

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 408 306**

51 Int. Cl.:

G01S 19/22 (2010.01)

H04B 1/7075 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.10.2005 E 05810454 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2012 EP 1832005**

54 Título: **Método de detección por trayectoria múltiple en receptores de espectro ensanchado**

30 Prioridad:

29.12.2004 US 26503

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

20.06.2013

73 Titular/es:

**FRANCE BREVETS (100.0%)
47, rue de la Victoire
75009 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**PIETILA, SAMULI y
VALIO, HARRI**

74 Agente/Representante:

BALLESTER CAÑIZARES, Rosalía

ES 2 408 306 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).

MÉTODO DE DETECCIÓN POR TRAYECTORIA MÚLTIPLE EN RECEPTORES DE ESPECTRO ENSANCHADO

Descripción

5 **[0001]** Esta invención se refiere en general a un receptor de espectro ensanchado, y más específicamente a un análisis y selectividad de detección por trayectoria múltiple de señales moduladas de código mediante receptores de espectro ensanchado.

10 **[0002]** Los receptores GNSS (sistema global de navegación por satélite) determinan su posición al realizar mediciones de alcance precisas para los satélites de transmisión. Sin embargo, la precisión puede verse seriamente disminuida si las señales son distorsionadas por efectos de trayectoria múltiple. Normalmente, un medio de trayectoria múltiple es especialmente malo en las zonas urbanas donde hay muchas superficies reflectantes como se muestra en la Figura 1. Desafortunadamente, muchos usuarios de teléfonos móviles también viven en las zonas urbanas.

15 **[0003]** Tradicionalmente, los receptores GNSS tratan de minimizar el efecto perjudicial de trayectoria múltiple al hacer las mediciones de alcance menos sensibles a la trayectoria múltiple. Varios de esos métodos son conocidos, por ejemplo, un correlador estrecho descrito por A.J. van Dierendonck, P Fenton y T. Ford en "Theory and Performance of Narrow Correlator Spacing in a GPS Receiver", Navegación, Vol. 39, No. 3, otoño 1992, pp. 265-283, un correlador estroboscópico descrito por L. Garin, F. van Diggelen y J-M. Rousseau, en "Strobe & Edge Correlator Multi-path Mitigation for Code", ION GPS-96, septiembre 17-20,1996, Kansas City, Missouri, pp. 657-664, y un bucle de enganche de retardo de estimación de trayectoria múltiple descrito por R.D.J. van Nee, en "The Multi-path Estimating Delay Lock Loop", ISSSTA-92, 29 de noviembre - 2 de diciembre de 1992, Yokohama, Japón, pp. 39-42.

25 **[0004]** Normalmente, un receptor GPS (sistema de posicionamiento global) ve 8-12 satélites simultáneamente. En el futuro, cuando un sistema Galileo europeo sea operativo, el número de satélites visibles se duplicará a 16-24 para un receptor GPS-Galileo combinado. Sin embargo, sólo son necesarios cuatro satélites para un cálculo de posición. Por lo tanto, resultaría beneficioso seleccionar para el cálculo de posición las señales menos dañadas por una propagación por trayectoria múltiple.

30 **[0005]** EP 1 117 187 A2 describe un método y sistema para el reconocimiento como una trayectoria de recepción válida de una trayectoria con señales de bajo nivel que se trata convencionalmente como inútil. En él se describe el cálculo de al menos dos valores de correlación del conjunto de señales con al menos dos códigos de propagación y el reconocimiento de la trayectoria como una trayectoria de recepción válida para desmodular las señales recibidas a partir de los al menos dos valores de

correlación.

[0006] US 6.532.255 B1 describe un método que se refiere a una disposición para reducir al mínimo el error de autocorrelación en la desmodulación de una señal de espectro ensanchado sujeta a propagación por trayectoria múltiple.

5 **[0007]** WO 2004/036238 A1 describe el procesamiento de señales de espectro ensanchado, donde se recibe una señal continua de una frecuencia comparativamente alta. La información obtenida a partir de palabras de datos es correlacionada con al menos una representación de una secuencia de código específica de fuente de señal, que se ha generado previamente en forma de un vector de código.

10 **[0008]** EP 1 143 652 A2 describe un método para compensar los componentes de trayectoria múltiple en una señal CDMA recibida que comprende un código PRN repetitivo que utiliza tiempos de retardo, además de los tiempos de retardo temprano, tardío e inmediato para determinar si un componente de trayectoria múltiple está presente en la señal recibida, y si es así, hacer un ajuste en el tiempo de retardo del
15 código de réplica generado por un receptor para minimizar la diferencia entre los valores de correlación para un tiempo de retardo igual a -1 chip y un tiempo de retardo más negativo que -1 chip.

[0009] De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método para un análisis de detección por trayectoria múltiple de una señal de
20 radiofrecuencia por medio de un receptor de espectro ensanchado, que consiste en: recibir una señal de radiofrecuencia que contiene un componente de trayectoria múltiple y convertir la señal de radiofrecuencia en una señal digital; y detectar el componente de trayectoria múltiple y determinar mediante al menos dos pares de señales de correlación, cada par siendo simétrico respecto a una señal inmediata, si
25 una distorsión de señal de radiofrecuencia causada por el componente de trayectoria múltiple cumple una condición predeterminada utilizando un análisis de correlación de la señal digital con los al menos dos pares de las señales de correlación al mantener iguales las señales de correlación de un par de los dos pares mediante un bucle de enganche de retardo y evaluar una diferencia entre las señales de correlación de otro
30 par de los dos pares, en el cual cada señal de correlación es generada por un correlador por medio de una señal de código retardado y una señal intermedia de datos generada a partir de la señal digital, y decidir si continuar procesando la señal de radiofrecuencia recibida utilizando los resultados del análisis de detección por trayectoria múltiple.

35 **[0010]** La determinación puede llevarse a cabo por un medio de procesamiento. La señal de radiofrecuencia puede ser utilizada para seguir procesando más allá del

medio de procesamiento después de tomar la decisión, sólo si la distorsión cumple la condición predeterminada, para la implementación de una función selectiva de la operación de detección por trayectoria múltiple.

[0011] La señal digital puede ser generada al convertir la señal de radiofrecuencia en una señal eléctrica de radiofrecuencia con la posterior conversión de la señal eléctrica de radiofrecuencia en una señal digital.

[0012] La señal de radiofrecuencia puede ser una señal de acceso múltiple por división de código.

[0013] Antes de la determinación, el análisis de correlación de la señal digital puede ser realizado por un bloque de canal de recepción del receptor de espectro ensanchado y el análisis puede comprender: la generación de una señal intermedia de datos al eliminar una frecuencia portadora residual de la señal digital mediante una realimentación de bucle de fase y la proporción de la señal intermedia de datos a cada uno de los K correladores del bloque de canal de recepción, en el cual K es un número entero impar de al menos un valor de cinco; la proporción de una señal de código indicativa de una realimentación de bucle de retardo a un primer módulo de retardo del bloque de procesamiento del receptor; la proporción de cada una de las K señales de código retardado consecutivamente a un módulo de correlador correspondiente de los K módulos de correlador, en el cual cada una de las K señales de código retardado está consecutivamente e individualmente retardada por valores preseleccionados relativos a una señal de código retardado previamente de las K señales de código retardado consecutivamente empezando por la señal de código proporcionada por el bloque de procesamiento de receptor; y la generación de cada una de las K señales de correlación por medio de un módulo correspondiente de los K módulos de correlador utilizando la señal intermedia de datos y las K señales de código retardado y la proporción de las K señales de correlación al bloque de procesamiento de receptor para la determinación, en el cual cada una de las K señales de correlación contiene un parámetro de amplitud o un parámetro de fase o tanto el parámetro de amplitud como el parámetro de fase. La distorsión de la señal de radiofrecuencia causada por el componente de trayectoria múltiple puede ser evaluada en el medio de procesamiento utilizando la condición predeterminada al comparar el parámetro de amplitud de una señal de correlación M th de las K señales de correlación generadas por medio de una señal de código retardado M th de las K señales de código retardado consecutivamente, donde $M=1$, o $2 \dots$ o $(K-1) / 2$, y el parámetro de amplitud de una señal de correlación L th correspondiente de las K señales de código retardado consecutivamente generadas por medio de una señal de código retardado L th

correspondiente de las K señales de correlación, donde $L=K$, o $K-1$... o $(K+3)/2$. El parámetro de amplitud de dos señales de correlación de las K señales de correlación, generadas por módulos de correlación correspondientes por medio de señales de código retardado correspondientes de las K señales de código consecutivamente retardado retardado por $(K-1)/2$ y $(K+3)/2$ veces respectivamente, puede ser mantenido igual mediante un bucle de enganche de retardo del receptor de espectro ensanchado. La distorsión de la señal de radiofrecuencia causada por el componente de trayectoria múltiple puede ser evaluada por el medio de procesamiento al comparar el parámetro de amplitud de una primera de las K señales de correlación, generadas mediante una primera señal de código de retardo de las K señales de código retardado consecutivamente y una última de las K señales de correlación generadas mediante una última señal de código retardado de las K señales código retardado consecutivamente utilizando la condición predeterminada. K puede ser igual a 5.

[0014] El parámetro de fase de una señal de correlación de las K señales de correlación, generadas por un módulo de correlación correspondiente por medio de una señal de código retardado correspondiente de las K señales de código consecutivamente retardado retardado por $(K+1)/2$ veces, puede mantenerse a cero mediante un bucle de enganche de fase, y los parámetros de fase de las K señales de correlación se pueden proporcionar al bloque de procesamiento de receptor para la determinación. La señal de código puede ser generada por un bloque de generación de código del bloque de canal de recepción en respuesta a una señal de control de código indicativa de la realimentación de bucle de retardo del bloque de procesamiento de receptor como parte de un bucle de enganche de retardo. La señal intermedia de datos puede ser generada por un bloque de eliminación de portadora residual del bloqueo de canal de recepción en respuesta a una señal de control de frecuencia indicativa de la realimentación de bucle de fase del bloque de procesamiento de receptor.

[0015] El método puede consistir en: seguir hasta cero una señal temprana menos tardía de uno de los al menos dos pares de las señales de correlación, y utilizar otra señal temprana menos tardía de otro de los al menos dos pares de las señales de correlación para la determinación.

[0016] De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un producto de programa informático que comprende: una estructura de almacenamiento legible por ordenador que contiene un código de programa informático en el mismo para la ejecución por medio de un procesador informático con el código de programa informático, en el cual el código de programa informático

comprende instrucciones para llevar a cabo un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que se indica que está llevado a cabo por cualquier componente del receptor de espectro ensanchado, o un terminal que contiene el receptor de espectro ensanchado.

5 **[0017]** De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un receptor de espectro ensanchado que comprende: medios para realizar un análisis de correlación de una señal digital generada a partir de una señal de radiofrecuencia que comprende un componente de trayectoria múltiple que utiliza al menos dos pares de señales de correlación, cada par siendo simétrico respecto a una señal inmediata, al
10 mantener iguales las señales de correlación de un par de los dos pares mediante un bucle de enganche de retardo y evaluar una diferencia entre las señales de correlación de otro par de los dos pares, en el cual cada señal de correlación es generada por un correlador por medio de una señal de código retardado y una señal intermedia de datos generada a partir de la señal digital; y medios de procesamiento para detectar el
15 componente de trayectoria múltiple y determinar si una distorsión de la señal de radiofrecuencia causada por el componente de trayectoria múltiple cumple una condición predeterminada utilizando un análisis de correlación de la señal digital, y para decidir si se debe procesar la señal de radiofrecuencia recibida utilizando los resultados de los análisis de detección por trayectoria múltiple para implementar un
20 análisis de detección por trayectoria múltiple de la señal de radiofrecuencia por medio del receptor de espectro ensanchado.

[0018] La señal de radiofrecuencia puede ser utilizada por el receptor de espectro ensanchado para seguir procesando más allá de los medios de procesamiento después de tomar la decisión, sólo si la distorsión cumple la condición predeterminada,
25 para implementar una función selectiva de la operación de detección por trayectoria múltiple del receptor de espectro ensanchado.

[0019] La señal de radiofrecuencia puede ser una señal de acceso múltiple por división de código.

[0020] El medio que realiza análisis de correlación puede comprender N bloques de canal de recepción, N siendo un número entero de al menos un valor de uno, y cada
30 uno de los N bloques de canal de recepción pueden comprender: medios para generar una señal intermedia de datos al eliminar una frecuencia portadora residual de la señal digital mediante una realimentación de bucle de fase; medios para generar una señal de código indicativa de una realimentación de bucle de retardo; K módulos de
35 correlador, donde K es un número entero impar de al menos un valor de tres, para generar cada una de las K señales de correlación por medio de un módulo

correspondiente de los K módulos de correlador utilizando la señal intermedia de datos y K señales de código retardado y para proporcionar las K señales de correlación al bloque de procesamiento de receptor para determinar si una distorsión de la señal de radiofrecuencia causada por el componente de trayectoria múltiple cumple una

5 condición predeterminada por medio de un análisis de correlación de la señal digital, en el cual cada una de las K señales de correlación contiene un parámetro de amplitud o un parámetro de fase o tanto el parámetro de amplitud como el parámetro de fase; y K módulos de retardo, para proporcionar cada una de las K señales de código retardado consecutivamente a un módulo de correlador correspondiente de los K

10 módulos de correlador, en el cual cada una de las K señales de código retardado es consecutivamente e individualmente retardada por valores pre-seleccionados relativos a una señal de código previamente retardado de las K señales de código retardado consecutivamente empezando por la señal de código proporcionada a un primer módulo de retardo de los K módulos de retardo por medio del bloque de

15 procesamiento de receptor. La distorsión de la señal de radiofrecuencia causada por el componente de trayectoria múltiple puede ser evaluada por el medio de procesamiento utilizando la condición predeterminada al comparar el parámetro de amplitud de una señal de correlación M_{th} de las K señales de correlación generadas por medio de una señal de código retardado M_{th} de las K señales de código retardado consecutivamente, donde $M=1$, o $2 \dots$ o $(K-1)/2$, y el parámetro de amplitud de una

20 señal de correlación L_{th} correspondiente de las K señales de código retardado consecutivamente generadas mediante una señal de código retardado L_{th} correspondiente de las K señales de correlación, donde $L=K$, o $K-1 \dots$ o $(K+3)/2$. El parámetro de amplitud de dos señales de correlación de las K señales de correlación, generadas por los módulos de correlación correspondientes por medio de señales de

25 código retardado correspondientes de las K señales de código consecutivamente retardado retardadas por $(K-1)/2$ y $(K+3)/2$ veces respectivamente, puede ser mantenido igual utilizando la condición predeterminada. La distorsión de la señal de radiofrecuencia causada por el componente de trayectoria múltiple puede ser evaluada

30 por el medio de procesamiento al comparar el parámetro de amplitud de una primera de las K señales de correlación generadas mediante una primera señal de código retardado de las K señales de código consecutivamente retardado y una última de las K señales de correlación generadas mediante una última señal de código retardado de las K señales de código consecutivamente retardado. K puede ser igual a 5.

35 **[0021]** El parámetro de fase de una señal de correlación de las K señales de correlación, generadas por un módulo de correlador correspondiente de los K módulos

de correlador mediante una señal de código retardado correspondiente de las K señales de código retardado consecutivamente retardadas por $(K + 1)/2$ veces, se puede mantener a cero utilizando un bucle de enganche de fase del receptor de espectro ensanchado, y los parámetros de fase de las K señales de correlación se pueden proporcionar al bloque de procesamiento de receptor para la determinación.

[0022] El bloque de canal de recepción puede comprender un bloque de generación de código, para generar la señal de código en respuesta a una señal de control de código indicativa de la realimentación de bucle de retardo del medio de procesamiento como parte de un bucle de enganche de retardo.

[0023] El bloque de canal de recepción puede comprender un bloque de eliminación de portadora residual para generar la señal intermedia datos en respuesta a una señal de control de frecuencia indicativa de la realimentación de bucle de fase del bloque de procesamiento de receptor.

[0024] El receptor de espectro ensanchado puede comprender: una antena, que responde a la señal de radiofrecuencia que contiene un componente de trayectoria múltiple, para proporcionar una señal eléctrica de radiofrecuencia; y un preprocesador, que responde a la señal eléctrica de radiofrecuencia, para proporcionar la señal digital.

[0025] El receptor de espectro ensanchado se puede configurar para realizar un seguimiento hasta cero de una señal temprana menos tardía de otro de los al menos dos pares de las señales de correlación para la determinación.

[0026] El receptor de espectro ensanchado puede ser un receptor de sistema global de navegación por satélite, un receptor de sistema de posicionamiento global o un receptor Galileo.

[0027] Puede proporcionarse un sistema que comprende: un satélite, para proporcionar una señal de radiofrecuencia; una estación de base, para proporcionar otra señal de radiofrecuencia utilizada para comunicaciones móviles, y un terminal, que responde a la señal de radiofrecuencia o a la otra señal de radiofrecuencia, ambas conteniendo un componente de trayectoria múltiple, en el cual el terminal comprende el receptor de espectro ensanchado.

[0028] Para una mejor comprensión de la naturaleza y objetivos de la presente invención, se hace referencia a la siguiente descripción detallada tomada en conjunto con los siguientes dibujos, en los cuales:

La Figura 1 es un diagrama de escenario de trayectoria múltiple;

La Figura 2 es un diagrama de bloques que representa un ejemplo de un receptor de sistema global de navegación por satélite (receptor de espectro

ensanchado);

La Figura 3a es un diagrama que muestra un triángulo de correlación para una línea de señal de visión;

5 La Figura 3b es un diagrama que muestra triángulos de correlación para una línea de señal de visión y para una señal de trayectoria múltiple;

La Figura 3c es un diagrama que muestra un triángulo correlación para línea combinada de señal de visión y señal de trayectoria múltiple;

10 La Figura 4a es un diagrama que muestra un triángulo de correlación para una línea de señal de visión (caso libre de trayectoria múltiple) con señales de correlación adicionales, de acuerdo con la presente invención;

La Figura 4b es un diagrama que muestra un triángulo de correlación para un caso de trayectoria múltiple con señales de correlación adicionales, de acuerdo con la presente invención;

15 La Figura 5 es un diagrama de bloques que representa un ejemplo de un solo canal de recepción y un bloque de procesamiento de recepción dentro de un receptor de sistema global de navegación por satélite (receptor de espectro ensanchado), de acuerdo con la presente invención;

20 La Figura 6 es un diagrama de flujo que representa un ejemplo de una operación de detección selectiva por trayectoria múltiple de un receptor global de sistema de navegación por satélite (receptor de espectro ensanchado), de acuerdo con la presente invención;

y

25 La Figura 7 es un diagrama que muestra un ejemplo de un terminal con un receptor de espectro ensanchado capaz de realizar una operación de detección selectiva por trayectoria múltiple para procesar señales de radiofrecuencia de satélites y/o estaciones de base.

[0029] La presente invención proporciona un método para un análisis y selectividad de detección por trayectoria múltiple de señales moduladas de código utilizando receptores de espectro ensanchado por medio de una técnica de correlación. La
30 invención se basa en determinar por medio del receptor de espectro ensanchado si una distorsión de una señal de radiofrecuencia recibida, causada por un componente de trayectoria múltiple de dicha señal recibida, cumple una condición predeterminada utilizando un análisis de correlación pre-seleccionado de dicha señal recibida, implementando de esta forma el análisis de detección por trayectoria múltiple y la
35 selectividad de las señales moduladas de código (por ejemplo, CDMA). Esta invención

es generalmente aplicable a los receptores de espectro ensanchado y es particularmente útil en los receptores GNSS, tal como los receptores GPS (sistema de posicionamiento global) y los receptores Galileo. Además, la invención se puede aplicar en un sentido más amplio a cualquier sistema de comunicación que utilice receptores de espectro ensanchado. Se puede aplicar a teléfonos móviles, por ejemplo, utilizando el acceso múltiple por división de código (CDMA) o CDMA de banda ancha (WCDMA), donde se puede utilizar, por ejemplo, para posicionamiento de red, cuando las medidas del teléfono móvil alcanzan las estaciones de base.

[0030] El objetivo importante de esta invención es proporcionar un método sencillo para la identificación de señales que están dañadas por efectos de trayectoria múltiple, y que, por lo tanto, se les debería dar un peso más pequeño o deberían ser excluidas de los cálculos de posición de los receptores GNSS.

[0031] La Figura 2 es un diagrama de bloques que representa un ejemplo, entre otros, de una operación típica de un receptor de sistema global de navegación por satélite (o receptor de espectro ensanchado) en el cual se puede aplicar la presente invención. El receptor puede ser un receptor GPS (sistema de posicionamiento global), un receptor Galileo, o cualquier otro receptor compatible actualmente disponible o un sujeto de avances tecnológicos futuros, de acuerdo con la presente invención.

[0032] Una operación de receptor típica incluye la recepción de la señal de radiofrecuencia y la conversión de dicha señal de radiofrecuencia que contiene un componente de trayectoria múltiple en una señal eléctrica de radiofrecuencia mediante una antena seguida de la conversión de dicha señal eléctrica de radiofrecuencia en una señal de frecuencia digital intermedia (IF) (o una señal digital) por medio de un preprocesador y la proporción de dicha señal digital a cada uno de los N bloques de canal de recepción 16-1, 16-2, ..., 16-N (N es un número entero de al menos un valor de uno) de un módulo de recepción que normalmente intercambia información con el bloque de procesamiento de receptor durante su funcionamiento y el bloque de procesamiento de receptor se comunica además con un bloque de procesamiento de navegación. La innovación clave aquí implica una implementación y diseño novedoso de bloques de canal de recepción 16-1, 16-2, ..., 16-N mediante una técnica novedosa de detección por trayectoria múltiple y procesamiento especial de la información de correlación generada por cualquier bloque de dichos bloques de canal de recepción 16-1, 16-2, ..., 16-N de acuerdo con algoritmos de procesamiento por trayectoria múltiple descritos a continuación respecto a las Figuras 3a-3c, 4a, 4b y 5, de acuerdo con la presente invención.

[0033] Los receptores GNSS tradicionales utilizan tres correladores para seguir la fase de código y la fase portadora de la señal de satélite recibida. Normalmente a estos correladores se les denomina correladores tempranos, inmediatos y tardíos. Una fase de código se sigue mediante un bucle de enganche de retardo, y una fase portadora se sigue mediante un bucle de enganche de fase en los receptores GNSS tradicionales.

[0034] La Figura 3a es un diagrama que muestra un ejemplo entre muchos otros de un triángulo de correlación 15 (una función de correlación como una función de un retardo de tiempo en chips) para una señal de línea de visión (LOS) (un caso ideal, sin componente de trayectoria múltiple). Para el propósito de esta invención, la función de correlación puede ser representada por una amplitud (o un parámetro de amplitud) y/o una fase (o parámetro de fase). La salida de correlador, por lo general, es una señal compleja, que tiene parte real e imaginaria (a menudo referida como componentes en fase y en cuadratura, I y Q). El parámetro de amplitud es la amplitud de este valor complejo y el parámetro de fase es su fase. Las Figuras 3a-3c y 4a-4b analizadas en este documento presentan la amplitud de la salida de correlador. Los puntos marcados E, P y L corresponden a señales generadas por correladores tempranos, inmediatos y tardíos, respectivamente. Los puntos E y L son normalmente simétricos en el dominio de retardo de tiempo relativo al punto P.

[0035] En el bucle de enganche de retardo, el receptor calcula una señal de error que describe a qué lejanía está el correlador inmediato del máximo del triángulo de correlación y trata de mantener la señal de error a cero. Cuando la señal de error es cero y no hay señal de trayectoria múltiple, el receptor está siguiendo con precisión la fase de código recibida. Una señal de error típica (o una señal de error temprana menos tardía) es la función de correlación (por ejemplo, su parámetro de amplitud) en el punto E (temprano) menos la función de correlación en el punto L (tardío). Cuando la señal de error (temprana menos tardía) es cero, las señales de correlación de los puntos E y L son iguales (en el mismo nivel), como se muestra en la Figura 3a. Sin embargo, cuando la señal es dañada por las reflejos de trayectoria múltiple, el punto de seguimiento se desplaza desde el máximo de la señal LOS. Las Figuras 3b y 3c demuestran esta situación.

[0036] La Figura 3b es un ejemplo, entre otros, de un diagrama que muestra un triángulo de correlación 15-1 para la línea de señal de visión y un triángulo de correlación 15-2 para una señal de trayectoria múltiple. La Figura 3c es un diagrama que muestra un triángulo de correlación 15 para una función de correlación combinada para la línea de visión y para las señales de trayectoria múltiple que se muestran en la

Figura 3b. Como se muestra en la Figura 3c el punto de seguimiento P se desplaza desde el máximo de la señal LOS mediante un error de retardo de tiempo 17.

5 **[0037]** Al añadir otro par de correlador temprano-tardío (véase puntos E1 y L1 de las Figuras 4a y 4b), también simétrico en el dominio de retardo de tiempo con respecto al punto P (intervalos de tiempo $D4=D2$, así como $D5=D2$ como se muestra en la Figura 4b) pero con un espaciado de tiempo diferente (un retardo de tiempo diferente), es posible calcular una señal de error adicional temprana menos tardía mediante este par de correlador temprano-tardío adicional. Si no hay efectos de trayectoria múltiple (un caso libre de trayectoria múltiple) y el receptor está siguiendo la señal correctamente, 10 tanto la señal de error temprana menos tardía original como la señal de error temprana menos tardía adicional son ceros. La Figura 4a presenta esta situación mostrando el triángulo de correlación para la línea de señal de visión (el caso libre de trayectoria múltiple) con señales de correlación adicionales (para el par de correlador temprano-tardío adicional), de acuerdo con la presente invención;

15 **[0038]** Sin embargo, cuando la señal de trayectoria múltiple está presente, la señal temprana menos tardía original comienza a seguir la señal compuesta distorsionada. La señal de error temprana menos tardía es todavía cero, ya que el receptor la conduce a cero, aunque ya no es el punto de seguimiento correcto. Sin embargo, las señales de correlador temprano y tardío adicionales no están en el mismo nivel, y por 20 lo tanto la señal de error temprana menos tardía adicional no es cero. Esto es debido al hecho de que el triángulo de correlación distorsionado no es simétrico. La Figura 4b representa este caso mostrando el triángulo de correlación para un caso de trayectoria múltiple con las señales de correlación adicionales (en los puntos E1 y L1), de acuerdo con la presente invención.

25 **[0039]** También de acuerdo con la presente invención, es posible introducir más de uno de los pares de correlador temprano-tardío adicionales (más), también simétricos en el retardo de tiempo con respecto al punto P, pero con espaciado de tiempo diferente (diferente retardo de tiempo), y por lo tanto es posible calcular una señal de error temprana menos tardía adicional para los otros pares de correlador temprano 30 menos tardío, si es requerido por una aplicación (por ejemplo, una determinación más precisa es requerida). Esto es coherente con el objetivo principal de la presente invención de determinar con el receptor de espectro ensanchado 10 si la distorsión de la señal de radiofrecuencia causada por un componente de trayectoria múltiple de dicha señal recibida cumple dicha condición predeterminada utilizando dicho análisis de correlación pre-seleccionado de dicha señal recibida para la implementación del 35 análisis de detección por trayectoria múltiple y la selectividad de las señales

moduladas de código.

[0040] De ese modo, es posible detectar una situación de trayectoria múltiple al observar la salida de dos señales tempranas menos tardías con espacios de retardo de tiempo de correlador diferente. Una vez se obtiene un seguimiento de señal
 5 suficientemente bueno (la señal de error temprana menos tardía utilizada para seguir la señal recibida está lo suficientemente cerca de cero), la señal de error temprana menos tardía adicional debe estar también cerca de cero. De lo contrario, el triángulo de correlación no es simétrico (por ejemplo, dicha condición predeterminada no se cumple), y la presencia de un componente de trayectoria múltiple no aceptable se
 10 puede declarar. De acuerdo con la presente invención, la consecuencia de dicha "declaración" puede ser la anulación de la selección de dicha señal modulada de código (por ejemplo, desde un satélite concreto) de consideración adicional y procesamiento o asignación de un peso menor a la información contenida en dicha señal CDMA contaminada "de trayectoria múltiple" que a una señal libre de trayectoria
 15 múltiple "limpia". La magnitud de la señal de error temprana menos tardía adicional (es decir, cuánto se desvía de cero esa señal de error temprana menos tardía adicional) da una estimación aproximada de la gravedad de un problema de trayectoria múltiple. Por lo tanto, de acuerdo con la presente invención, la magnitud de la señal de error temprana menos tardía adicional se puede utilizar para determinar cuánto debe
 20 reducirse el peso de una señal a partir de un satélite determinado en los cálculos de posición.

[0041] En el bucle de enganche de fase, el receptor calcula la fase del correlador inmediato e intenta mantener la fase cerca de cero en el punto inmediato (punto P). Si existe modulación de datos presente en la señal recibida, por ejemplo, se puede
 25 utilizar un bucle Costas, de lo contrario (sin modulación de datos) un bucle de enganche de fase normal es suficiente. La señal de trayectoria múltiple tiene una frecuencia Doppler diferente de la señal LOS, por lo que se distorsionará el triángulo de correlación también en un dominio de fase, y el seguimiento de fase estará también en el error. Eso significa, por ejemplo, que la fase (o el parámetro de fase de la señal
 30 de correlación) de los correladores en E, L, E1 y L1 puede ser diferente de cero (para el correlador P) y los unos de los otros.

[0042] En el caso libre de trayectoria múltiple, la fase de la señal del correlador inmediato y de todas las demás señales de correlador son las mismas, y la fase del correlador inmediato es conducida a cero por el receptor. Sin embargo, cuando la
 35 trayectoria múltiple distorsiona el triángulo de correlación, la fase de la salida de correlador inmediato y de otros correladores ya no es la misma. Si el receptor es de

enganche de fase, la fase de la señal de correlador rápido permanece a cero, pero las señales de salida de otros correladores ya no son ceros debido a los efectos de trayectoria múltiple. Por lo tanto, de acuerdo con la presente invención, el componente de trayectoria múltiple puede ser detectado al observar la diferencia de fase entre las
 5 señales de salida de diferentes correladores. Incluso si el receptor no es todavía completamente de enganche (por ejemplo, el bucle de enganche de código y/o de fase no necesita estar realizando un seguimiento de manera perfecta), las fases de las señales de salida de los diferentes correladores serán diferentes revelando la presencia del componente de trayectoria múltiple y el método de fase se puede aplicar
 10 directamente después de la adquisición de la señal de radiofrecuencia sin la necesidad de esperar a que el seguimiento se estabilice. También se observa que para comparaciones de fase, los correladores no tienen que ser simétricos alrededor del punto inmediato.

[0043] La Figura 5 es un diagrama de bloques que representa un ejemplo, entre otros,
 15 para la implementación del bloque de canal de recepción 16-1, 16-2, ..., o 16-N de un módulo de recepción 16 y el bloque de procesamiento de recepción 36, ambos contenidos en el receptor de espectro ensanchado 10, de acuerdo con la presente invención. La Figura 5 muestra los componentes del módulo 16 y el bloque 36 correspondientes a la presente invención.

[0044] El bloque de canal de recepción 16-1, 16-2, ..., o 16-N comprende un bloque de eliminación de portadora residual 20 utilizado para generar una señal intermedia de datos 54 al eliminar una frecuencia portadora residual de la señal IF digital 14 mediante una realimentación de bucle de fase (o bucle de enganche de fase) 46, es decir, en respuesta a una señal control de frecuencia 50 indicativa de dicha
 25 realimentación de bucle de fase de dicho bloque de procesamiento de receptor 36. El bloque de canal de recepción 16-1, 16-2, ..., o el 16-N también cuenta con un bloque de generación de código 40 utilizado para generar una señal de código 58 indicativa de una realimentación de bucle de retardo (o bucle de enganche de retardo) 44, es decir, en respuesta a una señal de control de código 38 indicativa de dicha
 30 realimentación de bucle de retardo del bloque de procesamiento de receptor 36 como parte de un bucle de enganche de retardo 44.

[0045] La señal intermedia de datos 54 se proporciona a cada uno de cinco correladores (E1 E, P, L, L1) 24-1, 24-2, ..., 24-5. Los correladores 24-1 y 24-2 corresponden a los correladores tempranos E1 y E, respectivamente, descritos
 35 anteriormente; los correladores 24-4 y 24-5 corresponden a los correladores tardíos L y L1, respectivamente, descritos anteriormente, y el correlador 24-3 corresponde al

correlador inmediato descrito anteriormente. La señal de código 58 se proporciona a un primer módulo de retardo 22-1 y después se proporciona cada una de las cinco señales código consecutivamente retardado 25-1, 25-2, ..., 25-5 generadas por un módulo correspondiente de cinco módulos de retardo 22-1, 22-2, ..., 22-5 se proporciona a un módulo de correlador correspondiente de dichos cinco módulos de correlador 24-1, 24-2, ..., 24-5, como se muestra en la Figura 5, en el cual dicha cada una de dichas cinco señales de código retardado 25-1, 25-2, ..., 25-5 está consecutiva e individualmente retardada por los valores pre-seleccionados con respecto a una señal de código previamente retardado de dichas cinco señales código consecutivamente retardado 25-1, 25-2, ..., 25-5 comenzando con la señal de código 58 proporcionada por el bloque de generación de código 40 para el módulo de retardo 22-1. Los valores de retardo pre-seleccionados se eligen a partir del algoritmo mostrado en las Figuras 4a y 4b, de tal manera que la señal de retardo 25-1 se corresponde con el punto E1, la señal de retardo 25-2 se corresponde con el punto E, la señal de retardo 25-3 se corresponde con el punto P, la señal de retardo 25-4 se corresponde con el punto L y la señal de retardo 25-5 se corresponde con el punto L1.

[0046] Cada uno de los cinco módulos de correlador 24-1, 24-2, ..., 24-5 genera una señal correspondiente de cinco señales de correlación 26-1, 26-2, ..., 26-5 y esas señales de correlación 26-1, 26-2, ..., 26-5 se proporcionan al bloque de procesamiento de receptor 36 para determinar si la distorsión de la señal de radiofrecuencia recibida causada por dicho componente de trayectoria múltiple cumple una condición predeterminada. Cada una de las cinco señales de correlación 26-1, 26-2, ..., 26-5 puede contener un parámetro de amplitud o un parámetro de fase o tanto dicho parámetro de amplitud como dicho parámetro de fase, de tal manera que el triángulo de correlación mostrado en las Figuras 4a y 4b puede ser generado para el parámetro de amplitud y un trazado del parámetro de fase (o un trazado de parámetro fase) como una función de diferentes correladores (dicho trazado no es una línea recta horizontal si la trayectoria múltiple está presente debido a que el parámetro de fase es diferente para diferentes correladores) puede ser generada simultáneamente, de acuerdo con la presente invención.

[0047] Las señales de correlación 26-2 y 26-4 (puntos E y L de las Figuras 4 y 4b), proporcionadas a un detector de bucle de código 28 del bloque de procesamiento de receptor 36, corresponden a la manera tradicional de evaluar los efectos de trayectoria múltiple (por ejemplo, el mantenimiento de la diferencia en el parámetro de amplitud de las señales de correlación 26-2 y 26-4 cerca de cero a través del bucle de enganche de retardo 44 mediante la señal de control de código 38 como se muestra en la Figura

5).

[0048] Sin embargo, de acuerdo con la presente invención, si la detección por trayectoria múltiple se basa sólo en la información de fase, de modo que sólo se genera el trazado de parámetro de fase para el parámetro de fase, las señales de correlación 26-2, 26-3 y 26-4 (es decir, la diferencia de fase entre ellas) suministradas a un detector de fase de correlación 31, pueden ser utilizadas opcionalmente sin una necesidad adicional de señales de correlación 26-1 y 26-5 para determinar si la distorsión de la señal de radiofrecuencia recibida causada por dicho componente de trayectoria múltiple cumple con una condición predeterminada (como se ha descrito anteriormente). De hecho, incluso si la fase de la señal de correlación (inmediata) 26-3 se mantiene cerca de cero mediante dicha señal de realimentación 50 generada por el bucle de enganche de fase 46 como se muestra en la Figura 5, dicha determinación se puede implementar al proporcionar dichas señales de correlación 26-1, 26-2, ..., 26-5 (o simplemente 26-2, 26-3 y 26-4) a un detector de fase de correlación 31 que genera y proporciona los parámetros de fase de las señales de correlación correspondientes 26-1, 26-2, ..., 26-5 (o 26-2, 26-3 y 26-4) a un bloque de procesamiento por trayectoria múltiple 32 de dicho bloque 36 para llevar a cabo dicha determinación. El bloque 32 puede utilizar una diferencia de fase de las señales 26-1, 26-2, ..., 26-5 (o 26-2, 26-3 y 26-4), pero también, opcionalmente, puede incluir la fase de las señales 26-1, 26-3 y 26-5 en dicha determinación. Por otro lado, si la detección por trayectoria múltiple se basa en la evaluación del parámetro de amplitud o para los parámetros tanto de amplitud como de fase, de acuerdo con la presente invención, las señales de correlación 26-1 y 26-5 se proporcionan a un detector temprano-tardío adicional 30 (en un escenario alternativo, el bloque 30 se puede combinar con el bloque 28 y/o con el bloque 31) del bloque de procesamiento de receptor 36, como se muestra en la Figura 5. El detector temprano-tardío adicional 30 puede generar los parámetros de amplitud de las señales de correlación 26-1 y 26-5 o directamente la señal de diferencia (el error temprano menos tardío adicional) entre las señales de correlación 26-1 y 26-5 y proporciona esos parámetros de amplitud o dicha diferencia al bloque de procesamiento por trayectoria múltiple 32, mientras se mantiene la diferencia en el parámetro de amplitud de las señales de correlación 26-2 y 26-4 cerca de cero a través del bucle de enganche de retardo 44 mediante la señal 38 como se ha descrito anteriormente.

[0049] El bloque de procesamiento por trayectoria múltiple 32 determina, basándose en las entradas de los bloques 28, 31 y/o 30, si la distorsión de la señal de radiofrecuencia recibida causada por dicho componente de trayectoria múltiple cumple

con dicha condición predeterminada. Si la condición predeterminada no se cumple, se puede declarar no aceptable la presencia del componente de trayectoria múltiple, de tal manera que, de acuerdo con la presente invención, la señal modulada de código de radio recibida (por ejemplo, desde un satélite en particular) es deseleccionada para una consideración y tratamiento adicional más allá del bloque de procesamiento de receptor 36, es decir, no se proporciona más señal para el bloque de procesamiento de navegación 19. Alternativamente, una medida intermedia puede asignar un peso menor a la información contenida en dicha señal modulada de código “contaminada” de trayectoria múltiple que a una señal libre de trayectoria múltiple “limpia”, pero todavía proporcionando esa señal modulada de código “contaminada” al bloque de procesamiento de navegación 19 como se ha explicado anteriormente. Sin embargo, si el bloque de procesamiento por trayectoria múltiple 32 determina que la distorsión de la señal de radiofrecuencia recibida causada por dicho componente de trayectoria múltiple cumple dicha condición predeterminada, proporciona dicha señal modulada de código al bloque de procesamiento de navegación 19 para más procesamiento.

[0050] La Figura 6 es un diagrama de flujo que representa un ejemplo de una operación de detección selectiva por trayectoria múltiple del receptor de sistema global de navegación por satélite (receptor de espectro ensanchado) 10, de acuerdo con la presente invención.

[0051] El diagrama de flujo de la Figura 6 sólo representa un posible escenario entre otros. En un método de acuerdo con la presente invención, en una primera etapa 60, la señal de radiofrecuencia que contiene dicho componente de trayectoria múltiple es recibida y convertida en la señal eléctrica de radiofrecuencia 11a por medio de una antena 11. En un siguiente paso 62, dicha señal eléctrica de radiofrecuencia 11a se convierte en una señal de frecuencia intermedia (IF) digital (o una señal digital) 14 por medio de un preprocesador 12 y dicha señal digital 14 se proporciona a cada uno de los N bloques de canal de recepción 16-1, 16-2, ..., 16-N.

[0052] En un siguiente paso 64, la frecuencia portadora residual se elimina de la señal digital IF y la señal intermedia de datos se genera (mediante el bucle de enganche de fase portador) y se proporciona a cada uno de los cinco correladores (E1 E, P, L, L1) 24-1, 24-2, ..., 24-5.

[0053] En una siguiente etapa 66, la señal de código 58 indicativa de una realimentación de bucle de retardo (o bucle de enganche de retardo) 44 se genera y se proporciona al módulo de retardo 22-1.

[0054] En un siguiente paso 68, cada una de las cinco señales de código consecutivamente retardado 25-1, 25-2, ..., 25-5 generadas por un módulo

correspondiente de los cinco módulos de retardo 22-1, 22-2, ..., 22-5 se proporciona a un módulo de correlador correspondiente de dichos cinco módulos de correlador 24-1, 24-2, ..., 24-5, en el cual dicha cada una de dichas cinco señales de código retardado 25-1, 25-2, ..., 25-5 es retardada de forma individual y consecutiva por valores pre-seleccionados con respecto a una señal de código previamente retardado de dichas cinco señales de código consecutivamente retardado 25-1, 25-2, ..., 25-5 empezando por la señal de código 58. Los valores de retardo pre-seleccionados son elegidos a partir del algoritmo mostrado en las Figuras 4a y 4b, de tal manera que la señal de retardo 25-1 corresponde al punto E1, la señal de retardo 25-2 corresponde al punto E, la señal de retardo 25-3 corresponde al punto P, la señal de retardo 25-4 corresponde al punto L y la señal de retardo 25-5 corresponde al punto L1.

[0055] En un siguiente paso 70, cada uno de los cinco módulos correladores 24-1, 24-2, ..., 24-5 genera una señal correspondiente de cinco señales de correlación 26-1, 26-2, ..., 26-5 (E1 E, P, L, L1) y esas señales de correlación 26-1, 26-2, ..., 26-5 (tanto de amplitud como de fase) se proporcionan al bloque de procesamiento de receptor 36 para determinar si la distorsión de la señal de radiofrecuencia recibida causada por dicho componente de trayectoria múltiple cumple una condición predeterminada. En una siguiente etapa 72, el bloque de procesamiento de receptor 36 genera la señal de diferencia (el error temprano menos tardío adicional) entre las señales de correlación 26-1 y 26-5 (E1 y L1), y/o la diferencia de fase entre señales de correlación cualesquiera.

[0056] En un siguiente paso 74, se determina mediante el bloque de procesamiento de receptor 36 si se cumple la condición predeterminada (para la amplitud y/o para la fase) a partir de los resultados del paso 72. Si ese no es el caso, la señal de radio evaluada desde el satélite particular no se utiliza (mostrada como etapa 76) para cálculos de posición (por ejemplo, la señal no se pasa al bloque de procesamiento de navegación 19). Sin embargo, si se determina que se cumple la condición predeterminada, en un siguiente paso la señal de radio evaluada desde el satélite particular se utiliza para cálculos de posición (por ejemplo, la señal se pasa al bloque de procesamiento de navegación 19).

[0057] La presente invención se puede aplicar a una variedad de aplicaciones y no sólo a los sistemas de navegación por satélite GPS y Galileo. La invención se puede utilizar igual de bien con otros sistemas de navegación o, más generalmente, con cualquiera de los sistemas de comunicación que utilizan un receptor de espectro ensanchado. Un ejemplo de dicho sistema se muestra en la Figura 7. Un terminal (o un equipo de usuario, UE) 84 es un dispositivo de comunicación, tal como un

dispositivo móvil o un teléfono móvil, que contiene un receptor CDMA 83 de acuerdo con la presente invención. El receptor CDMA 83 puede ser, por ejemplo, el receptor de espectro ensanchado (GNSS) 10 descrito en los ejemplos de las Figuras 2 y 5. Además, dicho receptor CDMA 83 contiene un módulo de recepción 16 con la innovación clave como se ha descrito anteriormente. El bloque 16 puede estar
5 construido como una unidad extraíble. El módulo de recepción 16 puede ser, por ejemplo, una combinación de bloques de canal de recepción 16-1, 16-2, ..., y 16-N como se ha presentado en la Figura 2. La Figura 7 muestra satélites P 86-1, ..., 86-P enviando señales de satélite P 80-1, ..., 80-P, al receptor de espectro ensanchado
10 CDMA 83. La figura 7 también muestra una estación base 85, que se comunica con el terminal 84 al enviar, por ejemplo, una señal de comunicación CDMA móvil 82a al receptor de espectro ensanchado CDMA 83 y recibir de nuevo la señal de comunicación de salida 82b del terminal 84. Las señales 80-1, ..., 80-P y 82a pueden contener los componentes de trayectoria múltiple y son procesadas por el módulo de
15 recepción 16 como se describe en la presente invención.

[0058] Se ha de entender que las disposiciones descritas anteriormente son sólo ilustrativas de la aplicación de los principios de la presente invención. Los expertos en la técnica pueden idear numerosas modificaciones y disposiciones alternativas sin apartarse del alcance de la presente invención. Las reivindicaciones adjuntas
20 pretenden cubrir dichas modificaciones y disposiciones.

Reivindicaciones

1. Un método para un análisis de detección por trayectoria múltiple de una señal de radiofrecuencia por medio de un receptor de espectro ensanchado (10), que consiste en:

5 recibir una señal de radiofrecuencia que contiene un componente de trayectoria múltiple y convertir dicha señal de radiofrecuencia en una señal digital; y
detectar dicho componente de trayectoria múltiple y determinar mediante al menos dos pares de señales de correlación, cada par siendo simétrico con respecto a una señal inmediata, si una distorsión de dicha señal de radiofrecuencia causada por dicho componente de trayectoria múltiple cumple
10 una condición predeterminada utilizando un análisis de correlación de dicha señal digital (14) con dichos al menos dos pares de las señales de correlación al mantener iguales las señales de correlación de un par de dichos dos pares por medio de un bucle de enganche de retardo (44) y evaluar una diferencia
15 entre las señales de correlación de otro par de dichos dos pares, en el cual cada señal de correlación (26) está generada por un correlador (24) que utiliza una señal de código retardado (25) y una señal intermedia de datos (54) generadas a partir de la señal digital, y decidir si seguir procesando la señal de radiofrecuencia recibida utilizando los resultados de dicho análisis de detección
20 por trayectoria múltiple.

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual dicha determinación se lleva a cabo mediante un medio de procesamiento (36).

3. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, en el cual dicha señal de radiofrecuencia se utiliza para el procesamiento posterior más allá de dicho medio de procesamiento (36) después de tomar dicha decisión, sólo si dicha distorsión cumple
25 dicha condición predeterminada, para implementar una función selectiva de dicha operación de detección por trayectoria múltiple.

4. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual dicha señal digital (14) es generada mediante la conversión de dicha señal de radiofrecuencia en una señal eléctrica de radiofrecuencia (11 a) con la conversión posterior de dicha señal eléctrica de radiofrecuencia en una señal digital (14).
30

5. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual dicha señal de radiofrecuencia es una señal de acceso múltiple por división de código.

6. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual antes de dicha determinación, dicho análisis de correlación de dicha señal digital (14) se realiza
35 mediante un bloque de canal de recepción (16-1, 16-2, ..., 16 o N-) de dicho receptor

de espectro ensanchado (10), y dicho análisis consiste en:

generar una señal intermedia de datos (54) al eliminar una frecuencia portadora residual de dicha señal digital (14) mediante una realimentación de bucle de fase y proporcionar dicha señal intermedia de datos (54) para cada uno de los K correladores de dicho bloque de canal de recepción (16-1, 16-2, ..., o 16-N), en el cual K es un número entero impar de al menos un valor de cinco;

proporcionar una señal de código (58) indicativa de una realimentación de bucle de retardo a un primer módulo de retardo (22-1) de dicho bloque de procesamiento de receptor (36);

proporcionar cada una de las K señales de código retardado consecutivamente (25-1, 25-2, ... 25-K) a un módulo de correlador correspondiente de K módulos de correlador (24-1, 24-2, ... 24-K), en el cual dicha cada una de dichas K señales de código retardado (25-1, 25-2, ... 25-K) es consecutiva e individualmente retardada por valores preseleccionados relativos a una señal de código previamente retardado de dichas K señales de código consecutivamente retardado (25-1, 25-2, ... 25-K) empezando por dicha señal de código (58) proporcionada por dicho bloque de procesamiento de receptor (36), y

generar cada una de las K señales de correlación (26-1, 26-2, ... 26-K) por medio de un módulo correspondiente de dichos K módulos de correlador (24-1, 24-2, ... 24-h) utilizando dicha señal intermedia de datos (54) y dichas K señales de código retardado (25-1, 25-2, ... 25-K) y proporcionar dichas K señales de correlación a dicho bloque de procesamiento de receptor (36) para dicha determinación, en el cual dicha cada una de dichas K señales de correlación (26-1, 26-2, ... 26-K) contiene un parámetro de amplitud o un parámetro de fase o tanto dicho parámetro de amplitud como dicho parámetro de fase.

7. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el cual dicha distorsión de dicha señal de radiofrecuencia causada por dicho componente de trayectoria múltiple se evalúa en dicho medio de procesamiento (36) utilizando dicha condición predeterminada al comparar dicho parámetro de amplitud de una señal de correlación Mth de dichas K señales de correlación (26-1, 26-2, ... 26-K) generadas mediante una señal de código retardado Mth de dichas K señales de código consecutivamente retardado (25-1, 25-2, ... 25 K), donde M=1, o 2... o (K-1)/2, y dicho parámetro de amplitud de una señal de correlación Lth correspondiente de dichas K señales de

código consecutivamente retardado (25-1, 25-2, ... 25-K) generadas mediante una señal de código retardado Lth correspondiente de dichas K señales de correlación (26-1, 26-2, ... 26-K), donde $L=K$ o $K-1$... o $(3 K)/2$.

5 **8.** Un método de acuerdo con la reivindicación 7, en el cual dicho parámetro de amplitud de dos señales de correlación de dichas K señales de correlación (26-1, 26-2, ... 26-K), generadas por módulos de correlación correspondientes por medio de señales de código retardado correspondientes de dichas K señales de código consecutivamente retardado (25-1, 25-2, ... 25-K) retardado por $(K-1)/2$ y $(K+3)/2$ veces respectivamente, se mantiene igual utilizando un bucle de enganche de retardo
10 de dicho receptor de espectro ensanchado (10).

9. Un método de acuerdo con la reivindicación 8, en el cual dicha distorsión de dicha señal de radiofrecuencia causada por dicho componente de trayectoria múltiple es evaluada por dicho medio de procesamiento (36) al comparar el parámetro de amplitud de una primera de dichas K señales de correlación (26-1, 26-2, ... 26-K), generadas
15 mediante una primera señal de código retardado de dichas K señales de código consecutivamente retardado (25-1, 25-2, ... 25-K) y una última de dichas K señales de correlación (26-1, 26-2, ... 26-K) generada por medio de una última señal de código retardado de dichas K señales de código retardado consecutivamente utilizando dicha condición predeterminada.

20 **10.** Un método de acuerdo con la reivindicación 9, en el cual $K=5$.

11. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el cual dicho parámetro de fase de una señal de correlación de dichas K señales de correlación (26-1, 26-2, ... 26-K), generadas por un módulo de correlación correspondiente usando una señal de código retardado correspondiente de dichas K señales de código consecutivamente retardado
25 (25-1, 25-2, ... 25-K) retardado por $(h+1)/2$ veces, se mantiene a cero utilizando un bucle de enganche de fase (46), y en el cual los parámetros de fase de dichas K señales de correlación (26-1, 26-2, ... 26 -K) se proporcionan a dicho bloque de procesamiento de receptor (36) para dicha determinación.

12. Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el cual dicha señal de código (58) es generada por un bloque de generación de código (40) de dicho bloque de canal de recepción (16-1, 16-2, ..., o 16-N) en respuesta a una señal de control de código (38) indicativa de dicha realimentación de bucle de retardo de dicho bloque de procesamiento de receptor (36) como una parte de un bucle de enganche de retardo
30 (44).

35 **13.** Un método de acuerdo con la reivindicación 6, en el cual dicha señal intermedia de datos (54) es generada por un bloque de eliminación de portadora residual (20) de

dicho bloque de canal de recepción (16-1, 16-2, ..., 16 o N-) en respuesta a una señal de control de frecuencia (50) indicativa de dicha realimentación de bucle de fase de dicho bloque de procesamiento de receptor (36).

14. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, que consiste en:

- 5 seguir hasta cero una señal temprana menos tardía de uno de dichos al menos dos pares de las señales de correlación;
 utilizar otra señal temprana menos tardía de otro de dichos al menos dos pares de las señales de correlación para dicha determinación.

15. Un producto de programa informático que comprende: una estructura de
 10 almacenamiento legible por ordenador que contiene un código de programa informático en el mismo para la ejecución mediante un procesador informático con dicho código de programa informático, en el cual dicho código de programa informático comprende instrucciones para realizar un método de acuerdo con cualquier reclamación precedente, indicado como estando realizado por cualquier componente
 15 del receptor de espectro ensanchado, o un terminal que contiene dicho receptor de espectro ensanchado.

16. Un receptor de espectro ensanchado que comprende:

- medio (16) para realizar un análisis de correlación de una señal digital (14) generada a partir de una señal radiofrecuencia que comprende un componente
 20 de trayectoria múltiple utilizando al menos dos pares de señales de correlación, cada par siendo simétrico con respecto a una señal inmediata, al mantener iguales las señales de correlación de un par de dichos dos pares utilizando un bucle de enganche de retardo (44) y evaluar una diferencia entre las señales de correlación de otro par de dichos dos pares, en el cual cada señal de correlación (26) es generada por un correlador (24) utilizando una señal de código retardado (25) y una señal intermedia de datos (54) generada a partir de la señal digital; y
 25 medios de procesamiento (36) para detectar dicho componente de trayectoria múltiple y determinar si una distorsión de dicha señal de radiofrecuencia causada por dicho componente de trayectoria múltiple cumple una condición predeterminada utilizando un dicho análisis de correlación de dicha señal digital (14), y para decidir si seguir procesando la señal de radiofrecuencia recibida utilizando los resultados de dicho análisis de detección por trayectoria múltiple para implementar un análisis de detección por trayectoria múltiple de dicha
 30 señal de radiofrecuencia por dicho receptor de espectro ensanchado.

17. Un receptor de espectro ensanchado (10) de acuerdo con la reivindicación 16, en

el cual dicha señal de radiofrecuencia es utilizada por dicho receptor de espectro ensanchado (10) para seguir procesando posterior más allá de dicho medio de procesamiento (36) después de tomar dicha decisión, sólo si dicha distorsión cumple dicha condición predeterminada, para implementar una función selectiva de dicha operación de detección por trayectoria múltiple del receptor de espectro ensanchado (10).

18. Un receptor de espectro ensanchado de acuerdo con la reivindicación 16, en el cual dicha señal de radiofrecuencia es una señal de acceso múltiple por división de código.

19. Un receptor de espectro ensanchado de acuerdo con la reivindicación 16, en el cual dicho medio de realización de análisis de correlación (16) comprende N bloques de canal de recepción, siendo N un número entero de al menos un valor de uno, y cada una de dichos N bloques de canal de recepción (16-1, 16-2, ..., y 16-N) comprende:

medio (64) para generar una señal intermedia de datos (54) al eliminar una frecuencia portadora residual de dicha señal digital (14) usando una realimentación de bucle de fase;

medio (66) para generar una señal de código (58) indicativa de una realimentación de bucle de retardo;

K módulos de correlador (24-1, 24-2, ... 24-K), en la cual K es un número entero impar de al menos un valor de tres, para generar (70) cada una de las K señales correlación (26-1, 26-2, 26-K ...) por medio de un módulo correspondiente de dichos K módulos de correlador (24-1, 24-2, ... 24-K) utilizando dicha señal intermedia de datos (54) y K señales de código retardado (25-1, 25-2, ... 25-K) y para proporcionar dichas K señales de correlación a dicho bloque de procesamiento de receptor (36) para dicha determinación de si una distorsión de dicha señal de radiofrecuencia causada por dicho componente de trayectoria múltiple cumple una condición predeterminada utilizando un análisis de correlación de dicha señal digital (14), en el cual dicha cada una de dichas K señales de correlación (26-1, 26-2, ... 26-K) contiene un parámetro de amplitud o un parámetro de fase o tanto dicho parámetro de amplitud como dicho parámetro de fase;

y

K módulos de retardo (22-1, 22-2, ... 22-K), para proporcionar cada una de las K señales de código consecutivamente retardado (25-1, 25-2, ... 25-K) a un módulo de correlador correspondiente de dichos K módulos de correlador (24-

1, 24-2, ... 24-K), en el cual dicha cada una de dichas K señales de código retardado (25-1, 25-2, ... 25-K) es consecutivamente e individualmente retardada por valores preseleccionados relativos a una señal de código previamente retardado de dichas K señales de código retardado consecutivamente (25-1, 25-2, ... 25-K) empezando por dicha señal de código (58) proporcionada a un primer módulo de retardo (22-1) de dichos K módulos de retardo por dicho bloque de procesamiento de receptor (36).

20. Un receptor de espectro ensanchado (10) de acuerdo con la reivindicación 19, en el cual y dicha distorsión de dicha señal de radiofrecuencia causada por dicho componente de trayectoria múltiple se evalúa mediante dichos medios de procesamiento (36) utilizando dicha condición predeterminada al comparar dicho parámetro de amplitud de una señal de correlación M_{th} de dichas K señales de correlación (26-1, 26-2, ... 26-K) generadas mediante una señal de código retardado M_{th} de dichas K señales de código consecutivamente retardado (25-1, 25-2, ... 25-K), donde $M=1$, o $2 \dots$ o $(K-1)/2$, y dicho parámetro de amplitud de una señal de correlación L_{th} correspondiente de dichas K señales código consecutivamente retardado (25-1, 25-2, ... 25-K) generadas mediante una señal de código retardado L_{th} correspondiente de dichas K señales de correlación (26-1, 26-2, ... 26-K), donde $L=K$, o $K-1 \dots$ o $(K+3)/2$.

21. Un receptor de espectro ensanchado (10) de acuerdo con la reivindicación 19, en el cual dicho parámetro de amplitud de dos señales de correlación de dichas K señales de correlación (26-1, 26-2, ... 26-K), generadas por módulos de correlación correspondientes utilizando señales de código retardado correspondientes (25-1, 25-2, ... 25-K) de dichas K señales de código retardado consecutivamente retardadas por $(K-1)/2$ y $(K+3)/2$ veces respectivamente, se mantiene igual utilizando dicha condición predeterminada.

22. Un receptor de espectro ensanchado (10) de acuerdo con la reivindicación 21, en el cual dicha distorsión de dicha señal de radiofrecuencia causada por dicho componente de trayectoria múltiple es evaluada por dicho medio de procesamiento (36) al comparar el parámetro de amplitud de una primera de dichas K señales de correlación (26-1, 26-2, ... 26-K), generadas mediante una primera señal de código retardado de dichas K señales de código consecutivamente retardado (25-1, 25-2, ... 25-K) y una última de dichas K señales de correlación (26-1, 26-2, ... 26-K) generadas mediante una última señal de código retardado de dichas K señales de código consecutivamente retardado (25-1, 25-2, ... 25-K).

23. Un receptor de espectro ensanchado (10) de acuerdo con la reivindicación 22, en

el cual $K=5$.

24. Un receptor de espectro ensanchado (10) de acuerdo con la reivindicación 19, en el cual dicho parámetro de fase de una señal de correlación de dichas K señales de correlación (26-1, 26-2, ... 26-K), generadas por un módulo de correlador correspondiente de dichos K módulos de correlador utilizando una señal de código correspondiente de dichas K señales de código retardado consecutivamente (25-1, 25-2, ... 25-K) retardado por $(K+1)/2$ veces, se mantiene a cero usando un bucle de enganche de fase (46) de dicho receptor de espectro ensanchado (10), y en el cual los parámetros de fase de dichas K señales de correlación (26-1, 26-2, ... 26-K) se proporcionan a dicho bloque de procesamiento de receptor (36) para dicha determinación.

25. Un receptor de espectro ensanchado (10) de acuerdo con la reivindicación 19, en el cual dicho bloque de canal de recepción comprende un bloque de generación de código, para generar dicha señal de código (58) en respuesta a una señal de control de código (38) indicativa de dicha realimentación de bucle de retardo de dicho medio de procesamiento (36) como una parte de un bucle de enganche de retardo (44).

26. Un receptor de espectro ensanchado (10) de acuerdo con la reivindicación 19, en el cual dicho bloque de canal de recepción comprende un bloque de eliminación de portadora residual para generar dicha señal intermedia de datos (54) en respuesta a una señal de control de frecuencia (50) indicativa de dicha realimentación de bucle de fase de dicho bloque de procesamiento de receptor (36).

27. Un receptor de espectro ensanchado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 26, que comprende:

una antena (11), que responde a la señal de radiofrecuencia que contiene un componente de trayectoria múltiple, para proporcionar una señal eléctrica de radiofrecuencia; y

un preprocesador (12), que responde a la señal eléctrica de radiofrecuencia, para proporcionar la señal digital.

28. Un receptor de espectro ensanchado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 27, en el cual dicho receptor de espectro ensanchado está configurado para realizar un seguimiento hasta cero de una señal temprana menos tardía de otro de dichos al menos dos pares de las señales de correlación para dicha determinación.

29. Un receptor de espectro ensanchado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 15 a 28, en el cual dicho receptor de espectro ensanchado es un receptor de sistema global de navegación por satélite, un receptor de sistema de

posicionamiento global o un receptor Galileo.

30. Un sistema que comprende:

un satélite, para proporcionar una señal de radiofrecuencia;

una estación de base, para proporcionar una señal de radiofrecuencia más
5 utilizada para comunicaciones móviles;

y

un terminal, que responde a dicha señal de radiofrecuencia o a dicha señal de
radiofrecuencia más, ambas conteniendo un componente de trayectoria
múltiple, en el cual dicho terminal comprende un receptor de espectro
10 ensanchado (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16 a 29.

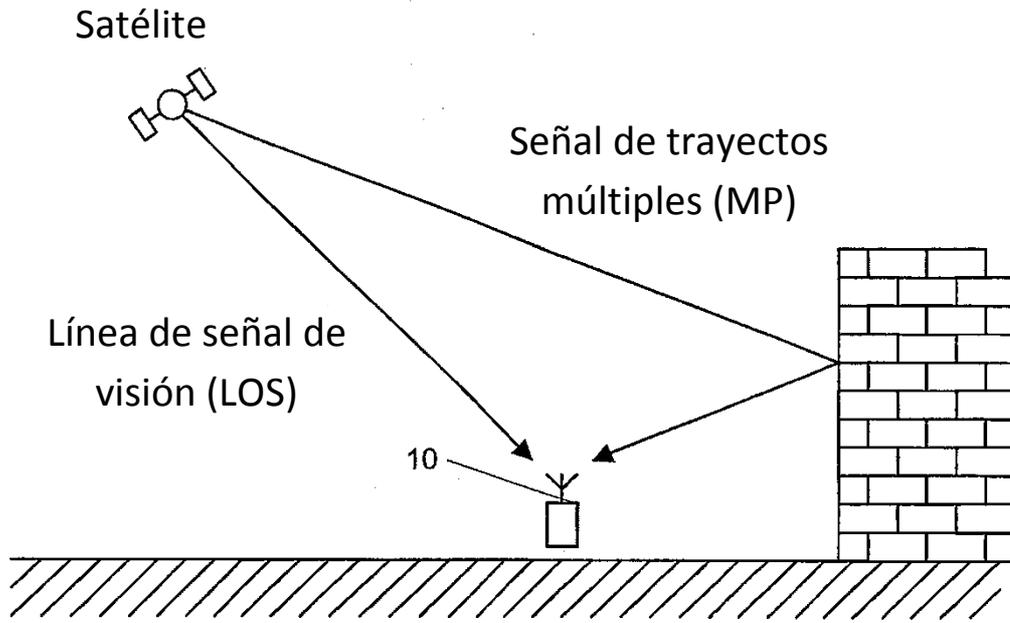


Figura 1

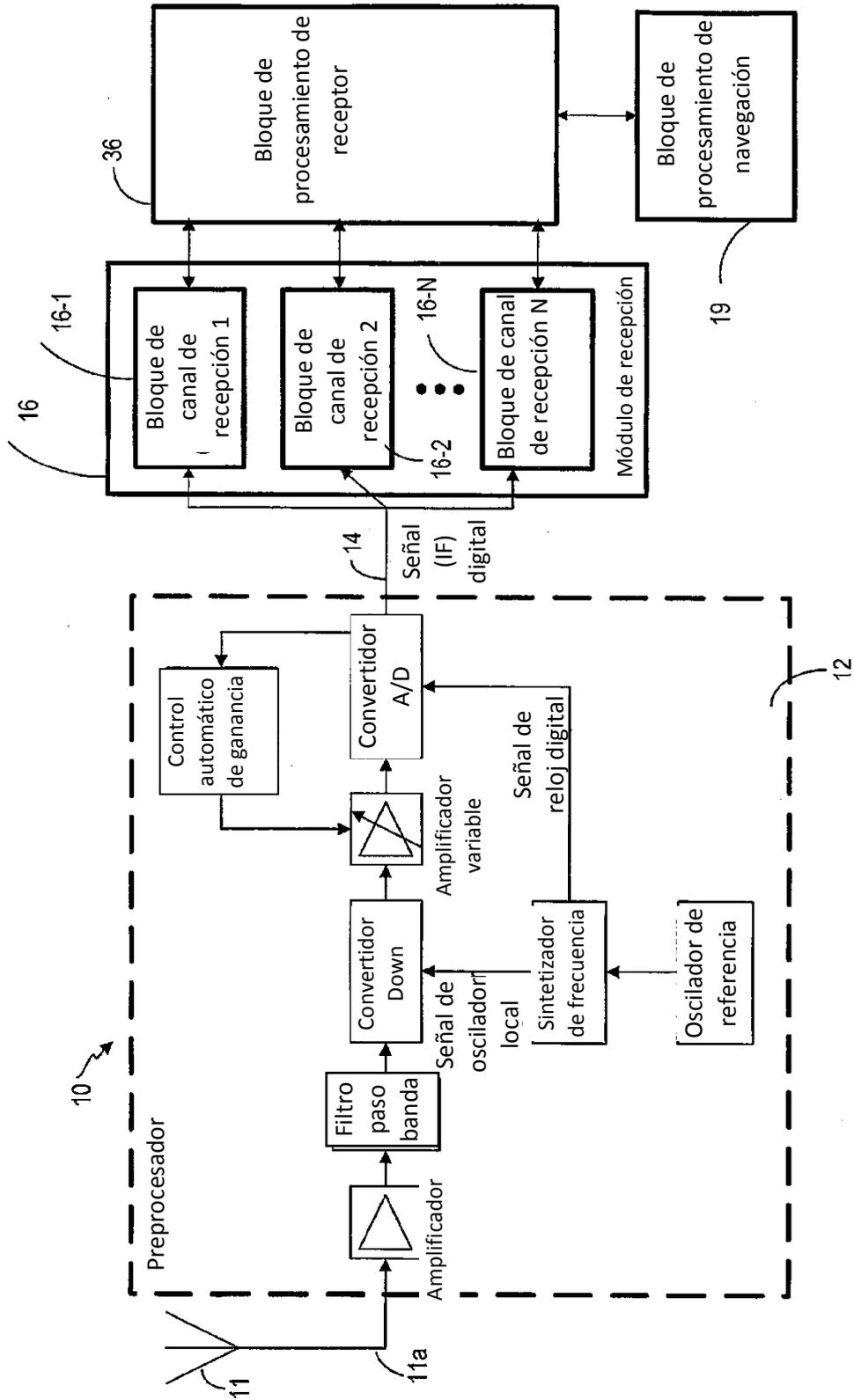


Figura 2

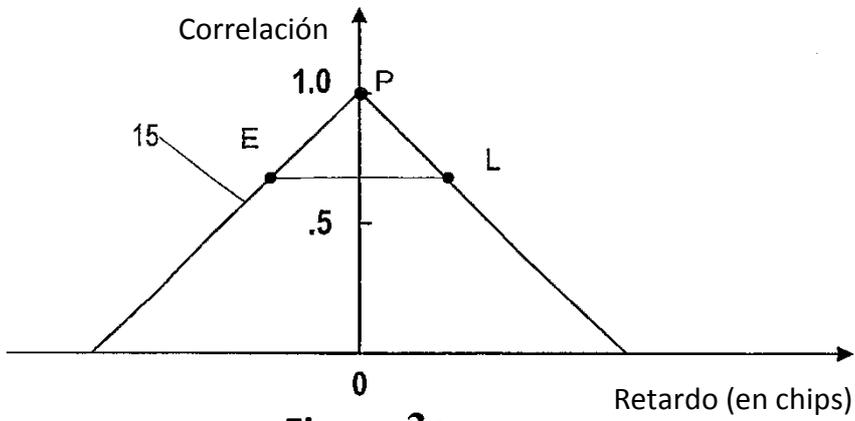


Figura 3a

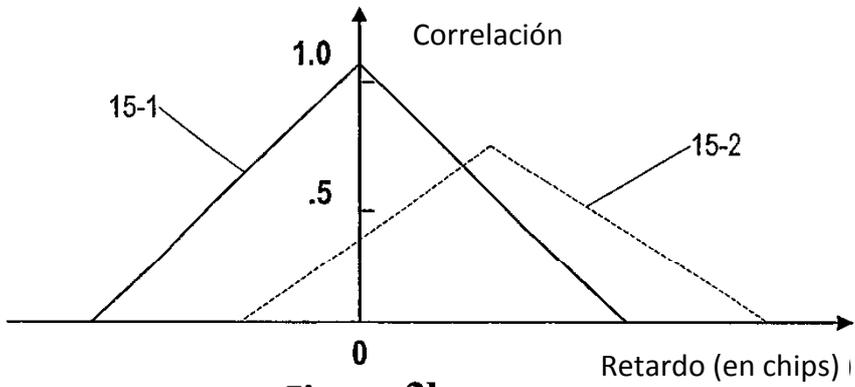


Figura 3b

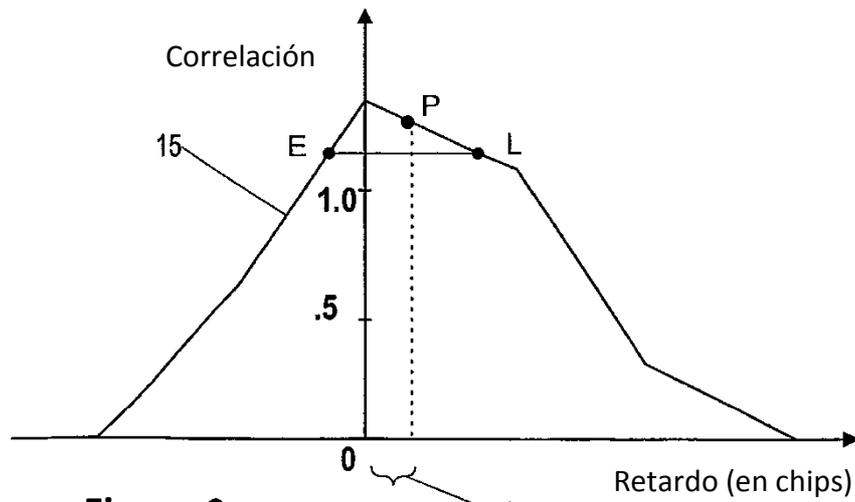


Figura 3c

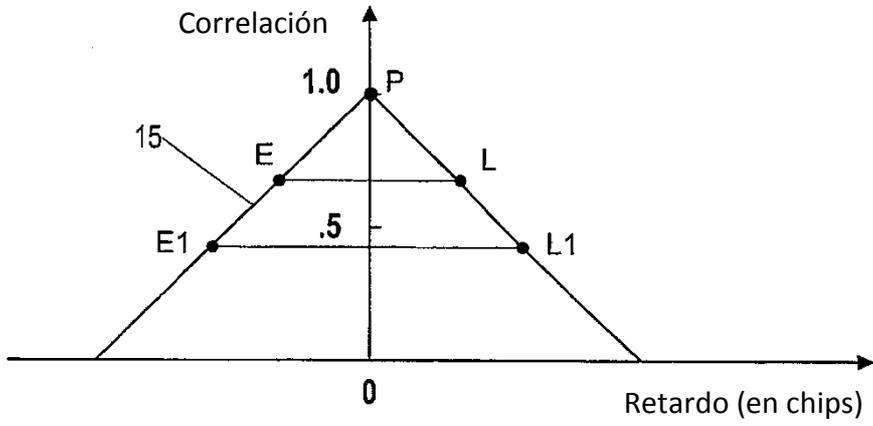


Figura 4a

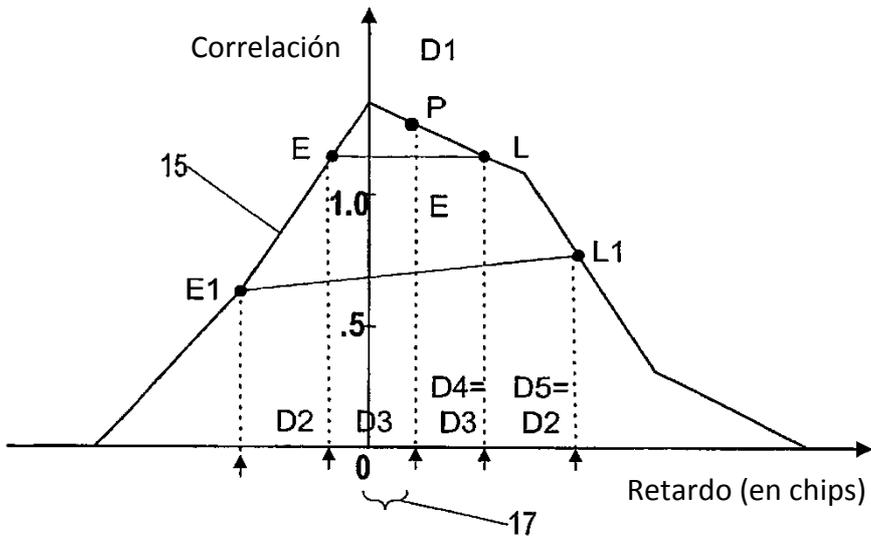


Figura 4b

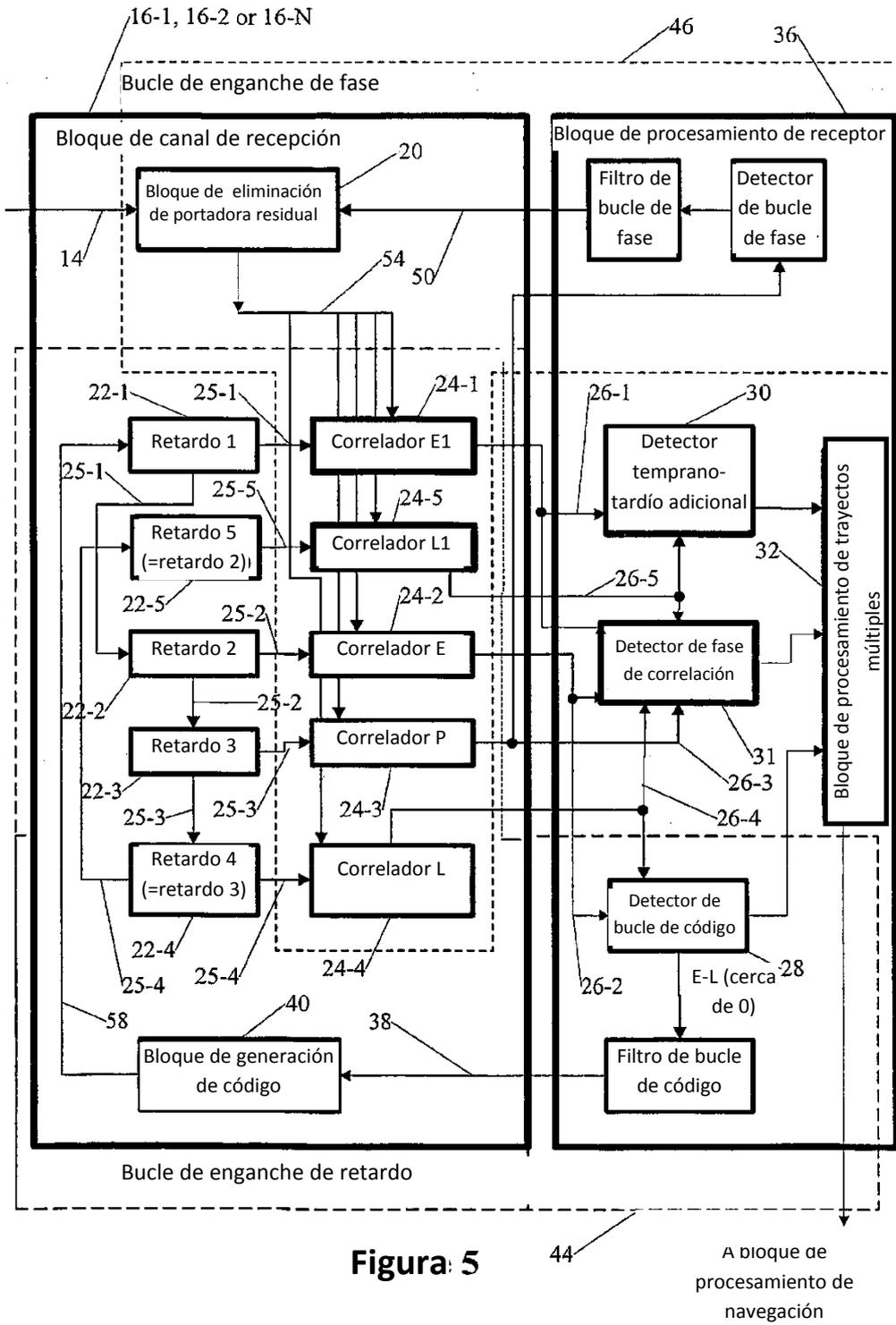


Figura: 5

A bloque de procesamiento de navegación

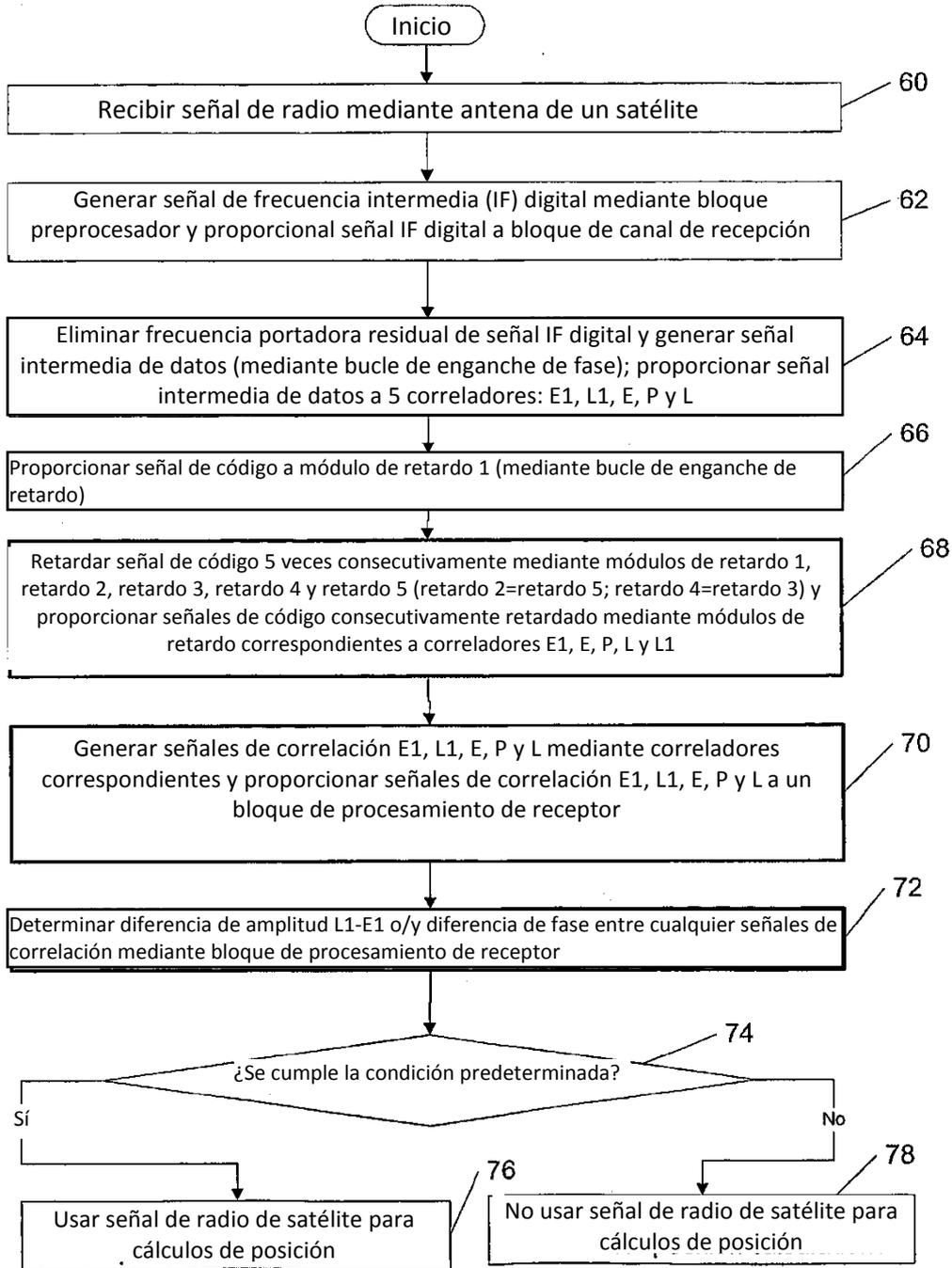


Figura 6

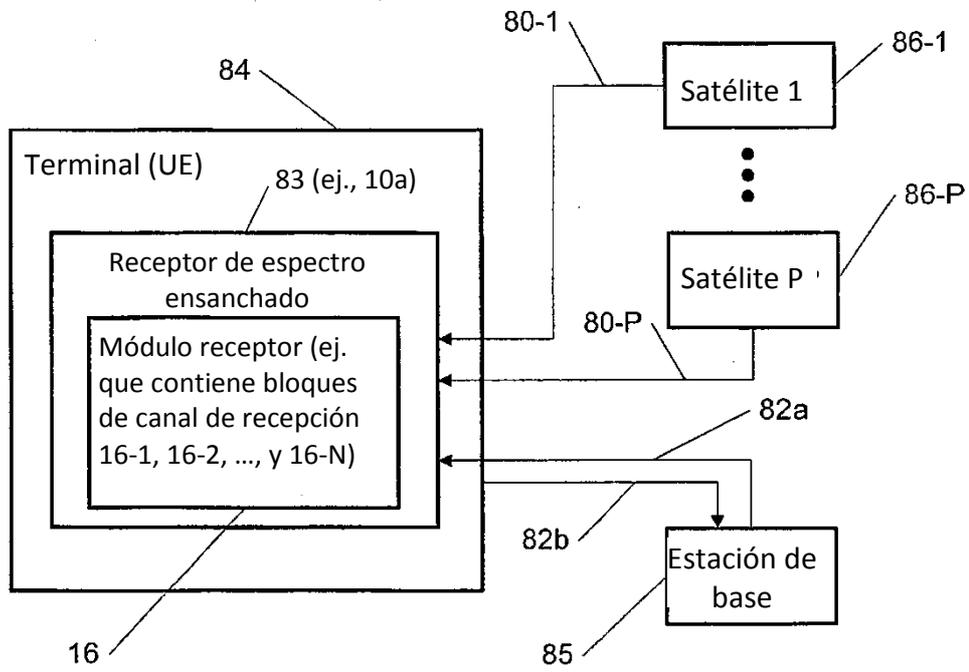


Figura 7