



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 255 446**

② Número de solicitud: 200402947

⑤ Int. Cl.:
G01S 5/14 (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **03.12.2004**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **16.06.2006**

Fecha de la concesión: **13.06.2007**

⑭ Fecha de anuncio de la concesión: **01.07.2007**

⑮ Fecha de publicación del folleto de la patente:
01.07.2007

⑰ Titular/es: **Universitat Politècnica de Catalunya
c/ Jordi Girona, 31
08034 Barcelona, ES**

⑱ Inventor/es: **Hernández Pajares, Manuel;
Juan Zornoza, José Miguel y
Sanz Subirana, Jaime**

⑳ Agente: **No consta**

⑳ Título: **Procedimiento de determinación autónoma de la orientación de un receptor GNSS, con una sola antena, a partir de su información ionosférica.**

㉑ Resumen:

Procedimiento de determinación autónoma de la orientación de un receptor GNSS, con una sola antena, a partir de su información ionosférica consistente en la integración del residuo de la combinación libre de geometría de las fases de dos portadoras GNSS después de extraer una estimación de la refracción ionosférica. Todo ello puede proporcionar una nueva funcionalidad como sensor de orientación a miles de receptores GNSS actuales y futuros.

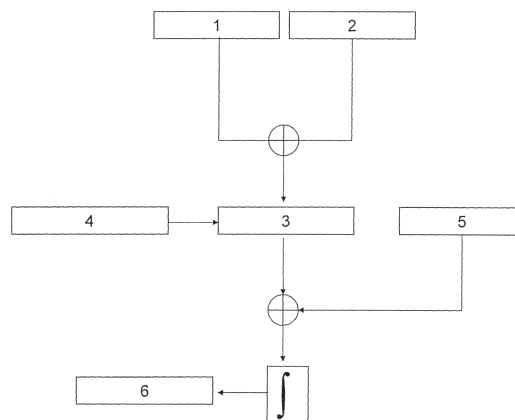


FIG.1

ES 2 255 446 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de determinación autónoma de la orientación de un receptor GNSS, con una sola antena, a partir de su información ionosférica.

Descripción del invento

La presente invención se refiere a un procedimiento de determinación autónoma (sin necesidad de receptores/antenas adicionales) de la orientación de un receptor de navegación por satélite ("Global Navigation Satellite System" -GNSS- en general, GPS, Glonass y Galileo en particular) a partir de su información ionosférica. En efecto, la combinación libre de geometría de las fases de dos portadoras observadas en dos frecuencias distintas y desde un satélite dado, viene dada por el término de refracción ionosférica junto a la rotación de fase o "wind-up" (debido al movimiento del usuario), además del "wind-up" determinista (debido al movimiento del satélite) y de términos constantes (debidos a la ambigüedad de la portadora en el momento del enganche de la señal y al retraso instrumental entre frecuencias). Precisamente sustrayendo una estimación del término ionosférico, bien a partir de correcciones externas (proporcionadas por ejemplo por una red de estaciones de referencia usando, entre otras posibles, la técnica WARTK, ver por ejemplo Hernández-Pajares *et al.* 2000) [Hernández-Pajares M, J.M. Juan, J. Sanz, O. Colombo, *Application of ionospheric tomography to real-time GPS carrier-phase ambiguities resolution, at scales of 400-1000 km and with high geomagnetic activity, Geophysical Research Letters, Vol. 27, No. 13, p. 2009-2012, 2000*], o bien a partir de un filtro adaptativo, el término de rotación del usuario se aísla e integrado nos proporciona la orientación respecto de una valor inicial arbitrario.

Sector de la técnica

El procedimiento de determinación autónoma de la orientación de un receptor GNSS, con una sola antena, a partir de su información ionosférica, se da en el contexto de la navegación electrónica precisa a través de señales de satélites (por ejemplo de los propios satélites GPS y de los futuros Galileo), que se ven refractadas por la Ionosfera y afectadas por la rotación del usuario (en el caso de la fase de la portadora).

Estado de la técnica

Los usuarios GNSS utilizan típicamente un único receptor y antena GNSS para obtener su posición tridimensional. Y hasta ahora no era posible con ese equipo básico (usando por ejemplo la relación Señal-Ruido) obtener información de los cambios de orientación del usuario, en particular el del movimiento de rotación alrededor del eje de simetría (o "boresight") de la antena. Para ello se tenía que usar adicionalmente un sensor ad-hoc, como giróscopos y sensores inerciales, o alternativamente varios (al menos 3) receptores y antenas conectados entre sí. En cualquier caso el producto final queda encarecido sustancialmente tanto por el "hardware" adicional necesario como por el "software" de integración de sensores.

El invento presentado en este documento viene a proporcionar una nueva funcionalidad a los receptores GNSS o "posicionadores" tridimensionales por satélite: la de giróscopos basados en la información libre de geometría, que contiene la orientación junto al retraso ionosférico, proporcionada por las fases de las portadoras en dos frecuencias. Es lo que llamaremos "giróscopio ionosférico", y no supone "hardware" adi-

cional, siendo el software adicional necesario generalmente sencillo e integrado en el propio "software" de navegación del usuario.

Descripción de la invención

El procedimiento de determinación autónoma de la orientación de un receptor GNSS, con una sola antena, a partir de su información ionosférica, consiste en:

1. Adoptar la combinación libre de geometría (o combinación ionosférica) de las fases de dos portadoras observadas en dos frecuencias distintas desde un satélite dado.
2. Sustraer los términos de refracción ionosférica y rotación de fase debido al movimiento del satélite, que constituyen la combinación ionosférica, junto a la rotación de fase o "wind-up" del usuario (nuestra incógnita principal) y junto a términos constantes, debidos a la ambigüedad de la portadora y al retraso instrumental entre frecuencias.
3. Estimar la refracción ionosférica a sustraer bien a partir de correcciones externas (proporcionadas por ejemplo por una red de estaciones de referencia usando WARTK o cualquier otra técnica de determinación ionosférica, o alternativamente un modelo climático de la ionosfera, o una combinación de ambos), o bien internamente a partir de un filtro adaptativo.
4. Aislar el término de rotación del usuario, sustrayendo la refracción ionosférica a la combinación ionosférica.
5. Integrar el término de rotación, para obtener la orientación, referida a la que tenía el usuario en el momento de la conexión del receptor.

Breve descripción de la figura

Fig. 1. Se presenta un esquema del procedimiento de determinación autónoma de la orientación de un receptor GNSS, con una sola antena, a partir de su información ionosférica:

- 1: Fase portadora GNSS No. 1
- 2: Fase portadora GNSS No. 2
- 3: Combinación ionosférica
- 4: Cambio de orientación de satélites GNSS (predicho)
- 5: Refracción ionosférica (predicha o estimada)
- 6: Orientación

Descripción de una realización preferida

A continuación se describe una realización del procedimiento de determinación autónoma de la orientación de un receptor GNSS, con una sola antena, a partir de su información ionosférica. Procedimiento fácilmente implementable, en la práctica, con los equipos GPS y GLONASS actualmente disponibles, así como con los futuros equipos Galileo y GPS modernizados.

1. Se calculará la combinación libre de geometría (también llamada combinación ionosférica) de las fases de las portadoras medidas en dos frecuencias distintas para cada satélite a la vista, desde un receptor GNSS determinado.

2. Se sustraerá al observable adoptado (la combinación ionosférica) la rotación de fase debida al cambio de orientación del satélite, fácilmente predecible a partir de sus elementos orbitales.
3. Se modelará la dependencia ionosférica contenida en el observable adoptado en el anterior punto para, integrando el residuo resultante, obtener una estimación de la orientación, referida a la orientación inicial que el usuario tenía cuando conectó su receptor.
4. La dependencia ionosférica contenida en el combinación ionosférica se podrá obtener a partir de un modelo externo o de un modelado interno.
5. La dependencia ionosférica podrá obte-

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

nerse a partir de un modelado externo al del usuario, como por ejemplo a partir de medidas de estaciones de control o referencia de sistemas de aumentación (como WARTK, WADGPS, SBAS, multiestación RTK o VRS), o puede ser proporcionada por modelos climáticos como el IRI, PIM o NeQuick entre otros, o por una combinación de ambas estrategias.

6. La dependencia ionosférica también puede estimarse internamente por el usuario, en forma de un pequeño filtro adaptativo, gracias a la dependencia respecto de la distinta zona de la Ionosfera atravesada por el rayo observado para cada satélite y, sobre todo, gracias a la dependencia de su geometría (de la elevación en particular).

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de determinación autónoma de la orientación de un receptor GNSS, con una sola antena, a partir de su información ionosférica, **caracterizado** por comprender las siguientes etapas:

- a. Cálculo de la combinación libre de geometría (o combinación ionosférica) de las fases de dos portadoras observadas en dos frecuencias distintas desde un satélite dado,
- b. Sustracción de los términos de refracción ionosférica y rotación de fase debido al movimiento del satélite,
- c. Estimación de la refracción ionosférica a sustraer,
- d. Aislamiento del término de rotación del usuario, sustrayendo la refracción ionosférica a la combinación ionosférica,
- e. Integración del término de rotación, para obtener la orientación, referida a la que tenía el usuario en el momento de la conexión del receptor.

2. Procedimiento de determinación autónoma de la orientación de un receptor GNSS, con una sola antena, a partir de su información ionosférica según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la dependencia ionosférica contenida en la combinación ionosférica se podrá obtener a partir de un modelado externo al del usuario, como por ejemplo a partir de medidas de estaciones de control o referencia de sistemas de aumentación (como WARTK, WADGPS, SBAS, multiestación RTK o VRS), o a partir de modelos climáticos como el IRI, PIM o NeQuick entre otros, o por una combinación de ambas estrategias.

3. Procedimiento de determinación autónoma de la orientación de un receptor GNSS, con una sola antena, a partir de su información ionosférica según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la dependencia ionosférica contenida en la combinación ionosférica se podrá obtener a partir de un modelado interno, en forma de un pequeño filtro adaptativo, gracias a la dependencia respecto de la distinta zona de la Ionosfera atravesada por el rayo observado para cada satélite y, sobre todo, gracias a la dependencia de su geometría (de la elevación en particular).

30

35

40

45

50

55

60

65

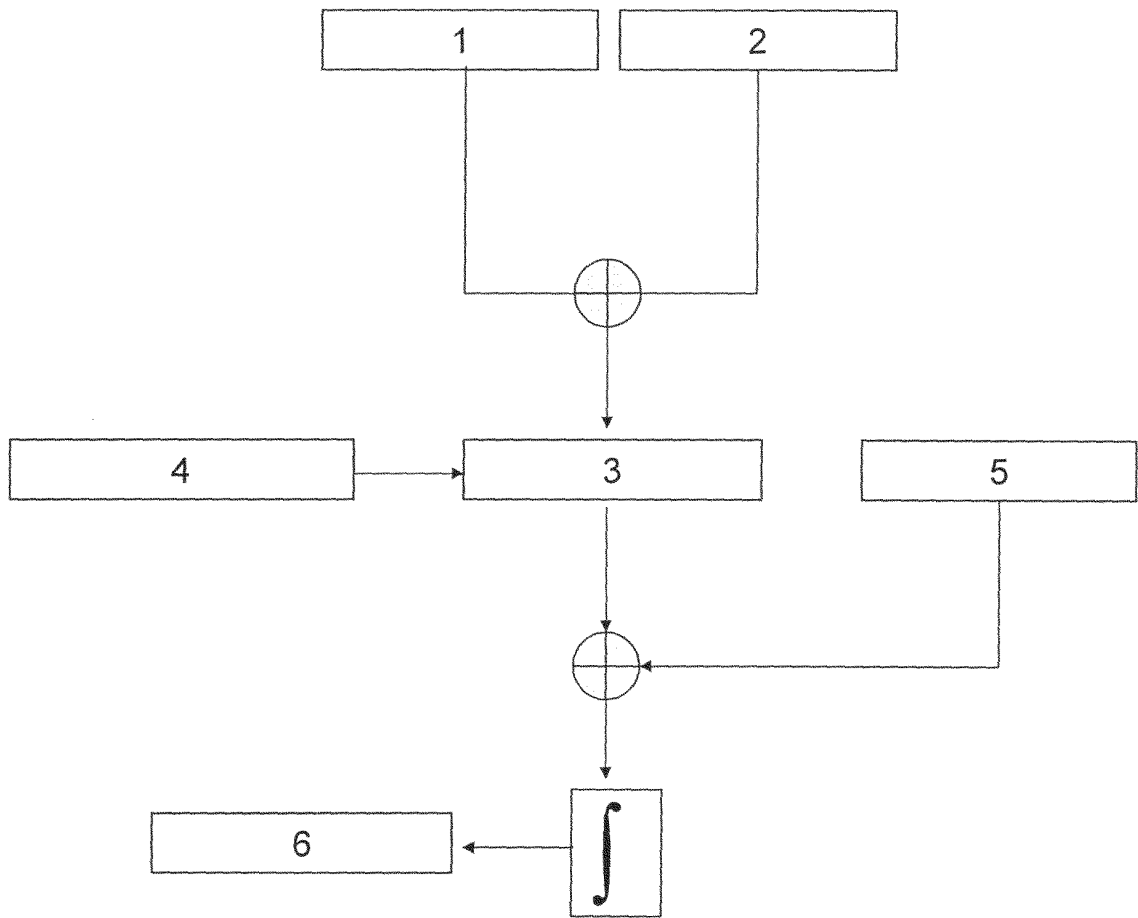


FIG.1



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 255 446

② Nº de solicitud: 200402947

③ Fecha de presentación de la solicitud: 03.12.2004

④ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: **G01S 5/14** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	RU 2237257 G2 27.09.2004, resumen.	1-3
A	WO 03069366 A1 (SIRF TECH INC; MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD; PANDE ASHUTOSH) 21.08.2003, párrafos 0037-0055.	1-3
A	EP 1243940 A2 (SAAB ERICSSON SPACE AB) 25.09.2002, todo el documento.	1-3
A	NL 1017621 C (DATAWELL NV) 17.09.2002, resumen.	1-3

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

29.05.2006

Examinador

M. Pérez Formigó

Página

1/1