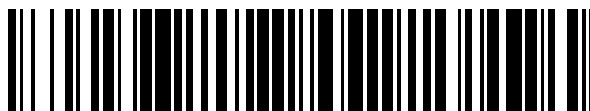


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 648 818**

51 Int. Cl.:

F03D 1/06 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.06.2008** **E 08010999 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2017** **EP 2034178**

54 Título: **Pala de aerogenerador con alerones deflectables**

30 Prioridad:

22.06.2007 ES 200701738

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.01.2018

73 Titular/es:

GAMESA INNOVATION & TECHNOLOGY, S.L.
(100.0%)

Avenida Ciudad de la Innovación 9-11
31621 Sarriena, Navarra, ES

72 Inventor/es:

MELDGAARD, CHRISTIAN y
FRIEDRICH, MICHAEL

ES 2 648 818 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

Pala de aerogenerador con alerones deflectables.

5 Campo de la invención

Esta invención se refiere a un aerogenerador que tiene las palas del rotor con unos alerones deflectables y en particular a palas de rotor con alerones deflectables para optimizar las cargas de las palas.

10

Antecedentes

Los aerogeneradores son dispositivos que convierten energía mecánica en energía eléctrica. Un aerogenerador típico incluye una góndola montada sobre una torre que alberga un tren de potencia para transmitir la rotación de un rotor a un generador eléctrico.

15

La eficiencia de un aerogenerador depende de muchos factores. Uno de ellos es la orientación de las palas del rotor respecto a la dirección de la corriente del viento que es controlada normalmente por un sistema de regulación de paso que permite ajustar el ángulo de paso de las palas del rotor para mantener la velocidad del rotor en un valor constante o dentro de un rango dado. En otro caso, especialmente con altas velocidades de viento, la carga del rotor excedería los límites establecidos por la resistencia estructural del aerogenerador.

20

Hay dos métodos básicos para controlar la potencia de un aerogenerador cambiando el ángulo de paso de las palas del rotor: el método de control de "paso variable" y el método de control por "pérdida".

25

En el método de control de "paso variable" el ángulo de paso de las palas del rotor se cambia hacia un menor ángulo de ataque para reducir la potencia capturada y hacia un mayor ángulo de ataque para incrementar la potencia capturada. Este método permite un control preciso y estable de la potencia aerodinámica capturada y de la velocidad del rotor.

30

35

En el método de control por "pérdida", el ángulo de paso de las palas del rotor se cambia hacia un mayor ángulo de ataque hasta el punto en el que el flujo se separa de la superficie de las palas del rotor, limitando consecuentemente la potencia aerodinámica capturada.

40

Los aerogeneradores con regulación de paso variable también pueden usar el sistema de regulación de paso para reducir las cargas dinámicas bien mediante una regulación cíclica o mediante una regulación individual de cada pala. Sin embargo para palas de aerogeneradores grandes puede ser difícil controlar la carga de la pala ya que esta carga puede variar a lo largo de la pala. A medida que el tamaño del rotor se incrementa, el paso variable de las palas no proporciona necesariamente una carga optimizada a lo largo de toda la pala porque no solo los esfuerzos cortantes del viento, los errores de orientación y las ráfagas de viento afectan al flujo sobre la pala, sino que pueden actuar simultáneamente distintas ráfagas o pueden darse perfiles complejos de esfuerzos cortantes con esfuerzos cortantes negativos.

45

50

Adicionalmente al uso del sistema de regulación de paso variable son conocidas varias propuestas en la técnica anterior para optimizar las cargas de las palas.

Una propuesta conocida es el uso de pequeñas superficies de control tales como unos alerones Gurney unidas al borde de salida para optimizar las cargas de las palas. Un inconveniente de los alerones Gurney es el incremento del ruido aerodinámico desde los bordes libres de los alerones Gurney y desde las discontinuidades en los puntos de las palas donde se posicionan los alerones Gurney.

Otras propuestas conocidas están dirigidas al control de las fuerzas aerodinámicas a lo largo de las palas del rotor por medio de una variación continua de la geometría del perfil aerodinámico en la región del borde de ataque y en la región del borde de salida a lo largo de parte o todo el radio de la pala.

Una de estas propuestas, descrita en WO 2004/088130, se refiere a un concepto de diseño por el cual la potencia, las cargas y/o la estabilidad de un aerogenerador pueden ser controlados por una rápida variación de la geometría de las palas usando un control activo de la geometría (por ejemplo mediante materiales inteligentes o actuadores mecánicos embebidos) o usando un control pasivo de la geometría (por ejemplo mediante los cambios derivados de la carga y/o la deformación de la pala) ó por una combinación de los dos métodos. En una realización preferente se disponen placas piezoeléctricas en el borde de salida a lo largo de parte de la pala para modificar su geometría al efecto de reducir las cargas de la pala. Un inconveniente de las placas piezoeléctricas son los cables eléctricos necesarios para llevarles corriente. Estos cables son sensibles a los rayos eléctricos y pueden ser dañados fácilmente en caso de un impacto de rayo.

Otra propuesta, descrita en US 6,769,873, se refiere a un ensamblaje de una pala de un aerogenerador reconfigurable dinámicamente incluyendo una pluralidad de palas reconfigurables montadas sobre un buje, un actuador fijado a cada una de las palas adaptado para llevar a cabo dicha reconfiguración y un regulador de la potencia de los actuadores para regular la potencia eléctrica suministrada a los mismos.

EP1375911 divulga un aerogenerador de potencia tipo hélice que tiene una pluralidad de palas caracterizadas porque el cuerpo de cada pala incluye en su interior una punta de pala auxiliar situada de tal manera que sea capaz de extenderse y replegarse de la punta de la pala, y una unidad auxiliar de extensión y retracción de pala para sobresalir la punta auxiliar de pala hacia la punta de pala de tal manera que aumenta la longitud total de la pala.

Ninguna de esas propuestas produce resultados completamente satisfactorios y por ello existe una necesidad continua de aerogeneradores que tengan palas de rotor con medios para reducir la carga de las palas.

Sumario de la invención

Un objeto de la invención es proporcionar un aerogenerador que, adicionalmente a un sistema de regulación de paso, tenga medios específicos para alcanzar un control preciso de las cargas de las palas.

Otro objeto de la invención es proporcionar un aerogenerador con medios para controlar los cambios en el flujo al efecto de optimizar el rendimiento conjunto de rotor y minimizar la actividad de regulación de paso de las palas.

Estos y otros objetos se consiguen proporcionando un aerogenerador con palas de rotor que comprenden un primer componente de perfil aerodinámico con un borde de ataque, un borde de salida y lados de succión y presión entre el borde de ataque y el borde de

salida, y un segundo componente, unido al borde de salida y/o al borde de ataque del primer componente en al menos una parte de la pala, que comprende un alerón deflectable hacia arriba y hacia abajo mediante medios inflables con un fluido colocados en una cámara interior del alerón cercana al primer componente que permite cambiar el flujo sobre la pala, y medios para controlar la deflexión de dicho alerón para optimizar las cargas de la pala dependiendo de la situación del viento y/o de las cargas de la pala.

La deflexión del alerón se controla mediante mediciones de la carga en la pala, mediciones de la velocidad o presión del viento en la pala o mediciones "lidar" del flujo enfrente de la pala. Con la retroalimentación de la carga y el apropiado algoritmo de control, se puede usar el alerón para controlar la carga de la pala con mayor precisión que en la técnica anterior.

En una realización preferente dichos medios inflables con un fluido consisten en un tubo flexible que se extiende a lo largo del alerón en la dirección del radio de la pala que se coloca dentro de una cámara situada en una posición apropiada para deflectar el alerón en la dirección deseada, es decir, en una posición alta para deflectar el alerón hacia abajo y en una posición baja para deflectar el alerón hacia arriba. Se consigue con ello un alerón deflectable en una dirección (hacia arriba ó hacia abajo).

En otra realización preferente dichos medios inflables con un fluido son dos tubos flexibles que se extienden a lo largo del alerón en la dirección del radio de la pala que se colocan dentro de cámaras situadas en una posición apropiada para deflectar el alerón en ambas direcciones. Se consigue con ello un alerón deflectable en dos direcciones (hacia arriba y hacia abajo).

En otra realización preferente, el segundo componente también incluye una placa de carena superior y/o inferior para evitar discontinuidades de flujo cuando el alerón se deflecta. Se consigue con ello un alerón deflectable optimizado aerodinámicamente.

En cualquiera de sus realizaciones, el alerón puede estar realizado en una pieza de un material flexible, tal como caucho o fibra de vidrio pultrusionada.

Otras características y ventajas de la presente invención se desprenderán de la descripción detallada que sigue en relación con las figuras que se acompañan.

Breve descripción de las figuras

La Figura 1 es una vista parcial esquemática en sección transversal de una pala de aerogenerador según la presente invención mostrando un alerón deflectable unido al borde de salida de la pala y medios para controlar su deflexión.

La Figura 2 es una vista esquemática en sección de una pala de aerogenerador incorporando un alerón deflectable según la presente invención.

La Figura 3 es una vista esquemática en sección de una pala de aerogenerador incorporando dos alerones deflectable según la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

La Figura 1 muestra el segundo componente 13 unido al primer componente 11 de una pala de aerogenerador de acuerdo con una primera realización de la presente invención.

El primer componente 11 tiene un perfil aerodinámico típico con un borde de ataque 5, un borde de salida 7 y lados de succión y presión entre el borde de ataque 5 y el borde de salida 7.

- 5 La siguiente descripción detallada se refiere a una realización de la invención en la que el segundo componente 13 está unido al borde de salida 7 del primer componente 11. La invención también comprende una realización en la cual el segundo componente 13 está unido de forma similar al borde de ataque 5 del primer componente 11.
- 10 En la Figura 1 se muestra solamente la parte final del borde de salida al cual está unido el segundo componente 13.

El segundo componente 13 incluye un alerón deflectable 15 y una placa de carena 17.

- 15 La Figura 1 ilustra una deflexión hacia abajo del alerón 15 desde una primera posición a una segunda posición -en líneas discontinuas- por medio del inflado con aire ú otro fluido apropiado de un tubo de caucho 23 situado en una cámara interior 25. La placa de carena 17 cubre el alerón 15 evitando cualquier discontinuidad del flujo durante su deflexión.

- 20 El alerón 15 está hecho con una pieza de material flexible y está unido al primer componente 11 con pegamento, tornillos ú otros medios apropiados. La flexibilidad del material y la ubicación de la cámara interior 25, en la que el tubo inflable 23 está colocado, permite que la unión se comporte como si el alerón 15 estuviera abisagrado al primer componente 11 en una bisagra flexible 21.

- 25 El alerón 15 puede estar realizado integrando el tubo 23 en un alerón completamente hecho de caucho que sería por tanto una sola pieza con todo lo necesario integrado en ella.

- 30 Otra solución preferente es realizar el alerón 15 y la placa de carena 17 como un perfil pultrusionado, por ejemplo en un material compuesto reforzado con fibra de vidrio. La unión al primer componente 11 será flexible debido a la forma geométrica y a las propiedades mecánicas del material y el tubo de caucho 23 puede estar oculto dentro del alerón 15 y consecuentemente protegido de radiaciones UV, del hielo, etc.

- 35 La Figura 1 muestra la deflexión del alerón 15 desde una primera posición neutral hacia una segunda posición hacia abajo pero la invención también comprende un alerón 15 configurado para deflectarse desde una primera posición hacia arriba hacia una segunda posición hacia abajo ó viceversa. En este caso, la posición neutral requeriría cierta presión dentro del tubo 23.

- 40 En otra variante de esta realización, el alerón 15 incluye dos tubos inflables 23 a modo de un doble sistema de bisagra uno en la parte superior y otro en la parte inferior para un mejor control de la dirección de su deflexión. La ventaja de esta solución es que en caso de un mal funcionamiento del sistema, por ejemplo por falta de presión en los tubos inflables, el alerón 15 estaría en una posición neutral y consecuentemente el aerogenerador podría operar como un aerogenerador con un control normal de regulación de paso hasta que el sistema fuera reparado.

- 45 50 La pala puede incluir un alerón individual 15 como se muestra en la Figura 2 o varios alerones 15, 15' como se muestra en la Figura 3. En este último caso cada alerón 15, 15' tiene sus propios medios inflables 23.

En una realización preferida, la anchura W del alerón ó alerones 15, 15' está comprendida entre el 1-20% de la longitud de la cuerda C en el centro del alerón.

5 La anchura W del alerón ó alerones 15, 15' puede ser constante o variable. En el primer caso, la anchura será normalmente más pequeña cerca de la región de la punta y más grande hacia la sección de raíz de la pala. En el segundo caso, la anchura W del alerón 15' como se muestra en la Figura 3 decrecerá hacia la punta de la pala.

10 En otra realización preferida, el alerón o alerones 15, 15' están unidos al borde de ataque 5 de la pala y/o al borde de salida 7 de la pala en una sección de longitud menor de 1/3 de la longitud L de la pala.

15 Si se montan varios alerones en distintas secciones de la pala, se diseñarán de una manera que puedan ser reemplazables y puedan ser montados con unos pocos tornillos. La conexión aire/líquido puede ser una conexión clipada y por ello la modularidad de la unidad es alta y consecuentemente fácil de cambiar durante el mantenimiento. Para evitar la separación entre el alerón 15 y el borde de salida del primer componente se puede montar una placa de goma entre ellos evitando que pueda fluir el viento por las holguras entre ambos lo que podría generar tonos silbantes.

20 El aerogenerador comprende medios informáticos para controlar los medios de actuación 23 que deflectan el alerón 15 teniendo en cuenta las mediciones de carga en la pala y parámetros relevantes del flujo proporcionados por sensores.

25 Aunque la presente invención se ha descrito enteramente en conexión con realizaciones preferidas, es evidente que se pueden introducir aquellas modificaciones dentro del alcance de, no considerando éste como limitado por las anteriores realizaciones, las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Un aerogenerador con palas de rotor que comprenden un primer componente (11) de perfil aerodinámico con un borde de ataque, un borde de salida y lados de succión y presión entre el borde de ataque y el borde de salida, y un segundo componente (13), unido al borde de salida y/o al borde de ataque del primer componente (11) en al menos una parte de la pala, **caracterizado** porque
- el segundo componente (13) comprende un alerón deflectable (15) hacia arriba y hacia abajo que permite cambiar el flujo sobre la pala;
- el alerón deflectable (15) es deflectado por medios fluidos inflables (23) con un fluido colocados en una cámara interior (25) del alerón cercana al primer componente (11);
- el aerogenerador comprende medios para controlar dichos medios fluidos inflables (23) dependiendo de la situación del viento y/o de las cargas de la pala; y
- dichos medios inflables (23) con un fluido consisten en un tubo flexible (23) que se extiende a lo largo del alerón (15) en la dirección del radio de la pala,
- dichos medios inflables (23) con un fluido consisten en dos tubos flexibles (23) que se extienden a lo largo del alerón (15) en la dirección del radio de la pala, estando uno de ellos configurado para deflectar el alerón (15) hacia arriba y el otro para deflectar el alerón (15) hacia abajo.
2. Un aerogenerador según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el segundo componente (13) también incluye una placa de carena (17) superior y/o inferior para evitar discontinuidades de flujo cuando el alerón (15) se deflecta.
3. Un aerogenerador según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, **caracterizado** porque el alerón (15) está realizado en una pieza de un material flexible.
4. Un aerogenerador según la reivindicación 3, **caracterizado** porque el alerón (15) está hecho de caucho.
5. Un aerogenerador según la reivindicación 4, **caracterizado** porque el alerón (15) está hecho de un material compuesto reforzado con fibra de vidrio pultrusionado.
6. Un aerogenerador según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, **caracterizado** porque una anchura W del alerón (15) está comprendida entre el 1-20% de una longitud de la cuerda C en un centro del alerón (15).
7. Un aerogenerador según la reivindicación 6, **caracterizado** porque la anchura W del alerón (15) es constante a lo largo de la pala.
8. Un aerogenerador según la reivindicación 7, **caracterizado** porque la anchura W del alerón (15) es variable lo largo de la pala.
9. Un aerogenerador según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, **caracterizado** porque el alerón (15) está unido al borde de ataque (5) de la pala y/o al borde de salida (7) de la pala en una sección de longitud menor de 1/3 de una longitud L de la pala.

10. Un aerogenerador según cualquiera de las reivindicaciones 1-9, **caracterizado** porque la pala comprende uno o varios segundos componentes (13) teniendo cada uno un alerón individual (15, 15') con medios inflables (23) individuales.

