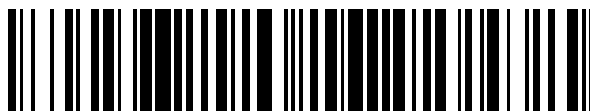


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 462 145**

51 Int. Cl.:

F03D 1/00 (2006.01)

F03D 11/00 (2006.01)

F03D 11/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.01.2011** **E 11707994 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.03.2014** **EP 2547903**

54 Título: **Método para comprobar la condición estructural de las turbinas eólicas**

30 Prioridad:

23.08.2010 DE 102010035148

13.10.2010 DE 102010048400

19.08.2010 DE 102010034756

24.06.2010 DE 102010024977

15.03.2010 DE 102010011403

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.05.2014

73 Titular/es:

ZELL, HORST (100.0%)

Am Wambach 12

45481 Mülheim, DE

72 Inventor/es:

ZELL, HORST

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 462 145 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

Método para comprobar la condición estructural de las turbinas eólicas

La invención se refiere a un método para comprobar la condición estructural de parques eólicos en forma de turbinas eólicas con varias palas de los rotores.

- 5 Por otra parte, la invención se refiere a un dispositivo para llevar a cabo la inspección de dicha condición estructural de las turbinas de viento.

En el curso de la creciente importancia de las energías renovables en los últimos años, la construcción de parques eólicos ha aumentado sustancialmente a nivel internacional, sobre todo en el mar, con motivo de los fuertes vientos que allí prevalecen. Estos tienen la ventaja adicional de que no afectan al paisaje al instalarse en áreas menos atractivas. Los parques eólicos requieren, al igual que otras instalaciones industriales, un mantenimiento en intervalos regulares. Esto es aún más importante para los parques eólicos en particular porque están sometidos a altas cargas dinámicas. Por lo tanto, los controles sobre la condición estructural, especialmente de las palas de los rotores, se deben llevar a cabo en intervalos relativamente cortos.

10 Estas inspecciones son problemáticas al principio, en especial para los parques eólicos en el mar, ya que el personal tiene que desplazarse a la turbina en cuestión en barco. Una vez en la torre, es necesario ascender por el interior de la misma, y los trabajos de inspección posteriores en las palas de los rotores requieren altas habilidades acrobáticas. Las personas encargadas tienen que disponer de una formación similar a la de los alpinistas porque tienen que descolgarse en las palas de los rotores con objeto de inspeccionar la situación estructural de las mismas. Esto a su vez requiere que la pala del rotor en cuestión se encuentre al menos aproximadamente en la posición de la manecilla del reloj marcando las 6 horas. Una vez finalizado la inspección de la primera pala del rotor, hay que girar el aerogenerador y posicionar la pala siguiente en la posición mencionada para su inspección. Es obvio que esto conlleva unos gastos. Los tiempos de parada y los costes asociados debidos a la interrupción del funcionamiento son considerables. La inspección de la condición estructural de las palas del rotor consiste, en primer lugar, en la comprobación de la existencia de grietas u otros daños causados a través, por ejemplo, de un agente de contraste, que se aplica a la superficie exterior de la pala correspondiente. Esto, a su vez, requiere que las palas del rotor estén relativamente limpias, lo que supone en la práctica un problema considerable debido a la evaporación del agua salada, que supone una carga muy elevada en particular en los parques eólicos marítimos.

15 El documento "MEINDELSCHMID P ET AL: Thermographic inspection of rotor blades", ECNDT 2006, 26 de septiembre de 2006 (2006-09-26), páginas 1-9, XP002525987, Internet en <http://www.ndt.net/article/ecndt2006/doc/Tu.1.5.3.pdf>) muestra un método para la inspección de las palas del rotor a distancia desde, por ejemplo, un vehículo a través de grabaciones termográficas.

Este es, por tanto, el objeto de la presente invención: proporcionar un método y un dispositivo para la inspección de la condición estructural de parques eólicos, en especial, de los situados en el mar, que se caracteriza por tiempos más cortos de inactividad de las turbinas de viento y resultados de medición más fiables.

35 Dicho objeto halla una solución en un método que permite registrar el estado de las turbinas eólicas que forman el parque eólico desde un helicóptero, las palas de los rotores o partes de las mismas se escanean por separado por medio de ondas de terahercios por una o varias cámaras instaladas en el helicóptero y los datos recogidos se almacenan y envían para su posterior evaluación a través de una unidad de software para el reprocesamiento o la estandarización de los mismos con respecto a cualquier daño. Se prevé que una cámara escanee cada una de las palas del rotor de una turbina eólica individualmente o en conjunto por medio, por ejemplo, de radiación de terahercios. Una dirección electrónica o mecánica de la unidad de detección guía el proceso de escaneo. Este es, probablemente, el modo en el que se llevarían a cabo los registros por medio de un escáner al volar junto a cada una de las palas del rotor o de todas ellas en conjunto.

45 Los gastos para la adquisición de los datos de mediciones relevantes se reducen al mínimo gracias al registro de todos los datos necesarios a través de uno o varios dispositivos instalados en ubicaciones móviles. El tiempo de inactividad de cada turbina de viento se limita en este caso al tiempo necesario para registrar las palas desde la ubicación en cuestión y recoger los datos necesarios. Esta técnica es adecuada tanto para aerogeneradores con, al menos, tres palas de rotor que giran alrededor de un eje horizontal como para aerogeneradores con, al menos, dos palas de rotor por turbina que giran en torno a un eje vertical. Una vez realizada la limpieza, los datos necesarios se recaban en forma de primera unidad de adquisición de datos por medio de un dispositivo de registro adecuado para las superficies en cuestión, esto es, la estructura de las palas del rotor. Posteriormente, los datos se guardan en una segunda unidad y se trasladan a una tercera unidad para su evaluación, que puede mantenerse preparada en el emplazamiento móvil o externamente. A este respecto, la posición respectiva de la pala del rotor no desempeña por separado en general ningún papel, más bien, cada pala del rotor puede registrarse por separado desde la ubicación móvil sin necesidad de girar la turbina. Además, el estado respectivo de las palas del rotor no desempeña al fin y al cabo ningún papel porque la adquisición de los datos puede llevarse a cabo independientemente del nivel de contaminación de las palas. Se proporciona así un procedimiento particularmente preciso y económico que además es rápido y en el que el despliegue de personal se reduce al funcionamiento de las unidades correspondientes para

la adquisición, almacenamiento, evaluación y generación de los datos. Los peligros para el personal implicado en las tareas en el exterior de los aerogeneradores, especialmente en el mar, desaparecen.

Por una ubicación móvil, entre otros, donde no todos los ejemplos mencionados forman parte de la invención, se entiende la utilización de una aeronave, un vehículo acuático o un vehículo terrestre. En un primer lugar se ha pensado en helicópteros para la implementación del método, que han demostrado ser particularmente adecuados para un método de estas características en relación con los periodos de tiempo requeridos para los registros y desde el punto de vista de la precisión. También se han considerado aviones, drones, globos, zepelines, aladeltas, parapentes o paracaídas. En relación con las embarcaciones acuáticas, entran en las consideraciones barcos, pontones o plataformas de trabajo, y respecto a los vehículos terrestres, podrían ser camiones, remolques, plataformas de trabajo o grúas. También son factibles los registros de los aerogeneradores desde parques eólicos próximos.

Como dispositivo de registro preferido para efectuar el registro de las palas del rotor o partes de las mismas y su condición se contempla una cámara por medio de ondas cortas o largas, un radar, infrarrojos, ultrasonidos o un dispositivo láser. En particular se ha reflexionado sobre el empleo de ondas de terahercios. La superposición de varias de estas técnicas también es factible para registrar y, por ejemplo, poder monitorizar la condición estructural de las turbinas de viento y, en particular, de las palas del rotor. También se pueden registrar los desequilibrios y las vibraciones de las palas del rotor de una manera que permite extraer conclusiones sobre los daños.

El hecho de que el dispositivo de registro o las palas del rotor de la turbina eólica se puedan mover para el escaneo aumenta adicionalmente las posibilidades de uso. En el caso de que las palas del rotor se registren mientras están en movimiento, ni siquiera es necesario detener el sistema para llevar a cabo el registro.

Para poder asignar los resultados de la medición apropiadamente a un parque eólico y, en particular, a una pala o superficie de la pala concretas, se ha previsto que en el marco del registro de las palas del rotor o partes de estas también se registre un medio de transporte de datos asignado al parque eólico o a la pala del rotor, que estará fijado a la parte respectiva del parque y servirá para la identificación individual del parque eólico o de la pala del rotor. Este medio de transporte de datos se registra de forma paralela antes, durante o inmediatamente después del registro real, por lo que es posible asignar de forma automática el protocolo de medición a los resultados de medición respectivos para la evaluación. Los datos almacenados en estos medios se registran antes, durante o después de la medición a través de un lector por separado o integrado en el dispositivo de registro y se difunden posteriormente convenientemente. Como medios de transporte de datos se han considerado códigos de barras, RFID o radios.

Ya se ha señalado que existe un peligro especial para las palas del rotor debido a grietas finas y daños menores en la estructura. Esto puede llevar por una parte a averías y, por otra parte, a una disminución drástica del rendimiento de los parques. Por lo tanto, es importante poder recoger lo datos más precisos posibles. Por ello, se propone que el dispositivo registre la densidad del material de la pala del rotor independientemente del tipo de dispositivo que se utilice para la medición (ondas cortas o largas, radar, infrarrojos, ultrasonidos, láser u otros equipos). Aquí se obtiene un tipo de perfil que, con ayuda, quizá, de programas de software adecuados, permite determinar con facilidad las irregularidades, inconsistencias o grietas en la estructura de las pala del rotor que no se ven a simple vista o con los medios conocidos.

Otra forma de realización de la invención prevé utilizar una cámara de imagen térmica. A partir de la imagen térmica registrada por esta cámara y, de nuevo con ayuda de programas apropiados, es posible determinar los puntos en los que la estructura de la pala del rotor no es uniforme o en los que amenaza la formación grietas o estas ya están presentes.

También es factible evaluar los datos determinados a bordo de un helicóptero. Lo mismo se aplicaría a la transmisión de datos por radio a un ordenador central en una estación en tierra o, por ejemplo, en un barco a fin de ahorrar el espacio y el peso en el helicóptero. A efectos de la estandarización de los datos recogidos y para poder ilustrar estos mejor, se prevé que los datos determinados se vuelvan a procesar mediante un software.

Otra variante de la invención es que los valores determinados se evalúen por medio de la correlación de imágenes. Con este procedimiento basado en cámaras se lleva a cabo una medición de la posible deformación de la estructura de las palas del rotor.

Especialmente en lo que respecta a la comparación de los datos, resulta útil cuando las palas del rotor o las partes pertinentes se registran desde una distancia aproximadamente constante entre la pala del rotor y el dispositivo de registro. A este respecto, se sugiere una distancia de registro entre la pala del rotor y el dispositivo de aproximadamente entre 0,01 y 10.000 m, preferiblemente una distancia de alrededor de entre 30 y 60 m. En relación con este aspecto es necesario, por supuesto, tener en cuenta la distancia de seguridad entre el helicóptero y la pala del rotor con motivo de los fuertes vientos, en particular, sobre el mar.

El objeto de la invención se resuelve con la instalación de una o más cámaras en un helicóptero, las cuales se utilizan para registrar por medio de un escáner con ondas de terahercios las mediciones para cada pala del rotor en cuestión, así como una unidad de almacenamiento de estos datos, una unidad para la evaluación de los mismos,

una unidad de software para la revisión o normalización de los datos registrados y una unidad para la generación de los datos procesados.

5 El dispositivo para la ejecución del procedimiento según la invención comprende, al menos, cuatro componentes. En primer lugar, una unidad para registrar los datos relevantes, lo que incluye un helicóptero, así como una o varias cámaras fotográficas instaladas en el mismo. El helicóptero sobrevuela las palas del rotor individualmente o en conjunto independientemente de su posición y su otro estado. Al mismo tiempo, se escanea cada una de las palas del rotor, durante lo cual se registra, por ejemplo, la densidad del material de la pala del rotor o se recogen los datos correspondientes por medio de una cámara fotográfica de imagen térmica.

10 Además, el dispositivo comprende una unidad (intermedia) para el almacenamiento de estos datos, así como una unidad interna o externa para la evaluación de los mismos a bordo del helicóptero o en una estación en tierra para la recogida central de los datos. Este último permitirá a la persona encargada de la evaluación, posiblemente con el apoyo de una unidad de software para reprocesar y normalizar los datos, estar en posición de proporcionar una imagen de la condición estructural de las palas del rotor que deben ser examinadas en el sentido más auténtico de la palabra.

15 De especial importancia para la implementación del método de acuerdo con la invención es el componente del dispositivo para registrar tanto las palas del rotor como las partes relevantes de las mismas. Aquí parece adecuado emplear varios dispositivos como cámaras, radares, dispositivos de infrarrojos, ultrasonidos o láser para capturar los datos pertinentes.

20 El hecho de que el helicóptero también esté equipado con un dispositivo para aplicar un líquido sirve para limpiar las palas mediante chorros de vapor o un sistema de pulverización. Con un dispositivo de chorro más potente, también podría utilizarse para combatir incendios en el parque eólico en caso necesario. La limpieza de las palas del rotor es fundamental, especialmente en alta mar, porque los cristales de sal se fijan en las turbinas y esto disminuye el rendimiento aerodinámico de las palas del rotor, por lo que se produce menos corriente. Esta limpieza de las palas del rotor todavía se lleva a cabo en la actualidad de forma manual y costosa por los técnicos mientras las palas del rotor están detenidas y ahora podría sustituirse por una limpieza antes, durante o después del registro de las palas del rotor. Sería factible colocar el dispositivo de registro en la parte exterior de un lateral y el dispositivo de limpieza, en el otro lateral. El depósito del dispositivo de limpieza podría estar situado, por ejemplo, en el lado inferior del helicóptero.

30 También se ha planeado equipar el helicóptero con un dispositivo para aplicar barniz o sellador a las palas del rotor. El helicóptero, según la presente invención, se utiliza en este caso para aplicar un tipo de revestimiento protector, una imprimación, una capa de pintura o de gel, un sellador nano o un revestimiento similar en el parque eólico o partes del mismo.

35 Con respecto al diseño de la cámara, se prevé que esté configurada como una cámara térmica o una cámara adecuada para determinar la densidad de las palas del rotor para poder determinar con precisión los datos relevantes relativos a la estructura o a la condición estructural de cada pala del rotor. De esta manera es posible identificar rápidamente incluso las grietas más finas y ocultas, y subsanarlas con un gasto bajo en comparación y un riesgo manejable. Además, se prevé que la unidad de evaluación de los datos incluya una unidad de software para revisar y estandarizar los datos registrados.

40 Por otra parte, se prevé que la unidad de salida comprenda un dispositivo para la reproducción óptica de los datos como, por ejemplo, un monitor.

45 El invento se distingue especialmente por proporcionar un procedimiento y un dispositivo para examinar la condición estructural de las turbinas eólicas, especialmente de las de los parques eólicos en altamar, que permite un examen seguro, rápido y económico. Las cámaras para registrar imágenes fijas o móviles, así como dispositivos de radar, infrarrojos, ultrasonidos o láser se adecuan especialmente como dispositivos para el registro de los datos correspondientes de las turbinas eólicas. El aspecto decisivo es aquí el uso de un helicóptero con una o varias cámaras fotográficas que permiten determinar la condición estructural actual de cada pala del rotor de una manera fiable al tiempo que con una cámara de imagen térmica se efectúa un registro de la densidad de material de las palas del rotor en vez del personal que tiene que descolgarse junto a las palas del rotor. Con el empleo de un helicóptero es posible un uso flexible que es completamente independientemente de la forma, el tipo y el tamaño de la turbina eólica a inspeccionar. También es factible el despliegue alrededor de las palas del rotor montadas en posición giratoria sobre un eje tanto horizontal como vertical. Además del dispositivo de registro compuesto por el helicóptero y la cámara, este incluye, de acuerdo con la invención, una unidad de almacenamiento, de evaluación y de generación de datos.

55 Encontrarán más detalles y ventajas de la presente invención en la descripción a continuación de los esquemas pertinentes que muestran una realización ejemplar con los detalles necesarios y los componentes individuales.

En las figuras:

Figura 1: helicóptero en funcionamiento junto a una turbina eólica

Figura 2: variante de la Fig. 1

Figura 3: esquema simplificado del dispositivo para la ejecución del procedimiento

La figura 1 muestra una turbina eólica 1 como parte de un parque eólico en altamar para ilustrar el nivel de agua, que se indica y muestra con el número de referencia 15. La turbina eólica 1 comprende una torre 5 anclada en el lecho marino sobre la que se ha situado la turbina eólica en sí. Los números de referencia 3 y 4 se refieren a las dos palas del rotor que giran alrededor de un eje horizontal 17, en el que 7 es el cubo y 8, la llamada góndola, que está montada de forma giratoria en el sistema de oscilación según la dirección del viento 9. Esta turbina eólica 1, más concretamente, la pala del rotor 4, se ha registrado en el diagrama de conformidad con la figura 1 desde un aeroplano 25 configurado como un helicóptero 2 como emplazamiento móvil 20 o un dispositivo de registro 21 instalado en el mismo, configurado como la cámara 6. La posición de las palas del rotor 3, 4 es tan irrelevante como su estado, ni tampoco deben estar limpias antes de efectuar el registro que aquí se muestra.

La figura 2 muestra una turbina eólica 1 instalada en tierra 16 que está siendo registrada por un helicóptero 2. Se trata de un parque eólico 1 con dos palas del rotor 3, 4 montadas en la torre 5, y que giran más exactamente alrededor del eje vertical 18.

La figura 3 muestra esquemáticamente la secuencia del procedimiento de acuerdo con la invención, representado por el dispositivo compuesto por las cuatro las unidades 10, 11, 12 y 13. Antes de su uso, es posible efectuar una limpieza por medio del dispositivo 22 instalado en el helicóptero 2, del cual se muestra aquí, en particular, una lanza 23 y un depósito 24 para el suministro del agente de limpieza o el agua. En una especie de operación anterior se lleva a cabo la eliminación de impurezas como cristales de sal que impidan o distorsionen la medición de, en especial, las palas del rotor 3, 4. La primera unidad 10 se usa para registrar los datos a través de la cámara 6, aquí instalada en el lateral del helicóptero 2, y que en conjunto constituyen la unidad de registro 10. El almacenamiento (intermedio) de los datos se lleva a cabo a través de la unidad 11, y la evaluación de los mismos, por medio de la unidad 12, respaldada opcionalmente por una unidad de software. A continuación, la unidad 13 se encarga de la salida de los datos.

REIVINDICACIONES

1. Método para comprobar el estado estructural de parques eólicos en forma de turbinas eólicas con varias palas de los rotores.
5
Caracterizado por el registro de cada una de las turbinas eólicas que conforman el parque eólico desde un helicóptero, de tal forma que tanto el parque eólico, las palas del rotor o partes de las mismas se escaneen individualmente por una o más cámaras instaladas en el helicóptero, y que los datos determinados se guarden y, posteriormente, se envíen para su evaluación por medio de una unidad de software para el procesamiento o la estandarización de los mismos en relación con cualquier daño detectado.
10
2. Método según la reivindicación 1
Caracterizado por el registro de las palas del rotor por medio de ondas de terahercios.
3. Método según la reivindicación 1
15
Caracterizado porque el proceso de escaneo, el dispositivo de registro o las palas del rotor de la turbina eólica están en movimiento.
4. Método según la reivindicación 1
Caracterizado porque como parte del registro de las palas del rotor o partes de las mismas, se registre igualmente un medio de transporte de datos asociado con el parque eólico o la pala del rotor.
20
5. Método según la reivindicación 1
Caracterizado por la detección de la densidad del material de la pala del rotor por el dispositivo de registro.
6. Método según la reivindicación 1
Caracterizado por la utilización de una cámara de imagen térmica como cámara.
- 25
7. Método según la reivindicación 1
Caracterizado por el procesamiento de los datos determinados por medio de un software.
8. Método según la reivindicación 1
Caracterizado por la evaluación de los valores determinados por medio de la correlación de imágenes.
- 30
9. Método según la reivindicación 1
Caracterizado por el registro de los datos desde una distancia entre la pala del rotor y el dispositivo de registro de aprox. 0,01 m - 1.000 m, preferiblemente a una distancia de entre 30 y 60 m.
- 35
10. Dispositivo para implementar un procedimiento para la inspección de la condición estructural de parques eólicos en forma de turbinas eólicas (1) que comprendan varias palas del rotor (3, 4), de conformidad con, al menos, una de las reivindicaciones 1-9, caracterizado por un helicóptero en el que se han instalado una o varias cámaras para la realización de mediciones de las palas del rotor pertinentes (3, 4) por medio de un escáner, que comprende una unidad (11) de almacenamiento de datos, una unidad (12) de evaluación de datos, una unidad de software para revisar o estandarizar los datos registrados y una unidad (13) de salida de los datos evaluados.
- 40
11. Dispositivo según la reivindicación 10
Caracterizado por una cámara configurada como una cámara de imágenes térmicas o adecuada para la determinación de la densidad de las palas del rotor (3,4).
12. Dispositivo según la reivindicación 10
Caracterizado por un helicóptero equipado con un aparato para limpiar (22) las palas del rotor (3, 4).
45
13. Dispositivo según la reivindicación 10

Caracterizado por un helicóptero está equipado con un dispositivo para aplicar un líquido sobre las palas del rotor (3, 4).

14. Dispositivo según la reivindicación 10

5 Caracterizado por un helicóptero equipado con un dispositivo para aplicar a las palas del rotor (3, 4) una capa pintura o revestimiento.

15. Dispositivo según la reivindicación 10

Caracterizado por una unidad de salida (13) que comprende un dispositivo para la reproducción óptica de los datos.

10

15

20

25

30

Fig.1

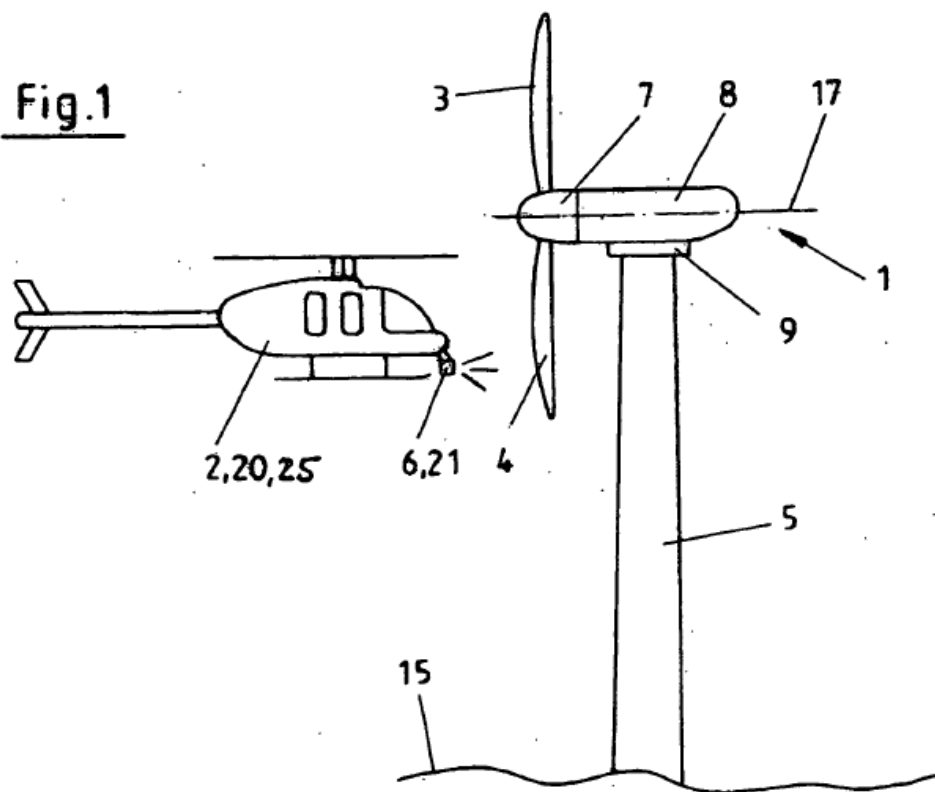


Fig. 3

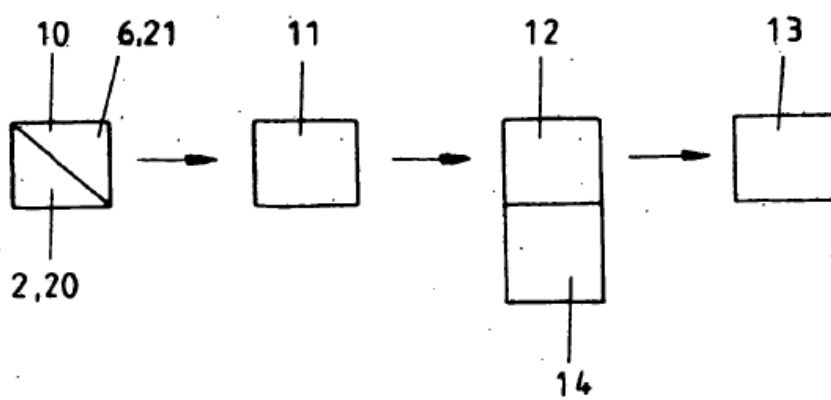


Fig.2

