

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 517 522**

51 Int. Cl.:

F03D 11/00 (2006.01)

G02B 27/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.02.2012** **E 12710128 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.08.2014** **EP 2689131**

54 Título: **Dispositivo de limpieza de una instalación sensora óptica para medir cargas aerodinámicas de una pala de rotor de una central eólica**

30 Prioridad:

19.03.2011 DE 102011014480

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

03.11.2014

73 Titular/es:

**SSB WIND SYSTEMS GMBH & CO. KG (100.0%)
Neuenkirchener Strasse 13
48499 Salzbergen, DE**

72 Inventor/es:

**BERTOLOTTI, FABIO y
KÖTTING, NORBERT**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 517 522 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

Dispositivo de limpieza de una instalación sensora óptica para medir cargas aerodinámicas de una pala de rotor de una central eólica

5 La invención se refiere a una instalación sensora para medir cargas aerodinámicas de al menos una pala de rotor de una central eólica, de forma correspondiente al preámbulo de la reivindicación 1. La invención se refiere además a una central eólica, de forma correspondiente al preámbulo de la reivindicación 13.

10 Mediante el aumento de la longitud y de la flexibilidad de las palas de rotor en central eólicas, su control trabaja cada vez con más frecuencia en el sentido de medir las cargas aerodinámicas que se producen durante el funcionamiento de una o varias palas de rotor. Las cargas o deformaciones que sufren las palas de rotor están provocadas predominantemente por fuerzas aerodinámicas. Sin embargo, no es posible una medición directa de las cargas aerodinámicas. Debido a que la flexión y la torsión de las palas así como la carga que sufren están en una estrecha relación mutua, las informaciones sobre estas deformaciones indeseadas constituyen una buena información inicial sobre si estas deformaciones deben achacarse a una orientación incorrecta del eje de rotor con relación a la dirección del viento o a rachas de viento verticales u horizontales.

15 La medición de las cargas que se producen en funcionamiento sobre una pala de rotor se realiza casi siempre a través de instalaciones sensoras, que están dispuestas en una cavidad del rotor, de la pala de rotor o también en una caja de motor fija (góndola) de la central eólica. Desde una fuente de señal se envían señales a un reflector dispuesto a distancia de la misma, que después son reflejadas por el mismo y se envían a un receptor dispuesto también a cierta distancia del reflector. En el receptor se valoran las señales reflejadas y, dado el caso, se transforman en valores de medición a través de una unidad de cálculo. El receptor y la unidad de cálculo reciben el nombre a partir de ahora de instalación de valoración de señales.

20 Los desplazamientos tridimensionales de marcas sobre la superficie del reflector, que se producen a causa de las cargas aerodinámicas, pueden de este modo ser detectados y cuantificados por la instalación de valoración de señales. En el caso de la unidad de valoración de señales puede tratarse por ejemplo de una llamada instalación de medición de distancias sin contacto en forma de un láser, una cámara o disposiciones similares. La instalación de valoración puede estar dispuesta en la cavidad del rotor, de la pala o incluso a través de unos medios de transmisión adecuados también en la caja de motor fija (góndola) de la central. En el caso de las señales puede tratarse de señales ópticas, de sonar, láser o electromagnéticas. En el caso del reflector se trata casi siempre de un llamado retro-reflector, que está dispuesto simétricamente alrededor del eje de pala y está fijado a la pala.

30 Ejemplos de tales instalaciones sensoras genéricas con un reflector y una instalación de valoración de señales en la cavidad de una pala de rotor se describen en los documentos EP 2 239 462 A2 DE (instalación de medición de distancias sin contacto), DE 10 2009 007 938 A1 (sensor óptico) o WO 2010054661 A2 (instalación de valoración de señales en la góndola).

35 En especial dos valores influyentes tienen una influencia fundamental en la precisión de las mediciones de las instalaciones sensoras descritas anteriormente en la cavidad de la región de rotor de una central eólica: por un lado el movimiento causado por las cargas aerodinámicas de las instalaciones de valoración de señales, por ejemplo en el caso de un sistema óptico, si la cámara a causa de la carga recibida ejecuta movimientos por sí misma y, por otro lado, suciedades o daños en el reflector en funcionamiento.

40 Un posible movimiento de la instalación de valoración de señales puede impedirse mediante un posicionamiento fijo de la instalación o compensarse a través de una medición de puntos de referencia. En el caso de la medición de puntos de referencia se calcula, a través de una medición de distancias adicional en un punto fijo (por ejemplo la distancia a la raíz de pala), el movimiento de la instalación de valoración de señales. Con relación a esto se hace referencia a las solicitudes de patente DE-A-10 2010 017 749 y DE-A-10 2011 011 392 de la solicitante.

45 El segundo valor influyente se refiere a posibles suciedades y daños en el reflector en la región de rotor de la central eólica. Esta región es relativamente inaccesible. Esto afecta en especial a la cavidad de una pala de rotor, que se estrecha en dirección a la punta de pala. El reflector de la instalación sensora está dispuesto a cierta distancia de la raíz de hoja, en dirección a la punta de pala, en esta cavidad más inaccesible de la pala.

50 Las suciedades o los daños en el reflector son causados por polvo, revestimientos de suciedad o piezas desprendidas que vuelan alrededor del rotor, que pueden presentar diferentes causas. Pueden ser residuos procedentes de la fabricación de palas, piezas de motor sueltas o incluso herramientas. Sobre la superficie del reflector se asientan en el transcurso del tiempo también residuos de suciedad de aceite de motor u otras partículas de suciedad. Estos residuos causan una desviación de las señales entrantes y reflejadas, de tal modo que las señales detectadas son defectuosas y se registran y cuantifican mediciones erróneas.

El documento EP-A- 2 141 354 muestra un dispositivo para limpiar superficies exteriores sucias de una pala de rotor

de una central eólica, con un bastidor y una instalación de limpieza, que está adaptada a la superficie exterior de la pala de rotor y está unida al bastidor. El dispositivo de limpieza está dispuesto de forma desplazable sobre la superficie exterior del rotor y se desliza de forma fija sobre la misma. El dispositivo de limpieza puede activarse mediante una fuerza centrífuga que se produce al girar el rotor.

- 5 La tarea de la invención consiste, en el caso de una instalación sensora de la clase citada, en impedir un ensuciamiento de la superficie del reflector y de este modo una posible fuente de errores a la hora de medir las cargas aerodinámicas.

10 La solución de esta tarea se realiza con relación al preámbulo de la reivindicación 1 mediante sus particularidades características. En las reivindicaciones subordinadas se indican unas ejecuciones ventajosas de la solución conforme a la invención.

15 Con la disposición de una activación de un dispositivo de limpieza de reflectores para el reflector, en función del número de revoluciones del cubo de rotor, se crea la posibilidad de llevar a cabo durante el funcionamiento a intervalos regulares una auto-limpieza semiautomática del reflector, sin poner fuera de servicio la central eólica. El dispositivo de limpieza se controla casi por sí mismo mediante la posición de las palas de rotor. Puede activarse incluso con la central parada, bajo la premisa de que la pala de rotor correspondiente con el dispositivo de limpieza esté dispuesta de tal forma, que el dispositivo de limpieza pueda activarse mediante la atracción terrestre. La activación del dispositivo de limpieza se realiza, en el caso de palas de rotor que giren lenta y rápidamente, mediante la fuerza centrífuga que se produce durante la rotación. Ya no es necesario un control externo del dispositivo de limpieza.

20 Mediante la fuerza centrífuga el dispositivo de limpieza puede activarse o se activa en el caso de un cubo que gire lentamente, mientras que puede bloquearse o está bloqueado en el caso de un cubo que gire rápidamente. En el caso de un cubo de rotor que gire lentamente de la central eólica no se necesita ninguna valoración del sistema sensor, ya que en este caso las cargas aerodinámicas de la central eólica son muy reducidas y no juegan ningún papel. Por ello supone un inconveniente que, al limpiar la superficie de reflector mediante el dispositivo de limpieza, las señales incidentes o reflejadas se vean perturbadas mediante el dispositivo de limpieza. En el caso de un giro rápido del cubo, si se necesita la valoración del sistema sensor, se pone fuera de funcionamiento el dispositivo de limpieza, de tal modo que no se vea perturbado el recorrido de la señal.

25 En una primera ejecución ventajosa de la invención la activación se realiza mediante aumento de presión hidráulico o neumático con fuerza centrífuga ascendente. El dispositivo de limpieza comprende en este ejemplo de ejecución una instalación de pulverización, que está unida a través de un conducto a un depósito de reserva lleno de medio de limpieza. La activación puede realizarse por ejemplo por medio de que, en el caso de una determina posición del rotor, por ejemplo si la posición de una pala de rotor está por encima del eje de rotor, la presión en el conducto aumente y de este modo, a través de una válvula reguladora de presión en el conducto, el medio de limpieza se pulverice a través del conducto sobre el reflector y de esta forma limpie el mismo.

30 Con independencia de la ejecución del dispositivo de limpieza con accionamiento activado neumática o hidráulicamente, el reflector presenta ventajosamente una superficie de reflector, que fundamentalmente está dispuesta transversalmente respecto al recorrido de la señal y se limpia mediante el dispositivo de limpieza.

35 Para una mejor protección contra partículas de suciedad que vuelen alrededor del rotor, el reflector está dotado de un disco protector, dispuesto delante de la superficie de reflector y que no influye en las señales. Para evitar refracciones / reflexiones adicionales de las señales sobre la superficie límite entre el disco protector y la superficie de reflector, que adulterarían adicionalmente el resultado de la medición de la instalación sensora, se propone que el disco protector forme con la superficie de reflector una unión íntima fija impermeable al aire. La evitación de las refracciones / dispersiones de señal sobre las superficie límite del disco protector y de la superficie de rotor influye de este modo también en la elección del material del disco protector.

40 En el caso del dispositivo de limpieza con el disco protector se limpia la superficie del disco protector que señala en la dirección de la instalación de valoración, es decir, el dispositivo de limpieza está dispuesto sobre la superficie de disco.

45 Para una protección adicional contra daños mecánicos, el reflector está instalado junto con el disco protector en una carcasa aparte. El lado delantero de la carcasa, que está dirigida hacia la instalación de valoración, está cubierto por el disco protector. En el borde de la carcasa está dispuesto el dispositivo de limpieza que, en función de la fuerza centrífuga que actúa sobre el reflector o la carcasa, limpia la superficie del disco protector dispuesta en la dirección de la instalación de valoración.

50 Para mejorar la activación del dispositivo de limpieza es además ventajoso que, durante la ejecución del reflector con el disco protector, éste esté dispuesto con relación a la superficie de reflector en un plano inclinado y que se

abra hacia la trayectoria de los rayos.

En las ejecuciones de la invención existentes se presumía que el dispositivo de limpieza se activaba directamente conforme aumentaba el número de revoluciones del rotor del cubo del rotor. El accionamiento del dispositivo de limpieza puede activarse también ventajosamente con diferentes números de revoluciones. Esto tiene importancia en especial para la medición exacta de la carga aerodinámica de las palas de rotor, para evitar errores de medición a causa de la activación del dispositivo de limpieza si el recorrido de la señal queda ocultado temporalmente por el proceso de limpieza.

En una ejecución especialmente ventajosa de la invención, el dispositivo de limpieza comprende una instalación de barrido con un brazo de barrido que puede bascular sobre la superficie de reflector. La activación del barrido se realiza exclusivamente mediante fuerzas de rotación y aceleración sobre el reflector, de tal modo que puede prescindirse de un dispositivo de accionamiento adicional para el dispositivo de limpieza acoplado al control de central eólica prioritario. La instalación de barrido está concebida de tal modo que, en el caso de un cubo de rotor que gire lentamente, si en este caso predomina la fuerza de atracción terrestre, el brazo de barrido se active mediante la fuerza de atracción terrestre y, en el caso de un cubo que gire rápidamente, si predomina la fuerza centrífuga que actúa hacia el exterior, el brazo de barrido sea presionado contra un tope dispuesto sobre el borde lateral de la superficie de reflector, esté bloqueado y de este modo permanezca en su posición inicial y reposo, para no ocultar la trayectoria de los rayos de las señales incidentes y reflejadas a causa de los movimientos de barrido sobre la superficie de reflector y, de esta forma, no adulterar los valores de medición.

El brazo de barrido presenta ventajosamente un labio de barrido dirigido hacia la superficie de reflector en forma por ejemplo de un revestimiento de fieltro, en donde el brazo de barrido puede bascular o se hace bascular desde la posición inicial a una posición de barrido sobre la superficie de reflector. El accionamiento del brazo de barrido en el caso de un giro lento del cubo se realiza en una posición angular de una pala de rotor, situada por encima del eje de cubo de la central eólica, mediante la fuerza de gravedad aplicada al brazo de barrido. El brazo de barrido se mueve desde la posición inicial a la posición de barrido y pasa por encima de la superficie de reflector que se limpia de partículas de suciedad durante este proceso. Si por el contrario la pala de rotor al seguir girando (lentamente) el cubo alcanza una posición angular situada por debajo del eje de rotor, se produce un movimiento basculante de vuelta a la posición inicial del brazo de barrido. Con cada giro completo de la pala de rotor en los 360° se produce de este modo, en cada caso, un movimiento basculante del brazo de barrido sobre la superficie de reflector. Los recorridos de señal ocultadores durante este proceso no tienen relevancia, sin embargo, para la medición de la carga aerodinámica, ya que es insignificamente pequeña en este margen del número de revoluciones.

Para una mejor activación de la instalación de barrido mediante la fuerza de gravedad la superficie de reflector, como en el caso de la ejecución descrita anteriormente está dispuesta de forma preferida oblicuamente respecto a un perfil de sección transversal de la pala de rotor, con un ángulo que se abre hacia el eje de pala. El brazo de barrido puede ajustarse con ello mediante pesos o medidas similares, de tal manera que el labio de barrido con cada movimiento basculante haga siempre contacto sobre la superficie de reflector.

En el caso de un cubo de rotor que gire rápidamente y de las palas de rotor allí fijadas, si son necesarias las valoraciones del sistema sensor, la fuerza de gravedad aplicada al brazo de barrido se domina mediante la fuerza centrífuga que actúa en la dirección de la punta de pala. Mediante esta fuerza el brazo de barrido, montado lateralmente sobre la superficie de reflector, es presionado siempre hacia el exterior contra un tope y de este modo permanece en su posición inicial o reposo. La superficie de reflector no queda oculta, no se influye en las señales incidentes y reflejadas y no se perjudica la medición de la carga aerodinámica de la instalación en caso de fuerte viento o de una ráfaga de viento.

En la ejecución del dispositivo de limpieza como instalación de barrido pueden aplicarse para la ejecución del reflector las mismas formas de ejecución que en la ejecución ya citada anteriormente con la instalación de pulverización. De este modo el reflector puede estar dispuesto en una carcasa que esté dotada de un disco protector en la dirección de la instalación de valoración. Sobre el borde de la carcasa o del disco protector está dispuesta después la instalación de barrido, en donde el brazo de barrido en esta ejecución barre sobre el disco protector.

Para mejorar el movimiento basculante del brazo de barrido es además ventajoso que, en la ejecución del reflector con el disco protector, éste esté dispuesto con relación a la superficie de reflector en un plano inclinado y que se abra hacia la trayectoria de los rayos. Esta disposición impide, en el caso de una fuerza centrífuga elevada aplicada al reflector – es decir en el caso de un número de revoluciones elevado -, una activación indeseada en este margen del brazo de barrido. En el caso de un número de revoluciones bajo y de una fuerza de gravedad que se esté aplicando, se impide de este modo un bloqueo indeseado del brazo de barrido.

La invención se refiere además a una central eólica con un rotor que puede girar mediante el viento alrededor de un eje de rotor, que comprende un cubo de rotor y al menos una pala de rotor fijada al cubo de rotor y que discurre

- 5 desde éste, fundamentalmente en dirección transversal respecto al eje de rotor, al menos un generador eléctrico que está acoplado mecánicamente al rotor y puede accionarse mediante el mismo, en donde la central eólica presenta una instalación sensora con un dispositivo de limpieza en todas las ejecuciones de la invención citadas anteriormente, que está integrada en una central de este tipo y que establece las cargas aerodinámicas sobre las
- 5 palas de rotor, generadas a causa del viento y de la climatología.
- Se deducen otras ejecuciones ventajosas de la invención de dos ejemplos de ejecución de la invención, representados en el dibujo.
- La figura 1 muestra una vista esquemática de una central eólica.
- 10 La figura 2 muestra una representación esquemática y parcial de un rotor, de la central eólica visible en la figura 1, con una instalación sensora para determinar la deformación de una pala de rotor de una central eólica.
- La figura 3 muestra, en una representación en perspectiva, el rotor de la central eólica con reflectores dispuestos esquemáticamente de la instalación sensora para cada pala de rotor, en el caso de un cubo que gire rápidamente.
- Las figuras 4a y 4b muestran, en una representación en perspectiva, una primera ejecución del dispositivo de limpieza de un reflector de la central eólica.
- 15 Las figuras 5a y 5b muestran, en una representación esquemática, el modo de funcionamiento del dispositivo de limpieza según las figuras 4a y 4b, en el caso de un número de revoluciones elevado y bajo de la central eólica.
- La figura 6 muestra, en una representación esquemática, una segunda ejecución del dispositivo de limpieza del reflector de la central eólica.
- 20 En la figura 1 puede verse una central eólica 1, en donde una torre 3 alzada sobre un cimiento 2 está unida a una caja de motor 4 por su extremo alejado del cimiento 2. En la caja de motor 4 está dispuesto un soporte de motor 5, sobre el que está montado un rotor 6 que puede girar alrededor de un eje de rotor 7 y que presenta un cubo de rotor 8 y unas palas de rotor 9 y 10 unidas al mismo, las cuales pueden girar respectivamente alrededor de sus ejes de pala 11, 12 con relación al cubo de rotor 8. Cada pala de rotor 9, 10 está acoplada mecánicamente a un accionamiento regulador 13, 14, mediante el cual la respectiva pala de rotor 9, 10 gira alrededor del eje de pala 11, 12 correspondiente y está acoplada mecánicamente a un generador eléctrico 16, el cual está dispuesto en la caja de motor 4, está fijado al soporte de motor 5 y transforma la fuerza eólica 15 que actúa sobre las diferentes palas de rotor en su mayor parte en energía eléctrica. Para el funcionamiento controlado de la central eólica 1 está previsto un control de central eólica 17 prioritario, mediante el cual se controlan entre otras cosas los accionamientos reguladores 13 y 14.
- 25 La figura 2 muestra una representación esquemática y parcial del rotor 6 en la dirección de observación de la figura 1, en donde sobre el cubo de rotor 8 está montada giratoriamente una tercera pala de rotor 18 mediante un cojinete de pala 19. Las palas de rotor 9 y 10 presentan también cojinetes de pala 21 y 22, como puede verse en la figura 2. En la figura 1 la pala de rotor 18 está cubierta por el cubo de rotor 8. Al igual que las palas de rotor 9 y 10, también la pala de rotor 18 está acoplada mecánicamente a un accionamiento regulador del ángulo de pala 27, indicado esquemáticamente, y puede girar mediante éste alrededor del eje de pala 20.
- 30 La figura 2 muestra además una instalación sensora 31 para la medición de la deformación de la pala de rotor de la central eólica 1, que está integrada total o parcialmente en el rotor 6. Mediante la instalación 31 se mide una carga aerodinámica de la pala de rotor 18. El extremo de la pala de rotor 18, fijado al cojinete de pala 19, recibe el nombre de raíz de pala 23.
- 35 La instalación sensora 31 comprende un reflector 25 dispuesto en una cavidad 24 de la pala de rotor 18, el cual recibe desde una instalación de valoración de señales 28 unas señales que inciden a cierta distancia de la raíz de pala 23, refleja las mismas sobre su superficie 26 vuelta hacia la señal incidente y las envía de vuelta a la instalación de valoración 28. La instalación de valoración 28 está dispuesta en la región del cojinete de pala 19 y presenta un punto de referencia fijo respecto a la raíz de pala 23. De este modo se impide que unos posibles movimientos de la instalación de valoración influyan en la medición de la deformación de la pala de rotor 18.
- 40 En la figura 2 las señales que salen de la instalación de valoración de señales 28 desde la izquierda hacia la derecha están dotadas de una flecha con el símbolo de referencia 29, y las señales reflejadas que provienen de la superficie de reflector 26 hacia la izquierda de vuelta a la instalación de valoración 28 están marcadas con el símbolo de referencia 30. La señal que incide sobre el reflector 25 genera sobre su superficie 26 una marca. Mediante la carga aerodinámica se deforma la pala 18, en donde la deformación se plasma en un desplazamiento de la marca sobre la superficie de reflector 26. Este desplazamiento se registra en la instalación de valoración de señales 28.
- 45
- 50

La instalación de valoración de señales 28 está unida además a una unidad de cálculo y tratamiento de señales 32, que cuantifica adicionalmente las señales 30 reflejadas y las convierte en magnitudes de medición. La unidad de tratamiento de señales 32 está unida además al accionamiento regulador 27. Asimismo existe una unión no representada con el control de central eólica 17. Los valores establecidos de la unidad de cálculo y tratamiento de
5 señales 32 forman de este modo unas magnitudes de ajuste para el accionamiento regulador de pala 27 o para otros parámetros de funcionamiento de la central eólica 1.

La instalación sensora 3 citada en el ejemplo de ejecución según la figura 2 trabaja sobre la base de un sistema óptico, en el que las señales 29, 30 son rayos de luz que parten de una fuente de luz, que forman parte de la instalación de valoración de señales 28 citada anteriormente. El sistema óptico comprende unos sistemas basados
10 en cámara o disposiciones de láser. Los rayos (las señales) generados por una fuente de luz generan sobre el reflector 25 una marca luminosa, que se desplaza a causa de la deformación de pala tridimensionalmente sobre la superficie de reflector 26. La marca desplazada se registra a través del rayo de luz 30 reflejado en la instalación de valoración de señales 28. Los datos de la deformación se transforman después en magnitudes de medición en la instalación de cálculo y tratamiento de señales 32.

En lugar del sistema óptico citado anteriormente pueden utilizarse también sistemas electromagnéticos o de sonar no ligados a conductores, que dispongan de una unidad de emisión/recepción correspondiente y de un reflector configurado de forma correspondiente.

La figura 3 muestra en una representación en perspectiva la rotación 35 del rotor 6 de la central eólica 1, con reflectores 25 dispuestos esquemáticamente para cada pala de rotor 9, 10 y 18 en el caso de un cubo 8 que gire rápidamente. Debido a que los reflectores en las palas de rotor 9 y 10 son iguales a los de la pala de rotor 18,
20 están dotados también de los mismos símbolos de referencia que el reflector 25 en la pala 18 de la figura 2.

El reflector 25 está rodeado por una carcasa 33 (véase también la figura 6), para evitar daños mecánicos a causa de piezas desprendidas que vuelen alrededor en la cavidad 23 de la pala de rotor 9, 10, 18. La superficie de reflector 26 que señala en la dirección de la unidad de valoración 28 está dispuesta transversalmente al eje de pala
25 20 y presenta, para evitar residuos de suciedad sobre la superficie 26, un dispositivo de limpieza 34 que se explica más adelante en la ulterior descripción de figuras. En el caso de un rotor 6 que gire rápidamente – por ejemplo a causa de un viento fuerte o de una ráfaga de viento que se produzca durante un breve periodo de tiempo – actúa sobre cada reflector 25 una aceleración centrífuga 36 de unos 10 g, con $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (fuerza de atracción terrestre).

El dispositivo de limpieza 34 está concebido en una primera ejecución de tal forma, que no está en funcionamiento en el caso de un número de revoluciones elevado del rotor, ya que en este margen del número de revoluciones se producen unas flexiones de la respectiva pala de rotor 9, 10, 18. Una activación del dispositivo de limpieza 34 en este margen del número de revoluciones perturbaría la medición de deformación y con ello la medición de las cargas aerodinámicas de la central eólica 1.

Lo contrario se produce en el caso de un cubo de rotor 8 que gire lentamente. En este caso actúa sobre cada el respectivo reflector 25 sólo la fuerza de atracción terrestre g que actúa a causa del giro $m\omega^2 r$. Debido a que en este margen prácticamente no actúa ninguna carga aerodinámica que pueda medirse, en este margen del número de revoluciones del rotor está activado el dispositivo de limpieza 34. Para las cargas aerodinámicas no tienen relevancia las perturbaciones del recorrido de señal de las señales incidentes y reflejadas, causadas por el proceso
40 de limpieza del reflector.

En las figuras 4a y 4b se ha representado en detalle la primera forma de ejecución del dispositivo de limpieza 34 del reflector 25. Está ejecutada como instalación de barrido 37 con un brazo de barrido 38, que está montado de forma basculante sobre el borde lateral derecho 40 de la carcasa de protección 33. Como protección adicional contra piezas que vuelen alrededor la superficie de la carcasa 33, vuelta hacia la instalación de valoración de señales 28,
45 está dotada de un disco protector 39 que está dispuesto, con relación a la superficie de reflector 26 y a la dirección de señal de las señales (luminosas) incidente y reflejadas 29, 30, en un plano inclinado y que se abre hacia la trayectoria de los rayos (véase la figura 5). El disco protector 39 forma con la superficie de reflector 26 una unión íntima fija impermeable al aire, para que no se adulteren las señales incidentes y salientes 29, 30. El reflector 25 está dispuesto en una depresión en el interior de la carcasa y cubierto por el disco protector.

El brazo de barrido 38 presenta en su lado dirigido hacia la superficie de disco protector 41 una falda de obturación 42 (véase la figura 5a), que se compone de un recubrimiento de fieltro y barre sobre la superficie de disco 41. En la figura 4a se ha representado la posición inicial o de reposo del brazo de barrido 38. El punto de pivotamiento 43 del brazo de barrido 38 está dispuesto sobre el borde (derecho) de la carcasa 33. El brazo 38 bascula, desde la posición inicial o de reposo representada en la figura 4a, a causa del giro lento de la pala de rotor 9, 10, 18,
50 alrededor del eje de rotor 7 (figura 3) en sentido horario hasta la posición de barrido 46 representada en la figura 4b, en donde mediante este proceso se limpia la superficie de disco protector 41. En el caso de un giro de rotor ulterior

se produce después a su vez, a causa de la fuerza de gravedad g, el movimiento inverso hacia la posición de reposo o inicial conforme a la figura 4a. La instalación de barrido 37 presenta, en las posiciones iniciales y de reposo respectivas del brazo de barrido 38 conforme a las figuras 4a (abajo) y 4b (arriba), en cada caso una barrera 44, que están configuradas a modo de un tope 45 dirigido en perpendicular respecto a la superficie de disco protector 41.

Debido a que el proceso de barrido se lleva a cabo en el margen del número de revoluciones de rotor bajo, la deformación de la pala de rotor afectada es tan reducida que no se necesita una medición de la carga aerodinámica. Una ocultación del recorrido de señal 29, 30 y, de este modo, una posible adulteración del resultado de la medición a causa del proceso de barrido no tiene por ello relevancia.

Las figuras 5a y 5b muestran esquemáticamente el modo de funcionamiento de la instalación de barrido 37 en el caso de un número de revoluciones elevado (figura 5a) y de un número de revoluciones bajo (figura 5b). En la figura 5a puede verse que, en el caso de un número de revoluciones elevado, fundamentalmente actúa la fuerza centrífuga 36 que presiona el brazo de barrido 38 en la posición de reposo o inicial hacia el exterior sobre el borde de carcasa 40. El brazo de barrido 38 es presionado hacia el exterior contra la barrera superior o inferior 44 o el tope 45, como se ha representado en las figuras 4a y 4b. La instalación de barrido 37 no está activada y no cubre el reflector 25.

La figura 5b muestra el modo de funcionamiento de la instalación de barrido 37 en el caso de un número de revoluciones de rotor bajo en la posición de barrido, es decir, en la posición en la que el brazo de barrido 38 barre precisamente sobre la superficie de disco 41 y la limpia de partículas de suciedad. Debido a que no se requiere ninguna valoración de sensor de la deformación de pala, la función de limpieza del barrido no influye en el resultado de medición de la instalación sensora 31.

La figura 6 muestra, en una representación esquemática, una segunda ejecución del dispositivo de limpieza del reflector 25 de la central eólica 1. La limpieza del reflector 25, respectivamente de la superficie de reflector o de los discos protectores 39, se realiza en esta ejecución a través de una instalación de pulverización 47, que se activa mediante un dispositivo de activación 50, en donde la activación se realiza mediante aumento de presión hidráulico o neumático con un número de revoluciones creciente y de este modo una fuerza centrífuga mayor (36). El dispositivo de activación 50 está unido al control de la central eólica que, a través de medidores del número de revoluciones, vigila y control el número de revoluciones del rotor. La limpieza del reflector 25, respectivamente de la superficie de reflector 26 o de la superficie de disco protector 41, se realiza a través de una instalación de pulverización 47.

A través del dispositivo de activación 50 y en función de la fuerza centrífuga 36 activa, es decir en función del número de revoluciones del rotor, se pulveriza un medio de limpieza 49 que se almacena en un depósito 48 dispuesto en el rotor, a través de un conducto 51 y una boquilla de salida 52 dispuesta sobre el borde del reflector, sobre la superficie correspondiente del reflector y de este modo limpia la misma. Como dispositivo de activación puede usarse por ejemplo una válvula reguladora de presión acoplada al control de central eólica 17. Con un número de revoluciones correspondiente aumenta la presión en el conducto 51 generada por la fuerza centrífuga, de tal manera que a través de la válvula reguladora de presión fluye el medio de limpieza 49 a través del conducto 51 y se distribuye sobre la superficie de disco 39 a través de la boquilla de salida 52.

La forma de ejecución representada en la figura 6 del dispositivo de limpieza puede dotarse adicionalmente también de una instalación de barrido de forma correspondiente a las figuras 4a y 4b, para conseguir un mejor resultado de limpieza. Asimismo, a la inversa, la instalación de barrido representada en las figuras 4a y 4b puede dotarse adicionalmente de una instalación de pulverización conforme a la figura 6.

Para el técnico es conocido prever la activación del dispositivo de limpieza en función del número de revoluciones del rotor, también en instalaciones sensoras que estén dispuestas en otras piezas constructivas de las centrales eólicas, si por ejemplo la instalación de valoración para las señales reflectantes no está dispuesta en el rotor, sino en la caja de motor fija (góndola), la torre o en otra pieza constructiva de la central.

Asimismo el término utilizado en la descripción de "señal" comprende todas las señales posiblemente no ligadas a conductores como rayos ópticos, incluyendo rayos láser (sistemas LIDAR), señales electromagnéticas y de sonar (sistemas SODAR).

REIVINDICACIONES

- 1.- Instalación sensora para medir cargas aerodinámicas de una pala de rotor (9, 10, 18) de una central eólica (1), que con su raíz de pala (23) está fijada a un cubo de rotor (8) de un rotor (6), con al menos un reflector (25) dispuesto en una cavidad (24) de la pala de rotor (9, 10, 18), el cual está acoplado a través de una señal (29, 30) a una instalación de valores de señales (28) dispuesta a cierta distancia del reflector (25), mediante la cual se establecen y cuantifican a partir de la señal reflejada (30) los cambios físicos de la pala de rotor (9, 10, 18), **caracterizada por** un dispositivo de limpieza (34) para el reflector (25) dispuesto sobre el reflector (25) el cual, mediante la fuerza centrífuga (36) que se produce durante el giro del rotor puede activarse o se activa y limpia el reflector (25), en donde el dispositivo de limpieza (34) puede activarse o se activa en el caso de un cubo (8) que gire lentamente, mientras que puede bloquearse o está bloqueado en el caso de un cubo (8) que gire rápidamente.
- 2.- Instalación sensora según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el dispositivo de limpieza (34) se activa mediante un dispositivo de activación (50), en donde la activación se realiza mediante aumento de presión hidráulico o neumático con fuerza centrífuga (36) ascendente.
- 3.- Instalación sensora según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada porque** el dispositivo de limpieza (34) comprende una instalación de pulverización (47) con depósito de reserva (48) lleno de medio de limpieza (49), una unidad de activación (50) que reacciona ante la presión, y un conducto (51) para el transporte del medio de limpieza (49) hasta una boquilla de salida (52) dispuesta en el sensor.
- 4.- Instalación sensora según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el reflector (25) presenta una superficie de reflector (26), que fundamentalmente está dispuesta transversalmente respecto al recorrido de la señal (29, 30) y se limpia mediante el dispositivo de limpieza (34).
- 5.- Instalación sensora según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el reflector (25) comprende un disco protector (39), dispuesto delante de la superficie de reflector (26) en la dirección de la instalación de valoración de señales (28) y que no influye en las señales (29, 30), cuya superficie (41) que señala en la dirección de la instalación de valoración de señales (28) es limpiada por el dispositivo de limpieza (34), en donde el disco protector (39) forma con la superficie de reflector (26) una unión íntima fija impermeable al aire, y el reflector (25) y el disco protector (39) están dispuestos en una carcasa (33).
- 6.- Instalación sensora según la reivindicación 5, **caracterizada porque** el disco protector (39) forma una cubierta de la carcasa (33) dispuesta en la dirección de la instalación de valoración (28) y el dispositivo de limpieza (34) está dispuesto sobre la superficie (41) del disco protector (39), que señala en la dirección de la instalación de valoración (28).
- 7.- Instalación sensora según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el disco protector (39) está dispuesto con relación a la superficie de reflector (26) en un plano inclinado y que se abre en la dirección de los recorridos de las señales (29, 30).
- 8.- Instalación sensora según una o varias de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el dispositivo de limpieza (34) comprende una instalación de barrido (37) con un brazo de barrido (38) que puede bascular sobre la superficie de reflector (26, 41), el cual puede activarse o se activa mediante el giro (35) del cubo de rotor (8).
- 9.- Instalación sensora según la reivindicación 8, **caracterizada porque** el brazo de barrido (38) presenta una falda de obturación (42) que señala en la dirección de la superficie de reflector (26, 41), en donde el brazo de barrido (38) puede bascular o bascula, desde una posición inicial a una posición de barrido (46) sobre la superficie de reflector (26, 41), y en la posición inicial está dispuesto sobre un borde lateral (40) de la superficie de reflector (26, 41).
- 10.- Instalación sensora según la reivindicación 8 ó 9, **caracterizada porque** el brazo de barrido (38) sólo barre sobre la superficie de reflector (26, 41) en el caso de un cubo (8) que gire lentamente y, en el caso de un cubo (8) que gire rápidamente, permanece en la posición inicial.
- 11.- Instalación sensora según una o varias de las reivindicaciones hasta 10, **caracterizada porque** en el caso de una fuerza centrífuga (36) elevada aplicada al reflector (25) el brazo de barrido (38) permanece en la posición inicial y, en el caso de un número de revoluciones reducido, el accionamiento del barrido se realiza mediante la fuerza de gravedad (g) que actúa sobre el reflector a causa del giro (35) de la pala de rotor.
- 12.- Instalación sensora según una o varias de las reivindicaciones 8 a 11, **caracterizada porque** el brazo de barrido (38), en su posición inicial está montado sobre un borde lateral de la superficie del disco protector o de la carcasa (33) y, en la posición de barrido (46), bascula sobre la superficie de disco protector (41).
- 13.- Central eólica con un rotor (6) que puede girar mediante la fuerza eólica (15) alrededor de un eje de rotor (7), que comprende un cubo de rotor (8) y al menos una pala de rotor (8, 9, 18) fijada al cubo de rotor (8) y que discurre

desde éste, fundamentalmente en dirección transversal respecto al eje de rotor (7), al menos un generador eléctrico que está acoplado mecánicamente al rotor y puede accionarse mediante el mismo, **caracterizada por** una instalación sensora (31) según una o varias de las reivindicaciones anteriores.

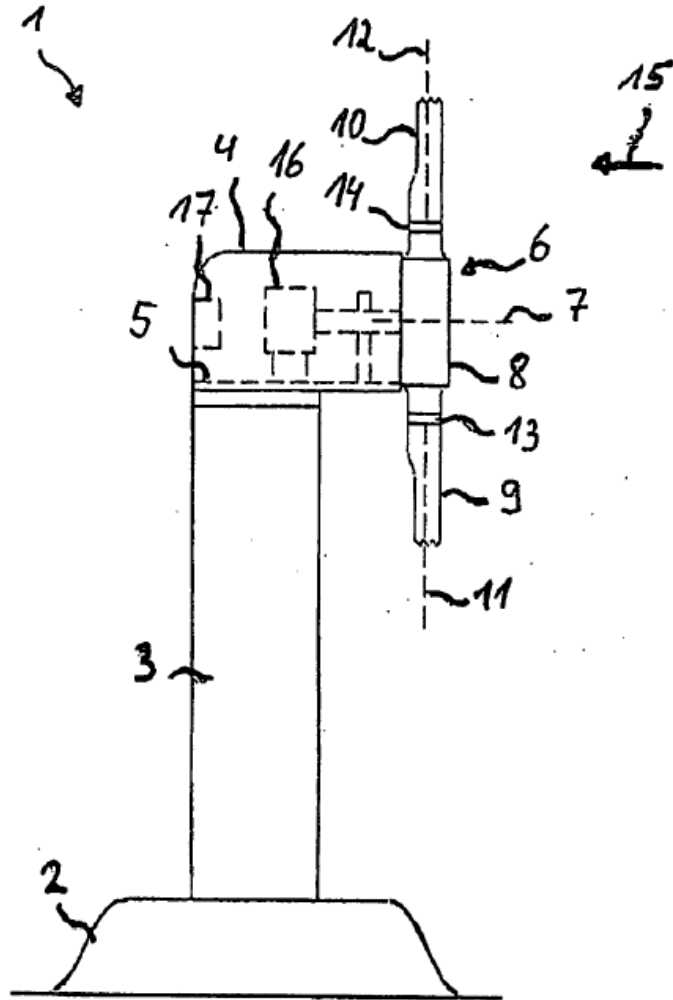


Fig. 1

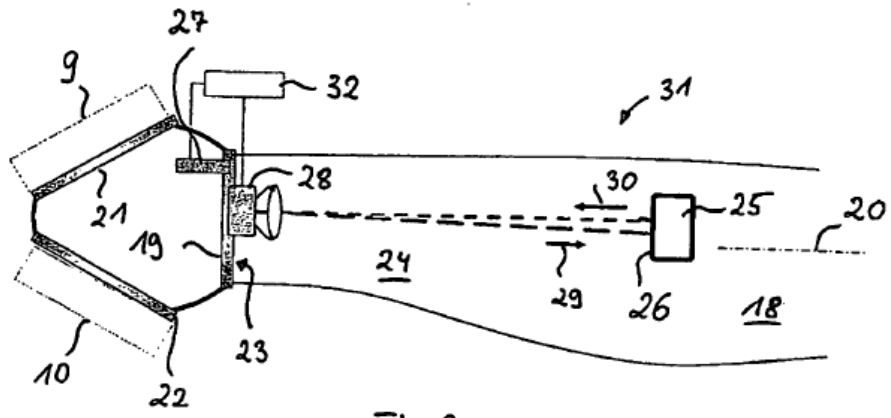


Fig. 2

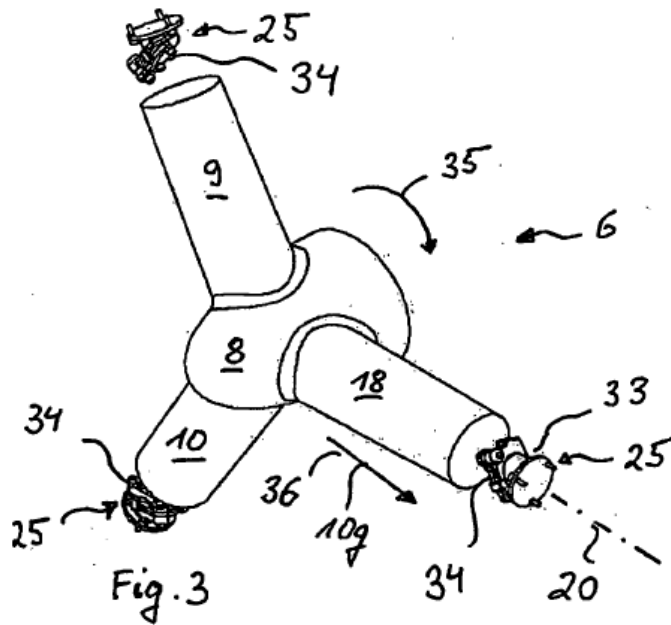


Fig. 3

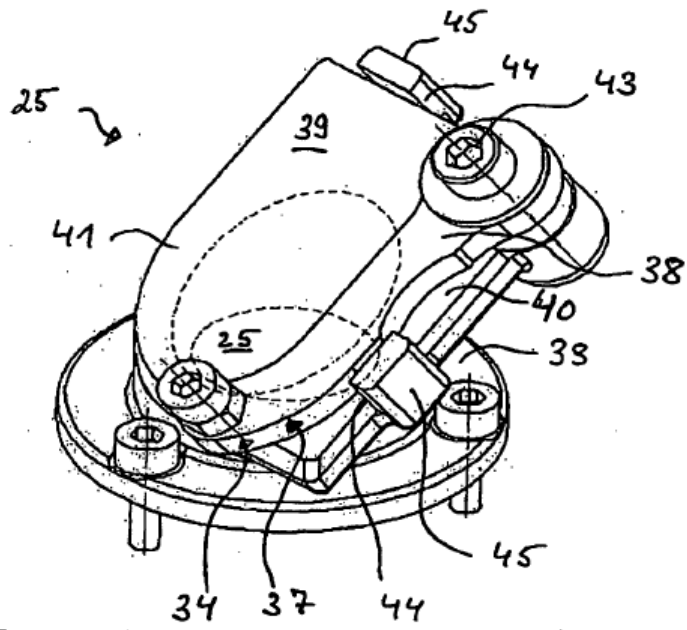


Fig. 4a

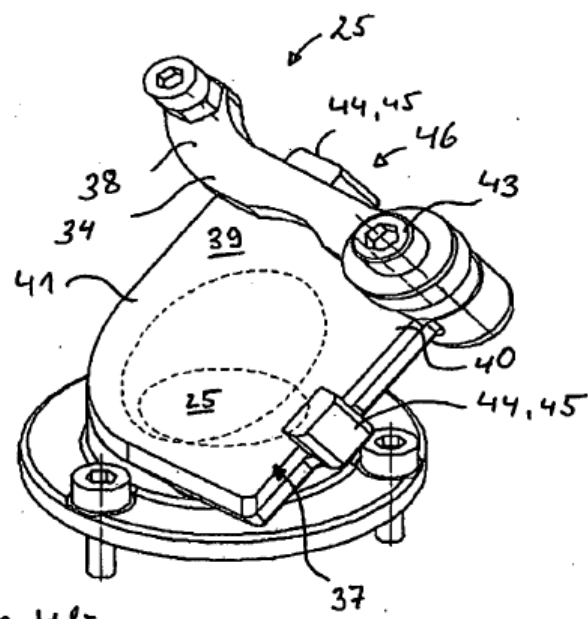


Fig. 4b

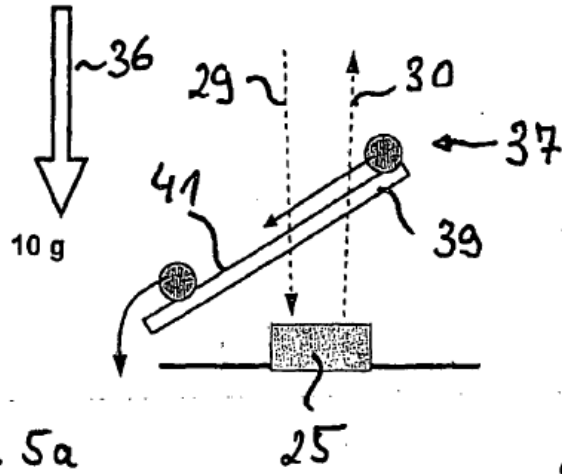


Fig. 5a

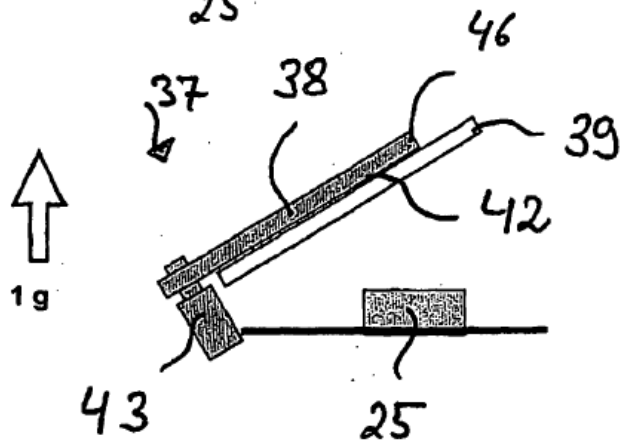


Fig. 5b

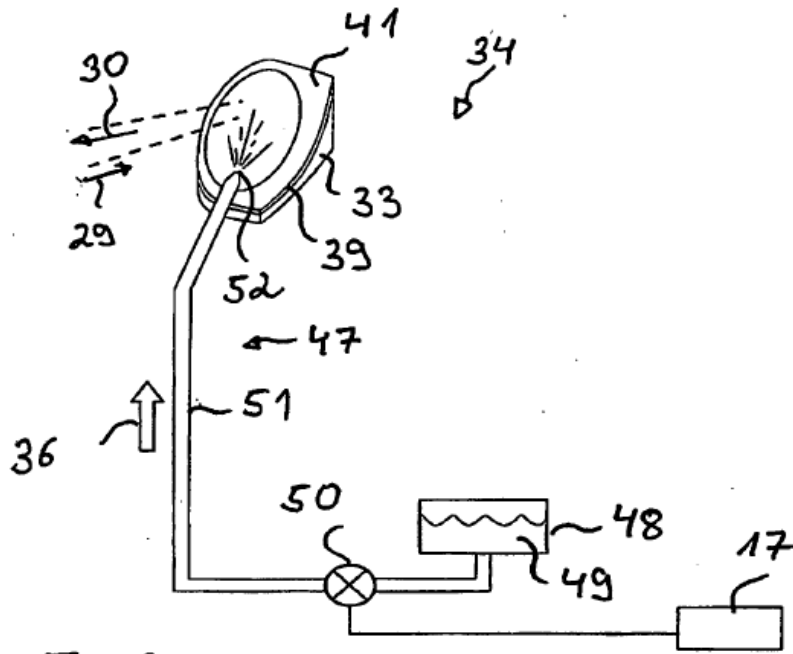


Fig. 6