

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 637 273**

51 Int. Cl.:

**G01S 19/11** (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.04.2011 PCT/EP2011/056131**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.11.2011 WO11134821**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.04.2011 E 11714573 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.05.2017 EP 2564237**

54 Título: **Sistema de posicionamiento por pseudolites**

30 Prioridad:

**30.04.2010 FR 1001868**

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

**11.10.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KUBRAK, DAMIEN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 637 273 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**

Sistema de posicionamiento por pseudolites

La presente invención se refiere a un sistema que permite que un objeto equipado con un receptor adaptado determine su posición en una zona denominada restringida.

5 Más particularmente, el sistema de posicionamiento según la presente invención se funda en la utilización de pseudolites.

10 Como se conoce esto, los pseudolites, contracción de pseudosatélites, son unos dispositivos que funcionan según los mismos principios que los satélites que pertenecen a unas constelaciones de satélites implementadas en el marco de sistemas globales de navegación por satélites, conocidos con el acrónimo anglosajón de GNSS, para Global Navigation Satellite System, tales como el sistema GPS, para Global Positioning System en inglés o el sistema Galileo. A diferencia de los satélites, los pseudolites están desplegados en tierra. Pueden estar repartidos en un edificio y, de manera general, en unas zonas denominadas restringidas.

15 En un sistema de posicionamiento por pseudolites, dichos pseudolites emiten unas señales de posicionamiento cuyo formato es idéntico o similar al de los mensajes emitidos por los satélites de un sistema de navegación por satélites. Estas señales de posicionamiento se caracterizan, en concreto, por su desincronización temporal y por su desincronización frecuencial, o frecuencia Doppler aparente, a la altura del receptor. En este marco, se atribuye generalmente a cada pseudolite un identificador de la misma familia que el de un satélite. En el contexto de las constelaciones de satélites, estos identificadores se llaman códigos de difusión, como conoce esto el experto en la materia.

20 El alcance de las señales emitidas por los pseudolites es variable; depende de su potencia y de su utilización. Unos objetos equipados con receptores adaptados pueden adquirir estas señales de posicionamiento. Como para un sistema de navegación por satélites tradicional, un cálculo de pseudodistancias entre dicho receptor y los pseudolites de los que ha adquirido las señales, después un cálculo de posición por triangulación, permiten determinar la localización del receptor. El principio del posicionamiento por triangulación se conoce: se trata de  
25 determinar la posición de un receptor como que está en la intersección de esferas de centro los emisores y de radio la distancia entre receptor y emisores. Los cálculos pueden efectuarse de manera integrada a bordo, por el propio objeto, o de manera deslocalizada por un calculador.

30 Como se ha visto, los sistemas de posicionamiento por pseudolites están generalmente desplegados en unas zonas denominadas "restringidas". Estas zonas restringidas pueden ser unos edificios en el interior de los cuales las señales de posicionamiento emitidas por unos satélites en órbita alrededor de la Tierra no pueden adquirirse, debido al enmascaramiento producido por las paredes, los techos... etc. Puede tratarse sencillamente de zonas no cubiertas por el sistema de navegación por satélites considerado. De manera general, se definirá una zona restringida como que es una zona en la que unas señales de posicionamiento emitidas por unos satélites no pueden adquirirse correctamente. Por el contrario, se habla de "zona abierta" en las zonas donde unas señales de posicionamiento  
35 emitidas por unos satélites pueden adquirirse por un receptor adaptado. Por otra parte, los satélites cuyo un receptor puede teóricamente recibir unas señales de posicionamiento, por el hecho de la posición relativa adecuada entre dichos satélites y dicho receptor, se denominan "visibles" por el receptor, mientras que los otros satélites de la constelación se denominan "no visibles". Estos términos dedicados, "visible" y "no visible" se pueden utilizar en el caso de pseudolites, determinándose en este caso la adecuación de las posiciones relativas no por la geometría del  
40 globo terrestre, sino por los enmascaramientos locales que pueden afectar a las señales de los pseudolites.

Las definiciones dadas más arriba de los términos "zona restringida", "zona abierta", satélites o pseudolite "visible" y satélite o pseudolite "no visible" valen para toda la continuación de la descripción y para las reivindicaciones. La solicitud de patente europea EP 1742080 es representativa de este estado de la técnica.

45 Un problema conocido inherente al posicionamiento por pseudolites está relacionado con el hecho de que el paso de una zona restringida, en la cual la posición de un objeto equipado con un receptor se calcula gracias a las señales de posicionamiento emitidas por unos pseudolites a una zona abierta en la cual las señales de posicionamiento explotadas se emiten por unos satélites de un GNSS debe ser transparente para el receptor. Los sistemas de posicionamiento por pseudolites conocidos imponen de este modo que los receptores busquen de manera permanente adquirir unas señales de posicionamiento sobre el conjunto de sus vías. Un cierto número de vías está  
50 dedicado a la adquisición de señales de posicionamiento emitidas por unos satélites visibles; estas vías están asociadas a los códigos de difusión correspondientes a dichos satélites visibles. Otras vías están asociadas a los códigos de difusión de los pseudolites de la zona restringida en la que o cerca de la cual se encuentra el objeto. En general, el conjunto de las vías disponibles de los receptores están dedicados a la búsqueda de señales de posicionamiento a adquirir.

55 Un modo de realización de la presente invención permite resolver este inconveniente, permitiendo dedicar solo una vía a la adquisición de señales emitidas por unos pseudolites.

Pero, por otra parte, la problemática principal vinculada con los sistemas de posicionamiento por pseudolites y que

permite resolver la presente invención está relacionada con la perturbación de las señales de posicionamiento emitidas por los satélites de los GNSS sobre los que se apoyan dichos sistemas de posicionamiento por pseudolites.

De hecho, este problema conocido con el término inglés de "near-far" proviene del hecho de que las señales de posicionamiento emitidas por los pseudolites presentan una potencia generalmente muy superior a la de las señales emitidas por unos satélites. De este modo, un usuario situado cerca de una zona restringida es susceptible de recibir una señal de posicionamiento emitida por un pseudolite de la zona restringida con una potencia del orden de 50 veces la de las señales de los satélites del GNSS que se considera que le permiten calcular su posición. En este caso, la señal del pseudolite "ahoga" las señales de los satélites y perturba o impide el posicionamiento correcto del usuario. Unos problemas mayores pueden plantearse, en concreto, en materia de seguridad en el campo de la aviación civil.

Para intentar resolver este problema, unas soluciones conocidas consisten en optimizar el tratamiento de las señales recibidas por el receptor con la ayuda de tratamientos apropiados dentro del receptor. Sin embargo, estas soluciones conocidas no son satisfactorias, ya que implican un consumo de energía y un tiempo de tratamiento aumentados para el receptor. Además, dicho receptor debe estar específicamente adaptado, lo que representa una restricción importante para los usuarios.

Una finalidad de la invención es, en concreto, paliar los inconvenientes anteriormente citados. Para resolver el problema de "near-far" mencionado más arriba, el objeto de la reivindicación 1 comprende unos medios para controlar la desincronización temporal y la frecuencia Doppler aparente de las señales emitidas por los pseudolites del sistema de posicionamiento por pseudolites según la invención, de tal modo que las señales emitidas por los pseudolites no puedan "ahogar" las señales que provienen de satélites de GNSS.

Más precisamente, la invención tiene como objeto un sistema de posicionamiento de un objeto en una zona de interés que presenta una zona restringida, comprendiendo dicho sistema un conjunto de pseudolites repartidos en la zona restringida, presentando dichos pseudolites un código de difusión correspondiente al código de difusión de un satélite que pertenece a una constelación de satélites de un sistema de navegación por satélites y emitiendo unas señales de posicionamiento caracterizadas por su desincronización temporal y su frecuencia Doppler aparente y comprendiendo dicho objeto un receptor adecuado para adquirir las señales de posicionamiento. En el sistema según la invención, dicha desincronización temporal y/o dicha frecuencia Doppler aparente de las señales de posicionamiento emitidas por los pseudolites están configuradas de manera que no exista ninguna ambigüedad sobre la localización de los picos de correlación en la matriz de ambigüedades definida por el retardo y la frecuencia Doppler aparente de las señales de posicionamiento adquiridas por el receptor.

Ventajosamente, el sistema según la invención comprende un servidor que comprende unos medios para controlar la desincronización temporal y/o la frecuencia Doppler aparente de las señales de posicionamiento emitidas por los pseudolites.

Ventajosamente, dicho servidor comprende, además, unos medios para controlar la potencia de las señales de posicionamiento emitidas por los pseudolites.

Ventajosamente, la desincronización temporal y la frecuencia Doppler aparente de las señales de posicionamiento emitidas por los pseudolites se parametrizan previamente a la altura de cada pseudolite.

Según un modo de realización, todos los pseudolites presentan el mismo código de difusión.

Comprendiendo el receptor un número de vías superior a 1 para la búsqueda y la adquisición de señales de posicionamiento, dicho receptor puede ventajosamente dedicar solo una vía a la búsqueda de señales de posicionamiento emitidas de los pseudolites.

Según un modo de realización, las señales de posicionamiento emitidas por los pseudolites presentan unas frecuencias que pertenecen a un rango de frecuencias sin intersección con el rango de frecuencias utilizado para emitir unas señales de posicionamiento por los satélites que pertenecen a la constelación de satélites del sistema de navegación por satélites considerado.

Otras características y ventajas de la invención se mostrarán con la ayuda de la descripción que sigue hecha con respecto al diagrama de la figura 1 adjunta que representa una matriz de ambigüedades definida por el retardo y la frecuencia Doppler aparente de las señales de posicionamiento adquiridas por el receptor.

La figura 1 ilustra la parte caracterizadora de la reivindicación 1.

Se define como una matriz de ambigüedades la matriz que recoge las matrices de adquisición de las diferentes señales, con como ejes el retardo de propagación -o fase de código- y la frecuencia Doppler. De este modo, la figura 1 es una representación de una matriz de ambigüedades. Un pico de correlación P1, P2, P3, P4, P5 corresponde a un pico que se puede observar sobre una matriz de adquisición.

De este modo, en el sistema de posicionamiento por pseudolites según la invención, N pseudolites, siendo N

superior o igual a 2, están desplegados en una zona restringida. El sistema comprende, por otra parte, unos medios adecuados para configurar la característica de las señales de posicionamiento que dichos pseudolites emiten. En el modo de realización principal de la invención, la configuración de las señales de posicionamiento emitidas por los pseudolites se realiza a distancia por un servidor. Alternativamente, la configuración puede consistir en una programación previa del conjunto de los pseudolites.

La característica de las señales de posicionamiento comprende su potencia de emisión, su desincronización temporal y su desincronización frecuencial. La configuración de la desincronización frecuencial permite conferir a las señales de posicionamiento una frecuencia Doppler aparente desde el punto de vista del receptor.

Para implementar la invención, hay que controlar al menos la desincronización temporal o la desincronización frecuencial de las señales de posicionamiento.

El principio de la invención consiste, por lo tanto, en configurar al menos la desincronización temporal o la desincronización frecuencial de las señales emitidas por los pseudolites, o las dos, de tal modo que, en la matriz de ambigüedades definida por el retardo y la frecuencia Doppler aparente de las señales de posicionamiento adquiridas por el receptor, no exista ninguna ambigüedad sobre la localización de los picos de correlación P1, P2, P3, P4, P5, como lo muestra la figura 1. Esto se hace posible por el desfase en las desincronizaciones frecuencial y/o temporal de las diferentes señales de posicionamiento emitidas por los diferentes pseudolites y adquiridas por el receptor.

De este modo, por una configuración adaptada de la característica de las señales de posicionamiento emitidas por los pseudolites, es posible resolver el problema de "near-far" mencionado anteriormente. De hecho, el receptor que ha adquirido un conjunto de señales de posicionamiento puede discriminar dichas señales las unas de las otras por un análisis de la matriz de ambigüedades descrita anteriormente. De hecho, cada pico de correlación P1, P2, P3, P4, P5 que corresponde a una señal de posicionamiento adquirida por el receptor está claramente localizado; por lo tanto, su contenido puede tratarse sin que haya sido interferido por una cualquiera de las otras señales de posicionamiento recibidas.

Por otra parte, si conoce la posición de los diferentes pseudolites en la zona restringida, el receptor puede, una vez localizados los picos de correlación P1, P2, P3, P4, P5, atribuir cada pico de correlación a un pseudolite identificado. Por consiguiente, es posible utilizar un único código de difusión para el conjunto de los pseudolites, lo que presenta la ventaja de liberar unas vías de tratamiento del receptor. Además, esto facilita la búsqueda de señales de posicionamiento que provienen de pseudolites, puesto que el receptor solo tiene necesidad de escanear una sola vía. Finalmente, como se utiliza una sola vía del receptor, una función de tipo "snapshot", que consiste en determinar rápidamente la posición del objeto considerado se facilita igualmente y se hace económica de batería, por la misma razón.

Por otra parte, para mejorar el rendimiento del sistema, es posible elegir unas frecuencias de emisión de las señales de posicionamiento emitidas por los pseudolites sin intersección con el rango frecuencial utilizado por los satélites del GNSS considerado. Esto permite minimizar el riesgo de interferencias entre las señales emitidas por los pseudolites y las emitidas por los satélites del GNSS correspondiente.

Finalmente, según un modo de realización preferente de la invención, el sistema de posicionamiento por pseudolites comprende igualmente unos medios para controlar la potencia de emisión de las señales de posicionamiento por los pseudolites. El mismo servidor que para la desincronización temporal o la frecuencia Doppler aparente de las señales de posicionamiento puede, llegado el caso, programarse para configurar individualmente dicha potencia de emisión de las señales de posicionamiento. De esta forma, es posible asegurarse de que las señales de posicionamiento procedentes de los pseudolites no van a "ahogar" las señales que provienen de satélites y resolver con todavía más seguridad el problema de "near-far" descrito anteriormente.

En resumen, la invención tiene como principal ventaja que propone una solución para el problema de "near-far" que se refiere a los sistemas de posicionamiento por pseudolites.

Las otras ventajas importantes de la presente invención se refieren al posicionamiento con la ayuda de un código único y la reducción de consumo.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Sistema de posicionamiento de un objeto en una zona de interés que presenta una zona restringida, comprendiendo dicho sistema un conjunto de pseudolites repartidos en la zona restringida, presentando dichos pseudolites un código de difusión correspondiente al código de difusión de un satélite que pertenece a una constelación de satélites de un sistema de navegación por satélites y emitiendo unas señales de posicionamiento **caracterizadas por** su desincronización temporal y su frecuencia Doppler aparente y comprendiendo dicho objeto un receptor adecuado para adquirir las señales de posicionamiento, **caracterizado porque** comprende un servidor que comprende unos medios para configurar dicha desincronización temporal y/o dicha frecuencia Doppler aparente de las señales de posicionamiento emitidas por los pseudolites de manera que no exista ninguna ambigüedad sobre la localización de los picos de correlación (P1, P2, P3, P4, P5) en la matriz de ambigüedades definida por el retardo y la frecuencia Doppler aparente de las señales de posicionamiento adquiridas por el receptor.
- 10 2. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho servidor comprende, además, unos medios para controlar la potencia de las señales de posicionamiento emitidas por los pseudolites.
- 15 3. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la desincronización temporal y la frecuencia Doppler aparente de las señales de posicionamiento emitidas por los pseudolites se parametrizan previamente a la altura de cada pseudolite.
4. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** todos los pseudolites presentan el mismo código de difusión.
- 20 5. Sistema según la reivindicación 4, comprendiendo el receptor un número de vías superior a 1 para la búsqueda y la adquisición de señales de posicionamiento, **caracterizado porque** dicho receptor puede dedicar solo una vía a la búsqueda de señales de posicionamiento emitidas de los pseudolites.
- 25 6. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las señales de posicionamiento emitidas por los pseudolites presentan unas frecuencias que pertenecen a un rango de frecuencias sin intersección con el rango de frecuencias utilizado para emitir unas señales de posicionamiento por los satélites que pertenecen a la constelación de satélites del sistema de navegación por satélites considerado.

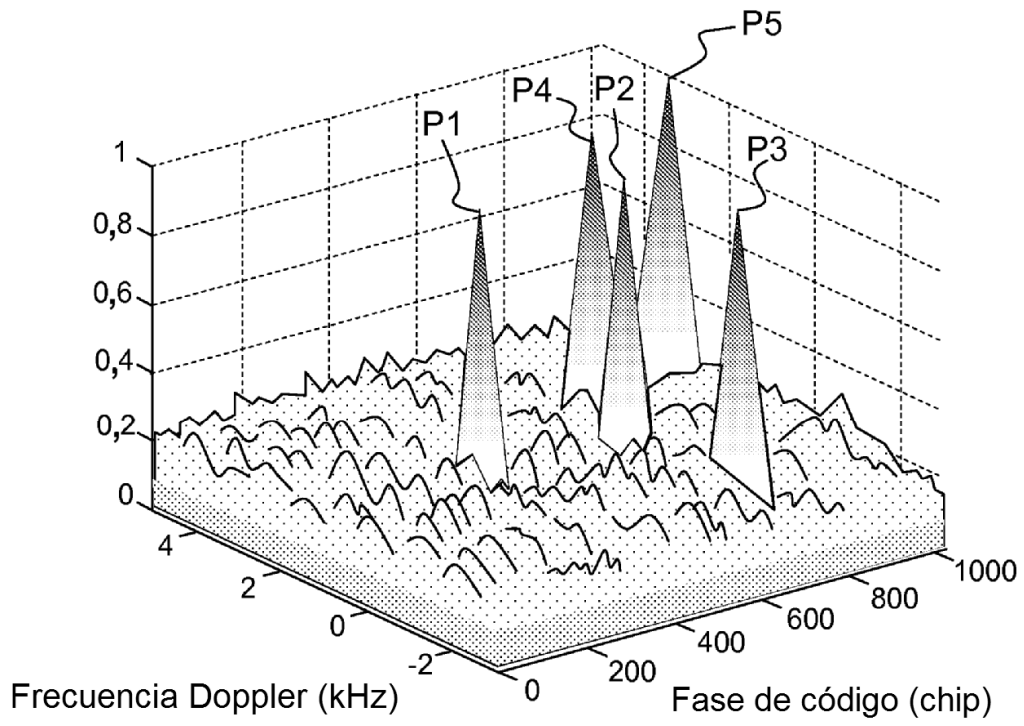


FIG.1