

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 988**

51 Int. Cl.:
F03D 11/00 (2006.01)
F03D 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08801377 .6**
96 Fecha de presentación: **03.10.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2198156**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.06.2010**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE DESHIELO DE UNA PALA DE UNA TURBINA EÓLICA, UNA TURBINA EÓLICA Y USO DE LA MISMA.**

30 Prioridad:
05.10.2007 DK 200701444

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
12.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
12.01.2012

73 Titular/es:
Vestas Wind Systems A/S
Hedeager 44
8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:
HARAGUCHI, Yoshiki

74 Agente: **Arias Sanz, Juan**

ES 2 371 988 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 de deshielo de una pala de una turbina eólica, una turbina eólica y uso de la misma

Antecedentes de la invención

5 La invención se refiere a un procedimiento para el deshielo de una pala de una turbina eólica, después de que la turbina eólica haya estado inactiva durante un período de tiempo, una turbina eólica según el preámbulo de la reivindicación 12 y el uso de la misma.

Descripción de la técnica relacionada

10 Una turbina eólica conocida en la técnica comprende una torre de turbina eólica cónica y una góndola de turbina eólica situada en la parte superior de la torre. Un rotor de la turbina eólica con una serie de palas de la turbina eólica está conectado a la góndola a través de un eje de baja velocidad, que se extiende fuera de la parte frontal de la góndola, como se ilustra en la figura 1.

15 A medida que las grandes turbinas eólicas modernas se hacen más y más grandes en producción de energía y en coste, la cuestión del tiempo de inactividad es cada vez más importante y las turbinas eólicas modernas están siempre mejorando para asegurarse de que son capaces de producir energía de manera eficiente siempre que las condiciones del viento utilizables estén presentes.

20 Sin embargo, a este respecto la formación de hielo en las palas de las turbinas eólicas puede ser un gran problema, ya que puede evitar que la turbina eólica produzca energía a pesar de que las condiciones ideales de viento estén presentes y a partir de la patente US N° 6.890.152, por lo tanto se sabe cómo proporcionar a las palas de una turbina eólica con una serie de bocinas sónicas, lo que hará que la pala vibre cuando se activa y por este medio hará que el hielo se rompa. Sin embargo, las desventajas de este sistema son muchas - incluyendo los problemas de ruido, el coste, la dificultad de aplicarlo en las palas, etc. En el documento WO 2007/012195 se sugiere un dispositivo adicional de generación de micro-vibraciones para el deshielo.

Un objeto de la invención es por lo tanto, proporcionar una técnica ventajosa para el deshielo de palas de turbina eólica.

La invención

25 La invención proporciona un procedimiento para el deshielo de una pala de una turbina eólica, después de que la turbina eólica haya estado inactiva durante un período de tiempo. El procedimiento comprende las etapas de

- crear una condición de aceleración controlada de la pala, y

- crear posteriormente una condición de desaceleración controlada de la pala, en el que el hielo se sacude de la pala.

30 La creación de una condición de aceleración y, posteriormente, una condición de la desaceleración en la pala tiene la ventaja de que esta es una manera sencilla y eficaz de deshielo de una pala de turbina eólica tirando o sacudiendo el hielo o la nieve de la pala.

Es importante que la condición de aceleración y la condición de desaceleración se controlen porque, si la aceleración se vuelve demasiado grande, podría dañar la pala o el medio que crea la aceleración y si es demasiado pequeña, el procedimiento no será tan eficiente en el deshielo de la pala.

35 Cabe destacar que con el término "deshielo" se debe entender que una mayor parte del hielo, nieve u otra se retira de la pala, es decir, todavía puede haber algunas porciones de hielo menores restantes en la pala después de que el procedimiento de deshielo se haya completado.

40 También cabe destacar que los términos "condición de aceleración" y "condición de desaceleración" se deben entender como que la velocidad de un movimiento de la pala se incrementa y, posteriormente disminuye, es decir, la pala se mueve y se detiene, se mueve hacia atrás y adelante, se mueve en etapas o cualquier combinación de las mismas en las instrucciones dadas para crear una situación en la que la inercia del hielo o la nieve hará que se arranque de la superficie de la pala cuando la dirección del movimiento se cambia de repente o la velocidad del movimiento se desacelera repentinamente o porque la condición de aceleración y la posterior condición de desaceleración hace que la pala se flexione en un grado que el hielo se resquebraje de la superficie.

45 También cabe destacar que a pesar de que la reivindicación indica que la condición de aceleración está seguida posteriormente por la condición de desaceleración esto no excluye que la condición de aceleración y la condición de desaceleración estén separadas por un período donde la velocidad del movimiento de la pala es prácticamente constante por ejemplo, si la rotación del rotor se inició - después de haber estado inactivo durante un período de tiempo - mediante la aceleración de la velocidad del rotor a unas RPM determinadas (rotaciones por minuto) y luego, cuando una pala específica llega a una posición de acimut específica, la rotación del rotor, se detuvo o se disminuyó de forma

50

abrupta pero controlada creando de este modo una condición de desaceleración controlada de la pala y por lo tanto sacudiendo el hielo de la pala.

En un aspecto de la invención, dicho procedimiento comprende además la etapa de posicionamiento de dicha pala en un ángulo de acimut predefinido antes de que se cree dicha condición de aceleración controlada.

- 5 Mediante el posicionamiento de la pala en una posición de acimut predefinida antes de que se cree la condición de aceleración controlada, es posible controlar sustancialmente dónde cae el hielo y la nieve (que se ha sacudido).

Además, es posible ejecutar el procedimiento de deshielo, mientras la pala está en una posición que tensiona la pala o al menos el resto de la turbina eólica.

- 10 En un aspecto de la invención, dicho procedimiento comprende además la etapa de posicionamiento de dicha pala en una dirección sustancialmente apuntando hacia abajo antes de que se cree dicha condición de aceleración controlada.

Al poner la punta de la pala hacia abajo antes de que se cree la condición de aceleración controlada se asegura que el efecto de tensión de la atracción de la gravedad se reduce durante el procedimiento de deshielo permitiendo por este medio que la tensión de la pala se reduzca.

- 15 Por otra parte, haciendo que la punta de la pala apunte hacia abajo durante el procedimiento de deshielo se asegura que el hielo sacudido se reúna en una pila frente a la base de la torre. Esto es ventajoso, ya que por este medio se evita que el hielo sacudido se distribuya en una amplia zona que rodea la turbina eólica y por lo tanto pudiendo dañar otros edificios vecinos, cultivos u otros.

- 20 En un aspecto de la invención, dicho procedimiento comprende además la etapa de posicionamiento de dicha pala en una primera dirección sustancialmente apuntando hacia un lado antes de que se cree dicha condición de aceleración controlada.

Es ventajoso hacer que la pala apunte hacia un lado durante el procedimiento de deshielo porque la atracción de la gravedad que tira de la pala podría inducir la flexión de la pala, lo que, en sí mismo, puede romper parte del hielo suelto y así ayudar aún más en el procedimiento de deshielo.

- 25 En un aspecto de la invención dicha pala adicionalmente se coloca de modo que apunte en una dirección sustancialmente opuesta a dicha primera dirección apuntando hacia un lado y en la que una condición adicional de aceleración controlada y una condición adicional de desaceleración controlada se crean al mismo tiempo que dicha pala se posiciona en dicha dirección apuntando hacia el lado opuesto.

- 30 Cuando la pala se posiciona en la primera dirección apuntando sustancialmente hacia un lado se desviará en una dirección y cuando se posicione en la dirección apuntando hacia el lado opuesto la pala se desviará en la dirección opuesta. Esto es ventajoso porque la desviación de la pala en dirección diferente ayudará aún más a soltar el hielo durante el procedimiento de deshielo.

En un aspecto de la invención, dicha condición de aceleración controlada y dicha condición de desaceleración controlada se crean repetidamente.

- 35 Con la creación repetidamente de la condición de aceleración controlada el procedimiento de deshielo se vuelve más eficiente.

En un aspecto de la invención, dicha condición de aceleración controlada y dicha condición de desaceleración controlada se crean repetidamente en una frecuencia sustancialmente similar a una frecuencia natural de dicha pala o en fase con dicha frecuencia natural.

- 40 Con la creación de la condición de aceleración controlada y la condición de desaceleración controlada de la manera correcta en el momento preciso se asegura que incluso los impactos relativamente pequeños sobre la pala (pequeños giros de paso, pequeños giros de dirección, pequeños giros del rotor, etc.) podrían provocar un aumento de la energía que se acumula en la pala y, por lo tanto, un aumento en la oscilación o un aumento en la desviación de la pala, haciendo que el procedimiento de deshielo sea más eficiente.

- 45 En un aspecto de la invención, dicho procedimiento también comprende la etapa de detección de una condición de hielo en dicha pala antes de que se cree dicha condición de aceleración controlada y dicha condición de desaceleración controlada.

La creación de una condición de aceleración y desaceleración controlada en la pala podría tensar la pala y se necesitarían mucho tiempo y energía durante el procedimiento de puesta en marcha y, por lo tanto, es ventajoso sólo el deshielo de la pala, si se detecta una condición no deseada de hielo.

- 50 En un aspecto de la invención, dicha condición de aceleración controlada y dicha condición de desaceleración controlada

de dicha pala se crean mediante el accionamiento de uno o más medios de accionamiento de dicha turbina eólica.

5 Mediante la creación de la condición de aceleración y desaceleración controlada por un medio de accionamiento ya presente en la turbina eólica (tal como el mecanismo de paso de las palas, el mecanismo de orientación, el medio de accionamiento del rotor u otros) se asegura que se eviten medios de accionamiento externos o dedicados, reduciendo así el coste del sistema de deshielo.

En un aspecto de la invención, dicha condición de aceleración controlada y dicha condición de desaceleración controlada de dicha pala se crean mediante el accionamiento de un mecanismo de paso de dicha pala.

10 Es particularmente ventajoso hacer que el mecanismo de paso de una pala específica cree la condición de aceleración y desaceleración controlada de la pala específica porque esto no aumentará considerablemente la tensión en otras partes de la turbina eólica durante el procedimiento de deshielo.

Además, el mecanismo de paso es de acción relativamente rápida, haciéndolo muy adecuado para crear una condición de aceleración y desaceleración controlada de la pala, y aún más mediante el uso del mecanismo de paso, es posible el deshielo de las palas de una en una y así, por ejemplo, asegurarse de que la pala está posicionada en una posición de acimut específica durante el procedimiento de deshielo.

15 En un aspecto de la invención, dicha condición de aceleración controlada y dicha condición de desaceleración controlada de dicha pala se crean accionando un mecanismo de orientación y/o un medio de accionamiento del rotor de dicha turbina eólica.

20 El uso del mecanismo de orientación y/o medio de accionamiento del rotor para sacudir el hielo o la nieve de las palas es ventajoso, porque esto realizará el deshielo de todas las palas al mismo tiempo y porque este procedimiento puede ser utilizado en turbinas eólicas que no comprenden medios para el paso de las palas, tales como turbinas eólicas de pérdida controlada.

25 Además, la invención proporciona una turbina eólica que comprende un rotor que incluye al menos una pala, y un medio de deshielo para el deshielo de la pala, en el que el medio de deshielo comprende un medio de accionamiento de la turbina eólica y en el que el medio de deshielo también incluye un medio de control para realizar un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

Así se logra una realización ventajosa de la invención.

En un aspecto de la invención, dicha turbina eólica también comprende medios de detección para detectar una condición de hielo en dicha pala.

30 En un aspecto de la invención, dicha turbina eólica también comprende medios para la detección del ángulo de acimut para la detección de la posición de acimut real de dicha pala.

Hacer que la turbina eólica comprenda medios de detección del ángulo de acimut es ventajoso porque así es posible asegurar que la pala se posicione en una posición de acimut específica antes de que la pala se deshiele.

En un aspecto de la invención, dicha turbina eólica también comprende medios de accionamiento del rotor para el posicionamiento de dicha pala en una posición de acimut predefinida durante el deshielo de dicha pala.

35 En un aspecto de la invención, dicha pala de la turbina eólica comprende material de superficie hidrófobo.

Hacer que la pala comprenda material de la superficie hidrófobo es ventajoso porque esto evitará la acumulación de hielo en la pala y/o ayudará a soltar el hielo durante el procedimiento de deshielo.

Aún más, la invención proporciona el uso de una turbina eólica según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 16, en el que dicha turbina eólica es una turbina eólica de megavatios.

40 Cuanto mayor sea la turbina eólica, más difícil será retirar el hielo y más caro es el tiempo de inactividad debido a la producción de energía dejada de producir, por lo que es particularmente ventajoso el uso de un procedimiento de deshielo según la invención para el deshielo de una turbina eólica con una energía nominal de salida por encima de un megavatio.

Figuras

45 La invención se describirá a continuación con referencia a las figuras, en las que:

La figura 1 ilustra una turbina eólica moderna grande conocida en la técnica, tal como se ve desde el frente,

La figura 2 ilustra una sección transversal simplificada de una góndola, tal como se ve desde el lado,

La figura 3 ilustra una turbina eólica en la que se deshiela una pala que apunta hacia abajo, tal como se ve desde el frente,

La figura 4 ilustra una turbina eólica en la que se deshiela una pala que apunta hacia la derecha, tal como se ve desde el frente, y

5 La figura 5 ilustra una turbina eólica en la que se deshiela una pala que apunta hacia la izquierda, tal como se ve desde el frente.

Descripción detallada

10 La figura 1 ilustra una turbina eólica moderna 1, que comprende una torre 2 colocada sobre unos cimientos y una góndola de turbina eólica 3 posicionada en la parte superior de la torre 2. El rotor de la turbina eólica 4 comprende tres palas de turbina eólica 5 que se extienden desde y están conectadas a un buje común 11 y el buje 11 está conectado a la góndola 3 a través del eje de baja velocidad que se extiende fuera de la parte frontal de la góndola 3.

La turbina eólica 1 que se muestra es una turbina eólica de paso controlado 1 en la que cada pala comprende una disposición de paso 12 para el paso de las palas 5 en relación con la salida de energía, la velocidad del viento, la velocidad de rotación u otros durante el funcionamiento normal de la turbina eólica 1.

15 Sin embargo, según la presente invención, la turbina eólica 1 podría ser en cambio una turbina eólica de pérdida controlada 1, una turbina eólica de pérdida controlada activa 1 u otro tipo de turbina eólica.

En una turbina eólica de pérdida controlada 1, las palas 5 no son capaces de lanzar, es decir, están rígidamente fijadas al buje 11. Las palas 5, por lo tanto, están diseñadas para profundizar en la pérdida cuanto mayor sea la velocidad del viento y, de ese modo controlar (de manera pasiva) la carga sobre la turbina eólica.

20 Una turbina eólica de pérdida controlada activa 1 se asemeja técnicamente a una turbina eólica de paso controlado 1, ya que ambas comprenden una disposición de paso 12 para lanzar las palas 5, y para obtener un par (fuerza de giro) razonablemente grande a velocidades de viento bajas, la turbina eólica de pérdida controlada activa 1 normalmente estará programada para lanzar las palas 5 como una turbina eólica de paso controlado 1 a velocidades de viento bajas. Cuando la turbina eólica de pérdida controlada activa 1 alcanza su energía nominal, lanzará sus palas 5 en la dirección opuesta a la de una turbina eólica de paso controlado, si el generador 1 está a punto de sobrecargarse. En otras palabras, aumentará el ángulo de ataque de las palas del rotor 5 para que las palas 5 vayan a una mayor pérdida, perdiendo así el exceso de energía en el viento.

25 Todos los tipos de turbinas eólicas antes mencionadas también comprenden un mecanismo de orientación 13 para mantener el plano del rotor substancialmente perpendicular a la dirección del viento en todo momento.

30 Una gran turbina eólica moderna puede comprender además medios de accionamiento del rotor 14 para hacer girar el rotor 4, por ejemplo, para posicionar las palas 5 en posiciones específicas durante el mantenimiento o para posicionar el rotor 4 en una posición de parada específica. Los medios de accionamiento del rotor 14, por ejemplo, podrían ser el generador de la turbina eólica 8 que actúa como un motor o podría ser un motor dedicado, por ejemplo, que accione el eje de alta velocidad en la góndola 3 utilizando así la caja de engranajes de turbinas eólicas 6 para el engranaje de la rotación.

35 La figura 2 muestra una sección transversal simplificada de una góndola 3, tal como se ve desde el lado.

Las góndolas 3 existen en una multitud de variantes y configuraciones, pero en la mayoría de los casos el tren de accionamiento en la góndola 3 casi siempre comprende uno o más de los siguientes componentes: una caja de engranajes 6, un acoplamiento (no mostrado), una especie de sistema de ruptura 7 y un generador 8. Una góndola 3 de una turbina eólica moderna 1 también puede incluir un convertidor 9, un inversor (no mostrado) y equipos periféricos adicionales tales como equipos de manejo de energía adicionales, armarios de control, sistemas hidráulicos, sistemas de refrigeración y más.

40 El peso de toda la góndola 3, incluyendo los componentes de la góndola 6, 7, 8, 9 se realiza mediante una estructura de transporte de carga 10. Los componentes 6, 7, 8, 9 usualmente están colocados y/o conectados a esta estructura de transporte de carga común 10. En esta realización simplificada, la estructura de transporte de carga 10 sólo se extiende a lo largo de la parte inferior de la góndola 3, por ejemplo en forma de un bastidor de lecho al que algunos o todos los componentes 6, 7, 8, 9 están conectados. En otra realización, la estructura de transporte de carga 10 podría comprender una campana de engranajes que transfiere la carga del rotor 4 de la torre 2 y/o la estructura de transporte de carga 10 podría comprender varias partes interrelacionadas, tales como celosías.

45 En esta realización de la invención, el tren de accionamiento está establecido en un ángulo de operación de 8° en relación con un plano perpendicular a un eje central a través de la torre 2 (es decir, un plano horizontal). El tren de accionamiento está, entre otras razones, formando un ángulo para permitir que el rotor 4 se pueda orientar en consecuencia, por ejemplo, para asegurarse de que las palas 5 no golpeen contra la torre 2, para compensar las

diferencias en la velocidad del viento en la parte superior e inferior del rotor 4 y otros.

En la parte inferior de la góndola 3, la turbina eólica 1 está provista de un mecanismo de orientación 13 instalado en la unión entre la torre 2 y la góndola 3. El mecanismo de orientación 13 típicamente comprende algún tipo de cojinete de giro dentado accionado por algún tipo de piñón accionado por el motor 15.

5 Como se explicó anteriormente, las palas 5 de una turbina eólica de paso controlado 1 o una turbina eólica de pérdida regulada activa 1 están provistas de un mecanismo de paso 12. En la realización ilustrada, las palas 5 están conectadas con el buje 11 a través de cojinetes de paso 16, permitiendo que las palas 5 puedan girar alrededor de su eje longitudinal.

10 En esta realización, el mecanismo de paso 13 comprende medios para hacer girar las palas en forma de actuadores lineales 17 conectados al buje 11 y las respectivas palas 5. En una realización preferida, los actuadores lineales 17 son cilindros hidráulicos. En otra realización, el mecanismo de paso 13 podría comprender motores paso a paso u otros medios para hacer girar las palas 5.

15 En esta realización de la invención, la góndola 3 está también provista de medios de detección 18 para detectar si hielo, nieve u otros objetos extraños no deseados están presentes en las palas 5. En otra realización, los medios de detección 18 pueden estar colocados dentro de la góndola 3 en el interior del buje 11, en o sobre las palas 5 o en otra parte o en la turbina eólica 1.

20 En esta realización, los medios de detección 18 comprenden un sistema de visión para la detección directa de las condiciones de hielo en las palas 5, pero en otra realización, la condición del hielo de la pala 5 también se podría medir directamente por sensores de fibra óptica en las palas u otros o las condiciones de hielo se podrían detectar por medio de mediciones indirectas, tales como mediciones de la tensión en las palas 5, mediciones de la deflexión de las palas 5, mediciones del desequilibrio de rotor 4 u otras.

25 En esta realización de la invención, la turbina eólica 1 también comprende un medio de detección de ángulo de acimut 21 en forma de un codificador colocado en el eje de alta velocidad del tren de accionamiento. El medio de detección del ángulo de acimut 21 detecta la posición de acimut real de las diferentes palas 5, lo que es útil cuando se posicionan las palas 5 en posiciones de acimut específicas, por ejemplo, durante el procedimiento de deshielo.

En otra realización, el medio de detección del ángulo de acimut 21 podría comprender otros tipos de medios de detección de la posición, tales como sensores que se activan cuando la pala 5 se encuentra en una posición de acimut específica o dentro de un intervalo de acimut específico.

30 La figura 3 ilustra una turbina eólica 1 en el procedimiento de deshielo de una pala que apunta hacia abajo 5, tal como se ve desde el frente.

En esta realización de la invención, las condiciones de viento han cambiado para mejor y la turbina eólica inactiva 1, por lo tanto, arranca para reanudar la producción de energía.

En esta realización, la turbina eólica 1 se puso en punto muerto debido al viento demasiado bajo, pero la turbina eólica 1 también podría detenerse debido al viento muy alto, debido a mantenimiento u otros.

35 Antes de que la turbina eólica 1 se reinicie, los medios de accionamiento del rotor 14 se activan y las palas 5, una por una, son llevadas a una posición de acimut de aproximadamente 180° es decir, la pala 5 está substancialmente apuntando directamente hacia abajo. Cuando una pala 5 específica llega a esta posición, los medios de accionamiento del rotor 14 detienen la rotación del rotor 4 y los medios de accionamiento de la turbina eólica 1 crean una condición de aceleración controlada y, posteriormente, una condición de desaceleración controlada de la pala mediante la activación de la disposición de paso 12.

40 En esta realización, la disposición de paso 12 lanza la pala 2 hacia delante y hacia atrás tan fuerte como sea posible mediante la disposición de paso 12 o tan fuerte como pueda la pala 5 o la disposición de paso 12. La nieve o el hielo de la pala que apunta hacia abajo 5 se "sacude" de la pala 5 creando una pila 20 de nieve o hielo caído en la raíz de la torre de la turbina eólica 2.

45 En otra realización, la pala 5 podría moverse por pasos hacia adelante en una dirección y luego moverse por pasos hacia atrás substancialmente hasta el punto inicial.

50 En otra realización, la pala 5 podría ser lanzada hacia atrás y hacia adelante, o la pala 5 podría ser lanzada en pasos a una frecuencia igual o similar a una frecuencia natural de la pala 5, o por lo menos en fase con una frecuencia natural de la pala 5, de manera que las oscilaciones de la pala 5 se acumulan y aumentan la condición de aceleración y de desaceleración, de manera que aumenta la posibilidad de que se tire el hielo.

Después de que se haya deshelado la pala que apunta hacia abajo 5, el rotor girará de manera que la siguiente pala 5 se coloca en una posición que apunta hacia abajo, a continuación esta pala 5 se deshuela, y este procedimiento continuará

hasta que todas las palas 1 se hayan deshelado, por lo menos hasta que todas las palas 5 en las que se ha detectado hielo se hayan desheladas, o hasta que todas las palas 5 que estuvieran en riesgo de comprender condiciones de hielo se hayan deshelado, por ejemplo, las dos palas 5 que apuntan hacia arriba, cuando una turbina eólica de tres palas 1 está estacionada con las palas 5 en una posición Y.

5 En esta realización de la invención, la superficie de la pala comprende un recubrimiento de gel, que muestra buenas cualidades hidrófobas, pero en otra realización, la superficie de la pala podría comprender otra capa hidrófoba, permitiendo así que el hielo y la nieve sean sacudidos de la pala 5 con mayor facilidad.

10 La capa externa hidrófoba y/o glaciófoba en la pala 5 podría, por ejemplo, proporcionarse en la pala 5 a través de pulverización de aire mediante un procedimiento similar al utilizado en la pulverización de pintura para coches. El procedimiento comprende pulir la superficie de la pala y luego aplicar el recubrimiento de gel mediante pintura de pulverización en varias capas delgadas.

La pala pintada 5 se deja secar entonces durante un par de horas, y se consigue un acabado hidrófobo y/o glaciófobo liso. Las capas de pintura, por ejemplo, podrían suplementarse con una capa de imprimación para que la superficie sea incluso más lisa.

15 La calidad hidrófoba y/o glaciófoba de la superficie de la pala ayuda en la prevención de la acumulación de hielo en la superficie de la pala y ayuda para asegurar que el hielo en la superficie de la pala se suelte con mayor facilidad.

La figura 4 ilustra una turbina eólica 1 en el procedimiento de deshielo de una pala 5 que apunta a la derecha, tal como se ve desde el frente.

20 En esta realización, la flexibilidad de las palas de grandes turbinas eólicas modernas 5 se utiliza para aumentar el efecto de deshielo. En lugar de que la pala 5 apunte hacia abajo, mientras se establece la condición de desaceleración controlada, se lleva la pala 5 a una posición de acimut donde está apuntando a un lado antes de crear la condición de desaceleración controlada. La condición de desaceleración controlada hará que la pala 5 cuelgue y así inducirá al desprendimiento del hielo en las curvas en la pala 5, lo que hará que sea más fácil para la condición de desaceleración controlada sacudir el hielo o la nieve de la pala 5.

25 En esta realización, las condiciones de aceleración y desaceleración controladas de la pala 5 se crean lanzando la pala 5 hacia delante y atrás para sacudir el hielo o la nieve de la pala 5, de manera que forme una pila 20 en el suelo junto a la turbina eólica 1. Sin embargo, en otra realización de la invención, el medio de accionamiento 19 podría ser el mecanismo de orientación 13 que balancea la góndola 3 y, por lo tanto, el rotor 4 y las palas 5 de lado a lado para crear una condición de aceleración y desaceleración controlada de la pala 5, que sea lo suficientemente grande para sacudir la mayor parte del hielo fuera de las palas, permitiendo así que la producción de energía se pueda reanudar sin arriesgarse a dañar la turbina eólica, sustancialmente sin reducir la eficiencia de las turbinas eólicas y sin correr el riesgo de que el hielo sea lanzado de las palas 5 a gran velocidad, con el riesgo de dañar las casas vecinas, ganado, personas u otros.

30 Debido a que es una masa muy grande la que tiene que ponerse en movimiento si el mecanismo de orientación 13 se utiliza como medio de accionamiento 19 es dudoso que sea posible girar la góndola 3 de un lado a otro con una frecuencia cercana a una frecuencia natural de las palas 5 y, por lo tanto, sería ventajoso orientarlas a una frecuencia que esté en fase con la frecuencia natural de las palas 5.

35 En otra realización de la invención, también podría ser el medio de accionamiento del rotor 14 el que actuaría como medio de accionamiento 19 para la creación de la condición de aceleración y desaceleración controlada de la pala 5. El rotor 4 iría entonces hacia atrás y hacia adelante para crear la condición de aceleración y desaceleración controlada que sacudiría el hielo de las palas 5.

40 No importa si las condiciones de aceleración y desaceleración controladas se crean por una disposición de paso 12 de la pala 5, por un mecanismo de orientación 13 de la turbina eólica 2, o el medio de accionamiento del rotor 14 o por cualquier combinación de éstos, la ejecución será controlada mediante medios de control de los medios de deshielo, por ejemplo, en forma de software y hardware especiales para el control del medio de accionamiento 19 durante el procedimiento de deshielo o mediante un software integrado en el software de turbina eólica existente (para controlar el funcionamiento de la turbina eólica 1) en combinación con el hardware existente para controlar el funcionamiento de la turbina eólica 1, tal como PLC, PC u otros.

La figura 5 ilustra una turbina eólica 1 en el procedimiento de deshielo de una pala 5 que apunta a la izquierda, tal como se ve desde el frente.

50 En esta realización de la invención, el rotor 4 se ha girado ahora 180° mediante el medio de accionamiento del rotor 14 de manera que la pala 5, que apuntaba a la derecha en la figura 4 está ahora apuntando hacia la izquierda.

Si, por ejemplo, se ha detectado que el procedimiento de deshielo realizado cuando la pala 5 apuntaba a la derecha no retiró el hielo hasta un nivel satisfactorio o como un procedimiento estándar, el rotor 4 se gira ahora 180° para que la pala 5 se desvíe de manera diferente, con lo que aumenta la posibilidad de que se sacuda el hielo.

Los procedimientos de deshielo descritos anteriormente sólo podrían realizarse si se detectaron las condiciones de hielo en las palas 5 por el medio de detección 18 o los procedimientos podrían realizarse como un procedimiento estándar cada vez que la turbina eólica 1 reanuda una producción de energía después de un período de inactividad.

5 El procedimiento de deshielo también se podría realizar sólo si están presentes determinadas condiciones meteorológicas, tales como si la temperatura está por debajo de un determinado nivel, si está presente una combinación de información sobre la temperatura ambiente y humedad, si están presentes determinadas condiciones meteorológicas al mismo tiempo, como si se detectó un desequilibrio del rotor 4 u otros.

10 La invención se ha ejemplificado anteriormente con referencia a ejemplos específicos de una turbina eólica 1, un medio de detección 18, un medio de accionamiento 19, procedimientos de deshielo y otros. Sin embargo, debe entenderse que la invención no se limita a los ejemplos particulares descritos anteriormente, sino que puede ser diseñada y modificada de una multitud de variedades dentro del alcance de la invención tal como se especifica en las reivindicaciones.

Lista

1. Turbina eólica
2. Torre
- 15 3. Góndola
4. Rotor
5. Pala
6. Caja de engranajes
7. Sistema de freno
- 20 8. Generador
9. Inversor
10. Estructura de transporte de carga
11. Buje
12. Mecanismo de paso
- 25 13. Mecanismo de orientación
14. Medio de accionamiento del rotor
15. Piñón de orientación
16. Cojinete de paso
17. Actuador lineal
- 30 18. Medios de detección
19. Medio de accionamiento
20. Pila
21. Medio de detección del ángulo de acimut

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el deshielo de una pala (5) de una turbina eólica (1), después de que dicha turbina eólica (1) haya estado inactiva durante un período de tiempo, en el que dicho procedimiento comprende las etapas de
- crear una condición de aceleración controlada de dicha pala (5), y
- 5 - crear posteriormente una condición de desaceleración controlada de dicha pala (5) en el que el hielo se sacude de dicha pala (5), en el que dicha condición de aceleración controlada y dicha condición de desaceleración controlada de dicha pala (5) se crean mediante el accionamiento de un mecanismo de paso (12) de dicha pala (5) y/o mediante el accionamiento de un mecanismo de orientación (13) y/o medios de accionamiento del rotor (14) de dicha turbina eólica (1).
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicho procedimiento comprende además la etapa de posicionamiento de dicha pala (5) en un ángulo de acimut predefinido antes de crear dicha condición de aceleración controlada.
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho procedimiento comprende además la etapa de posicionamiento de dicha pala (5) en una dirección que apunta sustancialmente hacia abajo antes de crear dicha condición de aceleración controlada.
4. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que dicho procedimiento comprende además la etapa de posicionamiento de dicha pala (5) en una primera dirección que apunta sustancialmente hacia un lado antes de crear dicha condición de aceleración controlada.
- 20 5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que dicha pala (5) se posiciona además de modo que apunte en una dirección sustancialmente opuesta a dicha primera dirección que apunta hacia un lado y en el que una condición adicional de aceleración controlada y una condición adicional de desaceleración controlada se crean mientras dicha pala (5) se posiciona en dicha dirección apuntando hacia el lado opuesto.
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha condición de aceleración controlada y dicha condición de desaceleración controlada se crean repetidamente.
- 25 7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que dicha condición de aceleración controlada y dicha condición de desaceleración controlada se crean repetidamente en una frecuencia sustancialmente similar a una frecuencia natural de dicha pala (5) o en fase con dicha frecuencia natural.
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho procedimiento comprende además la etapa de detección de una condición de hielo en dicha pala (5) antes de crear dicha condición de aceleración controlada y dicha condición de desaceleración controlada.
- 30 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha condición de aceleración controlada y dicha condición de desaceleración controlada de dicha pala (5) se crean mediante el accionamiento de uno o más medios de accionamiento (19) de dicha turbina eólica (1).
10. Turbina eólica (1) que comprende
- 35 un rotor que incluye al menos una pala (5), y
- medio de deshielo para el deshielo de dicha pala (5)
- en la que dicho medio de deshielo comprende un medio de accionamiento (19) de dicha turbina eólica (1) y caracterizada porque dicho medio de deshielo incluye además un medio de control para realizar un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.
- 40 11. Turbina eólica (1) según la reivindicación 10, en la que dicha turbina eólica (1) comprende además un medio de detección (18) para la detección de una condición de hielo en dicha pala (5).
12. Turbina eólica (1) según la reivindicación 10 u 11, en la que dicha turbina eólica (1) comprende además un medio de detección del ángulo de acimut (21) para detectar la posición de acimut real de dicha pala (5).
- 45 13. Turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en la que dicha turbina eólica (1) comprende además un medio de accionamiento del rotor (14) para el posicionamiento de dicha pala (5) en una posición de acimut predefinida durante dicho deshielo de dicha pala (5).
14. Turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en la que dicha pala de turbina eólica (5) comprende un material de superficie hidrófobo.

15. Uso de una turbina eólica (1) según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 14, en el que dicha turbina eólica (1) es una turbina eólica de megavatios (1).

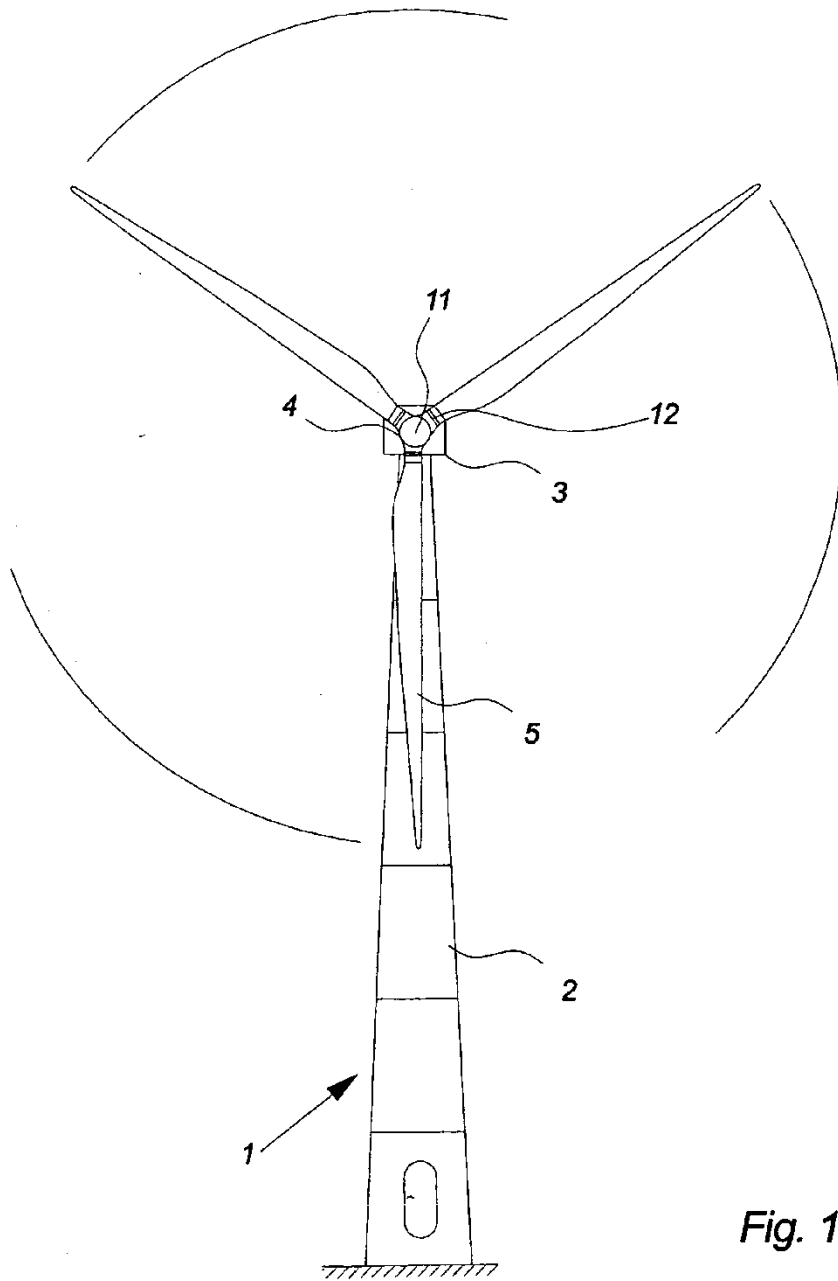


Fig. 1

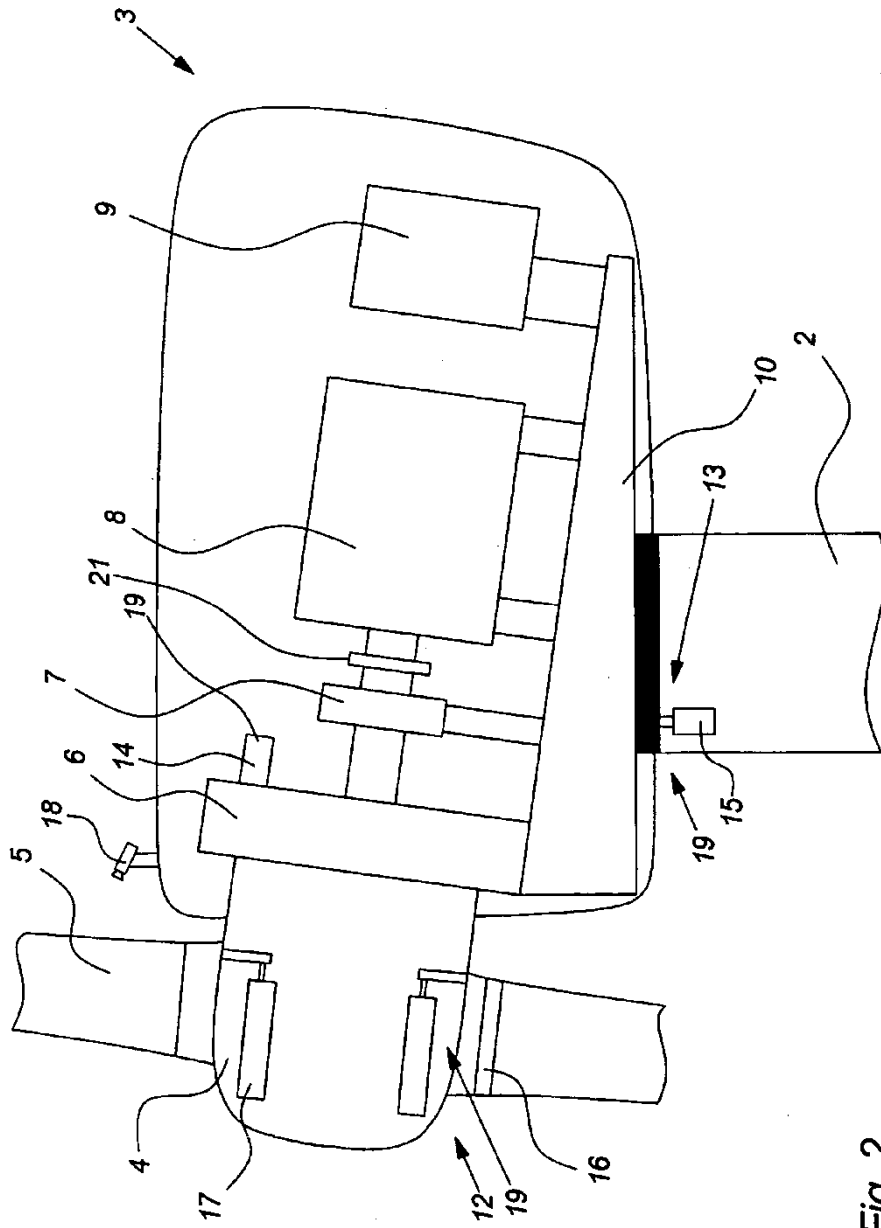


Fig. 2

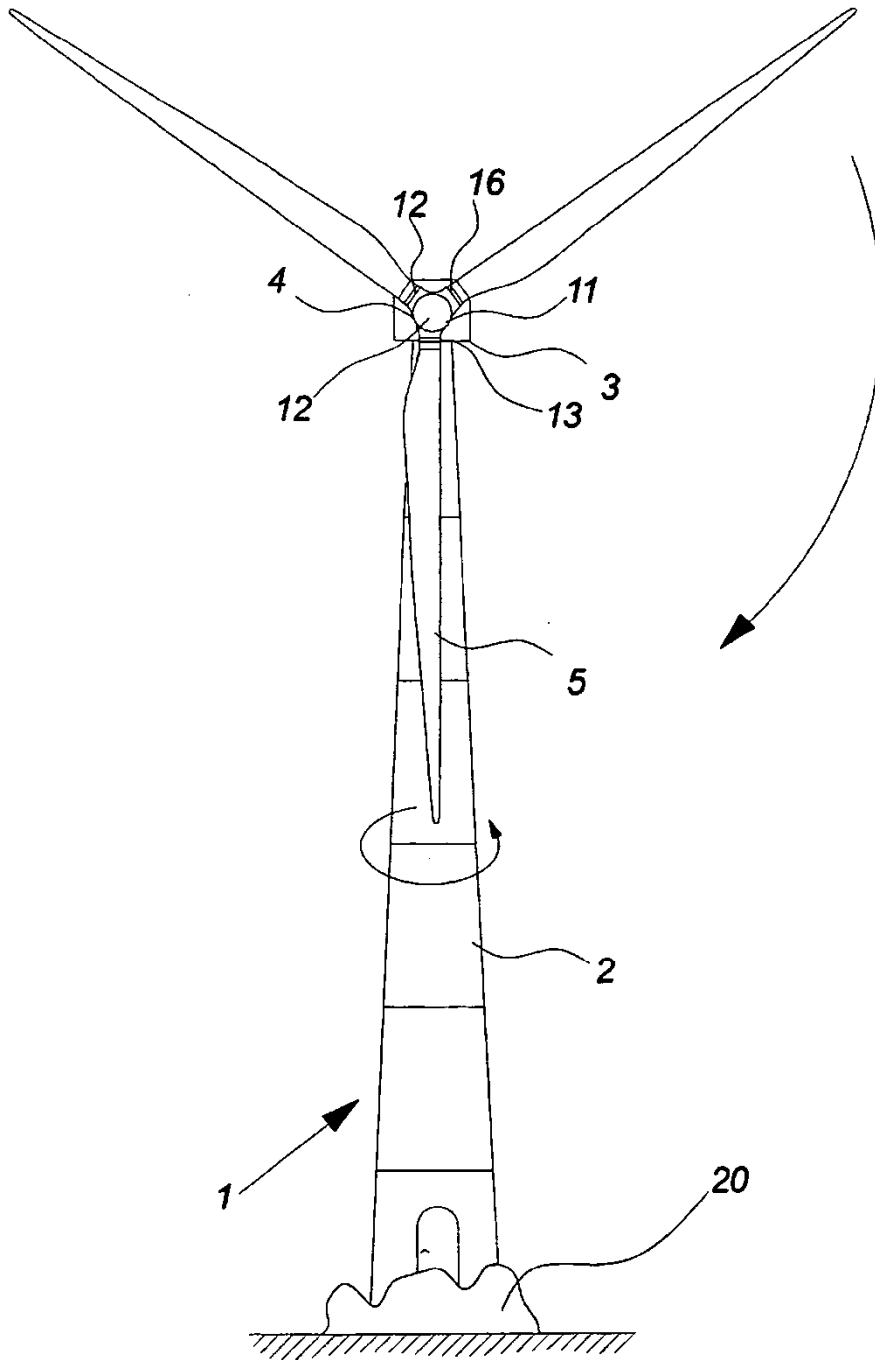


Fig. 3

