

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 580**

21 Número de solicitud: 201131082

51 Int. Cl.:

**G01V 3/12** (2006.01)

12

## PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

**28.06.2011**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**13.02.2013**

Fecha de la concesión:

**13.12.2013**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**20.12.2013**

73 Titular/es:

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
(100.0%)**

**Jordi Girona, 31**

**08034 Barcelona (Barcelona) ES**

72 Inventor/es:

**CAMPS CARMONA, Adriano José;  
RODRÍGUEZ ÁLVAREZ, Nereida ;  
BOSCH LLUIS, Xavier ;  
MARCHÁN HERNÁNDEZ, Juan Fernando;  
RAMOS PÉREZ, Isaac ;  
AGUASCA SOLÉ, Albert ;  
VALL-LLOSSERA FERRAN, Mercedes y  
VALENCIA DOMÈNECH, Enric**

54 Título: **Sistema para la recuperación de parámetros geofísicos usando señales de satélites de navegación**

57 Resumen:

Sistema para la recuperación de parámetros geofísicos usando señales de satélites de navegación.

Dicho sistema comprende:

- la utilización de un instrumento estático, instalado en el extremo de un mástil, formado por al menos una antena y una etapa de procesado de datos;
  - la medición directa así como la medición del reflejo en la superficie de dichas señales provenientes de satélites de navegación; y
  - la obtención de dichos parámetros geofísicos mediante algoritmos de procesado de dichas señales.
- Dicho sistema comprende además la combinación de al menos dos antenas agrupadas en un mismo emplazamiento para dar total cobertura a un área circular, siendo cada una de dichas antenas de tipo parche y con una completa simetría respecto al eje vertical para la recepción de dichas señales provenientes de satélites de navegación.

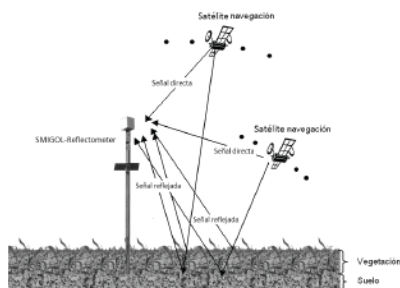


Figura 2

ES 2 395 580 B1

## DESCRIPCIÓN

Sistema para la recuperación de parámetros geofísicos usando señales de satélites de navegación

Sector de la técnica

5 La presente invención concierne a un sistema para la recuperación de parámetros geofísicos usando señales de satélite de navegación, mediante un instrumento estático que mide la señal proveniente de dicho satélite de navegación así como del reflejo de dicha señal sobre una superficie determinada y el posterior procesado de datos, y más concretamente en una realización preferida a un sistema que comprende la combinación de varias antenas para dar total cobertura a una área circular siendo dichas antenas del tipo parche.

Estado de la técnica

10 Las técnicas tanto activas como pasivas de microondas han sido extensamente usadas para monitorizar la humedad del terreno [1] [2] [3] [4] [5] [6]. Actualmente, las técnicas llamadas Global Navigation Satellite Systems opportunity signals Reflected (GNSS-R) están siendo usadas para la observación de diferentes tipos de superficies sobre la Tierra. Con ello puede obtenerse, por ejemplo, información sobre la salinidad del mar en función de información extraída de la superficie marítima [7] [8] [9] [10], niveles de humedad de suelo sobre superficie terrestre [11] [12] [13] [14] 15 [15] o el grueso de una capa de hielo en una superficie helada [16].

La técnica IPT (Interference Pattern Technique) consiste en medir las fluctuaciones de potencia de la interferencia de los campos eléctricos directo y reflejado según se mueve un satélite GPS. Estudios previos que usaban técnicas similares [17] [18] mostraron resultados sobre las propiedades dieléctricas del suelo haciendo uso de antenas LHCP. También fueron estudiadas en [19], mediante el uso de antenas LHCP, las propiedades dieléctricas de un plano metálico cubierto de nieve. 20

Se encontró que al usar una antena LHCP la polarización horizontal enmascara la información angular ya que no muestra la reflectividad nula al ángulo de Brewster que sí muestra la polarización vertical. Así pues, se aplicó una técnica similar que usaba sólo la polarización vertical de la antena [15]. La técnica IPT ha sido aplicada con éxito sobre superficies terrestres para obtener tres tipos de información:

- 25
- topografía de la superficie
  - altura de la vegetación
  - nivel de humedad de un terreno cubierto de vegetación

Estos estudios se basaron en un estudio previo [15] en el que la obtención de la humedad del terreno empleando la técnica IPT resultó satisfactoria.

30 Durante el 2008 (ver por Ej.: IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING, VOL. 47, NO. 11, NOVEMBER 2009) se desarrolló el reflectómetro SMIGOL (Soil Moisture Interference-pattern GNSS Observations at L-band) que ha sido utilizado para recoger medidas interferométricas.

Explicación de la invención

35 La presente invención propone una serie de modificaciones sustanciales del citado instrumento reflectómetro SMIGOL, para poder dotarlo de mayores prestaciones en cuanto al área de cobertura, eficiencia y tareas de control.

Para ello, se presenta una alternativa a la arquitectura previa de dicho instrumento, conocida hasta el momento presente, que dota a cada reflectómetro SMIGOL de dos o cuatro antenas sectoriales que permiten cubrir un área circular alrededor de dicho instrumento.

40 Asimismo conforme a una implementación preferida cada una de las citadas antenas dispone a su salida de una etapa de recepción y almacenamiento de las mediciones realizadas. Las salidas de dichas etapas se conectan a un módulo microprocesador común que procesará la señal a enviar a un elemento central, que recogerá las mediciones de todos los reflectómetros SMIGOL repartidos en la zona a cubrir. El envío de esta señal al elemento central se realiza mediante un interfaz inalámbrico dispuesto a la salida del módulo microprocesador.

45 Dichas antenas, a diferencia del estado de la técnica actual, son del tipo parche y presentan una alta simetría respecto al eje vertical para la recepción de las señales provenientes de satélites de navegación.

Los reflectómetros SMIGOL se instalan en el extremo de un poste vertical, de altura elegida para estar por debajo de la copa de los árboles de una determinada zona a cubrir, o por encima de la copa de los árboles de la zona.

Breve descripción de los dibujos

Las anteriores y otras ventajas y características se comprenderán más plenamente a partir de la siguiente descripción detallada de unos ejemplos de realización con referencia a los dibujos adjuntos, que deben tomarse a título ilustrativo y no limitativo, en los que:

- 5 La Figura 1 ilustra el diagrama de bloques del instrumento SMIGOL-reflectometer, conocido y utilizado hasta la fecha.
- La Figura 2 muestra una posible configuración del reflectómetro SMIGOL de acuerdo con los principios de esta invención.
- 10 La Figura 3 muestra un ejemplo de la zona de cobertura para un reflectómetro SMIGOL con una única antena receptora a 3 metros de altura sobre el terreno.
- La Figura 4 ilustra la formación de una red de tipo WSN (wireless sensor network) obtenida utilizando una pluralidad de instrumentos reflectómetro SMIGOL conforme a la presente propuesta para dar cobertura a una área extensa.
- La Figura 5 muestra el diagrama de bloques del reflectómetro SMIGOL propuesto en la presente invención.
- 15 La Figura 6 muestra una antena tipo parche empleada para la recepción de señales provenientes, directa o indirectamente, de satélites de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada de unos ejemplos de realización

20 La presente invención se basa en el Soil Moisture Interference-pattern GNSS Observations at L-band Reflectometer (SMIGOL-reflectometer) referido en el apartado de antecedentes, que es un instrumento estático de bajo coste que permite medir la topografía, la altura de la vegetación y la humedad del suelo a partir de la potencia de la señal producida por la interferencia entre las señales directa y reflejada sobre la superficie, provenientes de satélites de navegación tipo GPS, GLONASS, Galileo, etc. Actualmente, debido a que los satélites más abundantes son los GPS, el reflectómetro SMIGOL opera en la banda L1 de GPS, pero puede trabajar igualmente con otras señales de navegación.

25 La configuración del instrumento reflectómetro SMIGOL que se propone es totalmente versátil pudiendo dotarse al mismo de 1 ó más antenas, dependiendo de los requisitos de la zona a observar. Las antenas son independientes y pueden conectarse o desconectarse para medir un sector angular mayor o menor. La potencia de la señal recibida en cada antena es detectada por el receptor y esta información se almacena en una unidad de datos. A su vez un emisor inalámbrico se comunica con una estación base que transmite los datos a un PC, vía USB, RS-232, RS-485, o cualquier otro tipo de interfaz.

30 El instrumento puede conectarse a la red eléctrica o ser alimentado con un sistema de paneles solares y baterías recargables para funcionamiento autónomo.

El reflectómetro SMIGOL de esta invención está dotado de un pequeño micro-controlador de bajo coste y bajo consumo que dota al sistema de la inteligencia para gestionar la información recibida y toda la electrónica, como por ejemplo:

- 35
- Activación/desconexión de los receptores.
  - Activación/desconexión del sistema de almacenamiento de datos.
  - Monitorización de la tensión de alimentación.

En el caso en que el reflectómetro SMIGOL funcione en modo autónomo el sistema asegura que la tensión de la batería no cae por debajo de sus límites de funcionamiento para evitar que quede dañada.

40 En la Figura 1 se muestra el diagrama de bloques del instrumento SMIGOL-reflectometer, que se compone de los siguientes elementos:

- (1) Alimentación del sistema y gestión de la misma para maximizar la eficiencia del sistema.
- (2) Micro-controlador
- (3) Receptor de señal de navegación (GPS, Galileo, GLONASS,..)
- 45 (4) Sistema de gestión de datos
- (5) Antena receptora
- (6) Unidad final de almacenamiento de datos

5 A partir del análisis de la información recibida (periodo y amplitud de las fluctuaciones del nivel de señal), un software específico implementa unos algoritmos de recuperación de parámetros geofísicos, que incluyen modelos de reflectividad para distintos tipos de escenarios: suelos descubierto liso o con orografía, cubierto o descubierto de vegetación, y además considera el diagrama de radiación de la(s) antena(s). El avance de los distintos satélites de navegación a lo largo de su órbita hace que la reflexión se produzca en diferentes puntos, permitiendo obtener mapas de los parámetros geofísicos de la zona observada, así como su evolución temporal ya que la cobertura de estos satélites es continua en todas las regiones del mundo.

En el ejemplo de configuración del reflectómetro SMIGOL que se ilustra en la Figura 2 se observa un campo de maíz sobre el que se monitoriza el crecimiento del mismo y la topografía y la humedad del terreno.

10 La zona de cobertura depende de la altura a la cual se instale el instrumento reflectómetro SMIGOL. Por ejemplo, a 3 metros de altura se tiene un alcance de unos 35 metros de radio. La altura máxima prevista es de 270 metros con lo que el alcance sería 1.9 kilómetros de radio.

En la Figura 3 se ilustra el campo de visión de un reflectómetro SMIGOL para una única antena, cuando el instrumento se encuentra a 3 metros de altura respecto a la superficie.

15 En este caso particular añadiendo hasta un total de 4 antenas con una separación angular de 90 grados, se cubriría todo un sector circular. La cobertura de áreas extensas es posible gracias a las comunicaciones inalámbricas, que permiten crear una "wireless sensor network" o WSN (red de sensores inalámbricos), tal y como se muestra en la Figura 4.

Algunas de las aplicaciones del instrumento son:

20 - Recuperación de parámetros geofísicos en zonas de cultivo: obtención simultánea de mapas topográficos, mapas de humedad del terreno y seguimiento y medida de la evolución temporal de la altura de la vegetación (si existe). El instrumento puede además situarse bajo la cubierta vegetal apuntando al cielo consiguiendo un mapa del contenido de agua [ $\text{Kg}/\text{m}^2$ ] de la vegetación que lo rodea.

25 - Recuperación de parámetros geofísicos en zonas nevadas: obtención simultánea de mapas del contenido de agua de la nieve y seguimiento y medida de la evolución temporal de la altura de la nieve.

- Recuperación de parámetros geofísicos en pantanos: monitorización del nivel de agua de un pantano o una presa, o cualquier otro lugar con la superficie lisa.

30 La presente invención propone dotar a un instrumento tipo reflectómetro SMIGOL de cuatro antenas sectoriales, cada una de ellas teniendo un campo de visión de  $90^\circ$  sobre el terreno (es decir decaladas  $90^\circ$  cubriendo cuatro cuadrantes adyacentes) al que prestan cobertura, para cubrir de forma circular una determinada área de cobertura.

35 Todo ello implica además realizar una modificación en la arquitectura del instrumento reflectómetro SMIGOL conocida hasta la fecha, tal y como se ilustra en la Figura 5. En la arquitectura ahora propuesta cada instrumento dispone de cuatro antenas a la salida de las cuales cada una tiene un módulo receptor y un dispositivo de registro de datos o *data logger* que registra las mediciones obtenidas por dichas antenas. Las salidas de los cuatro *data logger* están conectadas a una unidad de microprocesador que procesa los datos para que puedan ser enviados a una unidad central. Este envío se realiza a través de un interfaz inalámbrico dispuesto a la salida de la unidad de microprocesador.

40 Las antenas empleadas para esta realización deben ser de tipo parche, como se mostró en la Figura 6. Estas antenas deben tener una completa simetría respecto al eje vertical para la recepción de las señales provenientes de satélites de navegación.

Un experto en la materia podría introducir cambios y modificaciones en los ejemplos de realización descritos sin salirse del alcance de la invención según está definido en las reivindicaciones adjuntas.

ACRÓNIMOS

GNNS-R	Global Navigation Satellite Systems Reflectometry
GPS	Global Positioning System
5 IPT	Interference Pattern Technique
LHCP	Left-Hand Circularly Polarized
SMIGOL	Soil Moisture Interference-pattern GNSS Observations at L-band
WSN	Wireless Sensor Network

REFERENCIAS

- 10 [1] F. Ulaby, "Radar measurement of soil moisture content" *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. AP-22, no. 2, pp. 257–265, Mar. 1974.
- [2] A. T. C. Chang, S. G. Atwater, V. V. Salomonson, J. E. Estes, D. S. Simonett, and M. L. Bryan, "L-band radar sensing of soil moisture," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. GRS-18, no. 4, pp. 303–310, Oct. 1980.
- 15 [3] S. Le Hegarat-Masclé, M. Zribi, F. Alem, A. Weisse, and C. Loumagne, "Soil moisture estimation from ERS/SAR data: Towards an operational methodology," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 40, no. 12, pp. 2647–2658, Dec. 2002.
- [4] A. M. Shutko, "Microwave radiometry of lands under natural and artificial moistening," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. GRS-20, no. 1, pp. 18–26, Jan. 1982.
- 20 [5] T. J. Schmugge and T. J. Jackson, "Mapping soil moisture with microwave radiometers," *Meteorol. Atmos. Phys.*, vol. 54, pp. 213–223, Jul. 1993.
- [6] Y. H. Kerr, P. Waldteufel, J. P. Wigneron, J. Martinuzzi, J. Font, and M. Berger, "Soil moisture retrieval from space: The Soil Moisture and Ocean Salinity (SMOS) mission," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 39, no. 8, pp. 1729–1735, Aug. 2001.
- 25 [7] V. U. Zavorotny and A. G. Voronovich, "Scattering of GPS signals from the ocean with wind remote sensing application," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 38, no. 2, pp. 951–964, Mar. 2000.
- [8] E. Cardellach, "Sea surface determination using GNSS reflected signals," Ph.D. dissertation, Univ. Politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain, Dec. 2001.
- [9] A. Rius, J. M. Aparicio, E. Cardellach, M. Martín-Neira, and B. Chapron, "Sea surface state measured using GPS reflected signals," *Geophys. Res. Lett.*, vol. 29, no. 23, p. 2122, Dec. 2002.
- 30 [10] J. F. Marchan-Hernandez, N. Rodríguez-Álvarez, A. Camps, X. Bosch-Lluis, and I. Ramos-Perez, "Correction of the sea state impact in the L-band brightness temperature by means of delay-Doppler maps of global navigation satellite signals reflected over the sea surface," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 46, no. 10, pt. 1, pp. 2914–2923, Oct. 2007.
- 35 [11] D. Masters, V. Zavorotny, S. Katzberg, and W. Emery, "GPS signal scattering from land for moisture content determination," in *Proc. IEEE Int. Geosci. Remote Sens. Symp.*, Honolulu, HI, Jul. 24–28, 2000, vol. 7, pp. 3090–3092.
- [12] S. Gleason, "Detecting bistatically reflected GPS signals from low earth orbit over land surfaces," in *Proc. IEEE Int. Geosci. Remote Sens. Symp.*, Denver, CO, Jul. 31–Aug. 4, 2006, pp. 3086–3089.
- [13] D. Masters, "Surface remote sensing applications of GNSS bistatic radar: Soil moisture and aircraft altimetry," Ph.D. dissertation, Univ. Colorado, Boulder, CO, 2004.

[14] M. S. Grant, S. T. Acton, and S. J. Katzberg, "Terrain moisture classification using GPS surface-reflected signals," *IEEE Geosci. Remote Sens. Lett.*, vol. 4, no. 1, pp. 41–45, Jan. 2007.

5 [15] N. Rodriguez-Alvarez, X. Bosch-Lluis, A. Camps, M. Vall-Llossera, E. Valencia, J. F. Marchan-Hernandez, and I. Ramos-Perez, "Soil moisture retrieval using GNSS-R techniques: Experimental results over a bare soil field," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 47, no. 11, pp. 3616–3624, Nov. 2009.

[16] A. Komjathy, J. Maslanik, V. Zavorotny, P. Axelrad and S. Katzberg, "Sea Ice Remote Sensing Using Surface Reflected GPS Signals." *Proceedings of the IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium 2000*, Vol.7 pp. 2855-2857, July 24 - 28, 2000, Honolulu, HI, USA.

10 [17] A. Kavak, G. Xu, and W.J. Vogel, "GPS multipath fade measurements to determine L-band ground reflectivity properties," *Proceedings of NAPEX XX*, pp. 257-263, 1996.

[18] A. Kavak, W.J. Vogel, and G. Xu, "Using GPS to measure ground complex permittivity," *Electronic Letters*, vol. 34 (3), pp. 254-255, February 1998.

[19] M. D. Jacobson, "Dielectric-Covered Ground Reflectors in GPS Multipath Reception—Theory and Measurement", *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, Vol. 5 (3), pp. 396-399, July 2008.

15

**REIVINDICACIONES**

1.- Sistema para la recuperación de parámetros geofísicos usando señales de satélites de navegación, que comprende:

5

- la utilización de un instrumento estático, instalado en el extremo de un mástil, formado por al menos una antena y una etapa de procesado de datos;

- medios para una medición directa así como la medición del reflejo en la superficie de dichas señales provenientes de satélites de navegación; y

- medios para la obtención de dichos parámetros geofísicos mediante algoritmos de procesado de dichas señales;

10

**caracterizado** porque dicho sistema comprende para cada instrumento la combinación de al menos dos antenas agrupadas en un mismo emplazamiento para dar total cobertura a un área circular, siendo cada una de dichas antenas de tipo parche y con una completa simetría respecto al eje vertical para la recepción de dichas señales provenientes de satélites de navegación.

15

2.- Sistema según la reivindicación 1, en el que dichas antenas tipo parche son antenas sectoriales e incorporan cada una a su salida una etapa de recepción y una etapa de registro de datos.

3.- Sistema según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque comprende cuatro de dichas antenas, distribuidas con una separación angular de 90 grados.

20

4.- Sistema según la reivindicación 2, en el que dichas etapas de registro de datos de un mismo instrumento están conectadas, a su salida, a una etapa común de procesado de datos que implementa dichos algoritmos de obtención de parámetros geofísicos.

5.- Sistema según reivindicaciones de la 1 a la 4, en el que cada instrumento integra un sensor inalámbrico y porque una pluralidad de dichos instrumentos constituyen una red de sensores inalámbricos mediante métodos de comunicación inalámbrica.

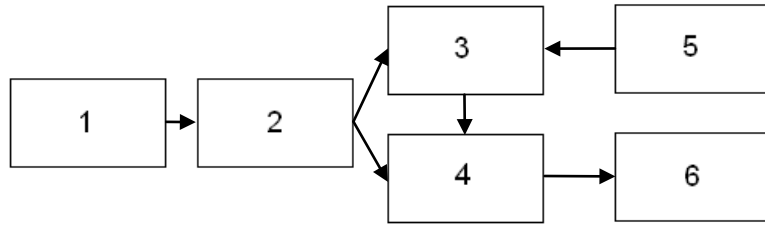


Figura 1

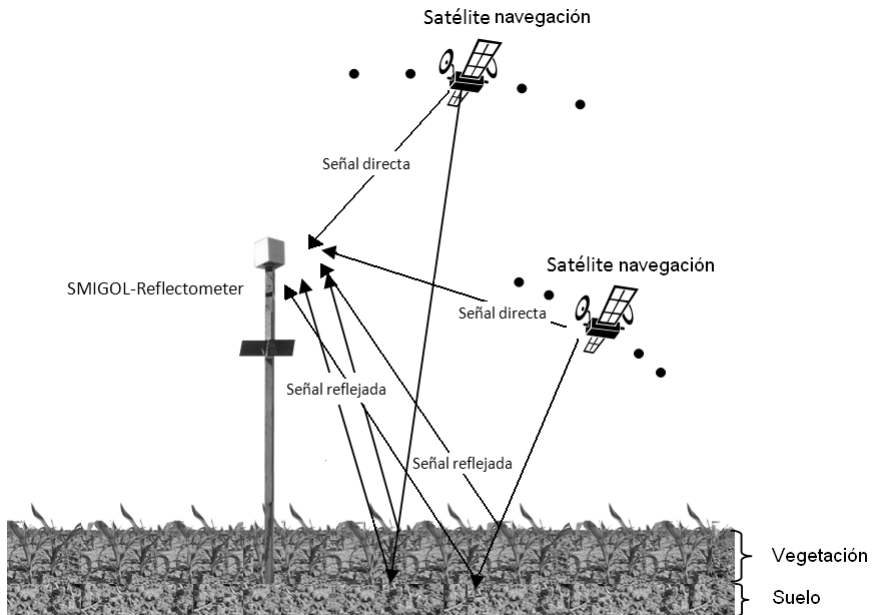


Figura 2

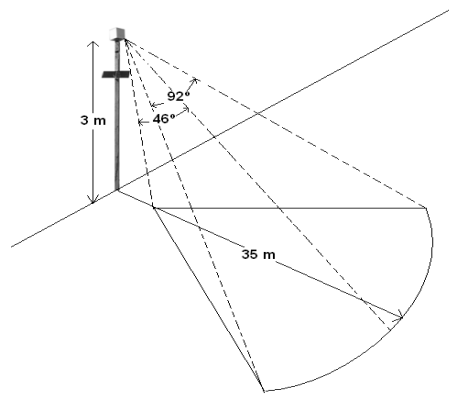


Figura 3



Figura 4

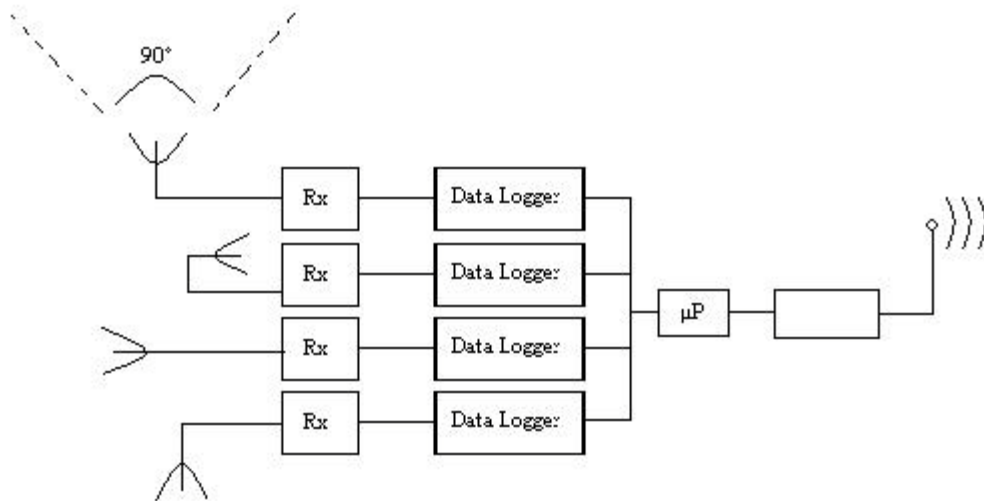


Figura 5

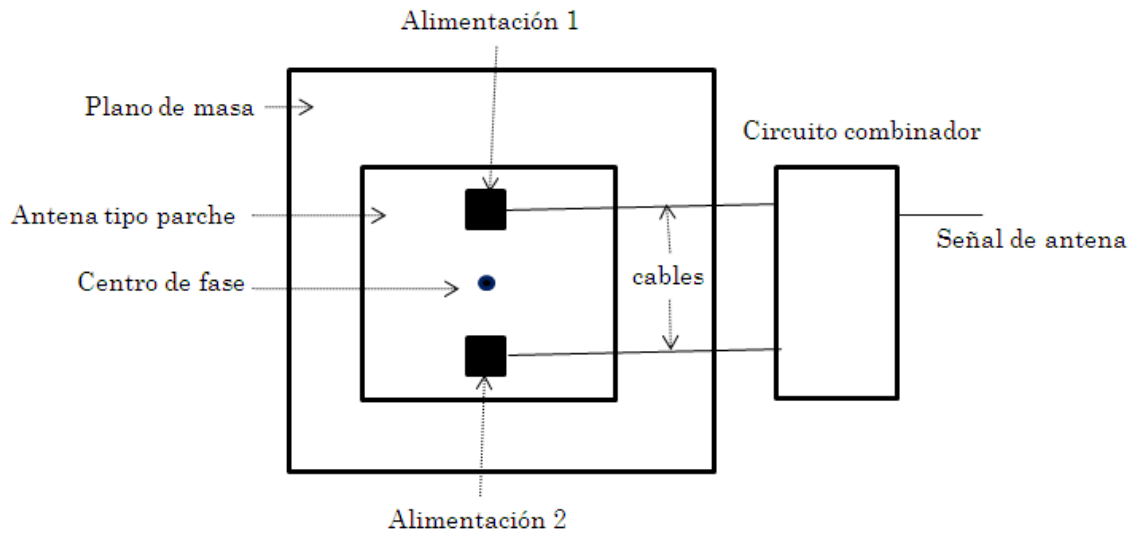


Figura 6



②① N.º solicitud: 201131082

②② Fecha de presentación de la solicitud: 28.06.2011

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **G01V3/12** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	RODRIGUEZ-ALVAREZ, N. et al., "Land Geophysical Parameters Retrieval Using the Interference Pattern GNSS-R Technique," Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on, vol. 49, no. 1, pp. 71-84, Enero 2011. Todo el documento. doi: 10.1109/TGRS.2010.2049023. URL: <a href="http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=5475216&amp;isnumber=5673442">http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=5475216&amp;isnumber=5673442</a>	1-5
X	RODRIGUEZ-ALVAREZ, N. et al., "Soil Moisture Retrieval Using GNSS-R Techniques: Experimental Results Over a Bare Soil Field," Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on, vol. 47, no. 11, pp. 3616-3624, Nov. 2009. Todo el documento. doi: 10.1109/TGRS.2009.2030672. URL: <a href="http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=5282600&amp;isnumber=5291960">http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=5282600&amp;isnumber=5291960</a>	1-5
A	US 2011021166 A1 (WALLEY JOHN et al.) 27.01.2011, párrafos [0016-0022],[0029],[0038],[0050],[0052],[0054].	1-5
A	US 2003184490 A1 (RAIMAN CLIFFORD E et al.) 02.10.2003, resumen; figuras; párrafos [0001-0006].	1-5
A	US 2008119155 A1 (BOBIER JOSEPH A) 22.05.2008, párrafo [0027].	1-5
A	US 2005176372 A1 (NESBIT GERALD H et al.) 11.08.2005, párrafo [0002].	1-5
A	US 2010277368 A1 (PONNUSWAMY SUBBURAJAN) 04.11.2010, párrafos [0015-0020].	1-5
A	US 2011095961 A1 (JOHANSSON MARTIN et al.) 28.04.2011, párrafo [0014].	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**

24.10.2012

**Examinador**

M. L. Alvarez Moreno

**Página**

1/5

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

G01V

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

INVENES, EPODOC, WPI, Inpec, Internet

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 24.10.2012

**Declaración**

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

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	RODRIGUEZ-ALVAREZ, N. et al., "Land Geophysical Parameters Retrieval Using the Interference Pattern GNSS-R Technique," Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on, vol. 49, no. 1, pp. 71-84, Enero 2011. Todo el documento. doi: 10.1109/TGRS.2010.2049023. URL: <a href="http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=5475216&amp;isnumber=5673442">http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=5475216&amp;isnumber=5673442</a>	
D02	RODRIGUEZ-ALVAREZ, N. et al., "Soil Moisture Retrieval Using GNSS-R Techniques: Experimental Results Over a Bare Soil Field," Geoscience and Remote Sensing, IEEE Transactions on, vol. 47, no. 11, pp. 3616-3624, Nov. 2009. Todo el documento. doi: 10.1109/TGRS.2009.2030672. URL: <a href="http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=5282600&amp;isnumber=5291960">http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&amp;arnumber=5282600&amp;isnumber=5291960</a>	
D03	US 2011021166 A1 (WALLEY JOHN et al.)	27.01.2011
D04	US 2003184490 A1 (RAIMAN CLIFFORD E et al.)	02.10.2003
D05	US 2008119155 A1 (BOBIER JOSEPH A)	22.05.2008
D06	US 2005176372 A1 (NESBIT GERALD H et al.)	11.08.2005
D07	US 2010277368 A1 (PONNUSWAMY SUBBURAJAN)	04.11.2010
D08	US 2011095961 A1 (JOHANSSON MARTIN et al.)	28.04.2011

**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**

Los documentos D01 y D02 muestran las características del reflectómetro SMIGOL, usado para la recuperación de parámetros geofísicos usando señales de sistemas de navegación. Concretamente el Apartado II (Smigol Reflectometer) describe su arquitectura y las figuras 1 y 2 del documento D01 muestran que está formado por un instrumento estático (instalado en el extremo de un mástil) formado por al menos una antena y una etapa de procesamiento de datos. El sistema dispone de medios para una medición de las señales directa y reflejada, los datos son procesados por un receptor GPS y transmitidos a un ordenador que extrae los parámetros geofísicos mediante algoritmos de procesamiento. Las mismas características pueden verse en el documento D02 (Figuras 1 y 5; Apartado IV. Experimental Results), incorporando en este caso una antena con polarización dual y dos receptores GPS.

**Reivindicación independiente 1**

Ambos documentos citados muestran la utilización de antenas de tipo parche [D01 figura 2; D02 figura 5] de forma que el área de cobertura se corresponde, tal y como indica expresamente el documento D02 [página 3621, 2ª columna], con el soportado por el ancho de haz de la antena (beamwidth). En el caso considerado se indica que la zona (área) cubierta es de aproximadamente un cuarto de círculo (aprox. 90°). Esto es, la antena se orienta de forma que con su haz de 90° se cubra el área deseada. El problema a resolver consiste en cómo conseguir un área de cobertura de 360°. El documento D02 indica expresamente que puede conseguirse una cobertura mayor utilizándose antenas con mayor ancho de haz o elevando la altura de la antena. En el campo de las comunicaciones es habitual la utilización de conjuntos de antenas sectoriales para cubrir un área mayor del que ofrece cada una de forma individual, el número total de antenas necesarias depende de la cobertura ofrecida por cada una. A efectos de mostrar este uso habitual se citan una serie de documentos (D03 a D08) con categoría A. El documento D03 muestra un dispositivo inalámbrico que, para incrementar el área de cobertura, incorpora múltiples antenas con diversas orientaciones. En este caso [párrafos 0016-22; 0029; 0038; 0050; 0052; 0054] utiliza un único receptor que conecta selectivamente a la antena apropiada en función de la orientación deseada. El documento D04 muestra un sistema de antenas que consigue dicha cobertura circular completa (360°) mediante la colocación de múltiples antenas sectoriales [resumen; figuras; párrafos 0001 - 0006] posicionadas de forma que cubran sectores consecutivos. En los documentos D05 [0027], D06 [0002], D07 [0015, 0020] y D08 [0014] puede verse que la utilización de un determinado conjunto de antenas sectoriales para cubrir la totalidad del área deseada de transmisión/recepción es algo habitual en el campo de las comunicaciones.

Teniendo en cuenta que ni de la reivindicación ni de la descripción se identifican consideraciones técnicas diferentes de las puramente geométricas a la hora de utilizar un mayor o menor número de antenas, un experto en la materia identificaría como primera opción la utilización de tantos conjuntos (antena + receptor) equivalentes como fuesen necesarios para cubrir el área completa. A la vista del documento D01 y la práctica habitual en el campo de las comunicaciones se considera que la reivindicación 1 carece de actividad inventiva según el artículo 8 de la Ley de Patentes.

**Reivindicaciones dependientes 2 a 4**

Ambos documentos D01 [figura 2] y D02 [figura 5] muestran que la antena utilizada es del tipo parche y que se encuentra conectada al receptor o receptores correspondientes, siendo el área cubierta por la misma de 90°. Si como se ha indicado anteriormente se conectan 4 elementos iguales con objeto de obtener una cobertura de 360°, es evidente que cada uno de ellos debe posicionarse geoméricamente con una separación angular de 90°. A la vista de lo indicado al analizar la reivindicación 1, las características definidas en las reivindicaciones 2 a 4 (antena tipo parche, receptores apropiados, posicionamiento cubriendo 90° de acuerdo a su cobertura individual y conexión a etapa de procesamiento de datos) se derivan directamente de la lectura del documento D01 y de la práctica habitual en el campo de las comunicaciones. Las reivindicaciones 2 a 4 carecen de actividad inventiva según el artículo 8 de la Ley de Patentes.

**Reivindicación dependiente 5**

Tanto el documento D01 [figura 2] como el D02 [figura 5] muestran que el instrumento integra un sensor inalámbrico (receptor GPS). La reivindicación 5 no define características técnicas particulares propias de la invención que permitan la constitución de una red de sensores inalámbricos. La creación de redes de sensores inalámbricos es algo ampliamente conocido en el campo de las comunicaciones, como puede verse en el documento D09. La reivindicación 5 carece de actividad inventiva según el artículo 8 de la Ley de Patentes.