

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 805 351**

51 Int. Cl.:

H04B 7/04 (2007.01)

H04B 7/10 (2007.01)

H04B 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.01.2017 PCT/EP2017/051861**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.08.2017 WO17129799**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2017 E 17701546 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.04.2020 EP 3408944**

54 Título: **Receptor de comunicaciones radio que anula la polarización cruzada de una señal recibida**

30 Prioridad:

27.01.2016 FR 1650651

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.02.2021

73 Titular/es:

**ZODIAC DATA SYSTEMS (50.0%)
5, avenue des Andes ZA Courtaboeuf
91978 Courtaboeuf Cedex, FR y
CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES
(50.0%)**

72 Inventor/es:

**PASTERNAK, NICOLAS;
THOMAS, ALAIN;
DUDAL, CLÉMENT;
LLAURO, MATHIEU y
MILLERIOUX, JEAN-PIERRE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 805 351 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Receptor de comunicaciones radio que anula la polarización cruzada de una señal recibida

Campo general de la técnica

5 La invención concierne a un receptor digital y, especialmente, a un receptor configurado para anular la interferencia debida a la polarización cruzada de una señal que comprende dos polarizaciones ortogonales.

Estado de la técnica

10 En el ámbito de las comunicaciones radio, la ocupación del espectro frecuencial es tal que, para optimizar el recurso espectral, se transmiten las señales de radio en dos polarizaciones ortogonales. Esto es particularmente así para comunicaciones direccionales que topan con pocos obstáculos, como las comunicaciones por satélite o los haces terrestres. De esta manera, se duplica la capacidad espectral.

Un problema está en que las prestaciones de aislamiento entre polarizaciones de las antenas de recepción y de emisión, así como la propagación atmosférica crean una interferencia entre las polarizaciones cruzadas.

En general, se puede demodular las señales procedentes de las dos salidas prácticamente ortogonales de la antena, pero la interferencia degrada la tasa de error de bit en recepción.

15 Este efecto es sumamente acusado para dispositivos de comunicación (por ejemplo, satélites) que utilizan portadoras a igual velocidad de transmisión en las dos polarizaciones (por ejemplo, para la telemedida de alta velocidad de los satélites de observación de la Tierra en órbita baja).

20 La utilización de antenas de doble polarización isoflujo a bordo de los satélites no geoestacionarios (es decir, cuyo diagrama varía con la elevación del satélite vista desde la estación en un pase para proporcionar un flujo constante en tierra) o de antenas de doble polarización de amplia apertura aumenta la interferencia debida a la polarización cruzada respecto a la utilización de antenas a bordo de apertura estrecha y que, apuntando a la estación receptora, presentan un mejor rendimiento de polarización cruzada.

25 Las soluciones conocidas al problema de separación de las polarizaciones consisten en un dispositivo autónomo ubicado aguas arriba de los receptores, es decir, de las funciones de sincronización, de demodulación y decodificación.

Tal dispositivo busca las mejores combinaciones de las dos señales de la antena minimizando un criterio aplicado a las formas de onda extraídas en su salida, sin utilizar datos procedentes del receptor aguas abajo (por ejemplo, criterio de tipo CMA (en inglés, "Constant Modulus Algorithm"), que minimiza la variación de envolvente compleja de la señal extraída).

30 No obstante, estas técnicas funcionan peor con modulaciones con envolvente variable tales como las modulaciones filtradas, las constelaciones que presentan símbolos de energías diferentes o las comunicaciones por ráfagas (en inglés, "bursts"). En particular, estos esquemas no permiten tratamientos de equalización conjuntos.

35 Soluciones conocidas como la descrita en el documento EP 1940061 A1 precisan de una recuperación de fase portadora previa a la anulación o demodulación, lo que no es posible con modulaciones recibidas a muy baja relación señal a ruido, como las que utilizan codificaciones potentes (turbocódigos o LDPC) para funcionar en el límite de la capacidad de Shannon, o en presencia de una considerable interferencia de polarización cruzada. Otros, como el documento EP 2560306 A1 o EP 307950 A2, se proponen mejorar el tratamiento de la interferencia mediante un filtro transversal agregándole un sistema de realineamiento temporal de la polarización secundaria sobre la principal, lo cual aumenta la complejidad del dispositivo. Estos dispositivos estiman criterios de error a partir
40 de variaciones con símbolos anteriores donde la relación señal a ruido o señal a interferencia es baja, por lo que no permiten la equalización sobre formas de onda previstas para funcionar cerca del límite de Shannon.

Otras soluciones conocidas proponen tratar independientemente cada una de las polarizaciones con el fin de suprimir la polarización cruzada. A este respecto, se puede consultar el documento US 4575862.

45 De este modo, las soluciones conocidas son complejas y precisan de tratamientos aguas arriba, y no se aplican en todos los casos de comunicación.

Presentación de la invención

50 La invención propone paliar el conjunto de estos inconvenientes proponiendo un dispositivo que permite a la vez la posibilidad de efectuar equalización conjunta con la anulación, una sincronización en fase de la portadora efectuada previa anulación de la interferencia, ya sea en un modo de demodulación ciega o asistida (bursts) y un realineamiento temporal de las polarizaciones principales y secundarias.

A tal efecto, la invención propone un receptor de comunicaciones radio que recibe una señal de radio que comprende una polarización principal y una polarización secundaria ortogonal a la polarización principal según la reivindicación 1.

5 La invención se completa ventajosamente con las siguientes características, tomadas solas o en una cualquiera de sus combinaciones posibles técnicamente:

- la unidad de anulación de la polarización secundaria comprende una unidad de filtrado de la señal recibida, no comprendiendo la señal filtrada a la salida más que únicamente la contribución de la polarización principal;
- 10 - la unidad de anulación de la polarización secundaria comprende una unidad de estimación del filtro destinado a suprimir de la señal recibida la interferencia debida a la polarización secundaria;
- el receptor comprende una unidad de demodulación de la señal filtrada configurada para extraer de la señal filtrada símbolos flexibles previo filtrado, siendo el filtro ideal el filtro adaptado que maximiza la relación señal a ruido para un canal AWGN, pudiendo este filtro estar combinado con un filtro secundario de ecualización del canal. El receptor proporciona una información de error frecuencial o de fase portadora y otra de ritmo de símbolo que se redirigen a la unidad de sincronización.
- 15 - el receptor comprende además un decodificador configurado para decodificar los símbolos flexibles;
- en un instante dado, el filtro es estimado a partir de la señal filtrada en el instante precedente;
- el filtro es estimado a partir de los símbolos flexibles;
- el filtro es estimado a partir de la información extrínseca o de los símbolos flexibles previa decodificación;
- 20 - el filtro es estimado a partir de la señal después del filtro adaptado tomando como criterio de error una distancia a un patrón esperado tal como, por ejemplo, una envolvente constante o una constelación;
- el filtro es estimado teniendo asimismo en cuenta las correcciones inducidas por el filtro secundario de ecualización.

25 La invención permite reducir la interferencia entre las polarizaciones que utiliza en su entrada las dos polarizaciones sincronizadas con anterioridad al ritmo y la frecuencia portadora de la totalidad o parte de la señal en la polarización de interés.

Presentación de las figuras

Otras características, finalidades y ventajas de la invención se desprenderán de la descripción que sigue, que es puramente ilustrativa y no limitativa, y que debe leerse con relación a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

- 30 las figuras 1a, 1b y 1c ilustran un receptor conforme a la invención;
- la figura 2 ilustra un esquema detallado de la unidad de filtrado de la unidad de anulación de la polarización secundaria del receptor de la figura 1;
- la figura 3 ilustra esquemáticamente una posible implementación de la unidad de anulación de la interferencia; y
- la figura 4 ilustra una posible implementación de una unidad de demodulación asistida por piloto de un receptor según la invención.

Descripción detallada de la invención

Las figuras 1a, 1b, 1c ilustran un receptor de comunicaciones radio que recibe en su entrada una señal de radio proveniente, por ejemplo, de un satélite.

40 Esta señal recibida S comprende una polarización principal MAIN-POL y una polarización secundaria X-POL ortogonal a la polarización principal MAIN-POL.

Se asume que la polarización de interés es la polarización principal MAIN-POL.

El receptor comprende:

- una unidad de recepción 1 de las dos polarizaciones de la señal recibida que está sincronizada en frecuencia portadora a la polarización principal MAIN-POL;
- 45 - una unidad de anulación de la polarización secundaria 2 también sincronizada a la polarización principal MAIN-POL;

- una unidad de demodulación 3 que permite especialmente comunicar por realimentación, a la unidad de recepción 1, información frecuencial y, eventualmente, de ritmo de símbolo;
- una unidad de decodificación 4.

En lo que sigue, se describe cada elemento constitutivo del receptor.

5 Unidad de recepción 1

La unidad de recepción 1 recibe la señal que comprende las dos polarizaciones MAIN-POL, X-POL, las cuales se comunican a la unidad de anulación de la polarización secundaria 2, también sincronizada a la polarización principal MAIN-POL.

10 La particularidad de la unidad de recepción 1 es que sincroniza las dos polarizaciones a la polarización principal MAIN-POL en frecuencia portadora y en ritmo de símbolo, a partir de la información proporcionada por una unidad de demodulación 3 aguas abajo de la unidad de anulación (la unidad de demodulación 3 se describirá en detalle seguidamente).

15 La figura 2 ilustra de manera detallada los tratamientos efectuados por la unidad de recepción 1. En particular, la información de error frecuencial y de ritmo de símbolo calculada en las etapas aguas abajo de la unidad de anulación de la polarización secundaria 2 (mediante una unidad de demodulación 3 que funciona en modo "tramado", es decir, que estriba en la detección de una cabecera o, en caso contrario, en modo "convencional" merced a un sistema de recuperación de fase de tipo PLL, o bien, también, en modo "turbo" recurriendo a una unidad de decodificación 4 para crear una realimentación que utiliza los valores extrínsecos) permite:

- 20 - devolver a banda base, por mediación de un oscilador local LO/NCO, la señal MAIN-POL y condicionar X-POL a esta misma información;
- muestrear las señales MAIN-POL y X-POL a un ritmo múltiplo del ritmo de símbolo de MAIN-POL y en el instante óptimo.

Unidad de anulación de la polarización secundaria 2

25 La unidad de anulación de la polarización secundaria 2, también sincronizada a la polarización principal MAIN-POL, permite suprimir de la señal recibida S la interferencia debida a la polarización secundaria X-POL.

En particular, la unidad de anulación de la polarización secundaria 2 comprende una unidad de filtrado 21 de las componentes principal MAIN-POL y secundaria X-POL de la señal recibida S a partir de filtros estimados por una unidad de estimación 22 de los filtros destinados a suprimir de la señal recibida la señal destinada a la polarización secundaria X-POL.

30 Así, la unidad de anulación de la polarización secundaria 2 comprende una unidad de filtrado 21 que recibe en su entrada la señal recibida S que comprende la polarización principal MAIN-POL y la polarización secundaria X-POL, con el fin de:

- filtrar las componentes en fase de la polarización secundaria que contribuyen a la interferencia de la polarización principal, para sus componentes en fase y en cuadratura;
- 35 - filtrar las componentes en cuadratura de la polarización secundaria que contribuyen a la interferencia de la polarización principal, para sus componentes en fase y cuadratura;
- sumar estas componentes así filtradas a las componentes en fase y en cuadratura de la polarización principal, de manera que la señal filtrada procedente de la unidad de filtrado 21 borre la contribución de la polarización secundaria en la polarización principal.

40 En relación con la figura 3, la unidad de filtrado 21 se constituye a partir de un juego de filtros digitales de respuesta al impulso finita (en inglés, "Finite Impulse Response" (FIR)) reales de una dimensión (un flujo de muestras reales a su entrada y un flujo de muestras reales a su salida).

45 Se pueden disponer cuatro filtros FIR como se ilustra en la figura 3, para la contribución de cada entrada en fase I o en cuadratura Q en cada salida en fase o en cuadratura. En una implementación simplificada, el conjunto equivale a un filtro FIR complejo que actúa sobre una señal de envolvente compleja $I + jQ$. En este caso, el filtro conserva toda rotación de fase de la entrada en la salida y los filtros reales que lo componen verifican que la función de transferencia de $I \rightarrow I$ es idéntica a la de $Q \rightarrow Q$ y que la de $I \rightarrow Q$ es opuesta a la de $Q \rightarrow I$.

La estructura del grupo de filtros 21 propuesta permite:

- 50 - asegurar la compensación temporal (como una diferencia de retardo) entre la polarización principal y la polarización secundaria;

- conservar las rotaciones de fase de las señales en banda base para permitir la demodulación coherente aguas abajo de la anulación de la interferencia y ser insensible al error de fase portadora.

5 Las componentes en fase I_X-POL y en cuadratura Q_X-POL de la polarización secundaria X-POL son filtradas por tales filtros FIR al objeto de reformar el opuesto de las contribuciones de la interferencia X-POL presentes en cada una de las componentes en fase y en cuadratura de MAIN-POL. La adición a estas componentes de la polarización principal proporciona entonces las componentes en fase Iout y cuadratura Qout que ya no comprenden más que la contribución de la polarización principal MAIN-POL.

De este modo, a la salida de la unidad de filtrado 21, tenemos símbolos brutos sb afectados de ruido y de distorsiones de canal, pero exentos de interferencia de polarización cruzada X-POL.

10 La unidad de estimación de los filtros 22 va a determinar los filtros que van a permitir suprimir la contribución de la polarización secundaria X-POL. Para ello, minimiza la distancia o maximiza la verosimilitud entre una secuencia de estos símbolos y su perfil esperado.

Unidad de demodulación 3

15 La figura 4 ilustra de manera detallada una posible implementación de una unidad de demodulación 3 en modo tramado o asistido por pilotos, con el fin de ilustrar las posibles interacciones con la unidad de cálculo de la anulación de interferencia (unidad 22) y con la unidad de sincronización 1.

En relación con la figura 4, la unidad de demodulación 3 comprende:

- un filtro adaptado 31 maximiza la relación señal a ruido de la señal expurgada de la interferencia de polarización, permitiendo aguas arriba estimaciones con el máximo de verosimilitud;
- 20 - un bloque de estimación 32 del ritmo y fase de símbolo con destino a la unidad 1;
- un bloque de ecualización de canal 33, a título de ejemplo, de ecualización conjunta con la ecualización de la anulación de la interferencia de polarización, designando la ecualización de canal todo defecto del canal de transmisión distinto a la interferencia de polarización (entre símbolos, distorsión de modulaciones, de filtros analógicos, etc.);
- 25 - un correlador de detección de pilotos 34 (patrón conocido);
- un bloque de estimación de desajuste de frecuencia portadora 35 (que podrá llevarse a cabo sobre los pilotos) con destino a la unidad 1;
- un bloque de corrección de desajuste de fase 36 entre el oscilador local y la portadora;
- 30 - un bloque 37 llamado de "demapping" que extrae de la constelación símbolos flexibles con destino a la unidad 1.

La unidad de demodulación de la señal filtrada 3 (es decir, de los símbolos brutos sb afectados de ruido) permite:

- 35 - extraer de esta señal filtrada símbolos de información sb', pudiendo asociarse un símbolo sb' al conjunto de los elementos de un alfabeto B (transmitido por el emisor) con probabilidades asociadas, constituyendo el conjunto o un subconjunto de estas probabilidades un símbolo flexible. Para llevarlo a cabo, el filtro adaptado que maximiza la relación señal a ruido se puede implementar con el fin de maximizar la relación señal a ruido a la entrada del cálculo de anulación de la interferencia de polarización cruzada (anulación de la interferencia partiendo del conocimiento del filtro adaptado);
- extraer de esta señal una información de error frecuencial de portadora y de ritmo de símbolo con destino a la unidad de recepción 1;
- 40 - ecualizar los defectos de canal, desequilibrio I/Q de modulación, interferencia entre símbolos, multitrayecto, y redirigir la señal a la entrada de la unidad de anulación de la polarización secundaria 2 con el fin de maximizar la relación señal a distorsión a la entrada de la unidad de anulación de la polarización secundaria.

Unidad de decodificación 4

45 La unidad de decodificación de canal 4 trata los símbolos s'b, llamados flexibles (procedentes de la unidad de demodulación 3) en función de la codificación de canal que se ha utilizado (turbo codificación, LDPC, viterbi, Reed-Solomon, etc.) y corrige los eventuales errores de demodulación de la unidad de demodulación de la señal filtrada 3 aguas abajo.

Asimismo, la unidad de decodificación 4 puede además proporcionar una información probabilística, llamada extrínseca, a la unidad de estimación del filtro 22, aguas arriba, en vistas al cálculo de este filtro.

Dicho de otro modo, la unidad de decodificación 4 proporciona una sucesión de palabras binarias b correspondientes a los símbolos emitidos más probables.

5 Pasamos a describir varias configuraciones de puesta en práctica del receptor antes descrito.

La figura 1a ilustra un receptor en el que la unidad de anulación de la interferencia 2 funciona en modo ciego sin necesidad de una unidad de demodulación 3. De acuerdo con esta primera forma de realización, los filtros en un instante dado son estimados a partir de la señal filtrada a la salida de la unidad de filtrado 2) en el instante precedente.

10 La figura 1b ilustra un receptor en el que la unidad de anulación de la interferencia 2 toma en su entrada una señal procedente de la unidad de demodulación 3 o una señal procedente de la unidad de decodificación 4.

De acuerdo con una segunda forma de realización, la unidad de anulación de la polarización secundaria 2 toma en su entrada una señal procedente de la unidad de demodulación 3 con el fin de calcular su señal de error para actualizar su filtro maximizando la relación señal a ruido y/o su relación señal a distorsión de canal. En esta segunda forma de realización, los símbolos filtrados por el filtro adaptado de la unidad de demodulación 3 son los que se utilizan para estimar los filtros de la unidad de estimación del filtro 22.

De acuerdo con una tercera forma de realización, los filtros de la unidad de estimación del filtro 22 son estimados a partir de los símbolos de información con una probabilidad asignada (símbolos s_b).

20 En la figura 1b, el interruptor que repone los símbolos está posicionado en la unidad de decodificación 4 o en la unidad de demodulación 3. Cuando está en la unidad de demodulación 3, esto corresponde a la segunda o tercera forma de realización según que nos pongamos después del filtro adaptado o después de ecualización y demapping de símbolo flexible.

Tratándose de las formas de realización segunda y tercera, se dice que el receptor está en modo no ciego, bien "ayudado con datos" (en inglés, "Data Aided"), o bien como mínimo se conoce la constelación de la señal con el fin de que se sincronice correctamente en correspondencia con la unidad de recepción 1 y de que se estime correctamente el filtro. En tal caso, la señal recibida comprende símbolos esperados que pueden permitir recuperar la información de ritmo o de frecuencia proporcionada a la unidad de recepción 1. Estos símbolos podrán ser utilizados en la segunda forma de realización. De este modo, para estas formas de realización relativas a la unidad de estimación 22, se mide la distancia y/o la verosimilitud entre una secuencia de símbolos y su perfil esperado: puede tratarse de palabras únicas (mera detección por correlación), o en caso contrario, de símbolos detectados en una constelación (dispersión mínima en amplitud y fase por criterio LMS (en inglés, "Least Mean Square") o RLS (en inglés, "Recursive Least Square" o, en caso contrario, en amplitud sola por criterio de tipo CMA).

De acuerdo con una cuarta forma de realización, los filtros son estimados a partir de los símbolos de información extrínseca b a la salida de la unidad de decodificación 4.

35 Tratándose de la cuarta forma de realización, la estimación del filtro se hace mediante métodos llamados iterativos consistentes en minimizar la probabilidad de error representada por la información extrínseca de la unidad 4, podrá utilizarse, por ejemplo, el algoritmo BCJR, o *backward-forward*.

Adicionalmente, los coeficientes de los filtros son corregidos regularmente mediante un método de gradiente, Newton u otro que converja hacia la solución óptima.

40 De acuerdo con una quinta forma de realización, ilustrada en la figura 1c, el receptor es similar, pero los filtros de la unidad de anulación de la polarización secundaria 2 son estimados a partir de las señales sincronizadas por la unidad 1 y filtradas por los filtros de interés de la unidad 3 duplicados en la unidad de estimación del filtro 22 en cada una de las entradas, de conformidad con la figura 1b. Esta quinta forma de realización es matemáticamente equivalente a las formas de realización segunda, tercera y cuarta en que las operaciones de filtrado son conmutativas, pero permite, siempre que la fluctuación de la interferencia de polarización es lenta, realizar los cálculos sobre bloques no contiguos de muestras, en vistas a aumentar las cadencias de tratamiento. Se hace constar que esta estructura, matemáticamente equivalente ya que los filtros se permutan unos con otros, permite una implementación más sencilla para una ecualización a muy alta velocidad de transmisión, por ejemplo en modo bloque.

50 Estas cinco realizaciones se pueden combinar independientemente con la opción de filtrado de las componentes de la señal sincronizada descrita más arriba.

REIVINDICACIONES

1. Receptor de comunicaciones radio que recibe una señal de radio (S) que comprende una polarización principal (MAIN-POL) y una polarización secundaria (X-POL) ortogonal a la polarización principal (MAIN-POL), comprendiendo el receptor:

- 5 - una unidad de recepción (1) de la polarización principal (MAIN-POL) y de la polarización secundaria (X-POL) de la señal recibida, sincronizadas en frecuencia portadora a la polarización principal (MAIN-POL);
- una unidad de anulación de la polarización secundaria (2) sincronizada a la polarización principal (MAIN-POL) y configurada para suprimir, de la señal recibida (S), la interferencia debida a la polarización secundaria (X-POL), comprendiendo la unidad de anulación de la polarización secundaria (2) una unidad de filtrado (21) que recibe en su entrada la polarización principal (MAIN-POL) y la polarización secundaria (X-POL) con el fin de:
- 10 - filtrar las componentes en fase de la polarización secundaria que contribuyen a la interferencia de la polarización principal, para sus componentes en fase y en cuadratura;
- filtrar las componentes en cuadratura de la polarización secundaria que contribuyen a la interferencia de la polarización principal, para sus componentes en fase y en cuadratura;
- 15 - sumar las componentes así filtradas a las componentes en fase y en cuadratura de la polarización principal, de manera que la señal filtrada procedente de la unidad de filtrado (21) borre la contribución de la polarización secundaria en la polarización principal, comprendiendo la señal filtrada procedente de la unidad de filtrado (21) únicamente la contribución de la polarización principal;
- 20 - una unidad de demodulación de la señal filtrada (3), comprendiendo dicha señal filtrada únicamente la contribución de la polarización principal, estando dicha unidad de demodulación (3) situada aguas abajo de la unidad de anulación (2) y estando configurada para, a partir de la señal recibida de la que se ha suprimido la interferencia debida a la polarización secundaria (X-POL):
- 25 calcular una información de error frecuencial de portadora;
- calcular una información de desplazamiento del ritmo de símbolo;

estando la unidad de demodulación (3) configurada además para comunicar por realimentación, a la unidad de recepción (1) de la polarización principal (MAIN-POL) y de la polarización secundaria de la señal recibida, dicha información de error frecuencial de portadora y dicha información de desplazamiento del ritmo de símbolo de manera que la polarización principal (MAIN-POL) y la polarización secundaria (X-POL) queden sincronizadas en frecuencia y en ritmo a la señal recibida de la que se ha suprimido la interferencia debida a la polarización secundaria (X-POL).

2. Receptor según la reivindicación 1, en el que las componentes en fase y cuadratura a la entrada y a la salida de la unidad de anulación (2) conforman una envolvente compleja, estando la unidad de filtrado (21) constituida por un filtro complejo único, es decir:

- 35 - el filtro cuya entrada está en fase y su salida está en fase es idéntico al filtro cuya entrada está en cuadratura y su salida en cuadratura;
- el filtro cuya entrada está en fase y su salida en cuadratura es opuesto al filtro cuya entrada está en cuadratura y su salida en fase.

3. Receptor según la reivindicación 1, en el que la unidad de demodulación (3) comprende un filtro adaptado que optimiza la relación señal a ruido para demodular los símbolos y cuya salida se aplica a la entrada de una unidad de estimación de un filtro (22) de la unidad de anulación de la polarización secundaria (2) con el fin de estimar los filtros de la unidad de filtrado de la señal recibida (21).

4. Receptor según la reivindicación 1, en el que el filtro adaptado de la unidad de demodulación (3) está duplicado en la unidad de estimación (22) en las entradas de la unidad de filtrado (21) con el fin de estimar sus filtros.

5. Receptor según la reivindicación 3, en el que la unidad de demodulación (3) está configurada además para ecualizar simultáneamente defectos de canal y cuya salida se aplica a la entrada de la unidad de estimación (22) con el fin de estimar los filtros de la unidad de filtrado (21).

6. Receptor según la reivindicación 5, en el que el filtro de ecualización secundaria (33) de la unidad de demodulación (3), llamado de canal, está duplicado en la unidad de estimación (22) con el fin de estimar los filtros de la unidad de filtrado (21).

7. Receptor según una de las reivindicaciones 3 ó 5, en el que la unidad de demodulación de la señal filtrada (3) está configurada para extraer de la señal filtrada símbolos flexibles enviados a la unidad de estimación (22).
8. Receptor según una de las reivindicaciones 3 ó 5 ó 7, que comprende además una unidad de decodificación (4) configurada para decodificar los símbolos flexibles proporcionados por la unidad de demodulación (3) y cuyos símbolos decodificados y su información extrínseca se envían a la unidad de estimación (22).
9. Receptor según una de las reivindicaciones 3 a 8, en el que, en un instante dado, los filtros de la unidad de anulación (21) son estimados a partir de la señal filtrada en el instante precedente.

FIG. 1a

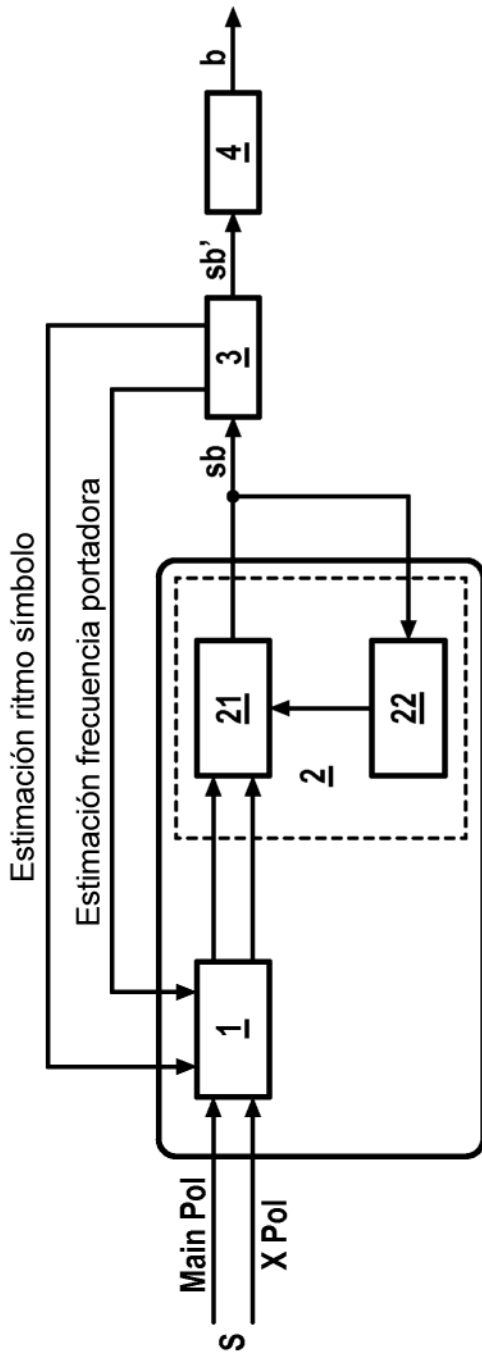


FIG. 1b

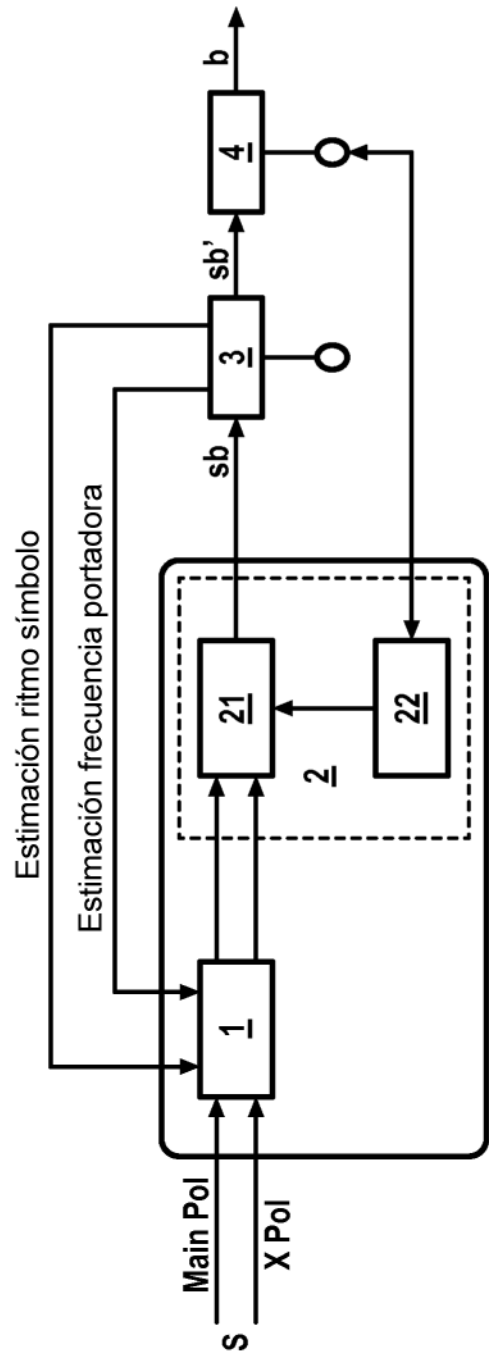


FIG. 1c

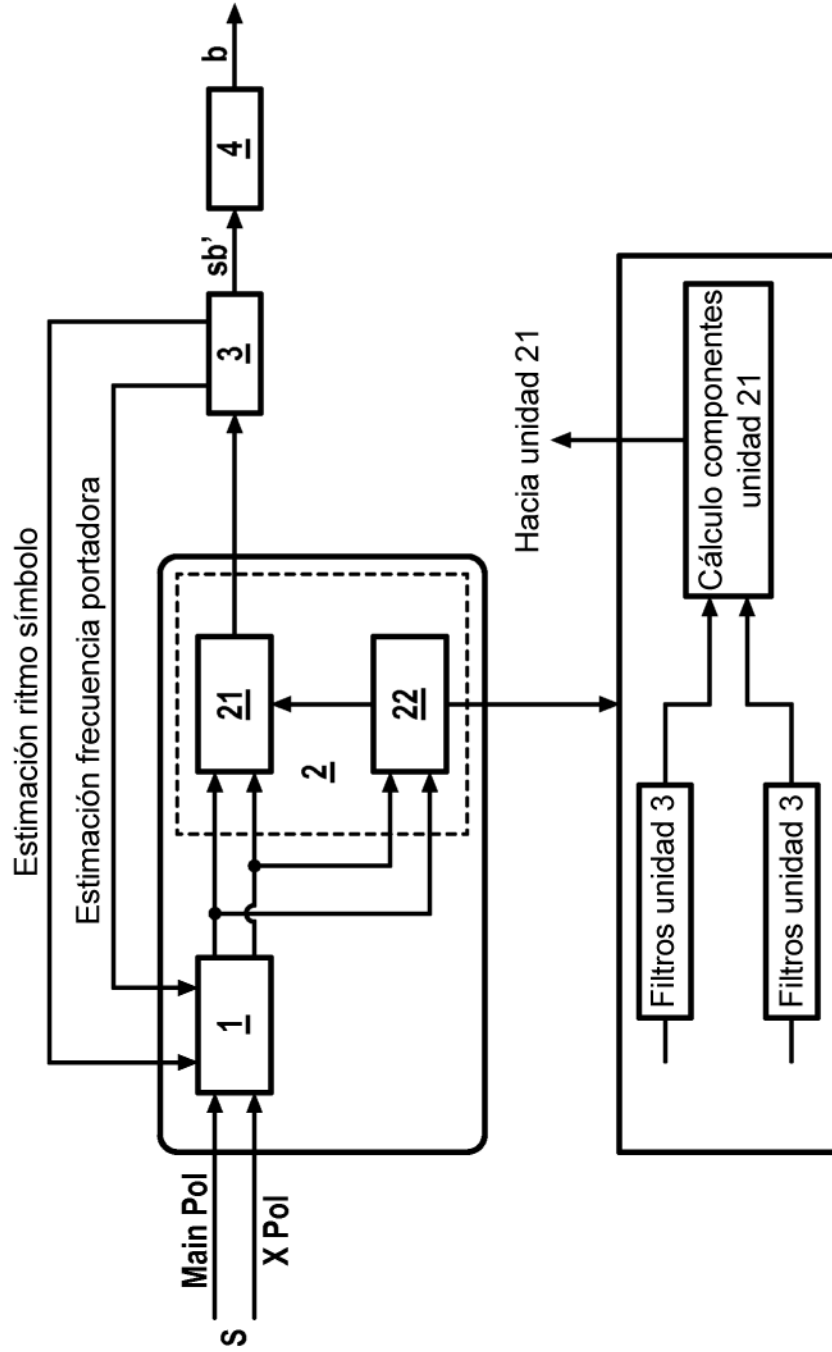


FIG. 2

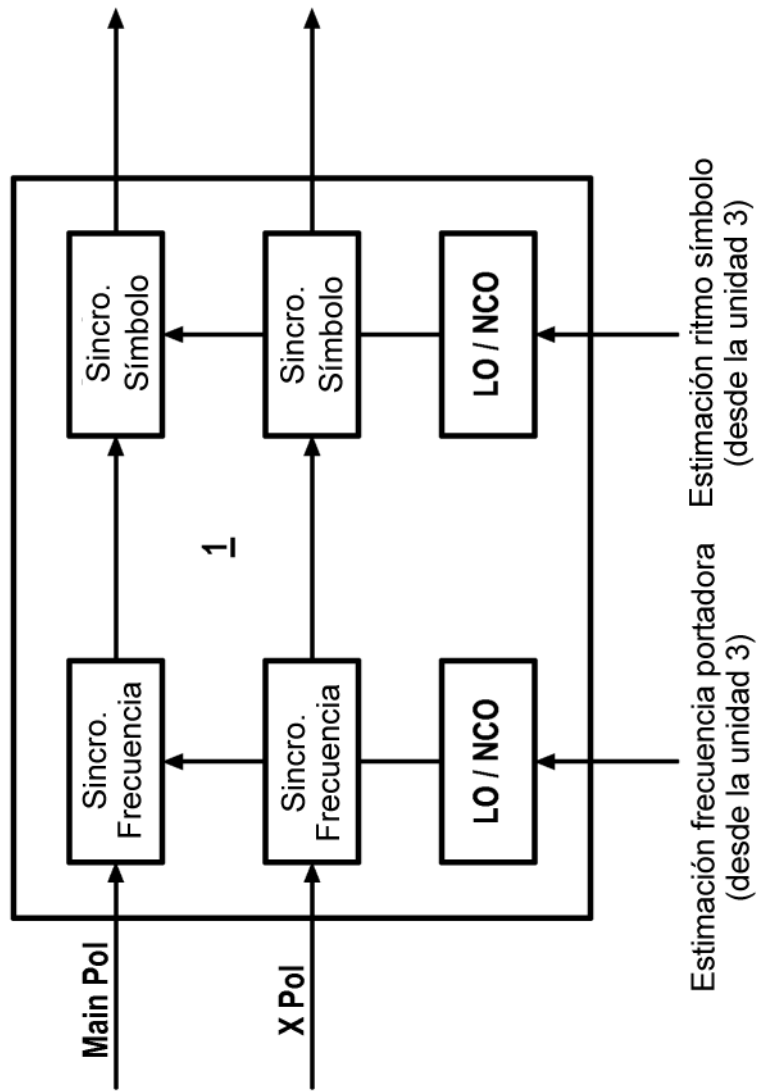


FIG. 3

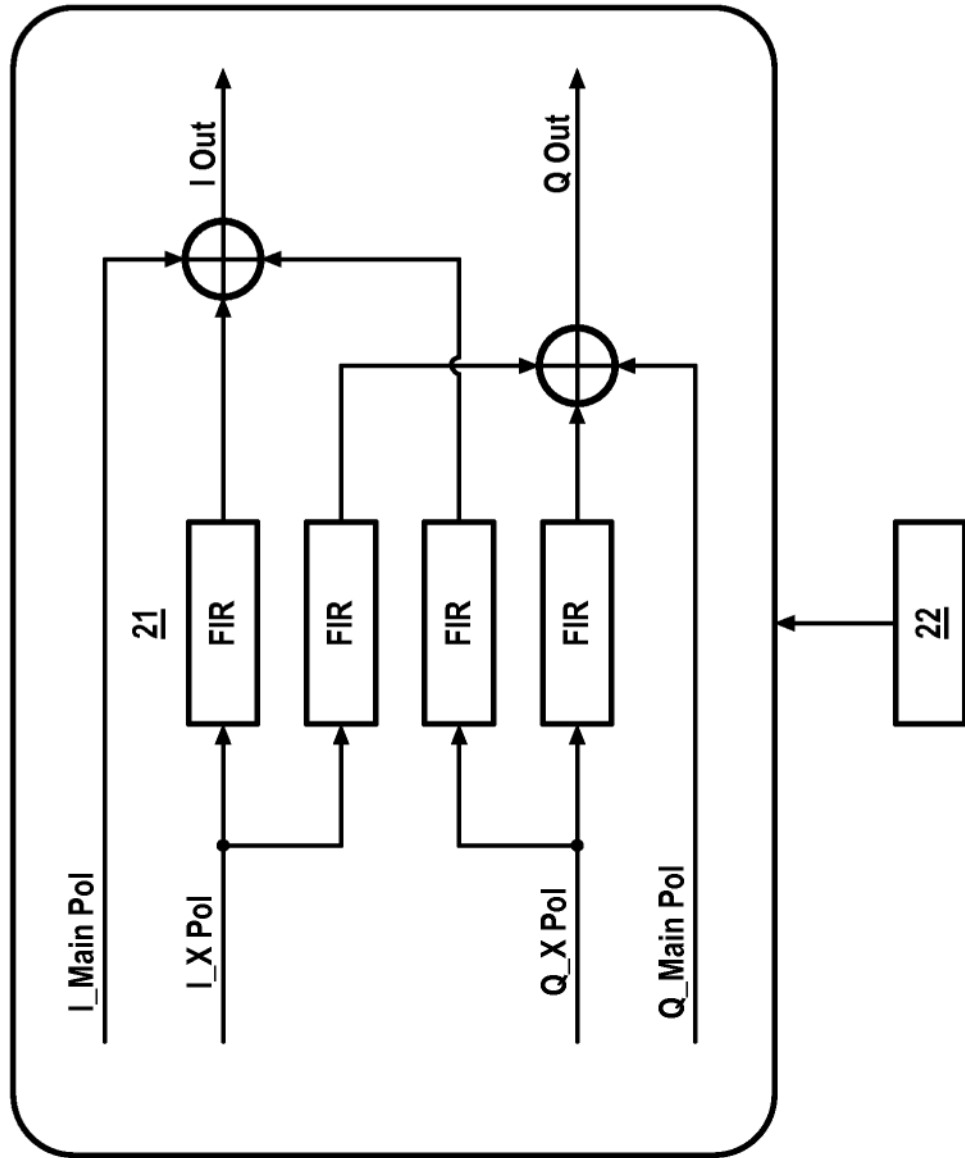


FIG. 4

