

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 400 865**

51 Int. Cl.:

G01S 19/30 (2010.01)

G01S 19/37 (2010.01)

G01S 19/22 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2009 E 09747900 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2012 EP 2342576**

54 Título: **Sistema y procedimiento de determinación de un receptor, y un receptor asociado**

30 Prioridad:

08.10.2008 FR 0856813

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

15.04.2013

73 Titular/es:

**CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES
(50.0%)**

**2 Place Maurice Quentin
75001 Paris, FR y**

**GROUPE DES ECOLES DES
TÉLÉCOMMUNICATIONS (GET) INSTITUT
NATIONAL DES TÉLÉCOMMUNICATIONS (INT)
(50.0%)**

72 Inventor/es:

**JEANNOT, MARC;
JARDAK, NABIL y
SAMAMA, NEL**

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 400 865 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 y procedimiento de determinación de un receptor, y un receptor asociado

[0001] La presente invención se refiere a un sistema y a un procedimiento de determinación de la posición de un receptor, así como al receptor asociado.

5 **[0002]** El sistema de posicionamiento global (del inglés « Global Positioning System ») más conocido por sus siglas GPS, permite a personas provistas de un receptor localizarse en tierra, mar y aire. Este sistema GPS comprende unos treinta satélites que emiten permanentemente señales electromagnéticas. Estas señales están por ejemplo constituidas por una señal de código CIA a 1,023 MHz que modula una portadora a 1575,42 MHz. La modulación es de tipo BPSK. La señal de código CIA es generalmente llamada código.

10 **[0003]** Un receptor de un sistema GPS capta las señales emitidas por al menos cuatro satélites y puede, calculando los tiempos de propagación de estas señales entre los satélites y él mismo, conocer su distancia con respecto a estos y, por triangulación, situar precisamente su posición en tres dimensiones. Para medir este tiempo, el receptor GPS compara la hora de emisión incluida en la señal emitida por el satélite y la de recepción de la señal por el receptor. Esta medida, tras la multiplicación por la celeridad de la señal, proporciona una pseudo distancia, asimilable a una distancia, pero que contiene un error de sincronización de los relojes del satélite y del receptor, un error debido a que atraviesa la atmósfera y un error provocado por el efecto Doppler inducido por el movimiento del satélite y del receptor. Un receptor GPS conocido se describe por ejemplo en la solicitud de patente EP 1 793 236 A.

20 **[0004]** Conociendo las posiciones de los satélites a la hora de emisión de las señales y las pseudo distancias medidas, el receptor es capaz de resolver un sistema de ecuaciones cuyas cuatro incógnitas son la posición del receptor en tres dimensiones y la diferencia de su reloj con respecto en el momento GPS. Este cálculo se resuelve a partir del momento en que se dispone de señales transmitidas por cuatro satélites.

25 **[0005]** Sin embargo, cuando el receptor se encuentra en una ciudad o en un cañón, las señales provenientes de los satélites se suelen reflejar en elementos del paisaje tales como edificios o árboles de manera que el receptor recibe varias componentes de la misma señal electromagnética. A este fenómeno se le llama fenómeno de trayectos múltiples.

30 **[0006]** Sin embargo, solamente la componente de la señal con visibilidad directa permite determinar la posición del receptor puesto que las señales reflejadas son representativas del trayecto satélite-zona de reflexión, zona de reflexión-receptor. Es por lo tanto necesario « eliminar » los componentes de la señal provenientes de las reflexiones.

35 **[0007]** Sin embargo, la presencia de estas señales reflejadas es imprevisible. Cada señal reflejada alcanza el receptor GPS después de un determinado tiempo con respecto a la señal directa puesto que viaja una distancia mayor. Este tiempo representa un retardo suplementario que caracteriza el trayecto reflejado. Este último está también caracterizado por la fase de su portadora que es generalmente diferente de la fase portadora de la señal directa. Además un trayecto reflejado tiene una amplitud generalmente inferior a la de la señal directa principalmente a causa de las pérdidas de potencia por reflexión. A continuación, una señal reflejada se caracteriza por su retardo, su fase y su amplitud.

40 **[0008]** La posición calculada por el receptor GPS en presencia de trayectos múltiples es diferente de su posición real. Por lo tanto, los trayectos múltiples inducen un error en el cálculo de la pseudo-distancia que se transforma en un error de la posición.

[0009] La presente invención tiene como objetivo el de proponer un receptor capaz de determinar una posición precisa del receptor, incluso en presencia de trayectos reflejados (o trayectos múltiples).

45 **[0010]** A tal efecto, la invención tiene por objeto un receptor de un sistema de determinación de al menos una información de posicionamiento de dicho receptor, comprendiendo el sistema al menos un generador de una señal llamada código, comprendiendo el receptor:

- medios de recepción del código;
- medios de generación de una señal idéntica al código, llamada réplica puntual;
- medios de separación temporal de la réplica puntual que comprende medios de generación de una réplica temprana;
- 50 - un discriminador de código capaz de determinar el desfase entre la réplica puntual y el código recibido;
- medios de determinación de la información de posicionamiento del receptor a partir del desfase determinado;

caracterizado por el hecho de que el discriminador de código está conectado a los medios de generación de la réplica puntual y a los medios de generación de la replica temprana, y en el cual el discriminador de código es capaz de determinar el desfase a partir de la replica temprana y de una función de la réplica puntual.

5 **[0011]** Según unos modos particulares de realización, el receptor comprende una o varias de las características siguientes, tomadas aisladamente o en combinación:

- los medios de generación de la replica temprana son capaces de desplazar la réplica puntual temprana en una duración predefinida y en el cual la función de la réplica puntual varía en función de la llamada duración predefinida ponderada por un factor predefinido;

10 - los medios de separación comprenden unos medios de generación de una replica con retraso capaces de desplazar la réplica puntual con la misma duración predefinida, y en el cual el discriminador de código está conectado a los medios de generación de la replica con retraso, variando la función de la réplica puntual en función de la replica temprana y de la replica con retraso;

- el código comprende una componente en fase y una componente en cuadratura de fase, el discriminador de código es capaz de determinar el desfase a partir de la relación siguiente:

$$D = (I_E^2 + Q_E^2) - (I_F^2 + Q_F^2)$$

15

en la cual:

. D es la salida del discriminador del bucle de código;

. I_E es una función de correlación entre la replica temprana y la componente en fase de la señal recibida desmodulada de su portadora;

20 . Q_E es una función de correlación entre la replica temprana y la componente en cuadratura de fase de la señal recibida desmodulada de su portadora;

. I_F y Q_F son los componentes en fase y en cuadratura de fase de la función de la réplica puntual; con

$$\begin{cases} I_F = I_P - \frac{\Delta}{2} \frac{I_E + I_L}{2 - \Delta} \\ Q_F = Q_P - \frac{\Delta}{2} \frac{Q_E + Q_L}{2 - \Delta} \end{cases}$$

en la cual:

25 . Δ/2 es la duración del intervalo temporal definido entre la réplica puntual y una u otra de la replica temprana y de la replica con retraso;

. I_P es una función de correlación entre la réplica puntual y la componente en fase de la señal recibida desmodulada de su portadora;

30 . Q_P es una función de correlación entre la réplica puntual y la componente en cuadratura de fase de la señal recibida desmodulada de su portadora;

. es una función de correlación entre la replica con retraso y la componente en fase de la señal recibida desmodulada de su portadora; y

. Q_L es una función de correlación entre la replica con retraso y la componente en cuadratura de fase de la señal recibida desmodulada de su portadora.

35 - el código comprende una componente en fase y una componente en cuadratura de fase, el discriminador de código es capaz de determinar el desfase a partir de la relación siguiente:

$$D = (I_E^2 + Q_E^2) - (I_F^2 + Q_F^2)$$

en la cual:

. D es la salida el discriminador del bucle de código;

. IE es una función de correlación entre la replica temprana y la componente en fase de la señal recibida desmodulada de su portadora;

5 . QE es una función de correlación entre la replica temprana y la componente en cuadratura de fase de la señal recibida desmodulada de su portadora;

. IF y QF son los componentes en fase y en cuadratura de fase de la función de la réplica puntual; con

$$\begin{cases} I_F = I_P - \frac{\Delta}{2} \sum_{0 \leq k \leq N} A_k \cos(\theta_k - \hat{\theta}) \\ Q_F = Q_P - \frac{\Delta}{2} \sum_{0 \leq k \leq N} A_k \sin(\theta_k - \hat{\theta}) \end{cases} \quad (2)$$

en la cual:

10 . IP es una función de correlación entre la réplica puntual y la componente en fase de la señal recibida desmodulada de su portadora;

. QP es una función de correlación entre la réplica puntual y la componente en cuadratura de fase de la señal recibida desmodulada de su portadora;

. $\Delta/2$ es la duración del intervalo temporal definido entre la réplica puntual y una u otra de la replica temprana y de la replica con retraso;

15 . A0 es la amplitud del trayecto directo;

. Ak es la amplitud del k^{ésimo} trayecto múltiple recibido por el receptor;

. θ_0 es la fase del trayecto directo . θ_k es la fase del k^{ésimo} trayecto múltiple recibido por el receptor;

. θ es la fase del generador de la portadora local de la señal electromagnética cuando el bucle de la portadora está en equilibrio;

20 . N es el número de trayectos múltiples recibidos por el receptor.

[0012] La invención también tiene por objeto un sistema de determinación de al menos una información de posicionamiento de un receptor, comprendiendo el sistema al menos un generador de una señal llamada código, caracterizado por el hecho de que el sistema comprende además un receptor tal como se ha descrito más arriba.

25 **[0013]** Finalmente, la invención también tiene por objeto un procedimiento de determinación de al menos una información de posicionamiento de un receptor que pertenece a un sistema que comprende al menos un generador de una señal llamada código, comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes realizadas por el receptor:

- recepción del código generado por el generador;

- generación de una señal idéntica al código, llamada réplica puntual;

30 - separación temporal de la réplica puntual para generar al menos una replica temprana;

- determinación de un desfase entre la réplica puntual y el código recibido;

- determinación de la información de posicionamiento del receptor a partir del desfase determinado;

caracterizado por el hecho de que el desfase se determina a partir de la replica temprana y de una función de la réplica puntual.

35 **[0014]** La invención será mejor comprendida con la lectura de la descripción siguiente, determinada únicamente a título de ejemplo y hecha haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- la figura 1 es una vista esquemática de un sistema de determinación según la invención cuando el receptor está posicionado cerca de una superficie de reflexión;

40 - la figura 2 es una curva que representa la señal de salida de un discriminador en función de la diferencia entre la réplica puntual y el código recibido de un receptor GPS estándar sin influencia de trayectos múltiples (cuando únicamente la señal directa está presente);

- la figura 3 es una curva que representa la señal de salida de un discriminador en función de la diferencia entre la réplica puntual y el código recibido de un receptor GPS estándar en presencia de trayectos múltiples;

- la figura 4 es una vista esquemática del receptor según la invención; y

5 - la figura 5 es una curva que representa la señal de salida de un discriminador en función de la diferencia entre la réplica puntual y el código recibido de un receptor según la invención en presencia de trayectos múltiples.

[0015] El sistema 1 de determinación de al menos una información de posicionamiento de un receptor 2 se ilustra en la figura 1. Comprende unos satélites 4, 6 que pertenecen al sistema global de navegación por satélite (GPS o GNSS), así como el receptor 2.

10 **[0016]** Cada satélite 4, 6 es por ejemplo capaz de transmitir una señal electromagnética constituida por una señal de código C/A, llamada código, de periodo igual a 1 milisegundo y generado con una frecuencia igual a 1,023 MHz que modula una portadora de frecuencia igual a 1575,42 MHz. El código está entonces constituido por 1023 chips.

15 **[0017]** Una chip es igual a 1/1023 ms y es un término inglés. Por razones de simplificación, se han representado dos satélites en la figura 1. Sin embargo, para definir la posición del receptor en 3 dimensiones, es necesario tener 3+1 satélites. Efectivamente, existen cuatro incógnitas: x, y y z, las coordenadas espaciales del receptor, así como el decalaje del reloj del receptor con respecto en el momento GPS. Son necesarios cuatro satélites para resolver un sistema de cuatro ecuaciones y cuatro incógnitas.

[0018] En lo que sigue de la descripción, solamente se describe el tratamiento de una señal proveniente del satélite 4, siendo el tratamiento de las señales proveniente de las otras satélites idéntico.

20 **[0019]** En el ejemplo de realización de la invención ilustrada en la figura 1, el receptor 2 es capaz de recibir una señal electromagnética 8 con visibilidad directa, es decir una señal que efectúa el trayecto en línea directa del satélite 4 al receptor 2, y una señal electromagnética 10 proveniente del satélite 4 y reflejada por una superficie 11.

25 **[0020]** En realidad, el receptor 2 recibe generalmente varias señales reflejadas cuando está situado en un entorno que comprende de numerosas superficies reflejantes.

30 **[0021]** De manera clásica, el receptor 2 es capaz de desmodular las señales electromagnéticas transmitidas por el satélite 4 y de calcular la distancia que separa el receptor 2 del satélite 4 por medida del retardo entre un código C/A generado localmente por el receptor 2 y el código C/A de la señal proveniente del satélite 4. Este retardo es a continuación multiplicado por la celeridad de la señal para obtener la distancia buscada. El código generado localmente por el receptor 2 es idéntico al proveniente del satélite 4. Se le llama réplica puntual.

[0022] En la práctica, este retardo se obtiene por alineación de la réplica con el código C/A recibido con ayuda de un bucle de código.

35 **[0023]** En ausencia de trayectos múltiples, cuando el bucle de código de un receptor del estado de la técnica no está en equilibrio, la señal 8 de salida del discriminador presenta una amplitud no nula cuando la réplica puntual no está sincronizada con el código recibido. Luego, el bucle de código somete la réplica puntual al código recibido. A tal efecto, la réplica puntual es desplazada gradualmente para sincronizarse con el código recibido.

40 **[0024]** Cuando el bucle de código del receptor del estado de la técnica está en equilibrio, la réplica puntual está en fase con el código recibido. En este caso, tal como se ve en la figura 2, la señal 8 de salida del discriminador de código pasa por un punto de equilibrio E de amplitud nula en el momento $t = 0$. Efectivamente, tras algunas iteraciones del bucle, esta alcanza su estado de equilibrio (aproximadamente tras una centena de ms).

[0025] Sin embargo, tal como se ve en la figura 3, la presencia de trayectos múltiples conlleva el desplazamiento del punto de equilibrio E del bucle de código de manera que la señal de salida 8 del discriminador de código presenta una amplitud nula en el momento $t = \varepsilon'$. En el equilibrio del bucle, la réplica puntual no está sincronizada con el código de la señal con visibilidad directa.

45 **[0026]** Al dato ε se le llama error de sincronización.

[0027] En el ejemplo ilustrado en la figura 3, el error de sincronización ε' es positivo.

[0028] La presencia de trayectos múltiples distorsiona la señal 8 de salida del discriminador de código. Así, la condición según la cual la señal 8 de salida del discriminador de código pasa por cero para un error de sincronización nulo ($\varepsilon = 0$) cuando la réplica está sincronizada con el código C/A no se cumple.

50 **[0029]** Para sincronizar la réplica al código de la señal con visibilidad directa a pesar de la existencia de señales reflejadas, la presente invención propone que el discriminador de código calcule la función siguiente:

$$D = (I_E^2 + Q_E^2) - ((I_F)^2 + (Q_F)^2) \quad (1)$$

en la cual:

- IE es una función de correlación entre la replica temprana y la componente en fase del código recibido;
- QE es una función de correlación entre la replica temprana y la componente en cuadratura de fase del código recibido;
- IF y QF son los componentes en fase y en cuadratura de fase de la función de la réplica puntual.

[0030] Los componentes IF y QF se calculan a partir de las relaciones siguientes:

$$\begin{cases} I_F = I_P - \frac{\Delta}{2} \sum_{0 \leq k \leq N} A_k \cos(\theta_k - \hat{\theta}) \\ Q_F = Q_P - \frac{\Delta}{2} \sum_{0 \leq k \leq N} A_k \sin(\theta_k - \hat{\theta}) \end{cases} \quad (2)$$

en la cual:

- IP es una función de correlación entre la réplica puntual y la componente en fase del código recibido;
- QP es una función de correlación entre la réplica puntual y la componente en cuadratura de fase del código recibido;
- $\Delta/2$ es la duración del intervalo temporal definido entre la réplica puntual y una u otra de la replica temprana y de la replica con retraso;
- A0 es la amplitud del trayecto directo;
- Ak es la amplitud del k^{ésimo} trayecto múltiple recibido por el receptor;
- θ_0 es la fase del trayecto directo;
- θ_k es la fase del k^{ésimo} trayecto recibido por el receptor;
- θ es la fase de la portadora local cuando el bucle de la portadora está en equilibrio;
- N es el número de trayectos múltiples recibidos por el receptor.

[0031] Según otro modo de realización de la invención, los componentes IF y QF pueden expresarse de la manera siguiente:

$$\begin{cases} I_F = I_P - \frac{\Delta}{2} \frac{I_E + I_L}{2 - \Delta} \\ Q_F = Q_P - \frac{\Delta}{2} \frac{Q_E + Q_L}{2 - \Delta} \end{cases} \quad (3)$$

en la cual:

- es una función de correlación entre la replica con retraso y la componente en fase del código recibido; y
- QL es una función de correlación entre la replica con retraso y la componente en cuadratura de fase del código recibido
- $\Delta/2$ es la duración del intervalo temporal definido entre la réplica puntual y la replica con retraso, expresándose $\Delta/2$ en chips.

[0032] A tal efecto, el receptor 2 según la invención comprende medios de recepción 22, un reloj 24 y medios 23 de pre-tratamiento de la señal RF recibido, tal como se ve en la figura 4.

[0033] Los medios de recepción 22 son capaces de recibir las señales generadas por el satélite 4.

[0034] Los medios de pre-tratamiento 23 comprenden un convertidor-rebajador RF-IF 26 conectado a los medios de recepción 22 y al reloj 24, y un convertidor analógico-numérico 27 conectado con el convertidor-rebajador 26.

[0035] El convertidor-rebajador 26 es capaz de convertir la frecuencia de la portadora de la señal recibida por el receptor 2 de una frecuencia radio a una frecuencia intermedia.

5 **[0036]** El receptor 2 es capaz de des-modular la portadora de la señal recibida y sincronizar un código C/A generado localmente en el código C/A de la señal recibida para determinar el tiempo de propagación de la señal.

10 **[0037]** A tal efecto, el receptor 2 comprende un bucle de portadora 53 que permite desmodular la señal y de determinar el tiempo de propagación por medida del desfase entre la portadora generada localmente y la portadora de la señal electromagnética proveniente del satélite 4, y un bucle de código 62 que permite medir más fácilmente este tiempo de propagación por medida del desfase entre el código generado localmente y el código C/A de la señal electromagnética proveniente del satélite.

[0038] Así, el receptor 2 comprende además un generador 29 conectado con el reloj 24 así como un primer 30 y un segundo 31 mezcladores conectados con el generador 29 y el convertidor 27.

15 **[0039]** El generador 29 genera en una salida 29A una componente en cuadratura de fase Q (coseno) y en una salida 29B una componente en fase I (seno) de una señal que es una replica a la frecuencia intermedia de la señal emitida por el satélite.

[0040] El generador 29 comprende medios 29C de ajuste de la fase de la señal que genera.

20 **[0041]** Los mezcladores 30 y 31 son capaces de desmodular la señal recibida. Generan a la salida una componente en cuadratura de fase Q (coseno) y una componente en fase I (seno) de la señal que modula la señal RF producida por el satélite, es decir en el ejemplo descrito del código C/A.

[0042] El receptor 2 comprende un generador 35 conectado con el reloj 24, y un registro de separación temporal 36 conectado a la entrada al generador 35.

25 **[0043]** El generador 35 es capaz de generar una señal idéntica a la señal que modula la portadora de la señal RF producida por el satélite. Esta señal que modula es generalmente llamada replica. En el ejemplo de la invención descrita, la replica \wedge es un código C/A, es decir una señal binaria de periodo igual a 1023 chips y de frecuencia igual a 1,023 MHz.

[0044] El generador 35 comprende medios de cálculo 35B de la distancia d entre el receptor 2 y el satélite 4 a partir del desfase entre la señal recibida y la señal generada por el receptor 2, y medios 35C de ajuste de la fase de la réplica puntual a partir de dicho mismo desfase.

30 **[0045]** El registro 36 es capaz de decalar la salida del generador de código 35 para generar una replica temprana, una réplica puntual y una replica con retraso.

[0046] El registro 36 es capaz de transmitir la replica sin retardo o avance por una salida P, la replica temprana de la duración $\Delta/2$ por una salida E, la replica con retraso de la duración $\Delta/2$ por una salida L.

[0047] La duración del intervalo temporal Δ es regulable. Es por ejemplo igual a 1 chip.

35 **[0048]** El receptor 2 comprende un correlador 38 conectado a la salida del mezclador 31 y a la salida P del registro 36, y un correlador 40 conectado a la salida del mezclador 30 y a la salida P del registro 36.

[0049] Estos correladores 38, 40 son capaces de realizar una función de correlación entre la réplica puntual y los componentes Q y I de la señal recibida y desmodulada de su portadora.

40 **[0050]** El receptor 2 comprende además un discriminador de portadora 50 conectado a la salida de los correladores 38 y 40, y un filtro 52 conectado a la entrada a la salida del discriminador de código 50 y a la salida de los medios de ajuste 29C del generador.

[0051] El discriminador de portadora 50 es capaz de determinar la diferencia de fase entre la fase de la portadora local y la fase de la señal recibida utilizando las señales que salen de los correladores 38 y 40.

45 **[0052]** El discriminador de portadora 50 es capaz de suministrar este desfase a los medios de ajuste 29C con la finalidad de someter temporalmente la fase de la portadora local a la fase de cada secuencia de la señal recibida en un primer intervalo de captura. Este primer intervalo de captura está comprendido entre $-\pi/2$ y $+\pi/2$.

[0053] El filtro 52 es capaz de filtrar el desfase para minimizar el efecto del ruido térmico sobre la fase y transformar la fase en frecuencia que pilota los medios de ajuste 29C.

- [0054] El generador 29, los medios de ajuste 29C, los mezcladores 30, 31, los correladores 38, 40, el discriminador de portadora 50 y el filtro 52 forman un bucle de sometimiento 53 de la fase de la portadora generada localmente a la portadora de la señal producida por el satélite.
- 5 [0055] Este bucle de sometimiento 53 permite sincronizar la fase de la señal producida por el generador 29 a la fase de la portadora de la señal producida por el satélite. Se la llama el bucle de portadora.
- [0056] El receptor 2 comprende además dos correladores 42, 44 conectados a la salida del mezclador 31 y a las salidas E y L del registro 36, y dos correladores 46, 48 conectados a la salida del mezclador 30 y a las salidas E y L del registro 36.
- 10 [0057] Los correladores 42, 46 son capaces de realizar una función de correlación entre la replica temprana y los componentes Q y I de la señal desmodulada de su portadora.
- [0058] Los correladores 44, 48 son capaces de realizar una función de correlación entre la replica con retraso y los componentes Q y I de la señal desmodulada.
- 15 [0059] El receptor 2 comprende además un discriminador de código 56 conectado a la entrada al conjunto de los correladores 38, 40, 42, 44, 46 y 48, un amplificador 58 conectado al discriminador de código 56, y un sumador 60 conectado a la entrada del amplificador 58 y a la salida de los medios de ajuste 35C del generador 35.
- 20 [0060] El discriminador de código 56 es capaz de buscar el desfase entre la réplica puntual y el código de la señal directa, en un segundo intervalo de captura más ancho que el primera intervalo de captura. Este desfase está generalmente expresado en separación espacial o temporal. En este último caso, es llamado retardo. Una duración de 1 chip correspondiente a aproximadamente 293 metros. El segundo intervalo de captura presenta una duración comprendida entre -0,5 chip y 0,5 chip.
- [0061] Para que el bucle de código 62 se sincronice con el código de la señal con visibilidad directa y no con el código de las señales reflejadas, el discriminador de código 56 según la invención es capaz de calcular la relación (3).
- 25 [0062] El discriminador de código 56 es capaz de suministrar su señal de salida a los medios de ajuste 35C con la finalidad de someter la replica al código C/A de la señal con visibilidad directa.
- [0063] El principio de la continuación de la fase del código, la señal 61 de salida D del discriminador de código 56 presenta un valor positivo o negativo. En el ejemplo de realización ilustrado en la figura 5, la señal 61 de salida del discriminador de código 56 es superior a cero (punto A). Los medios de ajuste 35C son entonces capaces de decalar temporalmente y gradualmente la réplica puntual para minimizar el error de sincronización Σ .
- 30 [0064] Cuando la réplica puntual está sincronizada con el código C/A de la señal con visibilidad directa, la señal 61 de salida del discriminador es nulo (punto C) para una diferencia nula entre la réplica puntual y el código recibido. En este caso, el bucle de código 62 está en estado de equilibrio.
- [0065] Cuando la señal de salida del discriminador es inferior a 0, la replica es retardada y el comportamiento del bucle es similar al de un bucle con bloqueo de retardo estándar.
- 35 [0066] La ganancia del amplificador 58 es aproximadamente igual a $B_n/0,25$. B_n es la anchura de banda del bucle de código y es generalmente inferior a 5 Hz.
- [0067] El receptor 2 comprende además un amplificador 54 conectado a la entrada del filtro 52 y a la salida al sumador 60.
- 40 [0068] El amplificador 54 presenta una ganancia igual a $1/1540$, es decir una ganancia correspondiente a la relación entre la frecuencia de la portadora y la frecuencia de generación del código.
- [0069] El sumador 60 es capaz de sumar el desfase del código determinado por el discriminador de código 56 al desfase de la portadora determinada por el discriminador de portadora 50, siendo este último desfase ponderado por la ganancia del amplificador 54.
- 45 [0070] Los medios de ajuste 35C son capaces de ajustar la fase de la réplica puntual con ayuda del desfase proveniente del sumador 60, es decir del desfase del código añadido al desfase ponderado de la portadora.
- [0071] El generador 35, los medios de ajuste 35C, el registro 36, los correladores 42, 44, 46 y 48, el discriminador de código 56, el amplificador 58 y el sumador 60 forman un nuevo bucle de sometimiento 62.
- 50 [0072] Este bucle de sometimiento 62 es un bucle de bloqueo de retardo (DLL). Se utiliza para sincronizar la fase de la replica del código C/A con la fase del código recibida en el transcurso de una etapa de continuación (en inglés « tracking ») de la señal generada por el satélite. Esta sincronización es más robusta que la sincronización realizada por el bucle de la portadora. Se le llama bucle del código.

[0073] Los medios de cálculo 35B son capaces de determinar la distancia entre el receptor 2 y el satélite 4 a partir del desfase proveniente del sumador 60.

[0074] Unos medios no representados son capaces de calcular la posición del receptor 2 en función de las distancias entre el receptor 2 y los demás satélites.

- 5 **[0075]** Ventajosamente, el receptor según la invención permite determinar el desfase entre la réplica puntual y el código C/A de la señal electromagnética con visibilidad directa, y determinar así la posición exacta del receptor a pesar de la recepción de señales reflejadas parásitas.

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Receptor (2) de un sistema (1) de determinación de al menos una información de posicionamiento de dicho receptor (2), comprendiendo el sistema (1) al menos un generador (4, 6) de una señal llamada código, comprendiendo el código una componente en fase y una componente en cuadratura, comprendiendo el receptor (2):
- medios (22) de recepción del código;
 - medios (35, 35C) de generación de una señal idéntica al código, llamada réplica puntual;
 - medios (36) de separación temporal de la réplica puntual que comprende medios (E) de generación de una replica temprana;
- 10 - un discriminador de código (56), capaz de determinar el desfase entre la réplica puntual y el código recibido y conectado a los medios (35, 35C) de generación de la réplica puntual y a los medios (E) de generación de la replica temprana;
- medios (35C) de determinación de la información de posicionamiento del receptor (2) a partir del desfase determinado; **caracterizado por el hecho de que** el discriminador de código (56) es capaz de determinar el
- 15 desfase a partir de la relación siguiente:

$$D = (I_E^2 + Q_E^2) - (I_F^2 + Q_F^2)$$

en la cual:

- D es la salida del discriminador del bucle de código;
- I_E es una función de correlación entre la replica temprana y la componente en fase de la señal recibida desmodulada de su portadora;
- Q_E es una función de correlación entre la replica temprana y la componente en cuadratura de fase de la señal recibida desmodulada de su portadora;
- I_F y Q_F son los componentes en fase y en cuadratura de fase de la función de la réplica puntual con

$$\begin{matrix} I_F = I_P - C_{IF} \\ Q_F = Q_P - C_{QF} \end{matrix} ;$$

- 25 en la cual:
- I_P es una función de correlación entre la réplica puntual y la componente en fase de la señal recibida desmodulada de su portadora;
 - Q_P es una función de correlación entre la réplica puntual y la componente en cuadratura de fase de la señal recibida desmodulada de su portadora;
- 30 - C_{IF} y C_{QF} son unos componentes en fase y en cuadratura de fase de una función independiente de la réplica puntual.

2. Receptor (2) según la reivindicación 1, en el cual los medios (E) de generación de la replica temprana son capaces de desplazar la réplica puntual temprana en una duración predefinida ($\Delta/2$) y en el cual la función de la réplica puntual varía en función de la llamada duración predefinida ($\Delta/2$) ponderada por un factor predefinido.

- 35 **3.** Receptor (2) según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el cual los medios de separación (36) comprenden unos medios (L) de generación de una replica con retraso capaces de desplazar la réplica puntual con la misma duración predefinida ($\Delta/2$), y en el cual el discriminador de código (56) está conectado a los medios (L) de generación de la replica con retraso, variando la función de la réplica puntual en función de la replica temprana y de la replica con retraso.

- 40 **4.** Receptor (2) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el cual
- los componentes en fase y en cuadratura de fase I_F y Q_F de la función de la réplica puntual satisfacen la relación siguiente:

$$\begin{cases} I_F = I_P - \frac{\Delta}{2} \frac{I_E + I_L}{2 - \Delta} \\ Q_F = Q_P - \frac{\Delta}{2} \frac{Q_E + Q_L}{2 - \Delta} \end{cases}$$

en la cual:

- $\Delta/2$ es la duración del intervalo temporal definido entre la réplica puntual y una u otra de la replica temprana y de la replica con retraso;

5 - es una función de correlación entre la replica con retraso y la componente en fase de la señal recibida desmodulada de su portadora; y

- Q_L es una función de correlación entre la replica con retraso y la componente en cuadratura de fase de la señal recibida desmodulada de su portadora.

10 **5.** Receptor (2) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el cual los componentes en fase y en cuadratura de fase I_F y Q_F de la función de la réplica puntual; con

$$\begin{cases} I_F = I_P - \frac{\Delta}{2} \sum_{0 \leq k \leq N} A_k \cos(\theta_k - \hat{\theta}) \\ Q_F = Q_P - \frac{\Delta}{2} \sum_{0 \leq k \leq N} A_k \sin(\theta_k - \hat{\theta}) \end{cases} \quad (2)$$

en la cual:

- $\Delta/2$ es la duración del intervalo temporal definido entre la réplica puntual y una u otra de la replica temprana y de la replica con retraso;

15 - A_0 es la amplitud del trayecto directo;

- A_k es la amplitud del $k^{\text{ésimo}}$ trayecto múltiple recibido por el receptor;

- θ_0 es la fase del trayecto directo

- θ_k es la fase del $k^{\text{ésimo}}$ trayecto múltiple recibido por el receptor;

20 - θ es la fase del generador de la portadora local de la señal electromagnética cuando el bucle de la portadora está en equilibrio;

- N es el número de trayectos múltiples recibidos por el receptor.

6. Sistema (1) de determinación de al menos una información de posicionamiento de un receptor (2), comprendiendo el sistema (1) al menos un generador (4, 6) de una señal llamada código, **caracterizado por el hecho de que** el sistema (1) comprende además un receptor (2) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

25 **7.** Procedimiento de determinación de al menos una información de posicionamiento de un receptor (2) que pertenece a un sistema (1) que comprende al menos un generador (4, 6) de una señal llamada código, comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes realizadas por el receptor (2):

- recepción del código generado por el generador (2);

- generación de una señal idéntica al código, llamada réplica puntual;

30 - separación temporal de la réplica puntual para generar al menos una replica temprana;

- determinación de un desfase entre la réplica puntual y el código recibido;

- determinación de la información de posicionamiento del receptor a partir del desfase determinado; **caracterizado por el hecho de que el** desfase se determina a partir de la relación siguiente:

$$D = (I_E^2 + Q_E^2) - (I_F^2 + Q_F^2)$$

35 en la cual:

- D es la salida del discriminador del bucle de código;

- I_E es una función de correlación entre la réplica temprana y la componente en fase de la señal recibida desmodulada de su portadora;

5 - Q_E es una función de correlación entre la réplica temprana y la componente en cuadratura de fase de la señal recibida desmodulada de su portadora;

- I_F y Q_F son los componentes en fase y en cuadratura de fase de la función de la réplica puntual en la cual:

$$\begin{aligned} I_F &= I_P - C_{IF} \\ Q_F &= Q_P - C_{QF} \end{aligned} ;$$

- I_P es una función de correlación entre la réplica puntual y la componente en fase de la señal recibida desmodulada de su portadora;

10 - Q_P es una función de correlación entre la réplica puntual y la componente en cuadratura de fase de la señal recibida desmodulada de su portadora;

- C_{IF} y C_{QF} son unos componentes en fase y en cuadratura de fase de una función independiente de la réplica puntual.

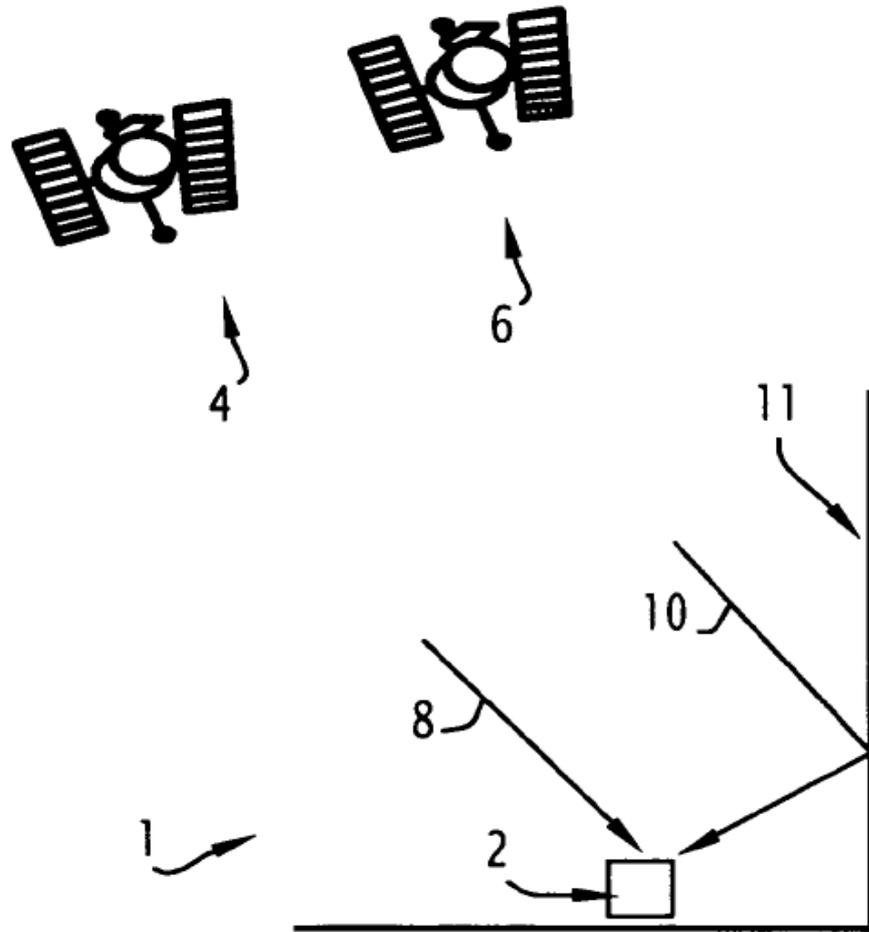


FIG.1

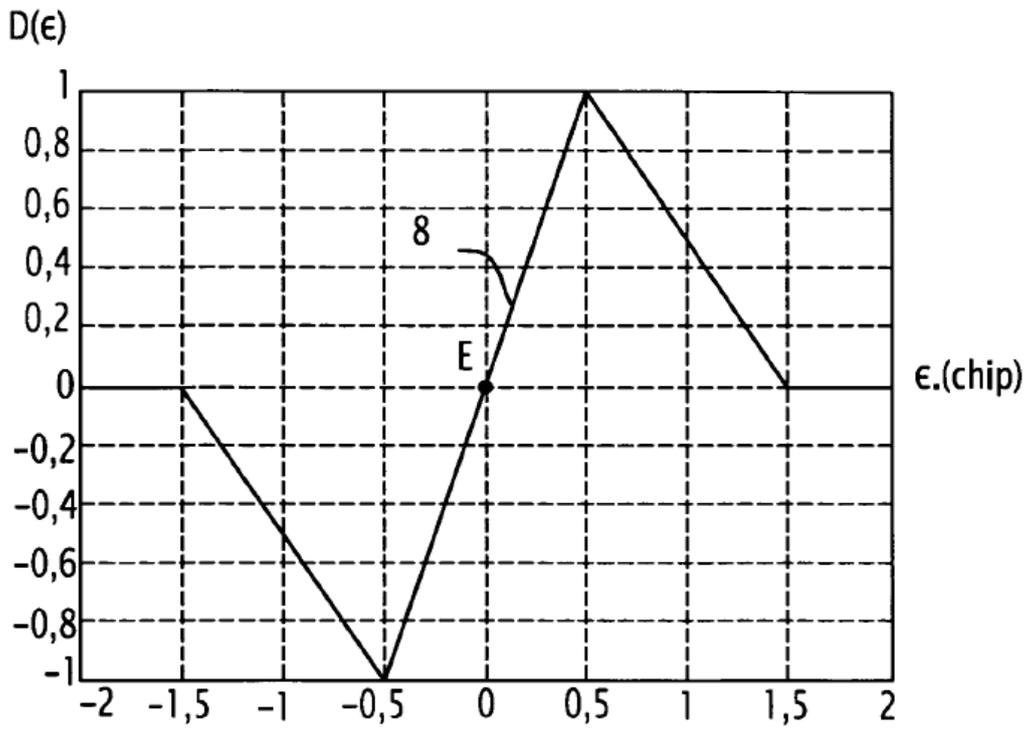


FIG. 2

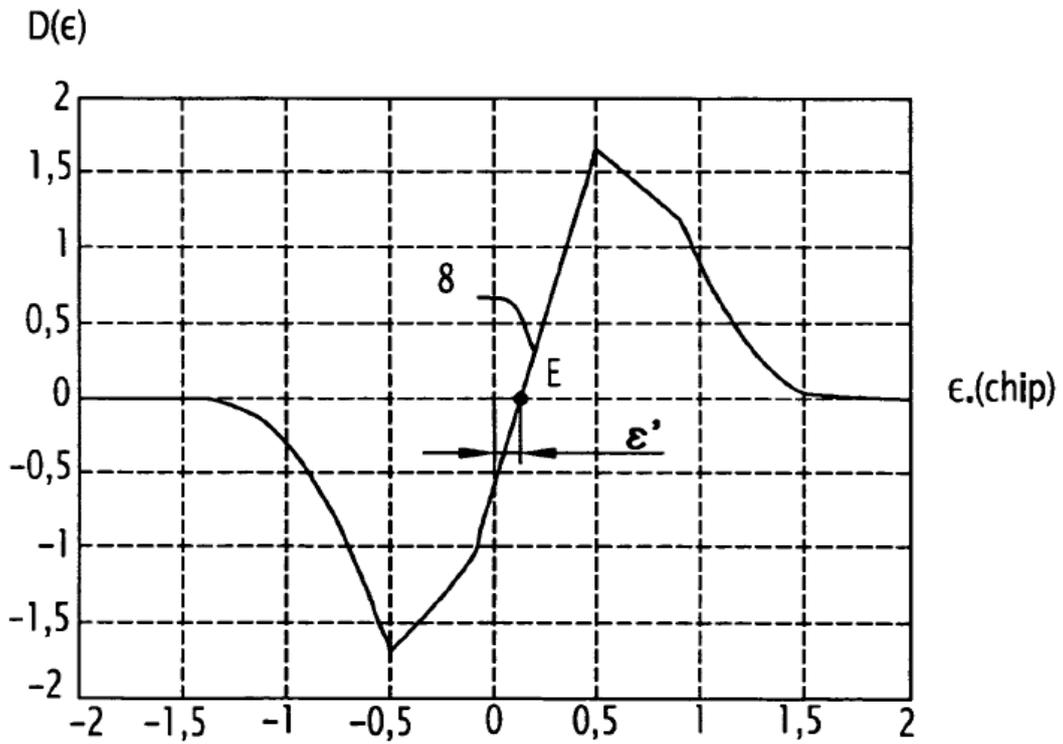


FIG. 3

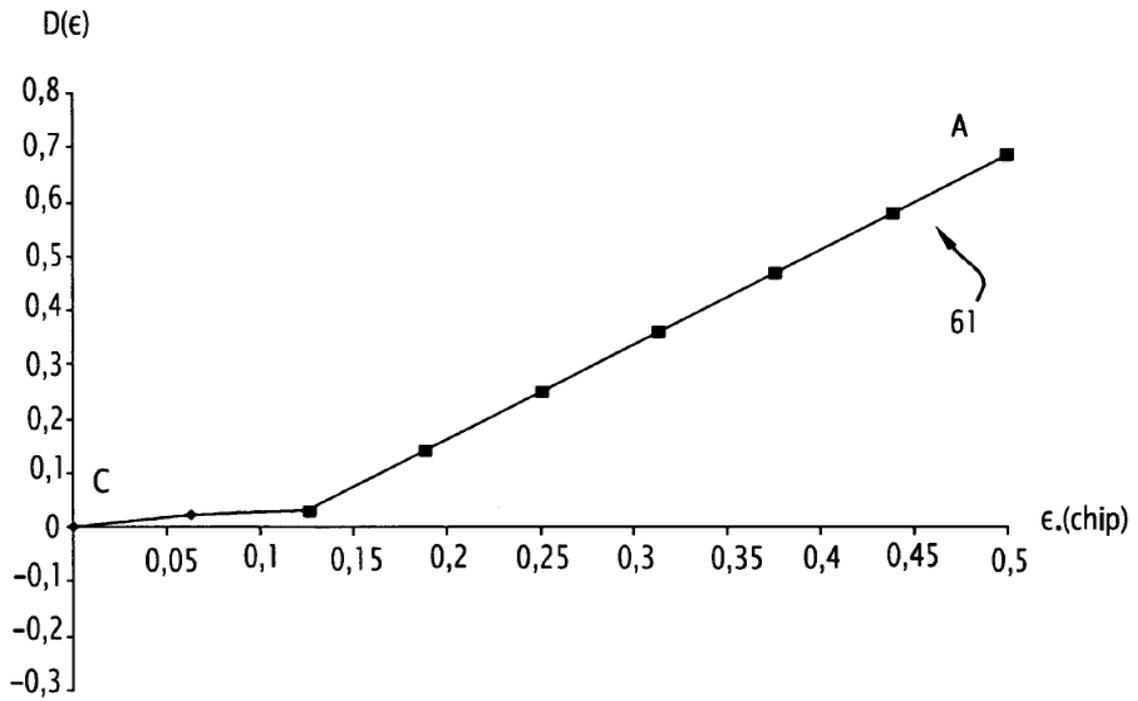


FIG.5