirección receptor-satélite. Por último, la ambigüedad de fase inicial representa el número entero de longitudes de onda comprendidas entre receptor y satélite más un cierto desfase inicial. Todos estos parámetros estimados mediante mínimos cuadrados se obtienen con su correspondiente matriz de covarianza que da información sobre la precisión de los parámetros estimados y en particular una parte de la matriz de covarianza de las pseudodistancias estimadas se utiliza en la segunda fase del procedimiento. Es importante resaltar que esta matriz de covarianza de las pseudodistancias tiene una inversa cuya expresión es conocida lo que agiliza el procedimiento.

Los parámetros estimados con esta primera fase son fundamentales ya que la parte correspondiente a la ionosfera podría ser implementada en un dispositivo de alerta en tiempo casi real de fenómenos ionosféricos locales extremos, por ejemplo, en redes de estaciones permanentes GNSS de la zona ecuatorial o en las inmediaciones de aeropuertos ecuatoriales donde la navegación aérea puede verse seriamente afectada por estos fenómenos extremos.

Por otro lado, todas las pseudodistancias obtenidas tras la primera fase del procedimiento entre un receptor y los distintos satélites presentes durante la observación se combinan en la segunda fase para estimar, entre otros parámetros la posición del receptor y el desfase del oscilador del receptor.

- 5 El procedimiento de la invención presenta la ventaja adicional de permitir combinar señales de diferentes sistemas de navegación sin utilizar la tradicional combinación libre del efecto ionosférico. Este método, además de determinar la posición de un receptor GNSS proporciona una estimación del retraso ionosférico.

10 En referencia a la figura 1, la primera parte del procedimiento, (MAP3-1) aplica la teoría matemática de mínimos cuadrados a un conjunto de observaciones GNSS de código y fase, no diferenciadas, tres frecuencias, para estimar, en primer lugar, pseudodistancias, sesgo ionosférico y ambigüedades de fase inicial para cada satélite de forma independiente. En segundo lugar, (MAP3-2) estima la posición del receptor y el desfase de su reloj a partir de las primeras pseudodistancias junto con su matriz de covarianza obtenidas anteriormente, utilizando además efemérides precisas de los satélites.

15 En la primera parte del procedimiento se procesan observaciones GNSS de código y fase, no diferenciadas, en tres frecuencias. En esta parte las observaciones de cada satélite se procesan independientemente del resto. Para cada arco continuo de observaciones a un satélite se forma un sistema de ecuaciones de observación cuyas incógnitas son las pseudodistancias y el retraso ionosférico en cada época de observación y una ambigüedad de fase inicial para cada frecuencia, constante durante todo el periodo de observación. Previamente a aplicar este algoritmo es necesario asegurar que las observaciones no contienen saltos de ciclo y en caso de que tengan hay que corregirlos. Para ello, se usa una técnica habitual en el tratamiento de datos GNSS: la búsqueda de discontinuidades en combinaciones lineales de observaciones GNSS. En particular se usa la combinación conocida como Melbourne-Wübbena, la diferencia entre la combinación libre del efecto ionosférico de fase y libre del efecto ionosférico de código y por último y la diferencia entre las observaciones fase, cada una de ellas en unidades de distancia. Se detectan las discontinuidades (que en general son muy pocas si los receptores no son de bajo coste) y se divide el periodo de observación en arcos en los cuales no hay saltos de ciclo. Las ambigüedades de fase inicial están sesgadas por retrasos electrónicos. A este sistema de ecuaciones se le aplica un ajuste mínimo cuadrático y se obtiene una estimación de las pseudodistancias y el sesgo ionosférico en cada época de observación y una ambigüedad de fase inicial para cada frecuencia. Cada parámetro es estimado con su correspondiente matriz de covarianza que será utilizado en la segunda parte del método.

20 En la creación del modelo estocástico se considera que las observaciones de código tienen un ruido del orden de decímetros y las fases del orden de milímetros. Además, las observaciones son pesadas teniendo en cuenta la elevación del satélite en cada época.

25 Las pseudodistancias estimadas en la primera parte están suavizadas por las observaciones de fase y contienen la distancia geométrica receptor-satélite, los offset de los relojes de receptor y satélite y el retraso troposférico. Las ambigüedades de fase inicial son obtenidas como una media ponderada de las observaciones de código y fase en cada arco continuo de observación. Además se obtiene una estimación del retraso ionosférico (en un primer orden de aproximación) en la dirección del satélite y en cada época de observación.

30 En la segunda parte del procedimiento se procesan conjuntamente las pseudodistancias obtenidas en la primera parte para todos los satélites observados, junto con sus matrices de peso y los productos precisos de los satélites. Los productos precisos consisten en las coordenadas precisas de los satélites y los desfases de sus relojes, que se consideran libres de error. En este caso, con todas las pseudodistancias se forma un sistema de ecuaciones en el que las incógnitas son una corrección a la posición a priori del receptor y el desfase del reloj del receptor en cada época. El retraso troposférico se corrige por medio del modelo de Hopfield o Saastamoinen junto con la función de proyección de Niell y se estima un parámetro residuo de corrección al modelo en períodos de observación largos.

35 En la ecuación de observación se contempla el sesgo entre sistemas para el caso en que se combinen observaciones de diferentes sistemas de satélites. El modelo estocástico se forma a partir de las matrices de covarianza de las pseudodistancias y el retraso ionosférico, obteniéndose una matriz de covarianza simplificada que tiene en cuenta la correlación de las observaciones de un mismo satélite y que posee una inversa con expresión conocida. Se aplica la teoría mínimos cuadrados una vez más para estimar los diferentes parámetros y matrices de covarianza.

40 La invención además contempla la aplicación de las correcciones pertinentes a las observaciones recibidas de los satélites. En particular, se deben aplicar modelos para corregir el efecto relativista por excentricidad de la órbita de los satélites y el efecto Sagnac. También se deben emplear modelos para eliminar el retraso troposférico y el phase wind-up, o efecto ovillo. Los offset de antenas de receptor y satélite se deben corregir con los valores obtenidos en la calibración de dichas antenas y los retrasos electrónicos de código se pueden eliminar empleando estimaciones dadas por el Centro Europeo de Determinación de Órbitas (CODE).

Preferentemente, se aplican modelos, conocidos en el estado del arte, para la corrección de los efectos de marea terrestre y el movimiento del polo y de carga oceánica.

En la figura 1, P_i^s , L_i^s representan las observaciones de código y fase del satélite s en la frecuencia i para $s = 1, \dots, n$ e $i = 1, 2, 3, \dots$; ρ^s es la pseudodistancia al satélite s ; J_1^s es el retraso ionosférico en la frecuencia 1 en la dirección del satélite s ; β_i es la ambigüedad de fase inicial en la frecuencia i ; $C_{\hat{\rho}^s \hat{\rho}^s}$ es la matriz de covarianzas de las pseudodistancias estimadas para el satélite s ; δX_0 es la corrección de las coordenadas a priori del receptor y dt_r representa el desfase del reloj del receptor.

En la primera parte de la figura 1, que aparece recuadrada, se representa la parte de adquisición de los datos. Es decir, una vez encendido el receptor la antena recibe observaciones de fase y código multifrecuencia de distintos satélites procedentes de distintas constelaciones. Como salida de esta fase se obtiene un fichero de datos en un formato de intercambio de datos GNSS internacional conocido como RINEX 3.0 (Receiver INdependent Exchange format). En la segunda fase que hemos llamado MAP3-1 se procede a estudiar de forma independiente los datos entre el receptor y cada uno de los satélites recogidos en la fase anterior. En concreto se analiza la presencia de errores groseros y de saltos de ciclos, se pesan los datos dando mayor precisión a los más altos sobre el horizonte del observador y menos a los más bajos. Con los datos ya depurados se procede al primer ajuste mínimo cuadrático. Los elementos de salida de esta fase son una primera pseudodistancia suavizada y un sesgo ionosférico junto con su matriz de covarianza en cada época de observación. También se obtiene una primera estimación de las ambigüedades de fase inicial junto con su correspondiente matriz de covarianza durante el arco de observación considerado. La tercera fase tiene como entrada las pseudodistancias estimadas en la fase anterior junto con su matriz de covarianza en cada época constituyéndose un conjunto de observaciones redundante entre un único receptor y distintos satélites. A las observaciones se les atribuye una matriz de covarianza procedente de la fase anterior ligeramente modificada para dar más peso a las observaciones altas sobre el horizonte del observador y menos a las más bajas. A continuación se procede a un segundo ajuste mínimo cuadrático basado en el cálculo de la distancia entre receptor y satélite donde se utilizan las posiciones precisas de los satélites referidas al centro de la Tierra junto con una serie de correcciones pertinentes y se obtiene como resultado la posición del usuario y el desplazamiento del oscilador del receptor en cada época junto con su matriz de covarianza.

Los resultados obtenidos han sido contrastados en el caso de observaciones GPS bifrecuencia con procedimientos- de PPP existentes, como Autogipsy desarrollado por el JPL (Jet Propulsion Laboratory) de la NASA, Bernese del AIUB (Astronomical Institute of the University of Bern) de la Universidad de Berna, el CSRS (Canadian Spatial Reference System) de Natural Resources of Canada, y MagicGNSS desarrollado por la empresa de aeronáutica GMV, obteniéndose resultados congruentes al nivel de pocos milímetros después de 24 horas de observación y de pocos centímetros en períodos breves. La segunda fase del procedimiento podría ser implementada en redes de estaciones permanentes para el procesado y análisis de los primeros datos triple frecuencia de los satélites de la constelación Galileo, GPS modernizado y la combinación de ambos en sus diferentes campos de aplicación.

40

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento multifrecuencia y multiconstelación para la determinación de la posición de un receptor mediante satélites GNSS que comprende las etapas de:
- 5 a. obtención de la pseudodistancia, sesgo ionosférico y vector de ambigüedad entre un único receptor y un único satélite por el método de mínimos cuadrados, modelando los sesgos de frecuencia y de cada sistema de satélites b. determinación de una matriz de covarianza para cada uno de los parámetros anteriores,
- 10 c. repetición de los pasos a y b para una pluralidad de satélites,
- d. estimación por el método de mínimos cuadrados de la posición del receptor y el desfase de su reloj a partir de las pseudodistancias calculadas anteriormente, su matriz de covarianza, y efemérides precisas de los satélites.
- 2.-Procedimiento según la reivindicación 1 caracterizado porque la pseudodistancia se calcula a partir de observaciones de código y fase modelando los sesgos de frecuencia y sistema.
- 15 3.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2 caracterizado porque el sesgo ionosférico se calcula a partir de observaciones de código y fase modelando los sesgos de frecuencia y sistema.
- 20 4.- Procedimiento según la reivindicación 1 o 2 caracterizado porque la ambigüedad de fase se calcula a partir de observaciones de código y fase modelando los sesgos de frecuencia y sistema.
- 25 5.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque la posición del receptor y el desfase de su reloj se calculan a partir de la distancia geométrica entre receptor y satélite, los desfases de los osciladores de los satélites y el efecto troposférico obtenido mediante modelos de Hopfield o Saastamoinen junto con la función de proyección de Niell".

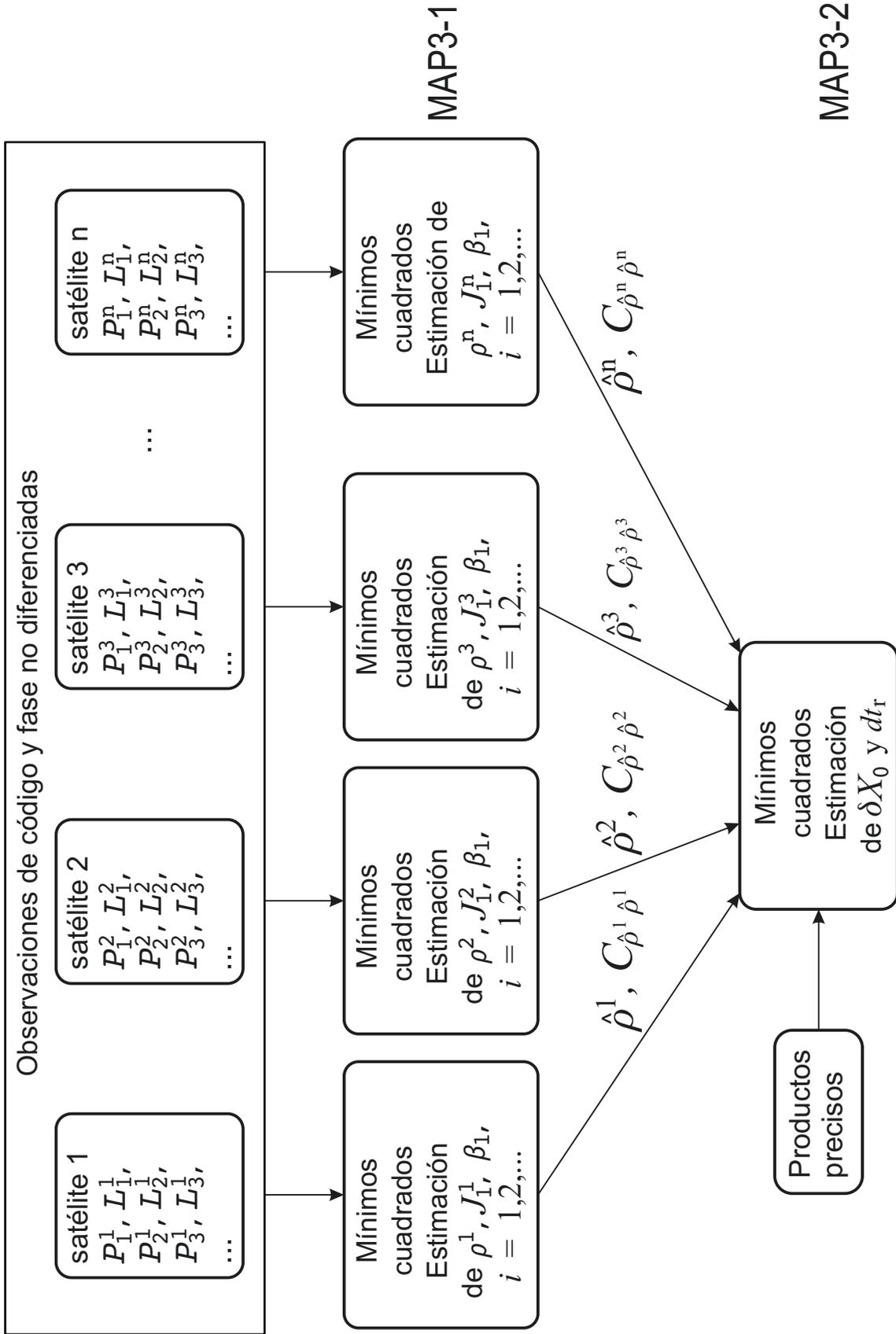


FIG. 1



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201230694

②② Fecha de presentación de la solicitud: 09.05.2012

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G01S19/42** (2010.01)
G01S19/44 (2010.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	DE LACY, M. C., et al. "A method to estimate the ionospheric bias by using the new GNSS frequencies: an analysis of its theoretical accuracy in a PPP Context". Física de la Tierra, 2008, vol. 20, p. 133-150. Todo el documento.	1-5
A	SCHÖNEMANN, ERIK, et al. "A new approach for GNSS analysis in a multi-GNSS and multi-signal environment". Journal of Geodetic Science, 2011, vol. 1, no 3, p. 204-214. Apartados 1-4.	1-5
A	EP 2333581 A1 (UNIV MUENCHEN TECH) 15.06.2011, párrafos [0001-0005].	1-5
A	US 2010188285 A1 (COLLINS JOHN PAUL) 29.07.2010, párrafos [0019-0051]; figuras 1-3.	1-5
A	SHIJIE FAN et al. "GPS kinematic Precise Point Positioning based on sequential least squares estimation". 18th International Conference on Geoinformatics, 2010, IEEE, Piscataway, NJ, USA 18.06.2010. VOL: Págs: 1-5. Todo el documento.	1-5
A	NIELL, A. E. "Global mapping functions for the atmosphere delay at radio wavelengths". Journal of Geophysical Research: Solid Earth (1978–2012), 1996, vol. 101, no B1, p. 3227-3246. Todo el documento.	1,5

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
29.04.2014

Examinador
J. Cotillas Castellano

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01S

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, XPI3E, NPL, XPESP

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 29.04.2014

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 5	SI
	Reivindicaciones 1-4	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-5	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	DE LACY, M. C., et al. "A method to estimate the ionospheric bias by using the new GNSS frequencies: an analysis of its theoretical accuracy in a PPP Context". Física de la Tierra, 2008, vol. 20, p. 133-150. Todo el documento.	01.01.2008
D02	SCHÖNEMANN, ERIK, et al. "A new approach for GNSS analysis in a multi-GNSS and multi-signal environment". Journal of Geodetic Science, 2011, vol. 1, no 3, p. 204-214. Apartados 1-4.	29.06.2011
D03	EP 2333581 A1 (UNIV MUENCHEN TECH)	15.06.2011
D04	US 2010188285 A1 (COLLINS JOHN PAUL)	29.07.2010
D05	SHIJIE FAN et al. "GPS kinematic Precise Point Positioning based on sequential least squares estimation". 18th International Conference on Geoinformatics, 2010, IEEE, Piscataway, NJ, USA 18.06.2010. VOL: Págs: 1-5. Todo el documento.	18.06.2010
D06	NIELL, A. E. "Global mapping functions for the atmosphere delay at radio wavelengths". Journal of Geophysical Research: Solid Earth (1978–2012), 1996, vol. 101, no B1, p. 3227-3246. Todo el documento.	01.01.1996

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

De los documentos encontrados para la realización de este informe, el documento D01 se considera el más próximo del estado de la técnica al objeto de las reivindicaciones 1 a 5, y en lo que respecta a estas reivindicaciones este documento parece afectar a la novedad y/o la actividad inventiva de las mismas, tal y como se explica a continuación (las referencias entre paréntesis corresponden a D01):

Reivindicación independiente 1:

El documento D01 describe un procedimiento para el tratamiento de señales procedentes de satélites GNSS de diferentes constelaciones y para varias frecuencias (véase el resumen) que comprende las etapas de:

- Obtención de la pseudodistancia, sesgo ionosférico y vector de ambigüedad entre un único receptor y un único satélite (véase la página 135) por el método de mínimos cuadrados (véase el apartado 3);
- Determinación de una matriz de covarianza para cada uno de los parámetros anteriores (véase la página 141);
- Repetición de las etapas anteriores para una pluralidad de satélites (véase la página 141);
- Estimación por el método de mínimos cuadrados de la posición del receptor (véase la página 141) y el desfase de su reloj (véase la página 136) a partir de las pseudodistancias calculadas, su matriz de covarianza (véase la página 141) y efemérides precisas de los satélites (véase el resumen).

De esta forma, todas las características técnicas de la reivindicación 1 ya son conocidas del documento D01, por lo que no sería nueva a la vista del estado de la técnica conocido (Art. 6.1 LP).

Reivindicaciones dependientes 2 a 5:

Estas reivindicaciones no parecen presentar características adicionales o alternativas diferentes que les confieran novedad o actividad inventiva frente a lo ya descrito en D01.

En particular, en el apartado 3 del documento D01 se divulga que la pseudodistancia, el sesgo ionosférico y la ambigüedad de fase se calculan a partir de observaciones de código y fase, por lo que las reivindicaciones 2 a 4 tampoco serían nuevas (Art. 6.1 LP).

Respecto a la reivindicación 5, el documento D01 describe la utilización del modelo de Hopfield para considerar el efecto troposférico (véase la página 147). Si bien no se describe la utilización de la función de proyección de Niell, se considera que ésta es una técnica ampliamente conocida en el sector del posicionamiento vía satélite (véase el documento D06, por ejemplo), por lo que para un experto en la materia resultaría evidente su utilización para evaluar el efecto troposférico.

De este modo, la reivindicación 5 carecería de actividad inventiva a la luz de los documentos citados (Art. 8.1 LP).