

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 559 471**

51 Int. Cl.:

G01S 19/49 (2010.01)

G01S 19/22 (2010.01)

G01S 19/50 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.02.2013 E 13154346 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.11.2015 EP 2626725**

54 Título: **Procedimiento de determinación de un indicador de confianza relativo a la trayectoria tomada por un móvil**

30 Prioridad:

10.02.2012 FR 1200397

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

12.02.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**MONNERAT, MICHEL y
RIES, LIONEL**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 559 471 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 determinación de un indicador de confianza relativo a la trayectoria tomada por un móvil

La presente invención se refiere a un procedimiento de determinación de un indicador de confianza relativo a la trayectoria de un móvil. La invención se aplica a cualquier sistema de posicionamiento por satélites que utiliza receptores de tipo GNSS (*Global Navigation Satellite System*) como unos receptores GPS (*Global Positioning System*) o Galileo.

En un sistema de posicionamiento por satélites que utiliza un receptor del tipo GNSS dispuesto a bordo de un móvil, las señales de datos que permiten al receptor calcular su posicionamiento proceden de diferentes satélites que pertenecen a una constelación de satélites de posicionamiento. La constelación consta de 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 adquiere unas 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 al móvil de los cuatro satélites cuyas señales se han recibido y determina la posición del móvil utilizando un procedimiento por triangulación.

El documento US 2010/0332125 describe dicho sistema de posicionamiento por satélites.

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

Existen numerosas fuentes de error de posicionamiento que pueden enturbiar la validez de los datos de posición determinados por un sistema de posicionamiento por satélite. Un error de posicionamiento puede estar causado por un problema técnico en la recepción de las señales GNSS, como por ejemplo un fallo del receptor o un fallo de las informaciones transmitidas por la constelación de satélites utilizada. La fiabilidad de la posición determinada por un sistema de posicionamiento por satélite depende también del entorno en el que se encuentra el móvil.

En el caso de una aplicación aeronáutica relativa a la aviación civil, el receptor no está condicionado por ningún obstáculo, de tal modo que las señales radioeléctricas se reciben directamente de los satélites, sin reflexión en ninguna pared. En este caso, existen unos sistemas SBAS (en inglés: *Satellite-Based Augmentation Systems*) que permiten suministrar una información de confianza relativa a la posición calculada por el receptor de un móvil aeronáutico. Los sistemas SBAS controlan y limitan de forma permanente 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 generados por la propagación de las señales radioeléctricas en la atmósfera superior y, en particular, en la ionosfera. La información proporcionada por un sistema SBAS permite que el receptor del móvil aeronáutico proporcione la posición del móvil así como un límite de error de posición.

Las aplicaciones de peaje de carreteras geo-localizado consisten en determinar la ruta tomada por un móvil terrestre provisto de un receptor GNSS y en facturar al usuario del móvil terrestre cuando la ruta tomada está sometida a un peaje. Al depender la facturación de la carretera utilizada, el receptor debe emitir información complementaria relativa, por una parte, a la posición del móvil y, por otra parte, a la trayectoria del móvil. Esta información da lugar a una facturación, también es necesario determinar una información de confianza relativa a la trayectoria utilizada.

Sin embargo, en el caso de una aplicación relativa al peaje de carreteras geo-localizado, las condiciones de recepción de las señales radioeléctricas son mucho más complejas, y se dominan mucho menos que en el caso de una aplicación aeronáutica. Es, por tanto, mucho más difícil limitar el error de posición determinada por el receptor.

En un entorno urbano, las señales de navegación emitidas por uno o por dos o tres de los satélites de la constelación pueden verse detenidas, por ejemplo, por unos edificios 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 se ve afectada lo que puede hacer que el cálculo de la posición del móvil sea imposible.

Del mismo modo, en un entorno terrestre poco favorable, las señales de navegación emitidas por un satélite de la constelación pueden reflejarse en algunas paredes antes de alcanzar el receptor. Este fenómeno, llamado trayectos múltiples, tiene un gran impacto en la precisión de la posición calculada por el receptor. En efecto, el camino medido por el receptor es entonces más largo que la distancia que separa al móvil del satélite correspondiente. De esto se deriva un error en el procedimiento de triangulación y, por lo tanto, en la posición del móvil. En este caso la consecuencia es doble ya que, por una parte, el error de posición es importante y, por otra parte, el receptor no tienen ningún medio para saber que ha cometido un error, ni para evaluar el error cometido. Así pues, los errores cometidos por el receptor pueden generar un error de juicio en cuanto a la ruta tomada y, por consiguiente, generar una facturación errónea. Es, por lo tanto, necesario obtener un indicador de confianza relativo a la trayectoria del móvil determinada por el receptor.

La invención tiene como objetivo resolver estos problemas y proponer un procedimiento de determinación de un indicador de confianza relativo a la trayectoria tomada por un móvil que permita evaluar un error en la estimación de

la posición del móvil cometido por un receptor GNSS situado a bordo del móvil.

Para ello, la invención se refiere a un procedimiento de determinación de un indicador de confianza relativo a la trayectoria de un móvil equipado con un receptor capaz de estimar la posición del móvil a partir de la recepción de señales de navegación GNSS emitidas por una constelación de satélites, estando las señales de navegación moduladas por un código y constando el receptor de una réplica local de código, caracterizándose el procedimiento porque consta de las siguientes etapas:

- a. estimar unas posiciones sucesivas del receptor en diferentes instantes de medición de posición,
- b. identificar un segmento de trayectoria R1 que pasa cerca de las posiciones estimadas sucesivas,
- c. determinar unas funciones de auto-correlación sucesivas entre las señales de navegación recibidas y la réplica local del código,
- d. formular una hipótesis de velocidad de desplazamiento del receptor en el segmento de trayectoria R1 identificado,
- e. deducir de la hipótesis de velocidad de desplazamiento del receptor una función de retardo Doppler que corresponde al movimiento del receptor,
- f. aplicar la función de retardo Doppler a cada función de auto-correlación determinada en la etapa c y deducir de esta unas funciones de auto-correlación corregidas,
- g. sumar las funciones de auto-correlación corregidas, correspondiendo el resultado de la suma a la función de auto-correlación corregida $\hat{R}(\tau)$ de la señal de navegación,
- h. comparar el resultado de la suma de las funciones de auto-correlación corregidas $\hat{R}(\tau)$ con una función de auto-correlación teórica $R_{Teo}(\tau)$ y deducir de esta un indicador de confianza de que el segmento de trayectoria identificado corresponde a la trayectoria real seguida por el móvil equipado con el receptor.

De manera ventajosa, el indicador de confianza es un criterio cuadrático $\|\hat{R}(\tau) - R_{Teo}(\tau)\|^2$ que corresponde a la norma al cuadrado de la diferencia entre el resultado de la suma de las funciones de auto-correlación corregidas y la función de auto-correlación teórica.

- De forma opcional, el procedimiento puede constar de una etapa adicional que consiste en formular varias hipótesis diferentes de velocidad de desplazamiento del receptor, en determinar un indicador de confianza correspondiente a cada hipótesis de velocidad y en seleccionar la hipótesis de velocidad con el indicador de confianza más alto.

Como alternativa, la velocidad de desplazamiento del receptor se puede medir con un sensor inercial.

De manera ventajosa, el indicador de confianza se determina para cada satélite de la constelación.

- Se mostrarán claramente otras particularidades y ventajas de la invención en la descripción que viene a continuación, dada a título de ejemplo meramente ilustrativo y no limitativo, en referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos que representan:

- figura 1: un esquema de un ejemplo de sistema viario típico, de acuerdo con la invención;
- figura 2: un ejemplo que ilustra la determinación de la posición de un móvil equipado con un receptor GNSS, de acuerdo con la invención;
- figuras 3a, 3b, 3c: tres esquemas que ilustran un ejemplo de evolución de una función de auto-correlación de una señal GPS, de acuerdo con la invención;
- figura 4: un esquema que ilustra el procedimiento de determinación de un indicador de confianza relativo a la trayectoria de un móvil, de acuerdo con la invención.

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

Un ejemplo de determinación de la posición de un móvil equipado con un receptor GNSS 4 está representado de forma esquemática en la figura 2. El receptor 4 determina las distancias d1, d2, ..., dn, donde n es un número entero superior o igual a cuatro, que le separan de al menos cuatro satélites 51, 52, ..., 5n de la constelación, solo tres satélites están representados en la figura 2, y a continuación deduce el punto de intersección 14 de al menos cuatro esferas, centradas respectivamente en los cuatro satélites y con una circunferencia que pasa por el receptor 4, presentando cada esfera un centro materializado por la posición de un satélite 51 a 5n de la constelación y con un radio que corresponde a una de las distancias d1 a dn. 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 d1 a dn se realiza en el receptor 4 mediante el cronometrado del tiempo de llegada de señales radioeléctricas que constituyen un mensaje de navegación procedente de los satélites 51 a 5n. Las señales radioeléctricas emitidas por cada satélite están compuestas por información necesaria para el cálculo de la posición del receptor, modulándose estas informaciones mediante un código que puede, por ejemplo, ser un código de ensanchamiento pseudo-aleatorio periódico. La velocidad de la información es más lenta que la velocidad del código. A título de ejemplo, en el caso de

una señal GPS, un código de ensanchamiento posee un periodo de 1 ms y una velocidad de 1.023 bits por segundo mientras que la velocidad de la información es de 50 bits por segundo. El conjunto de los datos añadidos módulo 2 al código de ensanchamiento se transmite en una portadora. Tradicionalmente, en el caso de una señal GPS, la portadora es igual a 1,57542 GHz. La información esencial procedente de cada satélite a través del mensaje de navegación y que debe tratar el receptor 4 están compuesta por la hora de emisión del mensaje y la posición del satélite en el instante de la emisión de la señal radioeléctrica. El satélite también transmite otras informaciones, tales como algunas correcciones que hay que aportar al reloj de a bordo del satélite, los parámetros de correcciones de velocidad de propagación de las señales en las capas de la atmósfera terrestre y las posiciones aproximadas de los demás satélites de la constelación a través de unos datos denominados de almanaque. El satélite transmite en su mensaje de navegación sus efemérides (parámetros keplerianos) que permiten al receptor 4 calcular la posición del satélite en un sistema de referencias ligado a la Tierra. Las efemérides están compuestas en el caso de una señal GPS de 16 parámetros repetidos cada 30 segundos en el mensaje de navegación.

Una vez obtenida la posición del satélite, falta que el receptor 4 detecte 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 de un sistema GPS, se repite cada seis segundos. Sin embargo, conviene aplicar a la hora leída en el mensaje de navegación una corrección de reloj de satélite con el fin de volver a llevar la hora transmitida a un sistema de referencia común a todos los satélites. Esta corrección se transmite cada treinta segundos.

Cuando se ha decodificado y corregido la hora de emisión del mensaje, el receptor deduce el tiempo de propagación de la señal radioeléctrica mediante la diferencia entre la hora de recepción y la hora de emisión del mensaje de navegación. Esta información, corregida de los errores de velocidad de propagación de las señales en las diferentes capas de la atmósfera terrestre como la ionosfera, proporciona al receptor una estimación de la distancia que le separa del satélite. Utilizando las señales procedentes de al menos cuatro satélites 51 a 5n de la constelación, el receptor 4 deduce de estas su posición y, por lo tanto, la del móvil en el cual se encuentra, mediante un método conocido de triangulación.

La determinación de la hora de recepción de la señal GNSS, como cualquier señal con espectro ensanchado, se realiza mediante el cálculo de la función de auto-correlación entre la señal recibida y una réplica local del código de ensanchamiento correspondiente al satélite buscado. En el caso de una señal GPS, la función de auto-correlación es una función en forma de triángulo cuya posición temporal de la parte superior indica el instante de recepción de la señal. Este instante de recepción se utiliza entonces en el procedimiento de triangulación.

La función de auto-correlación de una señal GPS está representada de forma esquemática en las figuras 3a y 3b para dos instantes t1 y t2 sucesivos. Como se muestra en estas dos figuras, las funciones de auto-correlación C1 y C2 de la señal GPS calculada en un instante t1 y en un instante t2 superior al instante t1, se desplazan, como se indica en la figura 3b, a otra posición temporal. La posición del pico de correlación varía a lo largo del tiempo a causa del movimiento relativo del satélite con respecto al receptor 4 del móvil y, por lo tanto, de la evolución de la distancia entre el satélite y el receptor 4. Este fenómeno conocido con el nombre de efecto Doppler en el código de ensanchamiento se debe a tres causas diferentes que son el movimiento del satélite, el movimiento del receptor y, en menor medida, los errores de reloj del receptor.

El movimiento del satélite con respecto al receptor, considerado inmóvil, se puede compensar, de tal modo que este movimiento ya no tenga impacto en el desplazamiento del pico de auto-correlación. La velocidad de desplazamiento del pico de correlación causada por el desplazamiento del satélite se expresa como $\frac{V_r}{c}$, donde Vr es la velocidad radial del satélite con respecto al receptor 4 y c la velocidad de la luz.

La velocidad radial Vr del satélite se calcula a partir de la distancia que separa al satélite del receptor 4 utilizando las efemérides transmitidas por el satélite. La distancia d(t) entre el satélite y el receptor en un instante t se deduce directamente mediante el cálculo de la norma del vector que une la posición del satélite a la posición del receptor. El mismo cálculo realizado en un instante posterior t + δt permite evaluar la distancia entre el satélite y el receptor en el

instante t + δt, es decir d(t + δt). La velocidad radial se expresa por tanto como $V_r = \frac{d(t + \delta t) - d(t)}{\delta t}$. Para este cálculo δt se debe elegir bajo, por ejemplo del orden del segundo. En el caso de un sistema GPS, al durar el código de ensanchamiento 1 ms, el receptor 4 procede al cálculo de la función de auto-correlación cada milisegundo. Cada milisegundo, la posición del pico de correlación se desplaza así como la cantidad temporal $\delta\tau = 10^{-3} \times \frac{V_r}{c}$.

Si $R_k(\tau)$ representa la función de auto-correlación calculada en el instante τ después del k-ésimo milisegundo, donde k es un número entero superior a 1 y donde τ corresponde a una estimación del tiempo de llegada de la señal, la compensación del movimiento del satélite se realiza aplicando un retardo a esta función de auto-correlación, siendo

el retardo igual a $k * 10^{-3} \frac{V_r}{c}$, para mantener el pico de correlación en la posición inicial.

Para facilitar el proceso de estimación de la posición del pico de auto-correlación $R(\tau)$, esta estimación se realiza a partir de una suma no coherente de una sucesión de N funciones de auto-correlación, donde N es el número de mediciones de posición realizado durante el tiempo total de medición.

$$R(\tau) = \sum_{k=1}^N R_k(\tau)$$

5 Cuando no se compensa el efecto Doppler, la función de auto-correlación no presenta un pico, sino una parte superior plana, como muestra el resultado C3 de la suma de las funciones de auto-correlación C1 + C2 representado en la figura 3c. Este efecto tiene un impacto muy perjudicial en la estimación de la hora de llegada de la señal GPS.

10 Para resolver este problema y corregir el efecto Doppler causado por el movimiento del satélite, conviene por lo tanto aplicar, en cada función de auto-correlación calculada, el retardo de $k * 10^{-3} \frac{V_r}{c}$ indicado con anterioridad, y por lo tanto calcular la cantidad siguiente:

$$\tilde{R}(\tau) = \sum_{k=1}^N R_k(\tau - kx \frac{V_r}{c} x 10^{-3})$$

Esta operación permite por tanto compensar el efecto Doppler causado por el movimiento del satélite y recuperar, para un receptor inmóvil, un pico de correlación en forma de triángulo.

15 El efecto Doppler causado por el desplazamiento del receptor 4 por lo general no se puede compensar y, por lo tanto, se experimenta. Este efecto Doppler se aplica en el código de ensanchamiento del receptor que está desplazado con respecto al código de ensanchamiento de satélite lo que se traduce en una deformación del pico de correlación como en el caso relativo al error causado por el movimiento del satélite. Para limitar el error generado por este efecto Doppler, la duración de suma de las funciones de auto-correlación está limitada de tal modo que se limita la deformación del pico de correlación.

20 Para corregir el efecto Doppler causado por el desplazamiento del receptor 4, convendría en efecto realizar la siguiente suma:

$$\hat{R}(\tau) = \sum_{k=1}^N R_k(f(\tau))$$

25 donde $f(\tau)$ es una función que depende del movimiento del receptor 4 mientras este movimiento del receptor se desconoce.

Si se escribe $P(t)$ la posición verdadera del receptor en un instante t, y $X_s(t)$ la posición del satélite en el instante t, entonces la velocidad radial relativa entre el satélite y el receptor se expresa $V_r = \frac{d(\|P(t) - X_s(t)\|)}{dt}$, y la función $f(\tau)$ se determina mediante la siguiente relación:

$$f(\tau) = \tau - kx \frac{1}{c} \frac{d(\|P(t) - X_s(t)\|)}{dt} x 10^{-3}$$

30 Para determinar un indicador de confianza relativo a la trayectoria estimada por el receptor GNSS 4 y relativa, por lo tanto, a la ruta tomada por un móvil equipado con el receptor 4, el procedimiento de acuerdo con la invención consiste, por tanto, a partir de las señales emitidas por la constelación de satélites, en estimar las posiciones del receptor en diferentes instantes sucesivos de acuerdo con un método por triangulación como se ha indicado con anterioridad, y a continuación a partir de las posiciones estimadas, en formular una hipótesis de trayectoria seguida por el móvil equipado con el receptor 4, consintiendo la hipótesis de trayectoria en una selección de un segmento de ruta que pasa cerca de las diferentes posiciones estimadas, pudiendo ser el segmento de ruta seleccionado, por ejemplo, una carretera con peaje R1 sometida a facturación o una carretera sin peaje R2. Para formular la hipótesis de trayectoria, el receptor 4 consta de unos medios de cartografía que le permiten conocer la topología viaria cerca

de las posiciones estimadas. El receptor 4 formula a continuación una hipótesis de una velocidad de desplazamiento del receptor en el segmento de ruta seleccionado, y de este deduce un tiempo T de recorrido realizado en dicho

segmento de ruta seleccionado, $T = \frac{L}{V}$ donde V representa dicha velocidad del receptor y L la longitud de dicho

segmento de ruta. El receptor 4 deduce de este la función $f(\tau)$ utilizando la ecuación

5 $f(\tau) = \tau - kx \frac{1}{c} \frac{d(\|P(t) - X_s(t)\|)}{dt} \times 10^{-3}$ y, utilizando la ecuación $\hat{R}(\tau) = \sum_{k=1}^N R_k(f(\tau))$, calcula la

función $\hat{R}(\tau)$ que corresponde a la función de auto-correlación por medio de las hipótesis formuladas, de la señal de navegación, por ejemplo GPS, después de la corrección del efecto Doppler causado por el desplazamiento del receptor 4 en el segmento de ruta, sumando las funciones de auto-correlación obtenidas en cada instante de

medición de posición τ , a lo largo de toda la trayectoria seleccionada, es decir considerando $N = \frac{T}{10^{-3}}$, en el caso

10 del GPS. El receptor calcula a continuación un indicador de confianza que corresponde a un índice de verosimilitud de que la función de auto-correlación corregida $\hat{R}(\tau)$ tiene una forma en triángulo y corresponde a una función de auto-correlación teórica $R_{teo}(\tau)$. El indicador de confianza se puede expresar como un criterio cuadrático como, por ejemplo, $\|\hat{R}(\tau) - R_{teo}(\tau)\|^2$. Este indicador de confianza se debe determinar para cada satélite de la constelación.

15 Para la misma hipótesis de trayectoria, el receptor puede emitir sucesivamente varias hipótesis de velocidad diferentes y, para cada hipótesis de velocidad, determinar un valor correspondiente del indicador de confianza, conservando el receptor solo la hipótesis de velocidad que corresponde al indicador de confianza más alto.

La figura 4 ilustra el efecto de la corrección del efecto Doppler causado por el movimiento del receptor en el caso en el que la hipótesis de trayectoria es la trayectoria real seguida por el móvil equipado con el receptor 4 y en el caso en el que la trayectoria no corresponde a la trayectoria real. El segmento de ruta R1 es objeto de una facturación y corresponde a la ruta tomada por un usuario móvil, mientras que el segmento de ruta R2 no es objeto de facturación. Para ambas hipótesis y para diferentes instantes de medición sucesivos que corresponden a cuatro posiciones P1, P2, P3, P4 diferentes del móvil en los segmentos de ruta correspondientes, las funciones de auto-correlación antes de la corrección del efecto Doppler están representados con líneas continuas y las funciones de auto-correlación después de la corrección están representados con líneas de puntos. Las flechas horizontales representan el desplazamiento temporal de las diferentes funciones de auto-correlación después de la corrección.

25 El receptor compara la verosimilitud de haber tomado el segmento de ruta R1 con respecto al segmento de ruta R2. Esta figura 4 muestra que en el caso en el que el receptor formula la hipótesis de haber tomado el segmento de ruta R1 que corresponde a la trayectoria real del móvil, la función de auto-correlación C_t resultante, después de la corrección del efecto Doppler en el código de ensanchamiento del receptor, corresponde a una función que se asemeja mucho a la función de auto-correlación teórica en forma de triángulo. En el caso en el que el receptor formula la hipótesis de haber tomado el segmento de ruta R2 que no corresponde a la trayectoria real del móvil, la función de auto-correlación C_f resultante, después de la corrección del efecto Doppler en el código de ensanchamiento del receptor, está muy alejada de la función de auto-correlación teórica en forma de triángulo.

30 Como alternativa, para una misma hipótesis de trayectoria seleccionada, en lugar de formular hipótesis de velocidad de desplazamiento del receptor, el receptor puede estar equipado con un sensor inercial, que le permite estimar sus desplazamientos relativos y, por consiguiente, su velocidad de desplazamiento en un segmento de ruta correspondiente de la trayectoria. En este caso, la función $f(\tau)$ se obtiene mediante la relación

35 $f(\tau) = \tau - \frac{V_r + V_l}{c} * 10^{-3} * k$ donde V_l es la velocidad radial estimada por el sensor inercial. El

40 procedimiento consta por tanto de las diferentes etapas indicadas con anterioridad, con la excepción de la velocidad del receptor que ya no es una hipótesis sino una estimación elaborada por un sensor inercial.

Por último, el procedimiento de acuerdo con la invención puede constar de una etapa adicional que consiste en formular una hipótesis adicional relativa a la deriva del reloj local del receptor. Esta hipótesis adicional consiste en modular la velocidad radial relativa entre el receptor y el satélite.

45 Aunque se haya descrito la invención en relación con unas formas particulares de realización, es evidente que esta no está en modo alguno limitada y que comprende todos los equivalentes técnicos de los medios descritos así como sus combinaciones si estas entran en el marco de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de determinación de un indicador de confianza relativo a la trayectoria de un móvil equipado con un receptor capaz de estimar la posición del móvil a partir de la recepción de señales de navegación GNSS emitidas por una constelación de satélites, estando las señales de navegación moduladas por un código y constando el receptor (4) de una réplica local del código, constando el procedimiento de una etapa preliminar que consiste en estimar unas posiciones sucesivas del receptor (4) en diferentes instantes de medición de posición y en identificar un segmento de trayectoria R1 que pasa cerca de las posiciones estimadas sucesivas, estando el procedimiento **caracterizado porque** el segmento de trayectoria R1 se estima con la ayuda medio de unos medios de cartografía y **porque** consta, además, de las siguientes etapas:
- 5 a. determinar unas funciones de auto-correlación sucesivas entre las señales de navegación recibidas y la réplica local del código,
 - 10 b. formular una hipótesis de velocidad de desplazamiento del receptor (4) en el segmento de trayectoria R1 identificado,
 - 15 c. deducir de la hipótesis de velocidad de desplazamiento del receptor, una función de retardo Doppler que corresponde al movimiento del receptor (4),
 - d. aplicar la función de retardo Doppler a cada función de auto-correlación determinada en la etapa c y deducir de esta unas funciones de auto-correlación corregidas,
 - 20 e. sumar las funciones de auto-correlación corregidas, correspondiendo el resultado de la suma a la función de auto-correlación corregida $\hat{R}(\tau)$ de la señal de navegación,
 - f. comparar el resultado de la suma de las funciones de auto-correlación corregidas $\hat{R}(\tau)$ con una función de auto-correlación teórica $R_{Teo}(\tau)$ y en deducir un indicador de confianza de que el segmento de trayectoria identificado corresponde a la trayectoria real seguida por el móvil equipado con el receptor (4).
2. Procedimiento de determinación de un indicador de confianza de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el indicador de confianza es un criterio cuadrático $\|\hat{R}(\tau) - R_{Teo}(\tau)\|^2$ que corresponde a la norma al cuadrado de la diferencia entre el resultado de la suma de las funciones de auto-correlación corregidas y la función de auto-correlación teórica.
3. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** consiste en formular varias hipótesis de velocidad de desplazamiento del receptor (4) diferentes, en determinar un indicador de confianza correspondiente a cada hipótesis de velocidad, y en seleccionar la hipótesis de velocidad con el indicador de confianza más alto.
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** la velocidad de desplazamiento del receptor (4) se mide con un sensor inercial.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el indicador de confianza se determina para cada satélite de la constelación.

35

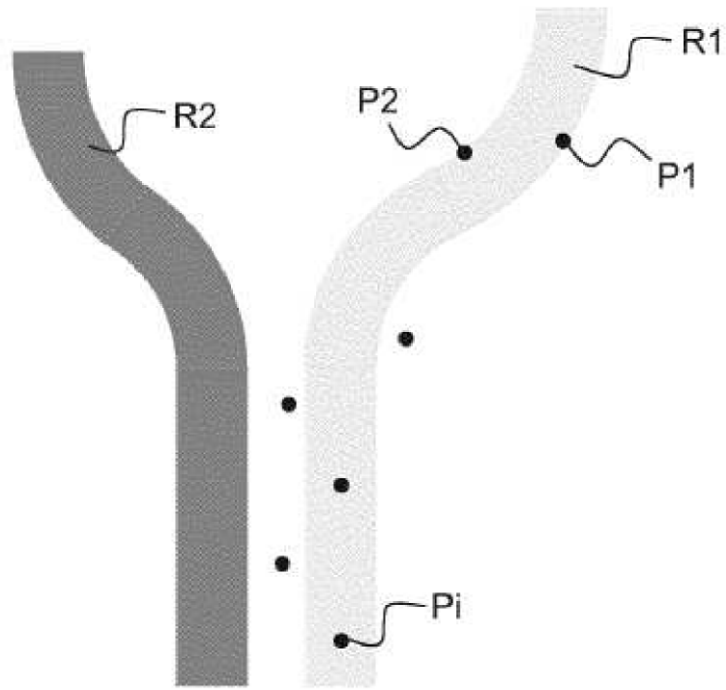


FIG.1

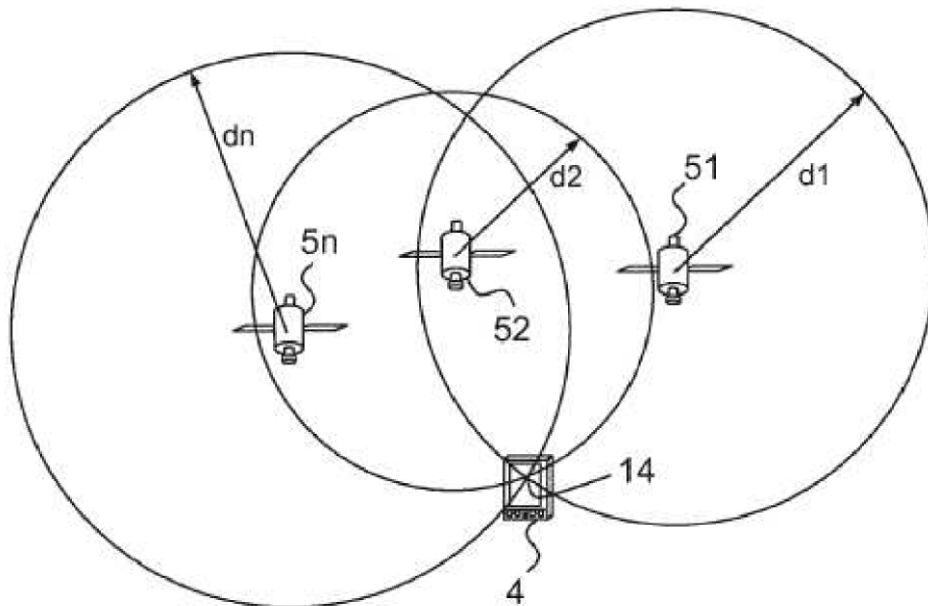
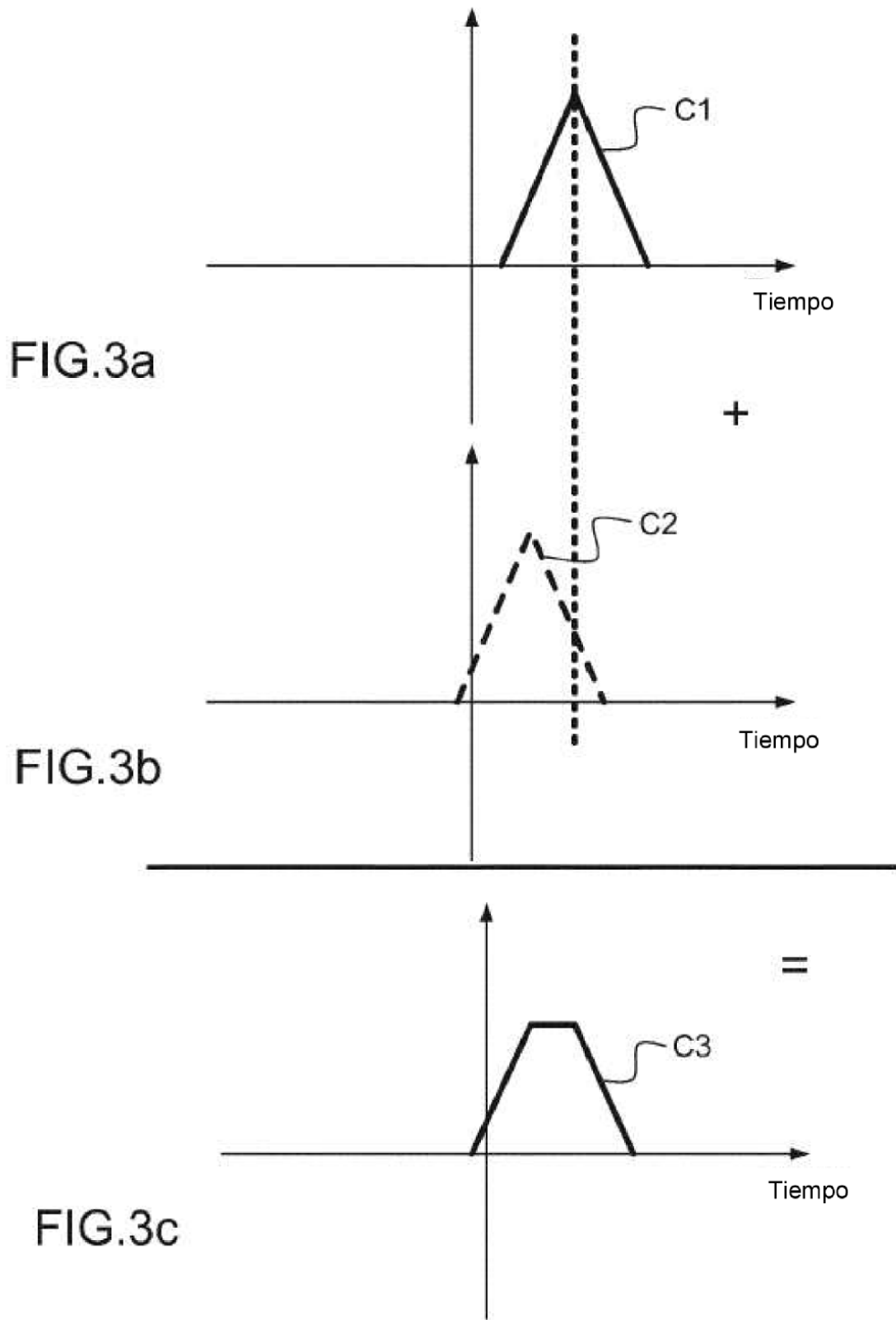


FIG.2



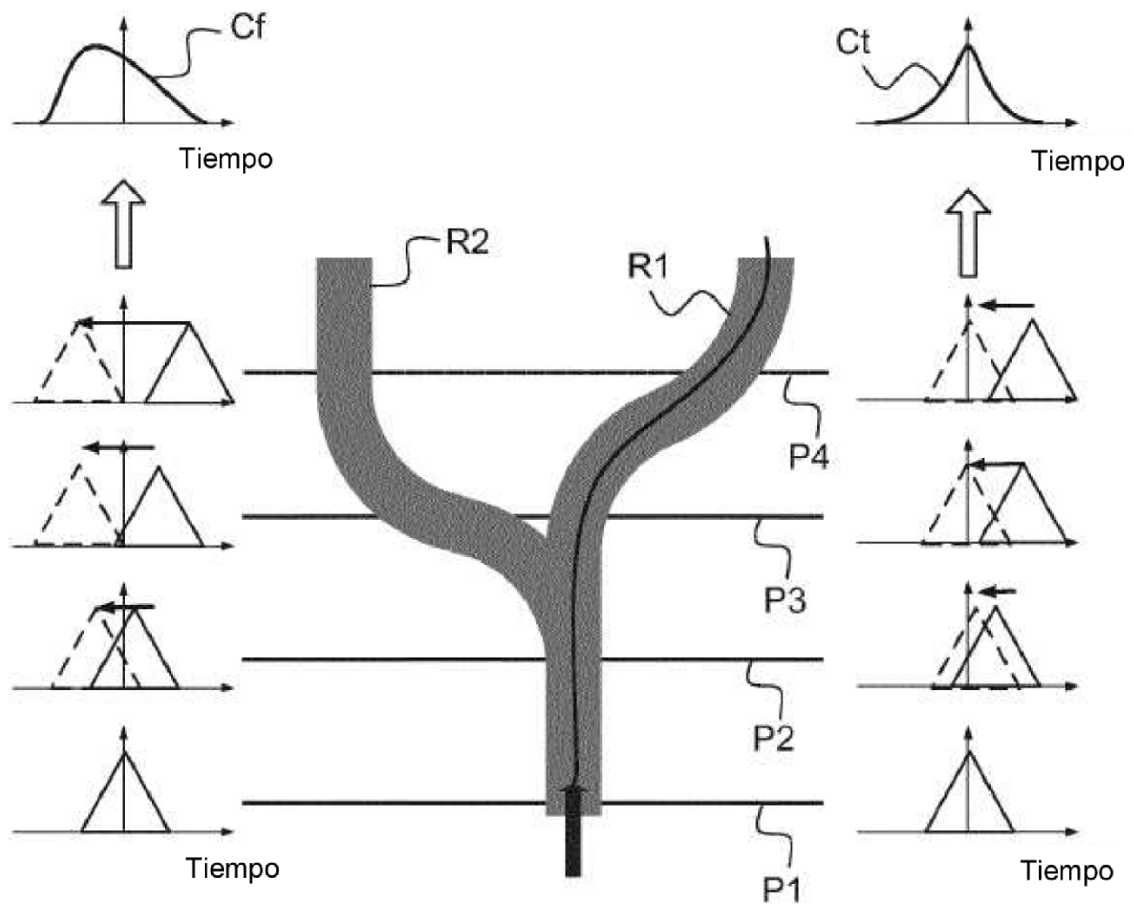


FIG.4