

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 468 917**

51 Int. Cl.:

**F03D 7/02**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.06.2011 E 11735609 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.04.2014 EP 2582970**

54 Título: **Procedimiento de medición para el control y/u optimización de instalaciones de energía eólica, con un sistema de medición de distancia sin contacto**

30 Prioridad:

**21.06.2010 DE 102010024532**

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

**17.06.2014**

73 Titular/es:

**WINDCOMP GMBH (100.0%)  
Schulstraße 19  
D-73666 Baltmannsweiler, DE**

72 Inventor/es:

**LUCKS, CHRISTOPH**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 468 917 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento de medición para el control y/u optimización de instalaciones de energía eólica, con un sistema de medición de distancia sin contacto

### Campo de la técnica

- 5 La presente invención de refiere a un procedimiento de medición para el control y/u optimización de instalaciones de energía eólica, con un sistema de medición de distancia sin contacto.

### Estado de la técnica

- 10 Los sistemas de ese tipo son conocidos del estado de la técnica, a fin de evitar por ejemplo una colisión de una pala de un rotor con una torre. También es conocido, por ejemplo, registrar el perfil de una pala de rotor. Así, el documento DE 100 32 314 enseña a determinar el ángulo de cabeceo desde un perfil de ese tipo de una pala de rotor.

No obstante, los procedimientos de medición de ese tipo solamente están en condiciones de determinar, de forma totalmente encauzada, diferentes parámetros muy esenciales para el funcionamiento de las instalaciones de energía eólica, y especialmente para su funcionamiento sin peligro.

### 15 Descripción de la invención

El objetivo de la presente invención es indicar un procedimiento de medición que permita exposiciones detalladas del estado de al menos una pala de rotor, y a través de ello posibilite una optimización de la forma de funcionamiento de la instalación de energía eólica, o bien un reconocimiento temprano de los defectos del material, o bien de las anomalías del material.

- 20 Este objetivo de alcanza a través de un sistema de medición según la reivindicación 1, así como a través de una instalación de energía eólica según la reivindicación 10. Las reivindicaciones subordinadas 2 a 9 proporcionan perfeccionamientos ventajosos.

- 25 Un procedimiento de medición para el control y/u optimización de instalaciones de energía eólica, mostrando al menos una pala alargada de rotor alojada en un buje, comprende el alineamiento de un sistema de medición de distancia sin contacto sobre al menos dos puntos de medición, los cuales son barridos por la pala del rotor, al menos una, y presentan distintas distancias respecto al buje. En ello, el sistema de medición de distancia sin contacto es apropiado para registrar distancias en distintos puntos de medición con diferencias de tiempo de un máximo de 200 milisegundos.

- 30 El procedimiento comprende además la determinación de al menos dos perfiles sobre la al menos una pala del rotor, a lo largo de al menos una respectiva línea de perfil, transcurriendo las al menos dos líneas de perfil sobre los puntos de la pala del rotor que barren a los al menos dos puntos de medición.

- 35 Con ello se registran mediante este procedimiento al menos dos perfiles sobre al menos dos líneas de perfil de al menos una pala del rotor. A través de al menos dos líneas de perfil de ese tipo pueden generarse muchas informaciones sobre el estado del funcionamiento, o bien sobre la pala del rotor, como muestran por ejemplo las siguientes ejecuciones. También es posible un diagnóstico de fallos de fabricación y de montaje. En ello, las informaciones que se basan en al menos dos líneas de perfil son considerablemente superiores a las que se apoyan únicamente en mediciones sueltas de distancia, o bien sobre un único perfil de una pala de un rotor. Así puede conseguirse una base de datos muy representativa sobre una pala de un rotor, o bien sobre el estado del funcionamiento.

- 40 En ello, una medición de distancia sin contacto puede llevarse a cabo, por ejemplo, mediante un láser. Es imaginable aquí realizar una medición del tiempo de funcionamiento. En ello, el sistema de medición de distancia sin contacto puede ser equipado para el registro con diferencia de hora en al menos dos puntos de medición, al disponer de espejos abatibles o giratorios para la correspondiente deflexión del rayo láser. Alternativamente pueden preverse también varios láser con los correspondientes sistemas de medición para la medición de distancia, de forma que las mediciones pueden realizarse simultáneamente. En el registro con diferencias de hora en dos puntos de medición con un máximo de 200 milisegundos de intervalo, depende de que durante el paso de una pala del rotor puedan ser registrados suficientes puntos de medición, a fin de elaborar un perfil representativo. Esto ocurre, con las condiciones de funcionamiento usuales de una instalación de energía eólica, cuando la medición en dos puntos de medición puede tener lugar en un intervalo de un máximo de 200 milisegundos. En instalaciones de energía eólica con altas velocidades de rotación, o bien largas longitudes de palas, puede ser necesario un registro manifiestamente más rápido, especialmente cuando las líneas de perfil han de ser registradas en el extremo exterior de las palas. Aquí puede ser conveniente una medición con diferencia de hora con un máximo de 5 milisegundos de intervalo. Cuantos más valores de medición hayan de ser registrados por cada perfil, más rápidamente han de tener lugar las mediciones de ese tipo. Normalmente han de registrarse al menos 10 valores de medición por cada perfil a fin de poder generar un perfil representativo. Si se registran más de dos líneas de perfil, ha de elegirse la distancia

de las mediciones correspondientemente más pequeña. La condición citada puede cumplirse normalmente cuando por cada perfil a registrar puede ser realizada una medición en el plazo de 200 milisegundos. Como se ha descrito anteriormente, el intervalo de tiempo puede ser elegido manifiestamente más pequeño en instalaciones especiales , o bien en líneas de perfil situadas muy por fuera en la pala del rotor

5 Como un punto de medición se entiende aquí la alineación del sistema de medición de distancia sin contacto en una dirección que sea cruzada por la pala del rotor. Con ello, el punto de medición no es un punto real de la pala del rotor, sino más bien una línea en la que está alineado el sistema de medición de distancia sin contacto, y que es cruzada por la pala del rotor. Los puntos de la superficie de la pala del rotor que cruzan la línea forman una línea de perfil sobre la que se efectúan las mediciones individuales de distancia. De forma ventajosa se eligen los al menos  
10 dos puntos de medición de tal forma que son barridos al mismo tiempo por la pala del rotor. Si la pala del rotor tiene en los diversos puntos de medición distintos tiempos de paso, debidos a su velocidad perimetral y a su anchura, basta cuando los puntos de medición son barridos al mismo tiempo durante un intervalo de tiempo. De forma ventajosa, al menos dos puntos de medición está situados en una línea que parte del buje. De forma ventajosa, el procedimiento de medición lleva a cabo de tal manera que son registrados sobre cada pala del rotor al menos dos  
15 perfiles con distinta distancia hasta el buje. En ello esos perfiles son registrados, de forma ventajosa, sobre los mismos al menos dos puntos de medición con distinta distancia respecto al buje. Con ello se registran los perfiles de las distintas palas del rotor con diferencia de tiempo en cada paso sobre los puntos de medición.

Ventajosamente se registran en varias revoluciones del rotor varios perfiles por cada pala del rotor y por cada línea de perfil, y en caso de al menos una condiciones parecidas de funcionamiento de la instalación de energía eólica, se  
20 calcula la media respectivamente respecto a los perfiles de una línea de perfiles de una pala del rotor, antes de que basándose en ello se realicen otros análisis, o bien se generen conclusiones.

Con especial ventaja, el procedimiento de medición comprende la comprobación de una flexión, rigidez y/o torsión de al menos una pala del rotor, sobre la base de al menos dos perfiles con distinta distancia respecto al buje.

En una utilización de ese tipo de los datos originarios para la determinación de esas características, salen a la luz de  
25 forma especialmente evidente las ventajas del procedimiento según la invención. Por ejemplo, con referencia a la rigidez, en la medición de distancia solamente en un punto puede tomarse solamente una conclusión muy general sobre la rigidez de la pala del rotor. En un registro de al menos dos perfiles con distintas distancias hasta el buje puede generarse, respecto a la rigidez, tanto una conclusión en las diferentes direcciones de la posible flexión, o bien torsión de la pala del rotor, como también distintas conclusiones respecto a las distintas secciones de la pala  
30 del rotor.

Como especialmente ventajoso, el procedimiento de medición según la invención muestra el paso en el que la flexión de canto y/o la flexión del alerón de al menos un ala del rotor es determinada entre los al menos dos perfiles. Como flexión de canto ha de entenderse la flexión de la pala del rotor dentro de su plano de rotación. Como flexión del alerón ha de entenderse la flexión perpendicular al mismo. En el caso de estas flexiones, se trata de  
35 conclusiones importantes respecto de la pala del rotor y del estado del funcionamiento, de forma que aquí surte efecto especialmente la precisión incrementada del procedimiento, a través del registro de al menos dos perfiles con distancias distintas respecto al buje.

De forma ventajosa según la reivindicación 4, la torsión se determina entre al menos dos perfiles con distancias distintas respecto al buje.

40 La determinación de la torsión ofrece no solo una explicación sobre la rigidez y el estado de envejecimiento de una pala de rotor, sino que representa un parámetro importante para el funcionamiento de la instalación eólica. Ya que debido a una torsión de ese tipo la pala del rotor no tiene un ángulo general de cabeceo, si no un ángulo de cabeceo sobre la pala del rotor que es dependiente del lugar. Dado que el ángulo de cabeceo es normalmente un parámetro de control de la instalación eólica, se brinda aquí tomar en consideración los distintos ángulos de cabeceo que  
45 surgen en el recorrido de la pala a través del envejecimiento o la carga del viento, y optimizar el control a través de ello.

De forma ventajosa según la reivindicación 5, se determina el eje del cabeceo de la pala del rotor sobre la base de al menos un perfil. Según el perfil se puede determinar el eje de paso por ejemplo según los datos del fabricante, o bien de mediciones anteriores. Esto puede tener lugar, por ejemplo, a través de la determinación de dos puntos fijos  
50 sobre el perfil, los cuales presenten una posición conocida respecto al eje de paso. La determinación del eje de paso ofrece una magnitud de referencia sorprendentemente buena, a fin de comparar entre sí distintos perfiles de una pala de rotor. En una descripción de ese tipo, o bien en un cálculo referido a la misma, pueden detectarse de forma especialmente evidente las desviaciones del estado prescrito.

En ello, los distintos perfiles se superponen de tal forma que sus ejes de paso estén superpuestos. Después puede determinarse, por ejemplo, el ángulo de ataque de los distintos perfiles unos respecto a otros. De forma ventajosa se  
55 determina el ángulo de entrada de la al menos una pala del rotor. Bajo ángulo de entrada ha de entenderse el ángulo de una pala del rotor contenido entre el eje longitudinal del eje longitudinal de la pala del rotor y un plano perpendicular al eje de giro del rotor. Una determinación de ese tipo del ángulo de entrada ofrece la posibilidad de

comparar entre sí otros datos, independientemente de errores en el ángulo de entrada.

De forma ventajosa se determina el paso, especialmente la desviación del paso previsto, cuando la instalación de energía eólica comprende al menos dos palas de rotor. Bajo el paso ha de entenderse la distribución de las palas del rotor sobre el plano de rotación, es decir, la distribución de las palas del rotor en el círculo.

5 En tres palas de rotor se prevé generalmente un paso de 120°. No obstante, en el funcionamiento pueden darse divergencias, las cuales pueden originar, por ejemplo, un desequilibrio. Éstos pueden determinarse de forma especialmente fácil a través del procedimiento descrito, ya que, tras la medición del perfil, el borde de salida de la pala del rotor se determina de forma especialmente sencilla y fiable.

10 En una configuración ventajosa, cuando la instalación de energía eólica comprende una góndola, el sistema de medición de distancia se posiciona sobre la góndola. En un posicionado de ese tipo es también ventajoso abarcar también las oscilaciones de la torre. Esto es posible, por ejemplo, mediante sensores de oscilación. Ya que las oscilaciones de la torre surten efecto sobre las palas del rotor, pueden ser incluidas de forma ventajosa en el cálculo. Si ha de determinarse por ejemplo la rigidez de una pala de rotor, las deformaciones originadas a través de las oscilaciones de la torre pueden extraerse del cálculo, o bien valorarse especialmente.

15 En otra ejecución, el sistema de medición de distancia es posicionado separado de la instalación de energía eólica y delante de la misma. Delante de la instalación de energía eólica significa que está colocado con vista sobre el buje, por tanto, con un alineamiento óptimo de la instalación de energía eólica, del lado de barlovento. No obstante, esto significa que la instalación de energía eólica ha de estar alineada en una dirección durante la medición. La realización del procedimiento de esa forma se brinda especialmente cuando las correspondientes mediciones han de efectuarse solamente en momentos esporádicos. Ahí es especialmente ventajoso cuando se determina la distancia del sistema de medición respecto al buje y/o se mide la distancia a un punto de la torre y la inclinación de la torre. A través de una determinación de ese tipo de la distancia son posibles afirmaciones absolutas sobre las palas del rotor, o bien pueden extraerse del cálculo las oscilaciones de la torre, las cuales tienen efectos considerablemente mayores en un sistema posicionado delante de la instalación eólica. En ello, la distancia respecto al buje, o bien respecto a la torre, y la inclinación de la torre, pueden ser determinadas de distintas formas. Por ejemplo, es imaginable registrar las distancias con el mismo sistema de medición de distancias. La inclinación de la torre puede alcanzarse también a través de dos mediciones de distancia en distintas alturas de la torre.

20 También puede efectuarse con ventaja una determinación de al menos dos perfiles desde delante de la instalación de energía eólica y desde la góndola respectivamente. La medición de la posición de la torre a una altura, especialmente en el caso de formas redondas u ovales, puede tener lugar a través de dos sistemas de medición alineados sobre una altura de la torre, o bien a través de una determinación con la correspondiente diferencia de tiempo. En ello se determinan las distancias a dos líneas de medición orientadas sobre la torre a la misma altura. Si la torre se mueve separándose del sistema de medición, las dos distancias se agrandan, y si se desplaza hacia un lado una de ellas se agranda debido a la forma redonda/oval de la torre, mientras que la otra se disminuye.

35 Una instalación de energía eólica según la invención presenta un sistema de medición para el control y/u optimización de la instalación de energía eólica. Este sistema de medición comprende un sistema de medición de distancias sin contacto que presenta medios de alineamiento para el alineamiento sobre al menos dos puntos de medición con distintas distancias respecto al buje, los cuales son barridos por al menos una pala del rotor. El sistema de medición de distancias sin contacto es apropiado para la captación simultánea de al menos dos perfiles sobre la al menos una pala del rotor, a lo largo de una línea de perfil, mediante una captación retrasada en el tiempo en un máximo de 200 milisegundos, de distancias en los al menos dos puntos de medición, transcurriendo las al menos dos líneas de perfil sobre los puntos de la pala del rotor que barren al menos dos puntos de medición. Una instalación de energía eólica de ese tipo está equipada con un sistema para la realización del procedimiento según la invención. Las otras configuraciones ventajosas de las reivindicaciones subordinadas 2 a 9 pueden ser llevadas aquí correspondientemente a la práctica.

40 Si se equipa una instalación de energía eólica con un sistema de ese tipo, las mediciones correspondientes pueden llevarse a cabo en funcionamiento continuo, y con ello recabar datos decisivos para la optimización de la instalación de energía eólica con distintas direcciones del viento y situaciones de carga. Además es posible un control continuo de las palas del rotor, y un reconocimiento temprano de los valores estructurales esperados. También es posible un diagnóstico de fallos de la fabricación y del montaje.

**Breve descripción de los dibujos**

Otras formas ventajosas de ejecución y ventajas han de ser descritas a continuación según dibujos esquemáticos. Las figuras muestran en detalle:

55 Fig. 1 una vista de una instalación de energía eólica con sistema de medición de distancias según la invención, posicionada sobre una góndola;

Fig. 2 una vista de una instalación de energía eólica con sistema de medición de distancias según la invención, posicionada delante de la instalación de energía eólica;

Fig. 3 una vista de una pala con dos líneas de perfil;

Fig. 4a una vista de una instalación de energía eólica con un sistema alternativo de medición de distancias;

Fig. 4b una vista de una instalación de energía eólica con otra disposición alternativa de medición

Fig. 5 una vista de la flexión de canto;

5 Fig. 6 una vista de la flexión del alerón;

Fig. 7 una medición detallada con tres perfiles;

Fig. 8 una vista de la medición de la torre

Fig. 9 una vista de la medición relativa respecto a la torre con dos perfiles; y

Fig. 10 una vista de valores de medición

10 **Método (s) para la ejecución de la invención**

La figura 1 muestra una instalación de energía eólica con torre 4 y góndola 5, y dos palas de rotor 6 y 7. Colocado sobre la góndola 5 está un sistema de medición de distancias sin contacto 3, alineado sobre un primer punto de medición 1 y un segundo punto de medición 2, que son barridos en ese momento por la pala 6 del rotor. Al continuar girando el buje, las palas 6 y 7 son giradas hasta que los puntos de medición 6 y 7 son barridos a continuación por la pala 7 del rotor.

La figura 2 muestra una instalación de energía eólica como la de la figura 1, que tiene dispuesto sin embargo un sistema de medición 3 a unos 100m delante de la instalación de energía eólica, el cual está alineado sobre un primer punto de medición 1 y un sobre un segundo punto de medición 2.

La figura 3 muestra una vista sobre una pala 6 de un rotor, con líneas 8 y 9 de perfil indicadas con líneas discontinuas. Esas líneas de perfil 8 y 9 transcurren ligeramente torcidas sobre la pala 6 del rotor. Esto se debe a que la pala 6 del rotor gira con forma circular sobre el buje, mientras que los puntos de medición son fijos en una posición.

La figura 4a muestra una instalación de energía eólica como en la figuras 1 y 2, pero no obstante con dos sistemas 3 de medición sin contacto, alineados respectivamente sobre un primer punto de medición 1 y un segundo punto de medición 2. En ello, el sistema 3 de medición sin contacto, el cual está colocado sobre la góndola 5, está orientado hacia arriba, mientras que el sistema 3 de medición sin contacto que está posicionado delante de la instalación está orientado hacia la zona inferior del plano de rotación. A través de la combinación de valores de medición se pueden generar perfiles tanto de la vista delantera de la pala del rotor como de la vista trasera de la pala del rotor. Aunque estos valores de medición se han tomado en distintos puntos, pueden coordinarse no obstante fácilmente unos con otros.

La figura 4b muestra una instalación de energía eólica con torre 4 y con sistema 3 de medición sin contacto. Aquí está alineado sobre dos puntos de medición 1 y 2. Cuando ninguna pala 6, 7 del rotor impide la visibilidad sobre la torre 4, el sistema 3 de medición sin contacto mide la torre 4 en los puntos de medición 10 de la misma. A través de ello pueden determinarse la inclinación de la torre, así como la distancia entre la torre 4 y el sistema 3 de medición sin contacto. La figura 5 muestra datos preparados de un sistema de medición sin contacto. Se muestran datos de perfil para las palas A, B, C del rotor, y nuevamente para la pala C del rotor. En ello, las palas A, B, C, A del rotor han pasado consecutivamente por los correspondientes puntos, y se registraron dos líneas de perfil 19, 20 de cada una de las palas del rotor. Éstas están representadas aquí de forma superpuesta, y está señalizada la distancia de los cantos posteriores 11 de las distintas líneas 19, 20 de perfil. Se trata de la flexión de canto. Se observa que en estas se parecen mucho en las palas A, B, A el rotor. Solamente la pala B del rotor se sale manifiestamente de lo corriente. De aquí se detecta que la pala B del rotor se desvía evidentemente en su rigidez, o bien en su colocación en el rotor. La figura 6 muestra respectivamente de nuevo dos perfiles 19, 20 de las palas A, B, C, A del rotor, y está señalizada la profundidad máxima 13 del perfil, la cual da explicación de sobre la flexión del alerón.

La figura 7 muestra respectivamente tres líneas de perfiles de las palas A, B, C, A del rotor. Dentro de las misma se he dibujado un círculo 15 alrededor del eje calculado del cabeceo. Además, están dibujadas las líneas de alineación de los distintos perfiles. Se dibujó un ángulo de ataque, o bien de cabeceo 17. Se hizo reconocible además el paso 14, así como la profundidad máxima 13 del perfil y una distancia 16 respecto de un punto predefinido/un plano predefinido. En una representación de ese tipo se detecta no solamente la desviación del paso y las diferencias en la profundidad máxima del perfil, si no por ejemplo también muy claramente las torsiones en la pala del rotor, las cuales se muestran a través de que los ángulos de ataque de las distintas líneas de perfil de una pala del rotor resultan claramente diferentes.

La figura 8 muestra tres vista de una sección transversal a través de una torre, con líneas de medición dibujadas en líneas discontinua. Asimismo se ha dibujado una cruz en la sección transversal de la torre, la cual indica la posición

de reposo de la torre. En la imagen superior la torre se encuentra en la posición de reposo. Los dos puntos 10 de medición de la torre presentan la misma distancia respecto al dispositivo de medición de distancias. En la imagen central de la figura 8, la torre se ha desplazado respecto al dispositivo de medición de distancias. A través de ello, los puntos 10 de medición de la torre se han desplazado hacia atrás, lo cual puede ser captado.

- 5 En la imagen inferior de la figura 8, la torre se ha desplazado hacia la derecha. A través de ello, los puntos 10 de medición de la torre se han desplazado de forma variable, y las distancias a los mismos se han hecho variables.

A través de una medición de ese tipo en dos puntos de una sección transversal se puede captar con ello el movimiento de la torre en el plano correspondiente.

- 10 La figura 9 muestra una sección transversal de la torre a través de una torre 4, con una cruz que señala la posición de reposo como en la figura 8. Al lado están representadas dos líneas de perfil 19, 20. En la imagen superior se utilizó la primera línea de perfil 19 para la medición, y en la segunda imagen la segunda línea de perfil 20. Se reconoce la distancia absoluta 16, así como la distancia del canto posterior 11 respecto al mismo punto de referencia/plano, así como la profundidad del perfil del respectivo perfil.

- 15 La figura 10 muestra valores de medición sobre una línea de perfil sobre una pala del rotor. Se captaron en un punto de medición gran cantidad de perfiles sobre la línea de perfiles, en una gran cantidad de giros del rotor, y se representaron de forma conjunta. Representada está, sobre el eje horizontal, la extensión de la pala del rotor en el plano de rotación y en la dirección de rotación, es decir, la línea de perfil, y sobre el eje vertical la distancia de la superficie de la pala del rotor respecto al sistema de medición de distancias, es decir, el perfil. Antes del análisis posterior se recomienda realizar una media a través de métodos estadísticos. En el caso más sencillo se calcula la media aritmética de la distancia a cada punto de la línea del perfil.

- 20 En una representación de éste tipo no sólo puede determinarse el alabeo de la pala del rotor, si no también su posición relativa respecto a la torre 4. Otras configuraciones ventajosas de la invención se pueden encontrar fácilmente por el experto, adaptadas para el objetivo de utilización respectivo.

**Lista de signos de referencia**

- 25 1. primer punto de medición  
 2. segundo punto de medición  
 3. sistema de medición de distancias  
 4. torre  
 5. góndolal
- 30 6. primera pala del rotor  
 7. segunda pala del rotor  
 8. primera línea del perfil  
 9. segunda línea del perfil  
 10. punto de medición sobre la torre
- 35 11. canto posterior  
 12. flexión de canto  
 13. profundidad máxima del perfil  
 14. paso  
 15. círculo alrededor del eje de giro
- 40 16. distancia  
 17. cabeceo  
 18. profundidad del perfil  
 19. primer perfil  
 20. segundo perfil

21. distancia del canto posterior

A pala A del rotor

B pala B del rotor

C pala C del rotor

5

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de medición para el control y/u optimización de instalaciones de energía eólica, presentando al menos una pala de rotor (6, 7), extendida longitudinalmente y que se apoya en un buje, comprendiendo:
  - 5 a. alineación de un sistema (3) de medición de distancias sin contacto, apropiado para registrar al menos dos distancias (16) en distintos puntos, con diferencias de tiempo de un máximo de 200 milisegundos, sobre al menos dos puntos de medición (1, 2) que son barridos por al menos una pala (6, 7) del rotor, y que presentan distancias (16) distintas respecto al buje;
  - 10 b. determinación de al menos dos perfiles (19, 20) sobre la al menos una pala (6, 7) del rotor, a lo largo de una respectiva línea del perfil (8, 9), discurriendo las al menos dos líneas de perfil (8, 9) sobre los puntos de la pala (6, 7) del rotor que barren los al menos dos puntos de medición (1, 2).
2. Procedimiento de medición según la reivindicación 1, comprendiendo además la determinación de al menos una flexión, rigidez y/o torsión (12) de la al menos una pala (6, 7) del rotor, sobre la base de los al menos dos perfiles (19, 20).
- 15 3. Procedimiento de medición según una de las reivindicaciones precedentes, siendo determinadas la flexión del canto y/o la flexión del alerón (12) de la al menos una pala (6, 7) del rotor entre los al menos dos perfiles (19, 20).
4. Procedimiento de medición según una de las reivindicaciones precedentes, siendo determinada la torsión entre los al menos dos perfiles (19, 20).
5. Procedimiento de medición según una de las reivindicaciones precedentes, determinándose el eje de cabeceo (17) de la pala (6, 7) del rotor sobre la base de al menos un perfil (19, 20).
- 20 6. Procedimiento de medición según una de las reivindicaciones precedentes, determinándose el ángulo de entrada de la al menos una pala (6, 7) del rotor.
7. Procedimiento de medición según una de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo la instalación de energía eólica al menos dos palas (6, 7) del rotor, y siendo determinado el paso (14), especialmente la desviación de un paso previsto (14).
- 25 8. Procedimiento de medición según una de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo la instalación de energía eólica una góndola (5), y siendo posicionado el sistema (3) de medición de distancias sin contacto sobre la góndola (5), y siendo captadas también especialmente las oscilaciones de la torre.
9. Procedimiento de medición según una de las reivindicaciones 1 a 7, siendo posicionado el sistema (3) de medición de distancias sin contacto separado de la instalación de energía eólica, y siendo determinadas también especialmente la distancia (16) del sistema (3) de medición de distancias sin contacto respecto al buje y/o respecto a un punto de la torre (10), y la inclinación de la torre (4).
- 30 10. Instalación de energía eólica presentando al menos una pala de rotor (6, 7), extendida longitudinalmente y que se apoya en un buje, y conteniendo un sistema de medición para el control y/u optimización de la instalación de energía eólica, y comprendiendo un sistema (3) de medición de distancias sin contacto.
  - 35 a. presentando medios de alineamiento para la alineación sobre al menos dos puntos de medición (1, 2) con distancias (16) diferentes respecto al buje, los cuales son barridos por la al menos una pala (6, 7) del rotor.
  - 40 b. apropiada para la captación simultánea de al menos dos perfiles (19, 20) sobre la al menos una pala (6, 7) del rotor, a lo largo de una línea respectiva (8,9) del perfil, a través de la captación, retrasada en el tiempo un máximo de 200 milisegundos, de distancias (16) respecto a los al menos dos puntos de medición (1, 2), trascurriendo las al menos dos líneas (8,9) del perfil por encima de los puntos de la pala (6, 7) del rotor ,que barren a los menos dos puntos de medición (1, 2).

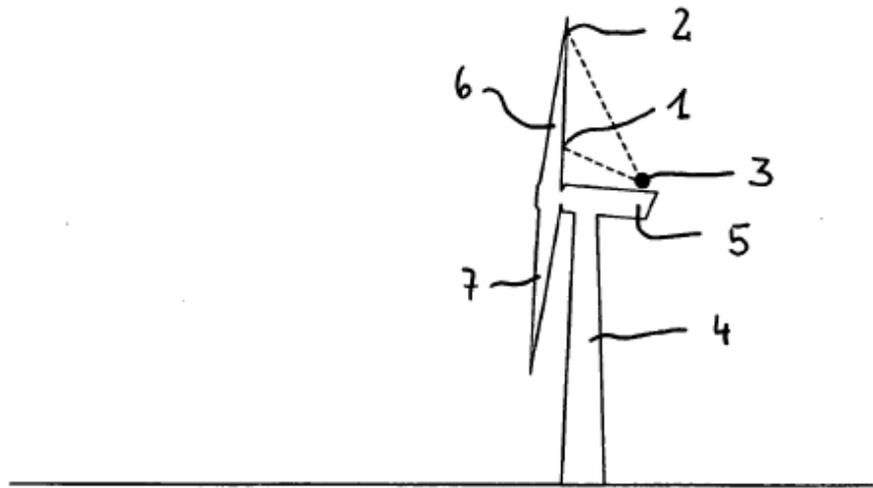


Fig. 1

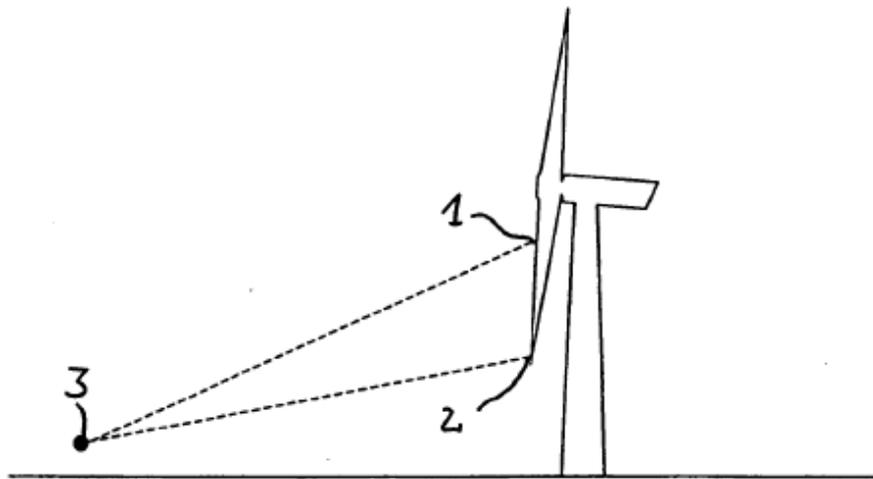


Fig. 2

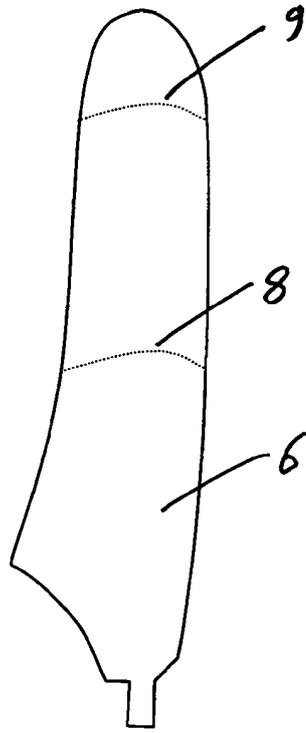


Fig. 3

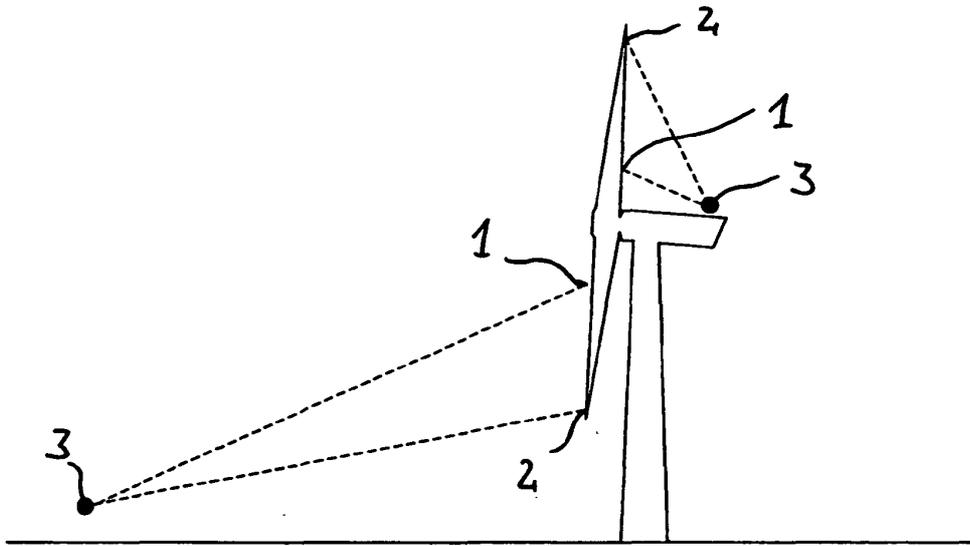


Fig. 4a

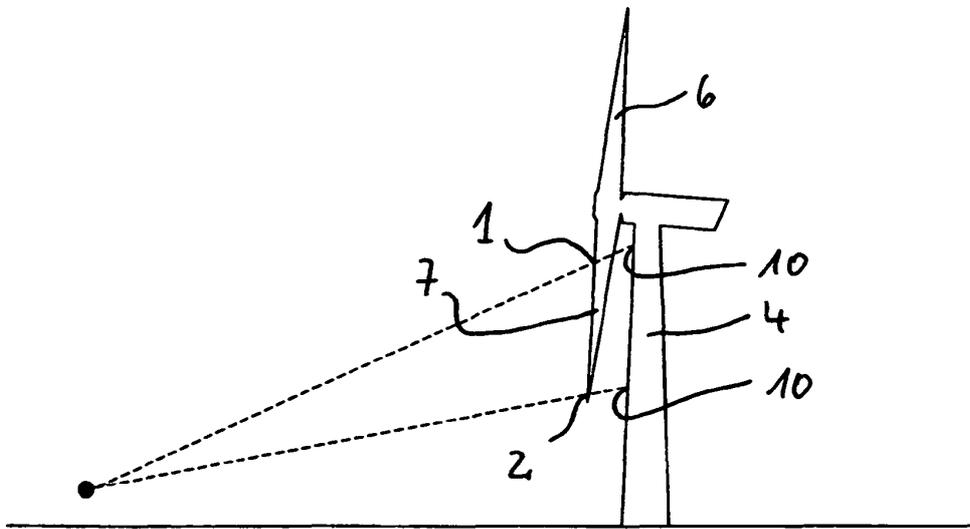


Fig. 4b

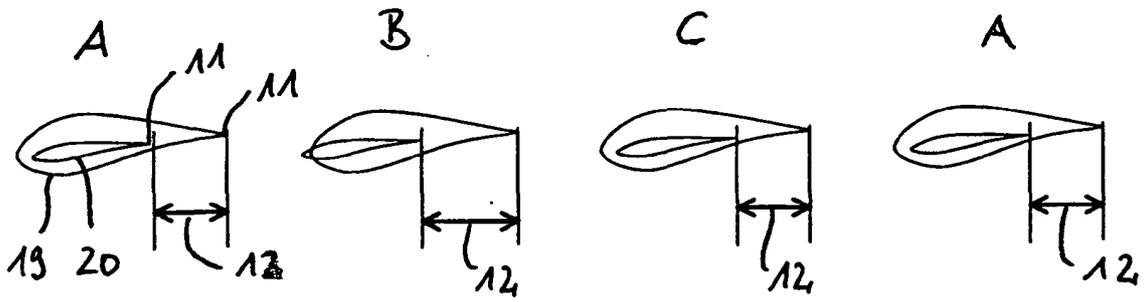


Fig. 5

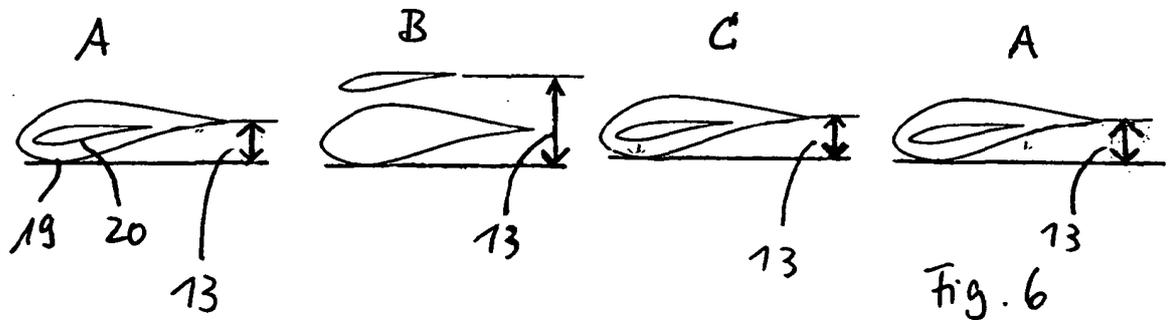


Fig. 6

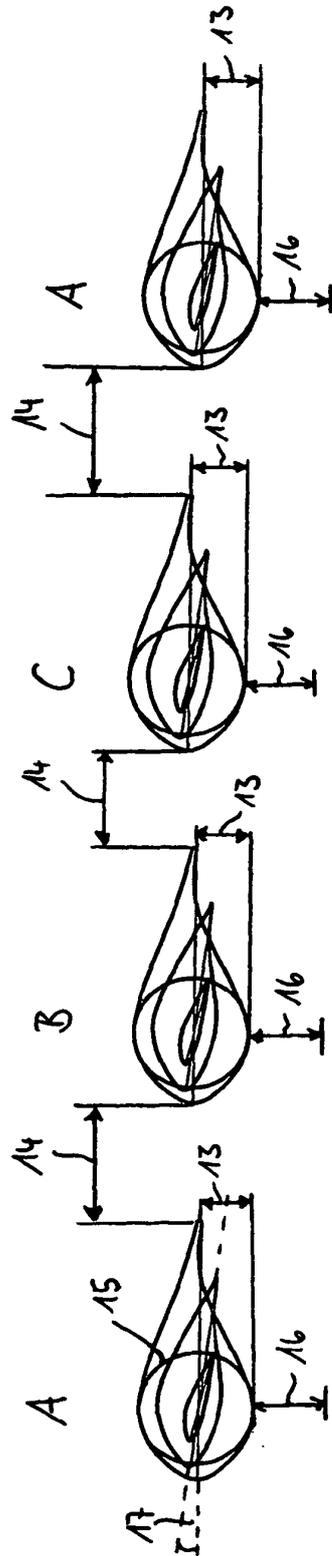


Fig. 7

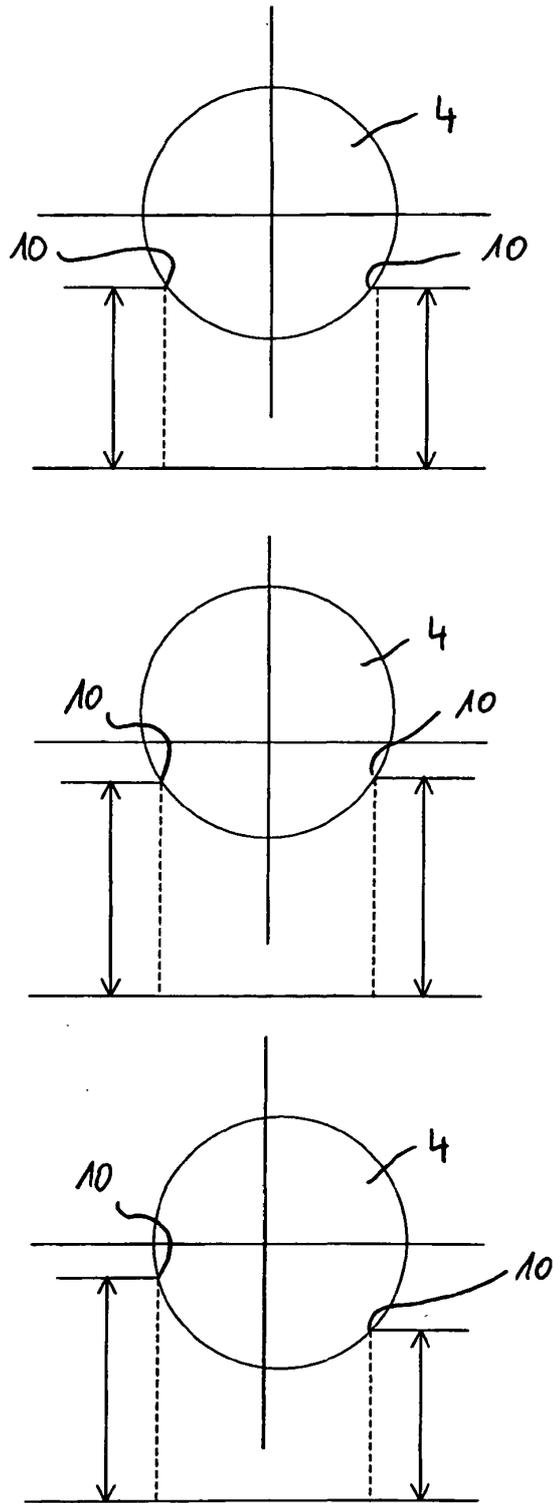


Fig. 8

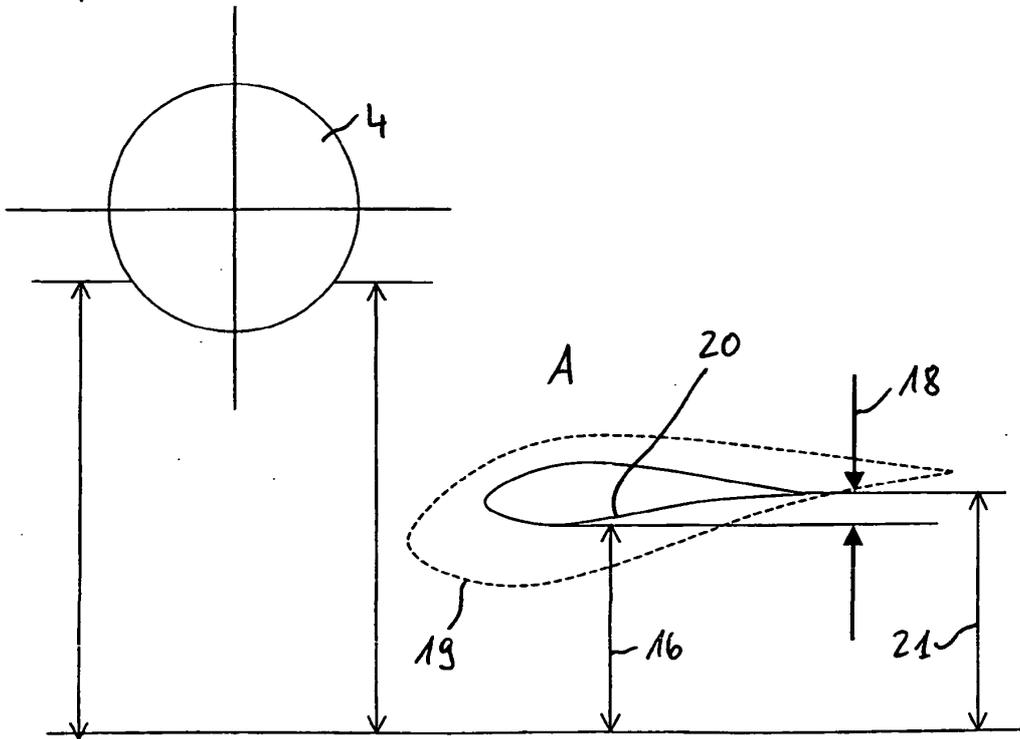
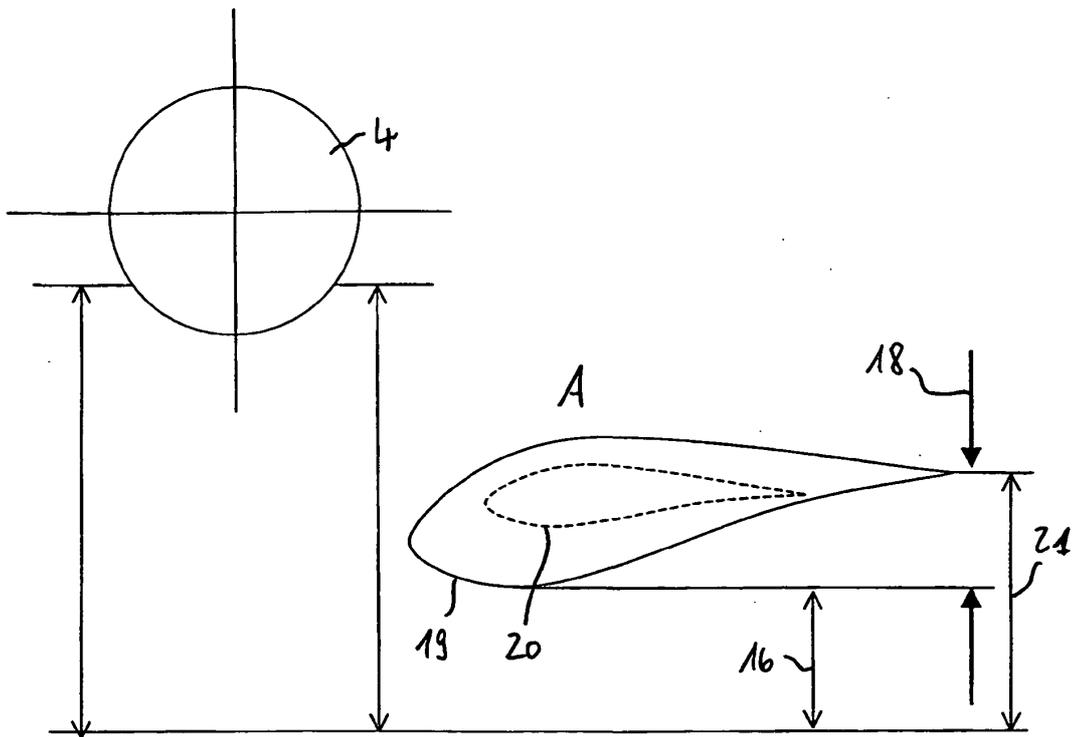


Fig. 9

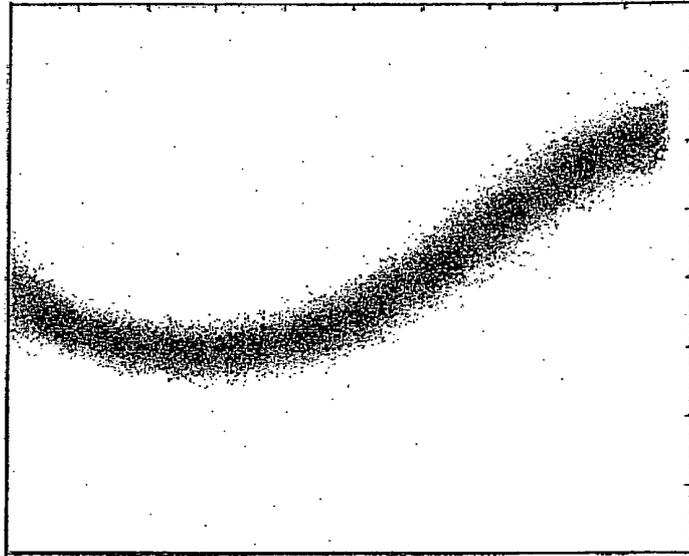


Fig. 10