

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 974**

21 Número de solicitud: 201731108

51 Int. Cl.:

F03D 17/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

12.09.2017

43 Fecha de publicación de la solicitud:

13.03.2019

Fecha de concesión:

03.09.2019

45 Fecha de publicación de la concesión:

10.09.2019

73 Titular/es:

**BENETIS, Kate Elsbeth (100.0%)
C/ Joaquín Beunza, 7, 5º B
31014 Pamplona (Navarra) ES**

72 Inventor/es:

BENETIS, Kate Elsbeth

74 Agente/Representante:

ZUGARRONDO TEMIÑO, Jesús María

54 Título: **DISPOSITIVO PARA LA CORRECCIÓN INSTANTÁNEA DE LAS MEDIDAS DEL FLUJO DE VIENTO EN AEROGENERADORES**

57 Resumen:

Dispositivo para la corrección instantánea de las medidas del flujo de viento en aerogeneradores. El dispositivo está constituido a partir de un circuito de adquisición de datos (5), circuito conectado a un sensor de velocidad horizontal de viento o anemómetro (10) situado tras las palas (7) del rotor (8) de la góndola (9) del aerogenerador(1), así como a un sistema de sensorización (11) de la posición exacta de las palas (7) del aerogenerador(1). Por medio de este dispositivo de adquisición de datos se puede realizar cálculos instantáneos, de manera que se recogen los datos de posición de las palas y los valores de viento y condiciones atmosféricas y del aerogenerador y se aplican las matrices de los efectos medidos durante el periodo de análisis de datos de manera inversa. De esta manera se corrige el efecto del paso de las palas y el efecto que el aerogenerador al completo tiene sobre el viento libre, devolviendo el dato de medida de flujo de viento libre corregidos.

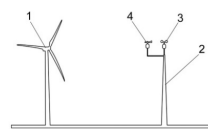


FIG. 1

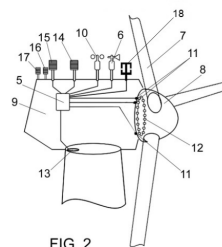


FIG. 2

ES 2 703 974 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015. Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

DESCRIPCIÓN

**DISPOSITIVO PARA LA CORRECCIÓN INSTANTÁNEA DE LAS MEDIDAS DEL FLUJO
DE VIENTO EN AEROGENERADORES**

5

OBJETO DE LA INVENCION

10 La presente invención se refiere a un dispositivo que ha sido especialmente concebido para ser instalado en aerogeneradores, en orden a optimizar su funcionamiento y conocer su eficiencia en tiempo real.

15 El objeto de la invención es proporcionar un dispositivo que permita corregir en tiempo real la medida del flujo de viento a la altura del buje de un aerogenerador de una o más palas en los que la medida de los sensores de viento (anemómetros y veletas) estén perturbados tras el paso del aire por las palas.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

20

Aunque los aerogeneradores disponen de sensores de viento tales como anemómetros y veletas a la hora de ajustar la posición de la góndola para optimizar su rendimiento y/o activar sistemas de frenado de seguridad, la realidad es que estos sensores se sitúan tras las palas del aerogenerador, de manera que el aire que atraviesa las mismas se ve perturbado por la configuración de éstas dándose el caso en muchas ocasiones que la dirección y/o velocidad del viento "libre" no se corresponde fielmente con la medida por estos instrumentos.

30 Esto provoca que el aerogenerador no trabaje de forma óptima, viéndose mermado su rendimiento, con la consecuente pérdida económica que ello supone.

Por el mismo motivo resulta imposible conocer con estos instrumentos de medida en góndola la eficiencia real de los aerogeneradores.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

El dispositivo para la corrección instantánea de las medidas del flujo de viento en aerogeneradores que se preconiza resuelve de forma plenamente satisfactoria la problemática anteriormente expuesta, de manera que por medio del dispositivo de adquisición de datos se pueden realizar cálculos instantáneos en función de los datos de posición de las palas y los valores de viento y condiciones atmosféricas del aerogenerador a los que se aplican matrices de los efectos medidos durante un periodo de análisis de datos de manera inversa. De esta manera se corrige el efecto del paso de las palas y el efecto que el aerogenerador al completo tiene sobre el viento libre, devolviendo el dato de flujo de viento libre corregido.

Para ello, y de forma más concreta, el dispositivo de la invención se constituye a partir de un circuito de adquisición de datos al que se conectan un anemómetro o sensor de velocidad horizontal del viento situado detrás de las palas del aerogenerador, que puede ir acompañado de un segundo anemómetro destinado a medir la componente vertical del viento, una veleta o sensor de dirección del viento horizontal, situada igualmente detrás de las palas del aerogenerador y un sensor de la posición de las palas del aerogenerador, a través de sensores inductivos o cualquier otro medio convencional que permita conocer la posición relativa de las palas de manera instantánea.

Para que la corrección sea lo más aproximada posible a la velocidad o dirección libre del viento es aconsejable, aunque no imprescindible, que se haga una medida previa con un aerogenerador de las mismas características con un mástil de referencia portando instrumentación meteorológica.

En esta primera medida, con la que se recogerán valores comparativos entre los sensores de mástil y los del dispositivo colocado en el aerogenerador se aconseja recoger las siguientes señales del mástil:

- Velocidad horizontal de viento a altura de rotor
- Velocidad horizontal de viento a altura de punta de pala
- Dirección horizontal de viento a altura de rotor
- Temperatura y humedad relativa a <10m de altura de rotor

- Presión atmosférica a <10m de altura de rotor
- Velocidad vertical del viento a <10m altura de rotor

5 Además de los sensores ya descritos, el dispositivo es susceptible de incorporar adicionalmente otra serie de sensores para optimizar aún más el rendimiento del aerogenerador, tales como sensores de presión atmosférica, sensores de temperatura del aire, sensores de humedad relativa así como los ya referidos sensores de velocidad del viento vertical.

10 El circuito de sistema de adquisición de datos es capaz de realizar cálculos con los datos obtenidos de los sensores en tiempo real para recogida y corrección de los datos de viento.

De igual manera, el dispositivo incorporará entradas analógicas y digitales libres para poder introducir otras señales que vinieran del aerogenerador u otros sensores que pudieran
15 aumentar la exactitud de la medida calculada tales como:

- Posición de pitch
- Medida de potencia generada, total y consumos
- Azimut de góndola
- 20 • Señal de disponibilidad del aerogenerador según norma "IEC 61400 12-1 edición 2"
- Densidad del aire (posibilidad de calcular este valor si temperatura y presión del aire son conocidas)

Una vez que el dispositivo ha recogido las señales de los sensores que incluye y otras de
25 sensores externos, estos datos se comparan tanto en valores estadísticos como en instantáneos tomando como referencia la posición del paso de la pala y los rangos de velocidad, agrupando estadísticamente toda la serie de valores en función de la posición y el paso de cada pala.

30 Analizando los efectos de la posición de cada pala en función de las condiciones atmosféricas se extrae una función que será la que luego se aplique inversamente a las medidas registradas en los sensores de viento, como anemómetros horizontales, anemómetros verticales y veletas, dependiendo de la posición de la pala y de las medidas registradas para devolver el valor real del flujo del viento libre.

La matriz extraída de toda la pila de valores puede ser calculada por regresión lineal o interpolación aunque también se pueden utilizar otros métodos que ajusten mejor a la curva resultante.

5

Consecuentemente, la novedad del dispositivo de la invención radica en considerar la posición del giro de la pala, que puede ser medida con sensores inductivos que indiquen los pasos de los pernos del buje para de esta manera saber con exactitud la posición de cada una de las palas.

10

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que seguidamente se va a realizar y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de planos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

20 La figura 1.- Muestra una representación esquemática de la fase previa y opcional de recogida de datos, recomendada, para ser tomada en cuenta a la hora de implantar el dispositivo de la invención.

25 La figura 2.- Muestra una vista esquemática de una góndola de un aerogenerador en la que se ha implantado un dispositivo para la corrección instantánea de las medidas de viento en aerogeneradores.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

30

A la vista de las figuras reseñadas, y en especial de la figura 1, puede observarse como resulta recomendable, aunque no imprescindible, llevar a cabo un proceso de recogida de datos previos, con un aerogenerador (1) de las mismas características que las del aerogenerador en el que se va a implantar el dispositivo, de manera que se instale un

mástil de referencia (2) portando instrumentación meteorológica como las recogidas en la norma "IEC 61400 12-1 edición 2" para la validez de la medida y los sectores de viento, así como los factores de calibración aplicados a la medida recogida por los sensores del mástil, en el que participa al menos un anemómetro de referencia (3) y una veleta de referencia (4).

En caso de que se haya realizado una calibración de emplazamiento previa, nos remitiremos como simple referencia a los requerimientos de la norma anteriormente mencionada y los anexos A, B y C de la misma.

Por su parte, en el aerogenerador (1), y tal y como muestra la figura 2, se implantará el dispositivo de la invención, que comprende un circuito de adquisición de datos (5) con posibilidad de realizar cálculos en tiempo real para recogida y corrección de los datos de viento y recogida de los datos del aerogenerador, circuito conectado a un sensor de dirección de flujo horizontal de viento o veleta (6) situada tras las palas (7) del rotor (8) de la góndola (9) del aerogenerador (1), igualmente conectado a un sensor de velocidad horizontal de viento o anemómetro (10) y a un sensor de flujo de viento vertical o anemómetro vertical (18), situados sobre la góndola sin filtros y a una frecuencia de muestreo igual o mayor a 5 hercios.

Dicho circuito de adquisición de datos (5) se conecta a un sistema de sensorización (11), por ejemplo a base de sensores inductivos para conocer la posición exacta de los pernos (12) del eje lento del aerogenerador y conocer así la posición exacta de las palas (7), si bien podría ser cualquier otro tipo de sensor que nos diera la misma información.

Opcionalmente, el dispositivo puede incluir una serie de sensores que se pueden añadir al dispositivo para mejorar la fiabilidad del mismo y recomendados para conseguir la mayor exactitud, tales como un sensor de posicionamiento de góndola (13) para conocer la diferencia de orientación respecto a la veleta (6) sobre la góndola (9), un sensor de presión atmosférica (14), un sensor de Temperatura (15), un sensor de humedad relativa (16) y un sensor de precipitación (17), para conocer estos valores a nivel de la góndola (9).

El dispositivo tendría entradas analógicas y digitales libres para poder introducir otras señales que vinieran del aerogenerador u otros sensores no incluidos en los listados para

5 el dispositivo y que pudieran aumentar la exactitud de la medida calculada, tales como posición de pitch, medida de potencia generada, total y consumos, azimut de góndola, señal de disponibilidad del aerogenerador según norma "IEC 61400 12-1 edición 2", densidad del aire (posibilidad de calcular este valor si temperatura y presión del aire son conocidas), etc.

10 Una vez que el dispositivo ha recogido las señales de los sensores que incluye y otras de sensores externos, estos datos se comparan tanto en valores estadísticos como en instantáneos tomando como referencia la posición del paso de la pala y los rangos de velocidad, agrupando estadísticamente toda la serie de valores en función de la posición y el paso de cada pala.

15 Analizando los efectos de la posición de cada pala (7) en función de las condiciones atmosféricas se extrae una función, que podría ser de tipo matricial, que será la que luego se aplique inversamente a las medidas recogidas por los sensores de flujo del viento, anemómetros (10-18) y veleta (6), dependiendo de la posición de la pala (7) y de las medidas registradas, para devolver el valor real de flujo del viento.

20 En base a la matriz resultante de los valores de las medidas recogidas puede ser calculada una función por regresión lineal o interpolación, aunque también se pueden utilizar otros métodos que proporcionen un mejor ajuste.

25 Siguiendo el procedimiento descrito, existe la posibilidad de corregir cualquiera de las medidas de anemómetros (10-18) y veleta (6), corrigiendo así la medida del flujo de viento en las tres dimensiones x,y,z en base al paso de la pala (7).

30 Con el fin de simplificar el proceso de cálculo, se puede considerar que el efecto de cualquiera de las palas (7) de un mismo aerogenerador es idéntico, por lo que se puede considerar cada paso de pala como si fuera el mismo y agrupar todos los datos recogidos de los pasos de pala en uno solo. Por ejemplo, para un aerogenerador de tres palas, los 360 grados de una rotación completa se agrupan en 120 grados que simulan el paso de una única pala que se repite. Los 360 grados quedarían en 180 en el caso de que el aerogenerador tuviera dos palas y en 360 si el aerogenerador tuviera una sola pala.

A partir de esta estructuración, se obtiene un dispositivo de adquisición de datos que pueda realizar cálculos instantáneos, de manera que se recogen los datos de posición de las palas y los valores de viento y condiciones atmosféricas y del aerogenerador y se aplican las matrices de los efectos medidos durante el periodo de análisis de datos de manera
5 inversa. De esta manera se corrige el efecto del paso de las palas y el efecto que el aerogenerador al completo tiene sobre el viento libre, devolviendo el dato del flujo de viento libre corregido.

Este procedimiento de corrección se puede clonar para aerogeneradores de características
10 similares, evitando así la necesidad de repetir el proceso de recogida y análisis de datos, y pudiendo calcular la velocidad y dirección libre tan solo cargando la matriz de corrección en un dispositivo de adquisición de datos con capacidad para realizar cálculos instantáneos que tenga acceso a anemómetros y veleta y a los sensores inductivos (u otros) que indiquen la posición instantánea de las palas o cualquier otra medida.

15

REIVINDICACIONES

1^a.- Dispositivo para la corrección instantánea de las medidas del flujo de viento en góndola en aerogeneradores, caracterizado porque está constituido a partir de un circuito de adquisición de datos (5), circuito conectado a un sensor de velocidad horizontal de viento o anemómetro (10) situado tras las palas (7) del rotor (8) de la góndola (9) del aerogenerador (1), igualmente conectado a un sistema de sensorización (11) de la posición exacta de las palas (7) del aerogenerador (1), habiéndose previsto que dicho circuito de adquisición de datos (5) incluya medios para la comparación de las señales obtenidas tanto en valores estadísticos como en instantáneos tomando como referencia la posición del paso de la pala (7) y los rangos de velocidad, agrupando estadísticamente toda la serie de valores en función de la posición y el paso de cada pala, así como de generación de una función aplicable de forma inversa a la señal del anemómetro (10) de góndola, dependiendo de la posición de la pala (7) y de las medidas registradas para devolver el valor de la velocidad real del viento.

2^a.- Dispositivo para la corrección instantánea de las medidas del flujo de viento en góndola en aerogeneradores, según reivindicación 1^a, caracterizado porque el circuito de adquisición de datos (5) está asociado a un sensor de dirección de flujo horizontal de viento o veleta (6).

3^a.- Dispositivo para la corrección instantánea de las medidas del flujo de viento en góndola en aerogeneradores, según reivindicación 1^a, caracterizado porque el circuito de adquisición de datos (5) está asociado a un sensor de flujo de viento vertical o anemómetro vertical (18) a nivel de la góndola.

4^a.- Dispositivo para la corrección instantánea de las medidas del flujo de viento en góndola en aerogeneradores, según reivindicación 1^a, caracterizado porque el circuito de adquisición de datos (5) está asociado a un sensor de temperatura (15) a nivel de la góndola.

5^a.- Dispositivo para la corrección instantánea de las medidas del flujo de viento en góndola en aerogeneradores, según reivindicación 1^a, caracterizado porque el circuito de adquisición de datos (5) está asociado a un sensor de humedad relativa (16) a nivel de la góndola.

5 6ª.- Dispositivo para la corrección instantánea de las medidas del flujo de viento en góndola en aerogeneradores, según reivindicación 1ª, caracterizado porque el circuito de adquisición de datos (5) está asociado a un sensor de precipitación (17) a nivel de la góndola.

10 7ª.- Dispositivo para la corrección instantánea de las medidas del flujo de viento en góndola en aerogeneradores, según reivindicación 1ª, caracterizado porque el dispositivo incluye entradas analógicas y digitales libres para poder introducir otras señales externas al aerogenerador, tales como las señales provenientes de un mástil (2) de referencia con instrumentación meteorológica.

15 8ª.- Dispositivo para la corrección instantánea de las medidas del flujo de viento en góndola en aerogeneradores, según reivindicación 1ª, caracterizado porque el sistema de sensorización (11), es susceptible de estar obtenido a base de sensores inductivos para conocer la posición exacta de los pernos (12) del eje lento del aerogenerador y consecuentemente la posición exacta de las palas (7).

20 9ª.- Dispositivo para la corrección instantánea de las medidas del flujo de viento en góndola en aerogeneradores, según reivindicación 1ª, caracterizado porque el circuito de adquisición de datos (5) está asociado a un sensor de posicionamiento de góndola (13).

25 10ª.- Dispositivo para la corrección instantánea de las medidas del flujo de viento en góndola en aerogeneradores, según reivindicación 1ª, caracterizado porque el circuito de adquisición de datos (5) está asociado a un sensor de presión atmosférica (14) a nivel de la góndola.

