



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 309 045**

51 Int. Cl.:

H01Q 1/12 (2006.01)

H01Q 13/02 (2006.01)

H01Q 19/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01402635 .5**

96 Fecha de presentación : **11.10.2001**

97 Número de publicación de la solicitud: **1303002**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.04.2003**

54

Título: **Método y sistema para la alineación de polarización de una antena de estación terrestre con el eje de polarización de una antena de satélite.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.12.2008

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.12.2008

73

Titular/es: **Eutelsat S.A.**
70, rue Balard
75015 Paris, FR

72

Inventor/es: **Fiedler, Siegfried;**
Fresia, Fulvio y
Pagana, Enrico

74

Agente: **Aragonés Forner, Rafael Ángel**

ES 2 309 045 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).

ES 2 309 045 T3

DESCRIPCIÓN

Método y sistema para la alineación de polarización de una antena de estación terrestre con el eje de polarización de una antena de satélite.

5

La presente invención se refiere a un método para la alineación de polarización de una antena de una estación terrestre con el eje de polarización de la antena de un satélite que emite señales de balizamiento polarizadas linealmente y un sistema para la puesta en práctica de este método.

10

Para cada nueva antena que se instala en la estación terrestre, se pide a los operadores que realicen una alineación de la polarización inicial y una subsiguiente verificación continua del mismo. Actualmente se emplean dos métodos para dicha alineación de la polarización. El primero utiliza un emplazamiento central, tal como el Hub, para realizar el seguimiento de las componentes polar paralela y polar cruzada de la señal desde la estación terrestre sometida a examen, utilizando un analizador de espectro de buena calidad. El segundo método requiere la utilización de un analizador de espectro en cada estación terrestre.

15

Sin embargo, estos dos métodos no están adaptados para emplearse en estaciones terrestres pequeñas, denominadas terminales de abertura muy pequeña (VSAT).

20

Sistemas para la alineación de la polarización y para la corrección de la polarización son ya conocidos a partir del documento US-A-4 060 808. Según este documento, se requiere continuamente una corrección automática de los efectos de despolarización tales como la rotación de Faraday, la rotación causada por el satélite y la lluvia, especialmente en sistemas de comunicación de dos vías en los que la misma antena se emplea a diferentes frecuencias para comunicaciones de recepción y de transmisión. La alineación de la polarización se consigue por la rotación de un acoplador ortogonal respecto a la bocina de una antena, y el acoplador, a su vez, gira por la rotación del circuito de microondas completo incorporado en el equipo de rotación de polarización. Además, un generador local proporciona una primera señal de control que varía en función de la rotación típica de la polarización de una onda transmitida en una banda de frecuencia. El generador local proporciona también una segunda señal de control que varía en función de la rotación típica de la polarización de una onda recibida en la segunda banda de frecuencia. Los medios de accionamiento que responden respectivamente a la primera o a la segunda señal de control causan la rotación del correspondiente ángulo de polarización del sistema de antena a fin de corregir para compensar la rotación de Faraday.

25

30

Según el documento US-A-4 264 908, la separación de polarización adaptada es necesaria para aumentar la capacidad de datos de sistemas de comunicaciones. Sin embargo, en un sistema de comunicaciones típico, las polarizaciones recibidas raramente están completamente separadas debido a la diafonía de la polarización cruzada originada por varias causas tales como lluvia, antenas no perfectas y propagación ionosférica. A fin de reducir la diafonía, la corrección de polarización se realiza mediante una red que comprende una sección defasadora sin pérdidas, y sección de ortogonalización, y una sección de control automático analógico. La sección defasadora sin pérdidas comprende defasadores diferenciales rotativos y un transductor ortomodo para separar las dos señales polarizadas en sus respectivos canales. La sección de ortogonalización comprende dos juegos de acopladores cruzados con acopladores direccionales variables acoplados mecánicamente, y la sección de control automático analógico comprende medios para detectar dos tonos CW (de onda continua) de diferente frecuencia para formar señales de control para controlar los defasadores diferenciales rotatorios y los dos juegos de acopladores cruzados.

35

40

Otro sistema adicional para realizar una compensación para el acoplamiento de polarización cruzada en un sistema de comunicaciones de satélite de polarización doble, se describe en el documento US-A-4 056 893. En este sistema, dos ondas polarizadas de la misma frecuencia y ortogonales entre sí se transmiten alternativamente como una onda piloto desde una estación terrestre en un periodo predeterminado. Las dos ondas polarizadas se envían de vuelta hacia la estación terrestre. Para conseguir compensación para un acoplamiento de polarización cruzada, se detectan una relación de amplitudes y una diferencia de fase entre las mismas componentes de onda polarizadas de las dos señales de la señal piloto recibida. La compensación de polarización se realiza a continuación tanto en el acoplamiento inferior como en el acoplamiento superior.

45

50

Sin embargo, estos tres sistemas de corrección de polarización no están adaptados para emplearse en estaciones terrestres pequeñas y especialmente en estaciones terrestres que operan automáticamente.

55

El objetivo de la presente invención es desarrollar un método y sistema de alineación de la polarización para estación terrestre VAST de bajo coste que sea de operación simple.

60

Para conseguir este objetivo, el método según la presente invención se caracteriza mediante las características de la reivindicación 1.

El sistema para la puesta en práctica del método se caracteriza mediante las características de la reivindicación 6.

65

La presente invención se entenderá mejor y sus objetivos, características, detalles y ventajas aparecerán más claramente en la siguiente descripción explicativa haciéndose referencia a los esquemas anexos citados como meros ejemplos que ilustran dos formas de realización de la presente invención, y en los que:

ES 2 309 045 T3

- La figura 1 es un diagrama de bloques de una primera forma de realización de la presente invención, y
- La figura 2 es un diagrama de bloques de una segunda forma de realización de la presente invención.

5 La presente invención se refiere a estaciones terrestres pequeñas, es decir estaciones VSAT, que tienen una antena, cuyos ejes de polarización deben alinearse con los ejes de polarización de la antena del satélite a la cual la estación transmitirá. En consecuencia, se ha de realizar una alineación inicial de la polarización y una subsiguiente verificación continua del mismo.

10 La presente invención se basa en el descubrimiento de que la señal de balizamiento del satélite procedente del satélite puede emplearse para la alineación de la polarización de la antena de la estación terrestre VSAT y, en particular, la componente polar cruzada de la señal de balizamiento recibida. Esta señal de balizamiento se utiliza para alimentar a un dispositivo que pueda fácilmente constituir un interfaz con los subsistemas de alimentación típicos de cualquier estación VSAT. La salida del dispositivo consiste en un nivel variable que se obtiene a partir del procesado de la señal de balizamiento y que puede usarse por ejemplo para activar indicaciones visuales o acústicas. Estas indicaciones notificarán a operadores no experimentados si la estación VSAT está o no está alineada correctamente y guiará al operador en el restablecimiento de las condiciones nominales y óptimas de la alineación de la polarización cruzada, a pesar de la no visibilidad del espectro de la onda portadora del acoplamiento superior en el centro de control de las estaciones VSAT. Puesto que este dispositivo debe ser un dispositivo de bajo coste fácil de operar, los componentes electrónicos que se han de integrar en este dispositivo son todos adquiribles en el comercio y de bajo coste.

15 La primera forma de realización del sistema de alineación de la polarización según la presente invención, según la figura 1, comprende, aguas abajo de la alimentación 1 de la antena un transductor 2 ortomodo que tiene un puerto RX y un puerto TX. La componente polar paralela de la señal de balizamiento está disponible en el puerto RX y alineada a lo largo de la onda portadora RX y por tanto, la componente de balizamiento polar cruzada está disponible en el puerto TX y está alineada a lo largo de la onda portadora TX de la VSAT. Sin embargo, debe hacerse notar que también se puede operar el sistema en la polarización opuesta, utilizando un simple conmutador como se ilustra más adelante.

20 Las componentes de la señal de balizamiento se toman por medio de acopladores de guía de ondas con una alta direccionalidad a fin de no afectar al puerto RX y aislar adecuadamente del sistema al amplificador de alta potencia TX. Por consiguiente, la rama o vía polar cruzada comprende un acoplador que debe ser un diplexor 4 o una combinación de un circulador y un filtro de paso de banda y el paso o rama polar paralela comprende un acoplador 5 que es un acoplador normal con un filtro de banda pasante. En ambos casos, el ancho de banda del filtro de paso de banda se dimensiona de tal modo que permita el paso del balizamiento, teniendo en cuenta las desviaciones de frecuencia a corto y largo plazo del balizamiento. Para amplificar tanto las señales polares paralelas como las señales polares cruzadas, cada rama comprende un amplificador de bajo nivel de ruido (LNA) respectivamente 6 y 7. Entre las entradas de ambos LNA 6 y 7 se monta un conmutador 8 para hacer operar el sistema en la polarización opuesta, tal como se ha indicado anteriormente.

25 La componente de señal polar cruzada de balizamiento esta mezclada con dos componentes de la componente de señal de balizamiento polar paralela de la misma referencia procedente de la salida de un circuito de enganche de fase (PLL) 10. El PLL está conectado a la salida del LNA 7. El PLL 10 reduce el ruido inducido por las variaciones de frecuencia de balizamiento. La componente polar cruzada de balizamiento está mezclada por un primer mezclador 11 con la componente polar paralela que procede del PLL 10, y por un segundo mezclador 12 con la componente de balizamiento polar paralela hecha de fases ortogonales proporcionando una línea de retardo $\lambda/4$ 14 entre la salida del PLL10 y la entrada del mezclador 12. La etapa de mezclado de la señal polar cruzada con dos componentes de la señal de balizamiento polar cruzada de la misma referencia, pero de fases ortogonales entre sí, permite conseguir una máxima sensibilidad y es para evitar que diferentes retardos de fase a lo largo de las dos ramas del sistema pudieran originar señales ortogonales en las mismas condiciones y, por tanto, proporcionar una ranura de señal de error. En efecto, la mezcla de la componente polar cruzada con la componente polar paralela de referencia es equivalente a un producto escalar que es igual a 0 cuando el desfase entre los vectores relevantes es de 90° . Así, en las salidas de los dos mezcladores se obtienen las señales siguientes:

$$55 \quad I = kA \cdot X \cdot \cos \cdot \beta$$

$$60 \quad Q = kA \cdot X \cdot \cos \cdot (90 - \beta) = kA \cdot X \cdot \text{seno } \beta .$$

65 Estas dos componentes polares cruzadas I y Q se aplican cada una de ellas a través de un filtro de paso de banda estrecha, respectivamente 15 y 16, a un dispositivo sumador-integrador 18 que produce la señal de producto escalar $(I^2 + Q^2)^{1/2}$, que es la señal polar cruzada de balizamiento limpia de ambigüedades de frecuencia y de fase. Este producto escalar se aplica a una primera entrada de un comparador 19 y la segunda entrada del mismo se acopla a la salida de un integrador 20 que recibe la salida del PLL 10.

ES 2 309 045 T3

Por tanto, el producto escalar en la salida del dispositivo 18 se compara con la componente de la señal de balizamiento polar paralela utilizada como una referencia para compensar las variaciones de nivel de balizamiento debidas a los efectos de la propagación.

5 La señal de comparación resultante en la salida del comparador 19, que es un nivel de tensión, se empleará para activar unos medios de alarma visible/audible 22 o un interruptor 23 para desconectar la fuente de alimentación de la unidad de radio que está acoplada al diplexor 4 e indicada en 25. Para completar la descripción de la figura 1, debe indicarse que la salida del acoplador 5 está aplicada, a través de un filtro de paso de banda 27, a un convertidor reductor de bloque de bajo nivel de ruido (LNB) 28.

10 El sistema que se ha descrito anteriormente como funcionando en el caso de que la señal transmitida desde la estación VSAT está en la polarización opuesta del balizamiento (polar paralelo) recibido. Para hacer que el dispositivo pueda funcionar también cuando la estación VSAT está transmitiendo en la polarización X, es decir recibiendo en la polarización opuesta a la señal de balizamiento recibida, el conmutador 8 se inserta en el sistema entre las entradas de los dos amplificadores de bajo nivel de ruido 6 y 7. Este conmutador invierte la conexión entre los puertos del OMT 2 y las entradas de las ramas polar paralela y polar cruzada del dispositivo. El conmutador puede obtenerse mediante un circuito de guía de ondas de cinta que comprende diodos PIN adecuadamente polarizados.

15 Una segunda forma de realización de la presente invención se representa en la figura 2. Esta forma de realización comprende un transductor ortomodo (OMT) tal como el OMT 2 de la figura 1 acoplado a la alimentación 1 de la antena y comprende los puertos RX y TX en los que están disponibles respectivamente la componente de la señal de balizamiento polar paralela y la componente de la señal de balizamiento polar cruzada. La rama del puerto RX comprende un convertidor reductor de bloque de bajo nivel de ruido (LNB) 13 y la rama TX comprende un diplexor 31 acoplado a un convertidor reductor de bloque de bajo nivel de ruido (LNB) 32. Estos LNBs son LNB de circuito de enganche de fase (PLL) con un oscilador de referencia externo.

20 La salida del LNB 30 de la rama RX se bifurca en 33 en dos líneas, una primera línea 34 se pone a disposición de un receptor de banda L externo, y otra línea 35 que está acoplada a un segundo convertidor reductor 36 que comprende un oscilador local 37, un mezclador 38 y un filtro antes y detrás de este mezclador, respectivamente 39 y 40.

30 El LNB 32 está acoplado también a un segundo convertidor reductor de la misma clase que el convertidor reductor 36 y que lleva la referencia numérica 36' con un mezclador 38' y filtros de paso de banda de entrada y salida 39' y 40'.

35 El oscilador local 37 está provisto de un oscilador 42 de referencia que se usa también como un oscilador de referencia para los LNB 30 y 32. Un módulo inyector de referencia/DC 42, 42' se inserta entre cada LNB y el segundo convertidor reductor 36 y 36'.

40 Debe indicarse que los filtros de los convertidores reductores se usan para la selección de la señal de balizamiento y la atenuación de la otra señal recibida por la antena.

45 Las salidas de los segundos convertidores reductores 36 y 36' se acoplan a un receptor coherente DSP de doble canal. La señal del convertidor reductor en la banda de unos pocos cientos de kHz en la salida del convertidor 36 se aplica al canal principal del receptor coherente DSP 45, donde se utiliza para sincronizar un oscilador controlado numéricamente (NCO) 46 que desmodula ambas componentes reducidas de la señal de balizamiento polar paralela y polar cruzada en las salidas de los convertidores reductores 36 y 36' por multiplicación seguida de filtrado digital.

50 Más exactamente, la salida del convertidor reductor 36 está acoplada a un convertidor analógico/digital (A/D) 47, cuya salida está conectada al NCO 46 y a un desmodulador de amplitud coherente, cuya salida está acoplada a través de un filtro 49 a la entrada polar paralela de un integrador y comparador de amplitud 50.

55 La salida del convertidor reductor 36' está acoplada, a través de un convertidor analógico/ digital 47' a un desmodulador I/Q coherente 51, cuyas salida I y salida Q están cada una de ellas acopladas a través de un filtro 52 a una entrada I y Q del comparador 50.

La solución propuesta para convertir la señal de balizamiento polar paralela y polar cruzada reduciéndola hasta unos pocos cientos de kHz permitirá una realización digital de la comparación de amplitud entre las dos señales.

60 Debido a que el factor señal/ruido de la componente polar cruzada del balizamiento es muy bajo, será necesario implantar una desmodulación coherente para extraer la información de amplitud relativa a las señales de balizamiento. Estos desmoduladores se realizan mediante la multiplicación de la señal que se ha de detectar, convertida a formato digital, por una señal sinusoidal con la misma frecuencia y fase que la primera, pero de amplitud fija. Esta última señal se obtendrá sincronizando el NCO 46 con la componente de señal de balizamiento polar paralela de entrada que es menos ruidosa que la componente de la señal de balizamiento polar cruzada debido a que su nivel es más alto.

65 La misma señal sinusoidal de NCO se usará para desmodular la señal de balizamiento polar cruzada obteniendo la detección de las componentes en fase y en cuadratura de la señal. La desmodulación de cuadratura evitará los agujeros en la detección de señal debido a la diferencia de fase entre la rama polar paralela y la rama polar cruzada.

Las señales obtenidas a partir de la multiplicación se filtran digitalmente mediante los filtros 49 y 52, a fin de eliminar el término de frecuencia doble capturando la única componente de banda de base que contiene la información de amplitud A_{co} para la componente de señal polar paralela y $(I_{cx}; Q_{cx})$ para la componente polar cruzada. La comparación entre $\sqrt{I_{cx}^2 + Q_{cx}^2}$ y una fracción de A_{co} activará la alarma para la desalineación de la polarización, que lo ha de corregir manualmente el operador. Los medios de alarma de la desalineación de la polarización se indican en 55.

De lo dicho anteriormente resulta que el sistema propuesto por la presente invención es adecuado para permitir conocer al operador la desviación de la alineación de la polarización de antena y para restablecer luego manualmente la condición correcta. El sistema permite también comprobar y optimizar en todo momento la recepción del balizamiento en la polarización de referencia durante las operaciones de la estación terrestre.

La presente invención proporciona también la posibilidad, en el caso de una aplicación específica denominada SKYPLEX, de codificar digitalmente la señal de alineación de la polarización y encapsularla a través de una interfaz adecuada en paquetes de mensaje emitidos por la estación terrestre hacia el satélite, de modo que la información de la desalineación de la polarización puede recibirse y descodificarse en una estación de gestión y supervisión central que controla todas las estaciones terrestres.

20 Referencias citadas en la descripción

La lista de documentos indicada por el solicitante se ha confeccionado exclusivamente para información del lector y no forma parte de la documentación de la patente europea. Dicha lista se ha elaborado con gran esmero. Sin embargo, la Oficina Europea de Patentes declina toda responsabilidad por eventuales errores u omisiones.

25 Patentes documentos citados en la descripción

- US 4060808 A [0004]
- US 4056893 A [0006]
- US 4264908 A [0005].

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Método para la alineación de la polarización de una antena de una estación terrestre con el eje de polarización de la antena de un satélite que emite señales de balizamiento polarizadas linealmente, siendo utilizada la componente polar cruzada de la señal recibida de balizamiento polarizada linealmente, como información representativa de una desalineación de la polarización de la antena, **caracterizado** porque una señal de desalineación de la polarización se desarrolla por comparación de las componentes polar paralela y polar cruzada de la señal de balizamiento, comprendiendo dicho desarrollo las etapas de:

- 10 - derivar una componente polar paralela de la señal de balizamiento, es decir, una componente de la polarización que la antena del satélite ha de irradiar, y una componente polar cruzada de la señal de balizamiento, es decir una componente de la polarización ortogonal a la polarización paralela;
- 15 - mezclar la componente polar cruzada de la señal con dos componentes de fases ortogonales de las mismas componentes de señal de polarización paralela;
- 20 - sumar las dos señales mezcladas de manera que se produzca una señal de producto escalar que representa la señal polar cruzada de balizamiento limpia de ambigüedades de frecuencia y de fase;
- 25 - comparar dicha señal de producto escalar con la señal polar paralela de balizamiento utilizada como una referencia y finalmente
- utilizar la señal resultante de la comparación, que es un nivel de tensión variable, para activar medios de alarma audible/visible para señalar la despolarización.

2. Método según la reivindicación 1, **caracterizado** porque una señal de desalineación de la polarización se desarrolla por comparación de las componentes polar paralela y polar cruzada de la señal de balizamiento.

30 3. Método según la reivindicación 2, **caracterizado** porque dicha señal de desalineación de la polarización es una señal de nivel variable tal como una señal de tensión y se usa para activar medios de indicación visual o acústica.

4. Método según la reivindicación 3 **caracterizado** porque dichos medios de indicación visual y acústica se activan cuando dicho nivel de tensión es mayor que un nivel umbral predeterminado.

35 5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes **caracterizado** porque dicha señal de desalineación de la polarización está codificada digitalmente y encapsulada en paquetes de mensaje emitidos por la estación terrestre hacia el satélite, para que sean recibidas y descodificadas por una estación de gestión y de supervisión central.

40 6. Sistema para la puesta en práctica del método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque comprende un transductor ortomodo (2) que tiene un puerto TX en el que está disponible la componente polar cruzada de la señal de balizamiento, y un puerto RX en el cual está disponible la componente polar paralela de la señal de balizamiento, y porque la vía polar cruzada comprende medios mezcladores (11, 12) para mezclar la polar cruzada con dos componentes ortogonales de fase de la misma componente polar paralela de balizamiento de referencia y un dispositivo sumador-integrador (18) para producir a partir de ello una señal de producto escalar que esté limpia de ambigüedades de frecuencia y de fase, y porque comprende un comparador (19) que recibe en sus entradas dicha señal de producto escalar y la salida de un integrador (20) recibe la componente polar paralela de balizamiento procedente de un circuito de enganche de fase (10), produciendo dicho comparador (19) la señal de desalineación de la polarización.

50 7. Sistema para la puesta en práctica del método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque comprende un transductor ortomodo (21) que tiene un puerto TX y un puerto RX en los que están disponibles respectivamente las componentes polar cruzada y polar paralela de la señal de balizamiento, medios convertidores reductores (30, 32, 36, 36') para convertir las componentes polar cruzada y polar paralela de la señal de balizamiento reduciéndolas hasta una banda de unos pocos cientos de kHz, siendo recibidas las componentes de la señal reducidas, por convertidores A/D (47, 47'), cuyas salidas están conectadas a un oscilador controlado numéricamente (46) desmodulando las componentes polar paralela y polar cruzada de la señal de balizamiento reducidas y a medios desmoduladores coherentes (48, 51) adaptados para extraer las informaciones I y Q de amplitud y polarización cruzada relativas a las componentes de la señal de balizamiento, así como a medios comparadores integradores (50) recibiendo en sus entradas el desmodulador de amplitud coherente (48) y el desmodulador polar cruzado (51) y produciendo dicha señal de desalineación de la polarización.

60 8. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 6 y 7, **caracterizado** porque comprende un medio de conmutación (8) para conmutar entre modos de operación, donde la estación terrestre transmite en una polarización lineal que es ortogonal a la polarización de la señal de balizamiento recibida y en la misma polarización que esta última.

65



