



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 358 058**

(51) Int. Cl.:
H04B 1/707 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **07820243 .9**

(96) Fecha de presentación : **17.09.2007**

(97) Número de publicación de la solicitud: **2074704**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **01.07.2009**

(54) Título: **Procedimiento de recepción y receptor para una señal de radionavegación modulada por una forma de onda de ensanchamiento CBOC o TMBOC.**

(30) Prioridad: **19.09.2006 FR 06 53818**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
05.05.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
05.05.2011

(73) Titular/es: **Centre National d'Etudes Spatiales
2 place Maurice Quentin
75039 Paris Cédex 01, FR**

(72) Inventor/es: **Issler, Jean-Luc;
Ries, Lionel;
Julien, Olivier y
Macabiau, Christophe**

(74) Agente: **Curell Aguilá, Marcelino**

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

CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un procedimiento de recepción, respectivamente a un receptor, para una señal de radionavegación modulada por una forma de onda de ensanchamiento de tipo CBOC (del inglés "Composite Binary Offset Carrier") o TMBOC (del inglés "Time-Multiplexed Binary Offset Carrier").

ESTADO DE LA TÉCNICA

Los sistemas de posicionamiento por satélite tales como GPS ("Global Positioning System"), Galileo, GLONASS, QZSS, Compass, IRNSS y otros utilizan señales de navegación moduladas denominadas "de espectro ensanchado". Estas señales transportan esencialmente códigos pseudoaleatorios formados por secuencias numéricas que se repiten periódicamente, cuya función principal es permitir un acceso múltiple por distribución de código (CDMA) y proporcionar una medición precisa del tiempo de propagación de la señal emitida por el satélite. De manera complementaria, las señales de posicionamiento por satélites también pueden transportar datos útiles.

En el caso de GPS, las señales de navegación se transmiten en las bandas de frecuencias L1, centrada en 1575,42 MHz, y L2, centrada en 1227,6 MHz. En el transcurso de la modernización de GPS, se añadirá la banda L5, centrada en 1176,45 MHz. Los satélites de la constelación Galileo transmitirán en las bandas E2-L1-E1 (siendo la parte de banda media L1 la misma que la de GPS), E5a (que, según la nomenclatura Galileo, representa la banda L5 prevista para el GPS), E5b (centrada en 1207,14 MHz) y E6 (centrada en 1278,75 MHz).

Las señales de navegación se forman mediante modulación de las frecuencias centrales (portadoras). Ya se han implantado, o por lo menos se han considerado, diferentes esquemas de modulación para realizar las señales de navegación. Para garantizar la interoperabilidad y la compatibilidad entre los sistemas GPS y Galileo, los Estados Unidos de América y la Unión Europea se han puesto de acuerdo con respecto a determinados puntos referentes a los esquemas de modulación de las señales en la banda L1, utilizada por los dos sistemas. Pueden extraerse más detalles sobre los esquemas de modulación propuestos de la publicación "MBOC: The New Optimized Spreading Modulation Recommended for GALILEO L1 OS and GPS L1C", Hein *et al.*, InsideGNSS, mayo/junio de 2006, págs. 57-65.

Uno de los esquemas de modulación utilizados como candidato para la modulación de la señal Galileo OS L1 se conoce con la denominación "modulación TMBOC". Por otro lado, este tipo de modulación ya se ha utilizado para la señal GPS L1C. La forma de onda de ensanchamiento TMBOC que modula la portadora puede describirse como sucesión que alterna segmentos de una primera forma de onda BOC(n_2, m) y segmentos de una segunda forma de onda BOC(n_1, m), siendo $n_1 > n_2$. "BOC" designa una modulación de portadora de doble desfase, la abreviatura viene de la expresión "Binary Offset Carrier". De manera general, BOC(n, m) es una función del tiempo t definida por:

$$BOC(n, m)(t) = C_m(t) \cdot \text{sign}[\sin(2\pi f_{sc} t)], \quad (1)$$

en la que $C_m(t)$ es un código pseudoaleatorio con una tasa de elementos de código ("chip rate") $m \times 1,023$ Mcps que adopta los valores +1 ó -1 y f_{sc} la frecuencia $n \times 1,023$ MHz. Una condición con respecto a n y m es que la relación $2n/m$ sea entera. La forma de onda de ensanchamiento TMBOC(n_1, n_2) se define por:

$$TMBOC_m(n_1, n_2)(t) = \begin{cases} C_m(t) \cdot \text{sign}[\sin(2\pi f_{n_2} t)] & \text{si } t \in S2 \\ C_m(t) \cdot \text{sign}[\sin(2\pi f_{n_1} t)] & \text{si } t \in S1 \end{cases} \quad (2)$$

en la que $f_{n_1} = n_1 \times 1,023$ MHz, $f_{n_2} = n_2 \times 1,023$ MHz, en la que S1 es la unión de los segmentos "BOC(n_1, m)" y S2 la unión de los segmentos "BOC(n_2, m)", siendo S1 y S2 complementarias en el eje del tiempo, y donde $C_m(t)$ es el código pseudoaleatorio de la señal, con una tasa de elementos de código $m \times 1,023$ Mcps y que adopta los valores +1 ó -1. Para las señales GPS L1C así como Galileo OS L1 se obtendrán, dado el caso, $m=1$, $n_2=1$ y $n_1=6$. La relación entre la longitud de los segmentos "BOC(1,1)" y la longitud de los segmentos "BOC(6,1)" determina cómo se distribuye la potencia de la señal entre sus dos componentes.

Otro esquema de modulación candidato para la modulación de la señal Galileo OS L1 se conoce con la denominación "modulación CBOC". La forma de onda de ensanchamiento CBOC que modula la portadora es una combinación lineal de una primera forma de onda BOC(n_2, m) y de una segunda forma de onda BOC(n_1, m). Una forma de onda CBOCm (n_1, n_2) puede escribirse, en ese caso como:

$$CBOC_m(n_1, n_2)(t) = V \cdot BOC(n_2, m)(t) + W \cdot BOC(n_1, m)(t), \quad (3)$$

en la que V y W son parámetros reales que definen la ponderación relativa de las componentes BOC(n_2, m) y BOC(n_1, m). En el caso de una forma de onda CBOC, las dos componentes BOC llevan el mismo código pseudoaleatorio. Si se utiliza esta modulación para Galileo OS L1, se obtendrá $m=1$, $n_1=6$ y $n_2=1$. En la figura 1 se representa una forma de onda de modulación CBOC(6,1).

Para determinar en un receptor el tiempo de propagación de la señal emitida por un satélite (la pseudodistancia), el procedimiento de recepción de la señal comprende una etapa de correlación. En el campo técnico, es bien conocido correlacionar la forma de onda que modula la señal de radionavegación con réplicas locales de esta forma de onda de modulación. La forma de onda de modulación presenta una fase en principio desconocida que debe determinarse para calcular la posición del receptor. El procedimiento se desarrolla normalmente de manera iterativa y comienza con una estimación inicial de la fase desconocida de la forma de onda de modulación. A continuación, se genera en el receptor una réplica local instantánea de la forma de onda de modulación, es decir, una copia de la forma de onda de modulación cuya fase corresponde a la estimación, que a continuación se correlaciona con la forma de onda de modulación. Paralelamente, se genera una o varias réplicas locales desfasadas de la forma de onda de modulación, es decir, una o varias copias de la forma de onda de modulación cuya fase está adelantada o retardada con respecto a la estimación. Ésta o las réplicas locales desfasadas también se correlacionan con la forma de onda de modulación. Entonces se utilizan los resultados de estas correlaciones para mejorar la estimación de la fase de la forma de onda de modulación. A continuación, se reitera el procedimiento hasta que se haya determinado la fase con suficiente precisión.

En la solicitud de patente europea EP 1 681 773 se describe este procedimiento de recepción en el caso de una forma de onda de modulación de tipo CBOC. A continuación, se realiza la correlación de la señal entrante modulada por una forma de onda CBOC y de una réplica local de esta forma de onda CBOC. Esta solución implica, a nivel del receptor, la generación de una réplica CBOC. Por tanto, es necesario implementar una cuantificación a cuatro niveles en la entrada del correlador, lo que necesita por lo menos una arquitectura de 2 bits. La misma solicitud de patente también menciona un segundo procedimiento: en éste, se realiza una correlación entre la señal entrante y una réplica local de la primera componente BOC y otra correlación entre la señal entrante y una réplica local de la segunda componente

BOC. A continuación, se combinan los resultados de las dos correlaciones. En este segundo procedimiento, las réplicas locales presentan un bit lo que puede considerarse ventajoso con respecto a la primera solución. El precio que se va a pagar es un número de operaciones de correlación duplicado con respecto a la primera solución, siendo todo lo demás igual.

5 La solicitud de patente francesa 06 05551 presenta un procedimiento y un receptor mejorados para la recepción de una señal CBOC que presenta una componente $\text{BOC}(n_1, m)$ y una componente $\text{BOC}(n_2, m)$, con $n_2 < n_1$. Con el fin de realizar la correlación entre una forma de onda local y la forma de onda CBOC difundida por los satélites, en un intervalo de tiempo de duración T , esta solicitud propone generar la forma de onda local como forma de onda binaria (número de referencia 12 en la figura 2), formada en dicho intervalo de tiempo por una sucesión alternante que comprende por lo menos un segmento de forma de onda $\text{BOC}(n_1, m)$ 14 y por lo menos un segmento de forma de onda $\text{BOC}(n_2, m)$ 16, presentando el por lo menos un segmento $\text{BOC}(n_1, m)$ 14 una duración total de αT , estando α estrictamente comprendida entre 0 y 1, presentando el por lo menos un segmento $\text{BOC}(n_2, m)$ 16 una duración total de $(1 - \alpha)T$. Este procedimiento no implica, concretamente, ninguna forma de onda de más de dos niveles y tampoco necesita un número más elevado de correladores.

La figura 3 muestra el esquema simplificado de un canal de recepción de un receptor adaptado para la realización del procedimiento descrito en el documento FR 06 05551. Se observa que se utiliza la misma forma de onda binaria local s_{LOC} para realizar las diferentes correlaciones.

Durante la puesta en práctica del procedimiento descrito en el documento FR 06 05551, se observa, concretamente en el caso $m=1$, $n_1=6$ y $n_2=1$, que si α aumenta, es decir, si se aumenta la parte proporcional de la componente $\text{BOC}(6, 1)$ en perjuicio de la parte proporcional de la componente $\text{BOC}(1, 1)$ en la forma de onda local s_{LOC} , la degradación de la relación C/N_0 (relación de la potencia C de la portadora con respecto a la densidad espectral N_0 del ruido) se vuelve más importante, lo que hace que la recepción de la señal sea más difícil. En la figura 4 se representa la degradación de la relación C/N_0 en función del valor del parámetro α para dos tipos de formas de onda de modulación CBOC (una con una onceava parte de la potencia total en la componente $\text{BOC}(6, 1)$, la otra con dos onceavas partes, mencionándose esta distribución de potencia a modo de ejemplo). Por el contrario, si α aumenta, también se observa un aumento del rendimiento de sincronización ("tracking performance") y una mejor resistencia a los efectos de múltiples trayectorias.

OBJETIVO DE LA INVENCION

Un objetivo de la presente invención es proponer un nuevo procedimiento de recepción de una señal de radionavegación modulada por una forma de onda de ensanchamiento.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INVENCION

Para recibir una señal de radionavegación modulada por una forma de onda de modulación, comprendiendo la forma de onda de modulación una componente $\text{BOC}(n_1, m)$ y una componente $\text{BOC}(n_2, m)$, siendo n_2 estrictamente inferior a n_1 , se realiza, en un intervalo de tiempo de duración T , una correlación entre una forma de onda local instantánea y la forma de onda de modulación y una correlación entre una forma de onda local desfasada (adelantada o retardada) y dicha forma de onda de modulación. Según la invención, dicha forma de onda local instantánea se genera como forma de onda binaria que comprende en dicho intervalo de tiempo por lo menos un segmento de forma de onda $\text{BOC}(n_2, m)$ con una duración total de $(1 - \alpha_A)T$ en dicho intervalo de tiempo, siendo α_A un parámetro superior o igual a 0 y estrictamente inferior a 1. Todavía según la invención, dicha forma de onda local desfasada se genera como forma de onda binaria que comprende en dicho intervalo de tiempo por lo menos un segmento de forma de onda $\text{BOC}(n_1, m)$ con una duración total de $\alpha_B T$ en dicho intervalo de tiempo, siendo α_B un parámetro estrictamente superior a 0 e inferior o igual a 1, y siendo α_A diferente

de α_B . Con la excepción de los casos en los que $\alpha_A=0$, la forma de onda local instantánea comprende, en dicho intervalo de tiempo, por lo menos un segmento de forma de onda BOC(n_1,m); la duración total de este por lo menos un segmento es de $\alpha_A T$. Con la excepción de los casos en los que $\alpha_B=1$, la forma de onda local desfasada comprende, en dicho intervalo de tiempo, por lo menos un segmento de forma de onda BOC(n_2,m); la duración total de este por lo menos un segmento es de $(1-\alpha_B)T$. Debido a que α_A y α_B son diferentes, las formas de onda locales instantánea y desfasada difieren en las partes proporcionales de los segmentos BOC(n_1,m) y BOC(n_2,m). Gracias a la invención, pueden adaptarse por tanto por separado las formas de onda instantánea y desfasada para realizar una recepción mejorada de la señal de radionavegación. Esto permite, en cierta medida, desacoplar la mejora del rendimiento de sincronización de la degradación de la relación C/N₀ al tiempo que se conserva la ventaja de las formas de onda locales binarias.

En el caso particular en el que $\alpha_A=0$, la forma de onda local instantánea es una réplica local de la componente BOC (n_2,m) de la forma de onda compuesta en dicho intervalo de correlación. El valor de α_B , en principio, puede seleccionarse libremente en el intervalo definido anteriormente, aunque preferentemente en una parte superior de este intervalo, por ejemplo de 0,8 a 1.

En el caso particular en el que $\alpha_B=1$, la forma de onda local desfasada es una réplica local de la componente BOC (n_1,m) de la forma de onda compuesta en dicho intervalo de tiempo. El valor de α_A , en principio, puede seleccionarse libremente en el intervalo definido anteriormente, aunque preferentemente en una parte inferior de este intervalo, por ejemplo de 0 a 0,2.

Preferentemente, el valor del parámetro α_A es sustancialmente inferior al valor del parámetro α_B . El caso en el que se cumplen las dos condiciones $\alpha_A=0$ y $\alpha_B=1$ se considera particularmente ventajoso.

La forma de onda local desfasada puede comprender una forma de onda local adelantada y/o una forma de onda retardada y/o una diferencia entre una forma de onda local adelantada y una forma de onda local retardada. Según una forma de realización preferida de la invención, se realiza una correlación en una vía instantánea de un receptor (entre la forma de onda de modulación entrante y la forma de onda local binaria instantánea), una correlación en una vía denominada "retardada" del receptor (entre la forma de onda de modulación entrante y una forma de onda local binaria retardada) y una correlación en una vía denominada "adelantada" del receptor (entre la forma de onda de modulación entrante y una forma de onda local binaria adelantada). Según otra forma de realización preferida de la invención, se realiza, en una primera vía, una correlación entre la forma de onda de modulación entrante y la forma de onda local binaria instantánea y, en una segunda vía, una correlación entre la forma de onda de modulación entrante y la diferencia de una forma de onda binaria local adelantada y de una forma de onda binaria local retardada.

Debe observarse que el procedimiento según la invención es particularmente ventajoso para la recepción de una señal de radionavegación modulada por una forma de onda de modulación de tipo CBOC, comprendiendo ésta una combinación lineal de parámetros reales de la componente BOC(n_1,m) y de la componente BOC(n_2,m). No obstante, el procedimiento también puede utilizarse para recibir una señal de radionavegación modulada por una forma de onda de modulación de tipo TMBOC, comprendiendo ésta una sucesión que alterna segmentos de la componente BOC(n_1,m) y segmentos de la componente BOC(n_2,m). Un receptor adaptado para la puesta en práctica del procedimiento podrá por tanto recibir tanto señales moduladas según el esquema CBOC como señales moduladas según el esquema TMBOC, lo cual garantizará la interoperabilidad GPS L1 C/Galileo OS L1, incluso aunque se utilice el esquema de modulación CBOC para Galileo OS L1.

Un receptor para poner en práctica el procedimiento comprende ventajosamente generadores de forma de onda local para generar una forma de onda local instantánea y una forma de onda local desfasada, así como unos correladores para realizar, en el intervalo de tiempo de duración T , una correlación entre la forma de onda local instantánea y la forma de onda de modulación y una correlación entre la forma de onda local desfasada y la forma de onda de modulación. Estos generadores de forma de onda local están configurados para generar dicha forma de onda local instantánea como forma de onda binaria que comprende en dicho intervalo de tiempo por lo menos un segmento de forma de onda BOC(n_2, m) con una duración total de $(1 - \alpha_A)T$ en dicho intervalo de tiempo, siendo α_A un parámetro superior o igual a 0 y estrictamente inferior a 1, y para generar dicha forma de onda local desfasada como forma de onda binaria que comprende en dicho intervalo de tiempo por lo menos un segmento de forma de onda BOC(n_1, m) con una duración total de $\alpha_B T$ en dicho intervalo de tiempo, siendo α_B un parámetro diferente del parámetro α_A y estrictamente superior a 0 e inferior o igual a 1.

Preferentemente, el receptor comprende un generador de forma de onda local instantánea, un generador de forma de onda local desfasada, un primer correlador dotado de un mezclador para mezclar la forma de onda de modulación con la forma de onda local instantánea procedente del generador de forma de onda local instantánea y un segundo correlador dotado de un mezclador para mezclar la forma de onda de modulación con la forma de onda local desfasada procedente del generador de forma de onda local desfasada.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Otras particularidades y características de la invención se pondrán de manifiesto en la descripción detallada de formas de realización ventajosas presentadas a continuación, a título ilustrativo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos que muestran:

la figura 1 muestra una representación temporal de una forma de onda CBOC(6,1);

la figura 2 muestra una representación temporal de una forma de onda binaria local formada por una sucesión de segmentos BOC (6,1) y BOC(1,1);

la figura 3 muestra un esquema básico de un receptor que utiliza la misma forma de onda local binaria en los correladores instantáneo y desplazado;

la figura 4 muestra una representación de la degradación de la relación C/N_0 en función del parámetro α , para el receptor de la figura 3;

la figura 5 muestra una representación del error de seguimiento de código en función de la relación C/N_0 para el receptor de la figura 3;

la figura 6 muestra un esquema básico de un receptor adaptado para poner en práctica el nuevo procedimiento;

la figura 7 muestra un esquema básico de otro receptor adaptado para poner en práctica el nuevo procedimiento;

la figura 8 muestra una representación del error de seguimiento de código en función de la relación C/N_0 , para el nuevo procedimiento, con la condición $\alpha_A=0$ y para diferentes valores de α_B , y para un caso de comparación;

la figura 9 muestra una representación de la salida del discriminador en función de la desviación temporal entre el código de la señal entrante y el código local para el nuevo procedimiento, con la condición $\alpha_A=0$ y para diferentes valores de α_B , y para un caso de comparación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La figura 1 muestra una forma de onda CBOC(6,1) 10, definida por:

$$CBOC(6,1)(t) = V \cdot BOC(1,1)(t) - W \cdot BOC(6,1)(t) \quad (4)$$

siendo V y W son los factores de ponderación. En este caso, al igual que a continuación, la tasa de elementos de código del código pseudoaleatorio se fija a 1, lo que permite omitir el índice "m" en las notaciones introducidas para las ecuaciones (1)-(3).

Para la señal Galileo OS L1, se consideran diferentes valores de V y de W, que dependen del esquema de multiplexación de esa señal. Se utilizan por ejemplo las notaciones CBOC(6,1,1/11), CBOC(6,1,2/11). Los índices "1/11" y "2/11" indican el esquema de multiplexación utilizado para la señal de radionavegación y hacen referencia a una determinada ponderación de las componentes BOC(1,1) y BOC(6,1). Para CBOC(6,1,1/11), se obtiene $V=0,383998$ y $W=0,121431$; para CBOC(6,1,2/11), se obtiene $V=0,358235$ y $W=0,168874$. Algunas veces, se utiliza un signo "+" o "-" para indicar si el coeficiente W está precedido por un "+" o por un "-" en la ecuación (4): por ejemplo CBOC(6,1,1/11,-) o CBOC(6,1,1/11,+).

Con el fin de poder ilustrar mejor las ventajas de la presente invención, en primer lugar va a tratarse la degradación de la relación C/N_0 , el rendimiento de sincronización y la resistencia a las múltiples trayectorias en el caso de un procedimiento de recepción de una señal de radionavegación que utiliza en las vías de correlación instantánea y desfasadas la misma forma de onda binaria local 12, formada en el intervalo de correlación (de duración T) por una sucesión alternante que comprende por lo menos un segmento de forma de onda BOC(6,1) 14 y por lo menos un segmento de forma de onda BOC(1,1) 16, presentando el por lo menos un segmento BOC(6,1) 14 una duración total de αT , estando α estrictamente comprendida entre 0 y 1, y presentando el por lo menos un segmento BOC(1,1) 16 una duración total de $(1-\alpha)T$. Se indicará como $\beta=1-\alpha$ y $s_{LOC}(\alpha)$ la forma de onda local binaria.

El receptor mostrado en la figura 3 comprende correladores 18.1-18.6 que presentan cada uno un mezclador 20.1-20.6, que mezcla la señal entrante de tipo CBOC con una copia de la forma de onda binaria local s_{LOC} del tipo mostrado en la figura 2 y un integrador 22.1-22.6 que realiza la integración de las señales mezcladas y que produce una señal de salida. El primer correlador 18.1, denominado "adelantado", proporciona el valor de la correlación $I_{E,SLOC(\alpha)}$ de la parte en fase de la señal entrante CBOC($t-\tau$) y de una copia "adelantada" $s_{LOC}(t-\hat{\tau}-\Delta/n)$ de la forma de onda binaria local s_{LOC} . (τ es la fase del código pseudoaleatorio de la señal recibida y $\hat{\tau}$ una estimación de τ , Δ es la duración de un elemento de código y n determina la fracción de duración de elemento de código que está adelantada la copia de la forma de onda binaria local con respecto a la estimación $\hat{\tau}$). El segundo correlador 18.2 es un correlador "instantáneo" que proporciona el valor $I_{P,SLOC(\alpha)}$ de la correlación de la parte en fase de la señal entrante CBOC($t-\tau$) y de una copia instantánea $s_{LOC}(t-\hat{\tau})$ de la forma de onda binaria local. El tercer correlador 18.3 es un correlador "retardado", que proporciona el valor $I_{L,SLOC(\alpha)}$ de la correlación de la parte en fase de la señal entrante CBOC($t-\tau$) y de una copia "retardada" $s_{LOC}(t-\hat{\tau}+\Delta/n)$ de la forma de onda binaria local s_{LOC} . El correlador 18.4 proporciona el valor de la correlación $Q_{E,SLOC(\alpha)}$ de la parte en cuadratura de fase de la señal entrante CBOC($t-\tau$) y de una copia "adelantada" $s_{LOC}(t-\hat{\tau}-\Delta/n)$ de la forma de onda binaria local s_{LOC} . El correlador 18.5 proporciona el valor $Q_{P,SLOC(\alpha)}$ de la correlación de la parte en cuadratura de fase de la señal entrante CBOC($t-\tau$) y de una copia instantánea $s_{LOC}(t-\hat{\tau})$ de la forma de onda binaria local. El correlador 18.6 proporciona el valor $Q_{L,SLOC(\alpha)}$ de la correlación de la parte en cuadratura de fase de la señal entrante CBOC($t-\tau$) y de una copia "retardada" $s_{LOC}(t-\hat{\tau}+\Delta/n)$ de la forma de onda binaria local s_{LOC} .

Por tanto, en la salida de los correladores se obtiene:

$$I_{X,SLOC(\alpha)} = \left((\beta V R_{BOC(1,1)}(\epsilon_\tau + \delta_X) - (\beta W + \alpha V) R_{BOC(1,1)/BOC(6,1)}(\epsilon_\tau + \delta_X)) + \alpha W R_{BOC(6,1)}(\epsilon_\tau + \delta_X) \right) \cos(\epsilon_\phi) + r_{X,SLOC(\alpha)} \quad (5)$$

$$Q_{X,SLOC(\alpha)} = \left((\beta V R_{BOC(1,1)}(\epsilon_\tau + \delta_X) - (\beta W + \alpha V) R_{BOC(1,1)/BOC(6,1)}(\epsilon_\tau + \delta_X)) + \alpha W R_{BOC(6,1)}(\epsilon_\tau + \delta_X) \right) \sin(\epsilon_\phi) + r_{X,SLOC(\alpha)} \quad (6)$$

5 en la que "X" indica la vía de correlación considerada (X=L: vía de correlación retardada, X=P: vía de correlación instantánea, X=E: vía de correlación adelantada), $R_{BOC(1,1)}$ la función de autocorrelación de una forma de onda BOC(1,1), $R_{BOC(6,1)}$ la función de autocorrelación de una forma de onda BOC(6,1) y $R_{BOC(1,1)/BOC(6,1)}$ la función de correlación entre una forma de onda BOC(1,1) y una forma de onda BOC(6,1), ϵ_τ la diferencia entre la fase del código pseudoaleatorio local $\hat{\tau}$, estimación de la fase τ del código pseudoaleatorio de la señal entrante, y de la fase τ , ϵ_ϕ , la diferencia entre la fase $\hat{\phi}$ de la portadora de la señal local, estimación de la fase ϕ de la portadora de la señal entrante, y de la fase ϕ , $\delta_X = -\Delta/n$ para X=E, $\delta_X = 0$ para X=P y $\delta_X = +\Delta/n$ para X=L, y r representa el ruido en la salida del correlador.

15 A continuación, se considerará la correlación $R_{CBOC/SLOC(\alpha)}$ de una forma de onda CBOC definida en (4) y de una forma de onda local binaria $S_{LOC}(\alpha)$:

$$R_{CBOC/SLOC(\alpha)}(t) = (\beta V R_{BOC(1,1)}(t) - (\beta W + \alpha V) R_{BOC(1,1)/BOC(6,1)}(t) + \alpha W R_{BOC(6,1)}(t)) \quad (7)$$

La función de autocorrelación $R_{SLOC(\alpha)}$ de la forma de onda local binaria $S_{LOC}(\alpha)$ puede aproximarse como:

$$R_{SLOC(\alpha)}(t) = \beta R_{BOC(1,1)}(t) + \alpha R_{BOC(6,1)}(t), \quad (8)$$

20 y la función de autocorrelación R_{CBOC} de la función CBOC se escribe como:

$$R_{CBOC}(t) = (V^2 R_{BOC(1,1)}(t) - 2VW R_{BOC(1,1)/BOC(6,1)}(t) + W^2 R_{BOC(6,1)}(t)). \quad (9)$$

La degradación de la relación C/N₀ puede expresarse como:

$$\text{deg}_{C/N_0}(\alpha) = \frac{(R_{CBOC/SLOC(\alpha)}(0))^2}{(R_{CBOC}(0))^2} = \frac{(V + \alpha(W - V))^2}{(V^2 + W^2)^2},$$

25 lo cual significa que cuanto mayor es el valor de α , más importante es la pérdida de señal de correlación con respecto al caso en el que se utiliza una réplica CBOC como forma de onda local. La degradación de la relación C/N₀ se representa en la figura 4 para la recepción de señales CBOC(6,1,1/11) (curva 24) y CBOC(6,1,2/11) (curva 26). Se observa que para obtener una degradación de la relación C/N₀ inferior a 3 dB, debe seleccionarse α en el intervalo comprendido entre 0 y 0,4.

Los valores en la salida de los correladores se utilizan en un bucle para minimizar el valor de ε_r . Por ejemplo, puede calcularse el discriminador de producto escalar D ("dot product discriminator"):

$$D = (I_{E,SLOC(\alpha)} - I_{L,SLOC(\alpha)})I_{P,SLOC(\alpha)} + (Q_{E,SLOC(\alpha)} - Q_{L,SLOC(\alpha)})Q_{P,SLOC(\alpha)} \quad (10)$$

5 El error teórico de seguimiento de código resultante se expresa como:

$$\sigma_{DP,SLOC(\alpha)}^2 = \frac{B_L (1 - 0,5 B_L T) \tilde{R}_{SLOC(\alpha)}(d)}{\frac{P}{2N_0} \left(\frac{d\tilde{R}_{CBOC/SLOC(\alpha)}(x)}{dx} \Big|_{x=\frac{d}{2}} \right)^2} \left(1 + \frac{\tilde{R}_{SLOC(\alpha)}(0)}{\frac{PT}{N_0} \tilde{R}_{CBOC/SLOC(\alpha)}^2(0)} \right), \quad (11)$$

en la que las funciones de autocorrelación filtradas vienen dadas por

$$\tilde{R}_X(x) = \int_{-B}^{+B} |G_X(f)|^2 e^{-2i\pi fx} df \quad (11')$$

y las funciones de intercorrelación filtradas por

$$\tilde{R}_{X/Y}(x) = \int_{-B}^{+B} G_X(f) G_Y^*(f) e^{-2i\pi fx} df. \quad (11'')$$

10

En las ecuaciones (11)-(11'') anteriores, B representa el ancho de la banda del filtro de cabeza HF (en este caso se supone que el filtro es rectangular), B_L la banda del filtro de bucle de la DLL, T el tiempo de integración utilizado para la correlación, P la potencia de la señal utilizada entrante; d la separación entre la forma de onda local adelantada y la forma de onda local retardada, N_0 el nivel de la densidad espectral del ruido térmico, y G_X la transformada de Fourier de la forma de onda X.

15

El error de seguimiento de código se representa en función de la relación C/N_0 en la figura 5 para diferentes valores de α , en el caso de seguimiento de una señal CBOC(6,1,2/11,'-'), una separación de 0,1 elementos de código entre la forma de onda binaria local adelantada y la forma de onda binaria local retardada, un filtro de 12 MHz (unilateral) en la entrada y 4 ms de tiempo de integración (de correlación). Se observa que el error disminuye si α aumenta. En cuanto al rendimiento de sincronización, sería por tanto ventajoso elegir α próxima a 1. Ahora bien, en lo anterior, acaba de verse que para esos valores de α , la degradación de la relación C/N_0 es considerable.

20

25

Además, se observa que para $\alpha=0,2$, la envolvente de múltiples trayectorias equivale a la que se obtiene cuando se utiliza como forma de onda local una réplica CBOC(6,1,2/11,'-').

30

Según la presente invención, se utilizan formas de onda local instantánea y desfasadas diferentes. Esto permite optimizar las formas de onda locales desfasadas independientemente de la forma local instantánea. La figura 6 muestra el esquema de un primer receptor adaptado para poner en práctica el procedimiento. El receptor comprende correladores 62.1-62.6 que presentan cada uno un mezclador 64.1-64.6, que mezcla la señal entrante de tipo CBOC con una copia de forma de onda binaria local y un integrador 66.1-66.6 que realiza la integración de las señales mezcladas y produce una señal de salida.

El receptor presenta un conjunto de generadores 68.1-68.3 de forma de onda binaria local. El generador 68.1 genera una copia adelantada $s_{LOC2}(t-\tau-\Delta/n)$ de una forma de onda binaria local s_{LOC2} . La forma de onda s_{LOC2} comprende en el intervalo de correlación un segmento de forma de onda BOC(6,1) con una duración total de $\alpha_B T$ y, si $\alpha_B \neq 1$, un segmento de forma de onda BOC(1,1) con una duración de $(1-\alpha_B)T$. A continuación, se supondrá que α_B se encuentra en el intervalo semiabierto $]0,1[$, lo que permitirá tratar el caso particular $\alpha_B=1$ al mismo tiempo que los demás casos. Si $\alpha_B=1$, la forma de onda s_{LOC2} es una forma de onda BOC(6,1) pura. Para valores de α_B estrictamente inferiores a 1, s_{LOC2} también comprende un segmento BOC(1,1) y puede presentar, por ejemplo, el aspecto de la forma de onda 12 de la figura 2. El generador 68.3 genera una copia retardada $s_{LOC2}(t-\hat{\tau}+\Delta/n)$ de la forma de onda binaria local s_{LOC2} . El generador 68.2 genera una copia instantánea $s_{LOC1}(t-\hat{\tau})$ de una forma de onda binaria local s_{LOC1} . La forma de onda s_{LOC1} comprende en el intervalo de correlación un segmento de forma de onda BOC(1,1) con una duración total de $(1-\alpha_A)T$ y, si $\alpha_A \neq 0$, un segmento de forma de onda BOC(6,1) con una duración de $\alpha_A T$. A continuación, se supondrá que α_A se encuentra en el intervalo semiabierto $]0,1[$. Si $\alpha_A=0$, la forma de onda s_{LOC1} es una forma de onda BOC(1,1) pura. Para valores de α_A estrictamente superiores a 0, s_{LOC2} también comprende un segmento BOC(6,1) y también puede adoptar el aspecto de la forma de onda 12.

El correlador 62.1, proporciona el valor de la correlación $I_{E,SLOC2(\alpha_B)}$ de la parte en fase de la señal entrante CBOC $(t-\tau)$ y de una copia “adelantada” $s_{LOC2}(t-\hat{\tau}-\Delta/n)$ de la forma de onda binaria local s_{LOC2} . (Al igual que antes, τ es la fase del código pseudoaleatorio de la señal recibida y $\hat{\tau}$ una estimación de τ , Δ es la duración de un elemento de código y n determina la fracción de duración de elemento de código que está adelantada la copia de la forma de onda binaria local con respecto a la estimación $\hat{\tau}$). El correlador 62.2 es un correlador “instantáneo” que proporciona el valor $I_{P,SLOC1(\alpha_A)}$ de la correlación de la parte en fase de la señal entrante CBOC $(t-\tau)$ y de una copia instantánea $s_{LOC1}(t-\hat{\tau})$ de la forma de onda binaria local s_{LOC1} . El correlador 62.3 es un correlador “retardado”, que proporciona el valor $I_{L,SLOC2(\alpha_B)}$ de la correlación de la parte en fase de la señal entrante CBOC $(t-\tau)$ y de una copia “retardada” $s_{LOC2}(t-\hat{\tau}+\Delta/n)$ de la forma de onda binaria local s_{LOC2} . El correlador 62.4 proporciona el valor de la correlación $Q_{E,SLOC2(\alpha_B)}$ de la parte en cuadratura de fase de la señal entrante CBOC $(t-\tau)$ y de una copia “adelantada” $s_{LOC2}(t-\hat{\tau}-\Delta/n)$ de la forma de onda binaria local s_{LOC2} . El correlador 62.5 proporciona el valor $Q_{P,SLOC1(\alpha_A)}$ de la correlación de la parte en cuadratura de fase de la señal entrante CBOC $(t-\tau)$ y de una copia instantánea $s_{LOC1}(t-\hat{\tau})$ de la forma de onda binaria local s_{LOC1} . El correlador 62.6 proporciona el valor $Q_{L,SLOC2(\alpha_B)}$ de la correlación de la parte en cuadratura de fase de la señal entrante CBOC $(t-\tau)$ y de una copia “retardada” $s_{LOC2}(t-\hat{\tau}+\Delta/n)$ de la forma de onda binaria local s_{LOC2} . Por motivos de claridad, la figura 6 sólo muestra las conexiones que van respectivamente de los generadores 68.1, 68.2 y 68.3 a los mezcladores 64.4, 64.5 y 64.6. Las conexiones hacia los mezcladores 64.1, 64.2 y 64.3 no se han dibujado.

La figura 7 muestra el esquema básico de otro receptor 70 que puede ejecutar el nuevo procedimiento. El receptor 70 comprende correladores 72.1-72.4 que presentan cada uno un mezclador 74.1-74.4, que mezcla la señal entrante de tipo CBOC con una copia de forma de onda binaria local y un integrador 76.1-76.4 que realiza la integración de las señales mezcladas y produce una señal de salida.

El receptor presenta un conjunto de generadores 78.1-78.3 de forma de onda binaria local. El generador 78.1 genera una copia adelantada $s_{LOC2}(t-\hat{\tau}-\Delta/n)$ de una forma de onda binaria local s_{LOC2} . El generador 78.3 genera una copia retardada $s_{LOC2}(t-\hat{\tau}+\Delta/n)$ de la forma de onda binaria local s_{LOC2} . El generador 78.2 genera una copia instantánea $s_{LOC1}(t-\hat{\tau})$ de una forma de onda binaria local s_{LOC1} . La definición de las formas de onda s_{LOC1} y s_{LOC2} se ha facilitado en la descripción de la figura 6. Un sumador 77 produce la diferencia entre las copias

adelantada $s_{LOC2}(t-\hat{t}-\Delta/n)$ y retardada $s_{LOC2}(t-\hat{t}+\Delta/n)$ de la forma de onda local s_{LOC2} que recibe de los generadores 78.1 y 78.3. Esta diferencia se introduce en los mezcladores 74.1 y 74.3. El correlador 72.3 proporciona el valor de la correlación $Q_{E,SLOC2(\alpha B)} - Q_{L,SLOC2(\alpha B)}$ de la parte en cuadratura de fase de la señal entrante CBOC($t-\tau$) y de la diferencia de las copias adelantada y retardada de la forma de onda binaria local s_{LOC2} . El correlador 72.4 proporciona el valor $Q_{P,SLOC1(\alpha A)}$ de la correlación de la parte en cuadratura de fase de la señal entrante CBOC($t-\tau$) y de la copia instantánea $s_{LOC1}(t-\hat{t})$ de la forma de onda binaria local s_{LOC1} .

En las dos formas de ejecución del nuevo procedimiento, puede calcularse el discriminador de producto escalar, que se expresa tal como sigue:

$$D = (I_{E,SLOC2(\alpha B)} - I_{L,SLOC2(\alpha B)})I_{P,SLOC1(\alpha A)} + (Q_{E,SLOC2(\alpha B)} - Q_{L,SLOC2(\alpha B)})Q_{P,SLOC1(\alpha A)} \quad (12)$$

Para la recepción de una señal CBOC(6,1,1/11) o CBOC(6,1,2/11), el inconveniente más importante de la técnica que utiliza la misma forma de onda local binaria en las vías instantánea y desfasadas era la pérdida de correlación. Gracias a la presente invención, puede seleccionarse la forma de onda local instantánea con una parte proporcional de BOC(1,1) más importante, sin por ello reducir la parte proporcional de BOC(6,1) en las formas de onda locales adelantada o retardada, lo que mejora la sincronización.

A continuación, se tratará el caso particular $\alpha_A=0$, es decir, el caso en el que la forma de onda local instantánea es una forma de onda BOC(1,1). La primera consecuencia es que la pérdida de correlación (degradación de la relación C/N₀), en seguimiento de fase (para el que se utilizan únicamente los correladores instantáneos), es mínima (de aproximadamente 0,9 dB para una señal CBOC(6,1,2/11) y de aproximadamente 0,5 dB para una señal CBOC(6,1,1/11), tal como puede observarse en la figura 4).

Con $\alpha_A=0$ y el discriminador de producto escalar, se obtiene un error teórico de seguimiento de código:

$$\sigma_{DP,SLOC2(\alpha B)}^2 = \frac{B_L(1-0.5B_L T)\tilde{R}_{SLOC2(\alpha B)}(d)}{\frac{P}{2N_0} \left(\left| \frac{d\tilde{R}_{CBOC/SLOC2(\alpha B)}(x)}{dx} \right|_{x=\frac{d}{2}} \right)^2} \left(1 + \frac{\tilde{R}_{BOC(1,1)}(0)}{\frac{PT}{N_0} \tilde{R}_{CBOC/BOC(1,1)}^2(0)} \right) \quad (13)$$

Se observa que el término cuadrado de correlación entre la forma de onda binaria local y la forma de onda de modulación BOC(6,1), presente en la ecuación (11), se ha sustituido en este caso por el término cuadrado $\tilde{R}_{CBOC/BOC(1,1)}^2(0)$, que es grande. En consecuencia, el error cuadrático de seguimiento de código disminuye cuando α_A disminuye.

Se muestra que para una forma de onda de modulación CBOC(6,1,2/11,'-'), la desviación estándar del error de seguimiento de código disminuye para todas las relaciones C/N₀ si el valor del parámetro α_B aumenta ($\alpha_A=0$). En el caso extremo $\alpha_B=1$ (un BOC(6,1) puro como forma de onda local adelantada y retardada), se obtiene el mejor rendimiento de seguimiento.

Se verificaron las predicciones teóricas con ayuda de un simulador con los siguientes ajustes:

- + recepción de una señal CBOC(6,1,2/11,'-') con una duración de 40 s;

- + tiempo de integración de 4 ms;
 - + bucle DLL con asistencia de portadora y que presenta un ancho de banda de 1 Hz;
 - + bucle PLL que presenta un ancho de banda de 10 Hz, basándose el discriminador únicamente en la parte en cuadratura de fase;
- 5 + ancho de banda en la entrada de 10 MHz (unilateral)

Los resultados de las simulaciones se muestran en la figura 8 y en las siguientes tablas:

C/N ₀ (dB-Hz)	Degradación C/N ₀ (dB)		
	CBOC	$\alpha_B=0,5$	$\alpha_B=1$
30	0	-0,50	-0,49
35	0	-0,54	-0,54
40	0	-0,55	-0,55
45	0	-0,56	-0,56
50	0	-0,56	-0,56

C/N ₀ (dB-Hz)	Desviación estándar del error de seguimiento de código (m)		
	CBOC	$\alpha_B=0,5$	$\alpha_B=1$
30	0,467	0,653	0,467
35	0,241	0,336	0,242
40	0,112	0,154	0,138
45	0,074	0,102	0,075
50	0,043	0,063	0,046

C/N ₀ (dB-Hz)	Desviación estándar del error de seguimiento de fase (rad)		
	CBOC	$\alpha_B=0,5$	$\alpha_B=1$
30	0,0841	0,0904	0,0909
35	0,0461	0,0492	0,0493
40	0,0252	0,0267	0,0267
45	0,0144	0,0154	0,0154
50	0,0075	0,0079	0,0079

10 La figura 9 muestra el discriminador de producto escalar normalizado (por $(I_{P,SLOC(\alpha_A)}^2 + Q_{P,SLOC(\alpha_A)}^2 = I_{P,BOC(1,1)}^2 + Q_{P,BOC(1,1)}^2)$ para la recepción de una señal CBOC(6,1,2/11,'-') para diferentes valores de α_B . En comparación, también se muestra la curva que se obtiene con una forma de onda local CBOC(6,1,2/11,'-'). Para valores de α_B elevados, los puntos de

falso seguimiento son más pronunciados. Por tanto, deberá ponerse en práctica una técnica de seguimiento sin ambigüedad. Las curvas de la figura 9 se obtuvieron con los siguientes parámetros: una separación de 0,1 elementos de código entre la forma de onda binaria local adelantada y la forma de onda binaria local retardada, un filtro de 15 MHz (unilateral) en la entrada y 4 ms de tiempo de integración (de correlación).

En lo que se refiere a las múltiples trayectorias, resulta evidente que cuanto más importante es la parte proporcional de BOC(6,1) en la forma de onda binaria local, más se aproxima la envolvente de errores de múltiples trayectorias obtenida a una envolvente de errores de múltiples trayectorias de una forma de onda local BOC(6,1). Es difícil observar cómo se ve afectado el rendimiento, en cuanto a múltiples trayectorias, para valores $\alpha_B \geq 0,3$. Sin embargo, se supone que el rendimiento permanece aproximadamente igual. En este caso, a la vista del análisis anterior, probablemente es ventajoso utilizar un valor de α_B elevado, próximo a 1, incluso igual a 1.

En el análisis detallado de los rendimientos del nuevo procedimiento, se ha supuesto $\alpha_A = 0$. Resulta evidente que pueden realizarse rendimientos similares para valores de α_A próximos a, pero diferentes de, 0. Se observa también que la elección óptima de α_A y α_B dependerá sustancialmente de la forma de onda de modulación de la señal de radionavegación. Ésta puede ser una forma de onda CBOC, como en la descripción detallada, o bien, nuevamente, una forma de onda del tipo TMBOC, como se considera para la señal GPSL1C.

En el análisis, únicamente se ha comentado el discriminador de producto escalar. Se observará no obstante que existen otros discriminadores que también pueden utilizarse para implementar la presente invención, concretamente un discriminador "Early-Minus-Late" o "instantáneo", por ejemplo para detectar la fase de la señal entrante.

Cabe mencionar que para recibir varias señales emitidas por los satélites, un receptor necesita una pluralidad de canales de recepción. Para cada canal de recepción del receptor, hay un conjunto de correladores tal como se describe en la presente descripción, cuyas señales de salida se combinan para formar, en modo de adquisición de la señal, la estimación de energía de la señal recibida y, en modo de seguimiento de la señal, el discriminador del código pseudoaleatorio.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de recepción de una señal de radionavegación modulada por una forma de onda de modulación, comprendiendo la forma de onda de modulación una componente $\text{BOC}(n_1, m)$ y una componente $\text{BOC}(n_2, m)$, siendo n_1 distinto de n_2 ;

5 en el que se realizan, en un intervalo de tiempo de duración T , una correlación entre una forma de onda local instantánea y dicha forma de onda de modulación y una correlación entre una forma de onda local desfasada y dicha forma de onda de modulación;

10 caracterizado porque dicha forma de onda local instantánea se genera como forma de onda binaria que comprende en dicho intervalo de tiempo por lo menos un segmento de forma de onda $\text{BOC}(n_2, m)$ con una duración total de $(1-\alpha_A)T$ en dicho intervalo de tiempo, siendo α_A un parámetro superior o igual a 0 y estrictamente inferior a 1,

15 porque dicha forma de onda local desfasada se genera como forma de onda binaria que comprende en dicho intervalo de tiempo por lo menos un segmento de forma de onda $\text{BOC}(n_1, m)$ con una duración total de $\alpha_B T$ en dicho intervalo de tiempo, siendo α_B un parámetro estrictamente superior a 0 e inferior o igual a 1, y siendo los parámetros α_A y α_B diferentes.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que α_A es igual a 0.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que α_B es igual a 1.

4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que α_A es inferior a α_B .

20 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1, 3 y 4, en el que la forma de onda local instantánea comprende en dicho intervalo de tiempo por lo menos un segmento de forma de onda $\text{BOC}(n_1, m)$ con una duración total de $\alpha_A T$ en dicho intervalo de tiempo, estando α_A estrictamente comprendido entre 0 y 1.

25 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1, 2, 4 y 5, en el que la forma de onda local desfasada comprende en dicho intervalo de tiempo por lo menos un segmento de forma de onda $\text{BOC}(n_2, m)$ con una duración total de $(1-\alpha_B)T$ en dicho intervalo de tiempo, estando α_B estrictamente comprendido entre 0 y 1.

30 7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que dicha forma de onda local desfasada comprende una forma de onda local adelantada o una forma de onda retardada o una diferencia entre una forma de onda local adelantada y una forma de onda local retardada.

35 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que dicha forma de onda de modulación que modula la señal de radionavegación es una forma de onda de modulación de tipo CBOC, comprendiendo la forma de onda de modulación de tipo CBOC una combinación lineal de parámetros reales de la componente $\text{BOC}(n_1, m)$ y de la componente $\text{BOC}(n_2, m)$.

40 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que dicha forma de onda de modulación que modula la señal de radionavegación es una forma de onda de modulación de tipo TMBOC, comprendiendo la forma de onda de modulación de tipo TMBOC una sucesión que alterna segmentos de la componente $\text{BOC}(n_1, m)$ y segmentos de la componente $\text{BOC}(n_2, m)$.

10. Receptor (60, 70) que comprende unos medios (68.1-68.3, 78.1-78.3, 18.1-18.6, 62.1-62.6, 72.1-72.4, 20.1-20.6, 64.1-64.6, 74.1-74.4, 22.1-22.6, 66.1-66.6, 76.1-76.4, 77) para la puesta en práctica del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

45 11. Receptor (60, 70) según la reivindicación 10, que comprende

unos generadores de forma de onda local (68.1-68.3, 78.1-78.3) para generar una forma de onda local instantánea y una forma de onda local desfasada así como

unos correladores (18.1-18.6, 62.1-62.6, 72.1-72.4) para realizar, en un intervalo de tiempo de duración T , una correlación entre la forma de onda local instantánea y la forma de onda de modulación y una correlación entre la forma de onda local desfasada y la forma de onda de modulación;

estando configurados dichos generadores de forma de onda local (68.1-68.3, 78.1-78.3) para generar dicha forma de onda local instantánea como forma de onda binaria que comprende en dicho intervalo de tiempo por lo menos un segmento de forma de onda $\text{BOC}(n_2, m)$ con una duración total de $(1-\alpha_A)T$ en dicho intervalo de tiempo, siendo α_A un parámetro superior o igual a 0 y estrictamente inferior a 1, y para generar dicha forma de onda local desfasada como forma de onda binaria que comprende en dicho intervalo de tiempo por lo menos un segmento de forma de onda $\text{BOC}(n_1, m)$ con una duración total de $\alpha_B T$ en dicho intervalo de tiempo, siendo α_B un parámetro diferente del parámetro α_A , así como estrictamente superior a 0 e inferior o igual a 1.

12. Receptor (60,70) según la reivindicación 11, que comprende un generador de forma de onda local instantánea, un generador de forma de onda local desfasada (68.1, 68.3, 78.1, 78.3), un primer correlador (18.2, 18.5, 62.2, 62.5, 72.2, 72.5) provisto de un mezclador (20.2, 20.5, 64.2, 64.5, 74.2, 74.4) para mezclar la forma de onda de modulación con la forma de onda local instantánea y un segundo correlador (18.1, 18.3, 18.4, 18.6, 62.1, 62.3, 62.4, 62.6, 72.1, 72.3) provisto de un mezclador (20.1, 20.3, 20.4, 20.6, 64.1, 64.3, 64.4, 64.6, 74.1, 74.3) para mezclar la forma de onda de modulación con la forma de onda local desfasada.

Fig. 1

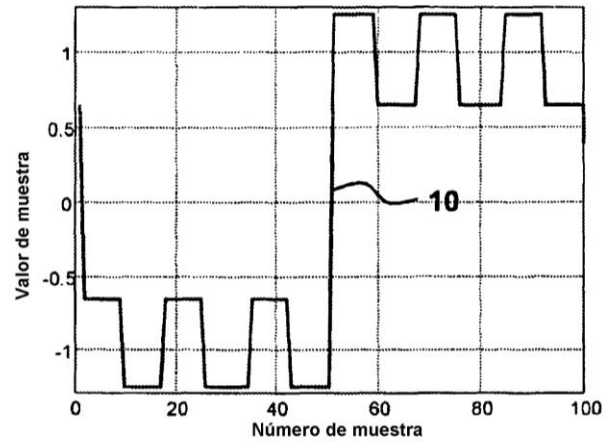


Fig. 2

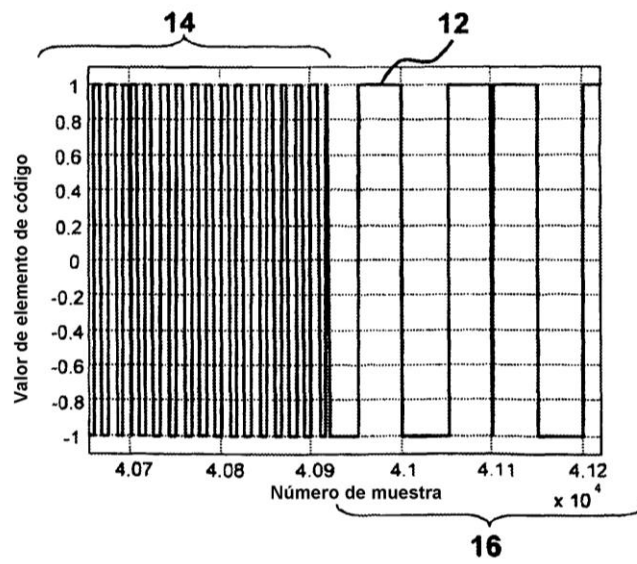


Fig. 3

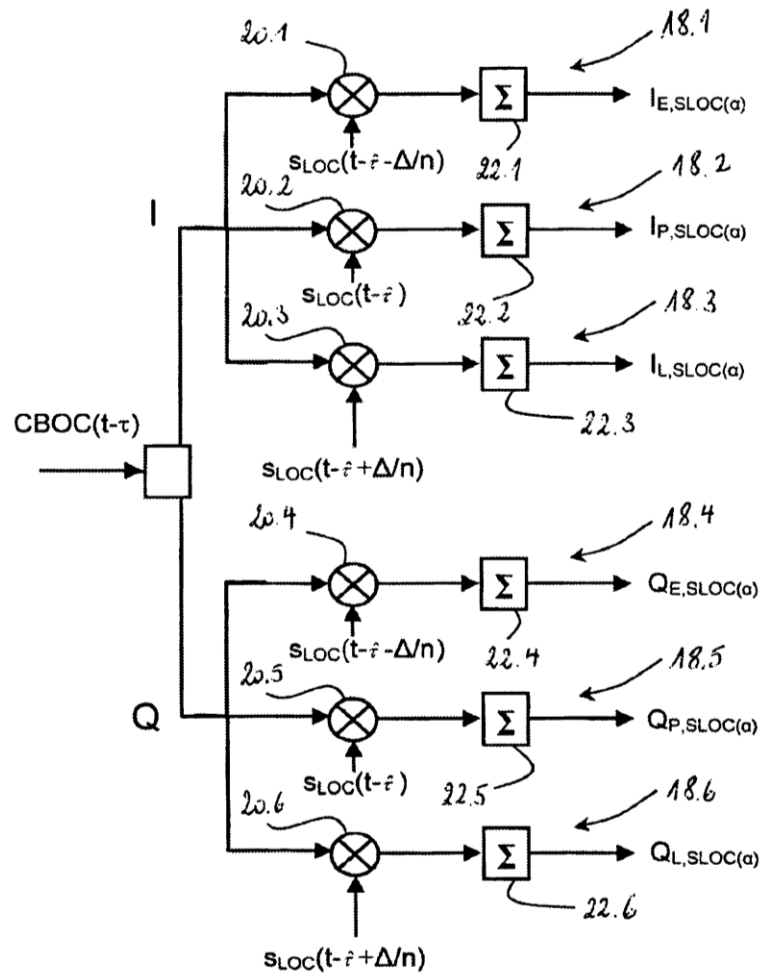


Fig. 4

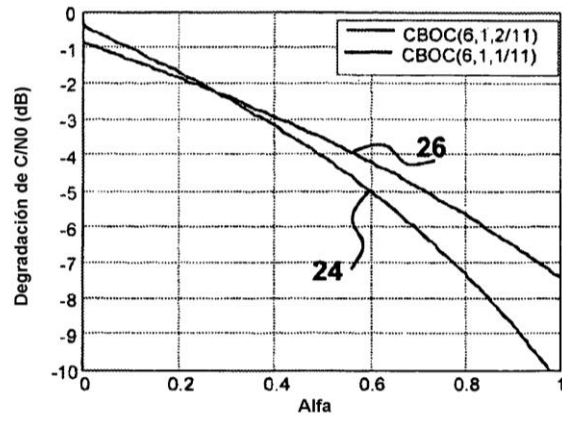


Fig. 5

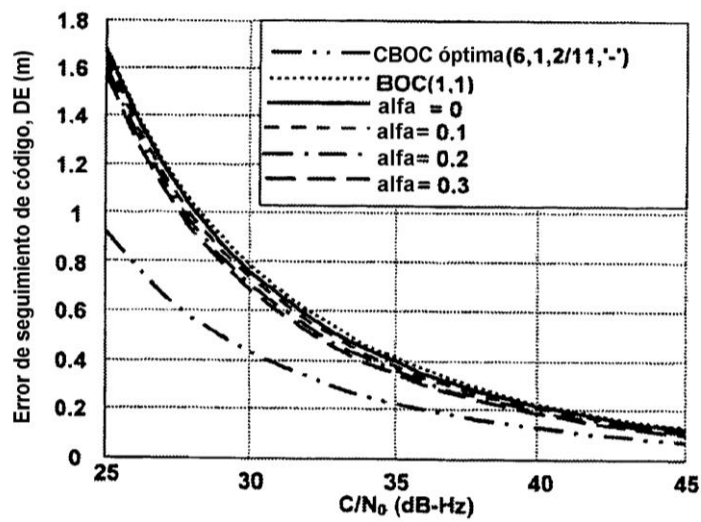


Fig. 6

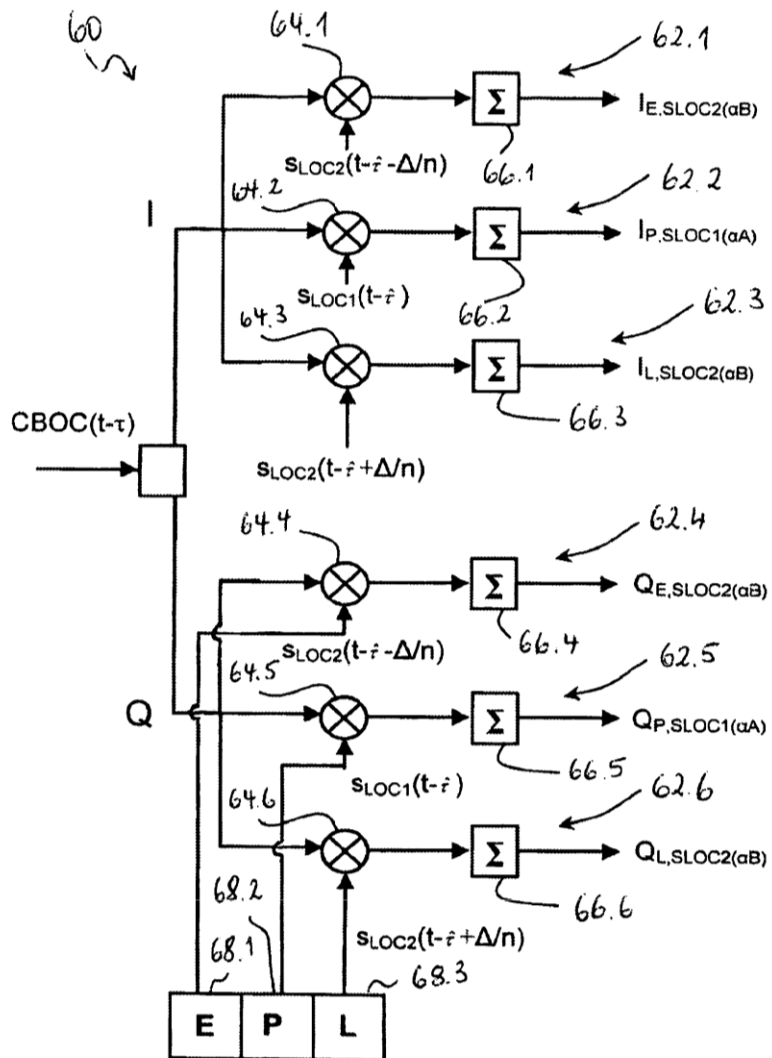


Fig. 7

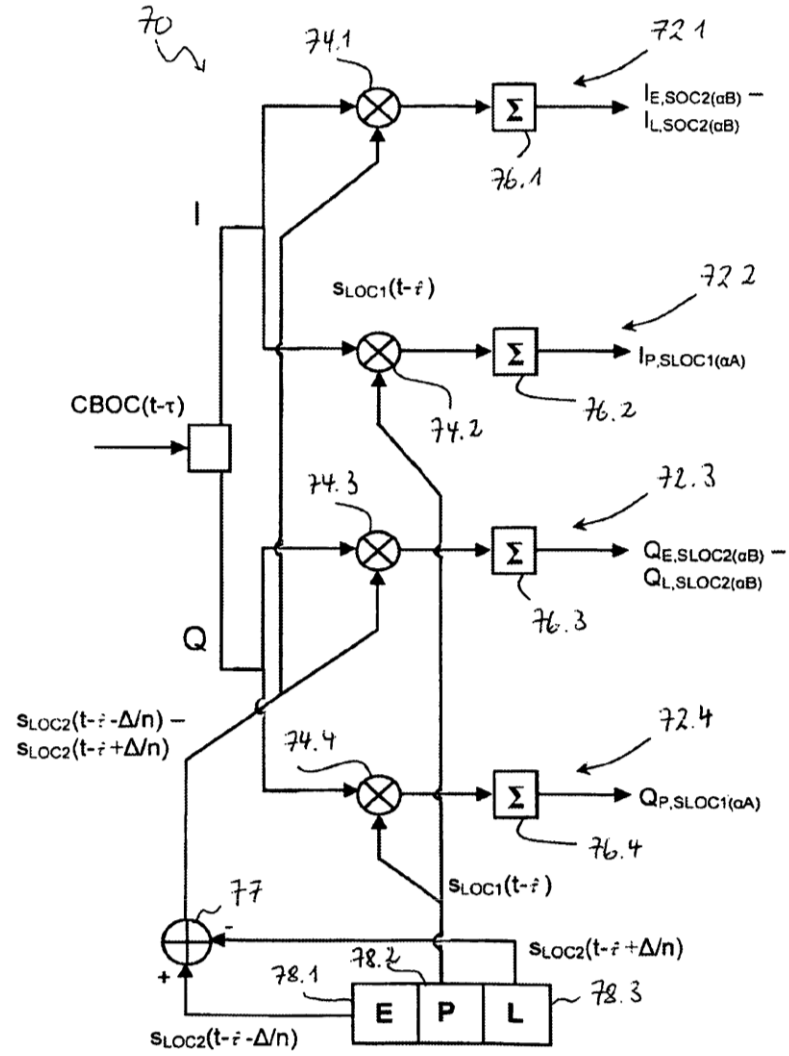
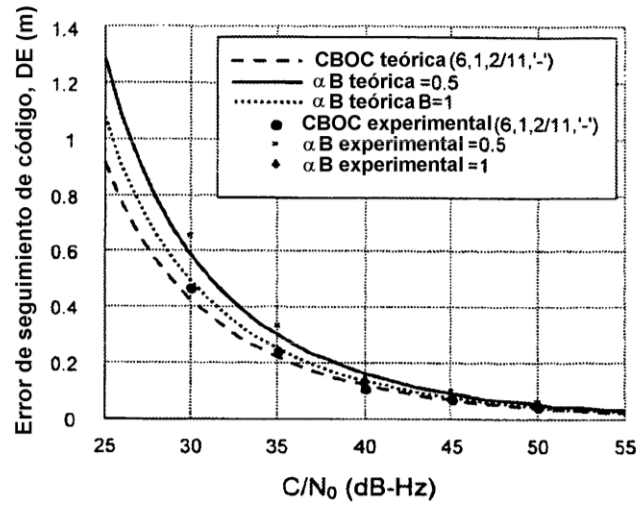


Fig. 8**Fig. 9**