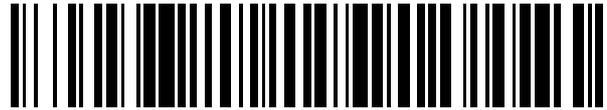


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 612 211**

51 Int. Cl.:

G01S 5/04 (2006.01)

G01S 3/18 (2006.01)

G01S 3/30 (2006.01)

G01S 19/21 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.01.2014 E 14152993 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2016 EP 2762912**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento de recogida de datos para la localización de una fuente de interferencia**

30 Prioridad:

31.01.2013 FR 1350841

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

12.05.2017

73 Titular/es:

**EUTELSAT S.A. (100.0%)
70, rue Balard
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**LE PERA, ALESSANDRO;
FENECH, HECTOR y
AMOS, SONYA**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 612 211 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

Dispositivo y procedimiento de recogida de datos para la localización de una fuente de interferencia

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un dispositivo destinado a ser embarcado a bordo de un satélite y que permite recoger datos que permiten la localización de una fuente de interferencia.

Estado de la técnica anterior

10 En canales de comunicación por satélite pueden aparecer interferencias. Muchas veces, es necesario detectar la fuente que genera estas interferencias, con el fin de hacer parar la interferencia. Para ello, el estado de la técnica generalmente utiliza un dispositivo de localización de la fuente de interferencia que se halla situado en tierra y que utiliza los datos provenientes de dos satélites vecinos que comparten una banda de frecuencias y que están en comunicación con el dispositivo de localización.

15 En consecuencia, con los dispositivos de localización de la técnica anterior, es necesario tener dos satélites vecinos que utilizan la misma banda de frecuencia para poder recoger los datos que permiten localizar una fuente de interferencia. El procesamiento de estos datos se efectúa a continuación en tierra, lo cual puede plantear problemas de confidencialidad y de seguridad.

El documento FR 2819657 da a conocer un dispositivo de localización destinado a ser embarcado en un satélite geostacionario, que permite la detección de emisores interferentes terrestres. El dispositivo incluye una antena que presenta tres dipolos ortogonales, susceptibles de receptor en polarización lineal tres componentes ortogonales.

Explicación de la invención

20 La invención está orientada a subsanar los inconvenientes del estado de la técnica, proponiendo un dispositivo de recogida de datos que, permitiendo la localización de una fuente de interferencia, no precisa de la utilización de los datos provenientes de un satélite vecino.

La invención está orientada asimismo a proponer un dispositivo de recogida de datos que, permitiendo la localización de una fuente de interferencia, está destinado a ser embarcado en un satélite.

25 La invención está orientada asimismo a proponer un dispositivo de recogida de datos para la localización de una fuente de interferencia, que sea simple y optimizado en masa y en coste.

30 Para conseguir esto, se propone, de acuerdo con un primer aspecto de la invención, un dispositivo de recogida de datos que permite la localización de una fuente de interferencias dentro de una superficie objetivo cuando es conocida la frecuencia de la interferencia en tierra, estando el dispositivo de recogida de datos destinado a ser embarcado en un satélite. El dispositivo de recogida de datos según la invención está definido en la reivindicación 1. El correspondiente procedimiento de recogida de datos está definido en la reivindicación 8.

35 De este modo, a diferencia de los dispositivos de recogida de datos de la técnica anterior, que están destinados a hallarse en tierra, el dispositivo de recogida de datos según la invención está destinado a ser embarcado en el satélite, lo cual es particularmente ventajoso en el caso de satélites militares o gubernamentales ya que, con ello, el satélite puede ser totalmente autónomo.

Por otro lado, merced a la presencia de los tres puntos de antena sobre el satélite, la posición de la fuente de interferencia se puede determinar sin utilizar los datos provenientes de otro satélite, lo cual es muy ventajoso cuando se quiere detectar la fuente de interferencia y no hay otro satélite próximo a nuestro satélite, o no hay otro satélite que utilice la misma banda de frecuencia que nuestro satélite.

40 El dispositivo de recogida de datos según la invención permite esencialmente localizar las fuentes de interferencias que emiten:

- ondas portadoras, es decir, que la interferencia forma una sola línea espectral que se superpone al canal de comunicación del satélite;
 - señales moduladas, para las cuales la onda portadora de la interferencia tiene aplicada una modulación. Esta modulación es, generalmente, de banda estrecha con relación al canal de comunicación del satélite, no obstante, cuando no es intencionada, puede ocupar todo el canal de comunicación del satélite.
 - Una señal en la que la frecuencia tiene una variación lenta, prácticamente una señal de onda continua (CW) donde la frecuencia portadora cambia a un ritmo de unos kHz por segundo.
- 45

50 De acuerdo con diferentes formas de realización, la superficie objetivo puede ser toda la superficie de la Tierra que se halla de cara al satélite. En este caso, los tres puntos de antena están dispuestos al objeto de captar una onda de

interferencia, cualquiera que sea su procedencia en la Tierra. No obstante, cabría imaginar asimismo vigilar tan solo una parte de la superficie de la Tierra que encara al satélite, lo cual permitiría tener una localización más precisa de la fuente de interferencia dentro de la superficie objetivo.

5 De acuerdo con una forma preferente de realización, los puntos de antena están dispuestos al objeto de determinar un triángulo equilátero, lo cual permite efectuar una vigilancia simétrica de la superficie objetivo.

La frecuencia en tierra de la interferencia se transmite preferentemente al dispositivo de recogida de datos por telemetría, de modo que los medios de recepción de la frecuencia en tierra de la interferencia son, preferentemente, medios de recepción telemétricos.

De acuerdo con diferentes formas de realización:

- 10
- cada punto de antena puede estar determinado por una antena de bocina, cosa que es de realización simple, o si no,
 - los tres puntos de antena pueden estar determinados por una sola antena de bocina que es desplazada al objeto de constituir sucesivamente los tres puntos de antena, lo cual permite economizar el número de antenas de bocina utilizadas, pero que precisa de medios de desplazamiento de la antena de bocina.

15 Por otro lado, si se quiere aumentar la precisión de la localización de la fuente de interferencia, se puede aumentar el número de puntos de antena del dispositivo de recogida de datos.

De acuerdo con diferentes formas de realización:

- cada punto de antena es preferentemente de banda ancha, para así poder recibir una amplia gama de señales de interferencia;
- 20
- cada punto de antena presenta preferentemente una polarización fija;
 - cada punto de antena presenta preferentemente dos direcciones de polarización. En este caso, la amplitud de la interferencia en cada punto de antena se determina preferentemente según cada una de estas direcciones de polarización, lo cual permite localizar una mayor gama de fuentes de interferencia;
- 25
- cada punto de antena presenta preferentemente una curva de ganancia triangular, para así tener una pendiente de ganancia constante en toda la banda de frecuencia cubierta por el punto de antena, lo cual permite una determinación más precisa de la posición de la fuente de interferencias;
 - cada punto de antena presenta preferentemente una curva de ganancia que presenta una pendiente de aproximadamente 2 dB por grado, con un máximo alrededor de 25 dBi, al objeto de que el punto de antena presente una ganancia de 0 dBi a 13°, lo cual permite cubrir el conjunto de la superficie Tierra;
- 30
- cada punto de antena presenta preferentemente un nivel de polarización cruzada superior o igual a 27 dB, al objeto de no rebajar la precisión de la localización de la fuente de interferencia;
 - cada punto de antena presenta preferentemente una estabilidad térmica y mecánica, al objeto de tener una localización precisa de la fuente de interferencia, pese a las fluctuaciones térmicas o el desgaste del tiempo.

35 En el caso en que cada punto de antena presenta dos direcciones de polarización, son recibidas dos señales por cada uno de los puntos de antena, pudiendo ser procesadas cada una de estas señales por los medios de procesamiento, al objeto de determinar, en cada dirección de polarización, la amplitud de la señal de interferencia en cada uno de los puntos de antena. En este caso, el dispositivo de recogida de datos genera dos veces más de datos de amplitud que puntos de antena hay.

40 De acuerdo con diferentes formas de realización, los medios de procesamiento pueden incluir tantas líneas de procesamiento como señales haya que procesar o, si no, pueden comprender una sola línea de procesamiento y medios de conexión que permiten conectar sucesivamente cada una de las salidas de los puntos de antena a la línea de procesamiento. El hecho de tener una sola y misma línea de procesamiento para procesar todas las señales procedentes de los puntos de antena permite, aparte de una economía de medios, poder detectar más fácilmente ocasionales errores o imprecisiones en las mediciones y en los cálculos, y poder calibrar más fácilmente el dispositivo de recogida.

45

Ventajosamente, los medios de procesamiento incluyen:

- un filtro ágil, apto para seleccionar una banda de frecuencia objetivo en la señal recibida por uno de los puntos de antena y para convertirla en una señal que presenta una banda de frecuencia intermedia, conteniendo la banda de frecuencia objetivo la frecuencia en tierra de la interferencia;
- 50

- medios de procesamiento digital aptos para:
 - o convertir la señal que presenta una banda de frecuencia intermedia en una señal digital y
 - o determinar un contenedor de frecuencia dentro del cual se encuentra la frecuencia de la interferencia en el satélite;
- 5 o determinar, dentro de este contenedor de frecuencia, para cada una de las señales recibidas por cada uno de los puntos de antena, la amplitud de la interferencia en cada uno de los puntos de antena.

Por lo tanto, el filtro ágil permite seleccionar una banda de frecuencia que comprende la fuente de interferencia, al objeto de poder analizarla de manera más precisa. Para ello, el filtro ágil convierte una banda de señal dentro de la cual se encuentra la señal de interferencia en una señal de frecuencia intermedia que a continuación puede ser digitalizada y procesada al objeto de determinar la amplitud medida para la interferencia en cada punto de antena. La posición de la fuente de interferencia dentro de la superficie objetivo puede ser determinada a continuación por triangulación.

Ventajosamente, la amplitud de la interferencia en cada uno de los puntos de antena es determinada en las dos direcciones de polarización de cada uno de los puntos de antena, lo cual permite localizar una mayor gama de fuentes de interferencia.

Por otro lado, la determinación del contenedor de frecuencia dentro del cual se encuentra la frecuencia de la interferencia en el satélite se efectúa preferentemente mediante una transformada rápida de Fourier, lo cual es simple y presenta la ventaja de poderse automatizar. Adicionalmente, se puede aumentar la precisión de la transformada rápida de Fourier aumentando el número de muestras utilizado, en tanto que la frecuencia de muestreo permanece constante. La transformada rápida de Fourier permite aplicar sucesivos filtros cada vez más estrechos sobre la señal digital, al objeto de determinar un contenedor de frecuencia de anchura elegida dentro del cual se encuentra la frecuencia de la interferencia en el satélite.

Ventajosamente, el dispositivo de recogida de datos incluye, además, medios de transmisión aptos para transmitir a unos medios de cálculo las amplitudes de la interferencia determinadas en cada uno de los puntos de antena.

De acuerdo con diferentes formas de realización:

- de manera particularmente ventajosa, los medios de cálculo pueden hallarse en tierra, lo cual permite tener un dispositivo de recogida de datos más ligero; cuando los medios de cálculo se hallan en tierra, los medios de transmisión utilizan preferentemente la telemetría para transmitir al medio de cálculo las amplitudes de la interferencia determinadas en cada uno de los puntos de antena;
- los medios de cálculo pueden formar parte del dispositivo de recogida de datos y, en este caso, el dispositivo de recogida de datos es igualmente un dispositivo de localización de la fuente de interferencia. De este modo, el satélite puede ser totalmente autónomo, lo cual aumenta su seguridad y su confidencialidad.

De acuerdo con una forma de realización, preferente, los medios de cálculo son aptos para determinar la posición de la fuente de interferencia dentro de la superficie objetivo por triangulación, con ayuda de las amplitudes de la señal de interferencia medidas en cada uno de los puntos de antena, lo cual permite una determinación precisa y simple de la posición de la fuente de interferencia.

Asimismo, un segundo aspecto de la invención se refiere a la utilización de las amplitudes determinadas por uno o dos dispositivos de recogida de los datos según el primer aspecto de la invención para determinar la posición de una fuente de interferencia. En efecto, aun si se necesita un solo satélite para reunir los datos necesarios para la localización de una fuente de interferencia, se pueden utilizar los datos procedentes de dos dispositivos de recogida de datos, estando cada uno de ellos embarcado en un satélite, especialmente para aumentar la precisión de la localización de la fuente de interferencia. Adicionalmente, el hecho de utilizar los datos procedentes de dos dispositivos de recogida de datos según el primer aspecto de la invención permite medir la frecuencia exacta a la que es recibida la señal de interferencia, con el fin de poder aplicar el método de localización en frecuencia. En la práctica, los dos satélites, debido a su movimiento, hacen uso de una frecuencia Doppler diferente, de modo que la frecuencia de enlace ascendente de la interferencia es recibida por ambos satélites a una frecuencia ligeramente diferente. El análisis de esta diferencia permite localizar la interferencia (FDOA). En este caso, los dispositivos de recogida de datos según la invención permiten aumentar el número de muestras utilizadas estrechando el contenedor de frecuencia utilizado, al objeto de medir de manera precisa la frecuencia de la interferencia en el satélite.

Para llevar a la práctica el procedimiento de recogida de datos que permite la localización de la fuente de interferencia, primero se recibe en tierra la interferencia. Entonces, se detecta si se trata o no de una interferencia nociva. En caso de que se trate de una interferencia nociva, se mide su frecuencia en tierra y se determina a qué frecuencia será recibida la señal de interferencia en el satélite. Dicho de otro modo, una estación en tierra tiene que

detectar la señal de interferencia y gobernar el dispositivo en el satélite para que el mismo determine la frecuencia de la interferencia en el satélite.

De acuerdo con una forma de realización, la etapa de determinación de la amplitud de la interferencia en cada uno de los puntos de antena incluye las siguientes etapas:

- 5
- selección, en la señal recibida por el primer punto de antena, de una banda de frecuencia objetivo que contiene la frecuencia en tierra de la interferencia;
 - conversión de esta banda de frecuencia objetivo en una señal que presenta una banda de frecuencia intermedia;
 - digitalización de la señal que presenta una banda de frecuencia intermedia;
- 10
- determinación de un contenedor de frecuencia dentro del cual se encuentra la frecuencia de la interferencia en el satélite;
 - determinación, dentro de este contenedor de frecuencia, y para cada una de las señales recibidas por cada uno de los puntos de antena, de la amplitud de la interferencia en cada uno de los puntos de antena.

15 Ventajosamente, la banda de frecuencia objetivo presenta una anchura de 1 MHz, lo cual, conociendo la frecuencia en tierra de la interferencia, permite estar seguros de seleccionar la frecuencia en el satélite de la interferencia, todo ello conservando en memoria tan solo una escasa cantidad de la señal.

Ventajosamente, la etapa de determinación de un contenedor de frecuencia dentro del cual se encuentra la frecuencia de la interferencia en el satélite se efectúa mediante una transformada rápida de Fourier.

20 Asimismo, se refiere un cuarto aspecto de la invención a un procedimiento de localización de una fuente de interferencia dentro de una superficie objetivo mediante triangulación, utilizando las amplitudes determinadas en cada uno de los puntos de antena con ayuda de un procedimiento según el tercer aspecto de la invención.

Breve descripción de las figuras

Otras características y ventajas de la invención se desprenderán de la lectura de la descripción detallada que sigue, con referencia a las figuras que se acompañan, las cuales ilustran:

- 25 la figura 1, una vista esquemática de un dispositivo según una forma de realización de la invención;
- la figura 2, una curva de ganancia de los puntos de antena utilizados en el dispositivo de la figura 1; y
- la figura 3, una cartografía de ganancia de los puntos de antena del dispositivo de la figura 1.

Para mayor claridad, a través del conjunto de las figuras, los elementos idénticos o similares están señalados mediante idénticos signos de referencia.

30 Descripción detallada de al menos una forma de realización

La figura 1 representa de manera esquemática un dispositivo de recogida de datos 1 embarcado en un satélite para la localización de una fuente de interferencia dentro de una superficie objetivo según una forma de realización de la invención. En esta forma de realización, la superficie objetivo se corresponde con el conjunto de la superficie de la Tierra que encara al satélite.

- 35 El dispositivo 1 se halla embarcado en un satélite. El dispositivo 1 incluye:
- medios de recepción 5 aptos para recibir la frecuencia en tierra de la interferencia;
 - al menos tres puntos de antena 2, 3, 4, dispuestos sobre el satélite al objeto de poder recibir una señal de radiofrecuencia procedente de la superficie objetivo;
 - medios de procesamiento 6, aptos para determinar la amplitud de la señal de interferencia en cada uno de los puntos de antena 2, 3, 4;
 - medios de conexión 7, aptos para conectar sucesivamente cada uno de los puntos de antena a los medios de procesamiento 6.
- 40

45 En esta forma de realización, los tres puntos de antena 2, 3, 4 se constituyen a partir de sendas antenas de bocina. No obstante, la invención no queda limitada a la utilización de antenas de bocina, ni a la distribución de las antenas 2, 3, 4 presentada en este punto. Estas tres antenas de bocina están ensambladas rígidamente en el satélite, al objeto de iluminar el conjunto de la superficie de la Tierra, tal como puede verse en la figura 3, que representa una cartografía de ganancia de los puntos de antena. Los tres puntos de antena determinan un triángulo

equilátero, estando dispuesto cada punto de antena sobre uno de los vértices del triángulo equilátero.

La figura de ganancia de cada uno de estos puntos de antena 2, 3, 4 se representa en la figura 2. Cada punto de antena presenta un espectro de recepción de banda ancha, con el fin de poder recibir una amplia gama de señales de interferencia, como por ejemplo, señales de la banda Ku, o "Kurz-unten", o de la banda Ka, "Kurtz-above".

- 5 Por otro lado, cada punto de antena presenta una polarización fija. Cada punto de antena presenta preferentemente una dirección de polarización doble, al objeto de ser capaz de localizar fuentes de interferencia según dos direcciones de polarización. En consecuencia, cada punto de antena genera dos señales en su salida: una primera señal según su primera dirección de polarización, y una segunda señal según su segunda dirección de polarización. La primera dirección de polarización es la misma en los tres puntos de antena, como asimismo la segunda dirección de polarización es la misma en los tres puntos de antena.

Para obtener una polarización doble, las antenas de bocina pueden ser alimentadas mediante transductores ortomodo OMT que dividen la señal y permiten la formación de la polarización ortogonal. Se podría contemplar asimismo, según otra forma de realización, alimentar las antenas de bocina mediante un polarizador, también denominado unión ortomodo u OMJ, al objeto de obtener una polarización circular.

- 15 Cada punto de antena presenta preferentemente una curva de ganancia triangular y constante en función de la frecuencia, tal como se representa en la figura 2, al objeto de que la ganancia sea constante para una apertura angular dada. La curva de ganancia representada en la figura 2 se proporciona únicamente a título ilustrativo, y la invención no queda limitada a este tipo de curva de ganancia. No obstante, la curva de ganancia debe ser conocida y reproducible por las tres antenas de bocina. La curva de ganancia presenta un máximo cercano a 25 dBi, y una pendiente a cada uno de los lados de este máximo de aproximadamente 2 dB por grado, al objeto de que cada punto de antena pueda presentar una ganancia de 0 dBi para una apertura angular de 13 °, lo cual corresponde a la cobertura de la Tierra. De este modo, utilizando estos tres puntos de antena dispuestos según un triángulo equilátero, se obtienen unas líneas de ganancia representadas en la figura 3.

- 20 Por otro lado, cada punto de antena presenta, preferentemente, un nivel de polarización cruzada superior o igual a 27 dB, al objeto de no rebajar la precisión de la medición. Adicionalmente, cada una de estas antenas de bocina es estable térmica y mecánicamente. Adicionalmente, las ocasionales evoluciones de las prestaciones en cuanto a ganancia de las tres antenas de bocina tienen que intervenir en el mismo sentido y en las mismas proporciones, al objeto de que la determinación de la posición de la fuente de interferencia no deje de ser precisa.

- 30 Por otro lado, cada punto de antena 2, 3, 4 presenta dos salidas 2a, 2b, 3a, 3b, 4a, 4b, una por cada dirección de polarización y, sobre cada una de las salidas del polarizador o del arreglo OMT (transductor ortomodo) de cada una de las antenas de bocina, va dispuesto un filtro.

- Los medios de conexión 7 se establecen al objeto de poder conectar sucesivamente las dos salidas 2a, 2b, 3a, 3b, 4a, 4b de cada uno de los puntos de antena 2, 3, 4 a los medios de procesamiento. De este modo, los medios de procesamiento 6 pueden procesar sucesivamente las dos señales de salida de cada uno de los tres puntos de antena 2, 3, 4. En consecuencia, merced a los medios de conexión 7, los mismos medios de procesamiento 6 pueden procesar las seis señales generadas por los tres puntos de antena 2, 3, 4.

Los medios de procesamiento 6 comprenden:

- un filtro ágil 8;
- un filtro antidistorsión 9 de la señal;
- 40 - medios de procesamiento digital 10.

El filtro ágil 8 permite seleccionar una banda de frecuencia objetivo centrada alrededor de la frecuencia en tierra de la interferencia en la señal recibida por uno de los puntos de antena. Esta señal se convierte a continuación en una señal que puede ser procesada por los medios de procesamiento digital 10. Para ello, se convierte la banda de frecuencia objetivo en una banda de frecuencia intermedia.

- 45 Más exactamente, en esta forma de realización, el filtro ágil 8 permite seleccionar, en una de las señales recibidas por uno de los puntos de antena, una banda de frecuencia de 1 Mhz que contiene la frecuencia en tierra de la interferencia. La banda de frecuencia de 1 MHz está centrada preferentemente alrededor de la frecuencia en tierra de la interferencia. Esta banda de frecuencia de 1 MHz puede encontrarse en cualquier lugar del espectro de frecuencia. En efecto, puede encontrarse en los canales de comunicación del satélite o fuera, con el fin de poder localizar cualquier fuente de interferencia, inclusive fuentes de interferencia para satélites vecinos. Esta banda de frecuencia es convertida a continuación en una señal sobre la cual se puede aplicar un filtrado en banda estrecha. Para ello, la conversión tiene lugar en tres etapas:

- en primer lugar, una primera conversión ágil convierte el canal de frecuencia de interés en una señal de frecuencia intermedia alta. Por ejemplo, si llega una señal Ku FSS de frecuencia comprendida entre 13

y 14,5 GHz, un canal de 33 MHz puede ser convertido en una frecuencia Ku comprendida entre 10,95 y 11,70 GHz, al objeto de poder ser filtrada mediante tecnologías corrientes. El filtro ágil es capaz de seleccionar cualquier banda de 33 MHz de anchura dentro de la señal de entrada;

- 5 - una vez efectuada esta primera conversión, se efectúa una segunda conversión, al objeto de tener una señal de frecuencia intermedia baja que puede ser filtrada en banda estrecha. Para ello, se efectúa una conversión en dos etapas: la primera etapa de conversión debe ser ágil, con el fin de seleccionar 1 MHz en el canal de 33 MHz seleccionado en la etapa precedente. La segunda etapa de conversión es fija y permite convertir la señal de 1 MHz en una señal a una frecuencia a la que puede tener lugar el muestreo.

10 Adicionalmente, se aplica preferentemente un filtrado de rechazo de imagen o "proper image rejection filtering" en cada etapa de conversión, al objeto de no rebajar la señal de interés y, por tanto, de no disminuir la precisión de la localización de la fuente de interferencia.

A continuación, los medios de procesamiento digital 10 permiten determinar la amplitud de la interferencia en cada uno de los puntos de antena y según cada una de las direcciones de polarización. Para ello, los medios de procesamiento digital 10 son aptos para:

- 15 - convertir la señal que presenta una banda de frecuencia intermedia en una señal digital y
- aplicar sucesivos filtros sobre la señal digital, al objeto de determinar el contenedor de frecuencia dentro del cual se encuentra la frecuencia de la interferencia en el satélite;
- determinar, dentro de este contenedor de frecuencia, para cada una de las señales recibidas por cada uno de los puntos de antena, la amplitud de la interferencia en cada uno de los puntos de antena.

20 Más exactamente, en esta forma de realización, los medios de procesamiento digital efectúan, en primer lugar, el muestreo de la señal analógica en una conversión de analógico a digital, y aplican una transformada rápida de Fourier. La expresión de una transformada rápida de Fourier viene dada por:

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n \cdot e^{-\frac{2\pi}{N}kn}$$

25 donde N es el número de muestras acumuladas para efectuar la transformada de Fourier, y K, el contenedor de frecuencia en cuestión. La transformada rápida de Fourier es particularmente ventajosa, ya que permite automatizar la determinación de la amplitud en cada uno de los puntos de antena. Adicionalmente, la precisión de la determinación de la amplitud se puede escoger reduciendo la anchura del contenedor de frecuencia obtenido en el final del procesamiento digital. Para ello, se tiene que aumentar el número de muestras, lo cual se puede efectuar aumentando el tiempo de acumulación. No obstante, la duración de determinación de la amplitud no debe ser
30 demasiado larga para que la interferencia pueda ser considerada como estacionaria. De acuerdo con una forma preferente de realización, la precisión de la medición es superior a 0,1 dB.

De este modo, de acuerdo con la invención, una primera señal procedente de un primero de los puntos de antena es procesada por el filtro ágil y luego por los medios de procesamiento digital, al objeto de determinar el contenedor de frecuencia dentro del cual se encuentra la frecuencia de la interferencia en el satélite. Este contenedor de
35 frecuencia, una vez determinado, se puede utilizar para determinar la amplitud de la interferencia en este primer punto de antena y según esta primera dirección de polarización. Adicionalmente, para los demás puntos de antena y para la otra dirección de polarización del mismo punto de antena, cabe situarse directamente dentro de este contenedor de frecuencia para determinar la amplitud de la interferencia, sin tener que determinar nuevamente este contenedor de frecuencia. Dicho de otro modo, la primera medición de la señal de interferencia permite:

- 40 - determinar la frecuencia exacta de la señal de interferencia en el satélite;
- determinar la amplitud de la primera señal;
- determinar el contenedor de frecuencia dentro del cual se encuentra la frecuencia de la interferencia en el satélite y la amplitud de la interferencia en ese primer punto de antena.

Una vez que se han determinado las amplitudes en cada punto de antena y según cada dirección de polarización, estas se pueden utilizar para calcular por triangulación la posición de la fuente de interferencia dentro de la superficie objetivo. Este cálculo puede llevarse a cabo directamente en el interior del dispositivo de recogida de datos embarcado a bordo del satélite, o si no, puede llevarse a cabo ventajosamente en el interior de unos medios de cálculo adicionales, que pueden hallarse, por ejemplo, en la Tierra. En este caso, las amplitudes calculadas se transmiten a estos medios de cálculo adicionales, preferentemente por telemetría, mediante unos medios de
50 transmisión 11.

Con objeto de mejorar la precisión de la localización de la fuente de interferencia, es posible calibrar el dispositivo según la invención. Esta calibración puede tener lugar en el interior del dispositivo de recogida de datos. Para ello,

5 una fuente de interferencia de calibración, por ejemplo, puede emitir al objeto de que su señal sea recibida por los tres puntos de antena, y la amplitud de esta interferencia es medida independientemente por los tres puntos de antena. A continuación, se calcula la posición de la fuente de interferencia y se compara con la posición real de la fuente de interferencia. Se ajustan a continuación los elementos constitutivos del dispositivo de recogida de datos, en orden a mejorar la precisión de la localización de la fuente de interferencia.

Puede consistir otra solución de calibración en enviar una señal piloto de frecuencia conocida y de posición conocida hacia el dispositivo de recogida de datos.

10 Evidentemente, la invención no queda limitada a las formas de realización descritas con referencia a las figuras, y se podrían contemplar variantes sin salir del ámbito de la invención. Así, se puede aumentar el número de puntos de antena, al objeto de aumentar la precisión de la medición. Cabría igualmente utilizar una ordenación en forma de estrella, en la cual un haz central estaría rodeado por tres haces emitidos por tres o más antenas de bocina. Cabría, por ejemplo, utilizar cinco antenas de bocina, estando dispuesta una de estas antenas de bocina en el centro de un cuadrado determinado por las otras cuatro antenas de bocina.

Se puede igualmente disminuir la superficie objetivo para aumentar la precisión de la medición.

15 Por otro lado, la solución precedente se ha diseñado con el fin de lograr un ahorro de masa, al propio tiempo que tiene una configuración simple. No obstante, se podrían adoptar otras configuraciones sin salir del ámbito de la invención. Así, en la solución anteriormente detallada, el dispositivo cubría el conjunto de la Tierra. No obstante, cabría contemplar asimismo tener varios haces direccionales que utilizan una ganancia incrementada. En este caso, al igual que en el caso anteriormente descrito, para permitir cálculos precisos, la curva de ganancia de las antenas de bocina debe ser conocida y reproducible. Si se quiere cubrir el conjunto de la Tierra, se aplica en el conjunto de
20 las antenas de bocina un sistema de orientación (también denominado "gimballing system" en inglés). Los sistemas de orientación son conocidos y pueden montarse sobre un soporte de montaje, en tanto que una placa base da soporte al sistema de alimentación.

25 De acuerdo con otra forma de realización, cabría asimismo contemplar utilizar un reflector. El sistema de orientación se podría aplicar entonces en el reflector, o en el conjunto de antenas.

De este modo, las diferentes formas de realización de la invención permiten la exploración de la fuente de interferencia. Por otro lado, con objeto de tener un dispositivo ligero, el reflector presenta preferentemente una apertura de pequeñas dimensiones.

30 Por otro lado, cabría asimismo utilizar una línea de procesamiento para cada salida de cada punto de antena, al objeto de poder realizar simultáneamente todas las determinaciones de amplitudes, lo cual igualmente aumentaría la precisión de la medida. Otra posible mejora sería aumentar el ancho de la banda de frecuencia seleccionada por el filtro ágil en varios megahercios, al objeto de poder detectar interferencias moduladas.

35 Por otro lado, cabría asimismo contemplar utilizar las amplitudes determinadas por varios dispositivos de recogida de datos según la invención, estando embarcados estos dispositivos de recogida de datos en diferentes satélites, para determinar la posición de la fuente de interferencia de manera más precisa.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de recogida de datos (1) que permite la localización de una fuente de interferencia dentro una superficie objetivo cuando es conocida la frecuencia de la interferencia en tierra, estando el dispositivo de recogida de datos destinado a ser embarcado en un satélite, incluyendo el dispositivo de recogida de datos:
- 5 - medios de recepción telemétricos (5), aptos para recibir por telemetría la frecuencia en tierra de la interferencia;
- al menos tres puntos de antena (2, 3, 4), dispuestos sobre el satélite al objeto de poder recibir una señal de radiofrecuencia procedente de la superficie objetivo;
- 10 - medios de procesamiento (6), aptos para determinar la amplitud de la señal de interferencia en cada uno de los puntos de antena (2, 3, 4), incluyendo los medios de procesamiento:
- o un filtro ágil (8), apto para seleccionar una banda de frecuencia objetivo en la señal recibida por uno de los puntos de antena (2, 3, 4) y para convertirla en una señal que presenta una banda de frecuencia intermedia, conteniendo la banda de frecuencia objetivo la frecuencia en tierra de la interferencia;
- o medios de procesamiento digital (10) aptos para:
- 15 ▪ convertir la señal que presenta una banda de frecuencia intermedia en una señal digital y
- determinar un contenedor de frecuencia dentro del cual se encuentra la frecuencia de la interferencia en el satélite;
- determinar, dentro de este contenedor de frecuencia, para cada una de las señales recibidas por cada uno de los puntos de antena (2, 3, 4), la amplitud de la interferencia en cada uno de los
- 20 puntos de antena (2, 3, 4);
- medios de conexión (7), aptos para conectar cada uno de los puntos de antena (2, 3, 4) a los medios de procesamiento (6).
2. Dispositivo de recogida de datos según la anterior reivindicación, que incluye, además, medios de transmisión (11) aptos para transmitir a unos medios de cálculo las amplitudes de la interferencia determinadas en cada uno de los puntos de antena (2, 3, 4).
- 25 3. Dispositivo de recogida de datos según una de las anteriores reivindicaciones, que incluye, además, medios de cálculo aptos para determinar por triangulación la posición de la fuente de interferencia dentro de la superficie objetivo, con ayuda de las amplitudes de la señal de interferencia medidas en cada uno de los puntos de antena.
4. Dispositivo de recogida de datos según una de las anteriores reivindicaciones, en el que cada punto de antena (2, 3, 4) presenta una curva de ganancia triangular.
- 30 5. Dispositivo de recogida de datos según una de las anteriores reivindicaciones, en el que cada punto de antena (2, 3, 4) presenta un nivel de polarización cruzada superior o igual a 27 dB.
6. Dispositivo de recogida de datos según una de las anteriores reivindicaciones, en el que cada punto de antena (2, 3, 4) presenta dos direcciones de polarización.
- 35 7. Dispositivo de recogida de datos según la anterior reivindicación, en el que la amplitud de la interferencia en cada uno de los puntos de antena (2, 3, 4) es determinada en las dos direcciones de polarización de cada uno de los puntos de antena (2, 3, 4).
8. Dispositivo de recogida de datos según una de las anteriores reivindicaciones, en el que cada punto de antena (2, 3, 4) se constituye a partir de una antena de bocina.
- 40 9. Procedimiento de recogida de datos que permite la localización de una fuente de interferencias dentro de una superficie objetivo con el concurso de tres puntos de antena (2, 3, 4) dispuestos sobre un satélite, para así poder recibir una señal de radiofrecuencia en el conjunto de la superficie objetivo, incluyendo el procedimiento las siguientes etapas:
- recepción, por telemetría, de la frecuencia en tierra de la interferencia;
- 45 - recepción, mediante cada punto de antena, de una señal de radiofrecuencia que incluye la señal de interferencia cuya fuente se quiere localizar; determinación de la amplitud de la interferencia en cada uno de los puntos de antena, incluyendo la etapa de determinación de la amplitud de la interferencia en cada uno de los puntos de antena (2, 3, 4) las siguientes etapas:
- selección, en la señal recibida por el primer punto de antena, de una banda de frecuencia objetivo

que contiene la frecuencia en tierra de la interferencia;

- conversión de esta banda de frecuencia objetivo en una señal que presenta una banda de frecuencia intermedia;
- digitalización de la señal que presenta una banda de frecuencia intermedia;
- determinación de un contenedor de frecuencia dentro del cual se encuentra la frecuencia de la interferencia en el satélite;
- determinación, dentro de este contenedor de frecuencia, y para cada una de las señales recibidas por cada uno de los puntos de antena, de la amplitud de la interferencia en cada uno de los puntos de antena.

5

10 10. Procedimiento según la anterior reivindicación, en el que la etapa de determinación de un contenedor de frecuencia dentro del cual se encuentra la frecuencia de la interferencia en el satélite se efectúa mediante una transformada rápida de Fourier.

15 11. Procedimiento de localización de una fuente de interferencia dentro de una superficie objetivo por triangulación, utilizando las amplitudes determinadas en cada uno de los puntos de antena con ayuda de un procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 10.

