

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 436 065**

51 Int. Cl.:

**F03D 11/00** (2006.01)  
**G01S 7/41** (2006.01)  
**G01S 13/88** (2006.01)  
**G01S 13/56** (2006.01)  
**G01S 13/87** (2006.01)  
**G01S 13/93** (2006.01)  
**F03D 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2009 E 09802188 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2013 EP 2376938**

54 Título: **Proceso de detección de un ave u objeto volador**

30 Prioridad:

**16.12.2008 FR 0807080**  
**03.03.2009 FR 0951329**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**26.12.2013**

73 Titular/es:

**ROCHE, HENRI-PIERRE (100.0%)**  
**16, rue de la Mélinière**  
**44000 Nantes, FR**

72 Inventor/es:

**ROCHE, HENRI-PIERRE**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 436 065 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).

**DESCRIPCION**

Proceso de detección de un ave u objeto volador

- 5 La presente invención está relacionada con el ámbito ornitológico, en el marco de la preservación de las especies de aves u otros animales voladores en los alrededores de un sitio industrial.
- 10 La invención hallará una aplicación muy particular en la detección de un ave dentro de un parque industrial de producción energética de tipo eólico y la prevención de colisiones de aves contra las palas en movimiento de los aerogeneradores industriales de producción eléctrica.
- 15 Los aerogeneradores industriales provocan una mortalidad no despreciable de aves por colisión con las palas, más específicamente al nivel de su extremo libre. La Liga para la Protección de las Aves (LPA) estima así que las mortalidades alcanzan entre 0,01 y 36 aves por aerogenerador y por año, todas las especies confundidas.
- 20 Para la gran mayoría de las pequeñas especies de aves (por ejemplo la familia de los passeriformes o de los apódidos, tales como el vencejo) que pueden entrar en colisión con las palas de los aerogeneradores, la importancia de su población hace que esta tasa de mortalidad sea despreciable en comparación con otras fuentes de mortalidad: tráfico en carreteras, líneas eléctricas y aéreas, predadores, en particular los animales domésticos (gato, perro, etc.).
- 25 La situación es sin embargo distinta en cuanto a las especies de gran tamaño, tales como los rapaces (águilas, buitres, milanos o similares) u otros grandes veleros (cigüeñas o similares). En efecto, estas especies presentan poblaciones reducidas con una tasa de reproducción poco elevada. Por consiguiente, la mortalidad adicional relacionadas con los aerogeneradores es entonces significativa para estas especies y su reducción es un verdadero desafío, tanto más teniendo en cuenta que estas especies son raras, en mal estado de conservación o son objeto de compromisos nacionales e internacionales de protección.
- 30 Un análisis de la investigaciones llevadas a cabo sobre los casos de mortalidad de especies de aves patrimoniales por colisión con aerogeneradores muestra en primer lugar que la distribución geográfica de los casos de mortalidad cubre muchas regiones del globo: Europa del Norte (pigargo de cola blanca), Alemania (milano real), Escocia (águilas reales), España (buitre leonado, alimoche, cigüeña blanca, cigüeña negra), Estados-Unidos de América (águilas reales), Australia (wedged tailed eagle = águila de cola de cuña), Francia (cigüeña blanca) o Japón (sea eagle = águila marina).
- 35 Por otro lado, estas especies muestran una gran confianza de cara a los aerogeneradores en rotación (buitres y milanos). Pueden volar en el espacio barrido por las palas, tanto en buenas condiciones méterológicas como en caso de mala visibilidad, tales como las águilas en Escocia. Algunas especies (milano real, águila real, pigargo de cola blanca) frecuentan activamente los parques eólicos para nutrirse de los cadáveres de otras aves entradas en colisión con las palas.
- 40 Además, los riesgos de colisión son especialmente elevados en los ejes principales de desplazamiento que presentan generalmente particularidades de situación : relieve, exposición, condiciones de viento. Estas particularidades son buscadas por las aves, dado que facilitan sus desplazamientos, formando una zona de ascendencia térmica o de ascendencia orográfica. Los riesgos de colisión aumentan también considerablemente a proximidad de los sitios de alimentación o de reproducción que concentran un gran número de aves.
- 45 Se notará que las colisiones intervienen lo más a menudo entre la parte distal las palas y los extremos corporales de las aves (cabeza, cola y al nivel de la punta del ala). Por consiguiente, una hipótesis planteada es que más cerca se encuentran las aves de los aerogeneradores, menos anticipan la velocidad de rotación de las palas, pudiendo el extremo de estas últimas alcanzar velocidades de hasta 200 km/h.
- 50 La importancia de estas mortalidades en las especies consideradas como patrimoniales constituye un freno no despreciable a los desarrollos y a la explotación de los parques eólicos, y ya ha resultado en una causa de paradas temporales o definitivas de las máquinas en los Estados Unidos (Altamont Pass, California) o en España, una vigilancia permanente de los parques eólicos por ornitólogos (Australia) o bien una cancelación de proyectos de implantación (Alemania). Estas paradas y los contenciosos que las acompañan fragilizan las inversiones financieras ligadas al desarrollo de la energía eólica renovable, desde el punto de vista tanto del desarrollo como de la explotación de los parques eólicos.
- 55 La importancia de estas mortalidades en las especies consideradas como patrimoniales constituye un freno no despreciable a los desarrollos y a la explotación de los parques eólicos, y ya ha resultado en una causa de paradas temporales o definitivas de las máquinas en los Estados Unidos (Altamont Pass, California) o en España, una vigilancia permanente de los parques eólicos por ornitólogos (Australia) o bien una cancelación de proyectos de implantación (Alemania). Estas paradas y los contenciosos que las acompañan fragilizan las inversiones financieras ligadas al desarrollo de la energía eólica renovable, desde el punto de vista tanto del desarrollo como de la explotación de los parques eólicos.
- 60 Una solución que consiste en adaptar el diseño de los aerogeneradores y su implantación en sitios que acogen especies raras sigue siendo un enfoque poco fructuoso, por un lado, debido a los fundamentos teóricos en ciernes sobre el determinismo y el funcionamiento de los desplazamientos de las aves y, por otro lado, debido a que estos

desplazamientos en el tiempo y el espacio conservan una parte significativa de estocasticidad ligada a la propia dinámica de las especies y de los individuos.

5 Para consiliar el desarrollo eólico y la conservación de la biodiversidad se han desarrollado métodos y dispositivos que permiten parar los aerogeneradores en caso de riesgo inminente de colisión con una especie patrimonial.

10 Los sistemas más eficaces comprenden medios de detección y de estimación de la distancia por ondas radio, es decir radares (para « Radio Detection And Ranging »), para vigilar los parques eólicos. Además, la detección por radar ya ha sido utilizada ampliamente por los ornitólogos para el estudio de los desplazamientos de aves, en particular en el momento de las emigraciones.

15 Se notará que los radares son usualmente utilizados para la detección y la medida de la distancia de objetos en el espacio por emisión y recepción de ondas electromagnéticas hiperfrecuencias. Las modalidades de ejecución y las aplicaciones prácticas son actualmente muy variadas, pero los dispositivos más utilizados y más accesibles financieramente son actualmente los radares de tipo « marina ». Estos últimos son generalmente radares giratorios, de impulsión en banda X, S o L, de ángulo de altura de haz de aproximadamente 20°. Son generalmente utilizados en el plano horizontal, es decir que la mediana del ángulo vertical de la haz de emisión es paralela al horizonte.

20 En la práctica, los objetos detectados en la haz de emisión de las ondas de radares son proyectados en la mediana del ángulo vertical de dicha haz de emisión. Dichos objetos detectados son entonces representados en forma de uno o varios ecos en un plano bidimensional.

25 Un inconveniente mayor de esta detección reside en que más alejado de la fuente de emisión de las ondas de radares esté un objeto, menos fiable es su detección. En efecto, más la distancia entre el objeto y dicha fuente aumenta, más impreciso es el eco resultante en términos de dimensiones y de posición.

Tal y como evocado más arriba, tales radares ya han sido utilizados para la detección de las aves en vuelo. Tres métodos de detección son principalmente utilizados en el marco ornitológico mediante un solo radar.

30 Un primer método posiciona la mediana del ángulo vertical de la haz de radar en un plano paralelo al horizonte. Utilizando la función « trail » de los radares, es posible cartografiar la trayectoria de las aves en un plano horizontal en dos dimensiones. Esta técnica no permite sin embargo conocer la altitud de las aves en vuelo.

35 Un segundo método posiciona la mediana del ángulo vertical de la haz de radar en un plano perpendicular al horizonte. Es entonces posible determinar la altitud de las aves respecto al suelo, pero en ningún caso conocer sus trayectorias.

40 Finalmente, el último método posiciona la mediana del ángulo vertical de la haz de radar de modo inclinado, según un ángulo variable, generalmente de 45° respecto al horizonte. Teóricamente, este posicionamiento permite indicar las altitudes y la dirección de desplazamiento de las aves. En la práctica, es sin embargo poco utilizado, ya que requiere un procesamiento matemático de los datos para determinar la altitud. Además, el espacio de detección es más limitado que para los otros dos métodos de detección.

45 Otros sistemas combinan dos radares, uno en posición vertical, el otro en posición horizontal. Estos sistemas, utilizados en los aeropuertos en prevención del riesgo de colisión de las aves con los aviones, permiten conocer, para un espacio dado, las altitudes y las trayectorias de las aves. Sin embargo, no permiten determinar de modo específico la altitud de cada una de las trayectorias registradas, y reciprocamente.

50 Dicho esto, el principal objetivo de los estudios ornitológicos que utilizan los radares es aquel de detectar cuanto más lejos posible las especies cuanto más pequeñas posibles. A tal fin, los radares utilizados son por lo tanto en su mayoría de gran potencia (varios centenarios de kilowatios, con antenas de una longitud de más de un metro). Tales radares son complejos, requieren la asistencia casi permanente de técnicos, y son costosos. Por lo tanto, son a menudo previstos móviles para ser cambiados periódicamente de implantación.

55 Otros sistemas de detección son más sofisticados, tales como por ejemplo los radares Doppler o los radares de trazado (« Tracking Radar Systems »). Pueden ser utilizados en la detección de las aves, pero hasta ahora no han tenido ninguna aplicación práctica en esta temática, debido a su coste y su tecnicidad elevados y a sus límites de uso. En efecto, los radares de trazado, si bien puedan seguir un objeto volador en desplazamiento en un espacio vacío, son al contrario perturbados por las palas en movimiento cuando el objeto está cerca de un aerogenerador.

60 Las técnicas y los dispositivos mencionados más arriba son utilizados para la detección en los alrededores de uno o varios aerogeneradores, tanto en tierra como en el mar. Sin embargo, es en este último contexto marítimo que su implantación es la más extendida. En efecto, en tierra, la capacidad de detección de los radares de tipo marina, de

largo alcance en el plano horizontal, de varios centenares de metros a varios kilómetros, es altamente limitada por las zonas de sombra creadas por los obstáculos sólidos: sol, relieves, árboles o edificios.

5 Este inconveniente encuentra una solución en el documento US 2002/0140597 que prevé la detección de un objeto en movimiento a través de una barrera visual opaca y fija. A tal fin, una red de varias antenas radares monoestáticas no giratorias es implantada y los datos de detección así medidos son procesados por informática.

10 Tal sistema es sin embargo no adaptado para la detección en los alrededores de un aerogenerador. En efecto, por un lado, las palas de los aerogeneradores son objetos móviles simultáneamente en los planos horizontales y verticales y no pueden ser consideradas como barreras estáticas en el espacio. Por lo tanto, tal sistema no puede abstenerse de detectar dichas palas y no puede distinguirlas de otros objetos eventuales en desplazamiento. Por otro lado, los ángulos de detección no cubren la integralidad del campo barrido por las palas de un aerogenerador industrial.

15 Por consiguiente se plantea el problema de la detección con una precisión suficiente de la posición de dicha ave u objeto volador a proximidad del aerogenerador para justificar un riesgo suficiente de colisión con las palas, tal y como requiere que la detección induzca automáticamente un frenado y/o una parada del movimiento de dichas palas. Esta detección debe por lo tanto efectuarse en un espacio en tres dimensiones, como máximo a unos metros de la esfera potencialmente barrida por las palas, sea cual sea la orientación del viento y por lo tanto la posición de rotación de dichas palas.

20 Si bien los sistemas de detección de aves por radar tales como descritos más arriba son ampliamente utilizados para el estudio de desplazamiento de las aves, o de cualquier otro objeto volador, no tienen las características suficientes y necesarias para resolver este objetivo a un coste accesible y soportable. En efecto, tales sistemas padecen, por un lado, su incapacidad de posicionar fielmente un mismo objeto en tres dimensiones a proximidad de otro objeto en movimiento tal como un aerogenerador, por otro lado, contingencias físicas de las ondas de radares cuya precisión de detección decrece con la distancia y, por otro lado, las contingencias medioambientales (obstáculos físicos et relieves).

25 Una solución fue sin embargo considerada para detectar un objeto volador a proximidad de un aerogenerador cuyas palas son en movimiento, para controlar una deceleración o una parada total del aerogenerador, para evitar la colisión de dicho objeto cuando está lo suficientemente cerca, es decir, a un máximo de algunas decenas de metros de dichas palas. Tal solución está descrita en el documento DE 10 2005 046860 que prevé la detección de objetos voladores, en particular de murciélagos, mediante el uso de detectores ultrasónicos fijados a la cesta al nivel de la turbina de dicho aerogenerador, del mástil o de las palas a una distancia determinada del centro de rotación de dichas palas.

30 Sin embargo, dado que las aves emiten ningún o pocos ultrasonidos, su detección es muy limitada. Incluso si bien este documento considera el uso de radares en lugar de los detectores ultrasonidos, especifica de ninguna manera su modo de funcionamiento y las características de tal sistema de detección.

35 Otras técnicas de detección de un objeto en vuelo a proximidad de aerogeneradores utilizan los detectores infrarrojos o las cámaras térmicas. En el estado actual de la técnica, estos sistemas permiten sin embargo sólo registrar movimientos de aves a proximidad de aerogeneradores y no permiten anticipar las colisiones de las aves contra las palas. Además, estos sistemas siguen teniendo campos de detección inferiores a la integralidad del espacio barrido por las palas de un mismo aerogenerador. Por lo tanto, incluso acoplados a un sistema de parada de los aerogeneradores, no permiten prevenir eficazmente las colisiones.

40 Finalmente, existen sistemas de detección sonora de choque de objetos voladores contra los aerogeneradores. Sin embargo, de por su naturaleza, estos sistemas registran las colisiones, pero no pueden prevenirlas.

45 Asimismo, no existe ningún sistema que permite controlar la reactivación de dicho aerogenerador tras el alejamiento suficiente de dicha ave u objeto volador respecto a dicho aerogenerador. Las dificultades de aplicación de los radares en este marco son tales que en algunos parques eólicos, en particular en Australia, ornitólogos vigilan visualmente y en continuo el desplazamiento de algunas especies raras y amenazadas de extinción, para controlar manualmente la puesta en marcha y la parada de los aerogeneradores, evitando así las mortalidades por colisión.

50 Por lo tanto, los dispositivos de detección conocidos no son totalmente satisfactorios. El objetivo de la invención es aquel de remediar a los inconvenientes del estado de la técnica proponiendo un sistema de detección y de control apropiado, normalizado y automatizado, cuyos costes de implementación permanecen accesibles y soportables en el marco de la explotación de un aerogenerador industrial. La invención ofrece también la ventaja de una detección de aves de tamaño y morfología variables, sean cuales sean las condiciones meteorológicas, de día y de noche.

Al revés de los métodos utilizados actualmente, la invención concierne una vigilancia sólo de los alrededores inmediatos de un solo aerogenerador y de la zona de riesgo formada por el volumen barrido por las palas de dicho aerogenerador, es decir, el volumen de una esfera centrada alrededor de la turbina. Esta esfera representa el círculo de rotación de los extremos distales de las palas de dicho aerogenerador, siendo dicho círculo puesto en rotación alrededor del eje vertical de rotación de dicha turbina.

A tal fin, la invención prevé en primer lugar detectar el primer movimiento de un objeto que penetra en los alrededores inmediatos de un solo aerogenerador mediante la creación, en ausencia de dicho objeto, de una imagen informática de referencia de dichos alrededores y mediante análisis del cambio de estado de esta imagen de referencia tras la penetración del objeto en el espacio de vigilancia. La invención prevé que la misma fase se aplique a la zona de riesgo correspondiente a la esfera barrida por las palas en rotación. Se entiende entonces que alrededores y zona de riesgo son dos zonas particulares y complementarias del área total de detección del radar.

Además, la detección en el sentido de la invención considera una zona de guardia en dos dimensiones que tiene una resultante en tres dimensiones. En efecto, la creación de una zona de guardia en una imagen de radar en dos dimensiones es una función clásica de los radares. La detección de un objeto o de un movimiento en dicha zona de guardia resulta entonces en una acción, generalmente una alarma. Los arriba-mencionados sistemas utilizan sólo las propiedades de detección de la zona de guardia en la imagen en dos dimensiones. En otras palabras, ningún sistema utiliza de modo explícito y específico la capacidad inversa, es decir, que la zona de guardia creada en dos dimensiones permite definir teóricamente un volumen en tres dimensiones cuando son conocidos los ángulos horizontales y verticales de la haz de ondas emitida por el radar. Los límites de este volumen son entonces la proyección, perpendicularmente a la mediana del ángulo vertical de la haz de ondas emitida por el radar, límites en dos dimensiones definidos en esta misma mediana, en los límites externos en tres dimensiones de la misma haz.

El objetivo de la presente invención es por lo tanto definir un dispositivo técnico normalizado y automatizado que se apoya en la tecnología de los radares ampliamente difundidos de tipo « marina » que permiten detectar con la precisión suficiente y necesaria, al tiempo que tienen un coste accesible y soportable en el marco de la explotación de un aerogenerador industrial terrestre, al menos un ave en vuelo o cualquier otro objeto volador en desplazamiento en el espacio aéreo, sea cual sea su posición en dicho espacio, a proximidad suficiente, es decir, unos metros, de las palas en movimiento de un aerogenerador industrial, independientemente de las dimensiones de dicho aerogenerador y de la posición de dichas palas en el espacio. Además, la invención pretende ser capaz de determinar una detección tal que la proximidad de esta ave u objeto volador constituya un riesgo de colisión de dicha ave u objeto volador contra dichas palas, lo que requiere el control del frenado o de la parada del movimiento de dichas palas, del tiempo de paso y/o del alejamiento de dicha ave u objeto volador.

Aunque aves de pequeño tamaño puedan ser detectadas, la invención hallará su aplicación principal en la detección de las especies patrimoniales, lo más a menudo de gran tamaño, cuya mortalidad genera impactos medioambientales en cuanto a la preservación de las especies patrimoniales. Además, técnicamente los medios implementados por la presente invención hallan su mayor tolerancia a los eco parásitos en el marco de la detección de blancos que sobrepasan determinadas dimensiones.

La invención presenta una ventaja comercial en la explotación de un sitio industrial de producción de energía eólica.

En efecto, la detección según la invención ofrece la ventaja de ser poco costosa, fija y por lo tanto dedicada al sitio de implantación, de fácil instalación y fácil mantenimiento.

A tal fin, la invención se refiere a un proceso de detección de aves al nivel de un solo aerogenerador, en el cual se utilizan medios de detección de al menos un ave u otro objeto volador por ondas radio, en forma de al menos un radar, caracterizado por que consiste en:

- inclinar cada radar sobre su eje horizontal de modo que la altura vertical de la haz de ondas emitida en el eje de dicho aerogenerador por cada radar englobe toda o parte de una esfera formada por el volumen teórico de barrido de las palas en rotación del aerogenerador;
- transformar la imagen analógica resultante en dos dimensiones de cada radar en una imagen digital independiente para cada radar;
- aplicar en cada imagen digital de cada radar, por un lado, una zona de guardia externa, en dos dimensiones cuyo centro está posicionado en el centro de la esfera y cuyas dimensiones son superiores a aquellas de dicha esfera, por otro lado, una zona de guardia interna de dimensiones inferiores o iguales a aquellas de dicha esfera, creando un volumen de guardia para cada radar;
- posicionar independientemente cada radar a una distancia del aerogenerador de modo que las zonas de guardia de cada radar se completen en función de la zona global de guardia formada por la suma de las zonas de guardia respectivas de cada radar;
- efectuar una acción en cuanto ocurra una detección dentro de una u otra de dichas zonas de guardia.

Otras características y ventajas de la invención aparecerán claramente de la descripción detallada que sigue de los modos de realización no restrictivos de la invención, con referencia a las figuras adjuntas en las cuales:

- la figura 1 representa una vista esquemática en sección vertical del dispositivo de detección según la invención;
- las figuras 2 a 4 representan vistas esquemáticas de etapas sucesivas de implementación del proceso de detección según la invención.

La presente invención se refiere a un sistema de detección de las aves al nivel de un aerogenerador 1 y, en particular, a un proceso de detección de un ave u objeto volador al nivel de un solo y único aerogenerador 1.

En particular, esta detección prevé detectar cualquier intrusión de un ave dentro de un espacio de vigilancia que comprende una esfera 4 formado por el volumen teórico de barrido de las palas en rotación del aerogenerador 2, así como los alrededores de tal esfera 4, luego considerar una acción, en particular intervenir automáticamente sobre el funcionamiento del aerogenerador 1 en caso de intrusión.

Se notará que la intervención puede consistir en una deceleración, luego eventualmente una parada total de la rotación de las palas del aerogenerador 1.

A tal fin, la invención prevé utilizar medios de detección de al menos un ave u otro objeto volador por ondas radio, en forma de al menos un radar 5, en particular dos radares (5).

En particular, dichos radares 5 pueden ser de tipo « marina », es decir, que son giratorios en banda X, S o L. Además, cada radar 5 puede ventajosamente poseer una altura vertical de haz de ondas de al menos 10 grados, en particular 20 grados, una potencia inferior a 10 kilovatios y una antena de una longitud inferior a 1 metro.

Además, la invención prevé inclinar cada radar 5 sobre su eje horizontal de modo que la altura vertical de la haz de ondas emitida en el eje de dicho aerogenerador 1 por cada radar 5 engloba toda o parte de dicha esfera 4.

Según un modo de realización preferido, pero de ningún modo restrictivo, cada radar 5 puede ser posicionado en altura, en un pilono 6, para evitar la sombra creada por objetos en desplazamiento en el suelo y que no corren ningún riesgo de colisión con las palas de dicho aerogenerador 1, tales como vehículos terrestres. Esta elevación permite también obtener una cobertura de la haz de cada radar 5, sin que el sol, el desnivel eventual u otros obstáculos formen perturbaciones para la detección.

Se notará que la elevación de dichos radares 5 puede consistir en la implantación al nivel de otro aerogenerador situado a proximidad.

Finalmente, cada radar 5 puede ser instalado en el suelo a una distancia adecuada, en función de la altura de su haz y da la longitud de impulso de los trenes de ondas, de modo que se detecten blancos situados delante y más allá del aerogenerador 1, y delante y más allá de la esfera 4 de rotación de sus palas.

En el ejemplo de realización visible en la figura 1, se nota que una parte de dicha esfera 4, situada en la parte baja cerca del mástil 3, no es cubierta por los radares 5. Sin embargo, el acceso a este sitio por un ave u cualquier otro objeto volador, es limitado al paso a través del resto de las haces de los radares 5.

Según otra característica, el ajuste de dichos radares 5 puede consistir en aumentar la frecuencia de recurrencia y/o reducir la longitud de impulso. En particular, la frecuencia de recurrencia es ajustada al máximo para ofrecer una detección sobre periodos de tiempo cortos.

La sensibilidad de los radares 5 puede también ser calibrada de modo que sólo se detecten blancos importantes, es decir que presentan dimensiones dadas, tales como aves de grandes tamaños de tipo águila, buitre, milano, cigüeña o similar. Este calibrado evita también los ecos parásitos, tales como la lluvia, la niebla, la nieve, los insectos o las aves de pequeño tamaño.

Cada radar 5 puede ser ajustado de modo independiente, para adaptarse a la configuración de cada implantación de aerogenerador 1.

A título de ejemplo no restrictivo, en el caso de un aerogenerador 1 que presenta una altura de turbina de 75 metros y una altura total en el extremo de pala 2 de 120 metros, los radares 5 tienen una altura vertical de haz de 20 grados, y son posicionados a una distancia de 90 metros de la base del mástil 3. Además, los radares 5 pueden ser en altura, instalados a una altura de 5 metros. Por lo tanto, la mediana 9 de la altura vertical de la haz forma un ángulo de aproximadamente 19° con la horizontal.

Una vez determinada esta zona global de detección, la invención prevé un tratamiento de las imágenes analógicas registradas para cada radar 5.

5 Ventajosamente, la invención prevé transformar la imagen analógica resultante en dos dimensiones de cada radar 5 en una imagen digital independiente para cada radar 5.

A continuación, se aplica en cada imagen digital de cada radar 5, por un lado, una zona de guardia externa 7 y, por otro lado, una zona de guardia interna 8, creando un volumen de guardia para cada radar 5.

10 En primer lugar, dicha zona de guardia externa 7 se presenta en dos dimensiones, en particular en forma de anillo tórico, y cuyo centro está posicionado en el centro de la esfera 4. Sus dimensiones son superiores a aquellas de dicha esfera 4.

15 Por otro lado, dicha zona de guardia interna 8 está centrada de la misma manera, pero es de dimensiones inferiores o iguales a aquellas de dicha esfera 4.

20 Estas zonas de guardia 7 y 8 pueden ventajosamente ser previstas complementarias, coincidiendo el perímetro interior de la zona externa 7 con el perímetro exterior de la zona interna 8. En otras palabras, cada radar 5 es posicionado independientemente a una distancia del aerogenerador 1, de modo que las zonas de guardia de cada radar 5 se completan en función de la zona global de guardia formada por la suma de las zonas de guardia respectivas de cada radar 5.

25 Se notará que esta zona global de guardia puede coincidir con o ser de dimensiones inferiores a aquellas del espacio total barrido por dicho radares 5.

Así, cada radar 5 es calibrado para que la media longitud de impulso sea inferior o igual a la distancia más pequeña entre el radar 5 y el perímetro exterior más cerca de la zona de guardia externo 7 definida para este mismo radar 5.

30 A continuación, la invención efectúa una acción, en particular un control sobre el funcionamiento de dicho aerogenerador 1, en función de los desplazamientos detectados dentro de una, luego de otra de las zonas de guardias 7 et 8.

35 Tal y como evocado más arriba, la intervención sobre el funcionamiento de dicho aerogenerador 1 puede consistir en la parada total de la turbina, luego su reactivación, la deceleración de la rotación de sus palas 2, en particular por frenado, hasta una velocidad de seguridad que permite que las aves eviten las palas 2. Además, la duración de la deceleración o de la parada puede ser sujeta a la detección del ave en una u otra zona 7 o 8, en particular la deceleración o la parada son mantenidas mientras se detecta un movimiento. En suma, se controla la reactivación del aerogenerador 1 en cuanto no se detecte ningún objeto dentro de la zona global de guardia.

40 Se notará que la invención permite asegurar que los blancos detectados son bien aves en desplazamiento. A tal fin, dichos radares 5 pueden incluir la activación de una función de rastreo («trail»), es decir, la detección de la huella de los ecos percibidos por el radar 5. Esta huella es así más perceptible que un mero punto por el software de detección de movimiento.

45 Además, según un modo operacional adicional, el proceso de detección según la invención consiste en posicionar dos radares 5 de modo opuesto según un eje de simetría horizontal que pasa por el pie del mástil 3 de dicho aerogenerador 1.

50 Preferiblemente, tal y como visible en las figuras 2 a 4, el proceso consiste en crear una imagen de referencia de la zona de guardia externa 7 en ausencia de objeto (figura 2), en activar la deceleración o la parada del movimiento de las palas 2 del aerogenerador 1 cuando se detecta un objeto en dicha zona de guardia externa 7, gracias a un cambio de estado de dicha imagen de referencia (figura 3). Por lo tanto, después de haber alcanzado la velocidad de seguridad buscada o la parada del aerogenerador, se crea una imagen de referencia de la zona de guardia interna y se mantiene la deceleración o la parada de dicho aerogenerador 1 mientras que se detecta un nuevo objeto en la zona de guardia interna 8 (figura 3) o mientras se detecta un objeto en la zona de guardia externa 7, en ambos casos gracias al software de detección de movimiento por cambio de estado de la imagen de referencia correspondiente.

60 Tal y como evocado más arriba, en función de los desplazamientos detectados o al cabo de un periodo de tiempo determinado, sin detección de movimiento en una y/u otra de las zonas de guardia interna 8 y externa 7, una señal de reactivación es enviada al aerogenerador 1. Luego, el sistema de detección vuelve al estado inicial de detección dentro de la zona de guardia externa 7, según la figura 2.

Según otras características adicionales, se pueden realizar adiciones a la detección según la invención, en particular mediante medidas complementarias, modificaciones de las características de las antenas de emisión y recepción de los radares 5, o bien al nivel del procesamiento informático dinámico de las zonas de guardia 7 y 8.

5 En particular, las medidas complementarias pueden consistir en una programación del sistema de detección según distintos parámetros: día/noche, horas, estaciones, condiciones meteorológicas, probabilidad de ocurrencia de las aves.

10 Según un modo particular, medios de toma de foto y video, tales como una cámara, pueden ser controlados de modo que se activen cuando se detecta un ave y que permitan grabar el ave que pasa a través de la zona de riesgo para un control e incluso una identificación posteriores.

15 Por otro lado, las modificaciones de las características de las antenas pueden consistir en aumentar la altura vertical de la haz de cada radar 5, lo que permite acercar el radar 5 del aerogenerador 1. Aunque este acercamiento presenta el inconveniente de disminuir la precisión de detección, reduce las longitudes y los costes de implantación, en particular relacionados con el cableado.

20 Tal y como evocado más arriba, este aspecto puede ser combinado con un aumento de la frecuencia de recurrencia para aumentar la precisión de los ecos.

25 Además, todas o parte de las antenas giratorias emisoras de dichos radares 5 pueden ser sustituidas por antenas fijas y acopladas cuya adición de los ángulos horizontales y verticales permite cubrir el conjunto de la zona global de guardia, limitando el mantenimiento relacionado con el desgaste mecánico de los medios giratorios, con o sin fusión de las imágenes obtenidas para cada antena emisora.

30 Es también posible sincronizar de modo desfasado los impulsos emitidos por los radares 5, para evitar los ecos parásitos de reflexión.

35 Finalmente, se puede también considerar emitir ondas polarizadas, siendo una polarización dedicada a cada radar 5, lo que refina la calidad de la señal recibida y reduce los ecos parásitos así como las interferencias entre los radares 5.

Otra modificación puede residir en la evolución automática de la forma y del posicionamiento de las zonas de guardia, en particular interna 8, en función de la posición del rotor del aerogenerador 1. A tal fin, es posible conocer la posición de dicho rotor en función de las condiciones de funcionamiento, en particular la dirección y la fuerza del viento. El espacio barrido por las palas ya no es una esfera 4 pero un elipsoide de rotación.

40 La detección según la invención es adaptable a cualquier tipo de aerogenerador 1 y según sus condiciones de implantación, en particular el relieve, en cuanto su posicionamiento permite jugar con las distancias entre los radares 5 y el aerogenerador 1, así como su altura de instalación.

45 La invención permite también detectar todas las especies, en función de su periodo de presencia (aves nidificadoras o migratorias) y de las condiciones de riesgo jugando con la programación de la actividad del sistema, según los periodos y las condiciones climáticas y por lo tanto la probabilidad de ocurrencia de las especies. La sensibilidad precisa y ajustable del sistema permite también seleccionar las especies en función de sus dimensiones.

Además, la invención es fija, permanente et programable según las probabilidades de ocurrencias de las especies a proteger.

50 Obviamente, la invención no es limitada a los ejemplos ilustrados y descritos más arriba, los cuales pueden presentar variantes y modificaciones sin por eso alejarse del marco de la invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Proceso de detección de un objeto volador, en particular un ave, al nivel de un solo aerogenerador (1), en el cual se utilizan medios de detección de al menos un ave u otro objeto volador por ondas radio, en forma de al menos dos radares (5), caracterizado por que consiste en:
- posicionar dos radares (5) independientes uno de otro (5);
  - inclinar cada radar (5) sobre su eje horizontal de modo que la altura vertical de la haz de ondas (9) emitida en el eje de dicho aerogenerador (1) por cada radar (5) englobe toda o parte de una esfera (4) formada por el volumen teórico de barrido de las palas en rotación del aerogenerador (2);
  - transformar la imagen analógica resultante en dos dimensiones de cada radar (5) en una imagen digital independiente para cada radar (5);
  - aplicar en cada imagen digital de cada radar (5), por un lado, una zona de guardia externa (7) en dos dimensiones cuyo centro está posicionado en el centro de la esfera (4) y cuyas dimensiones son superiores a aquellas de dicha esfera (4) y, por otro lado, una zona de guardia interna (8) de dimensiones inferiores o iguales a aquellas de dicha esfera (4), creando un volumen de guardia para cada radar (5), siendo entonces los límites de este volumen la proyección, perpendicularmente a la mediana del ángulo vertical de la haz de ondas emitida por el radar (5), de los límites en dos dimensiones definidos en esta misma mediana, sobre los límites externos en tres dimensiones de la misma haz;
  - posicionar y ajustar independientemente cada radar (5) a una distancia del aerogenerador (1) de modo que las zonas de guardia (7, 8) de cada radar (5) se completen en función de la zona global de guardia formada por la suma de las zonas de guardia respectivas (7, 8) de cada radar (5), siendo esta zona global de guardia de dimensiones inferiores a aquellas del espacio total barrido por dicho radares (5);
  - en ausencia de objeto, crear una imagen de referencia de la zona de guardia externa (7);
  - efectuar una acción de parada o de deceleración de dicho aerogenerador (1) en cuanto se detecte un objeto volador dentro de dicha zona de guardia externa (7), por un cambio de estado de dicha imagen de referencia de dicha zona de guardia externa (7);
  - en cuanto se alcance una velocidad de seguridad o en caso de parada del movimiento de las palas del aerogenerador, crear una imagen de referencia de la zona de guardia interna (8);
  - mantener la parada o la deceleración del aerogenerador (1) mientras se detecta un nuevo objeto en la zona de guardia interna (8), por un cambio de estado de dicha imagen de referencia de dicha zona de guardia interna (8);
  - controlar la reactivación del aerogenerador (1) en cuanto ningún objeto esté detectado dentro de la zona global de guardia.
2. Proceso de detección según la reivindicación 1, caracterizado porque consiste en posicionar cada radar (5) en altura sobre un pilono (6).
3. Proceso de detección según las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque consiste en utilizar para cada radar (5) un radar de tipo « marina », de tipo radar giratorio en banda X, S o L.
4. Proceso de detección según las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado porque consiste en utilizar para los radares (5) antenas fijas acopladas.
5. Proceso de detección según las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el ajuste de dichos radares (5) consiste en reducir la longitud de impulso para que la media longitud de impulso de cada radar (5) sea inferior o igual a la distancia más corta entre dicho radar (5) y el perímetro externo de la zona de guardia externa (7) de dicho radar (5).
6. Proceso de detección según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque consiste en efectuar medidas complementarias en forma de una programación del sistema de detección según distintos parámetros: día/noche, horas, estaciones, condiciones meteorológicas o probabilidad de ocurrencia de las aves, o bien realizar una grabación en video.
7. Proceso de detección según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque consiste en emitir ondas polarizadas.

