(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 572 727**

(51) Int. CI.:

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: **04.07.2008 E 08012154 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.02.2016 EP 2019203**

(54) Título: **Pala de aerogenerador con alerones arqueables**

(30) Prioridad:

23.07.2007 ES 200702050

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.06.2016

(73) Titular/es:

GAMESA INNOVATION & TECHNOLOGY, S.L. (100.0%)
Avenida Ciudad de la Innovación 9-11
31621 Sarriguren, Navarra, ES

(72) Inventor/es:

REBSDORF, ANDERS;
FRIEDRICH, MICHAEL y
MELDGAARD, CHRISTIAN

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

PALA DE AEROGENERADOR CON ALERONES ARQUEABLES

CAMPO DE LA INVENCION

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

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.

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 limites establecidos por la resistencia estructural del aerogenerador.

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”.

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.

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.

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

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.

Además, DE2922885A1 se refiere a un actuador para un alerón de una pala de un aerogenerador, y US2405208A describe un actuador para un alerón de un avión.

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 de la presente invención se consiguen proporcionando un aerogenerador acorde a la reivindicación 1.

Los medios accionadores de la placa rígida son unas cámaras/tubos situadas en el primer componente y operables mediante vacío y/o presión. 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. De esta manera se consiguen alerones deflectables controlados "activamente".

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 DESCRIPCION DE LAS FIGURAS

La Figura 1 es una vista esquemática en sección transversal de una pala de aerogenerador según la presente invención mostrando el segundo componente unido al borde de salida de la pala del primer componente.

La Figura 2 es una vista esquemática en sección transversal de una pala de aerogenerador según una primera realización de la presente invención mostrando el segundo componente unido al borde de salida de la pala del primer componente.

La Figura 3 es una vista esquemática en sección transversal de una pala de aerogenerador según una segunda realización de la presente invención mostrando el segundo componente unido al borde de salida de la pala del primer componente.

La Figura 4 es una vista esquemática en sección transversal de una pala de aerogenerador según una segunda realización de la presente invención mostrando el segundo componente unido al borde de salida de la pala del primer componente.

La Figura 5 es una vista esquemática en sección de una pala de aerogenerador incorporando un alerón deflectable según la presente invención.

La Figura 6 es una vista esquemática en sección de una pala de aerogenerador incorporando dos alerones deflectables 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 según 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.

La siguiente descripción detallada se refiere a realizaciones de la invención en las que el segundo componente 13 está unido al borde de salida 7 del primer componente 11. La invención también comprende realizaciones en las cuales el segundo componente 13 está unido de forma similar al borde de ataque 5 del primer componente 11.

El segundo componente 13 incluye un alerón deflectable 15 mediante los desplazamientos de una placa rígida 31 insertada entre el primer componente 11 y el alerón 15 que puede ser accionada de diversas maneras como explicaremos seguidamente.

Una primera realización de la invención se muestra en la Figura 2. El segundo componente 13 es un alerón deflectable 15 por medio de una placa rígida 31 insertada entre el primer componente 11 y el alerón 15, que se acciona mediante una cámara interior 33, operable por vacío, ubicada en el primer componente.

En el marco de esta invención el término "cámara" debe ser entendido en un sentido amplio como un cuerpo de volumen variable bajo presión o vacío para causar un desplazamiento hacia arriba o hacia abajo del lado de la placa rígida 31 situado dentro el primer componente 11 de la pala.

Una segunda realización de la invención se muestra en la Figura 3. El segundo componente 13 es un alerón deflectable 15 por medio de una placa rígida 31 insertada entre el primer componente 11 y el alerón 15, que se acciona mediante una cámara interior 43, operable por presión, ubicada en el primer componente 11.

Una tercera realización de la invención se muestra en la Figura 4. El segundo componente 13 es un alerón deflectable 15 por medio de una placa rígida 31 insertada entre el primer componente 11 y el alerón 15, que se acciona mediante una cámara interior 33, operable por vacío, y una cámara interior 43, operable por presión, ubicadas en el primer componente 11.

La presión y/o el vacío aplicados con un medio fluido o gaseoso en las cámaras 33, 43 indicadas anteriormente se gradúa para proporcionar una fuerza definida sobre la placa rígida 31 de la que resulta un cambio en la posición relativa del alerón 15 respecto al primer componente 11.

El aerogenerador también comprende medios informáticos para controlar los medios de actuación 33, 43 que deflectan el alerón 15 en un modo totalmente activo de control de la carga teniendo en cuenta las mediciones de carga en la pala y parámetros relevantes del flujo proporcionados por sensores o en un modo semi activo de control de la carga teniendo en cuenta las condiciones operacionales del aerogenerador (sin información sensórica específica).

El alerón 15 está realizado de una pieza de un material flexible tal como el caucho y está unido al primer componente 11 por medios que permiten su deflexión en la manera indicada anteriormente. También puede estar realizado como un perfil pultrusionado, por ejemplo en un material compuesto reforzado con fibra de vidrio.

La pala puede incluir un alerón individual 15 como se muestra en la Figura 5 o varios alerones 15, 15' como se muestra en la Figura 6. En este último caso cada alerón 15, 15' tiene sus propios medios de actuación.

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.

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.

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.

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 de eje horizontal que tiene al menos una pala que comprende un primer componente (11) de perfil aerodinámico con un borde de ataque (5), 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 caracterizado por

los medios para deflectar el alerón (15) comprenden una placa rígida (31) insertada entre el primer componente (11) y el alerón (15) y medios accionadores (33, 43) de dicha placa rígida (31) localizados en el primer componente (11) y actuados por vacío y/o presión, caracterizados porque los medios accionadores de la placa rígida son cámaras interiores (33, 43), operables por vacío y presión

2.- Un aerogenerador de eje horizontal según la reivindicación 1, caracterizado porque dichos medios accionadores de la placa rígida son cámaras interiores (33), operables por vacío, ubicadas en el primer componente (11) cerca de la placa rígida (31).

3.- Un aerogenerador de eje horizontal según la reivindicación 1, caracterizado porque dichos medios accionadores de la placa rígida son cámaras interiores (43), operables por presión, ubicadas en el primer componente (11) cerca de la placa rígida (31).

4.- Un aerogenerador según la reivindicación 1, caracterizado porque dichos medios accionadores son cámaras interiores (33, 43), operables por vacío y presión, ubicadas en el primer componente (11) cerca de la placa rígida (31).

5.- Un aerogenerador de eje horizontal según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, caracterizado porque el aerogenerador también comprende medios para controlar dichos medios accionadores (33, 43) dependiendo de la situación del viento y/o de las cargas de la pala.

6.- Un aerogenerador de eje horizontal según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, caracterizado porque el alerón (15) está realizado en una pieza de un material flexible.

7.- Un aerogenerador de eje horizontal según la reivindicación 6, caracterizado porque el alerón (15) está hecho de caucho.

8.- Un aerogenerador de eje horizontal según la reivindicación 6, caracterizado porque el alerón (15) está hecho de un material compuesto reforzado con fibra de vidrio pultrusionado.

9.- Un aerogenerador de eje horizontal según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, caracterizado porque la anchura W del alerón (15) está comprendida entre el 1-20% de la longitud de la cuerda C en el centro del alerón (15).

10.- Un aerogenerador de eje horizontal según la reivindicación 9, caracterizado porque la anchura W del alerón (15) es constante a lo largo de la pala,

11.- Un aerogenerador de eje horizontal según la reivindicación 9, caracterizado porque la anchura W del alerón (15) es variable lo largo de la pala,

12.- Un aerogenerador de eje horizontal según cualquiera de las reivindicaciones 1-11, 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 la longitud L de la pala.

13.- Un aerogenerador de eje horizontal según cualquiera de las reivindicaciones 1-12, caracterizado porque la pala comprende uno o varios segundos componentes (13) teniendo cada uno de ellos un alerón individual (15, 15') con medios accionadores (33, 43) de la placa rígida (31) individuales.

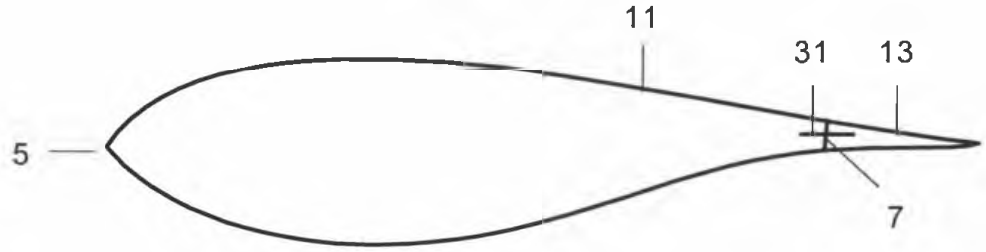

FIG. 1

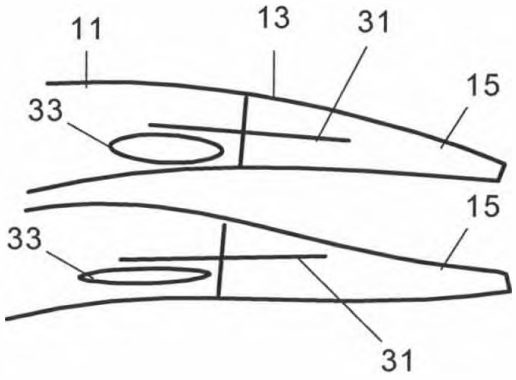

FIG. 2

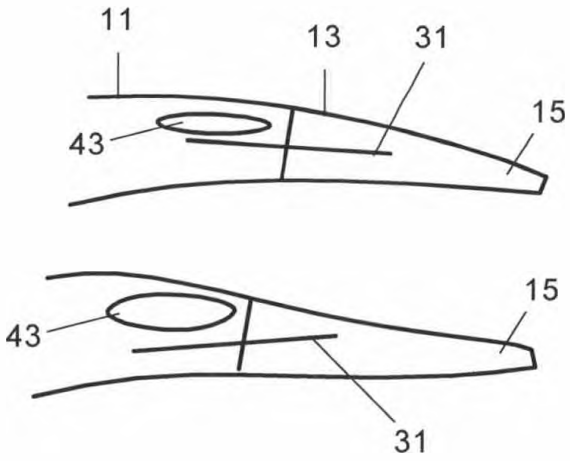

FIG. 3

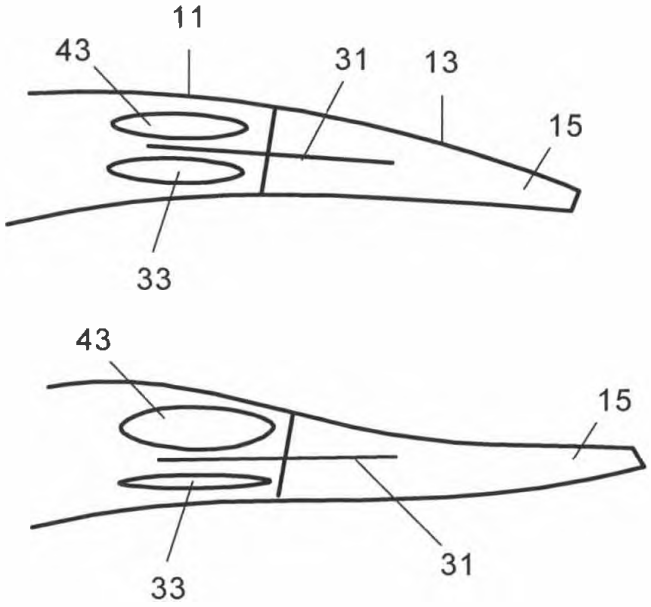

FIG. 4

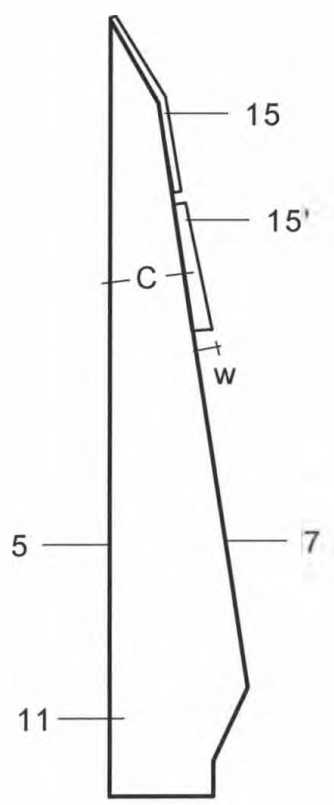

FIG. 5

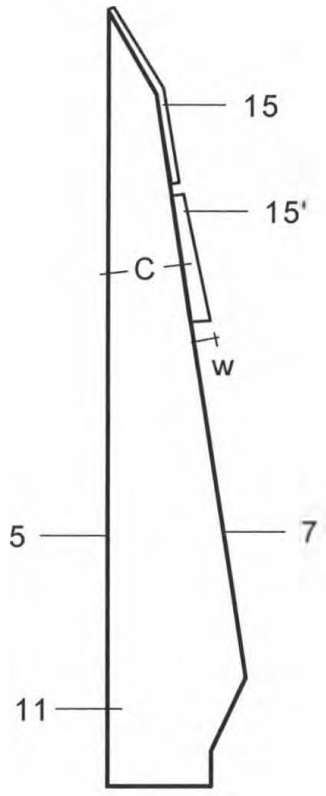

FIG. 6