

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 385 310**

51 Int. Cl.:

G01P 5/01 (2006.01)

F03D 7/00 (2006.01)

F03D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08012067 .8**

96 Fecha de presentación: **03.07.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2141502**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.01.2010**

54 Título: **Instalación de energía eólica que comprende un sistema de medición de velocidad del viento**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.07.2012

73 Titular/es:
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
WITTELSBACHERPLATZ 2
80333 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:
Bosselmann, Thomas

74 Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

ES 2 385 310 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

Instalación de energía eólica que comprende un sistema de medición de velocidad del viento

CAMPO DE LA INVENCION

5 La invención se relaciona con una instalación de energía eólica que comprende un sistema de medición de velocidad del viento como se reivindica en la reivindicación 1.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 La invención se relaciona con una instalación de energía eólica o aeroturbina que comprende una turbina eólica que comprende un rotor y por lo menos una o una pluralidad de palas de rotor. Dichas instalaciones de energía eólica se instalan normalmente en regiones con alto potencial de energía eólica para aumentar la cantidad de energía eléctrica generada utilizando dicha instalación de energía eólica. Usualmente por lo menos una de las pala de rotor o la pluralidad de palas de rotor son muy grandes y se pueden ajustar por ejemplo en ángulo con respecto a la dirección del viento y velocidad del viento. Por lo tanto el ángulo de las palas de rotor se puede ajustar con respecto a una dirección predeterminada. En caso de una velocidad del viento muy alta las palas de rotor se pueden ajustar para reducir la energía producida por la instalación o que casi no se genera energía eléctrica en lo absoluto. Por lo tanto el riesgo de daños debido a la alta velocidad del viento se puede reducir en gran medida mediante la configuración de las palas de rotor.

15 Por lo tanto es necesario un sistema de medición de velocidad del viento para medir su velocidad y controlar la instalación de energía eólica y el paso de las palas de rotor respectivamente.

20 La patente EP 0 970 308 B1 describe un sistema de medición de velocidad del viento que utiliza un sistema de anemometría láser que utiliza un rayo láser que se dirige a las partículas en el aire que reflejan partes de la luz del rayo láser y se utiliza un dispositivo sensor para medir la luz reflejada por el rayo láser. En razón a que la velocidad de las partículas es casi igual a la velocidad del aire es posible analizar la velocidad de las partículas con el fin de medir la velocidad del aire o del viento. La técnica del sistema utiliza un método de medición integral que mide la luz reflejada desde una gran cantidad de partículas y por lo tanto los datos de la luz analizados por el sistema es un promedio de los datos de la pluralidad de partículas. De acuerdo con lo anterior no se puede lograr la medición fácil de la velocidad de una única partícula para determinar la velocidad del aire en una ubicación predeterminada o punto en la instalación de energía eólica o en la vecindad de las palas de rotor.

25 Adicionalmente el equipo de medición y el método son bastante complicados y no se adaptan para medir la velocidad del viento durante el tiempo de operación completo del sistema.

30 Adicionalmente la patente DE 10 2006 041 461 A1 describe un sistema de medición de velocidad del viento que utiliza una fibra óptica para medir la velocidad del viento. La fibra óptica se calentará y debido la velocidad del viento se refrigerará la fibra. Por lo tanto la temperatura de la fibra es una medición directa de la velocidad del viento at la fibra óptica. Para detectar la temperatura de la fibra óptica se utiliza una rejilla de fibra Bragg (FBG). La tecnología de la rejilla de fibra Bragg utiliza la luz reflejada dentro de la fibra que se refleja en la rejilla Bragg misma y el efecto de la longitud de onda de la luz reflejada depende de la temperatura del punto de la fibra en donde se ubica la rejilla de fibra Bragg. La dependencia de la temperatura proviene de la dependencia de las propiedades ópticas de la temperatura. Por lo tanto la rejilla de fibra Bragg (FBG) permite indirectamente la medición de la velocidad del viento en un punto predeterminado de la fibra debido a la medición indirecta de la temperatura de la fibra.

35 La tecnología mencionada anteriormente tiene la notable desventaja de que la fibra óptica se tiene que calentar todo el tiempo a una temperatura muy constante con el fin de medir la velocidad del viento con un grado de precisión esperado. El calentamiento de la fibra consume energía eléctrica y por lo tanto es este consumo de energía fuertemente ineficiente y no aceptable para un uso estándar durante periodos de tiempo extendidos. En un caso de un uso solo ocasional que incluye periodos de tiempo sin medición de velocidad del viento la instalación de energía eólica revela una gran desventaja con respecto a la seguridad de las instalaciones propiamente dichas.

45 W. Jin et al. "Un sensor de rejilla de fibra óptica para el estudio de las vibraciones inducidas por flujo", sensores y accionadores 79 (2000), páginas 36 a 45 describe el uso de rejillas de fibra Bragg pegadas sobre una estructura para medir la variación de la deformación axial local de la estructura. El sensor se puede utilizar para medir las vibraciones inducidas por el flujo de un cilindro circular en un flujo transversal. La rejilla de fibra Bragg se inscribe en una fibra óptica que se une a la estructura a la que se va a medir la deformación.

50 La patente GB 2 111 680 A describe un flujómetro de vórtice con un cuerpo romo que puede ser una fibra óptica. El cuerpo romo (fibra óptica) se ubica en un cuerpo hueco que define un pasaje de flujo. Se ubica un espejo en la parte delantera de la salida de la fibra óptica para reflejar la luz transmitida a través de la fibra óptica de nuevo en la

misma. Debido a la deflexión oscilatoria de la fibra la intensidad de luz reflejada de nuevo dentro de la misma varía como la fracción de luz reflejada que ingresa a la fibra óptica que depende del desplazamiento del extremo de fibra óptica con respecto al espejo. Se pueden utilizar otras técnicas de modulación de flexión de fibra, tales como pérdidas de microdoblado o defecto de patrón moteado, en lugar del sistema de espejo.

- 5 La patente GB 2 238 380 A describe un flujómetro de desprendimiento de vórtice en el que se lanza un rayo de luz a una fibra tensionada. La fibra vibra debido a que el flujo provoca vibraciones en el ángulo entre el rayo de luz y la superficie de la fibra, que a su vez provoca que se exceda el ángulo de orientación en ciertos puntos a lo largo de la fibra. Estas pérdidas ópticas modulan la intensidad del rayo de luz, y la frecuencia de la modulación se puede detectar fácilmente con equipo electrónico estándar.
- 10 La patente EP 1 936 332 A1 describe un ensamble de flujómetro de vértice que comprende un sensor de rejilla de fibra y método para medir un índice de flujo de fluido. El ensamble comprende un canal de fluido y un flujómetro con por lo menos un desprendimiento de vértice que se extiende en el canal de fluido. Cada vertedor está provisto con una rejilla de fibra Bragg en donde se puede detectar una frecuencia de vórtice Karman de los vórtices generados por el vertedor de vórtices utilizando una señal de sensor de rejilla de fibra Bragg que se relaciona con la rejilla de fibra Bragg de dicho vertedor de vórtice. La fibra óptica que incluye la rejilla de fibra Bragg se ubica en una sección flexible del vertedor de vórtice.
- 15

OBJETO Y RESUMEN DE LA INVENCION

Es un objeto de la invención crear una instalación de energía eólica con un sistema de medición de velocidad del viento que no muestra las desventajas de las técnicas conocidas y que se pueda utilizar sobre una base regular sin consumo excesivo de energía.

20

El objeto de la invención será resuelto por una instalación de energía eólica que incluye un rotor que comprende por lo menos una pala de rotor en donde la instalación de energía eólica comprende por lo menos un sistema de medición de velocidad de viento que mide ópticamente las vibraciones de una fibra óptica debido a la formación de vórtices de acuerdo con las características de la reivindicación 1.

- 25 La formación de vórtices es un flujo de aire inconstante que tiene lugar detrás de un cuerpo cilíndrico, cuando se alcanza un flujo de velocidad mínimo. Cuando el aire fluye y pasa el cuerpo cilíndrico crea vórtices de baja presión alternos sobre el lado en la dirección del viento del cuerpo cilíndrico y luego tiende a moverse hacia las zonas de baja presión. La velocidad de flujo mínimo que conduce a la formación de vórtices depende del tamaño y la forma del cuerpo cilíndrico de fibra óptica. Por lo tanto, la forma y el tamaño de la fibra óptica en el sistema de medición de velocidad de viento se seleccionan de tal manera que la formación de vórtices ocurre detrás de la fibra en condiciones de viento en una turbina eólica.
- 30

De acuerdo con la invención es ventajoso que la instalación de energía eólica comprenda adicionalmente por lo menos una fibra óptica que esté dispuesta en el rotor y/o en por lo menos una de las palas de rotor y/o en la torre y/o en la góndola de la instalación. Por lo tanto por lo menos una fibra óptica está dispuesta en ubicaciones de interés en donde la velocidad del viento se pueda medir por ejemplo en el lado contra el viento de la pala de rotor o en el borde de ataque de la pala de rotor.

35

Con el fin de medir la velocidad del viento la instalación de energía eólica comprende una fuente emisora de luz que emite luz que se carga a través de la fibra óptica. Como un ejemplo de dicha fuente lumínica se puede utilizar un diodo emisor de luz (LED) que adicionalmente tiene tamaño pequeño y es preferiblemente fácil de instalar.

- 40 Adicionalmente la instalación de energía eólica comprende adicionalmente un sensor que recibe luz que detecta luz reflejada de un sensor de la fibra óptica. Dicho sensor que recibe luz puede ser por ejemplo un fotodetector.

Adicionalmente la instalación comprende además un control y una unidad de análisis, que analiza la luz reflejada de por lo menos un sensor y calcula un cambio de frecuencia como una diferencia de la frecuencia de la luz emitida y la frecuencia de la luz reflejada como resultado de las vibraciones de la fibra óptica y por lo tanto calcula la velocidad del viento que pasa por la fibra óptica. Adicionalmente la unidad de análisis y control puede controlar el paso de la pala.

45

Adicionalmente es ventajoso que el sensor comprenda por lo menos un sensor de rejilla Bragg que puede ser elaborado como la rejilla de fibra Bragg (FBG). Este sensor de rejilla Bragg se ubica preferiblemente dentro de la fibra óptica. Adicionalmente es ventajoso que una pluralidad de sensores de rejilla Bragg se ubiquen en diferentes posiciones dentro de la fibra óptica. Por lo tanto la distancia entre los diferentes sensores de rejilla Bragg permite una resolución local de medición de velocidad del viento para medir la velocidad del viento en diferentes puntos de la instalación en casi al mismo tiempo o la aplicación de medición en serie.

50

Con el fin de permitir la multiplexación de la medición de frecuencia de los diferentes sensores de rejilla Bragg estos se construyen de tal forma que tienen diferentes frecuencias de reflexión promedio.

5 Adicionalmente es ventajoso que la unidad de análisis y control calcule la velocidad del viento de la luz reflejada de los diferentes sensores de rejilla Bragg y de acuerdo con lo anterior calcule la variación de la velocidad del viento a lo largo de la fibra óptica.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las anteriores características y otras características y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción de una realización de ejemplo de la invención con referencia a los dibujos acompañantes, en los que:

10 La Figura 1 muestra una vista esquemática de una instalación de energía eólica que comprende un rotor y palas de rotor;

La Figura 2 muestra una sección transversal de una pala de rotor que comprende una fibra óptica;

La Figura 3 muestra una sección transversal de una fibra; y

La Figura 4 muestra un sistema de medición.

15 DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES

La Figura 1 muestra esquemáticamente una instalación de energía eólica 1 que comprende una góndola 2 que se monta en la parte de una torre 3 y que comprende un rotor 4 que comprende por lo menos una pala de rotor 5. La realización de la Figura 1 muestra dos palas de rotor 5. Con el fin de ajustar las palas de rotor 5 por ejemplo debido a la velocidad del viento y la dirección del viento las cuchillas 5 se montan en forma giratoria dentro del rotor 4 como se indica por la flecha 6.

20 Con el fin de medir la velocidad del viento del viento 8 que sopla en la vecindad de la instalación 1 la instalación 1 comprende por lo menos una fibra óptica 7 que permite medir la velocidad del viento por vía de la medición de las vibraciones de la fibra óptica 7 originadas por la formación de vórtices.

25 La Figura 2 muestra un ejemplo de una sección transversal de una pala de rotor 5 que contiene una fibra óptica 7 en el borde de ataque 9 de la pala 5. La fibra 7 se ubica en el borde de ataque y se fija a cierta distancia del borde de ataque de tal manera que la fibra 7 es capaz de vibrar debido a la formación de vórtices.

30 La Figura 3 muestra esquemáticamente el efecto de la formación de vórtices debido al viento 8 que sopla en la dirección casi rectangular a la fibra 7. Si la velocidad del viento es suficientemente grande el efecto de la formación de vórtices 10 ocurre y se genera una fuerza 11 que actúa sobre la fibra 7 en una dirección perpendicular a la dirección de la velocidad del viento, ver por ejemplo las flechas del viento 8.

35 La Figura 4 muestra esquemáticamente un diagrama de un sistema de medición que comprende la fibra 7 y un equipo adicional. El viento 8 sopla casi rectangular a la fibra 7 y crea fuerzas vibratorias que actúan sobre la fibra 7 que provoca vibraciones de la fibra propiamente dicha. Las vibraciones conducen a cambios locales de las propiedades ópticas de la fibra 7 que cambia en sí misma la frecuencia o longitud de onda de la luz reflejada mediante el sensor de rejilla Bragg 17 que se ubica en la fibra 7. Observe, que de acuerdo con la invención por lo menos un sensor de rejilla Bragg 17 se ubica dentro de la fibra óptica 7. Sin embargo, es ventajoso si una pluralidad de sensores de rejilla Bragg 17 se ubican en diferentes posiciones dentro de la fibra óptica 7. El uso de diferentes sensores de rejilla Bragg 17 permite el cálculo de velocidades del viento en diferentes ubicaciones o puntos de la fibra que permiten medir las desviaciones de velocidad del viento en la vecindad de la instalación de energía eólica.

40 Adicionalmente, permite determinar los perfiles de velocidad de viento a lo largo del borde de la pala. Permitir la multiplexación de la longitud de onda, es ventajoso si los sensores de rejilla Bragg 17 son tales que pueden comprender diferentes frecuencias de reflexión promedio.

45 Una fuente de luz 12 emite luz que pasa a través de la fibra. Dicha fuente emisora de luz 12 es por ejemplo un diodo emisor de luz (LED). Adicionalmente instala un detector o sensor que recibe luz 13 para medir la luz reflejada por el sensor de rejilla Bragg 17 y se proporciona una unidad de análisis y control 14 para analizar la luz reflejada para recibir una medida de la velocidad del viento como la fuente de las vibraciones de la fibra 7. Por lo tanto la unidad 14 comprende una captura de datos y unidad de almacenamiento 15 y una unidad de análisis de frecuencia 16. La unidad de análisis y control 14 analiza la luz reflejada por la rejilla y calcula un cambio de frecuencia como una diferencia de la frecuencia de la luz emitida y la frecuencia de la luz reflejada como resultado de las vibraciones de la fibra óptica y calcula por lo tanto la velocidad del viento cuando este pasa por la fibra óptica 7.

50

De acuerdo con la invención la instalación de energía eólica 1 comprende un rotor 4 que comprende por lo menos una pala de rotor 5 o preferiblemente una pluralidad de palas de rotor. Adicionalmente la instalación 1 comprende adicionalmente por lo menos un sistema de medición de velocidad de viento que mide ópticamente las vibraciones de una fibra óptica 7 debido a la formación de vórtices.

- 5 De acuerdo con la realización, se ha descrito por lo menos una fibra óptica 7 para ubicarse en el borde de ataque 9 de una pala de rotor 5. Sin embargo, adicionalmente o alternativamente, se pueden disponer una o más fibras ópticas 7 en otras ubicaciones de la turbina eólica, como, por ejemplo en el concentrador de rotor y/o la góndola 2 de la instalación 1 y/o en la torre 3 de la instalación 1.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Instalación de energía eólica (1) que incluye un rotor (4) que comprende por lo menos un pala de rotor (5) en donde la instalación de energía eólica (1) comprende por lo menos un sistema de medición de velocidad de viento (7,12,13,14),
- caracterizado porque la instalación de energía eólica (1) comprende adicionalmente una fuente emisora de luz (12) que emite luz que se carga a través de una fibra óptica (7), un sensor que recibe luz (13) que detecta la luz reflejada de un sensor de la fibra óptica (7); y
- 10 por lo menos un sistema de medición de velocidad de viento (7,12,13,14) que mide ópticamente las vibraciones de la fibra óptica (7) debido a la formación de vórtices por medio de una unidad de análisis y control (14), que analiza la luz reflejada y calcula un cambio de la frecuencia como una diferencia de la frecuencia de la luz emitida y la frecuencia de la luz reflejada como resultado de las vibraciones de la fibra óptica (7) y por lo tanto calcula la velocidad del viento del viento (8) que pasa por la fibra óptica.
- 15 2. Instalación de energía eólica (1) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende por lo menos una fibra óptica (7) que esté dispuesta en el rotor (4) y/o en por lo menos una de las palas de rotor (5) y/o en la góndola (2) y/o en la torre (3) de la instalación (1).
3. Instalación de energía eólica (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde el sensor comprende por lo menos un sensor de rejilla Bragg (17).
- 20 4. Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 3, en donde por lo menos un sensor de rejilla Bragg (17) se ubica dentro de la fibra óptica.
5. Instalación de energía eólica de acuerdo con la reivindicación 4, en donde los sensores de rejilla Bragg (17) se ubican en diferentes posiciones dentro de la fibra óptica (7).
6. Instalación de energía eólica (1) de acuerdo con las reivindicaciones 3 a 5, en donde los sensores de rejilla Bragg (17) tienen diferentes frecuencias de reflexión promedio.
- 25 7. Instalación de energía eólica (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 6, en donde la unidad de análisis y control (14) se adapta para calcular la velocidad del viento al analizar la luz reflejada de los diferentes sensores de rejilla Bragg (17) y calcula la variación de la velocidad del viento a lo largo de la fibra óptica.

FIG 1

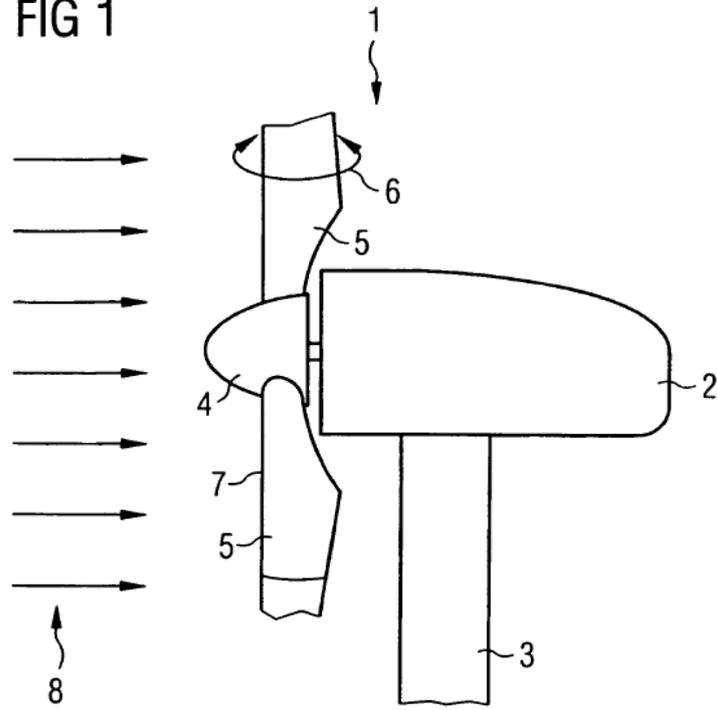


FIG 2

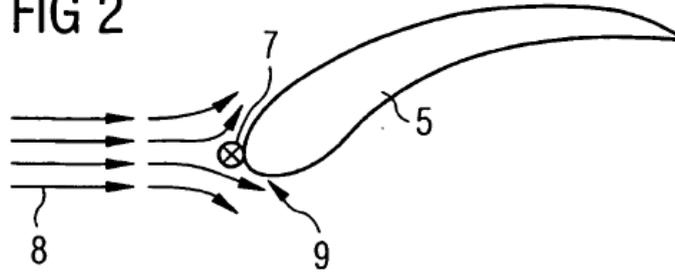


FIG 3

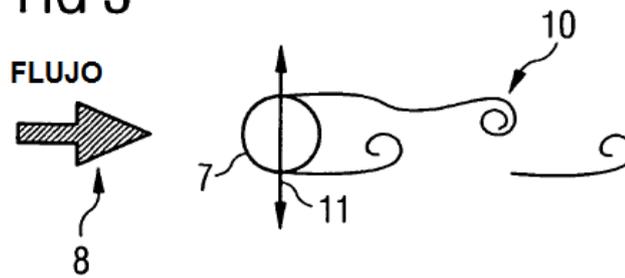


FIG 4

