

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 046**

51 Int. Cl.:

F03D 7/04 (2006.01)

F03D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09008270 .2**

96 Fecha de presentación: **24.06.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2267301**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.12.2010**

54

Título: **Disposición y método para controlar la guiñada de una turbina eólica**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:

18.12.2012

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:

18.12.2012

73

Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72

Inventor/es:

STIESDAL, HENRIK

74

Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 393 046 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

Disposición y método para controlar la guiñada de una turbina eólica

5 La presente invención se refiere a una disposición y a un método para controlar la guiñada de una turbina eólica.

10 Para las turbinas eólicas se usa un proceso de guiñada, para permitir que la góndola y sus palas rotatorias giren un cierto ángulo de guiñada para conseguir una dirección del viento óptima en cuanto a las palas. Las palas rotan alrededor de un eje de rotación horizontal, que es perpendicular a un plano de rotación, definido por las palas rotatorias.

Existe un denominado "error de ángulo de guiñada", que es el ángulo entre el eje de rotación horizontal y la dirección del viento real.

15 Para conseguir una capacidad máxima de la turbina eólica, el eje de rotación de las palas debe ser paralelo a la dirección del viento. En este caso el error de ángulo de guiñada muestra un valor de 0° ya que el eje es paralelo a la dirección del viento.

20 El eje de rotación de las palas rotatorias muestra también un ángulo de inclinación vertical, que se usa para impedir que las palas rotatorias toquen la torre a velocidades del viento altas. Por tanto, el eje de rotación de las palas está en realidad ligeramente fuera de la orientación paralela (este efecto se ignora para las siguientes consideraciones).

25 Durante el proceso de guiñada la góndola de la turbina eólica se hace girar alrededor de un eje de guiñada vertical hasta que el eje de rotación de las palas es paralelo a la dirección del viento (excepto por un posible ángulo de inclinación vertical). Habitualmente el eje de guiñada coincide con el eje vertical de la torre de la turbina eólica.

30 El proceso de guiñada se lleva a cabo normalmente con la ayuda de medios eléctricos o hidráulicos. Un denominado "control de unidad de accionamiento de guiñada" usa mediciones de la dirección del viento. Las mediciones se realizan con la ayuda de uno o más sensores, que está ubicados normalmente en la parte superior de la góndola de la turbina eólica.

35 Si los sensores de dirección del viento están ubicados en la góndola mientras que las palas rotatorias se sitúan en una dirección contra el viento de la torre, los sensores no están expuestos de manera libre. Por tanto no miden la dirección del viento sin perturbaciones, que se producen por las palas rotatorias.

40 En su lugar, el viento ha pasado a través de las palas rotatorias y puede perturbarse debido al paso. También pueden existir fenómenos de aceleración alrededor de la propia góndola, mientras el viento pasa a su través. Tal distorsión es habitualmente una función de la velocidad del viento, de la turbulencia, de la dirección del viento y de la inclinación vertical del viento.

45 Por consiguiente la alineación del eje de rotación de las palas con la dirección del viento durante el proceso de guiñada está asociada con una incertidumbre.

A velocidades del viento bajas y medias la salida de potencia de la turbina es sensible a una alineación de guiñada apropiada. Se cree generalmente que en las turbinas eólicas la relación entre la alineación de guiñada y la salida de potencia es una función de coseno al cuadrado, en lugar de una función de coseno simple. La razón para esta sensibilidad alta está relacionada con el comportamiento de estela a favor del viento de la turbina eólica.

50 Si la relación de coseno al cuadrado es válida, un error de ángulo de guiñada de 5° correspondería a una salida de potencia de $\cos^2(5^\circ) = 0,99$. Esto significaría que se pierde el 1% de la potencia de salida. Una pérdida como ésta puede parecer mínima, pero asciende fácilmente a más de 100.000 kWh anualmente para una turbina eólica grande. Además, los errores de ángulo de guiñada crean una carga dinámica más alta que actúa sobre la estructura de la turbina eólica, lo que es un fenómeno no deseado. Una gran cantidad de la carga de fatiga sobre una turbina se refiere a errores de ángulo de guiñada.

55 Hasta ahora el problema de una alineación de guiñada apropiada se ha solucionado mediante una calibración apropiada de los sensores de dirección del viento montados en la góndola. Durante una prueba tipo de la turbina eólica la alineación de guiñada se mide mediante una comparación de la dirección de guiñada con la dirección del viento. La medición se realiza en un mástil meteorológico independiente. Cualquier desviación puede ajustarse mediante un ajuste permanente de las ménsulas de montaje de los sensores de dirección del viento. Cualquier dependencia con la velocidad del viento puede ajustarse implementando un algoritmo de corrección adecuado en el controlador de unidad de accionamiento de guiñada.

65 Sin embargo se producen algunas dificultades en este enfoque tradicional. En primer lugar, el método tradicional es sensible a tolerancias en las mediciones de referencia usadas. Son sensibles a la calibración de los instrumentos, que están montados en el mástil meteorológico independiente, usados para medir la dirección del viento.

Son sensibles a la calibración de la dirección de guiñada, que se mide en una turbina de prueba y también a la precisión de las ménsulas de turbina de prueba para los sensores de dirección del viento montados en la góndola.

5 Además, la precisión de guiñada siempre será una función de la precisión del montaje de los sensores en las turbinas eólicas individuales en el campo.

10 Además, la distorsión de flujo en el campo puede ser diferente de la distorsión de flujo en la turbina de prueba. Por ejemplo esto resulta de diferencias en el equipo de góndola, que pueden afectar a características de aceleración por encima de la góndola y pueden afectar a las diferencias en las condiciones de flujo ambiente.

15 Normalmente, las diferencias en el equipo de góndola pueden producirse debido a luces de advertencia aéreas. Las diferencias en condiciones de flujo ambiente pueden ser, por ejemplo, turbulencia o inclinación de flujo, por ejemplo debido a características del paisaje en la ubicación de la turbina.

El documento EP 2 017 468 A1 da a conocer un control de guiñada, que usa un anemómetro. El anemómetro está ubicado en una pala de rotor.

20 El documento WO 2008/129112 A1 da a conocer un álabe, que es una parte integrada de la torre de turbina eólica. El álabe se fija a la torre y se usa para colocar la góndola.

El documento EP 2 048 507 A2 da a conocer un sensor de viento, que está montado en un brazo en un cono de morro de turbina eólica.

25 Por tanto, el objetivo de la invención es proporcionar una disposición y un método mejorados para controlar la guiñada de una turbina eólica.

30 Estos objetivos se solucionan mediante las características de la reivindicación 1 y mediante las características de la reivindicación 13. Realizaciones mejoradas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

Según la invención una turbina eólica muestra una góndola y un buje. La góndola está montada de manera que puede rotar alrededor de un primer eje con un ángulo de guiñada ajustable. El buje está conectado con la góndola y el buje está montado de manera que puede rotar alrededor de un eje de rotación.

35 En una realización preferida el eje de rotación está inclinado un cierto ángulo con respecto al primer eje, estando la inclinación en el intervalo de 90°.

40 El buje lleva al menos una pala, que rota alrededor del eje de rotación debido a un viento entrante. La pala rotatoria define un plano de rotor, que es perpendicular al eje de rotación. La turbina eólica comprende un canal con al menos una abertura, estando ubicada la abertura a una distancia predefinida con respecto al plano de rotor.

La abertura está dispuesta de manera que al menos una componente del viento entrante se guía como flujo de aire a través de la abertura y al interior del canal.

45 El canal comprende un dispositivo de medición, que está dispuesto para medir un parámetro del flujo de aire a través del canal. El dispositivo de medición está conectado con un controlador, que está dispuesto para usar el parámetro medido del flujo de aire para detectar un error de ángulo de guiñada entre la dirección del viento entrante y el eje de rotación, mientras que el error de ángulo de guiñada se usa para ajustar el ángulo de guiñada de la góndola.

50 En una realización preferida el viento se guía como flujo de aire a través de la abertura y al interior del canal antes de que el viento entrante pase por el plano de rotor.

55 El viento ambiente, entrante muestra una componente horizontal en el plano de rotor si la dirección del viento entrante y el eje de rotación de la pala rotatoria no son paralelos entre sí. Éste es el caso cuando se produce un error de ángulo de guiñada. La componente horizontal es la componente que debe medirse dentro del canal para variar el ángulo de guiñada.

60 La componente horizontal del viento entrante o al menos una parte de la misma entra en el canal a través de la abertura del canal de manera cíclica, si existe un error de ángulo de guiñada. Esto conduce a un flujo cíclico de aire dentro del canal, que se mide según la invención.

65 Esto da como resultado una variación periódica medida del flujo de aire, que es una función del error de ángulo de guiñada y por consiguiente esto se usa para un propósito de control de guiñada.

La dirección de la guiñada, a la que tiene que ajustarse el eje de rotación, es aquella en la que puede reducirse la

variación periódica a lo largo del tiempo. La dirección se determina a partir de la fase de la variación con respecto al azimut del plano de rotor. Si la dirección del viento entrante ambiente y el eje de rotación son paralelos entre sí, la variación periódica del flujo de aire en el canal durante un periodo de rotación del rotor se reduce hasta un valor mínimo observado a lo largo del tiempo, o incluso se reduce a "0".

5 Esto significa que el eje de rotación se hace girar con la ayuda del ángulo de guiñada hasta que la variación periódica de la medición alcanza un valor mínimo o incluso desaparece. La góndola puede mantenerse entonces en esta posición hasta que la variación periódica aumenta otra vez.

10 Si existe un aumento de la variación, el plano de rotor o la góndola se hace girar otra vez, hasta que la variación se vuelve mínima o desaparece.

La guiñada de la turbina eólica se realiza ventajosamente basándose en una variación periódica de las mediciones del dispositivo de medición durante un periodo de rotación del rotor.

15 La disposición inventiva proporciona un método muy simple y preciso para el control de guiñada.

El método inventivo es insensible a la distorsión de flujo y mide el error de ángulo de guiñada donde es importante (es decir en la zona de plano de rotor).

20 La ventaja del método inventivo para el control de guiñada es que maximiza la salida de energía, mientras que la carga dinámica sobre la estructura de turbina eólica se lleva a un mínimo. Por tanto se extiende la vida útil de los componentes de turbina eólica.

25 En una realización preferida el canal se extiende de manera radial en una dirección hacia fuera desde el eje de rotor de manera que el eje longitudinal del canal es sustancialmente paralelo a un eje longitudinal de una pala de rotor.

De esta manera, el canal puede estar ubicado en una pala de rotor.

30 La abertura del canal está ubicada a una distancia particular con respecto al eje de rotor.

De esta manera, es posible controlar la guiñada de la turbina basándose en mediciones en el plano de rotor a una cierta distancia con respecto al eje de rotor. Está dentro del alcance de la invención que el canal sea una parte integrada de una pala de rotor.

35 En una realización preferida de la invención el dispositivo de medición está dispuesto para medir el flujo de aire y/o la velocidad del aire en el canal.

En una realización preferida de la invención el flujo de aire se mide mediante un transductor ultrasónico.

40 El flujo de aire y/o la velocidad del aire en el canal cambiarán durante un periodo de rotación del rotor y comparando las variaciones con la posición del rotor es posible determinar la dirección a la que debe guiñarse la turbina eólica para reducir el error de ángulo de guiñada.

45 De esta manera, también es posible usar la medición de variación en el tiempo del flujo de aire o la velocidad del aire en el canal para estimar el error de ángulo de guiñada y para controlar la guiñada de la góndola de la turbina eólica.

50 En una realización preferida el canal está dispuesto en el buje, pasando el canal a través del buje de manera que las aberturas están dispuestas en el buje opuestas entre sí. Está ubicadas sustancialmente perpendiculares al eje de rotor. De esta manera, la medición se lleva a cabo delante del rotor, lo que significa que la medición se lleva a cabo sin o sólo con un mínimo de perturbaciones de las palas rotatorias.

55 Esto es una gran mejora en comparación con los sistemas de la técnica anterior, descritos en la introducción, ya que la dirección del viento se mide sin influencias ni perturbaciones de las palas rotatorias del rotor.

Además, el dispositivo de medición está ubicado y protegido dentro del canal en un lado de sotavento del impacto directo del clima. Esto es una gran mejora en comparación con los anemómetros y álabes que están ubicados en la parte superior de la góndola y por tanto son un objetivo del viento, el sol, la lluvia y la nieve directos.

60 Debido a la invención es posible elegir el diámetro o la sección transversal del canal y sus aberturas de manera que sean suficientemente grandes (en un intervalo de 40 mm por ejemplo) para evitar una deposición de sal, suciedad o nieve dentro del canal.

65 La acumulación de hielo en las aberturas del canal y dentro del canal se evita también mediante una sección transversal adecuada.

En una realización adicional una hélice o un rodete, que rota cuando pasa aire a su través, se usa como parte del dispositivo de medición. El eje de rotación de esta hélice es perpendicular al eje longitudinal del canal. En el caso de un error de guiñada el flujo de aire en el canal hace girar el rodete para que rote a una cierta dirección. La hélice gira de manera alternante debido a la rotación del rotor.

En otra realización el dispositivo de medición está dispuesto para medir las diferencias periódicas de la presión de aire en el canal. De esta manera, las variaciones de la presión de aire dentro del canal durante una rotación de la pala rotatoria se usan para estimar el error de ángulo de guiñada para el control de guiñada de la góndola.

Según la invención el dispositivo de medición está dispuesto para detectar la dirección del flujo de aire en el canal. Esto puede conseguirse mediante una válvula, que está dispuesta en el canal. Un codificador se usa para leer la posición de la válvula. La válvula se abre y/o cierra de manera cíclica por el flujo de aire en el canal.

Mediante el presente documento es posible detectar la dirección del flujo de aire en el canal leyendo la posición de la válvula y posteriormente determinar el error de ángulo de guiñada comparando la medición con la posición del rotor.

En una realización preferida la dirección del flujo de aire se compara con la posición de la pala rotatoria para estimar la dirección del viento entrante ambiente en relación con el plano de rotor.

De esta manera, es posible usar la detección de la dirección de flujo de aire en el canal para controlar la guiñada e incluso los ángulos de paso de las palas de la turbina eólica.

La resistencia mecánica de la válvula se cambia en una realización preferida para evitar una apertura y cierre excesivos de la válvula. De este modo se impide una acción de control excesiva de la turbina eólica.

En una realización preferida la abertura del canal está inclinada entre 0° y 90° en relación con el plano de rotor para atrapar la componente del viento, que no es perpendicular al plano de rotor.

Por ejemplo el canal se dobla un poco en el extremo con el fin de atrapar el viento que viene del lado del rotor.

De esta manera, la abertura está dispuesta para aumentar las variaciones periódicas de las mediciones en el caso de un error de ángulo de guiñada.

El flujo de aire aumentaría en una posición de rotor en la que la abertura está hacia el viento y disminuiría en la posición opuesta en la que la abertura se coloca lejos del viento. La variación periódica de la componente de la velocidad del viento en el plano de rotor durante un periodo de rotación del rotor es mínima o desaparece cuando la dirección del viento ambiente y el eje de rotor son sustancialmente paralelos entre sí debido al hecho de que entra la misma cantidad de viento en el canal independientemente de la posición de rotor.

Sin embargo, en el caso de un error de ángulo de guiñada la medición se altera debido a la rotación del rotor. En una realización de la invención la medición de variación en el tiempo del dispositivo de medición se evalúa a tiempo mediante integración o similar.

Mediante el presente documento es posible determinar el error de ángulo de guiñada y/o controlar la guiñada de la turbina eólica mediante la desviación de las mediciones, la amplitud, el valor de la media cuadrática o similar.

Por ejemplo, un valor integrado es de más o menos "0" cuando el plano de rotor está alineado sustancialmente en perpendicular a la dirección del viento ambiente. Este valor indica que no es necesario cambiar la guiñada de la góndola.

La disposición inventiva es muy simple en su construcción y por tanto permite mediciones precisas incluso en condiciones medioambientales rigurosas.

En una realización mejorada se asigna cada pala de la turbina eólica a un canal, por tanto para tres palas se usan tres canales, usándose cada canal para medir la dirección del viento por dentro.

La invención se describe en más detalle con la ayuda de un dibujo.

La figura 1 muestra esquemáticamente la relación entre el error de ángulo de guiñada, la dirección del viento entrante y la dirección de la componente horizontal del viento entrante en relación con la turbina eólica,

la figura 2 muestra la turbina eólica según la invención cuando el error de ángulo de guiñada muestra un valor mínimo,

- la figura 3 muestra en referencia a la figura 2 la componente horizontal medida del viento, que pasa a través del canal a lo largo del tiempo,
- 5 la figura 4 muestra la turbina eólica según la invención cuando el error de ángulo de guiñada muestra cierto valor,
- la figura 5 muestra en referencia a la figura 4 la componente horizontal medida del viento, que pasa a través del canal a lo largo del tiempo.
- 10 La figura 1 muestra en una vista desde arriba esquemáticamente la relación entre el error de ángulo de guiñada α , la dirección del viento entrante IW y la dirección de la componente horizontal HCIW del viento entrante en relación con una turbina eólica WT, que comprende una góndola NA, un buje HB y el rotor R con palas. La góndola NA puede hacerse girar un cierto ángulo de guiñada alrededor de un denominado primer eje FA, que es el eje vertical de la
- 15 torre T. Las palas rotatorias del rotor definen un plano de rotor RP.
- Si se produce un error de ángulo de guiñada α el viento entrante IW no es paralelo al eje de rotación RA del rotor R. Esto da como resultado una pérdida de potencia de salida y cargas eólicas más altas que actúan sobre los componentes de turbina eólica.
- 20 El error de ángulo de guiñada α se reduce haciendo girar el eje de rotación RA en relación con la dirección del viento entrante IW.
- La figura 2 muestra la turbina eólica WT según la invención cuando el error de ángulo de guiñada α muestra un valor mínimo de "0". Esto significa en referencia a la figura 1 que el eje de rotación RA del rotor R está alineado con la dirección del viento entrante IW.
- 25 La góndola NA de la turbina eólica WT está conectada con el buje H, estando montado el buje H de manera que puede rotar alrededor del eje de rotación RA y lleva tres palas, no mostradas en este caso.
- 30 La góndola NA está montada en la parte superior de una torre T de manera rotatoria, de modo que puede rotar alrededor del eje FA de la torre un cierto ángulo de guiñada.
- El buje H se satura mediante un canal CH. El canal CH comprende un dispositivo de medición MD, que se usa para medir la dirección de un flujo de aire que pasa a través del canal CH. El flujo de aire resulta de una componente HCIW, que se atrapa mediante las aberturas del canal CH a partir del viento entrante.
- 35 Tal como se muestra en este caso, el error de ángulo de guiñada α es casi "0", por tanto la componente horizontal atrapada por el canal CH es también casi igual a "0".
- 40 La turbina eólica WT comprende una unidad de cálculo CU, que integra la dirección del flujo de aire medida en el canal CH a lo largo del tiempo tal como se muestra en la figura 3.
- La unidad de cálculo CU está conectada con una unidad de control ContU, que usa el valor integrado para controlar y alinear el ángulo de guiñada de la góndola NA.
- 45 La figura 3 muestra en referencia a la figura 2 la componente horizontal HCIW medida del flujo de aire dentro del canal CH.
- 50 En este caso la dirección del flujo de aire dentro del canal CH alternará entre una primera dirección y una segunda dirección. La alternancia se producirá más o menos de manera constante, mostrando amplitudes casi constantes de las direcciones alternantes.
- Si la forma dependiente del tiempo de la componente HCIW medida se integra a lo largo del tiempo, un valor de casi "0" es el resultado. Por tanto el error de ángulo de guiñada α es también igual a un valor de "0".
- 55 La figura 4 muestra la turbina eólica WT según la invención cuando el error de ángulo de guiñada α muestra un cierto valor, en este caso el ángulo es de aproximadamente 45° con respecto al plano de rotor.
- 60 Por tanto, el eje de rotor RA del rotor R no está alineado con la dirección del viento entrante IW.
- El canal, que satura el buje H, atrapa una componente horizontal HCIW del viento entrante IW.
- Por tanto, esta componente HCIW da como resultado un flujo de aire dentro del canal, que se mide según la invención.
- 65

La figura 5 muestra en referencia a la figura 4 la componente horizontal HCIW medida del flujo de aire dentro del canal CH.

- 5 En este caso, la dirección del flujo de aire dentro del canal CH alternará entre una primera dirección y una segunda dirección. La alternancia se producirá más o menos de manera constante, mostrando amplitudes casi constantes de las direcciones alternantes.
- 10 Si la forma dependiente del tiempo de la componente HCIW medida se integra a lo largo del tiempo, resultará un valor mayor que "0". Por tanto, es necesario ajustar el ángulo de guiñada de la góndola.

REIVINDICACIONES

1. Disposición para controlar la guiñada de una turbina eólica,
5 - en la que la turbina eólica muestra una góndola y un buje,

 - en la que la góndola está montada de manera que puede rotar alrededor de un primer eje con un ángulo de guiñada ajustable,
10 - en la que el buje está conectado con la góndola y en la que el buje está montado de manera que puede rotar alrededor de un eje de rotación,

 - en la que el buje lleva al menos una pala, que rota alrededor del eje de rotación debido a un viento entrante, definiendo la pala rotatoria un plano de rotor, que es perpendicular al eje de rotación,
15 - en la que la turbina eólica comprende un canal, que pasa a través del buje,

 - en la que el canal muestra aberturas en ambos lados del buje con una distancia predeterminada con respecto al eje de rotación, estando ubicadas las aberturas a una distancia predefinida con respecto al plano de rotor y están dispuestas de manera que al menos una componente del viento entrante se guía a través de una abertura y al interior del canal como flujo de aire,
20 - en la que el canal comprende un dispositivo de medición, que está dispuesto para medir un parámetro del flujo de aire, mientras pasa a través del canal,
25 - en la que el dispositivo de medición está conectado con un controlador, que está dispuesto para usar el parámetro medido del flujo de aire para detectar un error de ángulo de guiñada entre la dirección del viento entrante y el eje de rotación, usándose el error de ángulo de guiñada para ajustar el ángulo de guiñada de la góndola.
30
2. Disposición según la reivindicación 1,

 - en la que al menos una parte del canal se extiende en una dirección radial hacia fuera desde el eje de rotación, y
35 - en la que un eje longitudinal del canal es sustancialmente paralelo a un eje longitudinal de la pala de rotor.
3. Disposición según la reivindicación 1 ó 2,
40 - en la que el dispositivo de medición está dispuesto para medir la dirección del flujo de aire y/o la velocidad del flujo de aire dentro del canal como parámetro y/o para medir una diferencia de presión de aire en el canal como parámetro, resultando la diferencia de presión del flujo de aire.
4. Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el dispositivo de medición comprende un transductor ultrasónico para medir el parámetro del flujo de aire.
45
5. Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 3, en la que el dispositivo de medición comprende una hélice o un rodete para medir el parámetro del flujo de aire mediante su rotación cuando pasa el flujo de aire.
50
6. Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 3,

 - en la que el dispositivo de medición comprende una válvula, mostrando la válvula al menos dos posiciones,
55 - en la que la posición de la válvula se lee mediante un codificador para detectar la dirección del flujo de aire en el canal.
7. Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 6, en la que una abertura del canal está inclinada en relación con el plano de rotor para atrapar una componente del viento entrante, que no es perpendicular al plano de rotor.
60
8. Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 7, en la que la turbina eólica comprende una unidad de cálculo, que compara la posición de las palas rotatorias con la medición del dispositivo de medición para estimar el error de ángulo de guiñada.
65

- 5 9. Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 7, en la que la turbina eólica comprende una unidad de cálculo, que analiza las mediciones a lo largo del tiempo para determinar el error de ángulo de guiñada, estando conectada la unidad de cálculo a una unidad de control, que usa el análisis de las mediciones para controlar la guiñada de la góndola.
- 10 10. Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 9, en la que la sección transversal del canal y sus aberturas se elige de manera que se evita la deposición de sal, suciedad o hielo en el canal y en las aberturas.
- 10 11. Disposición según una de las reivindicaciones 1 a 10, en la que al menos una abertura del canal está ubicada a una distancia predefinida con respecto al plano de rotor y en la que la abertura está dispuesta de manera que al menos una componente del viento entrante se guía a través de la abertura y al interior del canal como flujo de aire antes de que el viento entrante pase por el plano de rotor.
- 15 12. Método para controlar la guiñada de una turbina eólica,
- en el que una góndola de la turbina eólica puede hacerse rotar alrededor de un primer eje con un ángulo de guiñada ajustable,
- 20 - en el que un buje de la turbina eólica, conectado con la góndola, rota alrededor de un eje de rotación,
- en la que al menos una pala, conectada con el buje, rota alrededor del eje de rotación debido a un viento entrante,
- 25 - en el que la pala rotatoria define un plano de rotor, que es perpendicular al eje de rotación,
- en el que al menos una componente del viento entrante se guía como flujo de aire a través de al menos una abertura y al interior de un canal de la turbina eólica,
- 30 - en el que el canal pasa a través del buje y muestra aberturas en ambos lados del buje con una distancia predeterminada con respecto al eje de rotación y el plano de rotor,
- en el que se mide un parámetro del flujo de aire mientras pasa a través del canal,
- 35 - en el que el parámetro medido del flujo de aire se usa para detectar un error de ángulo de guiñada entre la dirección del viento entrante y el eje de rotación, y
- en el que se ajusta el ángulo de guiñada de la góndola según el error de ángulo de guiñada detectado.
- 40 13. Método según la reivindicación 12, en el que dentro del canal
- se mide la dirección del flujo de aire, y/o
- se mide la velocidad del flujo de aire, y/o
- 45 - se mide una diferencia de presión de aire, resultando la diferencia de presión del flujo de aire,
- usándose la medición como parámetro del flujo de aire.
- 50 14. Método según la reivindicación 12 ó 13, en el que una unidad de cálculo de la turbina eólica compara la posición de las palas rotatorias con el parámetro medido para estimar el error de ángulo de guiñada.
- 55 15. Método según la reivindicación 12, en el que el parámetro medido se integra a lo largo del tiempo para determinar el error de ángulo de guiñada.
16. Método según la reivindicación 12, en el que la al menos una componente del viento entrante se guía como flujo de aire a través de al menos una abertura y al interior del canal de la turbina eólica antes de que el viento entrante pase por el plano de rotor.

FIG 1

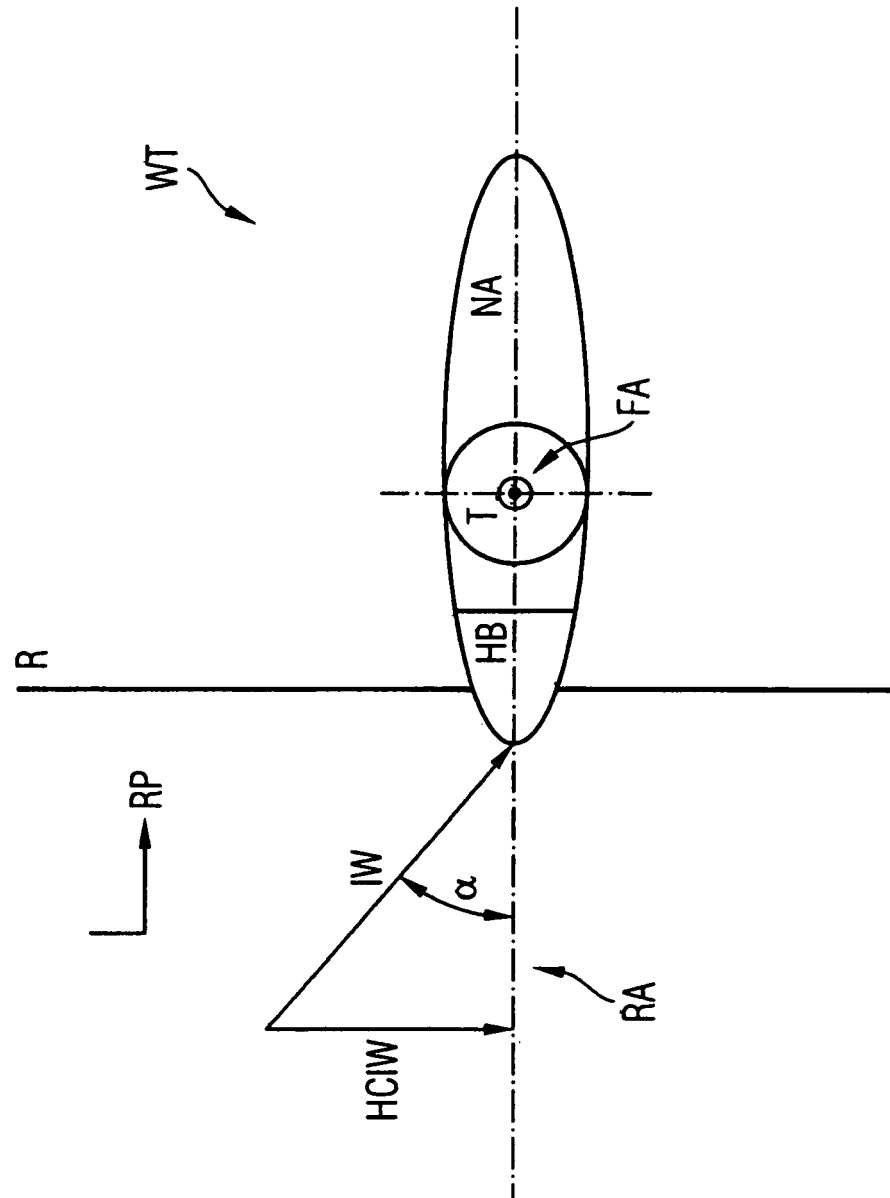


FIG 2

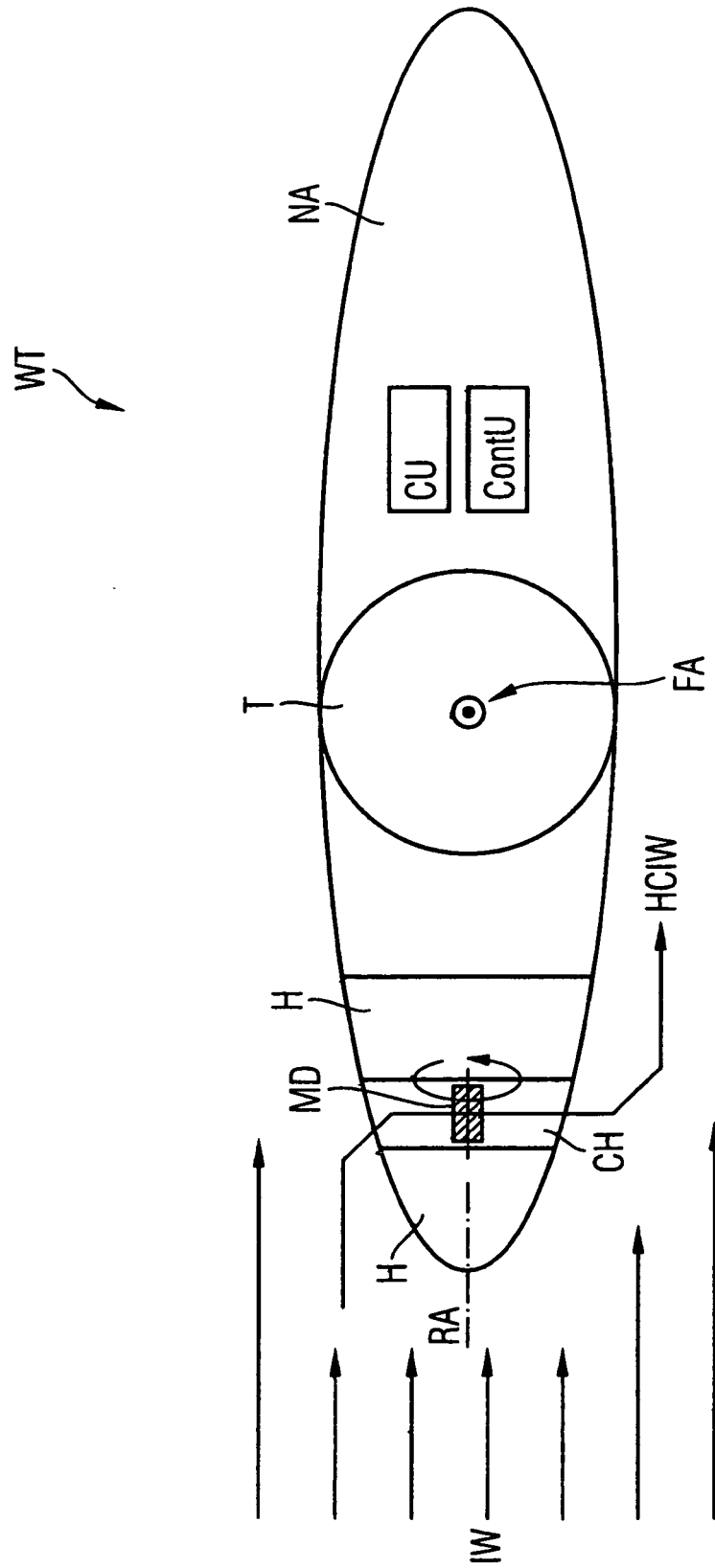


FIG 3

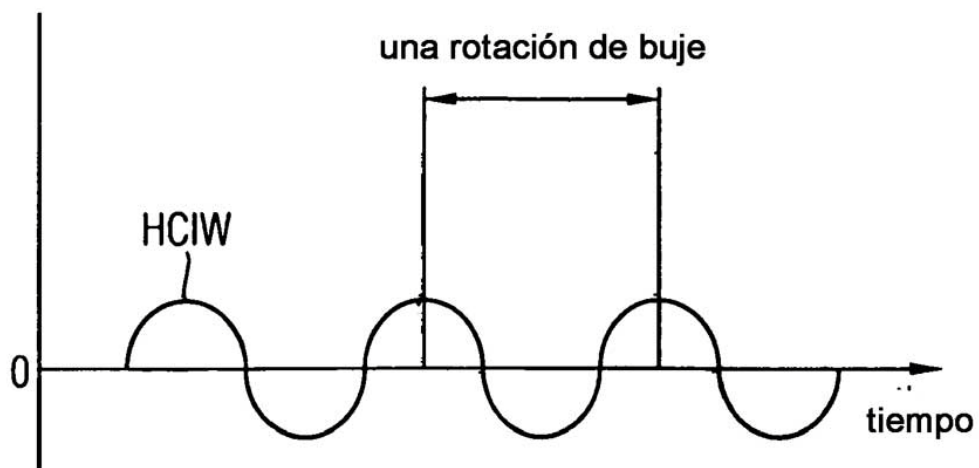


FIG 5

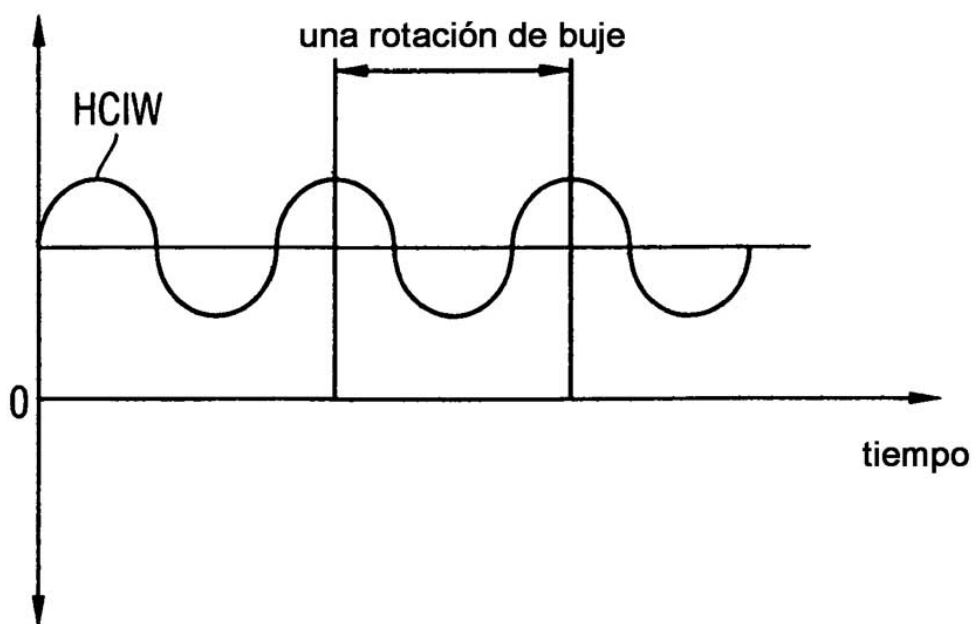


FIG 4

