

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 974 068**

51 Int. Cl.:

F03D 7/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.03.2021** **PCT/EP2021/055070**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.09.2021** **WO21175792**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.03.2021** **E 21711763 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.12.2023** **EP 4093966**

54 Título: **Método y dispositivo para controlar una turbina eólica para reducir el ruido**

30 Prioridad:

05.03.2020 EP 20161223

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

25.06.2024

73 Titular/es:

SIEMENS GAMESA RENEWABLE ENERGY A/S
(100.0%)

Borupvej 16
7330 Brande, DK

72 Inventor/es:

ESBENSEN, THOMAS y
HOEGH, GUSTAV

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 974 068 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

Método y dispositivo para controlar una turbina eólica para reducir el ruido

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método para controlar una turbina eólica y a un dispositivo de control para controlar una turbina eólica con el fin de reducir un nivel real de ruido acústico causado por el funcionamiento de la turbina eólica.

Las turbinas eólicas a menudo se construyen en sitios que requieren un nivel máximo de ruido acústico permitido. El nivel de ruido permitido puede cambiar de acuerdo con la hora del día, el día de la semana, la velocidad del viento, la dirección del viento, etc. Los miembros o aletas de adición como dispositivos aerodinámicos, tales como los denominados dispositivos de pérdida compensación pueden aumentar el nivel de ruido cuando se utilizan. Dichos miembros de adición pueden estar dispuestos en una matriz de muchos segmentos por pala de turbina eólica, cada uno de los cuales puede tener una parte de la pala. Esto se aplica particularmente a los dispositivos de pérdida de compensación, ya que los segmentos calados de la pala suelen generar más ruido que los segmentos no calados. Si no se impone ningún control sobre la utilización de los miembros de adición, el nivel de ruido resultante puede exceder el nivel de ruido acústico permitido especialmente durante los períodos donde se requieren requisitos de ruido más estrictos.

Las soluciones actuales para reducir el ruido de las turbinas incluyen etapas para reducir la velocidad nominal del rotor y/o la energía de salida de la turbina eólica. También otras partes de la operación de turbinas eólicas podrían modificarse para reducir el ruido, tal como un ángulo de cabeceo de una pala, una velocidad de punta de la pala, etc. Sin embargo, todas estas medidas convencionales reducen el rendimiento, en particular la energía de salida, para las turbinas eólicas.

El documento US-2011/0110777 A1 describe un método para controlar una turbina eólica. La turbina eólica comprende un buje que tiene al menos una pala con miembros de adición que se accionan para alterar las propiedades aerodinámicas de la pala. La al menos una pala comprende al menos un primer miembro de adición y al menos un segundo miembro de adición, en donde el al menos un primer miembro de adición está más cerca de una porción interior de la pala que el al menos un segundo miembro de adición. El procedimiento comprende una etapa de controlar los miembros de adición de la pala de manera que se reduzca un nivel de ruido real causado por el funcionamiento de la turbina eólica.

Resumen de la invención

Puede haber una necesidad de un método para controlar una turbina eólica y un dispositivo de control para controlar una turbina eólica, lo que puede reducir el ruido sin que se reduzca excesivamente el rendimiento de la turbina eólica. Esta necesidad puede ser satisfecha por el objeto según las reivindicaciones independientes. La presente invención se elabora además tal y como se expone en las reivindicaciones dependientes.

Según un primer aspecto de la invención, se da a conocer un método para controlar una turbina eólica. La turbina eólica comprende un buje que tiene al menos una pala con miembros de adición que se accionan para alterar las propiedades aerodinámicas de la pala, en donde la al menos una pala comprende al menos un primer miembro de adición y al menos un segundo miembro de adición, en donde el al menos un primer miembro de adición está más cerca de una porción interior de la pala que el al menos un segundo miembro de adición. El método comprende una etapa de adquirir un nivel de ruido diana, por ejemplo, en el entorno de la turbina eólica, y una etapa de controlar el al menos un miembro de adición de la pala de manera que un nivel de ruido real causado por la operación de la turbina eólica es igual o inferior al nivel de ruido diana. El primer miembro de adición se controla de una manera diferente en comparación con el segundo miembro de adición, en particular el primer miembro de adición se controla para lograr un primer nivel de reducción de ruido y el segundo miembro de adición se controla para lograr un segundo nivel de reducción de ruido, en donde el primer nivel de reducción de ruido es menor que el segundo nivel de reducción de ruido. La utilización de los miembros de adición está limitada en base a los requisitos de ruido actuales. En comparación con las medidas convencionales de reducción de ruido, se puede lograr una operación óptima de la turbina eólica en términos de producción de energía porque no es necesario reducir la velocidad nominal del rotor ni la energía de salida. Además, no es necesario cambiar el ángulo de cabeceo ni la velocidad de la punta.

En una realización, los miembros de adición se controlan de manera que una generación de energía de la turbina eólica es máxima, mientras que el nivel de ruido real causado por la operación de la turbina eólica se mantiene igual o inferior al nivel de ruido diana. Es el objetivo limitar la utilización de los miembros de adición para alcanzar el nivel de ruido diana y al mismo tiempo no limitar la utilización de los miembros de adición más de lo necesario para optimizar la energía de salida de la turbina eólica. Generalmente, la utilización de los miembros de adición puede ser beneficiosa para la optimización de energía o reducción de carga.

En una realización, la turbina eólica, en particular la pala, comprende una pluralidad de miembros de adición, y la pluralidad de miembros de adición se controla limitando un número máximo de miembros de adición de la pluralidad de miembros de adición, que se permite que sean accionados simultáneamente a sus posiciones activas. En el contexto de la presente invención, los términos “posición activa” o “nivel de activación” pueden referirse a una posición máxima extendida o a una posición entre la posición máxima extendida y una posición completamente retraída. El término “posición inactiva” puede, a su vez, referirse a la posición completamente retraída.

En una realización, al menos uno de los miembros de adición está configurado para moverse continuamente entre una posición completamente retraída y una posición completamente extendida, y el al menos un miembro de adición se controla limitando una posición máxima permitida, es decir, la posición activa o un nivel de activación, entre la posición completamente retraída y la posición completamente extendida. Si bien muchos miembros de adición convencionales tienen solo dos posiciones operativas, es decir, una posición cerrada con un efecto insignificante sobre el flujo de aire sobre el perfil de la pala, y una posición abierta con un efecto significativo en el flujo de aire, la presente invención también es aplicable para añadir miembros tales como aletas traseras, donde la posición activa o el nivel de activación pueden ser continuos, por ejemplo, con una deflexión entre una activación o nivel de deflexión máximos y una activación o nivel de deflexión mínimos. En este caso, una limitación puede significar que solo se permite un intervalo de activación o deflexión limitado.

En una realización, el método comprende además una etapa de creación de un modelo de ruido de la turbina eólica o una tabla de consulta, que describe el nivel de ruido real en función de un nivel de activación de los miembros de adición y de al menos un parámetro de funcionamiento de la turbina eólica, y el control de los miembros de adición de la pala se lleva a cabo mediante el uso del modelo de ruido o la tabla de consulta.

De este modo, se puede calcular una producción de energía máxima de la turbina eólica basándose en las condiciones de funcionamiento y los requisitos de ruido actuales. En una realización, el al menos un parámetro de funcionamiento de la turbina eólica comprende al menos uno de una velocidad de rotación del buje, una producción de energía de la turbina eólica, un ángulo de cabeceo de la al menos una pala, y una velocidad de viento en un entorno de la turbina eólica. También podrían usarse otros parámetros estimados como una entrada para el modelo de ruido o la tabla de búsqueda.

En una realización, el modelo de ruido o la tabla de consulta describen el nivel de ruido real además en función de una posición de los miembros de adición en la pala.

Por ejemplo, la al menos una pala comprende el al menos un primer miembro de adición y el al menos un segundo miembro de adición, en donde el al menos un primer miembro de adición está más cerca de una porción interior de la pala que el al menos un segundo miembro de adición. En el contexto de la presente invención, el término “interior” puede referirse a una posición que está más cerca del lado del buje de la pala, mientras que el término “exterior” puede referirse a una posición que está más cerca del lado de la punta de la pala. El primer miembro de adición se controla de una manera diferente en comparación con el segundo miembro de adición, en particular el primer miembro de adición se controla para lograr un primer nivel de reducción de ruido, y el segundo miembro de adición se controla para lograr un segundo nivel de reducción de ruido. El nivel de reducción de ruido puede referirse a una cantidad mediante la cual se reduce el ruido. Preferentemente, como el segundo miembro de adición exterior normalmente genera más ruido que el primer miembro de adición interior, el primer nivel de reducción de ruido puede ser menor que el segundo nivel de reducción de ruido. Aquí, la limitación del uso del miembro de adición se realiza en base a la ubicación de los miembros de adición.

En una realización, el nivel de ruido real se mide mediante un dispositivo de detección de ruido.

Según un segundo aspecto de la invención, se da a conocer un dispositivo de control para controlar una turbina eólica. La turbina eólica comprende un buje que tiene al menos una pala con miembros de adición que se accionan para alterar las propiedades aerodinámicas de la pala, en donde la al menos una pala comprende al menos un primer miembro de adición y al menos un segundo miembro de adición, en donde el al menos un primer miembro de adición está más cerca de una porción interior de la pala que el al menos un segundo miembro de adición. El dispositivo de control está configurado para adquirir un nivel de ruido diana, por ejemplo, en el entorno de la turbina eólica, y el dispositivo de control está configurado para controlar los miembros de adición de la pala de manera que un nivel de ruido real causado por la operación de la turbina eólica es igual o inferior al nivel de ruido diana. El dispositivo de control está configurado para controlar el primer miembro de adición de una manera diferente en comparación con el segundo miembro de adición, en particular el primer miembro de adición se controla para lograr un primer nivel de reducción de ruido y el segundo miembro de adición se controla para lograr un segundo nivel de reducción de ruido, en donde el primer nivel de reducción de ruido es menor que el segundo nivel de reducción de ruido. El dispositivo de control está configurado preferentemente para controlar los miembros de adición de manera que una generación de energía de la turbina eólica es máxima, mientras que el nivel de ruido real causado por la operación de la turbina eólica se mantiene igual o inferior al nivel de ruido diana.

En una realización, la turbina eólica, en particular la pala, comprende una pluralidad de miembros de adición, y el dispositivo de control está configurado para controlar la pluralidad de miembros de adición limitando un número

máximo de miembros de adición de la pluralidad de miembros de adición, que se permite que sean accionados simultáneamente a sus posiciones activas.

5 En una realización, al menos uno de los miembros de adición está configurado para moverse continuamente entre una posición completamente retraída y una posición completamente extendida, y el dispositivo de control está configurado para controlar el al menos un miembro de adición limitando una posición máxima permisible entre la posición completamente retraída y la posición completamente extendida.

10 En una realización, el dispositivo de control está configurado para controlar los miembros de adición mediante el uso de un modelo de ruido de la turbina eólica o una tabla de consulta, que describen el nivel de ruido real en función de un nivel de activación de los miembros de adición y al menos un parámetro de funcionamiento de la turbina eólica, en donde el al menos un parámetro de funcionamiento de la turbina eólica comprende preferiblemente al menos uno de una velocidad de rotación del buje, una producción de energía de la turbina eólica, un ángulo de cabeceo de la al menos una pala, y una velocidad de viento en un entorno de la turbina eólica.

15 En una realización, el dispositivo de control está configurado para recibir el nivel de ruido real a partir de un dispositivo de detección de ruido que puede comprender un micrófono o un dispositivo de detección de vibración. El micrófono y el dispositivo de detección de vibraciones pueden estar montados en la pala, el buje, una góndola o una torre de la turbina eólica.

20 En una realización, el dispositivo de control es un dispositivo exterior, por ejemplo, un aparato remoto, aparte de la turbina eólica, en donde el dispositivo de control está configurado para enviar una señal de control a la turbina eólica para controlar los miembros de adición.

25 Hay que señalar que las realizaciones de la invención se han descrito con referencia a diferentes materias objeto. En particular, algunas realizaciones se han descrito con referencia a reivindicaciones de tipo de aparato, mientras que otras realizaciones se han descrito con referencia a reivindicaciones de tipo de método. El alcance de la protección se define por las reivindicaciones adjuntas.

30 Breve descripción de las figuras

Los aspectos definidos anteriormente y otros aspectos de la presente invención se infieren de los ejemplos de realización que se describirán a continuación y se explican con referencia a los ejemplos de realización. La invención se describirá con más detalle a continuación en la memoria haciendo referencia a ejemplos de realización, no estando la invención limitada a los mismos.

- 35 La Figura 1 muestra una turbina eólica y sus diferentes elementos;
- 40 La Figura 2 muestra una vista en perspectiva de una pala que tiene un miembro de adición de acuerdo con una realización;
- La Figura 3 muestra una vista en sección transversal de una pala que tiene un miembro de adición según una realización;
- 45 La Figura 4 muestra una vista en sección transversal de la pala de la Figura 3; y
- La Figura 5 muestra una vista en sección transversal de una pala que tiene un miembro de adición según una realización;
- 50 La Figura 6 muestra una vista en sección transversal de la pala de la Figura 5;
- La Figura 7 muestra una vista en sección transversal de una pala que tiene un miembro de adición según una realización;
- 55 La Figura 8 muestra una vista en sección transversal de la pala de la Figura 7.

Descripción detallada

60 Las ilustraciones de los dibujos son esquemáticas. Se señala que en diferentes figuras, los elementos similares o idénticos están provistos de los mismos signos de referencia.

65 La **Figura 1** muestra una turbina eólica 1. La turbina eólica 1 comprende una góndola 3 y una torre 2. La góndola 3 está montada en la parte superior de la torre 2. La góndola 3 está montada de forma rotativa con respecto a la torre 2 mediante un cojinete de guiñada. El eje de rotación de la góndola 3 con respecto a la torre 2 se denomina eje de guiñada.

La turbina eólica 1 también comprende un buje 4 con tres palas 6 de rotor (de las cuales, en la Figura 1 se representan dos palas 6 de rotor). El buje 4 está montado de forma rotativa con respecto a la góndola 3 mediante un cojinete principal 7. El buje 4 está montado de forma rotativa alrededor de un eje de rotación 8 del rotor.

La turbina eólica 1 comprende además un generador 5. El generador 5 comprende a su vez un rotor 10 que conecta el generador 5 con el buje 4. El buje 4 está conectado directamente al generador 5, por lo que la turbina eólica 1 se denomina turbina eólica sin engranajes de accionamiento directo. Un generador 5 de este tipo se denomina generador 5 de accionamiento directo. Como una alternativa, el buje 4 también puede estar conectado al generador 5 a través de una caja de engranajes. Este tipo de turbina eólica 1 se denomina turbina eólica de engranajes. La presente invención es apta para ambos tipos de turbina eólica 1.

El generador 5 está alojado dentro de la góndola 3. El generador 5 está dispuesto y preparado para convertir la energía giratoria desde el buje 4 en energía eléctrica en forma de energía de CA.

La **Figura 2** muestra una vista en perspectiva de una pala 6 que tiene miembros de adición 17 según una realización. El signo de referencia 9 designa una porción interior de la pala 6, y el signo de referencia 10 designa una porción exterior de la pala 6. La pala 6 comprende al menos un miembro de adición 17, por ejemplo dos miembros de adición 17. Los miembros de adición 17 pueden colocarse en cualquier parte a lo largo de una dirección longitudinal de la pala 6. En esta realización, dos miembros de adición 17 están formados como aletas articuladas provistas en un borde de salida de la pala 6. Estrictamente hablando, se proporciona un miembro de adición 17 en la parte interior 9, y otro miembro de adición 17 se proporciona en la parte exterior 10. En la Figura 2, el miembro de adición exterior 17 está en una posición retraída y por lo tanto desactivado, mientras que el miembro de adición interior 17 está en una posición extendida y por lo tanto activado. Sin embargo, el miembro de adición 17 también podría moverse a cualquier posición intermedia entre la posición completamente extendida y la posición completamente retraída. Cualquier movimiento de los miembros adicionales 17 puede realizarse mediante uno o más accionadores de ajuste (no mostrados). Cuando el miembro de adición 17 se activa, cambia o modifica una superficie o forma aerodinámica de la pala 6, alterando así los coeficientes de elevación y/o arrastre de la pala 6 durante el funcionamiento. En general, una forma aerodinámica de la pala 6 puede modificarse alterando una posición de los miembros de adición 17.

Las **Figuras 3 y 4** muestran vistas en sección transversal de una pala 6 que tiene un miembro de adición 17 de acuerdo con una realización. El miembro accesorio 17 está diseñado como un alerón. El miembro de adición 17 está dispuesto aquí cerca del borde anterior de la pala 6, pero también puede estar dispuesto cerca del borde posterior de la pala 6. El miembro de adición 17 puede estar alojado en un rebaje 16 en la pala 6 y puede girar alrededor de una bisagra 18 mediante la activación del accionador de compensación (no mostrado). En la Figura 3, el miembro de adición 17 se muestra en una posición completamente retraída, donde el miembro de adición 17 está desactivado y no se desea ningún efecto de alerón ni de pérdida. En la Figura 4, el miembro de adición 17 está en una posición completamente extendida y por lo tanto está activado. Estrictamente hablando, el miembro de adición 17 se gira hasta una posición máxima, por ejemplo, mediante el accionador de ajuste, de modo que el efecto de apertura es máximo. Sin embargo, el miembro de adición 17 también podría moverse a cualquier posición intermedia entre la posición completamente extendida y la posición completamente retraída. El accionador de ajuste puede llevar a cabo cualquier movimiento de los miembros de adición 17.

Según la presente invención, el miembro de adición 17 no necesariamente debe formarse como un alerón. El miembro de adición 17 puede tener cualquier otra configuración que sea capaz de variar las propiedades aerodinámicas de la pala 6.

Una pluralidad de los miembros de adición 17 de las realizaciones de las Figuras 2, 3 y 4 se puede proporcionar en una matriz en la misma pala 6 de modo que los miembros de adición 17 se puedan denominar miembros de adición segmentados 17 que pueden accionarse independientemente entre sí. El efecto de apertura en la pala 6 puede controlarse modificando el número de miembros de adición 17 que se mueven a la posición extendida. Es posible detener los miembros de adición 17 en solo dos posiciones de extremo, concretamente en sus posiciones completamente retraídas y extendidas. Alternativamente, el efecto de apertura puede ajustarse al detener los miembros de adición 17 en cualquier posición intermedia entre las posiciones completamente retraída y extendida. Esto es particularmente útil para miembros de adición 17 que están dispuestos en el borde de salida de la pala 6, es decir, las llamadas aletas traseras.

Las **Figuras 5 y 6** muestran vistas en sección transversal de una pala 6 que tiene un miembro de adición 17 de acuerdo con una realización. Como se describió anteriormente, los miembros de adición 17 de las Figuras 2, 3 y 4 usan bisagras mediante las cuales los miembros de adición 17 se mueven de manera giratoria entre las posiciones activas e inactivas. Sin embargo, las palas 6 generalmente comprenden estructuras bastante largas y flexibles que pueden deformarse durante el funcionamiento normal. La deformación puede causar holguras en los miembros de adición articulados 17 de modo que pueda producirse ruido. Por lo tanto, la realización de las Figuras 5 y 6 utiliza un miembro de adición 17 en el borde de salida de la pala 6 que provoca una desviación continua de la piel de la pala 6. En detalle, el miembro de adición 17 está formado como una extensión desplazable o trasladable del borde de salida de la pala 6. El miembro de adición 17 en la Figura 5 está en una posición retraída y, por lo tanto, desactivado, mientras que el miembro de adición 17 en la Figura 6 está en una posición extendida y, por lo tanto, activado. Sin embargo, el miembro de adición

17 también podría moverse a cualquier posición intermedia entre la posición completamente extendida y la posición completamente retraída. Cualquier movimiento de los miembros de adición 17 puede llevarse a cabo mediante un accionador de ajuste (no mostrado).

5 Las **Figuras 7 y 8** muestran vistas en sección transversal de una pala 6 que tiene un miembro de adición 17 de acuerdo con una realización. Al igual que la realización de las Figuras 5 y 6, el miembro de adición 17 en la realización de las Figuras 7 y 8 está dispuesto en el borde de salida de la pala 6 y provoca una desviación continua de la piel de la pala 6. En detalle, el miembro de adición 17 está formado como una aleta plana que gira hacia arriba y hacia abajo en una bisagra montada en la parte frontal de la aleta. El miembro de adición 17 en la Figura 7 está en una posición retraída y, por lo tanto, desactivado, mientras que el miembro de adición 17 en la Figura 8 está en una posición extendida y así activado. Sin embargo, el miembro de adición 17 también podría moverse a cualquier posición intermedia entre la posición completamente extendida y la posición completamente retraída. Cualquier movimiento de los miembros de adición 17 puede llevarse a cabo mediante un accionador de ajuste (no mostrado).

15 Si bien los miembros de adición 17 de las realizaciones de las Figuras 2, 3 y 4 se denominan miembros de adición segmentados 17, los miembros de adición 17 en la realización de las Figuras 5 a 8 no están segmentados y normalmente se accionan continuamente entre sus posiciones retraída y extendida.

20 Todos los miembros de adición 17 pueden modificarse en comparación con las realizaciones descritas. Cualquier miembro de adición 17 es apropiado para la presente invención siempre que pueda moverse activamente, girarse, desplazarse o trasladarse dentro de una sección transversal de la pala 6.

25 Los miembros de adición 17 pueden ser accionados por un accionador de manera que estos miembros de adición 17 se denominan miembros de adición activos 17. Al contrario de esto, los miembros de adición 17 pueden ser accionados por el viento, por fuerzas de inercia y/o por fuerzas centrípetas de modo que estos miembros de adición 17 se denominan miembros de adición pasivos 17. Tanto los miembros de adición activos como pasivos 17 son apropiados para realizar la presente invención.

30 En la presente invención, cualquier miembro de adición 17 puede estar dispuesto en diferentes ubicaciones en la pala 6, por ejemplo, ya sea en la porción interior 9 de la pala 6 o en la porción exterior 10 de la pala 6. En una realización, una sola pala 6 puede comprender al menos un primer miembro de adición 17 y al menos un segundo miembro de adición 17, en donde el al menos un primer miembro de adición 17 está más cerca de la porción interior 9 de la pala 6 que el al menos un segundo miembro de adición 17. En consecuencia, el al menos un segundo miembro de adición 17 está más cerca de la porción exterior 10 de la pala 6 que el al menos un primer miembro de adición 17. Por lo general, el segundo miembro de adición 17 genera más ruido que el primer miembro de adición 17 de modo que el primer y segundo miembros de adición 17 pueden controlarse de manera diferente para lograr diferentes niveles de reducción de ruido.

40 En una realización, un método para controlar la turbina eólica 1 comprende una etapa de adquirir un nivel de ruido diana, por ejemplo, en el entorno de la turbina eólica 1, y una etapa de controlar el al menos un miembro de adición 17 de la pala 2 de manera que un nivel de ruido real causado por la operación de la turbina eólica 1 es igual o inferior al nivel de ruido diana. El al menos un miembro de adición 17 se controla preferentemente de manera que una generación de energía de la turbina eólica 1 sea máxima, mientras que el nivel de ruido real causado por la operación de la turbina eólica 1 se mantiene igual o inferior al nivel de ruido diana.

45 Si la turbina eólica 1, en particular la pala 6, comprende una pluralidad de los miembros de adición 17, por ejemplo miembros de adición segmentados 17, la pluralidad de miembros de adición 17 se puede controlar limitando un número máximo de miembros de adición 17 de la pluralidad de miembros de adición 17, que se permiten que sean accionados simultáneamente a sus posiciones activas.

50 Si el al menos un miembro de adición 17 está configurado para moverse continuamente entre una posición completamente retraída y una posición completamente extendida, el al menos un miembro de adición 17 puede controlarse limitando una posición máxima permisible entre la posición completamente retraída y la posición completamente extendida.

55 En una realización, se puede crear un modelo de ruido del turbina eólica 1 o una tabla de consulta, que describe el nivel de ruido real en función de un nivel de activación del al menos un miembro de adición 17 y de al menos un parámetro de funcionamiento de la turbina eólica 1. El control del al menos un miembro de adición 17 de la pala 2 se lleva a cabo mediante el uso del modelo de ruido o la tabla de consulta. El al menos un parámetro de funcionamiento de la turbina eólica 1 puede comprender al menos uno de una velocidad de rotación del buje 4, una producción de energía de la turbina eólica 1, un ángulo de cabeceo de la al menos una pala 6, y una velocidad de viento en el entorno de la turbina eólica 1.

65 El modelo de ruido o la tabla de consulta pueden describir adicionalmente el nivel de ruido real en función de una posición del al menos un miembro de adición 17 en la pala 6. Por ejemplo, la al menos una pala 6 puede comprender el al menos un primer miembro de adición 17 y el al menos un segundo miembro de adición 17, en donde el al menos

- 5 un primer miembro de adición 17 está más cerca de la porción interior 9 de la pala 6 que el al menos un segundo miembro de adición 17. Por lo general, el segundo miembro de adición 17 genera más ruido que el primer miembro de adición 17. Por lo tanto, el primer miembro de adición 17 puede controlarse de una manera diferente en comparación con el segundo miembro de adición 17, en particular el primer miembro de adición 17 puede controlarse para lograr un primer nivel de reducción de ruido, y el segundo miembro de adición 17 puede controlarse para lograr un segundo nivel de reducción de ruido. El nivel de reducción de ruido significa una cantidad por la cual se reduce el ruido. Preferentemente, como el segundo miembro de adición 17 normalmente genera más ruido que el primer miembro de adición 17 debido a la posición del segundo miembro de adición 17 en la porción exterior 10, el primer nivel de reducción de ruido puede ser menor que el segundo nivel de reducción de ruido.
- 10 En una realización, el nivel de ruido real puede medirse mediante un dispositivo de detección de ruido. El dispositivo de detección de ruido puede comprender al menos uno de un micrófono y un detector de vibraciones.
- 15 En una realización, el procedimiento se lleva a cabo por un dispositivo exterior aparte del turbina eólica 1, en donde el dispositivo exterior está configurado para enviar una señal de control a la turbina eólica 1 para controlar el al menos un miembro de adición 17.
- 20 Cabe señalar que el término “que comprende” no excluye otros elementos o etapas y los artículos “un” o “una” no excluyen una pluralidad. También pueden combinarse elementos descritos asociados a distintas realizaciones. También hay que señalar que los signos de referencia de las reivindicaciones no deben interpretarse como una limitación del alcance de las mismas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar una turbina eólica (1), comprendiendo la turbina eólica (1) un buje (4) que tiene al menos una pala (6) con miembros de adición (17) que se accionan para alterar las propiedades aerodinámicas de la pala (6), en donde la al menos una pala (6) comprende al menos un primer miembro de adición (17) y al menos un segundo miembro de adición (17), en donde el al menos un primer miembro de adición (17) está más cerca de una porción interior (9) de la pala (6) que el al menos un segundo miembro de adición (17); y el método comprende:
adquirir un nivel de ruido diana; y
controlar los miembros de adición (17) de la pala (2) de tal manera que un nivel de ruido real causado por el funcionamiento de la turbina eólica (1) es igual o inferior al nivel de ruido diana; en donde el primer miembro de adición (17) se controla de una manera diferente en comparación con el segundo miembro de adición (17), en particular el primer miembro de adición (17) se controla para lograr un primer nivel de reducción de ruido y el segundo miembro de adición (17) se controla para lograr un segundo nivel de reducción de ruido, en donde el primer nivel de reducción de ruido es menor que el segundo nivel de reducción de ruido.
2. El método según la reivindicación anterior, en donde los miembros de adición (17) se controlan de tal manera que una generación de energía de la turbina eólica (1) es máxima, mientras que el nivel de ruido real causado por la operación de la turbina eólica (1) se mantiene igual o inferior al nivel de ruido diana.
3. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la turbina eólica (1), en particular la pala (6), comprende una pluralidad de miembros de adición (17); y la pluralidad de miembros de adición (17) se controla limitando un número máximo de miembros de adición (17) de la pluralidad de miembros de adición (17), que se permiten que sean accionados simultáneamente a sus posiciones activas.
4. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde al menos uno de los miembros de adición (17) está configurado para moverse continuamente entre una posición completamente retraída y una posición completamente extendida; y el al menos un miembro de adición (17) se controla limitando una posición máxima permitida entre la posición completamente retraída y la posición completamente extendida.
5. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además:
crear un modelo de ruido de la turbina eólica o una tabla de consulta, que describe el nivel de ruido real como una función de un nivel de activación de los miembros de adición (17) y de al menos un parámetro de funcionamiento de la turbina eólica (1), en donde el control de los miembros de adición (17) de la pala (2) se lleva a cabo mediante el uso del modelo de ruido o la tabla de consulta.
6. El método según la reivindicación anterior, en donde el al menos un parámetro de funcionamiento de la turbina eólica (1) comprende al menos uno de una velocidad de rotación del buje (4), una producción de energía de la turbina eólica (1), un ángulo de cabeceo de la al menos una pala (6), y una velocidad del viento en un entorno de la turbina eólica (1).
7. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 6, en donde el modelo de ruido o la tabla de consulta describen el nivel de ruido real además en función de una posición de los miembros de adición (17) en la pala (6).
8. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el nivel de ruido real se mide mediante un dispositivo de detección de ruido.
9. Un dispositivo de control para controlar una turbina eólica (1), comprendiendo la turbina eólica (1) un buje (4) que tiene al menos una pala (6) con miembros de adición (17) que se accionan para alterar las propiedades aerodinámicas de la pala (6), en donde la al menos una pala (6) comprende al menos un primer miembro de adición (17) y al menos un segundo miembro de adición (17), en donde el al menos un primer miembro de adición (17) está más cerca de una porción interior (9) de la pala (6) que el al menos un segundo miembro de adición (17), en donde el dispositivo de control está configurado para adquirir un nivel de ruido diana; y

- 5 el dispositivo de control está configurado para controlar los miembros de adición (17) de la pala (2) de manera que un nivel de ruido real causado por la operación de la turbina eólica (1) es igual o inferior al nivel de ruido diana, en donde el dispositivo de control está configurado para controlar el primer miembro de adición (17) de una manera diferente en comparación con el segundo miembro de adición (17), en particular el primer miembro de adición (17) se controla para lograr un primer nivel de reducción de ruido y el segundo miembro de adición (17) se controla para lograr un segundo nivel de reducción de ruido, en donde el primer nivel de reducción de ruido es menor que el segundo nivel de reducción de ruido; en donde
- 10 el dispositivo de control está configurado preferentemente para controlar los miembros de adición (17) de manera que una
- generación de energía de la turbina eólica (1) es máxima, mientras que el nivel de ruido real causado por la operación de la turbina eólica (1) se mantiene igual o inferior al nivel de ruido diana.
- 15 10. El dispositivo de control según la reivindicación anterior, en donde
- la turbina eólica (1), en particular la pala (6), comprende una pluralidad de miembros de adición (17); y
- 20 el dispositivo de control está configurado para controlar la pluralidad de miembros de adición (17) limitando un número máximo de miembros de adición (17) de la pluralidad de miembros de adición (17), que se permiten que sean accionados simultáneamente a sus posiciones activas.
11. El dispositivo de control según una cualquiera de las reivindicaciones 9 y 10, en donde
- 25 al menos uno de los miembros de adición (17) está configurado para moverse continuamente entre una posición completamente retraída y una posición completamente extendida; y
- el dispositivo de control está configurado para controlar el al menos un miembro de adición (17) limitando una posición máxima permisible entre la posición completamente retraída y la posición completamente extendida.
- 30 12. El dispositivo de control según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en donde
- el dispositivo de control está configurado para controlar los miembros de adición (17) mediante el uso de un modelo de ruido de la turbina eólica o una tabla de consulta, que describen el nivel de ruido real en función de un nivel de activación de los miembros de adición (17) y al menos un parámetro de funcionamiento de la turbina eólica (1), en donde el al menos un parámetro de funcionamiento de la turbina eólica (1) comprende
- 35 preferiblemente al menos uno de una velocidad de rotación del buje (4), una producción de energía de la turbina eólica (1), un ángulo de cabeceo de la al menos una pala (6) y una velocidad del viento en un entorno de la turbina eólica (1).
- 40 13. El dispositivo de control según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en donde
- el dispositivo de control está configurado para recibir el nivel de ruido real desde un dispositivo de detección de ruido.
- 45 14. El dispositivo de control según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en donde
- el dispositivo de control es un dispositivo exterior aparte de la turbina eólica (1), en donde el dispositivo de control está configurado para enviar una señal de control a la turbina eólica (1) para controlar los miembros de adición (17).

Figura 1

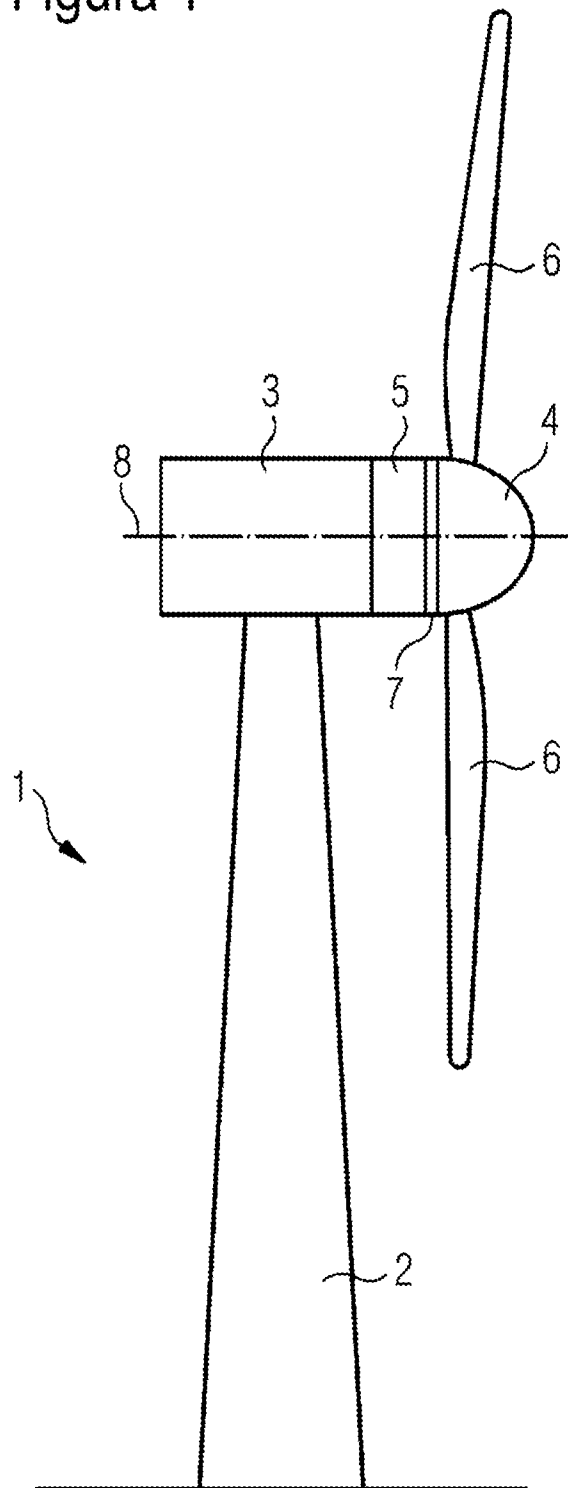


Figura 2

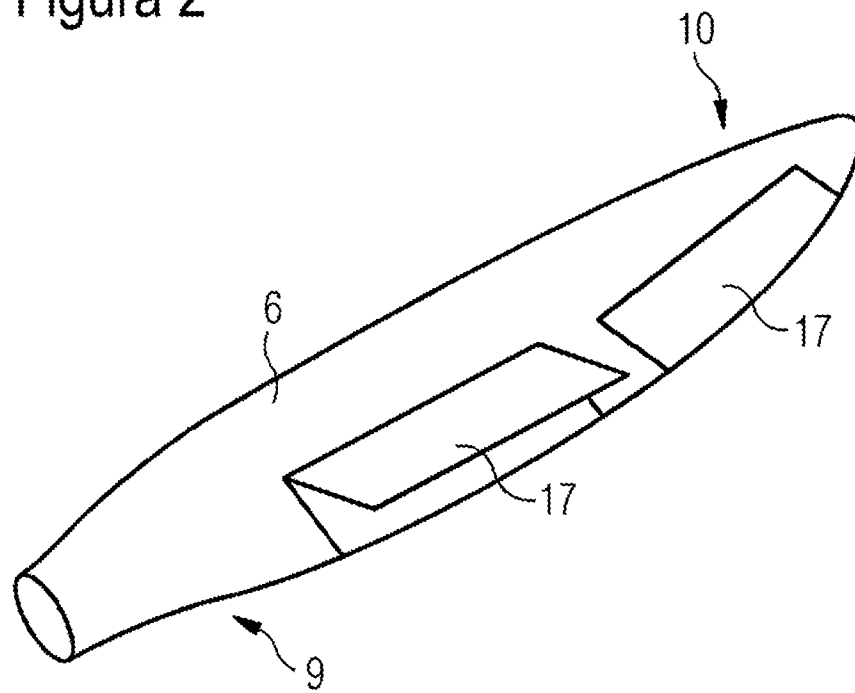


Figura 3

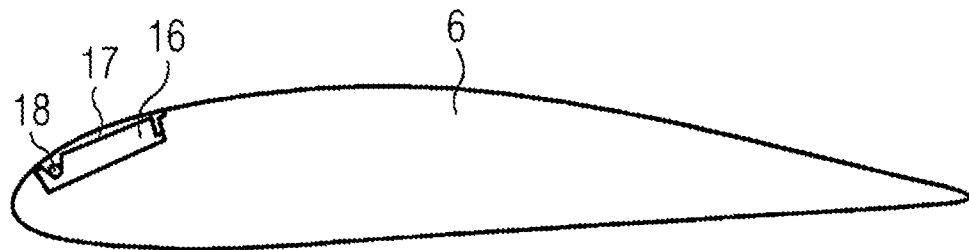


Figura 4

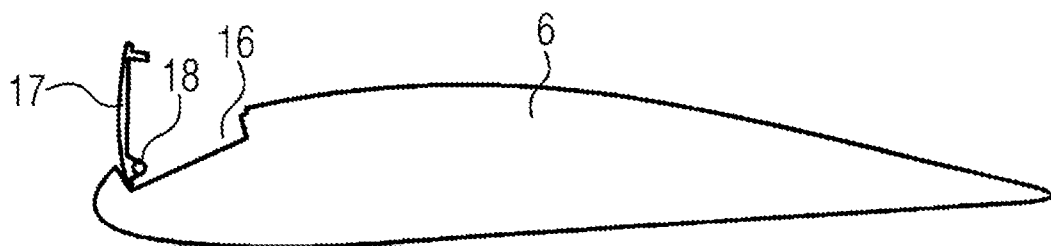


Figura 5

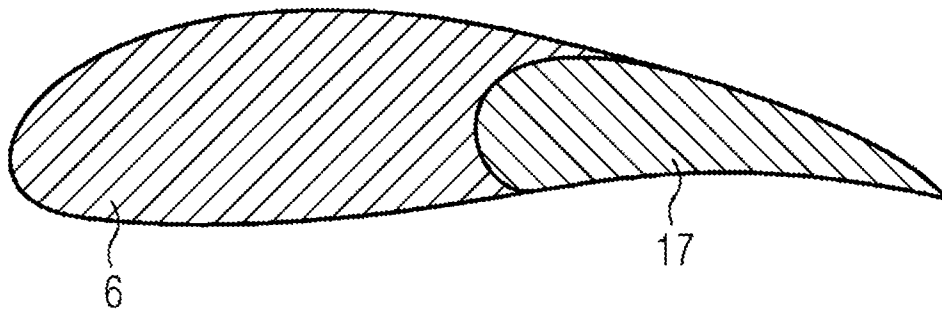


Figura 6

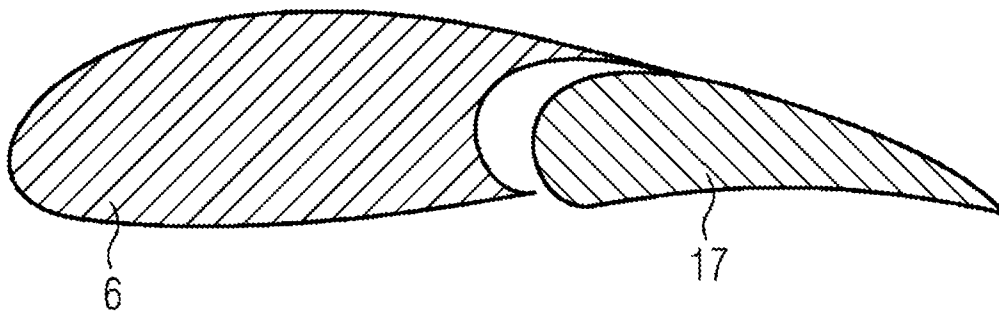


Figura 7

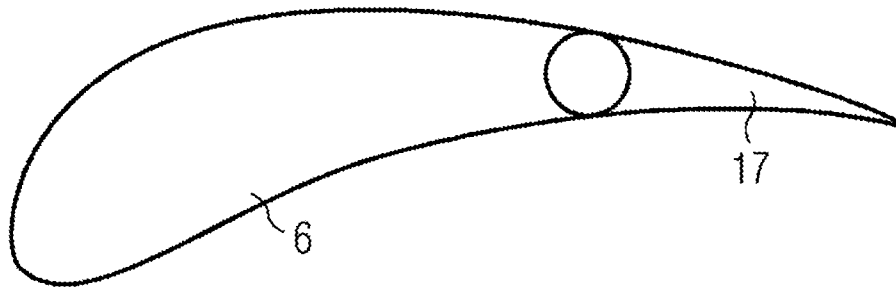


Figura 8

