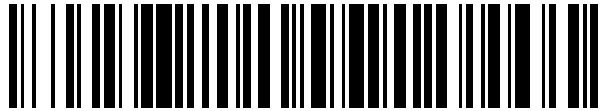


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 559 841**

51 Int. Cl.:

G01S 13/52 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2009 E 09771366 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.11.2015 EP 2368135**

54 Título: **Procedimiento para filtrar los ecos de radar producidos por aerogeneradores**

30 Prioridad:

19.12.2008 FR 0807211

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.02.2016

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade
Nord
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**MORUZZIS, MICHEL;
BEAUQUET, GILLES y
CAMPOY, FRÉDÉRIC**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 559 841 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

Procedimiento para filtrar los ecos de radar producidos por aerogeneradores

5 La invención se refiere al campo de la vigilancia por radar de zonas del espacio aéreo. Esta se refiere de manera más particular a la vigilancia aérea a baja altitud de zonas más o menos densamente pobladas por objetos fijos que constan de unas partes móviles, por ejemplo, aerogeneradores.

10 En el campo de la detección por radar es habitual implementar procedimiento de tratamiento que permiten librarse de los ecos que emanan de objetos inmóviles, también llamados ecos fijos. Diversos tratamientos conocidos, no descritos aquí, permiten identificar objetos completamente fijos y tratar los ecos reflejados por estos objetos de manera separada, pudiendo consistir este tratamiento en una simple eliminación o también en una utilización para determinar el posicionamiento geográfico y la extensión de dichos objetos. La identificación de los ecos fijos permite de manera ventajosa evitar que los bloques correspondientes se transmitan a la función de rastreo del radar, y sobrecargan esta función provocando la inicialización de trazas que se eliminan tan pronto como se inicializan.

15 De manera muy general y conocida, la identificación de los ecos fijos se hace mediante un simple filtrado Doppler realizado en el campo espectral, asignándose al eco reflejado por un objeto completamente fijo, un edificio o un elemento del relieve por ejemplo, una frecuencia Doppler nula o, en el caso de elementos de vegetación como unos árboles por ejemplo, una frecuencia Doppler muy baja que corresponde al movimiento del follaje. Por consiguiente, la eliminación de dichos ecos se realiza mediante un simple filtrado rechazando los ecos cuya frecuencia Doppler es baja, o incluso nula.

20 En lo que se refiere a la eliminación de los ecos reflejados por objetos fijos, la presencia de aerogeneradores en el espacio vigilado por el radar crea una situación particular, muy perturbadora. En efecto, aunque los aerogeneradores son objetos inmóviles, cuya posición en principio no cambia, sin embargo presentan unas partes móviles, que se mueven por lo general con movimientos rotativos. Estas partes móviles están principalmente compuestas por las palas que giran bajo la acción del viento, y cuya velocidad de rotación depende de la velocidad del viento. Estas partes móviles también están compuestas por el rotor en su conjunto, rotor que se orienta de forma automática en la dirección del viento.

25 El movimiento de los elementos móviles de un aerogenerador tiene como consecuencia que se le puede asignar al eco reflejado por un aerogenerador una frecuencia Doppler cuyo valor es comparable al de ecos móviles que corresponden a objetos en movimiento cuyo desarrollo necesita en particular ser tenido en cuenta por la función de rastreo. De este modo, por ejemplo, la velocidad típica de desplazamiento del extremo de una pala de aerogenerador es del orden de 250 km/h, velocidad que corresponde a la de algunos aviones de turismo. Por consiguiente, no se puede considerar una simple eliminación mediante un filtrado Doppler de estos ecos sin correr el riesgo de eliminar también los ecos de objetos realmente en movimiento.

30 La identificación y la eliminación de los ecos procedentes de aerogeneradores es un problema que reviste un carácter especialmente actual. En efecto, la proliferación de los aerogeneradores en los paisajes actuales tiene como efecto que en algunas zonas que son objeto de una vigilancia por radar, vigilancia tanto civil como militar, la implantación de un número considerable de aerogeneradores ocasiona molestias que alteran la eficacia del sistema de radar. En efecto, en ausencia de tratamiento concreto, los ecos reflejados por los aerogeneradores se consideran como ecos móviles. Por consiguiente, estos ecos ocasionan periódicamente la inicialización de trazas lo que tiene el efecto de provocar un incremento innecesario de la carga de cálculo de la función de rastreo, incremento más importante cuanto mayor es el número de aerogeneradores localizados en el espacio cubierto por el radar considerado.

35 De acuerdo con el estado actual de la técnica, existen métodos conocidos para resolver el problema que plantean los ecos procedentes de aerogeneradores. Estos métodos, no descritos aquí, se basan por lo general en la adquisición por el radar de la posición de los aerogeneradores presentes en el espacio considerado. La solución utilizada consiste, por lo general, en invalidar la detección de cualquier eco de radar en una zona que comprende los aerogeneradores. Esta consiste, en una alternativa, en mantener activa la detección de los ecos en las zonas consideradas, pero activando la función NAI ("Non Automatic Initiation" según la denominación anglosajona) encargada de impedir en el rastreo de radar, en las zonas consideradas, la inicialización automática de las trazas a partir de los bloques formados. La inicialización de trazas en estas zonas debe por tanto gestionarla un operario.

40 Estos métodos presentan la ventaja de no necesitar ningún tratamiento particular de los ecos recibidos. Los ecos procedentes de las zonas inhibidas se eliminan por principio, o al menos no dan lugar a ninguna inicialización de traza.

45 Por el contrario, estas presentan el inconveniente de impedir una detección rápida de blancos que aparecen en una zona para la que está activada la inhibición de los bloques (o de las trazas). Esta limitación es, por ejemplo, negativa para la detección de aeronaves hostiles que se ponen al descubierto sobre una colina en la que está implantado un campo de aerogeneradores.

Estos métodos también presentan el inconveniente de ocasionar potencialmente pérdidas de trazas establecidas, en particular en el caso en el que una aeronave a la que se sigue el rastro entra en dicha zona o también maniobra en dicha zona.

5 Por último, estas presentan el inconveniente de poder aplicarse solo en el caso de que el espacio cubierto por el radar solo contenga un pequeño número de aerogeneradores localizados en algunas zonas precisas. Estas no se pueden utilizar en la práctica en el caso de que haya una gran cantidad de aerogeneradores presentes y localizados en varias zonas.

10 Por consiguiente, la implementación de dicho métodos solo se puede considerar aceptable si el tamaño de las zonas ocupadas por los aerogeneradores es lo suficientemente reducido. Ahora bien, la generalización de la explotación de la energía eólica conduce a extender considerablemente las zonas de implantación de los aerogeneradores, lo que dificulta enormemente la misión operativa de algunos radares, en particular los radares de control de tráfico aéreo, civil o militar, situados en emplazamientos en los que están rodeados de aerogeneradores.

15 Frente a la proliferación de los aerogeneradores, se han realizado trabajos para intentar mejorar globalmente el funcionamiento de los radares en dicho entorno. De este modo, la solicitud de patente para los Estados Unidos de América presentada por la empresa Raytheon, publicada el 15 de mayo de 2008 con la referencia US 20080/111731 y titulada "Dual beam radar system" aborda el tema de los métodos de filtrado de los ecos de aerogeneradores. Sin embargo, el problema se aborda aquí en términos de altitud, considerando que los aerogeneradores tienen una altura inferior a un límite fijado, de tal modo que el eco procedente de una pequeña aeronave que vuela a baja altura puede considerarse como un eco de aerogenerador y, por consiguiente, eliminarse.

20 Por consiguiente no existe a día de hoy ninguna solución realmente satisfactoria para el problema que plantea la presencia de aerogeneradores.

25 Un objetivo de la invención es proponer una solución que permita evitar que los ecos reflejados por los aerogeneradores sobrecarguen la función de rastreo del radar, multiplicando en particular las inicializaciones de trazas. Otro objetivo de la invención es permitir que un radar situado en un entorno plagado de aerogeneradores garantice la continuidad del rastreo de los objetos móviles incluso cuando estos tienen que atravesar zonas del espacio en las que se encuentran situados los aerogeneradores.

30 Para ello, la invención tiene por objeto un procedimiento para filtrar los ecos de radar producidos por aerogeneradores, estando dichos aerogeneradores situados en el espacio cubierto por un radar que consta de unos medios para realizar el rastreo automático de los ecos móviles. El procedimiento, aplicado a la señal $S_b(t)$ de radar recibida mediante el análisis de esta señal en un periodo dado, consta principalmente:

- de un primer módulo de reconocimiento de la señal reflejada por un aerogenerador y de constitución de un modelo $s(t)$ de señal parásita, constituyendo este modelo una estimación, para el periodo considerado, de la señal reflejada por un aerogenerador;
- de un segundo módulo de filtrado de la señal $S_b(t)$ de radar recibida, consistiendo el filtrado en sustraer la señal $s(t)$ de la señal $S_b(t)$.

La señal $S_r(t)$ filtrada se transmite a las funciones de tratamiento de la señal situadas aguas abajo del procedimiento.

De acuerdo con la invención, el reconocimiento de la señal reflejada por un aerogenerador se realiza analizando la variación a lo largo del tiempo, durante el periodo de observación, de la amplitud de la señal $S_b(t)$ en bruto recibida.

40 En una forma particular de implementación de la invención, el reconocimiento de una señal reflejada por un aerogenerador se realiza buscando unos picos de amplitud y determinando la duración de estos picos y la diferencia de amplitud existente entre estos picos y el valor medio de la señal $S_b(t)$ en el periodo de observación, comparándose esta diferencia con un umbral fijado, significando la superación del umbral que la señal se considera como una señal reflejada por un aerogenerador.

45 En una variante de esta forma particular de implementación, el modelo de señal $s(t)$ parásita constituido es una señal cuya amplitud, en los instantes en los que la señal $S_b(t)$ presenta unos picos de amplitud, es igual a la amplitud de $S_b(t)$ y cuya amplitud es nula el resto del tiempo.

En otra variante, el modelo de señal $s(t)$ parásita constituido es una señal cuya amplitud, en el caso de que la señal se considere como una señal reflejada por un aerogenerador, es igual a la amplitud máxima de $S_b(t)$.

50 En una forma particular de implementación de la invención, el primer módulo realiza la constitución de un modelo $s(t)$ de señal parásita a partir de información externa en tiempo real transmitida al radar, proporcionando esta información indicaciones relativas al estado de funcionamiento del aerogenerador cuya señal se ha detectado.

De acuerdo con la invención, el primer módulo de reconocimiento de la señal reflejada por un aerogenerador puede, además, constar de un submódulo de filtrado de las señales que corresponden a ecos fijos.

El procedimiento de acuerdo con la invención puede, además, constar de un módulo complementario para realizar la estimación del nivel $A(t)$ ambiental en cada zona para la que la señal $S_b(t)$ se reconoce como que corresponde a la señal reflejada por un aerogenerador, transmitiéndose el nivel estimado al tratamiento situado aguas abajo del procedimiento.

- 5 El procedimiento de acuerdo con la invención presenta la ventaja de implementar un método de supresión coherente de una señal parásita procedente de un aerogenerador, manteniendo al mismo tiempo unas condiciones de detección óptimas de las señales útiles.

Por otra parte, el procedimiento de acuerdo con la invención permite de manera ventajosa, para algunas aplicaciones de radar como, por ejemplo, el control del tráfico aéreo civil, sacar provecho de la información externa tal como, por ejemplo, la posición de los aerogeneradores.

10 Se apreciarán mejor las características y ventajas de la invención por medio de la descripción que viene a continuación, descripción que expone la invención a través de una forma particular de realización tomada como ejemplo no limitativo y que se basa en las figuras adjuntas, figuras que representan:

- 15 – la figura 1, un diagrama de bloques que presenta los módulos de tratamiento que constituyen el procedimiento de acuerdo con la invención;
- la figura 2, un espectrograma que presenta un ejemplo de señal reflejada por un aerogenerador;
- la figura 3, un cronograma que muestra la evolución a lo largo del tiempo de la amplitud de la señal en bruto recibida por el radar cuando esta señal corresponde al ejemplo de señal reflejada por un aerogenerador cuyo espectrograma se presenta en la figura 2;
- 20 – las figuras 4 y 5, unos cronogramas que muestran la ventaja que ofrece la implementación de un módulo de filtrado de los ecos fijos mediante el procedimiento de acuerdo con la invención.

La solución propuesta consiste en identificar y, a continuación, en suprimir, de manera coherente, las señales parásitas provocadas por las reflexiones de la señal de radar en las palas de los aerogeneradores.

En referencia a la figura 1, esta presenta un diagrama estructural del procedimiento de acuerdo con la invención.

25 El procedimiento de acuerdo con la invención tiene como función determinar si la señal $S_b(t)$ de radar recibida en un instante t corresponde o no a la señal reflejada por un aerogenerador. De acuerdo con la invención se analiza la señal en un periodo dado que corresponde al tiempo de iluminación de la dirección considerada por la señal de radar. Este consta principalmente de dos módulos de tratamiento que se aplican a la señal 11, $S_b(t)$ en bruto, recibida por el radar, módulos que cooperan para obtener el resultado deseado, esto es producir una señal 12 filtrada sin los ecos procedentes de aerogeneradores y transmitir la señal filtrada al resto de la cadena de tratamiento coherente. El primer módulo 13 de tratamiento se encarga principalmente de permitir el establecimiento de un modelo de señal temporal que pueda representar lo mejor posible la señal realmente reflejada por un aerogenerador. El segundo módulo 14 de tratamiento se encarga, por su parte, del filtrado propiamente dicho.

35 El primer módulo 13 de modelización se basa en el conocimiento de las características de la señal reflejada por un aerogenerador y una identificación de algunas de estas características en la señal recibida en un instante dado.

En una forma simple del procedimiento de acuerdo con la invención, forma que no necesita la transmisión de ninguna información particular al radar, el conocimiento de las características de la señal reflejada por un aerogenerador es principalmente un conocimiento a priori. De acuerdo con la invención, el módulo 13 procede al análisis de algunas características de la señal $S_b(t)$ recibida para determinar si esta señal corresponde o no a una señal reflejada por un aerogenerador, en otras palabras para reconocer un eco de aerogenerador.

40 El tratamiento se basa para ello en el hecho de que la firma espectral de esta señal no es estacionaria, como se ilustra en el espectrograma de la figura 2. En efecto, teniendo en cuenta en particular el asincronismo existente ente la secuenciación de las iluminaciones realizadas por el radar y la velocidad de rotación de las palas de un aerogenerador, la señal reflejada por un aerogenerador presenta un espectro Doppler que varía de manera particular a lo largo del tiempo.

45 El espectrograma de la figura 2 presenta un ejemplo de señal reflejada por un aerogenerador. Este espectrograma se dibuja para un periodo de observación que corresponde a la rotación de 1/3 de vuelta del rotor de un aerogenerador que consta tradicionalmente de 3 palas. Este representa un periodo completo de la señal tal como la recibe el radar. Este espectrograma periódico permite diferenciar esencialmente:

- 50 – una señal 21 permanente de frecuencia nula (o con unas componentes de muy baja frecuencia) que corresponde esencialmente a las señales reflejadas por las partes fijas o mínimamente móviles del aerogenerador, señal que constituye la componente “continua” de la señal global;
- dos señales 22 y 23 de banda ancha con unas duraciones muy cortas, que corresponden a la señal reflejada por el aerogenerador en los instantes en los que las palas son perpendiculares al eje de puntería del radar y presentan por lo tanto una fuerte reflectividad. Una de estas componentes corresponde a una pala que avanza y la otra a una pala que retrocede.

Esta característica particular de no estacionalidad espectral se traduce, en el campo temporal, en una fluctuación importante de la amplitud de la señal reflejada por un aerogenerador durante el periodo de iluminación. En la práctica, como se ilustra en la figura 3, la señal reflejada por un aerogenerador se presenta como una sucesión de picos 31 de amplitud de breve duración que se repiten de manera periódica con un gran periodo 32 frente a la duración de los picos 31.

La amplitud de esta señal depende principalmente de las características físicas del aerogenerador, mientras que la duración de los picos 31 de amplitud depende de las dimensiones de las palas, de su velocidad ω de rotación, así como de la longitud λ de onda de la onda emitida por el radar. El periodo T de repetición de los picos de amplitud depende, por su parte, de la velocidad ω de rotación de las palas del aerogenerador.

El procedimiento de acuerdo con la invención saca provecho de estas características temporales para realizar la identificación de un eco de aerogenerador a partir de la representación temporal de la señal recibida. En la práctica, el módulo 23 de modelización analiza la señal $S_b(t)$ recibida en un periodo definido, el tiempo de iluminación, por ejemplo, y mide las variaciones de amplitud de la señal en este periodo.

En una primera forma de implementación, la modelización se realiza determinando el valor medio de la amplitud de la señal $S_b(t)$ y la diferencia D máxima de amplitud con respecto a este valor. Esta diferencia D se compara entonces con un umbral. A continuación, si la diferencia es superior a este umbral la señal $S_b(t)$ se considera como que corresponde a la señal reflejada por un aerogenerador. La señal $s(t)$ modelo es por tanto una señal cuya amplitud es nula cuando la señal $S_b(t)$ presenta una amplitud cercana a su valor medio y cuya amplitud es igual a la diferencia D entre la amplitud máxima de $S_b(t)$ y su valor medio cuando esta diferencia es superior al umbral considerado.

En una forma de implementación alternativa la diferencia detectada no solo se compara con un umbral, sino que se tiene en cuenta la duración de la variación de amplitud para determinar, a priori, a partir de la forma de onda del radar (longitud de onda) y del conocimiento de las propiedades típicas de los aerogeneradores (intervalo de longitud de las palas, intervalo de periodo de rotación del rotor, número de palas) si una señal que presenta dicha variación de amplitud corresponde probablemente a la señal reflejada por un aerogenerador. De este modo, fijando por ejemplo una duración mínima, se excluyen de la identificación las señales que presentan unas variaciones de amplitud juzgadas a priori demasiado breves para corresponder a la señal reflejada por un aerogenerador. A continuación, la señal $S_b(t)$ que haya cumplido las dos condiciones de amplitud y de duración, se considera como que corresponde a la señal reflejada por un aerogenerador.

En estas formas simples del procedimiento de acuerdo con la invención, la señal $s(t)$ modelo se determina, en todos los casos, mediante el análisis de la señal recibida, en función de las características del aerogenerador definidas a priori. La señal $s(t)$ generada es entonces, por ejemplo, una señal cuya amplitud es nula cuando la señal $S_b(t)$ presenta una amplitud cercana a su valor medio y cuya amplitud es igual a la diferencia D entre la amplitud máxima de $S_b(t)$ y su valor medio cuando esta diferencia es superior al umbral considerado. En una alternativa, $s(t)$ puede por ejemplo consistir en una señal cuya amplitud es igual a la amplitud máxima de $S_b(t)$ para todo el periodo de análisis, el periodo de iluminación por ejemplo, cuando la señal $S_b(t)$ se reconoce como una señal reflejada por un aerogenerador o de amplitud nula para todo el periodo de análisis cuando la señal $S_b(t)$ no se reconoce como una señal reflejada por un aerogenerador.

Hay que señalar que, para facilitar las mediciones de amplitud realizadas y en particular para evitar que la presencia de ecos fijos muy intensos en la zona analizada alteren mucho las mediciones de amplitud, el módulo 13 consta, en una forma de implementación preferente, de un submódulo 17 de eliminación de los ecos fijos. La eliminación de los ecos fijos se realiza aquí mediante cualquier medio conocido, por rechazo espectral de las señales con frecuencia nula, por ejemplo. La utilización de este submódulo 17 permite identificar de manera más eficaz la presencia de la señal parásita, incluso cuando su amplitud es pequeña con respecto a la de los ecos fijos que le acompañan (como por ejemplo los ecos provocados por la reflexión sobre el mástil o la góndola del aerogenerador). La utilidad de este submódulo se ilustra en las figuras 4 y 5.

La figura 4 presenta el cronograma de un ejemplo de señal $S_b(t)$ reflejada por un aerogenerador. La señal presentada es aquí la misma que la señal cuyo espectrograma se presenta en la figura 2. Este representa un periodo completo de la señal tal como la recibe el radar. Como se puede comprobar, el nivel medio de la señal recibida es relativamente fuerte ya que está compuesta por la combinación de unos ecos fijos (mástil, góndola, partes fijas del rotor) que forman una señal de fondo y unos ecos móviles (partes móviles del rotor) reflejados por el aerogenerador, representados por los picos 31_a y 31_b de amplitud. Por consiguiente, la diferencia entre el nivel de los picos 31 de amplitud y el nivel medio de la señal es limitada. De este modo, a veces es difícil identificar un eco de aerogenerador mediante la simple medición de esta diferencia.

La figura 5 presenta, por su parte, el cronograma del mismo ejemplo de señal tras la aplicación de una operación de filtrado que busca eliminar las componentes de esta señal que corresponden a los ecos fijos. Las escalas de representación utilizadas son aquí las mismas que las de la figura 4. Como se puede comprobar en la figura 5, la variación de la amplitud de la señal es mucho más fácil de distinguir, tras la aplicación de un filtro que rechaza los ecos fijos, que en la figura 4, en particular en los picos 31 que corresponden a los instantes en los que la reflexión sobre las palas es importante. Hay que señalar a este respecto que uno de los picos, 31_a por ejemplo, corresponde a la pala que debido a la rotación se aproxima al radar, y que el otro pico, 31_b por ejemplo, corresponde a la pala que

se aleja del radar.

La señal $s(t)$ modelo que representa la señal parásita se transmite al módulo 14 de filtrado que tiene como función principal eliminar de la señal $S_b(t)$ recibida cualquier componente parásita que corresponda a la señal reflejada por un aerogenerador. Por consiguiente, la operación de filtrado consiste, de manera simple, en sustraer el modelo de señal $s(t)$ definido por el módulo 13 de la señal $S_b(t)$ de radar en bruto. De este modo, se obtiene una señal filtrada, liberada por completo o parcialmente de su componente parásita según si las características de amplitud y de duración de la señal $s(t)$ corresponden más o menos claramente a las de la señal realmente reflejada por un aerogenerador.

Esta primera forma simple del procedimiento de la invención, presenta la ventaja de poder implementarla cualquier equipo de radar existente, en el sentido de que no necesita la colocación de ninguna estructura complementaria. Un radar que funciona solo puede integrar en su tratamiento coherente el procedimiento de acuerdo con la invención, por medio de la simple memorización de un modelo de comportamiento de aerogenerador más o menos sofisticado a partir del cual se puede construir a priori un modelo de señal reflejada en tiempo real. Este modelo de señal $s(t)$ lo utiliza entonces el módulo de filtrado para eliminar de la señal recibida los ecos parásitos que constituyen los ecos de aerogeneradores. Sin embargo, teniendo en cuenta que dicho modelo no toma en consideración el estado real en el instante considerado del aerogenerador iluminado por el radar, el modelo de señal solo corresponde aproximadamente a la señal realmente reflejada por el aerogenerador. Por consiguiente, el filtrado realizado solo elimina la señal parásita de manera incompleta.

Es la razón por la que en una forma más sofisticada, el módulo 13 de modelización del procedimiento de acuerdo con la invención consta de un módulo de intercambio de datos, encargado en particular de recibir en tiempo real, es decir con una cadencia de renovación ligada a la constante de tiempo típica de los aerogeneradores (tradicionalmente algunos segundos), los datos relativos al funcionamiento de los aerogeneradores presentes en el espacio vigilado por el radar. Esta información es principalmente la orientación del rotor así como la velocidad de rotación y la orientación de las palas. También puede ser una fecha de sincronización, la fecha en la que el rotor pasa por una posición angular de referencia conocida por ejemplo. Esta última información se suministra con cada vuelta de rotor, es decir tradicionalmente cada entre 2 y 3 s para un aerogenerador clásico.

Esta información asociada con los datos correspondientes a las características estáticas tales como la dimensión de las palas permiten que el módulo de modelización construya en tiempo real una señal $s(t)$ modelo muy cercana a la señal realmente reflejada por el aerogenerador considerado. Por consiguiente, la eficacia del módulo 14 de filtrado se ve en general muy incrementada. No obstante, el aporte de estos datos externos es más o menos importante según el tipo de radar. Por ejemplo, para los radares monoestáticos o multiestáticos con antena fija, que tienen la capacidad de recibir de forma permanente señales reflejadas por los blancos en toda o parte de su cobertura, no resulta indispensable disponer de unos datos dinámicos, en la medida en que el radar es capaz de elaborar por sí mismo una estimación temporal de la señal parásita.

Sea cual sea la forma de implementación de procedimiento de acuerdo con la invención, forma simple sin aporte externo de información relativa a los aerogeneradores o bien forma más elaborada con intercambios de información, este consta, además de sus módulos 13 y 14 principales, de un módulo 16 complementario encargado de realizar una estimación $A(t)$ local ambiental. Esta estimación local tiene por objeto integrar en la estimación ambiental normalmente realizada en un sector dado, la contribución de la presencia de un aerogenerador a este nivel ambiental, considerándose de este modo los ecos de aerogeneradores como un eco parásito particular cuyas características se transmiten a la cadena de tratamiento coherente, posterior al tratamiento realizado por el procedimiento de acuerdo con la invención. Se puede sacar provecho de manera ventajosa de esta estimación de un nivel ambiental local mediante el tratamiento coherente para evitar falsear las estimaciones ambientales realizadas en zonas adyacentes a las zonas que contienen los aerogeneradores.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para filtrar los ecos de radar producidos por aerogeneradores, estando dichos aerogeneradores situados en el espacio cubierto por un radar que consta de unos medios para realizar el rastreo automático de los ecos móviles, estando el procedimiento **caracterizado porque** realiza un análisis temporal, en un periodo dado, de la señal $S_b(t)$ en bruto recibida por el radar, constanding dicho radar:
- 5
- de un primer módulo (13) de reconocimiento de la señal reflejada por un aerogenerador mediante el análisis de las variaciones de amplitud de la señal $S_b(t)$ en bruto en el periodo considerado y de constitución de un modelo $s(t)$ de señal parásita, constituyendo este modelo una estimación, para el periodo considerado, de la señal reflejada por un aerogenerador;
 - 10 - de un segundo módulo (14) de filtrado de la señal $S_b(t)$ de radar recibida, consistiendo el filtrado en sustraer la señal $s(t)$ de la señal $S_b(t)$; transmitiéndose la señal $S_r(t)$ filtrada a las funciones de tratamiento de la señal situadas aguas abajo del procedimiento.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el reconocimiento de la señal reflejada por un aerogenerador se realiza analizando la variación a lo largo del tiempo, durante el periodo de observación, de la amplitud de la señal $S_b(t)$ en bruto recibida.
- 15
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** el reconocimiento de una señal reflejada por un aerogenerador se realiza buscando unos picos de amplitud y determinando la duración de estos picos y la diferencia de amplitud existente entre estos picos y el valor medio de la señal $S_b(t)$ en el periodo de observación, comparándose esta diferencia con un umbral fijado, significando la superación del umbral que la señal se considera como una señal reflejada por un aerogenerador.
- 20
4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** el modelo de señal $s(t)$ parásita constituido es una señal cuya amplitud en los instantes en los que la señal $S_b(t)$ presenta unos picos de amplitud, es igual a la amplitud de $S_b(t)$ y cuya amplitud es nula el resto del tiempo.
- 25
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** el modelo de señal $s(t)$ parásita constituido es una señal cuya amplitud, en el caso de que la señal se considere como una señal reflejada por un aerogenerador, es igual a la amplitud máxima de $S_b(t)$.
- 30
6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el primer módulo (13) realiza la constitución de un modelo $s(t)$ de señal parásita a partir de información (15) externa en tiempo real transmitida al radar, proporcionando esta información indicaciones relativas al estado de funcionamiento del aerogenerador cuya señal ha sido detectada.
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el primer módulo (13) de reconocimiento de la señal reflejada por un aerogenerador consta, además, de un submódulo (17) de filtrado de las señales que corresponden a ecos fijos.
- 35
8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** consta, además, de un módulo (16) complementario para realizar la estimación del nivel $A(t)$ ambiental en cada zona para la que la señal $S_b(t)$ recibida se reconoce como correspondiente a la señal reflejada por un aerogenerador, transmitiéndose el nivel estimado al tratamiento situado aguas abajo del procedimiento.

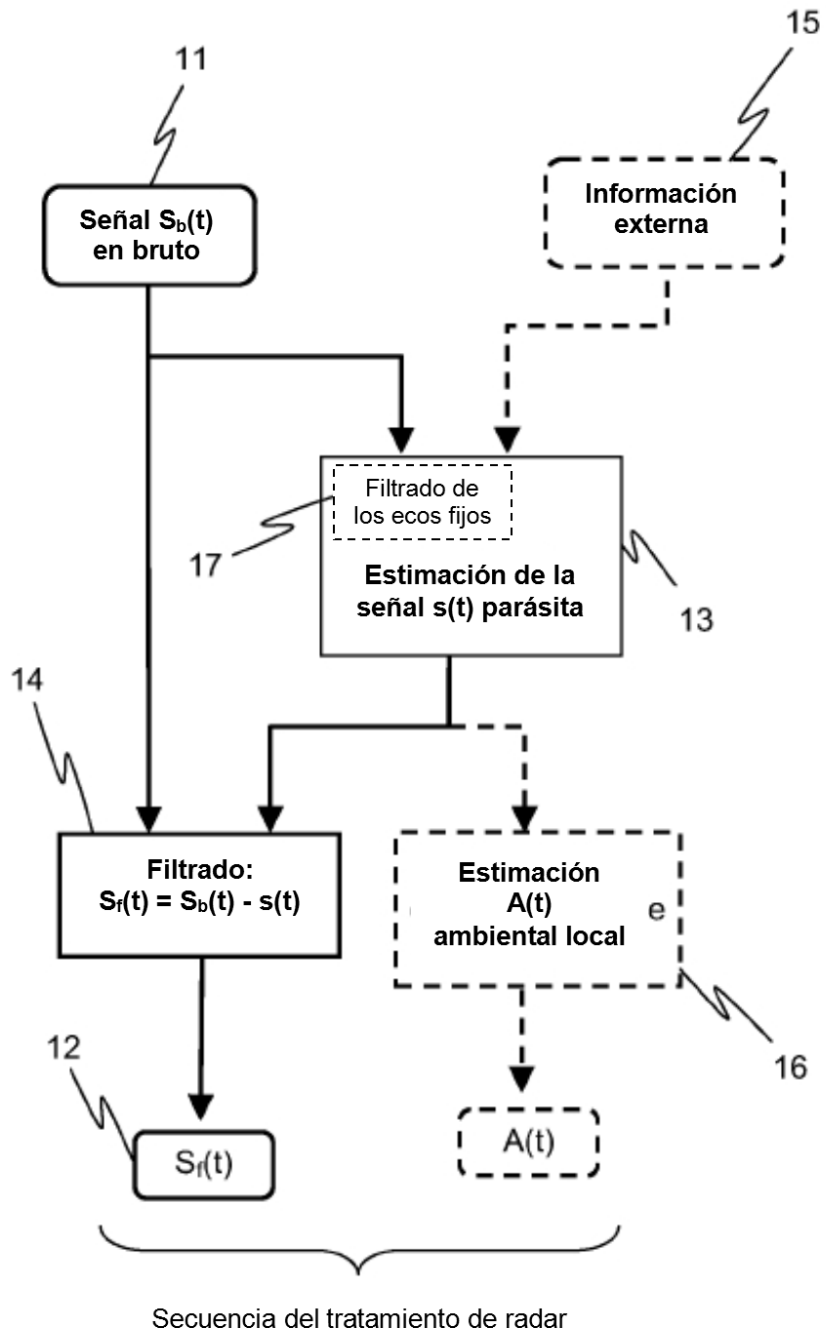


Fig. 1

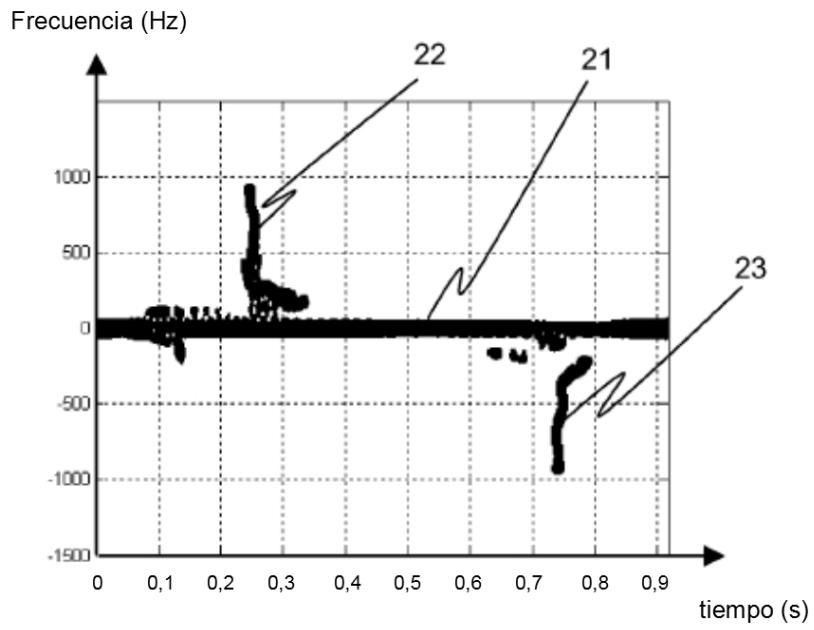


Fig. 2

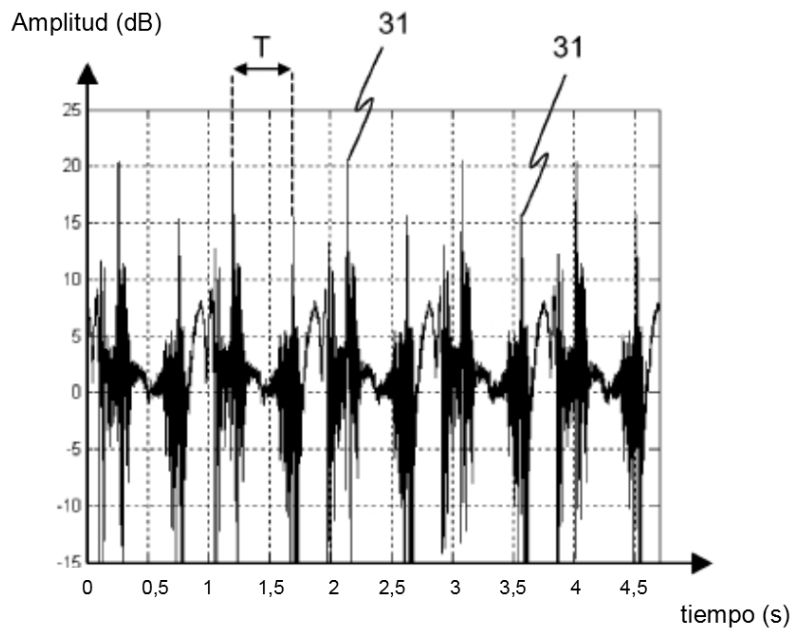


Fig. 3

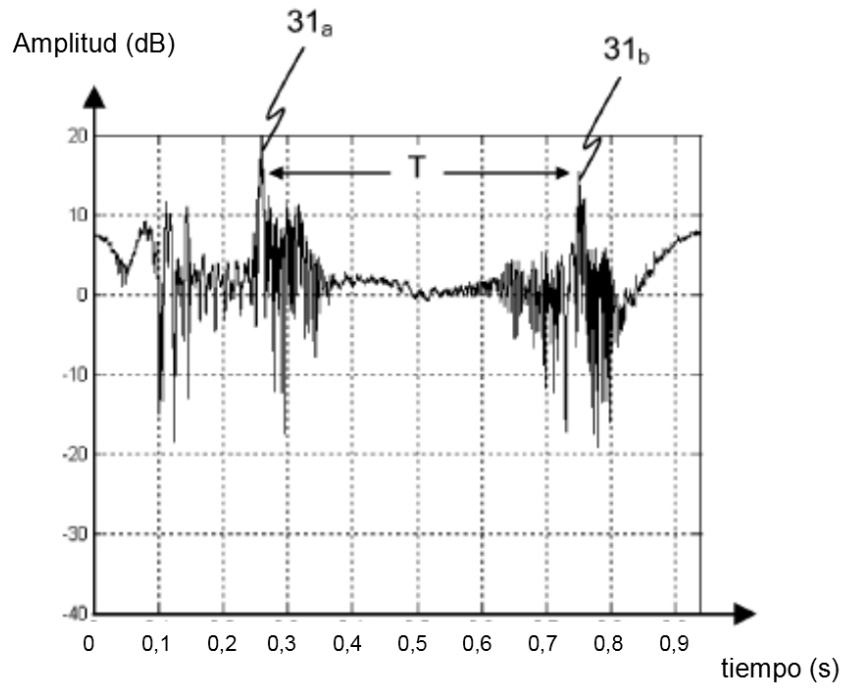


Fig. 4

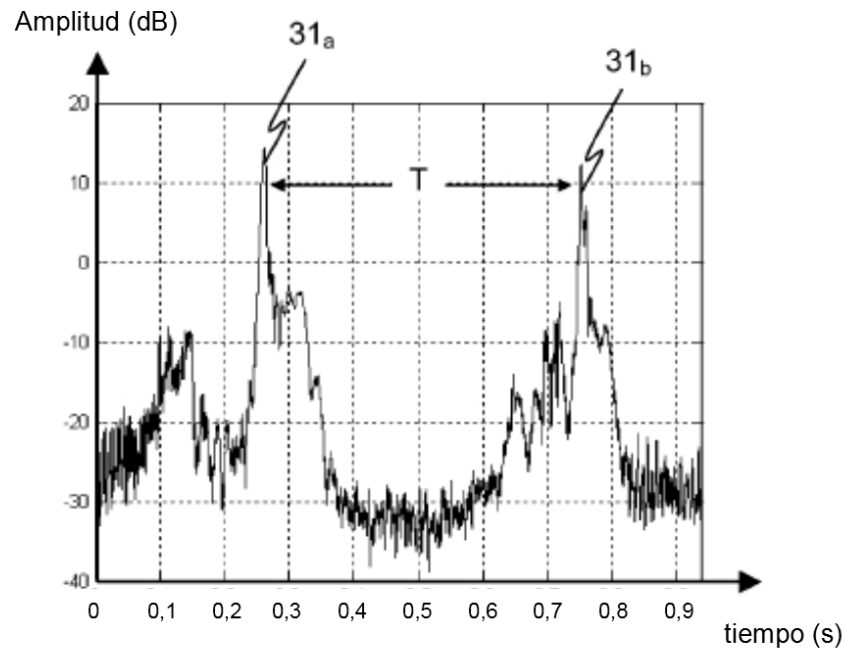


Fig. 5