

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 687 700**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

F03D 13/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.11.2013 PCT/EP2013/003509**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.05.2014 WO14079571**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.11.2013 E 13795167 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.07.2018 EP 2923079**

54 Título: **Procedimiento para hacer funcionar una instalación de energía eólica e instalación de energía eólica**

30 Prioridad:

21.11.2012 DE 102012221289

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

26.10.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**EUSTERBARKEY, CARSTEN y
SCHARLAUG, NADINE**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 687 700 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 para hacer funcionar una instalación de energía eólica e instalación de energía eólica

5 La invención se refiere a un procedimiento para hacer funcionar una instalación de energía eólica con una góndola de la máquina dispuesta de forma giratoria sobre una torre y un rotor con tres álabes, de los que al menos dos son basculables en torno a un eje longitudinal del álabes, en donde la instalación de energía eólica es llevada a una posición de detención tras una orden de parada, así como a una correspondiente instalación de energía eólica.

10 En la presente solicitud de patente se tratan instalaciones de energía eólica con un eje del rotor esencialmente horizontal. La parada de una instalación de energía eólica de este tipo a partir del funcionamiento en curso puede tener distintos motivos. Así, son posibles trabajos de mantenimiento, trabajos de reparación o similares solo en el caso de una instalación de energía eólica detenida. Requisitos particulares resultan, en particular, en el caso de instalaciones de energía eólica en altamar, cuando éstas son accedidas con un helicóptero con el fin de trasladar a la instalación de energía eólica técnicos para el mantenimiento o para la reparación. El vuelo de aproximación de una instalación de energía eólica con un helicóptero está sometido a particulares disposiciones de seguridad y requiere una instalación de energía eólica parada, debiendo cumplir también la posición del rotor requisitos particulares. Así, el rotor debería tener en el estado parado una posición en la que los álabes sobresalieran lo menos posible en dirección vertical por encima de la góndola de la máquina, con el fin de posibilitar el vuelo de aproximación del helicóptero. Por ejemplo, se desea que el rotor de la instalación de energía eólica no gire durante el vuelo de aproximación del helicóptero, con el fin de que no se provoquen variaciones en las relaciones de flujo.

20 A partir del documento DE 10 2010 000707 se conoce un procedimiento para hacer funcionar una instalación de energía eólica en la que está previsto un dispositivo de parada para el rotor que frena o bloquea al rotor, detectándose independientemente, además, la posición de detención del rotor en cada caso por al menos dos o más dispositivos de detección accionados o accionables independientemente uno de otro y se verifica la posición de detención detectada del rotor. Solo en el caso de una posición de parada doblemente verificada se permite el vuelo de aproximación de un helicóptero.

25 A partir del documento WO 2004/111443 A1 es conocido para una instalación de energía eólica, cuando la instalación de energía eólica es accedida por un helicóptero y para iniciar la detención inalámbrica desde el helicóptero.

30 Para el vuelo de aproximación del helicóptero existen, además, numerosas directrices de seguridad en las que se requiere que el rotor sea girado aprox. 90° fuera del viento, es decir, sea llevado a una orientación transversal con respecto al viento, y que el rotor sea bloqueado en la así denominada posición "Y" con un álabes perpendicularmente bloqueado hacia abajo o con un álabes que mira horizontalmente en la dirección del viento. Para ello, habitualmente, se frena fijamente primero el rotor y luego se gira la góndola de la máquina fuera del viento.

35 El arranque habitual de la posición del rotor deseada mediante un frenado objetivo y/o con un dispositivo de posicionamiento o bien un accionamiento auxiliar de posicionamiento y frenada fija del rotor en la posición deseada conduce, ante todo en el caso de fuerte viento, a cargas demasiado elevadas sobre el accionamiento de posicionamiento y, en estado fijamente frenado, al sistema de freno, y en el caso de instalaciones con transmisión, a la transmisión, dado que en el caso de estas últimas el freno está dispuesto habitualmente sobre el árbol rápido de la transmisión. Mediante este frenado o bien bloqueo pueden formarse en el dentado de la transmisión las denominadas "marcas de detención" que pueden ser el punto de partida de posteriores deterioros del dentado.

40 El documento WO 01/71183 A1 se refiere, entre otros, a una instalación de energía eólica con tres álabes del rotor de paso ajustable. Se antepone una posición de reposo de baja carga, en la que el viento sopla desde un lado en el rotor. Un álabes es trasladado a una posición de embanderado (posición de 90°), los otros dos álabes, que adoptan una función de timón, permanecen en una posición de 0° en la que ofrecen poca superficie de ataque al viento. Dado que el álabes está orientado en la posición de 90° en el viento que fluye lateralmente, ofrece asimismo al viento poca superficie de ataque. La instalación de energía eólica puede ser liberada en su accionamiento azimutal o puede ser conducida posteriormente en relación con el ángulo azimutal de la dirección del viento.

45 La invención tiene, por lo tanto, la misión de mejorar el arranque y el mantenimiento de una posición del rotor predeterminada, en particular en el caso del vuelo de aproximación de un helicóptero en instalaciones de energía eólica en altamar.

50 Este problema se resuelve mediante un procedimiento para hacer funcionar una instalación de energía eólica con una góndola de la máquina dispuesta de forma giratoria sobre una torre y un rotor con tres álabes, de los que al menos dos pueden bascular en torno a un eje longitudinal del álabes, en donde la instalación de energía eólica es llevada a una posición de detención tras una orden de parada, el cual está perfeccionado porque para alcanzar la posición de parada, la góndola de la máquina es girada en una posición azimutal transversalmente a la dirección del

viento, un álabe es llevado a una zona de una posición de funcionamiento o es mantenido en una zona de una posición de funcionamiento que corresponde, en particular, en esencia a un ajuste del ángulo del álabe en una zona de carga parcial por debajo de una zona de carga total de la instalación de energía eólica, y otros dos álabes son llevados en cada caso a una zona de una posición de embanderado o son mantenidos en una zona de una posición de embanderado, en donde el rotor, después de alcanzar la posición de parada, es estabilizado por el viento que sopla transversalmente, en particular lateralmente a la dirección del eje del rotor.

La invención se basa en la idea fundamental de que una posición de detención adecuada del rotor puede alcanzarse también de otro modo que no sea mediante un posicionamiento mecánico y un frenado fijo o enclavamiento, a saber, mediante un ajuste angular adecuado y preestablecido de los álabes del rotor. Dado que en la posición de detención la góndola y también el rotor son girados en 90° fuera del viento, el viento sopla en el rotor de un modo no usual, a saber desde un lado. En este caso, los álabes actúan aerodinámicamente de forma claramente distinta que en el funcionamiento habitual en el caso de soplar desde delante. La medida de poner dos álabes en la zona de una posición de embanderado y dejar un álabe en una posición de funcionamiento o introducirlo en ésta determina que los dos álabes ajustados en la zona de la posición de embanderado ofrecen al viento su lado ancho, de modo que el viento presiona a estos en la dirección del viento.

Dado que los dos álabes del rotor, en el caso de un rotor de tres álabes, están separados en 120°, esto proporciona una posición estable en la que uno de los dos álabes está dispuesto por encima de una línea horizontal a través del eje del rotor y el otro por debajo de esta línea. El tercer álabe, que está ajustado en la zona de la posición de funcionamiento, muestra al viento que sopla lateralmente en cualquier posición su lado estrecho, de modo que el viento ejerce una menor fuerza sobre este álabe. Por lo tanto, éste experimentará un menor empuje en la dirección del viento y, en virtud de la asimetría resultante, permanece orientado hacia el interior del viento en la distribución de fuerzas sobre los tres álabes, referido al eje de giro del rotor. La posición alcanzada de esta manera es una posición de muy baja carga que, tanto en el caso de un viento flojo como también de un fuerte viento, proporciona un posicionamiento estable y poco tambaleante del rotor en un posicionamiento favorable para un vuelo de aproximación de un helicóptero.

La posición de acuerdo con la invención es también más estable y, por lo tanto, preferida frente a la configuración inversa, no de acuerdo con la invención, en la que solamente un álabe es mantenido en la posición de embanderado y dos álabes son mantenidos en una posición de funcionamiento. En este caso, el viento que sopla de un lado presiona solo al álabe que se encuentra en la posición de embanderado, que se dispone o bien orienta en el viento que sopla. La fuerza que el viento ejerce en esta posición sobre el álabe individual en la posición de embanderado no es esencialmente mayor que la fuerza que se ejerce sobre los otros dos álabes, que muestran al viento asimismo el lado estrecho, pero que se encuentran bajo un ángulo de 60° con respecto al mismo. Esta posición es esencialmente más inestable. Dado que dos de los álabes se encuentran en posición de funcionamiento, la configuración es además propensa a conducir, en el caso de un viento giratorio, a un arranque renovado del rotor cuando el viento sopla desde delante en la instalación de energía eólica con un componente de movimiento.

En este caso, ventajosamente la zona de una posición de funcionamiento es una zona en la que profundidades perfiladas del 30% exterior de la longitud del álabe del rotor se encuentran en esencia, en particular, dentro de aproximadamente $\pm 10^\circ$, en el plano del rotor, siendo la zona de la posición de embanderado una zona en la que profundidades perfiladas del 30% exterior de la longitud del álabe del rotor se encuentran esencialmente, en particular, dentro de aproximadamente $\pm 15^\circ$, perpendiculares al plano del rotor. Las zonas angulares para la zona de la posición de funcionamiento y la zona de la posición de embanderado tienen en cuenta la circunstancia de que, por una parte, los álabes están retorcidos en sí, también en determinados límites, dentro de la zona de la punta del álabe, de modo que el posicionamiento depende del tipo de álabe. Por otra parte, se ha de tener en cuenta que una posición de embanderado que funciona de manera ideal para la finalidad de acuerdo con la invención del posicionamiento del rotor en el caso de un flujo lateral, puede hacer necesaria una determinada variación individual del álabe en torno a una posición de embanderado exacta. Esto depende de nuevo del tipo de álabe y, eventualmente, de una velocidad del viento, así como del lado del que es soplado el álabe.

De acuerdo con la invención, por la posición de embanderado se entiende tanto una posición de embanderado positiva como una posición de embanderado negativa. La posición de embanderado positiva es en el caso de una turbina de aire ascendente aquella en la que el álabe está orientado con el canto trasero perfilado hacia la góndola de la máquina, mientras que la posición de embanderado negativa se aleja del canto trasero de la góndola de la máquina. Cuando los dos álabes mantenidos en la zona de la posición de embanderado se mantienen en la posición de embanderado positiva, entonces un álabe es soplado en la posición de detención sobre la cara exterior por el viento que sopla lateralmente, mientras que el otro álabe es soplado en su cara de presión. Estos diferentes perfiles tienen de nuevo un efecto, debido a que la presión ejercida por el viento que sopla lateralmente sobre los dos álabes es diferente. Para ello, de nuevo una orientación diferente limitada de la posición de embanderado o la elección de una posición de embanderado positiva en combinación con una negativa, muestra resultados positivos y fomenta una posición de detención más estable del rotor.

La elección óptima de las posiciones de detención o bien posiciones de funcionamiento y posiciones de embanderado depende del tipo de la instalación de energía eólica y de los álabes y, por un lado, puede determinarse mediante simulación matemática y, por otro, mediante ensayos en la instalación de energía eólica instalada. Asimismo, de este modo se puede determinar si es más favorable posicionar la góndola de la máquina de modo que el rotor es soplado por el viento desde la izquierda o desde la derecha lateralmente, es decir, transversalmente a la dirección del eje del rotor. Sin embargo, la posición preferida puede depender también del helicóptero empleado, cuyo cabrestante para la salida de personas está dispuesto la mayoría de las veces lateralmente.

Ventajosamente, está previsto que el rotor, después de alcanzar la posición de detención durante un tiempo, en particular la duración de un vuelo de aproximación de un helicóptero, sea frenado fijamente y/o enclavado adicionalmente. Esto puede ser particularmente necesario cuando las prescripciones para un vuelo de aproximación de un helicóptero prohíben un rotor no fijamente frenado o no bloqueado. Mediante la estabilización aerodinámica de acuerdo con la invención, el rotor se encuentra, no obstante, en una situación particularmente de poca carga, de modo que el frenado fijo o bien el enclavamiento se efectúa particularmente bajo poca carga y, en particular, ya no aparecen marcas de frenado o de parada o apenas lo hacen, de modo que ya tampoco se producen daños en el dentado. Por frenada fija se entiende en el marco de la presente solicitud una inmovilización en arrastre de fuerza del rotor, un enclavamiento es una inmovilización en arrastre de forma.

Preferiblemente, tiene lugar una adaptación de al menos un ángulo del álabe en función de una posición del rotor medida, teniendo lugar particularmente la adaptación no de forma continua y manteniéndose después de la estabilización de una posición deseada del rotor los ángulos del álabe adaptados ajustados. La adaptación puede ser necesaria cuando, por ejemplo, el perfil de flujo vertical del viento que sopla lateralmente no corresponde a un perfil estándar, de modo que es necesaria una determinada adaptación del ángulo del álabe, en particular de los dos álabes que se encuentran en la posición de embanderado, con el fin de alcanzar un posicionamiento del rotor favorable para un vuelo de aproximación de un helicóptero. Tan pronto como se haya alcanzado este posicionamiento, los ángulos del álabe así adaptados pueden ser fijados o bien mantenidos.

La góndola de la máquina se desplaza preferiblemente en una dirección de giro predeterminada, realizándose el desplazamiento en particular en el caso de la presencia de una señal de retorcimiento del cable, en la dirección opuesta a la dirección predeterminada. La dirección preferida puede haberse establecido, por ejemplo, en el caso de simulaciones o en el caso de ensayos en la instalación de energía eólica instalada, habiéndose comprobado que el rotor en la posición de detención está sustentado aerodinámicamente de manera particularmente estable cuando es soplado desde la izquierda o desde la derecha. Esto puede definir entonces la dirección de giro preferida o bien predeterminada. La presencia de una señal de retorcimiento del cable, en la que los cables de la instalación de energía eólica, que pueden ser girados habitualmente en hasta aproximadamente 720°, serían girados demasiado en el caso del giro correspondiente, puede entonces formar sin embargo, la excepción de que entonces la dirección de giro tiene lugar en la dirección opuesta. En este caso, puede pararse en la posición de la góndola de la máquina reconocida como algo más desfavorable, o cuando se disponga de más tiempo para ello, se puede continuar con un giro ulterior hasta el posicionamiento de la góndola de la máquina reconocido como más favorable. Esto tiene la ventaja adicional de que el retorcimiento del cable es destorcido más intensamente. En función del tipo de helicóptero, también puede ser posible solo una dirección, en particular en el caso de cabrias o bien cabrestantes montados lateralmente, el helicóptero se aproxima preferiblemente solo desde un lado.

En un perfeccionamiento preferido, tiene lugar primeramente el giro de la góndola de la máquina y la modificación del ángulo del álabe solo cuando la góndola de la máquina haya sido ya girada fuera del viento esencialmente, en particular, en más de 60°. Esto tiene la ventaja de que mediante el giro por separación del viento del rotor se reduce primeramente la carga sobre el rotor antes de que se ajusten los ángulos de los álabes. Para ello, el rotor es llevado previamente a un estado de tambaleo de baja carga, en el que preferiblemente, los tres álabes están en la posición de embanderado.

Preferiblemente se ajusta una posición de detención del rotor en la que reina una posición del rotor que se encuentra esencialmente entre una posición "Y" con un álabe dirigido perpendicularmente hacia abajo y una posición girada frente a la anterior, en la que el álabe girado en la zona de una posición de funcionamiento está orientado horizontalmente y dirigido hacia el viento, en donde la posición adoptada por el rotor se mantiene con una desviación menor que $\pm 10^\circ$, en particular menor que $\pm 5^\circ$. De manera ideal, el ajuste de la posición del rotor tiene lugar sin desviación dentro del intervalo mencionado entre la posición "Y" con un álabe dirigido perpendicularmente hacia abajo y una posición girada con un álabe horizontal dirigido hacia el viento. En el caso de una estabilización aerodinámica se ha de contar, en virtud de la inestabilidad de las relaciones del viento, con una ligera desviación, en particular temporal, de este intervalo. Ésta debería mantenerse lo más pequeña posible. Así, se puede elegir ventajosamente un posicionamiento entre las dos posiciones extremas mencionadas que permita particularmente mucha holgura en ambas direcciones, sin abandonar el intervalo deseado. En esta posición central se encuentra el álabe mantenido en la zona de la posición de funcionamiento en un ángulo con la horizontal de aproximadamente 15° por encima de la horizontal.

5 El problema en el que se basa la invención se resuelve también mediante una instalación de energía eólica con una góndola de la máquina dispuesta de forma giratoria sobre una torre, un rotor con tres álabes, de los que al menos dos pueden bascular en torno a un eje longitudinal del álabes, un dispositivo de control que comprende, en particular, una instalación de tratamiento de datos, un sensor de la dirección del viento y un sensor de la posición del rotor, estando configurado el dispositivo de control para llevar a la instalación de energía eólica después de una orden de parada a una posición de detención, instalación que está perfeccionada debido a que el dispositivo de control, después de recibir la orden de parada, está configurado para girar a la góndola de la máquina, en particular mediante un accionamiento azimutal, a una posición azimutal transversalmente a la dirección del viento, en particular mediante un accionamiento de ajuste del ángulo del álabes, llevar un álabes a una zona de una posición de funcionamiento o mantenerlo en una zona de una posición de funcionamiento y llevar otros dos álabes, en particular mediante accionamientos de ajuste del ángulo del álabes, en cada caso a una zona de una posición de embanderado o mantener en una zona de una posición de embanderado.

15 En este caso, el dispositivo de control, que es particularmente un control de funcionamiento de la instalación de energía eólica, recibe señales de un sensor de la dirección del viento y del sensor de la posición del rotor, con el fin de determinar a qué posición de detención se ha de desplazar la instalación de energía eólica. Para ello, el dispositivo de control de la instalación de energía eólica está configurado para llevar a cabo el procedimiento previamente descrito, de acuerdo con la invención. El dispositivo de control comprende ventajosamente una instalación de tratamiento de datos que está dotada mediante un software de control para el control del accionamiento de la instalación de energía eólica.

20 Preferiblemente, la instalación de energía eólica presenta un sistema de guiado posterior del viento, mediante el cual tiene lugar el posicionamiento de la góndola de la máquina.

Asimismo, preferiblemente, la instalación de energía eólica presenta un dispositivo de frenado y/o un dispositivo de enclavamiento mediante el cual el rotor puede ser fijado, al menos durante breve tiempo, después de alcanzar una posición deseada del rotor.

25 El dispositivo de control está configurado preferiblemente para elegir, en función de una señal de posición del rotor y de una señal de dirección del viento, el álabes que es posicionado en la zona de una posición de funcionamiento. Esto es particularmente ventajoso cuando la instalación de energía eólica ya ha sido esencialmente girada fuera del viento y se tambalea lentamente. En este caso, se puede seleccionar el álabes para la posición de funcionamiento que alcance seguidamente la posición horizontal orientada en el viento. En el caso de que se prevea que este álabes fuerza excesivamente esta posición, puede elegirse el álabes siguiente. De este modo se consigue que se alcance de manera particularmente rápida la posición de detención del rotor.

30 Ventajosamente, el dispositivo de control está configurado para adaptar al menos un ángulo del álabes en función de una posición medida del rotor. Asimismo, el dispositivo de control está preferiblemente configurado para mantener el ángulo del álabes adaptado después de la estabilización de una posición deseada del rotor.

35 Las características, ventajas y propiedades mencionadas para los objetos de la invención, es decir, el procedimiento de acuerdo con la invención y la instalación de energía eólica de acuerdo con la invención, son válidas en cada caso también para el otro objeto de la invención, dado que el procedimiento de acuerdo con la invención y la instalación de energía eólica de acuerdo con la invención se relacionan entre sí y mediante la instalación de energía eólica de acuerdo con la invención se puede realizar el procedimiento de acuerdo con la invención.

40 Otras características de la invención se pueden observar de la descripción de formas de realización de acuerdo con la invención junto con las reivindicaciones y los dibujos adjuntos. Formas de realización de acuerdo con la invención pueden cumplir características individuales o una combinación de varias características.

45 La invención se describe seguidamente sin limitar la idea general de la invención con ayuda de ejemplos de realización, haciendo referencia a los dibujos, en donde, en relación con todas las particularidades de acuerdo con la invención explicadas con mayor detalle en el texto, se remite expresamente a los dibujos. Estos muestran:

- La Fig. 1, una representación esquemática de una instalación de energía eólica con un rotor y un álabes regulable,
- la Fig. 2, una representación esquemática de una instalación de energía eólica en una posición de detención de acuerdo con la invención, y
- 50 la Fig. 3, una representación esquemática de una instalación de energía eólica en otra posición de detención de acuerdo con la invención.

En los dibujos, elementos y/o partes iguales o del mismo tipo están provistos de los mismos números de referencia, de modo que en cada caso se omite una explicación renovada.

5 La Fig. 1 muestra esquemáticamente una instalación de energía eólica 10 a modo de ejemplo con un rotor 12 y un álabe 14, así como otros dos álabes 14, en donde, por ejemplo, un álabe 14 puede ser regulado en torno a su eje longitudinal 15 del álabe a lo largo de la dirección de regulación 16. Esto está asimismo previsto de manera correspondiente para al menos uno de los otros dos álabes 14 del rotor, preferiblemente los tres álabes 14 del rotor son regulables en ángulo.

10 Los álabes 14 representados en la Fig. 1 están representados en cada caso en una posición de funcionamiento, en donde, por ejemplo, en el caso del álabe 14 dirigido verticalmente hacia arriba, el canto delantero perfilado es el canto esencialmente recto en la cara derecha y el canto trasero perfilado es el canto más curvado en la cara izquierda. Las profundidades perfiladas que unen el canto delantero perfilado con el canto trasero perfilado se encuentran en este caso, en particular, en la zona de la punta del álabe, en el plano del rotor o bien esencialmente en el plano del rotor. En el caso de una posición embanderada, la sección transversal del álabe parecería esencialmente más estrecha.

15 En la Fig. 2 se representa una primera posición de detención de acuerdo con la invención del rotor 12. El rotor 12 o bien la instalación de energía eólica 10 están representados desde una vista trasera, es decir, la góndola 17 de la máquina cubre el cubo del rotor y las zonas centrales de los álabes 14.

20 En la Fig. 2 se representa un álabe 14 en una posición de funcionamiento 24 y dos álabes 14, en cada caso en una posición de embanderado 25 con un perfil en sección transversal correspondientemente disminuido en la vista representada. El álabe 14 en la posición de funcionamiento 24 se encuentra en una posición esencialmente horizontal y es soplado desde la izquierda por un viento, cuyo gradiente de viento 20 está representado en el lado izquierdo de la Fig. 2. En este caso, en las distintas posiciones verticales, la velocidad del viento es la misma, de modo que a través de toda la altura del rotor, el rotor 12 es soplado uniformemente desde el lado. En este caso, el álabe 14 en la posición de funcionamiento 24 ofrece al viento una pequeña superficie de ataque, mientras que los dos álabes 14 colocados en la posición de embanderado 25 ofrecen al viento una superficie de ataque claramente mayor. Estos dos álabes 14 dispuestos en la posición de embanderado 25 son presionados por lo tanto hacia afuera por el viento hacia la derecha, de modo que el rotor se estabiliza en la posición representada.

30 En la Fig. 3 se representa una situación en la que reina un gradiente de viento 21, en la que a mayor altura reina una velocidad más intensa del viento que a una menor altura, de modo que la parte superior del rotor experimenta un soplo de viento lateral mayor que la parte inferior. En este caso, el álabe superior de los dos álabes 14 dispuestos en la posición embanderada 25 es soplado con mayor intensidad que el inferior y, por lo tanto, es presionado con mayor intensidad en la dirección del flujo del viento. Esto conduce a una rotación del rotor 12 hacia afuera de la posición representada en la Fig. 2, en un caso extremo hasta una posición "Y", en la que el álabe 14 inferior girado en la posición embanderada 25 es rotado a una posición que mira perpendicularmente hacia abajo. En esta posición, está cubierta por la torre 18 en la Fig. 3 y, por lo tanto, solo se indica con líneas discontinuas. En esta posición, el álabe 14 inferior ofrece al viento que sopla lateralmente la superficie de ataque mayor posible, de modo que podría manifestarse un rebase de esta posición en el mejor de los casos en gradientes extremos del viento, es decir, en relaciones del viento que son poco adecuadas para un vuelo de aproximación de un helicóptero.

40 Tanto la posición del álabe representada en la Fig. 2 como también la representada en la Fig. 3 es estable en el caso de un viento y un gradiente de viento constantes y puede utilizarse para un vuelo de aproximación de un helicóptero. En el caso de que esté esto prescrito o sea favorable de otro modo, en esta posición el rotor 12 puede ser también frenado fijamente y/o enclavado, en donde en virtud de la estabilización aerodinámica el frenado fijo o bien el enclavamiento tiene lugar de manera muy cuidadosa y no daña el grupo propulsor. En la forma de realización más sencilla de la invención, los álabes son girados en la posición de embanderado, la góndola de la máquina gira en aproximadamente 90° fuera del viento y durante o después del giro de la góndola, un álabe arbitrario es desplazado a la posición de funcionamiento. El rotor se estabilizará después de algún tiempo automáticamente en una posición.

45 Una cierta regulación y estabilización del posicionamiento ya estabilizado aerodinámicamente del rotor puede tener lugar al comienzo o en el caso de un viento cambiante también mediante una regulación del ángulo de los álabes 14. Así, en el caso de un gradiente de viento 21 demasiado intenso conforme a la Fig. 3, por ejemplo el álabe superior de los dos álabes 14 situados en la posición de embanderado 25 puede ser girado algo hacia afuera de la posición de embanderado con el fin de ofrecer al viento una superficie de ataque algo menor. El rotor gira entonces de nuevo algo en la dirección del posicionamiento mostrado en la Fig. 2. Básicamente, sin embargo, también una posición del álabe fijada de los tres álabes 14 ofrece un posicionamiento del álabe del rotor aerodinámicamente estabilizado en
55 reposo que es adecuado para un vuelo de aproximación de un helicóptero.

La detección de la posición del rotor tiene lugar preferiblemente a través de uno o varios sensores del número de revoluciones y/o sensores de posición del rotor. De acuerdo con una forma de realización particularmente preferida de la invención, está previsto detectar el posicionamiento del rotor por medio de los sensores de aceleración unidos de manera estacionaria con el cubo del rotor.

5 Asimismo, ventajosamente, mediante un sensor de la posición del rotor y un dispositivo de regulación se mantiene una posición deseada del rotor con una precisión de preferiblemente $\pm 10^\circ$, en particular preferiblemente de $\pm 5^\circ$. Con ello, es posible proporcionar a un helicóptero que se aproxima en vuelo relaciones de flujo lo más constantes posibles.

10 En un perfeccionamiento ventajoso, el rotor es frenado fijamente o enclavado cuando el dispositivo de regulación mantenga la posición del rotor deseada no con la precisión requerida, preferiblemente $\pm 10^\circ$, en particular $\pm 5^\circ$. Este puede ser el caso, p. ej., en el caso de relaciones de viento particularmente turbulentas o gradientes de viento muy desfavorables. En la realización mencionada en último lugar se emplean de manera particularmente preferida sensores de aceleración para la detección de la posición del rotor, ya que estos reconocen de manera particularmente rápida una deriva del rotor.

15 Lista de símbolos de referencia

	10	instalación de energía eólica
	11	grupo propulsor
	12	rotor
	13	cubo del rotor
20	14	álabe
	15	eje longitudinal del álabe
	16	dirección de regulación
	17	góndola de la máquina
	18	torre
25	20	gradiente de viento
	21	gradiente de viento
	24	posición de funcionamiento
	25	posición de embanderado

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para hacer funcionar una instalación de energía eólica (10) con una góndola (17) de la máquina dispuesta de forma giratoria sobre una torre (18) y un rotor (12) con tres álabes (14), de los que al menos dos son basculables en torno a un eje longitudinal (15) del álabes, en donde la instalación de energía eólica (10) es llevada a una posición de detención tras una orden de parada, caracterizado por que para alcanzar la posición de parada, la góndola (17) de la máquina es girada en una posición azimutal transversalmente a la dirección del viento, un álabes (14) es llevado a una zona de una posición de funcionamiento (24) o es mantenido en una zona de una posición de funcionamiento (24) que corresponde, en particular, en esencia a un ajuste del ángulo del álabes en una zona de carga parcial por debajo de una zona de carga total de la instalación de energía eólica (10), y otros dos álabes (14) son llevados en cada caso a una zona de una posición de embanderado (25) o son mantenidos en una zona de una posición de embanderado (25), en donde el rotor (12), después de alcanzar la posición de parada, es estabilizado por el viento que sopla transversalmente, en particular lateralmente a la dirección del eje del rotor.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la zona de una posición de funcionamiento (24) es una zona en la que profundidades perfiladas del 30% exterior de la longitud del álabes (14) del rotor se encuentran en esencia, en particular, dentro de aproximadamente $\pm 10^\circ$, en el plano del rotor, siendo la zona de la posición de embanderado (25) una zona en la que profundidades perfiladas del 30% exterior de la longitud del álabes (14) del rotor se encuentran esencialmente, en particular, dentro de aproximadamente $\pm 15^\circ$, perpendiculares al plano del rotor.
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que el rotor (12), después de alcanzar la posición de detención durante un tiempo, en particular la duración de un vuelo de aproximación de un helicóptero, sea frenado fijamente y/o enclavado adicionalmente.
- 25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que tiene lugar una adaptación de al menos un ángulo del álabes en función de una posición del rotor medida, teniendo lugar particularmente la adaptación no de forma continua y manteniéndose después de la estabilización de una posición deseada del rotor los ángulos del álabes adaptados ajustados.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que la góndola (17) de la máquina se desplaza en una dirección de giro predeterminada, realizándose el desplazamiento en particular en el caso de la presencia de una señal de retorcimiento del cable, en la dirección opuesta a la dirección predeterminada.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que primeramente tiene lugar el giro de la góndola (17) de la máquina y la modificación del ángulo del álabes solo cuando la góndola (17) de la máquina haya sido ya girada fuera del viento esencialmente, en particular, en más de 60° .
- 35 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que se ajusta una posición de detención del rotor (12) en la que reina una posición del rotor que se encuentra esencialmente entre una posición "Y" con un álabes (14) dirigido perpendicularmente hacia abajo y una posición girada frente a la anterior, en la que el álabes (14) girado en la zona de una posición de funcionamiento (24) está orientado horizontalmente y dirigido hacia el viento, en donde la posición adoptada por el rotor se mantiene con una desviación menor que $\pm 10^\circ$, en particular menor que $\pm 5^\circ$.
- 40 8. Instalación de energía eólica (10) con una góndola (17) de la máquina dispuesta de forma giratoria sobre una torre (18), un rotor (12) con tres álabes (14), de los que al menos dos pueden bascular en torno a un eje longitudinal (15) del álabes, un dispositivo de control, un sensor de la dirección del viento y un sensor de la posición del rotor, estando configurado el dispositivo de control para llevar a la instalación de energía eólica (10) después de una orden de parada a una posición de detención, caracterizada por que el dispositivo de control, después de recibir la orden de parada, está configurado para girar a la góndola (17) de la máquina a una posición azimutal transversalmente a la dirección del viento, llevar un álabes (14) a una zona de una posición de funcionamiento (24) o mantenerlo en una zona de una posición de funcionamiento (24) y llevar otros dos álabes (14), en cada caso a una zona de una posición de embanderado (25) o mantener en una zona de una posición de embanderado (25).
- 45 9. Instalación (10) según la reivindicación 8, caracterizada por que la instalación de energía eólica (10) presenta un sistema de guiado posterior del viento activo, mediante el cual tiene lugar el posicionamiento de la góndola (17) de la máquina.
- 50 10. Instalación (10) según la reivindicación 8 o 9, caracterizada por que la instalación de energía eólica (10) presenta un dispositivo de frenado y/o un dispositivo de enclavamiento mediante el cual el rotor (12) puede ser fijado, al menos durante breve tiempo, después de alcanzar una posición deseada del rotor.

11. Instalación (10) según una de las reivindicaciones 8 a 10, caracterizada por que el dispositivo de control está configurado para elegir, en función de una señal de posición del rotor y de una señal de dirección del viento, el álabe (14) que es posicionado en la zona de una posición de funcionamiento (24).

5 12. Instalación (10) según una de las reivindicaciones 8 a 11, caracterizada por que el dispositivo de control está configurado para adaptar al menos un ángulo del álabe en función de una posición medida del rotor.

13. Instalación (10) según la reivindicación 12, caracterizada por que el dispositivo de control está configurado para mantener el ángulo del álabe adaptado después de la estabilización de una posición deseada del rotor.

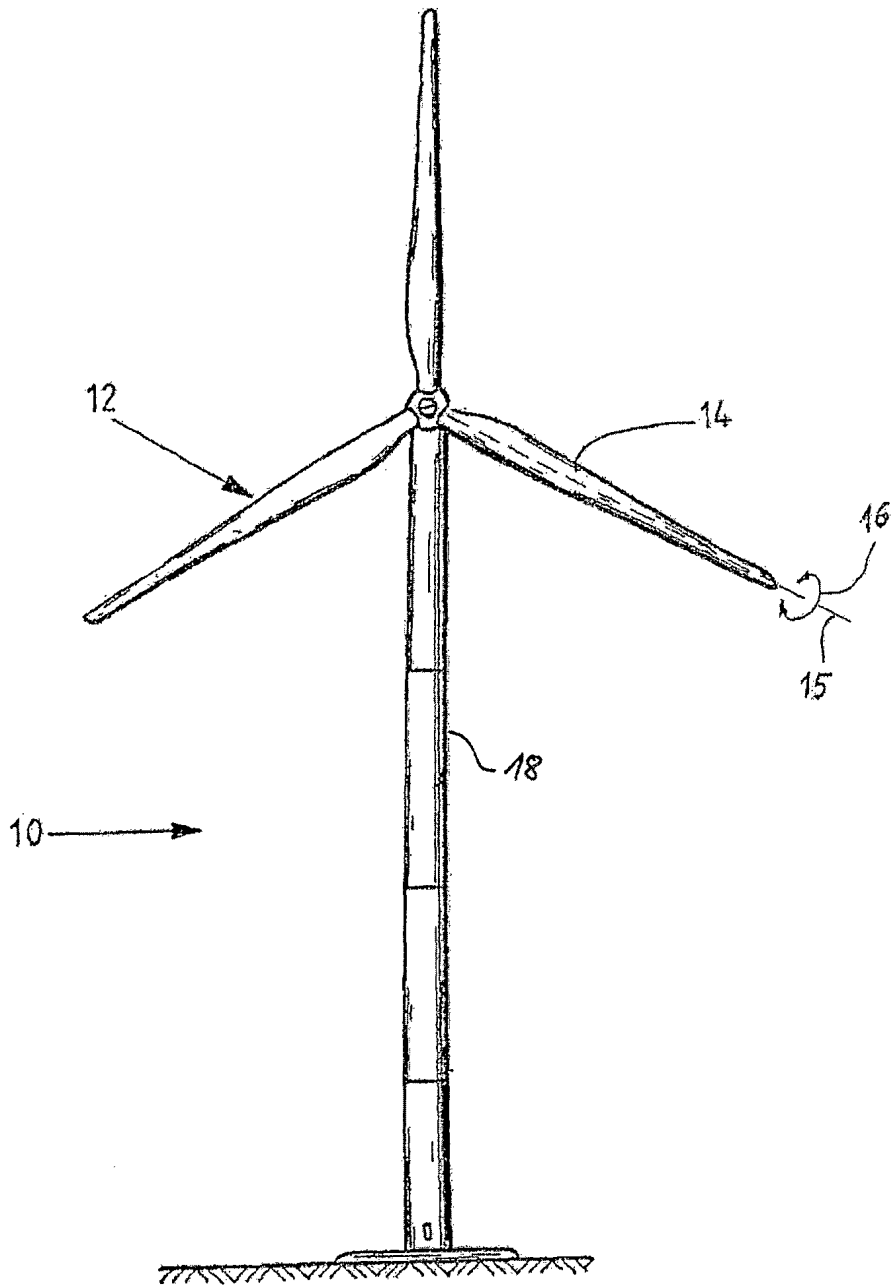


Fig. 1

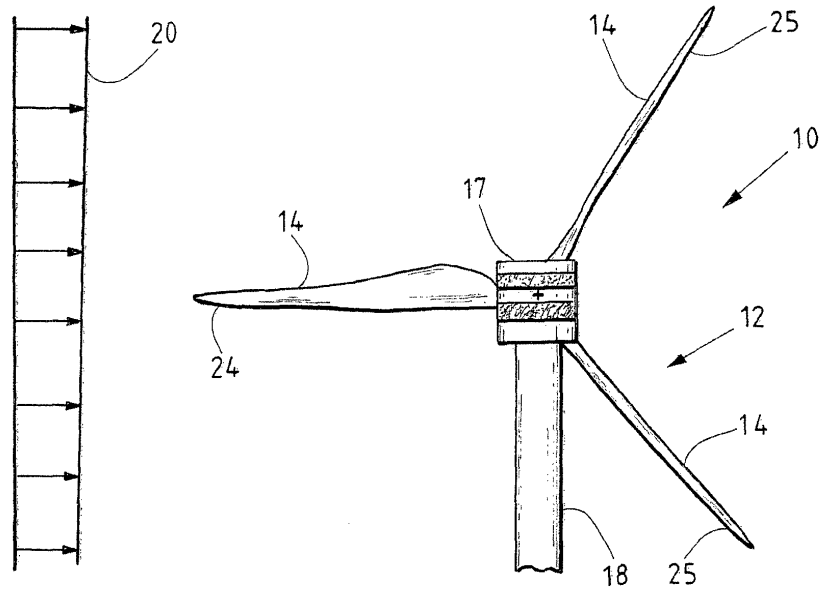


Fig. 2

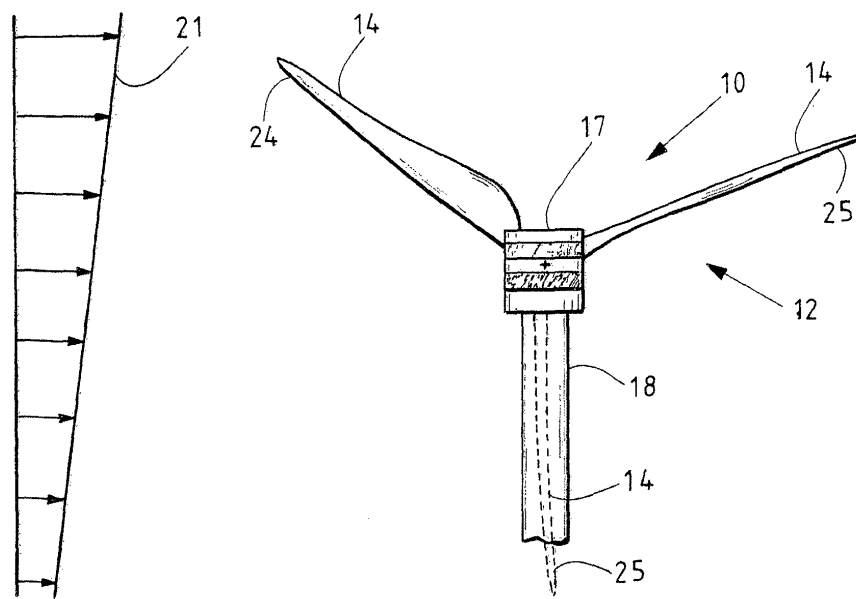


Fig. 3