

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 559 855**

51 Int. Cl.:

**G01S 19/22** (2010.01)

**G01S 19/42** (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.02.2013 E 13154428 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.11.2015 EP 2626723**

54 Título: **Procedimiento de estimación de la dirección de llegada de señales de navegación en un receptor después de la reflexión por unas paredes en un sistema de posicionamiento por satélite**

30 Prioridad:

**10.02.2012 FR 1200396**

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

**16.02.2016**

73 Titular/es:

**THALES (50.0%)  
45, rue de Villiers  
92200 Neuilly Sur Seine, FR y  
CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES  
(50.0%)**

72 Inventor/es:

**MONNERAT, MICHEL y  
RIES, LIONEL**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 559 855 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 de estimación de la dirección de llegada de señales de navegación en un receptor después de la reflexión por unas paredes en un sistema de posicionamiento por satélite

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de estimación de la dirección de llegada de señales de navegación en un receptor, después de la reflexión por unas paredes, en un sistema de posicionamiento por satélite. La invención se aplica a cualquier sistema de posicionamiento por satélite que utilice unos receptores de tipo GNSS (Global Navigation Satellite System) tales como unos receptores GPS (Global Positioning System) o Galileo y que permite mejorar el rechazo de los multi-trayectos en un sistema de posicionamiento por satélite.

10 En un sistema de posicionamiento por satélite que utilice un receptor de tipo GNSS dispuesto a bordo de un móvil, las señales de datos permiten al receptor calcular su posicionamiento que procede de diferentes satélites que pertenecen a una constelación de satélites de posicionamiento. La constelación incluye al menos cuatro satélites para determinar cuatro incógnitas que corresponden a las coordenadas geográficas  $x$ ,  $y$ ,  $z$  y temporales  $t$  del receptor. El posicionamiento del móvil por el receptor se realiza en dos etapas. En una primera etapa, el receptor realiza la adquisición de las señales radioeléctricas que constituyen unas señales de navegación procedentes de los cuatro satélites de la constelación y en una segunda etapa, el receptor evalúa las distancias que separan el móvil de los cuatro satélites cuyas señales se han recibido y determina la posición del móvil utilizando un procedimiento mediante triangulación.

Un error cometido en la posición de un móvil puede tener consecuencias desastrosas en una aplicación que se refiera a la aviación civil o al peaje en carretera geo-localizado.

20 Existen numerosas fuentes de error de posicionamiento que pueden menoscabar la validez de las informaciones de posición determinadas por un sistema de posicionamiento por satélite. Un error de posicionamiento puede ser debido a un problema técnico en la recepción de las señales GNSS, tal como por ejemplo un defecto del receptor o un defecto de las informaciones transmitidas por la constelación de satélites utilizada. La fiabilidad de la posición determinada por el sistema de posicionamiento por satélite depende igualmente del entorno en el que se encuentra el móvil.

25 En el caso de una aplicación aeronáutica que se refiere a la aviación civil, el receptor no está limitado por ningún obstáculo, de manera que las señales radioeléctricas se reciben directamente desde los satélites, sin reflexión sobre ninguna pared. En este caso, existen unos sistemas SBAS (en inglés: Satellite-Based Augmentation Systems) que permiten proporcionar una información de confianza relativa a la posición calculada por el receptor de un móvil aeronáutico. Los sistemas SBAS controlan y acotan permanentemente los errores cometidos en la órbita de los satélites, en la sincronización de cada satélite con la referencia horaria de las constelaciones y los errores inducidos por la propagación de las señales radioeléctricas en la alta atmósfera y en particular en la ionosfera. Las informaciones proporcionadas por un sistema SBAS permiten al receptor del móvil aeronáutico suministrar la posición del móvil así como una acotación del error de posición.

35 Las aplicaciones de peaje en carretera geo-localizado consisten en determinar la ruta tomada por un móvil terrestre provisto de un receptor GNSS y en facturar a un usuario del móvil terrestre cuando la ruta tomada está sometida a un peaje. Al depender la facturación de la ruta utilizada, el receptor debe suministrar dos informaciones complementarias que se refieren por un lado, a la posición del móvil y, por otro lado, a la trayectoria del móvil. Al dar lugar estas informaciones a una facturación, es necesario igualmente determinar una información de confianza que se refiere a la trayectoria utilizada.

Sin embargo, en el caso de una aplicación que se refiere al peaje en carretera geo-localizado, las condiciones de recepción de las señales radioeléctricas son mucho más complejas, y mucho menos controladas que en el caso de una aplicación aeronáutica. Es por tanto mucho más difícil acotar el error de posición determinado por el receptor.

45 En medio urbano, las señales de navegación emitidas por uno o por dos o tres de los satélites de la constelación pueden ser detenidas por ejemplo por unos inmuebles y no llegar hasta el receptor del móvil. En este caso, la geometría del conjunto de los satélites utilizados para calcular la posición del móvil está afectada lo que puede hacer imposible el cálculo de la posición del móvil.

50 Igualmente, en un medio terrestre poco favorable, las señales de navegación emitidas por un satélite de la constelación pueden reflejarse sobre ciertas paredes antes de alcanzar el receptor. Este fenómeno, denominado multi-trayecto, tiene un impacto importante en la precisión de la posición calculada por el receptor. En efecto, el camino medido por el receptor es siempre más largo que la distancia que separa el móvil del satélite correspondiente. Dando como resultado un error en el procedimiento de triangulación y por tanto en la posición del móvil. En este caso la consecuencia es doble porque por un lado, el error de posición es grande y por otro lado, el receptor no tiene ningún medio de saber que ha cometido un error, ni de evaluar el error cometido. Ahora bien los errores cometidos por el receptor pueden inducir un error de juicio en cuanto a la ruta tomada y en consecuencia inducir una falsa facturación.

Existen unos métodos de rechazo de los multi-trayectos que consisten en utilizar una red de antenas de recepción y en analizar la señal recibida por cada una de las antenas de la red para determinar los ángulos de llegada de las señales reflejadas por unas paredes antes de llegar al receptor. Un ejemplo de este tipo de método se describe particularmente en el documento [Multipath mitigation methods based on antenna array, S. Rougerie, ION NTM 2011] y en el documento US 6 784 831. Sin embargo, estos métodos padecen de un inconveniente muy fuerte debido a la longitud de onda de las señales consideradas. En efecto, en una red de antenas de ese tipo, la distancia que separa 2 antenas debe ser superior a la mitad de la longitud de onda de la señal recibida. Una de las técnicas de rechazo clásicamente considerada, consiste en conformar el haz de antena en la dirección de llegada de la señal emitida por satélite, lo que permite reducir la ganancia de la antena en la dirección de las reflexiones potenciales que presentan un ángulo de llegada diferente del que apunta en la dirección al satélite considerado. La directividad de una red de antenas de ese tipo depende directamente del número de antenas utilizado. Una gran directividad, que permita un rechazo eficaz, necesita un gran número de antenas, y en consecuencia un gran tamaño de la red.

En numerosas aplicaciones, como en unas aplicaciones de geo-localización de vehículos, el tamaño de las redes está limitado, y no puede admitir un gran número de antenas.

En este caso, se implementan unos métodos de identificación del ángulo de llegada de las reflexiones de las señales para atenuar el haz en la o las direcciones identificadas. Sin embargo, estos métodos padecen de numerosos problemas de rendimientos. Como lo muestra el documento [Multipath mitigation methods based on antenna array, S. Rougerie, ION NTM 2011], un primer problema se refiere al proceso de estimación de los ángulos de llegada de las señales reflejadas que necesita una hipótesis en cuanto al número de reflexiones a estimar. De la exactitud de esta hipótesis depende el rendimiento del proceso de estimación de los ángulos de llegada y en consecuencia el rendimiento del proceso de rechazo de los multi-trayectos y de sus impactos en la calidad de la medición de la distancia en línea de visión que separa el receptor del satélite. Un segundo problema se refiere a la calidad de la calibración de la red de antenas, a saber, el conocimiento de la distancia exacta que separa las diferentes antenas unas de otras. El rendimiento de la estimación de los ángulos de llegada de las señales reflejadas depende de la exactitud de esta información.

La invención tiene por objetivo resolver estos problemas y proponer un procedimiento de estimación de la dirección de llegada de señales de navegación reflejadas en un sistema de posicionamiento por satélite que permita mejorar el rechazo de los multi-trayectos y que permita mejorar la calidad de una medición de distancia de separación entre un receptor GNSS y al menos un satélite de la constelación y mejorar de ese modo la calidad de la medición de la posición del receptor GNSS situado a bordo de un móvil.

Para ello, la invención se refiere a un procedimiento de estimación de la dirección de llegada de señales de navegación reflejadas por unas paredes antes de llegar a un receptor del sistema de posicionamiento por satélite GNSS, incluyendo el sistema de posicionamiento al menos un satélite adecuado para emitir unas señales de navegación, siendo adecuado el receptor, colocado en un móvil, para recibir las señales de navegación y para estimar la posición de dicho receptor, estando el procedimiento caracterizado por que incluye las siguientes etapas:

- a. colocar una red de antenas que incluye al menos dos antenas sobre el móvil,
- b. colocar un mapa geográfico tridimensional en el receptor del móvil,
- c. estimar una posición del receptor a partir de las señales de navegación recibidas por una antena de la red de antenas,
- d. a partir del mapa geográfico tridimensional y de la posición estimada del receptor, en situarse sobre una escena que corresponde a un entorno en el que se encuentra el receptor y en realizar un trazado de rayos que parten del receptor.
- e. deducir, geoméricamente, a partir del resultado del trazado del rayo, el número de trayectos reflejados en unas paredes presentes en la escena,
- f. seleccionar un algoritmo de estimación de los ángulos de llegada de multi-trayectos, correspondiendo los multi-trayectos a unas señales reflejadas por unas paredes, inicializar este algoritmo por el número de trayectos reflejados determinados en la etapa e y deducir los ángulos de llegada de los trayectos reflejados en las paredes.

Ventajosamente, los ángulos de llegada de los multi-trayectos se determinan, mediante el algoritmo seleccionado, a partir de un análisis de las señales recibidas por cada una de las antenas de la red de antenas.

Ventajosamente, antes de realizar la etapa c relativa a la estimación de la posición del receptor, el procedimiento incluye una etapa preliminar que consiste en estimar un error de información de distancia debido a un multi-trayecto, consistiendo la etapa preliminar:

- en estimar una primera pseudo-distancia que corresponde a una primera información de distancia entre el satélite y el receptor obtenida a partir del tratamiento de la señal recibida por una primera antena de la red de antenas,
- en estimar una segunda pseudo-distancia que corresponde a una segunda información de distancia entre el satélite y el receptor obtenida a partir de un tratamiento de la señal recibida por una segunda antena de la red de antenas,
- en realizar una diferencia entre las dos estimaciones obtenidas en las etapas a y b y en deducir una diferencia de tipo matemática correspondiente a esta diferencia,
- en acotar el error de la información de distancia debido a un multi-trayecto mediante un indicador que depende de la diferencia de tipo matemático.

Surgirán claramente otras particularidades y ventajas de la invención en lo que sigue de la descripción dada a título de ejemplo puramente ilustrativo y no limitativo, en referencia a los dibujos esquemáticos anexos que representan:

- la figura 1: un esquema de un ejemplo de sistema de carretera típico, según la invención;
- 5 - la figura 2: un ejemplo que ilustra la determinación de la posición del móvil equipado con un receptor GNSS, según la invención;
- la figura 3: un esquema que ilustra un entorno urbano, según la invención;
- la figura 4: un ejemplo de red de antenas, según la invención.

La figura 1 representa un esquema de un ejemplo de sistema de carretera típico que incluye dos rutas R1, R2 posibles. La ruta R1 es una ruta de pago, la ruta R2 no es de pago. Varios móviles equipados con un receptor GNSS circulan sobre la ruta R1 de pago. Las posiciones P1 a Pi, en la que i es un número entero superior a 1, de los diferentes móviles determinadas por los receptores GNSS de cada móvil, están afectadas por errores. Los errores cometidos pueden inducir a error de juicio en cuanto a la ruta tomada y en consecuencia a una facturación falsa.

Un ejemplo de determinación de la posición de un móvil equipado con un receptor GNSS 4 se representa esquemáticamente en la figura 2. El receptor 4 determina las distancias  $d_1, d_2, \dots, d_n$ , en la que n es un número entero superior o igual a cuatro, que le separan de al menos cuatro satélites 51, 52, ..., 5n de la constelación, solamente se representan tres satélites en la figura 2, posteriormente en deducir el punto de intersección 14 de al menos cuatro esferas, centradas respectivamente sobre los cuatro satélites y que tienen una circunferencia que pasa por el receptor 4, teniendo cada esfera un centro materializado por la posición de un satélite 51 a 5n de la constelación y que tiene un radio correspondiente a una de las distancias  $d_1$  a  $d_n$ . La posición del receptor GNSS 4, por lo tanto del móvil equipado con este receptor 4, corresponde a este punto de intersección 14. La medición de las distancias  $d_1$  a  $d_n$  se realiza en el receptor 4 mediante cronometraje de los tiempos de llegada de las señales radioeléctricas que constituyen un mensaje de navegación procedente de los satélites 51 a 5n. Las señales radioeléctricas emitidas por cada satélite están constituidas por informaciones necesarias para el cálculo de la posición del receptor, siendo moduladas estas informaciones mediante un código que puede ser por ejemplo un código de dispersión pseudo-aleatoria periódica. La velocidad de las informaciones es más lenta que la velocidad del código. A título de ejemplo, en el caso de una señal GPS, el código de dispersión posee un período de 1 ms y una velocidad de 1023 bits por segundo mientras que la velocidad de las informaciones es de 50 bits por segundo. El conjunto de los datos añadidos módulo 2 al código de dispersión se transmite sobre una portadora. Típicamente, en el caso de la señal GPS, la portadora es igual a 1,57542 GHz. Las informaciones esenciales que proceden de cada satélite a través del mensaje de navegación y que debe tratar el receptor 4 están constituidas por la hora de emisión del mensaje y la posición del satélite en el instante de la emisión de la señal radioeléctrica. Se transmiten igualmente otras informaciones por el satélite, tales como ciertas correcciones a aportar al reloj de a bordo del satélite, unos parámetros de correcciones de velocidad de propagación de las señales en las capas de la atmósfera terrestre y las posiciones aproximadas de los otros satélites de la constelación a través de los datos denominados de almanaque. El satélite transmite en su mensaje de navegación unas efemérides (parámetros keplerianos) que permiten al receptor 4 calcular la posición del satélite en una referencia ligada a la Tierra. Las efemérides están constituidas en el caso de la señal GPS por 16 parámetros repetidos cada 30 segundos en el mensaje de navegación.

Al ser obtenida la posición del satélite, le queda al receptor 4 detectar la hora de emisión del mensaje con el fin de deducir el tiempo de propagación de la señal emitida por el satélite correspondiente, la distancia que le separa de dicho satélite y el radio de la esfera correspondiente. La hora de emisión del mensaje está incluida en el mensaje de navegación difundido por el satélite y en el caso del sistema GPS, se repite cada seis segundos. Sin embargo, conviene aplicar a la hora leída en el mensaje de navegación una corrección del reloj del satélite con el fin de traer la hora transmitida a un sistema de referencia común a todos los satélites. Esta corrección se transmite cada treinta segundos.

Cuando se decodifica y se corrige la hora de emisión del mensaje, el receptor deduce el tiempo de propagación de la señal radioeléctrica por diferencia entre la hora de recepción y la hora de emisión del mensaje de navegación. Esta información, corregidos unos errores de velocidad de propagación de las señales en las diferentes capas de la atmósfera terrestre tales como la ionosfera, proporciona al receptor una estimación de la distancia que le separa del satélite. Utilizando las señales que proceden de al menos cuatro satélites 51 a 5n de la constelación, el receptor 4 deduce su posición 14, y por tanto la de un usuario móvil en el que se encuentra, mediante un método conocido de triangulación.

En medio urbano, tal como se ha representado por ejemplo en la figura 3, ciertas señales 15a, 15c procedentes de los satélites son reflejadas por unas paredes de edificios 12a, 12b que rodean al receptor 4 y no llegan al receptor 4, otras señales 15b llegan directamente al receptor 4 y otras señales 15d llegan al receptor después de haber sido reflejadas por unas paredes de un edificio 12a tal como un inmueble por ejemplo. Para evitar unos errores de determinación de las distancias que separan un satélite del receptor, es importante poder eliminar las señales reflejadas en unas paredes tales como unos muros de inmueble y que hayan sufrido por tanto de trayectos múltiples 15d antes de llegar al receptor 4. Para ello, la invención consiste en utilizar un receptor 4 situado en un usuario móvil, por ejemplo un peatón o un usuario que se desplaza en un vehículo móvil, y una red de antenas colocadas sobre el móvil, por ejemplo sobre el techo de un vehículo, permitiendo la red de antenas determinar los ángulos de llegada de las señales reflejadas en unas paredes de edificios. Cada antena está enlazada respectivamente a una cadena de procesamiento de las señales recibidas por dicha antena. Un ejemplo de red de antenas que incluye

- cuatro antenas A1, A2, A3 y A4 se representa en la figura 4. Las cuatro antenas están separadas unas de otras una distancia igual a media longitud de onda  $\lambda/2$  y están correlacionadas entre sí. Cada antena puede estar constituida por ejemplo por una placa metálica y las cuatro placas metálicas que corresponden a las cuatro antenas pueden ser de la misma dimensión y dispuestas en un cuadrado. Para determinar los trayectos reflejados sobre las paredes del inmueble, es necesario conocer el número de trayectos reflejados a investigar. Por ejemplo, cuando el móvil se encuentra cerca de un muro, a causa de este muro, una primera parte de la señal de navegación emitida por un satélite que alcanza el receptor tiene un trayecto directo, una segunda parte de la señal alcanza inicialmente el muro y posteriormente se refleja sobre el muro antes de llegar al receptor. Cuando hay dos muros en la proximidad del receptor, puede haber dos reflexiones sucesivas sobre los dos muros antes de que la señal alcance el receptor.
- Para investigar el número de trayectos reflejados, es posible proceder mediante iteraciones sucesivas realizando unas hipótesis. En este caso, la primera hipótesis es que hay un único trayecto reflejado, posteriormente dos trayectos reflejados, posteriormente tres trayectos reflejados. En cada iteración, se utiliza un algoritmo para, a partir de la información del número de trayectos reflejados, analizar la señal recibida por cada una de las antenas de la red y determinar unos ángulos de llegada de las señales reflejadas sobre las paredes de los inmuebles. Al final de cada iteración, un indicador de calidad informa sobre la fiabilidad de los ángulos de llegada obtenidos. Cuando se han terminado todas las iteraciones, solo se retiene la hipótesis que tenga el mejor indicador de calidad. Este procedimiento funciona bien pero presenta el inconveniente de ser muy largo y muy consumidor de tiempo de cálculo.
- Para investigar el número de trayectos reflejados, el procedimiento según la invención consiste en utilizar una información de cartografía tridimensional que permite, a partir de una posición aproximada del receptor y para cada señal emitida por un satélite, determinar el número de trayectos reflejados sobre las paredes antes de llegar al receptor. Para ello, el receptor GNSS 4 está equipado con un mapa geográfico tridimensional.
- Para una posición dada 14 del receptor GNSS, con la ayuda del mapa geográfico tridimensional, se realiza un trazado de un rayo que parte del receptor para permitir determinar las diferentes reflexiones sobre las paredes, representadas gráficamente en la forma de caras, de los edificios que rodean dicho receptor. El trazado del rayo se realiza mediante un procedimiento gráfico clásico, utilizado por ejemplo en el campo de los juegos electrónicos en tres dimensiones, que consiste a partir de dos puntos en una escena, en investigar todos los trayectos rectilíneos directos y reflejados sobre las caras situadas en la escena que permiten vincular geoméricamente estos dos puntos. De ese modo en la figura 3, el conocimiento del entorno en tres dimensiones que rodea al receptor 4 permite determinar una reflexión que procede del satélite 51, siguiendo el trayecto 15c de la señal emitida por el satélite 51. La determinación de las reflexiones de las señales de radiofrecuencia sobre unos muros reflectantes obtenida a partir del mapa geográfico tridimensional no es más que aproximada porque las reflexiones no son puramente geométricas. Por el contrario, la estimación así realizada permite determinar el número de reflexiones principales. Su ángulo de llegada y su intensidad son por el contrario poco fiables.
- Según la invención, el resultado de la estimación del número de multi-trayectos obtenida mediante la utilización del mapa geográfico tridimensional se aplica a continuación a la entrada de un algoritmo de estimación de los ángulos de llegada de los multi-trayectos para inicializar este algoritmo. A partir de la información del número de trayectos reflejados, el algoritmo analiza entonces la señal recibida por cada una de las antenas de la red y determina unos ángulos de llegada de las señales reflejadas sobre unas paredes de inmuebles.
- El procedimiento según la invención permite una buena estimación de los ángulos de llegada de las diferentes señales reflejadas. Permite, aplicando una ley de amplitud y de fase sobre los canales de recepción de las antenas de la red de antenas, atenuar el diagrama de antenas en dichas direcciones de llegada de dichos multi-trayectos. Finalmente, en función del número de multi-trayectos considerados, y del número de antenas de la red de antenas, el procedimiento según la invención permite estimar el residual de perturbación en la medida. Este residual es un indicador de la calidad de la medición de distancia que separa el receptor del satélite.
- La estimación de las direcciones de llegada de los multi-trayectos así como los métodos para trazar el rayo son complejos en cuanto al número de operaciones de cálculo. Para optimizar el procedimiento de estimación de las direcciones de llegada de los multi-trayectos, ventajosamente, la invención puede incluir una etapa preliminar que consiste en estimar el nivel de los multi-trayectos antes de lanzar el procedimiento de estimación descrito en el presente documento anteriormente. La estimación del nivel de multi-trayectos consiste, a partir de las señales de navegación recibidas en al menos dos antenas diferentes separadas por una semi-longitud de onda y que pertenecen a la red de antenas, en determinar dos informaciones de distancia, denominadas seudo-distancias, que se refieren a la distancia de separación entre el receptor y el satélite. El procedimiento consiste a continuación en hallar la diferencia entre los dos valores de seudo-distancias obtenidos a partir de las dos antenas. En el caso en el que el nivel de los multi-trayectos sea reducido, la diferencia entre unos retardos estimados por cada uno de los bucles de búsqueda de código de dispersión asociado a cada antena da un resultado casi nulo correspondiente a un ruido de fondo, correspondiendo este ruido de fondo al ruido térmico de las 2 cadenas de recepción de las dos antenas, por lo que una buena aproximación es proporcionada por un ruido blanco gaussiano.
- En el caso en el que el nivel de los multi-trayectos sea elevado, la variación de la diferencia de retardo proporcionada por los bucles de búsqueda de código de dispersión aplicados a las dos cadenas de radiofrecuencia diferentes será elevada. Sea  $\rho^1_k$  la seudo-distancia medida por el bucle del código de dispersión que procesa la señal del satélite  $k$

recibida por la primera antena, y sea  $\rho_k^2$  la pseudo-distancia medida en el bucle del código de dispersión que procesa la señal recibida por la segunda antena. La diferencia  $\delta\rho_k = \rho_k^1 - \rho_k^2$  representa la diferencia del camino entre el satélite y las 2 antenas. La desviación tipo, magnitud matemática que corresponde a la raíz cuadrada de la varianza, estimada en esta diferencia, indicada por  $\sqrt{E(\delta_k \bar{\delta}_k)}$  es un estimador de la potencia del ruido añadido por el entorno.

- 5 Dando como resultado que la precisión de la medición de la pseudo-distancia en una antena puede estar acotada por:

$$\sqrt{\frac{E(\delta_k \bar{\delta}_k)}{2}}.$$

Este indicador permite detectar la presencia de un entorno poco favorable y en consecuencia acotar directamente el error de medición de la pseudo-distancia.

- 10 Aunque la invención haya sido descrita en relación con unos modos de realización particulares, es claramente evidente que no está en ningún caso limitada y que comprende todos los equivalentes técnicos de los medios descritos así como sus combinaciones si éstas entran en el marco de la invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de estimación de la dirección de llegada de señales de navegación en un receptor tras la reflexión por unas paredes en un sistema de posicionamiento por satélite GNSS, incluyendo el sistema de posicionamiento al menos un satélite (51, 52, 5n) adecuado para emitir unas señales de navegación, siendo adecuado el receptor (4), colocado en un móvil, para recibir las señales de navegación por medio de una red de antenas que incluye al menos dos antenas (A1 a A4) y para estimar la posición de dicho receptor (4), estando el procedimiento **caracterizado porque** incluye las siguientes etapas:
- a. colocar la red de antenas (A1 a A4) sobre el móvil,
  - b. colocar un mapa geográfico tridimensional en el receptor (4) del móvil,
  - c. estimar una posición del receptor (4) a partir de las señales de navegación recibidas por una antena de la red de antenas,
  - d. a partir del mapa geográfico tridimensional y de la posición estimada del receptor (4), en situarse sobre una escena que corresponde a un entorno en el que se encuentra el receptor y en realizar un trazado de rayos que parten del receptor.
  - e. deducir, geoméricamente, a partir del resultado del trazado del rayo, el número de trayectos (15d) reflejados en unas paredes de edificios (12a, 12b) presentes en la escena,
  - f. seleccionar un algoritmo de estimación de los ángulos de llegada de multi-trayectos, correspondiendo los multi-trayectos a unas señales reflejadas por unas paredes, inicializar este algoritmo por el número de trayectos reflejados determinados en la etapa e y deducir los ángulos de llegada de los trayectos (15d) reflejados en las paredes antes de alcanzar el receptor (4) a partir de un análisis de las señales recibidas por cada una de las antenas de la red de antenas (A1 a A4).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las antenas (A1 a A4) de la red de antenas están no correlacionadas entre sí.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** antes de realizar la etapa c relativa a la estimación de la posición del receptor (4), el procedimiento incluye una etapa preliminar que consiste en estimar un error de información de distancia debido a un multi-trayecto (15d), consistiendo la etapa preliminar:
- en estimar una primera seudo-distancia que corresponde a una primera información de distancia entre el satélite (51 a 5n) y el receptor (4) obtenida a partir del tratamiento de la señal recibida por una primera antena de la red de antenas (A1 a A4),
  - en estimar una segunda seudo-distancia que corresponde a una segunda información de distancia entre el satélite (51 a 5n) y el receptor (4) obtenida a partir de un tratamiento de la señal recibida por una segunda antena de la red de antenas,
  - en realizar una diferencia entre las dos estimaciones obtenidas y en deducir una diferencia de tipo matemático correspondiente a esta diferencia,
  - en acotar el error de la información de distancia debido a un multi-trayecto (15d) mediante un indicador que depende de la desviación de tipo matemático.

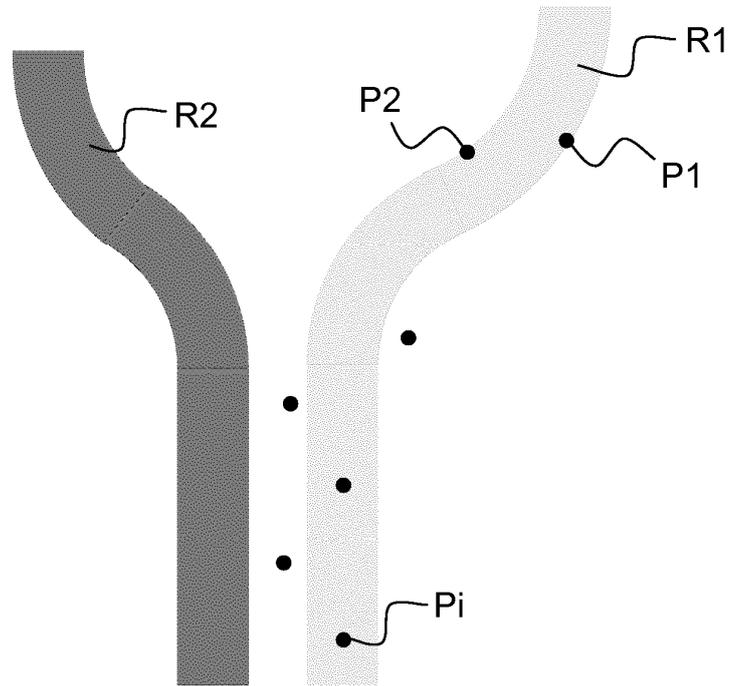


FIG.1

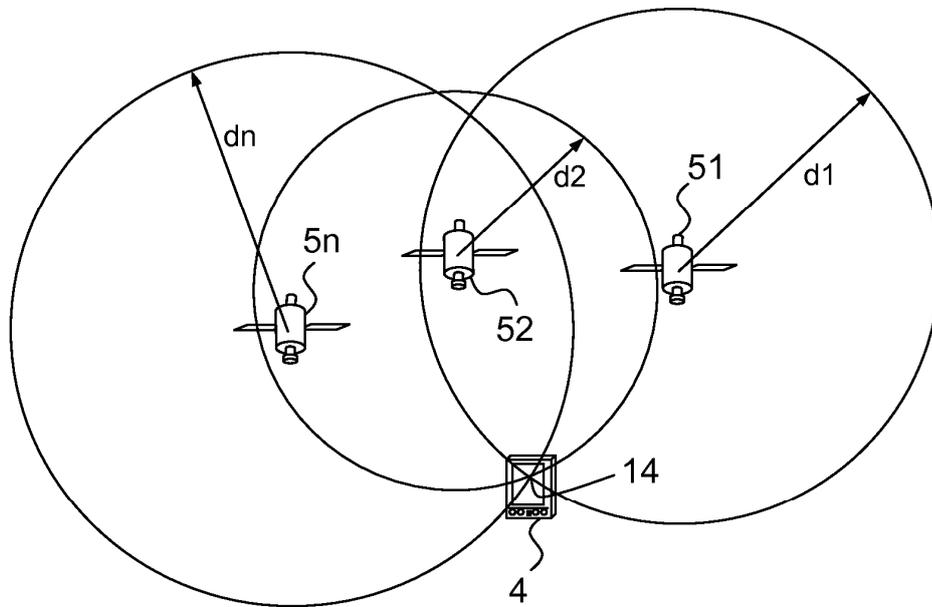


FIG.2

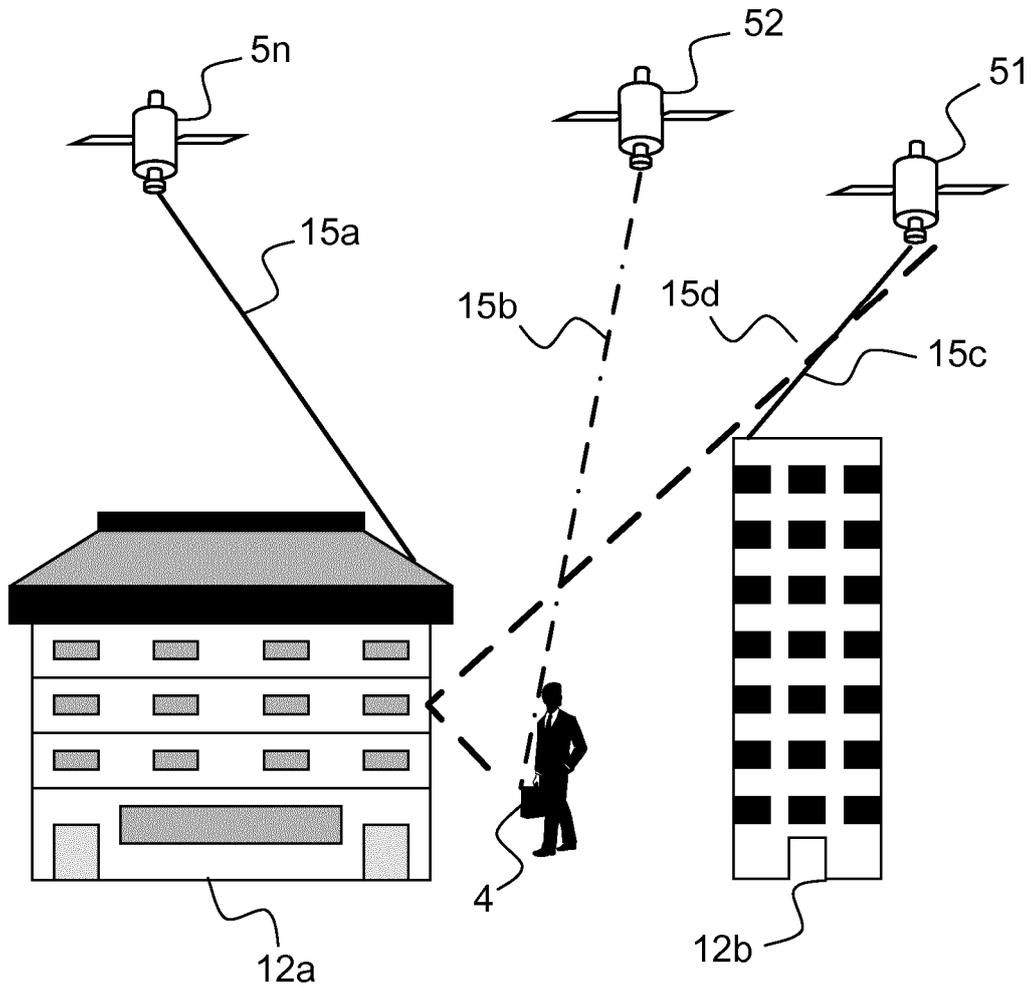


FIG.3

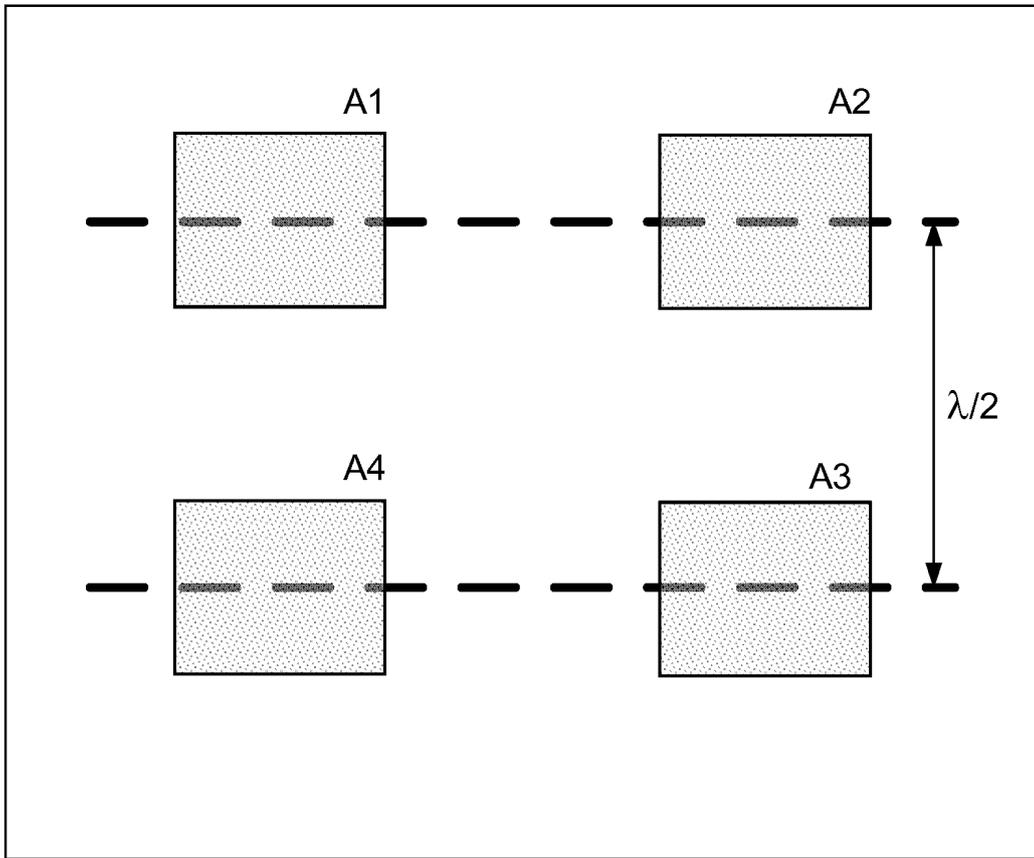


FIG.4