

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 994 315**

(51) Int. Cl.:

F03D 80/50

(2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.09.2022 PCT/LV2022/050009**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **16.03.2023 WO23038509**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.09.2022 E 22772615 (5)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2024 EP 4370795**

(54) Título: **Un sistema y un procedimiento para la inspección de una pala de aerogeneradores giratorios**

(30) Prioridad:

12.09.2021 LV 210055

(73) Titular/es:

**AERONES ENGINEERING, SIA (100.00%)
Katlakalna iela 11
1073 Riga, LV**

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

22.01.2025

(72) Inventor/es:

PUTRAMS, JANIS

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 994 315 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

Un sistema y un procedimiento para la inspección de una pala de aerogeneradores giratorios

Campo Técnico

La invención se refiere a dispositivos y sistemas de inspección óptica de una pala de aerogeneradores giratorios, más particularmente, al sistema para la inspección de una pala de turbinas eólicas en movimiento.

Antecedentes de la técnica

Las aerogeneradores se construyen en cantidades y tamaños cada vez más grandes.. Las palas son una parte vital de los aerogeneradores. Los impactos de pájaros, rayos, la erosión del borde de ataque y de la superficie causan daños en las palas de los aerogeneradores. Las palas de aerogeneradores dañadas, defectuosas, sucias o cubiertas de hielo pueden reducir la productividad global del aerogenerador. Por consiguiente, durante su uso, las palas de los aerogeneradores requieren un mantenimiento e inspección frecuente.

En muchos procedimientos de la técnica anterior, es necesario detener las turbinas eólicas para realizar una inspección visual. Los procedimientos de inspección más comunes son manuales: utilizando escaladores industriales o drones y con base en tierra.

Se conoce un procedimiento para el uso de un vibrómetro láser Doppler en un sistema de seguimiento basado en cámaras para estudiar las vibraciones de las palas del rotor durante el funcionamiento normal de una central eléctrica (Ilja Kaufmann et. al. Vibrometría láser remota para palas de aerogeneradores; 01.04.2016, SPIE). Según el procedimiento conocido, la óptica del vibrómetro láser Doppler está montada en una unidad de giro e inclinación que se controla mediante un sistema de seguimiento basado en una cámara.

También se conocen un procedimiento y un dispositivo para medir las oscilaciones de un objeto en movimiento (EP2887030). El dispositivo para medir las oscilaciones de un objeto en movimiento comprende al menos un láser, que está diseñado para emitir radiación láser, y al menos una cámara, que está diseñada para detectar el objeto en movimiento, y al menos un receptor, que está diseñado para detectar al menos parte de la radiación láser. donde la radiación láser puede dirigirse por medio de un aparato de guía de haz y el dispositivo también contiene al menos un aparato de seguimiento, al que se puede suministrar al menos datos de imagen de la cámara y mediante el cual se puede producir al menos una señal de control del aparato de guía de haz.

También se conocen un dispositivo y un procedimiento para la monitorización óptica de componentes móviles (documento WO 2019081543 A1). El dispositivo conocido que tiene al menos una primera cámara, cuya región de detección de imágenes puede estar influenciada por un dispositivo de rastreo y que está configurada para grabar al menos una imagen de al menos parte del componente que se va a monitorear. El dispositivo tiene además al menos una segunda cámara, que está configurada para detectar al menos una imagen del componente a monitorizar. El dispositivo tiene además una unidad de control de bucle abierto o bucle cerrado, a la que se pueden proporcionar datos de imagen de la segunda cámara y por medio de la cual se puede generar una señal de control de bucle abierto o de bucle cerrado y proporcionarla al dispositivo de seguimiento.

Otros ejemplos de soluciones de la técnica anterior se describen en los documentos US 8 270 667 B2 y WO 2012/003372 A2.

Aunque los procedimientos y dispositivos conocidos permiten realizar la inspección de la pala del aerogenerador sin la necesidad de detener el aerogenerador, lo que minimiza el tiempo de inactividad del aerogenerador y reduce los costes de inspección, las soluciones conocidas siguen siendo relativamente insuficientemente eficaces.

Sumario de la invención

Un sistema para la inspección de una pala de aerogenerador giratoria, que comprende: una cámara; un medio giratorio, diseñado para girar la cámara de manera controlable a lo largo de un eje, que no es el eje de simetría rotacional de la lente de la cámara; al menos un sensor de distancia láser, o un sensor de visión dinámica y un sistema informático; la cámara, los medios giratorios y los sensores de distancia láser o el sensor de visión dinámica conectados operativamente con el sistema informático; donde la cámara está adaptada para montarse en los medios giratorios; el eje óptico del sensor de distancia láser o del sensor de visión dinámica se dirige a una distancia establecida desde el eje óptico de la cámara; donde el sistema informático está configurado:

(i) para recibir una señal del sensor de distancia láser, o de los sensores de distancia láser, o de los sensores de visión dinámica; (ii) para determinar el tiempo de activación de la cámara según la señal recibida del sensor de distancia láser, los sensores de distancia láser o los sensores de visión dinámica y un tiempo de retraso ajustable preestablecido; (iii) para activar la cámara para adquirir una imagen del área de la pala, que necesita inspeccionarse.

El sistema y el procedimiento reivindicados para la inspección de una pala de aerogenerador giratorio se exponen además en las reivindicaciones y la descripción y se ilustran en los siguientes dibujos.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una vista en perspectiva frontal de la cámara sobre medios giratorios;

La figura 2: muestra una vista en perspectiva posterior de la cámara en medios giratorios;

La figura 3: muestra una vista general esquemática de la realización del dispositivo que apunta a un segmento de una pala del aerogenerador;

La figura 4 muestra una representación esquemática del dispositivo reivindicado;

La figura 5: una representación esquemática de la colocación de la cámara y la adquisición de una imagen de un área de la pala, que necesita inspeccionarse.

Descripción detallada de la invención

El sistema propuesto para la inspección de una pala de aerogenerador giratorio comprende: una cámara 1; un medio giratorio, diseñado para girar la cámara 1 de manera controlable a lo largo de un eje, que no es el eje de simetría rotacional de la lente de la cámara 1; a al menos un sensor de distancia láser, o un sensor 3 de visión dinámica y un sistema informático 4; la cámara 1, los medios giratorios 2 y los sensores de distancia láser o el sensor de visión dinámica 3 conectados operativamente con el sistema informático 4; donde la cámara 1 está adaptada para montarse en los medios giratorios 2; al menos un sensor láser de distancia, o el eje de los sensores ópticos de visión dinámica 3 está dirigido a una distancia configurada del eje óptico de la cámara 1. donde el sistema informático 4 está configurado: (i) para recibir una señal del al menos un sensor de distancia láser, o de un sensor de visión dinámica 3; (ii) para determinar el tiempo de activación de la cámara 1 según la señal recibida de al menos un sensor de distancia láser, o de un sensor de visión dinámica 3 y un tiempo de retardo ajustable preestablecido; (iii) para activar la cámara 1 para adquirir una imagen de una zona de la pala 10, que necesita inspeccionarse.

La velocidad de punta de la pala del aerogenerador varía según el fabricante y el modelo, pero puede alcanzar hasta 400 km/h. La inspección de la pala del aerogenerador requiere fotografías con una resolución suficientemente alta. Los principales fabricantes de aerogeneradores requieren una resolución de al menos 1 píxel por 1 milímetro. Para competir con la calidad de la inspección con drones, se necesita una resolución mucho mayor. Para obtener dicha resolución se requiere un teleobjetivo. Las cámaras disponibles en el mercado con altas especificaciones de megapíxeles tienen la velocidad de obturación más rápida de aproximadamente 1/8000 y, suponiendo una velocidad de 400 km/h de la punta de la pala, la distancia recorrida con el obturador abierto sería de unos ~ 14 mm. Con una resolución de imagen de 1 px/1 mm, esto crearía un desenfoque inaceptable de 14 píxeles en la imagen. Para crear imágenes sin desenfoque, un sistema de cámara giratoria está diseñado con un sistema avanzado de medición y control para sincronizar la velocidad lineal de la cámara con la velocidad lineal del aerogenerador.

La velocidad de rotación de la turbina es constante, pero cuando se ve desde un ángulo con perspectiva visual, ni la velocidad angular ni el desplazamiento visual ya son constantes durante la rotación.

La lente de la cámara se configura a una distancia de enfoque particular y, cuando se gira, genera una trayectoria circular. Esta trayectoria debe tocar la trayectoria de la pala del aerogenerador en un punto donde las velocidades lineales de la pala de la turbina eólica y los puntos de enfoque de la cámara sean iguales. En este punto, se toma una fotografía del área de la pala inspeccionada. Es conveniente tener este punto lo más cerca posible de la cámara, ya que se puede lograr una imagen de mayor resolución. Este punto estaría verticalmente hacia abajo del centro de rotación del aerogenerador.

Sin embargo, este punto no se puede utilizar cuando la torre del aerogenerador obstaculiza la vista, por ejemplo, cuando se mira a la pala desde la parte trasera de la aerogenerador. Por esta razón, se usa un ángulo para evitar que la torre del aerogenerador obstaculice la vista.

La inspección de la pala debe realizarse desde los cuatro lados de la pala. Esto significa que la cámara se moverá de un lado a otro del aerogenerador. También se trasladará a la base de la torre para realizar una inspección visual de los bordes de ataque y de salida de la pala. En este momento, es importante hacer un seguimiento de qué pala se refleja en qué imagen. Por este motivo, se puede utilizar otro dispositivo. El dispositivo, configurado para permanecer inmóvil en todo momento y realizar un seguimiento de las posiciones de la pala A, B y C en cualquier momento. Luego, estos datos se pueden sincronizar con las imágenes de la cámara para preparar un informe de inspección completo. Para lograr esto, se puede usar una cámara con reconocimiento visual de la pala asistido por computadora.

Para evitar vibraciones durante la rotación de la cámara, el punto de gravedad central se coloca en el eje de rotación. Sin embargo, la dirección de la cámara no apunta en la misma dirección que el eje de rotación. Debido a las fuerzas centrífugas, esto puede generar una oscilación no deseada. Para resolver esto, se diseña un contrapeso que se dirige en la dirección opuesta a la que apunta la cámara en relación con el eje de rotación de la cámara.

Se puede utilizar un flash opcional de alta potencia para mejorar las condiciones de iluminación de la cámara. Dicho flash altamente direccional se sincroniza con el obturador de la cámara y el posicionamiento apunta automáticamente

a la posición de toma de la fotografía. No es necesario girar el flash como lo hace la cámara.

Según la invención, el sensor de distancia láser 3 usado puede ser uno o estar en un conjunto de sensores de distancia láser, por ejemplo, dos o tres. Los sensores de distancia láser 3 pueden colocarse en el suelo y dirigirse a un punto concreto del aerogenerador, o estar adaptados para cambiar dinámicamente de dirección y, por lo tanto, posicionarse en el aerogenerador a la que están dirigidos. Según otra realización, los sensores de distancia láser 3 pueden fijarse a la cámara 2 y configurarse para girar junto con la cámara 2. Según otra realización, los sensores de distancia láser 3 pueden fijarse a la cámara 2 y configurarse para girar independientemente de la cámara 2 y, por lo tanto, cambiar dinámicamente de dirección y, por lo tanto, colocarse en el aerogenerador a la que están dirigidos.

Según otra realización, además de, o en lugar de los sensores de distancia láser 3, el sistema propuesto puede contener los sensores de visión dinámica 3, que son un generador de imágenes asíncrono, diseñado para responder a los cambios de brillo, sin "fotogramas" que capturar, donde los píxeles individuales producen una salida de forma independiente solo si hay un cambio local en el brillo medido, mientras que la imagen se sintetiza continuamente a partir de un flujo temporal de eventos.

Las macroimágenes capturadas se comprueban, preferiblemente, mediante programación para detectar ruido (desenfoque, materia extraña). Las imágenes se pueden procesar adicionalmente y se crea una imagen de perfil de la superficie total de la pala que se va a inspeccionar.

Ejemplo de implementación de la invención

Descripción del proceso para la inspección puntual con una pala en el borde delantero o trasero. La cámara se coloca en la base de la torre del aerogenerador (Figura 5). Se elige un punto "S" en el borde de ataque o salida de la pala que necesita inspeccionarse. La cámara se dirige en ángulo de manera que la trayectoria circular del punto "S" forma tangente con la dirección de la cámara. La fotografía se toma con un obturador rápido en el momento en que la cámara apunta al punto "S" de la pala. Además, se puede usar un flash direccional de alta potencia para aportar luz adicional y lograr una velocidad de obturación más rápida.

Descripción del proceso para la inspección de un punto de la pala en el lado de succión o en el lado de presión.

(i) La cámara se coloca delante o detrás del aerogenerador (figura 5), según dónde esté la punta "S" de la pala, que necesita inspeccionarse. Delante del aerogenerador, la posición preferible es en el medio, perpendicular a la trayectoria circular de la pala, y la imagen se toma cuando la pala "S" apunta verticalmente hacia abajo. Desde la parte posterior, la torre está en la parte delantera, por lo que se elige un ángulo mínimo con respecto a la torre, para que se pueda ver el punto "S".

(ii) El sensor de distancia láser se utiliza para medir la distancia desde la cámara hasta el punto "S" en el ángulo del aerogenerador, donde se tomarán las fotografías (PA). Se puede utilizar el sensor de visión dinámica en lugar del sensor de distancia láser. El enfoque de la cámara se ajusta en consecuencia.

(iii) Los ángulos de la cámara se ajustan para tomar una fotografía en el punto "S" según la imagen geométrica. Existen tres ángulos: (a) ángulo de rotación de la cámara que cambia constantemente y se mantiene sincronizado con el ángulo del aerogenerador, (b) ángulo del eje de rotación de la cámara con respecto al suelo (c) ángulo de la cámara con respecto al eje de rotación de la cámara.

(iv) El sensor de distancia láser apunta a una pala (preferiblemente a la punta) en un ángulo (LA: ángulo del sensor de distancia láser) que es una distancia angular fija desde el PA. Este ángulo se calcula conociendo el cambio de velocidad máxima del aerogenerador según el modelo del aerogenerador y las condiciones del viento. Cuanto mayor sea el cambio de velocidad, menor será el ángulo. Por ejemplo, 10 grados antes de PA. Se calcula un ángulo mínimo que da tiempo suficiente para que el mecanismo de la cámara corrija la velocidad y la diferencia de fase entre la cámara y el aerogenerador. Si LA está demasiado cerca de PA, el mecanismo de la cámara no tendrá tiempo suficiente para acelerar, desacelerar y corregir la diferencia de fase. Si LA está demasiado lejos de PA, la velocidad del aerogenerador podría desviarse demasiado de la velocidad calculada en LA, ya que la velocidad del aerogenerador cambia constantemente.

(v) Se calcula la diferencia de fase entre la velocidad del aerogenerador y el ángulo de la pala y el ángulo de la cámara cuando la pala del aerogenerador se detecta en LA.

(vi) Una acción correctiva de movimiento de la cámara se calcula según la velocidad calculada y la diferencia de fase. La fase se mide en una hoja en particular que tiene la "S". Hay 4 casos donde: (a) la velocidad del aerogenerador es más rápida que la velocidad actual de la cámara y la fase es positiva; (b) la velocidad del aerogenerador es más rápida que la velocidad actual de la cámara y la fase es negativa; (c) la velocidad del aerogenerador es más lenta que la velocidad actual de la cámara y la fase es positiva; (d) la velocidad del aerogenerador es más lenta que la velocidad actual de la cámara y la fase es negativa.

(vii) Suponiendo las máximas posibilidades de aceleración/desaceleración para el mecanismo de la cámara, se calcula y ejecuta una trayectoria de velocidad correctiva para cada caso.

(viii) ¿Además, el sistema informático determina programablemente si el mecanismo de la cámara ha alcanzado una trayectoria específica en el tiempo antes de que la pala alcance la PA y la pala actual es la pala con el punto? En caso afirmativo, proceda a (ix). Si no es así, continúe con la etapa (v). Se toma una fotografía en PA con una velocidad de obturación alta.

- 5 Se pueden elegir varios sensores de distancia láser y LA para aumentar la frecuencia de medición y acción correctiva. Esto permitiría al sistema tomar fotografías para modelos de aerogeneradores que cambian rápidamente de velocidad. La otra opción es mejorar el mecanismo de rotación de la cámara para lograr una aceleración más rápida y tiempos de corrección más cortos.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para la inspección de una pala de aerogenerador giratorio, que comprende: una cámara (1); un medio giratorio (2), diseñado para girar la cámara (1) de manera controlable a lo largo de un eje, que no es el eje de simetría rotacional de la lente de la cámara (1); al menos un sensor de distancia láser, o un sensor (3) de visión dinámica y un sistema informático (4); la cámara (1), los medios giratorios (2) y los sensores de distancia láser o el sensor de visión dinámica (3) conectados operativamente con el sistema informático (4); donde la cámara (1) está adaptada para montarse en los medios giratorios (2); al menos un sensor láser de distancia, o el eje de los sensores ópticos de visión dinámica (3) está dirigido a una distancia configurada del eje óptico de la cámara (1), donde el sistema informático (4) está configurado:

10 (i) para recibir una señal del sensor de distancia láser, o de los sensores de distancia láser, o de los sensores de visión dinámica (3);

(ii) para determinar el tiempo de activación de la cámara (1) basado en la señal recibida del sensor de distancia láser, o los sensores de distancia láser o los sensores de visión dinámica (3) y un tiempo de retardo ajustable preestablecido;

15 (iii) para activar la cámara (1) para adquirir una imagen de una zona de la pala (10), que necesita inspeccionarse.

(iv) para calcular la velocidad lineal del área de la pala (10), que necesita inspeccionarse, sobre la base de las señales recibidas del sensor de distancia láser, o los sensores de distancia láser o los sensores de visión dinámica (3); y

(v) para ajustar el tiempo de retardo de activación preestablecido de la cámara (1) según la velocidad lineal calculada del área de la hoja (10) que necesita inspeccionarse.

20 2. El sistema según la reivindicación 1, donde los medios giratorios (2) comprenden además un mecanismo de giro e inclinación (5); y el sistema informático (4) está configurado además:

(i) para calcular el ajuste de posición de la cámara (1) basándose en la diferencia calculada entre la velocidad y el ángulo de rotación de la cámara y el ángulo de rotación de la pala objetivo; y

25 (ii) para ajustar la posición de la cámara (1) según los resultados obtenidos de los cálculos enviando una señal al mecanismo de giro e inclinación (5).

30 3. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el sistema informático (4) está configurado además para procesar las imágenes adquiridas por la cámara (1) para determinar si hay una anomalía en la zona de la pala (10) que necesita inspeccionarse.

4. El sistema según la reivindicación 3, donde el sistema informático (4) está configurado además para determinar las coordenadas de una posición de la anomalía detectada en un sistema de coordenadas del aerogenerador o la pala del aerogenerador.

5. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde los medios giratorios (2) están provistos de un contrapeso (6), ubicado en el eje de rotación de la cámara (1).

35 6. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el sistema comprende además un flash ajustable (7), configurado para mejorar las condiciones de luz de la cámara (1); el flash (7) está conectado con el sistema informático (4) y sincronizado con el obturador de la cámara (1).

7. Un procedimiento para inspeccionar el borde de ataque o borde de salida de una pala de aerogenerador giratorio utilizando el sistema según las reivindicaciones 1 a 6. comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes:

40 (i) posicionar y dirigir la cámara (1) hacia un área de la pala (10) en un lado de succión o un lado de presión, que necesita inspeccionarse, a un ángulo de manera que la trayectoria circular del área de la pala (10) forme tangente con la dirección de la cámara (1);

(ii) girar la cámara (1) mediante el medio giratorio (2) a lo largo del eje, que no es el eje de simetría rotacional de la lente de la cámara (1);

45 (iii) detectar mediante el sensor de distancia láser, los sensores de distancia láser o los sensores de visión dinámica (3) la presencia de un área de pala en el campo de visión del sensor (3) y comunicar los datos obtenidos al sistema informático (4);

(iv) determinar mediante el sistema informático (4) el tiempo de activación de la cámara (1) según la señal recibida del sensor de distancia láser, los sensores de distancia láser o los sensores de visión dinámica (3) y un tiempo de retardo ajustable preestablecido;

(v) activar la cámara giratoria (1) mediante el sistema informático (4) para adquirir una imagen de un área de pala giratoria (10), que necesita inspeccionarse;

(vi) procesar las imágenes adquiridas por la cámara (1) para determinar si hay una anomalía en el área de la pala (10) que necesita inspeccionarse.

5 (vii) calcular la velocidad lineal del área de la pala (10), que necesita inspeccionarse, sobre la base de las señales recibidas de al menos un sensor de distancia láser o de los sensores de visión dinámica (3); y

(viii) ajustar el tiempo de retardo de activación preestablecido de la cámara (1) según la velocidad lineal calculada del área de la pala (10) que necesita inspeccionarse.

10 8. El procedimiento según la reivindicación 7, que comprende además la etapa de (iia) medir la distancia desde la cámara (1) a la zona de la pala (10) mediante el sensor de distancia láser o los sensores de distancia láser (3) y comunicar los datos obtenidos al sistema informático (4); antes de la etapa (v).

9. El procedimiento según la reivindicación 7, que comprende además las etapas de

(vii) calcular la velocidad lineal del área de la pala (10), que necesita inspeccionarse, sobre la base de las señales recibidas de al menos un sensor de distancia láser o de los sensores de visión dinámica (3); y

15 (viii) ajustar el tiempo de retardo de activación preestablecido de la cámara (1) según la velocidad lineal calculada del área de la pala (10) que necesita inspeccionarse.

10. El procedimiento según la reivindicación 7, que comprende además las etapas de:

(i) calcular el ajuste de posición de la cámara (1) basándose en la diferencia calculada entre la velocidad y el ángulo de rotación de la cámara y el ángulo de rotación de la pala objetivo; y

20 (ii) ajustar la posición de la cámara (1) según los resultados obtenidos de los cálculos enviando una señal al mecanismo de giro e inclinación (5).

25 11. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 7-10, que comprende una etapa adicional (ix) de cambiar la ubicación de la cámara (1) con medios giratorios (2) a otro lado de la pala giratoria de la aerogenerador y repetir las etapas (i) - (vi) o (i) - (vii) en la posición de la nueva cámara (1), de modo que se adquieran imágenes de un área de pala giratoria (10) desde todos los lados requeridos, seleccionados del grupo que consiste en el lado de succión y el lado de presión de la pala del aerogenerador.

12. Un procedimiento para inspeccionar el borde de ataque o de salida de una pala de aerogenerador giratorio utilizando el sistema según las reivindicaciones 1-6. el procedimiento comprendiendo las etapas siguientes:

30 (i) posicionar y dirigir la cámara (1) hacia un área de la pala (10) en un borde delantero o trasero, que necesita inspeccionarse, a un ángulo de manera que la trayectoria circular del área de la pala (10) forme tangente con la dirección de la cámara (1);

(ii) medir la distancia desde la cámara (1) a la zona de la pala (10) mediante al menos un sensor de distancia láser y comunicar los datos obtenidos al sistema informático (4);

35 (iii) detectar mediante el al menos un sensor de distancia láser o los sensores de visión dinámica (3) la presencia de una zona de pala en el campo de visión del sensor (3) y comunicar los datos obtenidos al sistema informático (4);

(iv) determinar mediante el sistema informático (4) el tiempo de activación de la cámara (1) basándose en la señal recibida del sensor de distancia láser, los sensores de distancia láser o los sensores de visión dinámica (3) y un tiempo de retardo ajustable preestablecido;

40 (v) activar la cámara (1) mediante el sistema informático (4) para adquirir una imagen de un área de pala giratoria (10), que necesita inspeccionarse;

(vi) procesar las imágenes adquiridas por la cámara (1) para determinar si hay una anomalía en el área de la pala (10) que necesita inspeccionarse.

45 13. El procedimiento según la reivindicación 12, que comprende una etapa adicional (vii) de cambiar la ubicación de la cámara (1) con medios giratorios (2) a otro lado de la pala giratoria del aerogenerador y repetir las etapas (i) - (vi) en la posición de la nueva cámara (1), de modo que se adquieran imágenes de un área de pala giratoria (10) desde todos los lados requeridos, seleccionados del grupo que consisten en el borde de ataque y el borde de salida de la pala del aerogenerador.

ES 2 994 315 T3

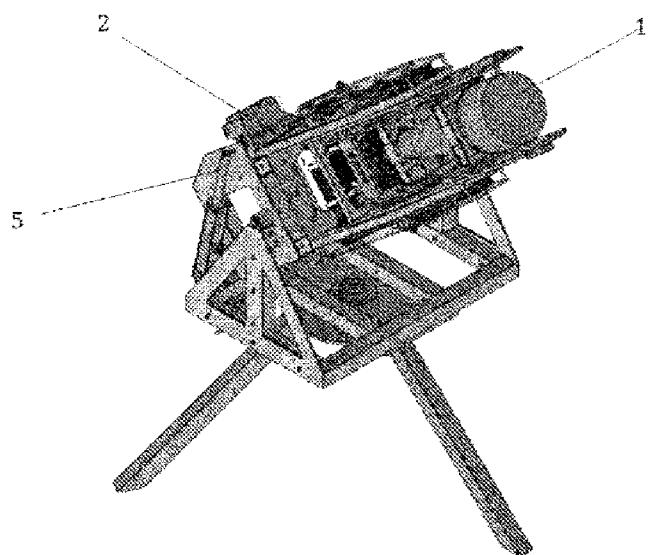


Fig. 1

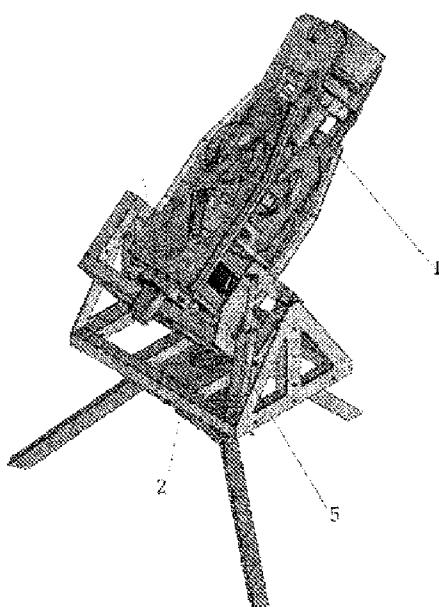


Fig. 2

ES 2 994 315 T3

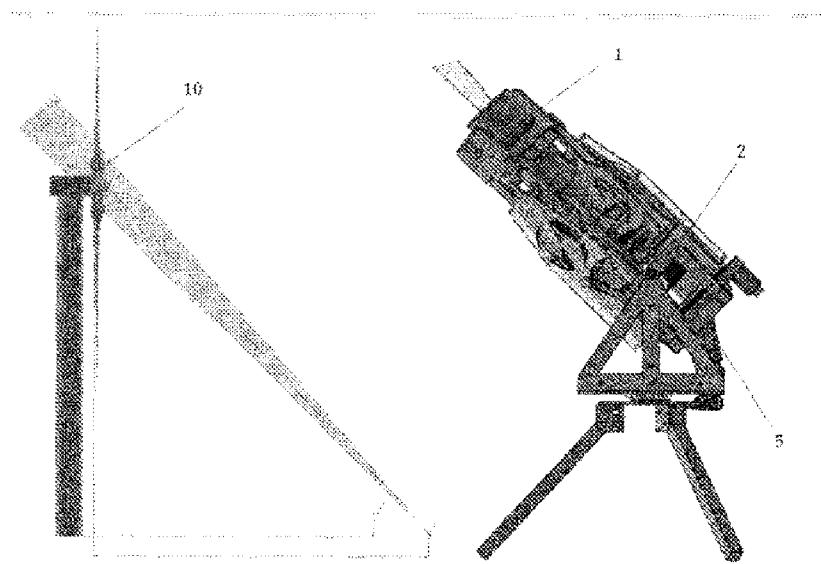


Fig. 3

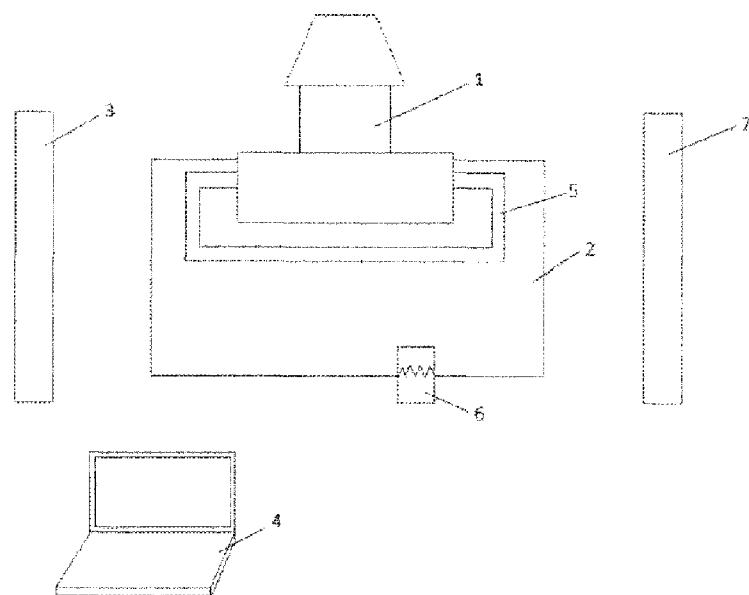


Fig. 4

ES 2 994 315 T3

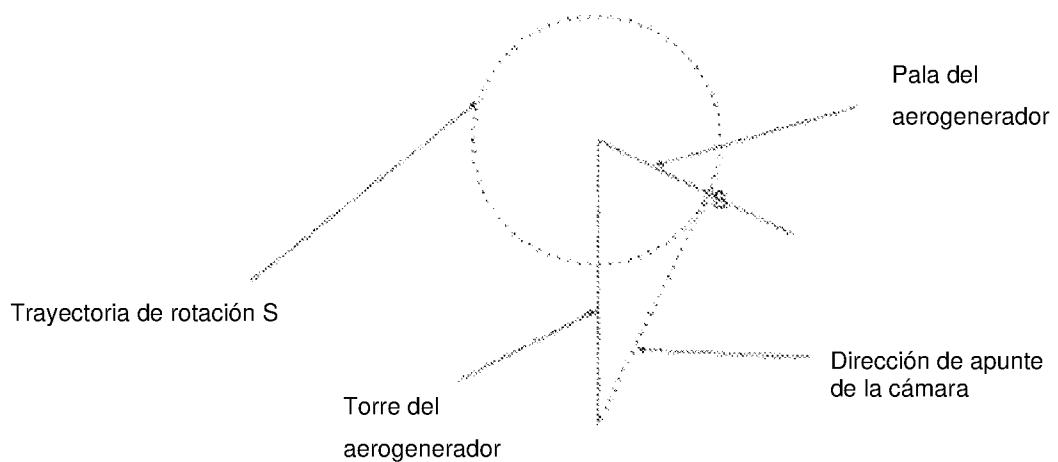


Fig. 5