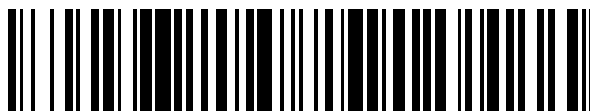


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 051**

51 Int. Cl.:

F03D 80/40 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.10.2015** **E 15191780 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.07.2018** **EP 3015707**

54 Título: **Aerogenerador y procedimiento para la descongelación de un aerogenerador**

30 Prioridad:

31.10.2014 DE 102014115883

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

30.10.2018

73 Titular/es:

**SENVION GMBH (100.0%)
Überseering 10
22297 Hamburg, DE**

72 Inventor/es:

**HOFFMANN, TILL;
PETERSEN, JENS y
RZEPKA, MAREK**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 688 051 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

Aerogenerador y procedimiento para la descongelación de un aerogenerador

5 La invención se refiere a un aerogenerador con las características de la reivindicación 1. La invención se refiere además a un procedimiento para la descongelación de un aerogenerador con las características de la reivindicación 11.

Los aerogeneradores sirven como generadores de energía descentralizados para convertir la energía eólica cinética en energía eléctrica. El aerogenerador presenta con esta finalidad un rotor con palas de rotor que puede girar con el viento que fluye. Un generador sirve para convertir esta energía rotacional en energía eléctrica.

10 A fin de garantizar un funcionamiento del aerogenerador incluso en condiciones climáticas desfavorables, como especialmente en regiones frías o durante estaciones frías, es preciso tomar precauciones especiales. A temperaturas alrededor de 0° Celsius o inferiores se puede esperar que el hielo se deposite en las palas de rotor. Los efectos negativos de una formación de hielo como ésta incluyen, por ejemplo, cambios en las propiedades aerodinámicas de las palas de rotor, un aumento del peso del rotor y, finalmente, un riesgo considerable para las personas y los objetos como consecuencia de la caída de hielo, es decir, de fragmentos de hielo que se desprenden.

15 Para eliminar, pero también en parte para prevenir la formación de hielo, los aerogeneradores para las correspondientes zonas de aplicación en peligro suelen presentar, por este motivo, los así llamados dispositivos de descongelación. Por regla general, se trata de dispositivos calefactores accionados por electricidad. Por lo tanto, el objetivo principal consiste en calentar la superficie de las palas de rotor para derretir el hielo y dejarlo caer. Las palas de rotor pueden calentarse eléctricamente, en general por medio de elementos calefactores eléctricos. Por ejemplo, se pueden tener en cuenta calentadores de aire caliente, especialmente ventiladores con espirales de calefacción, láminas de calefacción para pegar en las palas de rotor o también cables calefactores empotrados, rejillas de calefacción o similares, que se integran en especial en la capa superior de las palas de rotor. También se puede utilizar, por ejemplo, el calentamiento por microondas. Por el documento DE 10 2013 217 774 A1, por ejemplo, se conoce un sistema y un procedimiento para una función combinada de detección y calentamiento, con cuya ayuda es posible detectar y eliminar una formación de hielo en una sección parcial de una pala de rotor.

20 Normalmente, para posibilitar un calentamiento rápido y eficaz de las palas de rotor se requiere una alta potencia eléctrica. Dado que la energía eléctrica tiene que transportarse generalmente desde la parte estacionaria del aerogenerador al eje de rotor alojado de forma giratoria con las palas de rotor fijadas en el mismo, a menudo se utilizan contactos deslizantes o anillos colectores. Tanto por razones de coste como de eficiencia, para la alimentación de los demás dispositivos eléctricos en la zona del rotor se suelen utilizar contactos suficientemente dimensionados, a fin de garantizar la fiabilidad del funcionamiento. Por ejemplo, se garantiza un funcionamiento simultáneo de todos los dispositivos de ajuste del ángulo de pala o de los ajustadores del ángulo de paso. Sin embargo, por regla general no hay suficiente energía eléctrica disponible en el cubo de rotor para el calentamiento simultáneo de varias o de todas las palas de rotor. Por consiguiente, sólo se dispone de una potencia calorífica máxima limitada.

30 Como consecuencia, por el estado de la técnica, por ejemplo, por el documento EP 2469080 A1, se conoce la posibilidad de descongelar las palas de rotor por separado. En este caso se lleva a cabo una descongelación en dependencia de la posición angular de las palas de rotor.

40 Esto tiene el inconveniente de que, debido a la limitada potencia calorífica disponible, las palas de rotor sólo se pueden calentar una detrás de otra. Esto da lugar a un largo período de descongelación.

Por este motivo, la tarea de la presente invención consiste en proponer un aerogenerador y un procedimiento para el funcionamiento del mismo con los que se supriman los inconvenientes descritos. En especial debe reducirse el tiempo para descongelar el aerogenerador por completo.

45 Un aerogenerador con las características de la reivindicación 1 resuelve esta tarea. El dispositivo de descongelación se configura para distribuir la potencia calorífica disponible entre las palas de rotor. Es decir, cabe la posibilidad de calentar y, por consiguiente, de descongelar una sola pala de rotor o varias palas de rotor al mismo tiempo. Esto significa que, incluso en caso de una desconexión temporal o de una reducción de la potencia calorífica de una pala, es posible calentar otra pala. Para ello se puede utilizar concretamente la potencia calorífica que se libera. De este modo se reduce la duración total del proceso de calentamiento. La distribución se produce de forma dinámica, especialmente durante un proceso de descongelación continuo. Por ajuste o capacidad de ajuste dinámica de la potencia calorífica se entiende, en este caso, un cambio o una variabilidad de la potencia calorífica de las distintas palas de rotor durante el proceso de descongelación, es decir, especialmente durante el funcionamiento del dispositivo de descongelación. Un uso o una distribución dinámica se refieren preferiblemente a una distribución de la potencia calorífica total disponible entre varias palas de rotor con proporciones variables en el tiempo.

50 El aerogenerador o su dispositivo de descongelación se configura preferiblemente para descongelar varias palas de rotor en paralelo. Esto significa, en especial, que se desarrollan varios procesos de descongelación en paralelo, de manera que se reduzca el tiempo total necesario para descongelar todas las palas. Preferiblemente, los procesos de

descongelación tienen lugar incluso simultáneamente. Por consiguiente, resulta especialmente ventajoso el cambio temporal de las proporciones durante los procesos de descongelación paralelos de varias palas.

El dispositivo de descongelación se configura preferiblemente para aprovechar dinámicamente la potencia calorífica no utilizada, al menos temporalmente, por una de las palas de rotor para al menos otra de las palas de rotor.

5 Durante el proceso de calentamiento, la potencia calorífica parcialmente no utilizada puede utilizarse, por lo tanto, para precalentar otras palas de rotor. Al final del proceso de descongelación de una pala de rotor resulta preferible poder utilizar una mayor potencia calorífica para otra pala de rotor que al principio del proceso de descongelación de la pala en cuestión. Con esta finalidad se puede prever preferiblemente una conmutación múltiple y/o una distribución variable en el tiempo de la potencia calorífica entre las distintas palas. La potencia calorífica asignada a las distintas palas se puede ajustar, en especial, mediante un ajuste continuo y/o un escalonamiento fijo o flexible.

10 La potencia calorífica de las palas de rotor se puede ajustar especialmente de forma dinámica. En particular, la potencia calorífica se puede reducir a partir de un valor máximo. Así se consigue que sea posible una adaptación del proceso de calentamiento a los requisitos respectivos de la pala. Por lo tanto se pueden tener en cuenta, por ejemplo, los límites de temperatura máxima, las diferentes capas de hielo o las diferentes temperaturas exteriores. Preferiblemente, la potencia calorífica se puede ajustar por separado para cada una de las palas de rotor. De este modo es posible llevar a cabo una adaptación como ésta de forma individual. Especialmente, poco antes de alcanzar un estado de descongelación suficiente o una temperatura correspondiente de la pala de rotor, la potencia calorífica de la pala correspondiente se suele reducir. Esta reducción se lleva a cabo, por una parte, para alcanzar la temperatura objetivo con la mayor precisión posible. Normalmente, si la potencia calorífica se mantiene constante hasta alcanzar la temperatura objetivo, la temperatura se sobrepasa. Por otra parte, esta reducción de la potencia calorífica se utiliza para proteger los plásticos reforzados con fibra de vidrio sensibles a la temperatura (GFK) como material base para las palas de rotor.

25 Preferiblemente se prevé al menos una unidad de regulación, en especial un control del corte de onda para el ajuste de la respectiva potencia calorífica de las palas de rotor y/o para la distribución de la potencia calorífica entre las palas de rotor. Una unidad de regulación adecuada se encarga del control o de la regulación automática o, al menos, semiautomática de la potencia calorífica de las palas de rotor. Por ejemplo, en caso de un control del corte de onda y/o de un control del ancho de pulso, éstos aseguran que el ajuste o la distribución correspondientes de la potencia calorífica sean posibles de un modo adecuado. En caso de un control del corte de onda, generalmente es posible un ajuste más o menos continuo de la potencia calorífica. La alimentación eléctrica se regula con esta finalidad. Un control del ancho de pulso garantiza un funcionamiento pulsado adecuado mediante la conexión y desconexión de la potencia calorífica con diferentes constantes de tiempo, así como, en el promedio, una adaptación de la potencia calorífica. En caso de un calentamiento de pala de aerogeneradores, las constantes de tiempo para la conexión y desconexión oscilan normalmente en un rango de minutos. Alternativamente, la potencia calorífica también se puede regular con un controlador de paquetes de pulsos conocido según el estado de la técnica.

30 Por otra parte, si la potencia calorífica de una pala de rotor se reduce y/o se desconecta temporalmente, la potencia calorífica no utilizada puede aportarse al menos parcialmente a otra pala de rotor. Esto significa que se toman precauciones que también aprovechan una desconexión temporal o una reducción de la potencia calorífica para transferir la parte liberada de la potencia calorífica disponible a otra pala de rotor.

40 Con especial preferencia se prevé al menos un dispositivo para determinar el estado de congelación de las palas de rotor. Más preferiblemente también es posible determinar el grado de congelación. Se prevé en especial un dispositivo para la medición de la temperatura. Una medición de la temperatura como ésta puede realizarse, por ejemplo, en uno o varios puntos de la pala de rotor respectiva, preferiblemente por medio de sensores de temperatura. Por regla general, los dispositivos citados se configuran por separado al menos para cada pala de rotor.

45 Así es posible llevar a cabo un control selectivo y seguro de la potencia calorífica.

Con especial preferencia, la distribución de la potencia calorífica entre las palas de rotor depende del estado de congelación y/o de la temperatura de las palas de rotor. Un acoplamiento del control de la potencia calorífica a estos parámetros permite una descongelación adecuada por medio de datos de medición. De este modo, la descongelación puede automatizarse.

50 Al menos temporalmente, toda la potencia calorífica disponible se puede aportar a una única pala de rotor. Esto es necesario para garantizar un calentamiento rápido de una de las palas de rotor. Durante el posterior desarrollo de la descongelación es posible llevar a cabo una transmisión o una desviación correspondiente de la potencia calorífica que se libera a otras palas del rotor.

55 En especial, la potencia calorífica disponible puede distribuirse entre varias palas de rotor. La distribución se realiza especialmente de forma continua o escalonada. Una distribución continua requiere una regulación continua correspondiente de la potencia calorífica. También puede resultar ventajosa una regulación escalonada de la potencia calorífica. Sin embargo, ésta se puede modificar dinámicamente. Preferiblemente se pueden ajustar varios niveles diferentes de potencia calorífica para cada pala de rotor. De este modo, se puede reaccionar a diferentes condiciones de funcionamiento. En caso de un calentamiento de pala de los aerogeneradores, las constantes de tiempo para la conexión y la desconexión se mueven normalmente en un rango de minutos a segundos.

60

Alternativamente, la potencia calorífica también se puede regular con un controlador de paquetes de pulsos conocido por el estado de la técnica.

Un procedimiento para descongelar un aerogenerador con los pasos de la reivindicación 11 también resuelve la tarea planteada al principio. Por consiguiente, se prevé al menos un dispositivo de descongelación para el aerogenerador con un rotor y varias palas de rotor. El procedimiento se caracteriza por que la potencia calorífica disponible puede distribuirse dinámicamente entre varias palas de rotor. Esto significa que durante la descongelación se puede realizar un ajuste temporal, es decir, dinámico, de la potencia calorífica. En este caso es necesario procurar una distribución uniforme o también desigual entre las palas de rotor. No obstante, también puede tratarse preferiblemente de una distribución en una única pala de rotor si se utiliza o es preciso utilizar toda la potencia calorífica para el calentamiento de esta pala. Por un ajuste dinámico o una ajustabilidad de la potencia calorífica también se entiende aquí un cambio o una posibilidad de variación de la potencia calorífica de las distintas palas de rotor durante el proceso de descongelación, es decir, especialmente durante el funcionamiento del dispositivo de descongelación. Un uso o una distribución dinámica se refiere preferiblemente a un reparto de toda la potencia calorífica disponible entre varias palas de rotor con proporciones variables en el tiempo.

El aerogenerador o su dispositivo de descongelación puede descongelar preferiblemente varias palas de rotor en paralelo. Esto significa, en particular, que tienen lugar paralelamente varios procesos de descongelación, de manera que se reduzca el tiempo total necesario para la descongelación de todas las palas. Preferiblemente, los procesos de descongelación tienen lugar incluso simultáneamente. Por consiguiente, el cambio temporal de las proporciones durante procesos de descongelación paralelos de varias palas resulta especialmente ventajoso.

Preferiblemente, la potencia calorífica no utilizada, al menos temporalmente, por una de las palas de rotor se utiliza dinámicamente para al menos otra de las palas de rotor. Esto corresponde a la idea básica de que el proceso de descongelación o de calentamiento debe completarse lo más rápidamente posible para todo el aerogenerador. Para ello es necesario que partes de la energía eléctrica para la potencia calorífica se prevean con el mismo fin en otra pala de rotor. Esto puede ocurrir especialmente si se reduce la potencia calorífica de una pala de rotor. Preferiblemente, al final del proceso de descongelación de una pala de rotor, se aprovecha para otra pala de rotor una potencia calorífica mayor que al principio del proceso de descongelación de la pala en cuestión. Con preferencia se puede prever para ello una conmutación múltiple y/o una distribución variable de la potencia calorífica entre las distintas palas. En especial se puede llevar a cabo un ajuste continuo y/o un escalonamiento fijo o flexible de la potencia calorífica asignada a las distintas palas.

Más preferiblemente, la potencia calorífica disponible se reduce cuando se pone en funcionamiento otro consumidor, en especial en caso de funcionamiento de un dispositivo de ajuste del ángulo de pala de al menos una de las palas de rotor. Así se garantiza que los componentes necesarios para un servicio sin dificultades del aerogenerador puedan funcionar de forma segura incluso al poner en marcha el dispositivo de descongelación. Por regla general, en este caso se trata sólo de una reducción temporal de la potencia calorífica.

La potencia calorífica disponible se distribuye de forma continua o escalonada entre las palas de rotor. De este modo se puede llevar a cabo, en dependencia del control utilizado para la potencia calorífica de las palas de rotor, una distribución dinámica correspondiente de la potencia disponible.

Se utiliza al menos una unidad de regulación para el ajuste dinámico y/o la distribución de la potencia calorífica entre las palas de rotor. Preferiblemente se utiliza un control del corte de onda y/o un control del ancho de pulso.

Otra forma de realización preferida prevé calentar siempre al menos dos palas de rotor al mismo tiempo. En especial se prevé también que la potencia calorífica disponible se distribuya temporal y simultáneamente entre tres palas de rotor. Este procedimiento tiene la ventaja de que todas las palas se precalientan al mismo tiempo hasta poco antes de alcanzar la temperatura a la que se espera que se desprendan los fragmentos de hielo. A continuación, en caso de una o dos palas de rotor, la temperatura sube mediante el aumento de la potencia calorífica, de manera que el hielo se desprenda. Durante un proceso de calentamiento, el rotor preferiblemente se detiene. Las palas calentadas se encuentran con preferencia en la mitad inferior del círculo del rotor. Especialmente, después de descongelar con éxito al menos una pala, la posición del rotor se modifica girando el rotor, a fin de descongelar la pala o las palas restantes.

La ventaja de este procedimiento consiste en que se minimiza el tiempo durante el cual encontrarse en las proximidades del aerogenerador puede suponer un peligro para las personas como consecuencia del desprendimiento de hielo. Con los procedimientos conocidos hasta ahora, después de descongelar la primera pala de rotor, es necesario esperar el tiempo de calentamiento de la siguiente pala de rotor antes de que el hielo pueda caer de nuevo. Por razones de seguridad, la zona de la WEA debe estar cerrada durante todo el período de tiempo. En el caso del procedimiento según la invención, el período de tiempo de peligro se agrupa en un intervalo de tiempo compacto.

De las reivindicaciones resultan realizaciones preferidas de la invención.

A continuación se describe más detalladamente un ejemplo de realización preferido de la invención por medio de las figuras del dibujo. Se muestra en la:

Figura 1 un aerogenerador en una vista frontal, y

Figura 2 un diagrama de un proceso de descongelación a modo de ejemplo de un aerogenerador.

En la figura 1 se representa a modo de ejemplo un aerogenerador 10. En este caso, un rotor 12 se apoya alrededor de un eje de giro fundamentalmente horizontal en una góndola 11. La góndola 11 se apoya a su vez en la torre 13 de forma giratoria alrededor de un eje de giro vertical.

5 En este caso, el rotor 12 presenta tres palas de rotor 14A, 14B y 14C. Las palas de rotor 14A, 14B, 14C se fijan con una de sus dos zonas finales en un cubo 50. El eje de giro del rotor 12 pasa por el punto central del cubo. El mismo se orienta de forma al menos fundamentalmente horizontal, pero generalmente inclinado entre 3° y 8° respecto a la horizontal.

10 Gracias al eje vertical ya mencionado, con el que la góndola 11 se apoya de forma giratoria en la torre 13, es posible un seguimiento del rotor 12 con una dirección de viento variable. Así se puede garantizar que el cubo 50 y, por lo tanto, el eje de giro del rotor 12 estén alineados durante el funcionamiento en la dirección del viento al menos de forma fundamentalmente permanente.

15 En la góndola 11 se disponen las instalaciones técnicas esenciales para el funcionamiento del aerogenerador 10. En este caso se trata principalmente del apoyo del rotor, en su caso, de un engranaje, de un generador aquí no representado y de algunas otras unidades y unidades auxiliares. El generador sirve para convertir la energía de rotación del rotor accionado 12 en energía eléctrica debido al flujo del viento. Un sistema de control garantiza un funcionamiento lo más óptimo posible del aerogenerador 10.

20 Por otra parte se prevé generalmente al menos un dispositivo para ajustar el ángulo de paso de la pala, el así llamado pitch. Éste puede ajustar respectivamente la posición de la pala de rotor relativamente con respecto al viento mediante el giro de las palas de rotor 14A, 14B, 14C alrededor de su eje longitudinal. Así es posible una regulación de la velocidad del rotor en un rango óptimo con diferentes velocidades del viento. Mediante el ajuste correspondiente del paso de la pala se puede garantizar tanto un accionamiento, como también una parada del rotor 12.

25 En caso de bajas temperaturas y una humedad del aire correspondiente puede producirse una formación de hielo en la superficie de las palas de rotor 14A, 14B, 14C. Una congelación de las palas de rotor 14A, 14B, 14C causa diversos efectos adversos. En especial se produce una modificación de las propiedades aerodinámicas, un aumento del peso, desequilibrios del rotor e incluso posibles daños debidos a la caída o al desprendimiento de fragmentos de hielo.

30 Como consecuencia, se suelen utilizar los así llamados dispositivos de descongelación. Éstos pueden utilizarse, por una parte, para liberar las palas de rotor congeladas 14A, 14B, 14C del hielo y, por otra parte, para evitar una nueva formación de hielo durante el funcionamiento. La descongelación se realiza mediante el calentamiento de la superficie de la pala de rotor, de manera que el hielo se desprenda de la superficie mediante un descongelamiento parcial. Para evitar el deterioro de otros componentes del aerogenerador 10 y especialmente de otras palas de rotor 14A, 14B, 14C, la descongelación se lleva a cabo normalmente cuando el rotor 12 está parado. En especial, para la descongelación sólo se calientan las palas de rotor que apuntan verticalmente hacia abajo o al menos oblicuamente hacia abajo, es decir, por regla general, sólo las palas del rotor que se encuentran en la mitad inferior del círculo de rotor. En la figura 1 sólo se trata de la pala de rotor 14A. Así es posible que los fragmentos de hielo que se desprenden caigan sin obstáculos.

40 Unos dispositivos de descongelación adecuados, no representados aquí en detalle, pueden funcionar de diferentes maneras. En este caso se trata especialmente de dispositivos calefactores eléctricos.

45 Por ejemplo, se pueden tener en cuenta dispositivos de descongelación alimentados con aire caliente o muy caliente. En estos sistemas, el aire se calienta por medio de elementos calefactores eléctricos como, por ejemplo, espirales de calefacción o filamentos calefactores. Este aire caliente se distribuye o circula por el interior de las palas de rotor respectivamente calentadas 14A, 14B, 14C, a fin de conseguir un calentamiento uniforme de las palas de rotor 14A, 14B, 14C por las que fluye.

50 Alternativamente también se puede llevar a cabo, por ejemplo, una descongelación de las palas de rotor 14A, 14B, 14C mediante un calentamiento directo de las superficies de pala. Para ello, los elementos calefactores eléctricos como, por ejemplo, cables calefactores, rejillas calefactoras y similares, se pueden integrar en el material de pared de las palas de rotor 14A, 14B, 14C. Dicha integración se realiza a menudo en las capas exteriores de las paredes. Las paredes, compuestas por regla general de plástico reforzado con fibra de vidrio (GFK), se construyen normalmente por capas, de manera que los elementos calefactores se puedan insertar fácilmente durante la producción.

55 Las así llamadas láminas calefactoras representan otra posibilidad mediante su adhesión en la superficie de las palas de rotor. Éstas también presentan elementos calefactores eléctricos como, por ejemplo, cables calefactores, rejillas calefactoras o similares. Mediante la aplicación en la superficie de pala, el montaje puede simplificarse en comparación con su inserción en el material.

En cualquier caso, debe tenerse en cuenta que, por una parte, es preciso garantizar una descongelación cuidadosa, a fin de evitar los efectos negativos antes mencionados. Por otra parte, también se deben cumplir los valores límite como, por ejemplo, las temperaturas máximas de los materiales utilizados. En el caso del GFK, el valor máximo se

encuentra normalmente a una temperatura de 65°C aproximadamente. Las temperaturas ligeramente superiores pueden causar daños irreparables en el material. Esta circunstancia debe tenerse en cuenta durante la descongelación.

La potencia calorífica disponible es generalmente limitada. En el rotor 12 se prevé normalmente un anillo colector para el funcionamiento de distintos consumidores eléctricos en la zona del rotor 12. El mismo transmite la energía eléctrica desde la zona de la góndola 11 al rotor 12, donde normalmente se utiliza sobre todo para el ajuste del ángulo de pala. Para no tener que diseñar el anillo colector innecesariamente sobredimensionado sólo para la descongelación, la potencia calorífica disponible se limita en la zona del cubo de rotor 15 o del rotor 12.

Por consiguiente, la potencia calorífica puesta a disposición sólo suele ser suficiente para la descongelación de una de las palas de rotor disponibles en ese momento 14A, 14B, 14C. Esto da lugar a que las palas de rotor 14A, 14B, 14C sólo se puedan descongelar por separado una tras otra. Por otra parte, la descongelación se realiza por regla general sólo a temperaturas comparativamente bajas para proteger los materiales utilizados. Por estas razones, una descongelación requiere períodos de tiempo que pueden variar aproximadamente entre 10 minutos y 1 hora. Durante este período, el aerogenerador 10 no produce corriente eléctrica.

Normalmente, la potencia calorífica disponible se utiliza para calentar en primer lugar una primera pala de rotor 14A. Esta pala de rotor calentada 14A se orienta normalmente hacia abajo como se puede ver a modo de ejemplo en la figura. Al final del proceso de calentamiento, es decir, cuando la pala de rotor 14A casi ha alcanzado su temperatura teórica, se requiere menos potencia calorífica. Para ello, la misma se reduce. Esto se puede llevar a cabo, por ejemplo, mediante la desconexión temporal de la potencia calorífica para la primera pala de rotor 14A. Según la invención, la potencia calorífica liberada al menos temporalmente se utiliza a continuación para el calentamiento de la segunda pala de rotor 14B. Lo mismo se aplica a la tercera pala de rotor 14C o también a otras palas de rotor. Con esta finalidad, el rotor 12 debe girarse en la posición correspondiente para permitir que las palas de rotor que se calientan en ese momento apunten hacia abajo.

La reducción y la redistribución de la potencia calorífica se pueden realizar de diferentes maneras. En caso de una modulación del ancho de pulso se lleva a cabo una conexión alterna de la potencia calorífica para las palas de rotor 14A o 14B. En caso de una modulación del ciclo de trabajo de la modulación del ancho de pulso, la potencia calorífica asignada a la pala de rotor 14A disminuye, por lo tanto, cada vez más, mientras que la de la pala de rotor 14B aumenta cada vez más.

Tan pronto como la pala de rotor 14A alcanza su temperatura deseada y, por consiguiente, se encuentra en estado descongelado, la pala de rotor 14B ya no puede funcionar con una potencia calorífica reducida, sino sólo con toda su potencia calorífica. Después de cierto tiempo, esta pala de rotor 14B también alcanza prácticamente su estado teórico. A continuación, esta potencia calorífica también se reduce, a fin de asignar en principio temporalmente la potencia calorífica excedente a la tercera pala de rotor 14C. De este modo, esta pala de rotor 14C también alcanza su temperatura teórica antes que en caso de un calentamiento estrictamente secuencial según el estado de la técnica.

Esto se representa especialmente en la figura 2. En el diagrama superior a), la potencia calorífica está marcada con un 1 para el estado de conexión o con un 0 para el estado de desconexión. Las potencias caloríficas correspondientes en las palas de rotor 14A, 14B o 14C se muestran como curvas y se identifican con las letras A, B o C. En el diagrama inferior b) de la figura 2, las curvas de temperatura para las tres palas de rotor 14A, 14B, 14C también se muestran paralelamente en un desarrollo temporal con las letras A, B, C. En comparación con el desarrollo de la primera pala de rotor 14A, en el caso de las palas de rotor 14B y 14C se produce un proceso de calentamiento considerablemente más corto. Además, el tiempo total para el proceso de calentamiento según la invención de las tres palas de rotor 14A, 14B, 14C, con un calentamiento parcial de otras palas de rotor 14A, 14B, 14C, se reduce en general significativamente frente a un calentamiento sucesivo.

Alternativamente a una conmutación pulsada de la potencia calorífica para las distintas palas de rotor 14A, 14B y 14C, también se puede utilizar un ajuste escalonado o continuo de los elementos calefactores, especialmente con un control del corte de onda. A continuación, las potencias caloríficas se ajustan respectivamente a través de la alimentación eléctrica. En concreto, para el calentamiento de una pala sólo se utilizan normalmente secciones de fase recurrentes de la corriente alterna, de manera que, como consecuencia, la potencia calorífica se reduzca. La potencia calorífica excedente o no utilizada de una pala en forma de corriente eléctrica se asigna o se puede asignar a las otras palas de rotor respectivas 14B, 14C y 14A.

El procedimiento antes descrito requiere una configuración correspondiente del aerogenerador 10. Por lo tanto, es necesaria una posibilidad de ajuste adecuada o una regulación de la potencia calorífica para las distintas palas de rotor 14A, 14B, 14C. Esto se puede llevar a cabo, por ejemplo, como se ha descrito, mediante una modulación del ancho de pulso, un control del corte de onda o similar. También es posible imaginar otros procedimientos correspondientes.

Para poder accionar el control para la descongelación, es necesario determinar el estado de descongelación o el estado de temperatura respectivos de las palas de rotor 14A, 14B, 14C. Por este motivo se requieren especialmente sensores de temperatura adecuados en la zona de las palas de rotor 14A, 14B, 14C. Éstos no se representan en detalle, pero deben disponerse de forma adecuada para poder sacar conclusiones sobre las temperaturas predominantes, de manera que sea posible llevar a cabo una regulación correspondiente de la potencia calorífica.

Lista de referencias

- 10 Aerogenerador
 - 11 Góndola
 - 12 Rotor
 - 5 13 Torre
 - 14A Pala de rotor
 - 14B Pala de rotor
 - 14C Pala de rotor
 - 15 Cubo
- 10

REIVINDICACIONES

- 5 1. Aerogenerador con un rotor (12) con palas de rotor (14A, 14B, 14C) para el accionamiento de un generador para la generación de energía eléctrica y con un dispositivo de descongelación para las palas de rotor (14A, 14B, 14C), utilizando el dispositivo de descongelación la potencia calorífica eléctrica para la descongelación de las palas de rotor (14A, 14B, 14C), caracterizado por que el dispositivo de descongelación se configura para distribuir dinámicamente la potencia calorífica máxima disponible entre varias de las palas de rotor (14A, 14B, 14C).
- 10 2. Aerogenerador según la reivindicación 1, caracterizado por que el dispositivo de descongelación se configura para descongelar paralelamente, con preferencia al mismo tiempo, varias de las palas de rotor (14A, 14B, 14C).
- 15 3. Aerogenerador según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que el dispositivo de descongelación se configura para utilizar dinámicamente la potencia calorífica no utilizada, al menos temporalmente, por una de las palas de rotor (14A, 14B, 14C) para al menos otra de las palas de rotor (14B, 14C, 14A).
- 20 4. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la potencia calorífica de las palas de rotor (14A, 14B, 14C) se puede ajustar dinámicamente, con preferencia por separado para cada una de las palas de rotor (14A, 14B, 14C).
- 25 5. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se prevé al menos una unidad de regulación, especialmente un control del corte de onda y/o un control del ancho de pulso, para el ajuste de la potencia calorífica respectiva de las palas de rotor (14A, 14B, 14C) y/o para la distribución de la potencia calorífica entre las palas de rotor (14A, 14B, 14C).
- 30 6. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en caso de una reducción y/o de una desconexión temporales de la potencia calorífica de una pala de rotor (14A; 14B; 14C), la potencia calorífica no utilizada se puede aportar, al menos parcialmente, a otra pala de rotor (14B; 14C; 14A).
- 35 7. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se prevé al menos un dispositivo para la determinación de la congelación de las palas de rotor (14A, 14B, 14C), preferiblemente del alcance de la congelación, y/o para la medición de la temperatura.
8. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la distribución de la potencia calorífica entre las palas de rotor (14A, 14B, 14C) depende del estado de congelación y/o de la temperatura de las palas de rotor (14A, 14B, 14C).
9. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la potencia calorífica máxima disponible se puede aportar, al menos temporalmente, a una pala de rotor (14A; 14B; 14C).
- 40 10. Aerogenerador según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la potencia calorífica disponible se puede distribuir dinámicamente entre varias palas de rotor (14A; 14B; 14C), con especial preferencia de forma continua o escalonada.
- 45 11. Procedimiento para la descongelación de un aerogenerador (10), especialmente de un aerogenerador (10) según una de las reivindicaciones anteriores, con un rotor (12) con varias palas de rotor (14A, 14B, 14C) y con al menos un dispositivo de descongelación para las palas de rotor (14A, 14B, 14C), caracterizado por que la potencia calorífica máxima disponible se puede distribuir dinámicamente entre varias de las palas de rotor (14A, 14B, 14C).
- 50 12. Procedimiento para la descongelación de un aerogenerador según la reivindicación 11, caracterizado por que varias de las palas de rotor (14A; 14B; 14C) se descongelan paralelamente, con preferencia al mismo tiempo.
- 55 13. Procedimiento para la descongelación de un aerogenerador según la reivindicación 11 ó 12, caracterizado por que la potencia calorífica que se libera mediante la reducción de la potencia calorífica de una de las palas de rotor (14A; 14B; 14C) se aporta, al menos parcialmente, a al menos otra de las palas de rotor (14A; 14B; 14C).
- 60 14. Procedimiento para la descongelación de un aerogenerador según una de las reivindicaciones 11 a 13, caracterizado por que la potencia calorífica disponible se reduce al poner en funcionamiento otro consumidor, especialmente un dispositivo de ajuste del ángulo de pala de una de las palas de rotor (14A; 14B; 14C).
15. Procedimiento para la descongelación de un aerogenerador según una de las reivindicaciones 11 a 14, caracterizado por que la potencia calorífica disponible se distribuye de forma continua o escalonada entre las palas de rotor (14A, 14B, 14C) y/o por que la respectiva potencia calorífica de las palas de rotor (14A, 14B, 14C) se distribuye dinámicamente entre las palas de rotor (14A, 14B, 14C) por medio de una unidad de regulación, especialmente un control del corte de onda y/o un control del ancho de pulso.

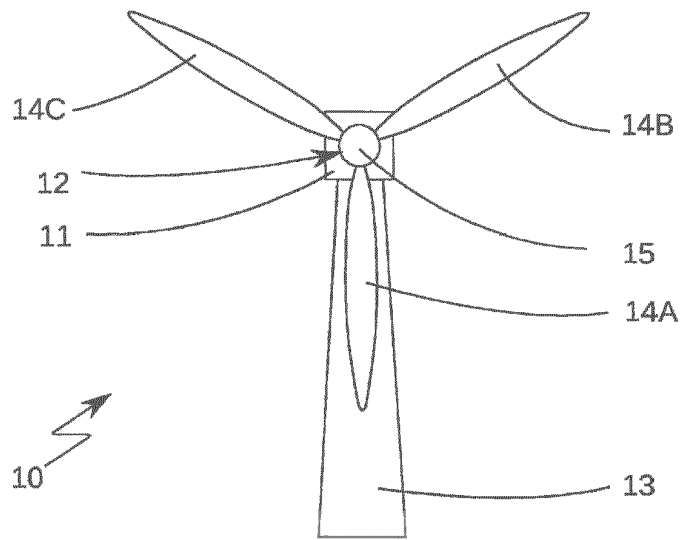


Fig. 1

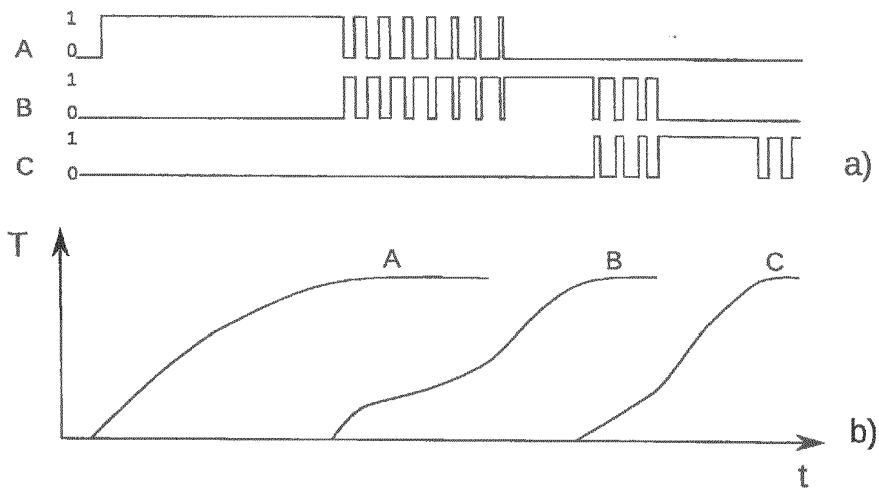


Fig. 2