

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 754 229**

51 Int. Cl.:

F03D 17/00 (2006.01)

F03D 80/30 (2006.01)

F03D 80/50 (2006.01)

F03D 80/00 (2006.01)

G01R 1/067 (2006.01)

G01R 31/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.08.2015** **E 15180146 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2019** **EP 2985459**

54 Título: **Aeronave no tripulada y procedimiento para la realización de una medición de protección contra rayos en una instalación de energía eólica**

30 Prioridad:

14.08.2014 DE 202014006541 U

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

16.04.2020

73 Titular/es:

**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 42
8200 Aarhus N, DK**

72 Inventor/es:

**BRUINS, MARCEL y
HOLLING, JOCHEN**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 754 229 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

Aeronave no tripulada y procedimiento para la realización de una medición de protección contra rayos en una instalación de energía eólica

5 La invención se refiere a una aeronave no tripulada para la realización de una medición de resistencia, de corriente y/o de tensión en un objeto, especialmente una medición de protección contra rayos en una instalación de energía eólica. Además, la invención se refiere a un procedimiento para la realización de una medición de resistencia, de corriente y/o de tensión en un objeto, especialmente una medición de protección contra rayos en una instalación de energía eólica.

10 Las instalaciones de energía eólica generalmente comprenden una torre, una sala de máquinas montada de forma giratoria sobre la torre, una cadena cinemática dispuesta dentro de la sala de máquinas y un rotor con un buje que acciona la cadena cinemática y con al menos una, generalmente tres palas de rotor dispuestas de forma giratoria en el buje, que acciona la cadena cinemática. En la instalación de energía eólica generalmente están distribuidos varios receptores para la introducción de una corriente de rayo. Especialmente las palas de rotor, precisamente las puntas de pala de rotor, y/o la zona del techo de la sala de máquinas presentan frecuentemente un receptor de este tipo.

15 Para conseguir un alto rendimiento, las instalaciones de energía eólica frecuentemente están colocadas en posiciones expuestas de terrenos libres. Por ello y por su tamaño, están expuestas a un gran peligro por impactos de rayo. Los dispositivos pararrayos deben garantizar que una corriente de rayos se conduzca de manera segura a tierra sin que se produzcan daños o mermas de la instalación de energía eólica. Para ello, los receptores mencionados anteriormente generalmente están puestos a tierra a través de contactos de toma de tierra, para lo que por ejemplo los cables de protección contra rayos y/o el cable de toma de tierra están conectados a un ancla de toma de tierra, encastrado en la tierra, con un ancla de toma de tierra encastrada en la tierra, que también se designa como cola de puesta a tierra en el pie de toma de tierra.

20 Los dispositivos de protección contra rayos de instalaciones de energía eólica y de otros objetos deben mantenerse regularmente para garantizar su capacidad de funcionamiento en caso de un impacto de rayo, como se describe por ejemplo en el documento DE102007027849A1. Para ello, generalmente, una corriente de mantenimiento se envía por un cable de protección contra rayos entre los receptores y el contacto de toma de tierra y, por ejemplo a través de una caída de tensión, se mide su resistencia óhmica. Alternativamente, se puede medir una corriente por el cable de protección contra rayos. Para la realización de una medición de protección contra rayos, generalmente, un cable de mantenimiento se une por apriete en la parte exterior de un receptor. Esto es realizado por ejemplo por un escalador industrial que baja con cuerda de la sala de máquinas o por técnicos de mantenimiento que se bajan mediante una grúa en una cesta de personal. También pueden usarse plataformas de trabajo que se bajan desde una grúa o la sala de máquinas. El otro extremo del cable de mantenimiento generalmente se une a una sección, que se extiende dentro de la sala de máquinas, del cable de protección contra rayos o de la cola de puesta a tierra en el pie de torre, por lo que queda formado un circuito de corriente de mantenimiento que se comprueba en cuanto al paso y se evalúa a través de un aparato medidor correspondiente. Diferentes procedimientos y dispositivos para la realización de mediciones de protección contra rayos especialmente en instalaciones de energía eólica se conocen por ejemplo por los documentos DE102005017865B4, DE102009059378A1, DE102012009205A1 o DE102012214981. El documento DN102879692A presenta un procedimiento y un dispositivo para la detección de un aislador por una aeronave no tripulada con varios rotores (multi-rotor UAV).

25 Sin embargo, existe necesidad de dispositivos y procedimientos mejorados para la realización de mediciones de resistencia, de corriente y/o de tensión en objetos, especialmente para la realización de una medición de protección contra rayos en una instalación de energía eólica, que puedan realizarse de forma fácil, segura y económica.

30 Por lo tanto, la presente invención tiene el objetivo de proporcionar un dispositivo y un procedimiento para la realización de una medición de resistencia, de corriente y/o de tensión en un objeto, especialmente una medición de protección contra rayos en una instalación de energía eólica, que estén mejorados con respecto a los dispositivos o procedimientos existentes, siendo especialmente más sencillos, seguros y/o económicos.

35 Este objetivo se consigue mediante una aeronave no tripulada para la realización de una medición de resistencia, de corriente y/o de tensión en un objeto, especialmente una medición de protección contra rayos en una instalación de energía eólica, con un elemento de contacto con una superficie de contacto electroconductora, que se puede poner en contacto con una superficie del objeto, especialmente con un receptor de protección contra rayos de una pala de rotor, de una sala de máquinas o de una torre de una instalación de energía eólica, y con un cable de medición electroconductor que por un primer extremo está conectado de forma electroconductora a la superficie de contacto y que por un segundo extremo puede conectarse a un aparato de medición de resistencia, de corriente y/o de tensión y/o a un contacto de toma de tierra del objeto, caracterizado por que sobre la superficie de contacto está dispuesta una lana de cobre.

40 La invención está basada en el conocimiento de que para la realización de mediciones de resistencia, de corriente y/o de tensión en un objeto, especialmente de una medición de protección contra rayos en una instalación de

energía eólica, se puede emplear de manera ventajosa una aeronave no tripulada. Por una aeronave no tripulada se entiende aquí especialmente una aeronave telemandada, generalmente desde el suelo, que puede hacerse funcionar y navegar sin personas situadas a bordo de la aeronave y que para ello dispone de equipos de control (remoto) correspondientes. En parte, para este tipo de aeronaves no tripuladas se usa también el término dron. Por ejemplo, como aeronave no tripulada puede emplearse un cuadrocóptero o una plataforma volante.

El uso de aeronaves no tripuladas para fines de mantenimiento es conocido básicamente, por ejemplo por los documentos WO2013/060693A2, DE102005023796A1 o US4,818,990. También en la zona de las instalaciones de energía eólica se emplean aeronaves no tripuladas para fines de mantenimiento, por ejemplo, en los documentos WO2010/051278A1, DE102008053928A1, DE102010048400A1 o DE102011118833B3. Sin embargo, todos estos dispositivos de mantenimiento y procedimientos existentes por medio de objetos voladores no tripuladas tienen en común el hecho de que no establecen ningún contacto entre la aeronave no tripulada y el objeto o la instalación de energía eólica, sino que simplemente la aeronave no tripulada se lleva cerca del objeto o de la instalación de energía eólica para obtener a través de la adquisición de imágenes o mediciones sin contacto información acerca del estado de la instalación de energía eólica.

Dado que, sin embargo, para una medición de protección contra rayos es preciso establecer un circuito de corriente de medición, los dispositivos y procedimientos existentes para el mantenimiento de objetos o de instalaciones de energía eólica por aeronaves no tripuladas básicamente no resultan adecuados para la realización de una medición de protección contra rayos. Más bien, en los procedimientos y dispositivos existentes precisamente es preciso evitar cualquier contacto entre la aeronave no tripulada y un objeto o una instalación de energía eólica. En cambio, la invención está basada en el conocimiento de establecer un contacto entre la aeronave y el objeto o la instalación de energía eólica y de esta manera permitir la formación de un circuito de corriente de medición.

Para ello, la aeronave no tripulada según la invención presenta un elemento de contacto que preferentemente se pone en contacto con una superficie del objeto, preferentemente mediante movimientos de vuelo controlados de la aeronave. Para ello, el elemento de contacto presenta una superficie de contacto electroconductora. Durante una medición de protección contra rayos de una instalación de energía eólica, dicha superficie de contacto del elemento de contacto se pone en contacto preferentemente con un receptor de protección contra rayos que puede estar dispuesto en el techo de una sala de máquinas o dentro de la torre de una instalación de energía eólica. Con esta superficie de contacto electroconductora está conectado de forma electroconductora un cable de medición electroconductor. Otro extremo de dicho cable de medición sirve para establecer un circuito de corriente de medición y para ello puede conectarse a un contacto de toma de tierra o un cable de protección contra rayos del objeto y/o con un aparato de medición de resistencia, de corriente y/o de tensión. El cable de medición preferentemente está realizado de forma suficientemente larga para llegar desde la altura de vuelo prevista y la distancia de la aeronave hasta un punto en el suelo.

De esta manera, la aeronave no tripulada según la invención permite integrar una superficie generalmente inaccesible o difícilmente accesible del objeto, como por ejemplo una pala de rotor de una instalación de energía eólica, mediante la conexión a través de la superficie de contacto y el cable de medición, en un circuito de corriente de medición en el que entonces puede realizarse a través de una medición de resistencia, de corriente y/o de tensión, una medición de protección contra rayos. Además de la conexión de un primer extremo del cable de medición electroconductor a la superficie de contacto electroconductora, entonces, el segundo extremo del cable de medición ha de conectarse al aparato de medición y/o a un contacto de toma de tierra del objeto, lo que puede ser por ejemplo una cola de conexión a tierra en el pie de torre, o una parte de la línea de protección en la instalación de energía eólica, como por ejemplo el sistema de compensación de potencial en la sala de máquinas o un espinterómetro, si la derivación hacia la sala de máquinas está realizada a través de un espinterómetro. Mediante un cierre de este tipo de un circuito de corriente de medición con la ayuda del cable de medición conectado de forma electroconductora a la superficie de contacto, mediante el uso de la aeronave no tripulada según la invención se hace posible una medición de resistencia, de corriente y/o de tensión, sin necesidad de que una persona establezca en el receptor de protección contra rayos in situ una conexión electroconductora entre el cable de medición y el receptor de protección contra rayos.

La conexión del cable de medición a la superficie de contacto preferentemente es separable, al igual que la conexión del cable de medición al aparato de resistencia, de corriente y/o de tensión y/o al contacto de toma de tierra del objeto. El cable de medición preferentemente tiene una longitud de 100 m o más y puede ponerse a disposición por ejemplo sobre un tambor, de manera que el tambor con el segundo extremo del cable de medición permanece en el suelo y cuando la aeronave despegue del suelo, el cable de medición se desenrolla de manera correspondiente del tambor.

Para la realización de la medición, el contacto entre el elemento de contacto y la superficie del objeto preferentemente se mantiene durante una duración de medición predeterminada, especialmente durante al menos 2 seg., al menos 5 seg., al menos 10 seg. o al menos 20 seg. Preferentemente, la aeronave no tripulada está realizada para volar en vuelo estacionario al menos durante el tiempo de la duración de medición, es decir, en un estado de vuelo en el que la aeronave permanece en el aire en una posición inalterada y a una altura inalterada.

También puede estar previsto que la aeronave comprende además un aparato de resistencia, de corriente y/o de tensión conectado al segundo extremo del cable de medición. En esta variante, el aparato de resistencia, de corriente y/o de tensión igualmente se encuentra en la aeronave y preferentemente igualmente se puede mandar a distancia. Generalmente, sin embargo, el aparato de resistencia, de corriente y/o de tensión permanecerá en el suelo y se mandará desde allí.

En una forma de realización preferible está previsto que en la aeronave está dispuesto un equipo de adquisición de imágenes, preferentemente una cámara digital o CCD. El equipo de adquisición de imágenes transmite datos preferentemente sin cable a una unidad de evaluación y/o de salida en el suelo y además preferentemente igualmente puede ser mandado a distancia desde el suelo. El equipo de adquisición de imágenes en la aeronave sirve entre otras cosas para la navegación y especialmente para la identificación de la superficie en el objeto que ha de ser contactada, especialmente para la identificación de los receptores.

Resulta especialmente preferible que el equipo de adquisición de imágenes esté dispuesto y realizado de tal forma que registre el elemento de contacto y preferentemente su entorno inmediato, especialmente una zona entre la superficie de contacto y el objeto. El equipo de adquisición de imágenes resulta ventajoso especialmente si puede registrar el elemento de contacto y su entorno inmediato, como por ejemplo una zona de al menos 2 m, preferentemente de 5 m o 10 m alrededor de la superficie de contacto y si, especialmente durante la aproximación de la aeronave no tripulada a la superficie del objeto que ha de ser contactado, registra también dicha superficie del objeto que ha de ser contactada.

En otra forma de realización preferible está previsto que al menos un propulsor de vuelo de la aeronave está conectado a un primer extremo de un conductor eléctrico y un segundo extremo del conductor eléctrico puede conectarse a una toma de corriente. La previsión de un conductor eléctrico de este tipo que preferentemente puede conectarse de forma separable al propulsor de vuelo y, dado el caso, puede conectarse a una toma de corriente es que el tiempo de funcionamiento y/o la potencia del al menos un propulsor de vuelo de la aeronave pueden aumentarse notablemente si el propulsor de vuelo no debe alimentarse (sólo) a partir de una alimentación de energía móvil llevada sobre la aeronave no tripulada, sino se puede conectar, a través del conductor eléctrico, a la alimentación de energía de una red eléctrica.

Resulta especialmente preferible que la conexión del primer extremo del cable de medición a la superficie de contacto y/o la conexión del segundo extremo del cable de medición al aparato de resistencia, de corriente y/o de tensión o al contacto de toma de tierra del objeto y/o la conexión del primer extremo del conductor eléctrico al al menos un propulsor de vuelo y/o la conexión del segundo extremo del conductor eléctrico a la toma de corriente está realizada o están realizadas de forma separable. Una conexión separable de este tipo ofrece por una parte la ventaja de que las conexiones pueden establecerse y separarse opcionalmente y, además, pueden separarse rápidamente por ejemplo en el caso de un peligro inminente o un entorpecimiento de la marcha libre del cable de medición y/o del conductor eléctrico.

Resulta especialmente preferible además que la conexión del primer extremo del cable de medición a la superficie de contacto y/o la conexión del segundo extremo del cable de medición al aparato de resistencia, de corriente y/o de tensión o al contacto de toma de tierra del objeto y/o la conexión del primer extremo del conductor eléctrico al al menos un propulsor de vuelo y/o la conexión del segundo extremo del conductor eléctrico a la toma de corriente está realizada o están realizadas de tal forma que la(s) conexión(es) se separa o se separan cuando se excede de una fuerza de tracción predeterminada que actúa sobre el cable de medición y/o el conductor eléctrico. Para ello, está previsto un tipo de conexión de seguridad que se suelta automáticamente cuando una fuerza de tracción determinada actúa sobre el cable de medición y/o el conductor eléctrico. Esto puede producirse por ejemplo cuando el cable de medición y/o el conductor eléctrico se enganchan con un obstáculo o quedan bloqueados de otra manera y la aeronave continúa su vuelo o ascenso y de esta manera ejerce una fuerza de tracción sobre el cable de medición y/o el conductor eléctrico. La fuerza de tracción a partir de la que se suelta(n) la(s) conexión(es) preferentemente está adaptada a una fuerza ascensional o propulsiva habitual de la aeronave.

Formas de realización según la invención del elemento de contacto prevén que sobre la superficie de contacto está dispuesta lana de cobre, lo que facilita el establecimiento de una conexión electroconductor entre un receptor de protección contra rayos y la superficie de contacto. Además, preferentemente, la superficie de contacto sustancialmente está orientada de forma vertical y/o realizada de forma cóncava. Una forma de realización de este tipo puede resultar ventajosa para establecer un contacto a superficies orientadas verticalmente, realizadas de forma convexa, como por ejemplo la torre de una instalación de energía eólica. El elemento de contacto preferentemente es el elemento de la aeronave, que especialmente en un sentido horizontal más alejado se encuentre de un centro de gravedad y/o de un punto central geométrico de la aeronave.

En otra forma de realización preferible está previsto que el elemento de contacto está conectado a la aeronave a través de un elemento de conexión que preferentemente está realizado sustancialmente en forma de barra, estando orientado el elemento de conexión preferentemente de forma sustancialmente horizontal. El elemento de conexión por ejemplo también puede estar realizado como estructura en forma de entramado.

El cable de medición y/o el conductor eléctrico puede estar realizado o pueden estar realizados de manera ventajosa dentro del elemento de conexión.

5 Además, resulta preferible que la superficie de contacto y/o el elemento de contacto esté fijado o estén fijados a la aeronave y/o al elemento de conexión de forma amortiguada, móvil y/o separable. La superficie de contacto y/o el elemento de contacto pueden estar fijados a la aeronave directamente a estar fijados a la aeronave o indirectamente, por ejemplo a través del elemento de conexión. Una fijación separable resulta preferible por ejemplo para poder recambiar o mantener la superficie de contacto y/o el elemento de contacto. Una fijación móvil, preferentemente una fijación, que puede modificarse entre una posición móvil y una posición inmóvil, puede resultar preferible para poder alcanzar aún mejor la superficie del objeto que ha de ser contactada. Por ejemplo, puede resultar preferible un mecanismo en el que la aeronave se mantiene en una posición en vuelo estacionario en la que la superficie de contacto se encuentra ya justo delante de la superficie del objeto que ha de ser contactada y entonces el elemento de contacto se mueve con la superficie de contacto hacia el objeto, por ejemplo a través de una prolongación telescópica del elemento de conexión, para establecer el contacto. Además, resulta preferible una fijación amortiguada de la superficie de contacto y/o del elemento de contacto para evitar daños en la superficie de contacto, el elemento de contacto, la aeronave y/o el objeto.

20 Además, resulta preferible una forma de realización en la que el elemento de conexión está fijado a la aeronave de forma amortiguada, móvil y/o separable. También el elemento de conexión puede estar fijado a la aeronave directamente o estar fijado a la aeronave indirectamente a través de otros elementos intermedios. El elemento de conexión por ejemplo también puede estar realizado como barra telescópica alargable y presentar un elemento de muelle o un amortiguador para su fijación elástica. Las ventajas de una fijación amortiguada, móvil y/o separable a la aeronave son similares para el elemento de conexión así como para la superficie de contacto o el elemento de contacto.

25 Otra forma de realización preferible resulta especialmente por que el equipo de adquisición de imágenes está dispuesto y realizado de tal forma que registra el elemento de contacto en una dirección visual sustancialmente en dirección hacia el elemento de conexión o paralelamente a este. Esta forma de realización ofrece la ventaja de que a través del equipo de adquisición de imágenes se puede registrar bien la aproximación del elemento de contacto a la superficie del objeto que ha de ser contactada y, por tanto, a un piloto que dirige la aeronave a través del mando a distancia se puede facilitar la navegación de la aeronave para contactar la superficie del objeto que ha de ser contactada, por medio de la superficie de contacto.

30 Según otro aspecto de la invención, el objetivo mencionado al principio se consigue mediante un procedimiento para la realización de una medición de resistencia, de corriente y/o de tensión en un objeto, especialmente una medición de protección contra rayos en una instalación de energía eólica, que comprende la puesta a disposición de una aeronave no tripulada según al menos una de las reivindicaciones anteriores, la conexión del segundo extremo del cable de medición a un aparato de medición de resistencia, de corriente y/o de tensión y/o a un contacto de toma de tierra del objeto, la contactación de una superficie del objeto, especialmente de un receptor de protección contra rayos de una pala de rotor, de una sala de máquinas o de una torre de una instalación de energía eólica, a la superficie de contacto del elemento de contacto mediante movimientos de vuelo controlados de la aeronave, el mantenimiento del contacto entre la superficie de contacto del elemento de contacto y la superficie del objeto durante una duración de medición predeterminada, preferentemente mediante un vuelo estacionario de la aeronave, la medición de una resistencia, de una corriente y/o de una tensión, preferentemente por medio del aparato de medición de resistencia, de corriente y/o de tensión.

40 La medición de resistencia, de corriente y/o de tensión se realiza preferentemente en el circuito de corriente entre el receptor de protección contra rayos y una cola de puesta a tierra en el pie de torre por medio del aparato de medición de resistencia, de corriente y/o de tensión. El procedimiento según la invención y sus variantes posibles presentan características o pasos de procedimiento que los hacen especialmente aptos para usarse con una aeronave según la invención y sus variantes.

50 Por lo tanto, con respecto a las ventajas, las variantes de realización y los detalles de realización del procedimiento según la invención y sus variantes se remite a la descripción que antecede, relativa a las características correspondientes de la aeronave.

Una forma de realización preferible de la invención se describe a modo de ejemplo con la ayuda de las figuras adjuntas. Muestran:

- 60 la figura 1: un ejemplo de una forma de realización de una aeronave no tripulada según la invención;
- la figura 2: la aeronave según la figura 1 durante su uso para la contactación de la torre de una instalación de energía eólica;
- 65 la figura 3: un fragmento aumentado de la figura 1;

- la figura 4: una vista de un equipo de visualización de la cámara de la aeronave según la figura 1;
- la figura 5: la aeronave según la figura 1 durante su uso para la contactación de un receptor en una punta de pala de rotor de una instalación de energía eólica;
- la figura 6: la pantalla de un equipo de visualización de la cámara de la aeronave durante la contactación del receptor en la punta de pala de rotor tal como se muestra en la figura 5; y
- la figura 7: un aparato de medición de resistencia, de corriente y/o de tensión para el uso con la aeronave según la figura 1.

En las figuras 1 a 3 y 5 está representada a modo de ejemplo una aeronave 1 no tripulada según la invención.

La aeronave 1 presenta un elemento de contacto 110 con una superficie de contacto 111 electroconductora sobre la que está dispuesta una lana de cobre 112. La superficie de contacto 111 está orientada sustancialmente de forma vertical y está fijada, a través de un elemento de conexión realizado en forma de barra que está orientado de forma sustancialmente horizontal, a la aeronave 1, especialmente al cuerpo principal 140 central.

De un cuerpo principal 140 central de la aeronave 1 parten dos patas 141 que en su extremo inferior presentan pies de apoyo 142 sobre los que la aeronave 1 puede apoyarse en el suelo. Del cuerpo principal 140 central parten además cuatro brazos 150 en los que están dispuestos respectivamente rotores 150a, u superiores e inferiores. La aeronave 1 por tanto está realizada en forma de cuadrocóptero y, además de un vuelo de ascenso y de descenso y de movimientos hacia adelante, también puede detenerse en vuelo estacionario, como por ejemplo en las figuras 2 y 5. De esta manera, la aeronave 1 puede presentar diferentes partes de un objeto, como por ejemplo de una instalación de energía eólica 2 y aproximarse a superficies que han de contactarse, como por ejemplo receptores de protección contra rayos en diversos puntos, como por ejemplo las puntas 231 de las palas de rotor 230, la sala de máquinas 220 o la torre 210 de una instalación de energía eólica 2.

Para apoyar la navegación, en el cuerpo principal 140 está dispuesto un equipo de adquisición de imágenes 160 en forma de una cámara CCD. Como se puede ver especialmente en las figuras 4 y 6, la cámara está conectada de forma inalámbrica a un equipo de visualización 3 situado en el suelo y está dispuesta de tal forma que registra el elemento de contacto 110 y su entorno inmediato, especialmente también una zona entre la superficie de contacto 110 y el objeto, aquí de la instalación de energía eólica 2. La cámara 160 además está dispuesta y realizada de tal forma que registra el elemento de contacto 110 en una dirección visual sustancialmente en dirección hacia el elemento de conexión 120 o paralelamente a este, como igualmente se puede ver en las figuras 4 y 6.

El elemento de contacto 110 con la superficie de contacto 111 provista de lana de cobre 112 está conectado de forma electroconductora al cable de medición 170 electroconductor. Un segundo extremo de dicho cable de medición 170 permanece en el suelo durante el vuelo de la aeronave 1. El cable de medición 170 por ejemplo puede desenrollarse de un tambor (no representado) durante el vuelo de la aeronave 1.

Para la realización de la medición de protección contra rayos, el segundo extremo del cable de medición 170 se conecta a un aparato de medición de resistencia, de corriente y/o de tensión 4 y/o a un contacto de toma de tierra del objeto, especialmente a la cola de puesta a tierra en el pie de torre de una instalación de energía eólica 2. En total, se ha de establecer un circuito de corriente de medición que comprende el cable de protección contra rayos de la instalación de energía eólica desde el receptor hasta el contacto de toma de tierra o al menos una parte de este que ha de ser comprobada y en el que está integrado el aparato de medición de resistencia, de corriente y/o de tensión 4 a través del cable de medición 170.

De esta manera, se puede renunciar a que la conexión entre un cable de medición y el receptor de protección contra rayos sea establecida por personal de mantenimiento que para ello ha de ser bajado desde la carcasa de máquina mediante una cuerda o ha de llevarse a los respectivos receptores de protección contra rayos a través de una plataforma de trabajo. Mediante el uso de la aeronave según la invención, el personal puede permanecer en el suelo, lo que resulta mucho más sencillo, seguro y menos costoso y engorroso.

Lista de signos de referencia

1	Aeronave
110	Elemento de contacto
111	Superficie de contacto
112	Lana de cobre
120	Elemento de conexión
140	Cuerpo principal
141	Patatas
142	Pie de apoyo
150	Brazos

ES 2 754 229 T3

	151o, 151u	Rotores
	160	Equipo de adquisición de imágenes
	170	Cable de medición
	2	Instalación de energía eólica
5	210	Torre
	220	Sala de máquinas
	230	Pala de rotor
	231	Puntas
	3	Equipo de visualización
10	4	Aparato de medición de resistencia, de corriente y/o de tensión

REIVINDICACIONES

1. Aeronave (1) no tripulada para la realización de una medición de resistencia, de corriente y/o de tensión en un objeto, especialmente una medición de protección contra rayos en una instalación de energía eólica (2),
 5 con un elemento de contacto (110) con una superficie de contacto (111) electroconductora, que se puede poner en contacto con una superficie del objeto, especialmente con un receptor de protección contra rayos de una pala de rotor (230), de una sala de máquinas (220) o de una torre (210) de una instalación de energía eólica (2), y con un cable de medición (170) electroconductor que por un primer extremo está conectado de forma electroconductora a la superficie de contacto (111) y que por un segundo extremo puede conectarse a un aparato de medición de
 10 resistencia, de corriente y/o de tensión (4) y/o a un contacto de toma de tierra del objeto,
caracterizado por que sobre la superficie de contacto (111) está dispuesta lana de cobre (112).
2. Aeronave (1) según la reivindicación 1, **caracterizada por que** el elemento de contacto (110) está conectado a la aeronave (1) a través de un elemento de conexión (120) que preferentemente está realizado sustancialmente en
 15 forma de barra, estando orientado el elemento de conexión (120) preferentemente de forma sustancialmente horizontal.
3. Aeronave (1) según la reivindicación 2, **caracterizada por que** la superficie de contacto (111) y/o el elemento de contacto (110) está fijado o están fijados al elemento de conexión (120) de forma amortiguada, móvil y/o separable.
 20
4. Aeronave (1) según una de las reivindicaciones 2 o 3, **caracterizada por que** el elemento de conexión (120) está fijado a la aeronave (1) de forma amortiguada, móvil y/o separable.
5. Aeronave (1) según al menos una de las reivindicaciones 2, 3 o 4, caracterizada por que el cable de medición (170) está guiado dentro del elemento de conexión (120).
 25
6. Aeronave (1) según la reivindicación 1, **caracterizada por que** en la aeronave (1) está dispuesto un equipo de adquisición de imágenes (160), preferentemente una cámara digital o CCD.
7. Aeronave (1) según la reivindicación 6, **caracterizada por que** el equipo de adquisición de imágenes (160) está dispuesto y realizado de tal forma que registra el elemento de contacto (110) y preferentemente su entorno inmediato, especialmente una zona entre la superficie de contacto (111) y el objeto.
 30
8. Aeronave (1) según la reivindicación 6 o 7, **caracterizada por que** el equipo de adquisición de imágenes (160) está dispuesto y realizado de tal forma que registra el elemento de contacto (110) en una dirección visual (160) sustancialmente en dirección hacia un elemento de conexión (120), con el elemento de contacto (110) está conectado a la aeronave (1), o paralelamente a ello.
 35
9. Aeronave (1) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la aeronave (1) comprende además el aparato de resistencia, de corriente y/o de tensión (4) que puede conectarse al segundo extremo del cable de medición (170), estando conectado el aparato de resistencia, de corriente y/o de tensión (4) al segundo extremo del cable de medición (170) por una conexión.
 40
10. Aeronave (1) según la reivindicación 9, **caracterizada por que** el al menos un propulsor de vuelo de la aeronave (1) está conectado a un primer extremo de un conductor eléctrico y un segundo extremo del conductor eléctrico está conectado a una toma de corriente.
 45
11. Aeronave (1) según la reivindicación 10, **caracterizada por que** la conexión del primer extremo del cable de medición (170) a la superficie de contacto (111) y/o la conexión del segundo extremo del cable de medición (170) al aparato de resistencia, de corriente y/o de tensión (4) y/o la conexión del primer extremo del conductor eléctrico al al menos un propulsor de vuelo y/o la conexión del segundo extremo del conductor eléctrico a la toma de corriente está realizada o están realizadas de forma separable.
 50
12. Aeronave (1) según la reivindicación 10, **caracterizada por que** la conexión del primer extremo del cable de medición (170) a la superficie de contacto y/o la conexión del segundo extremo del cable de medición (170) al aparato de resistencia, de corriente y/o de tensión (4) y/o la conexión del primer extremo del conductor eléctrico al al menos un propulsor de vuelo y/o la conexión del segundo extremo del conductor eléctrico a la toma de corriente está realizada o están realizadas de tal forma que la(s) conexión(es) se suelta o se sueltan cuando se excede una fuerza de tracción predeterminada que actúa sobre el cable de medición (170) y/o el conductor eléctrico.
 55
 60
13. Aeronave (1) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la superficie de contacto (111) sustancialmente está orientada de forma vertical y/o realizada de forma cóncava.
14. Aeronave (1) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la superficie de contacto (111) y/o el elemento de contacto (110) está fijado o están fijados a la aeronave (1) de forma amortiguada, móvil y/o separable.
 65

15. Procedimiento para la realización de una medición de resistencia, de corriente y/o de tensión en un objeto, especialmente una medición de protección contra rayos en una instalación de energía eólica (2), que comprende la puesta a disposición de una aeronave (1) no tripulada según al menos una de las reivindicaciones anteriores, la conexión del segundo extremo del cable de medición (170) al aparato de medición de resistencia, de corriente y/o de tensión (4) y/o al contacto de toma de tierra del objeto,
- 5 la contactación de una superficie del objeto, especialmente de un receptor de protección contra rayos de una pala de rotor (230), de una sala de máquinas (220) o de una torre (210) de una instalación de energía eólica (2), a la superficie de contacto del elemento de contacto (110) mediante movimientos de vuelo controlados de la aeronave (1),
- 10 el mantenimiento del contacto entre la superficie de contacto (111) del elemento de contacto (110) y la superficie del objeto durante una duración de medición predeterminada, preferentemente mediante un vuelo estacionario de la aeronave (1),
la medición de una resistencia, de una corriente y/o de una tensión.

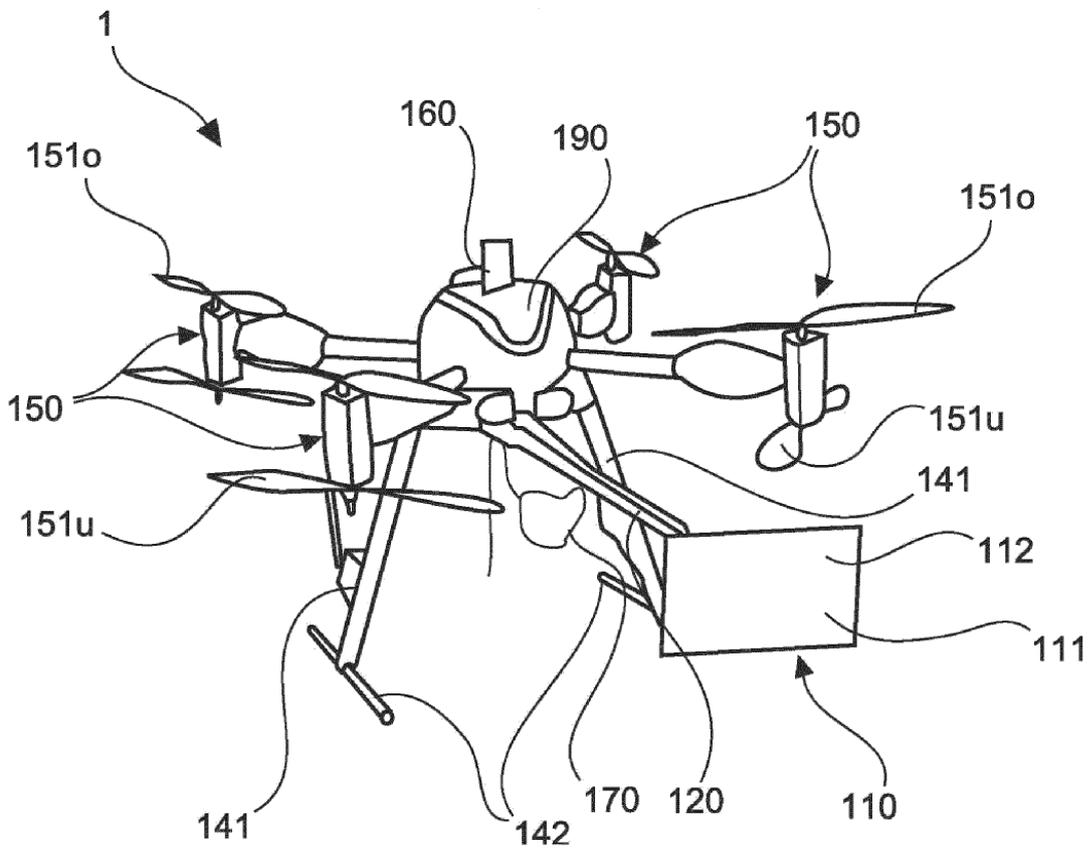


Fig. 1

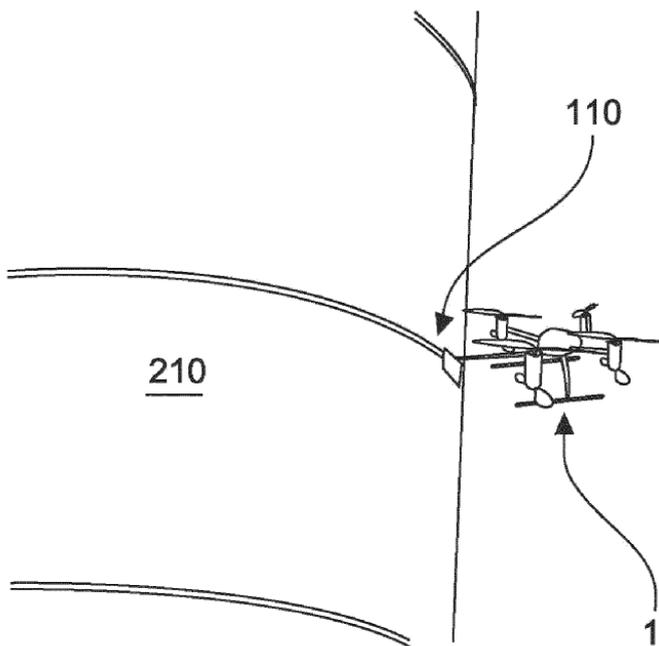


Fig. 2

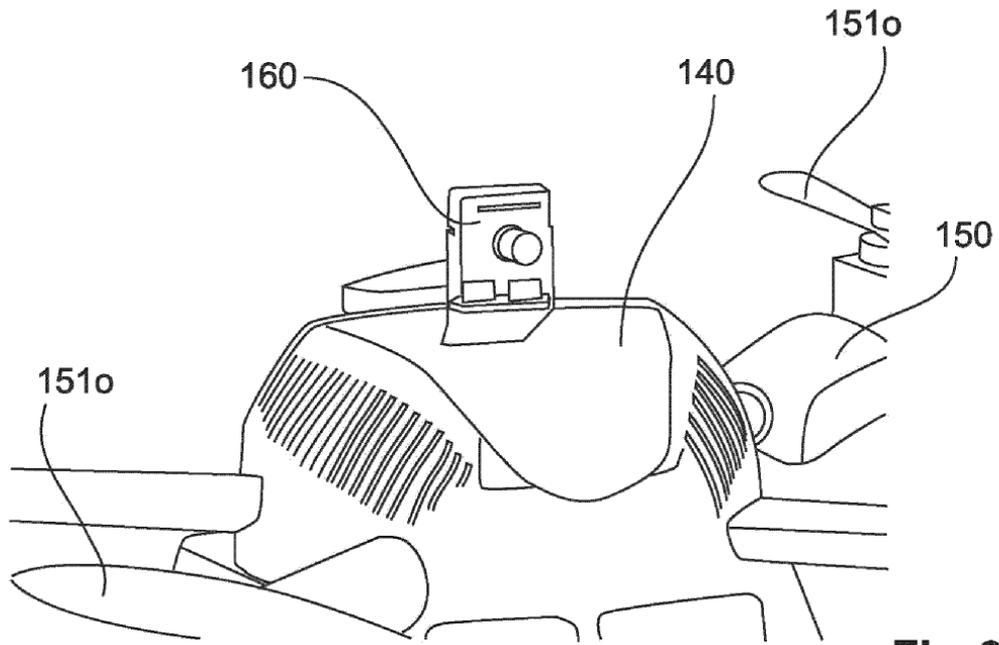


Fig. 3

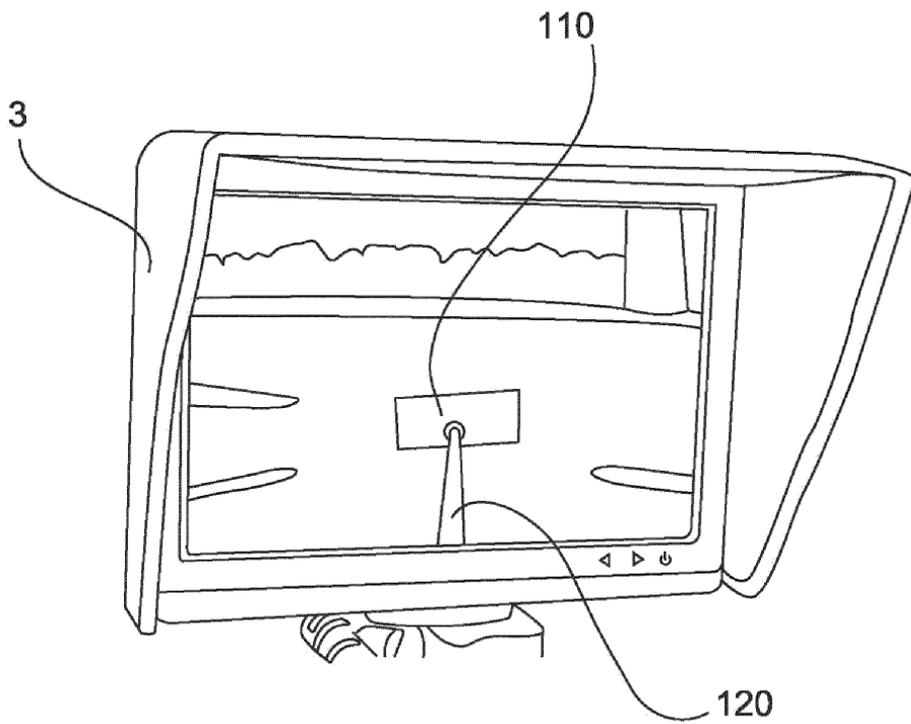


Fig. 4

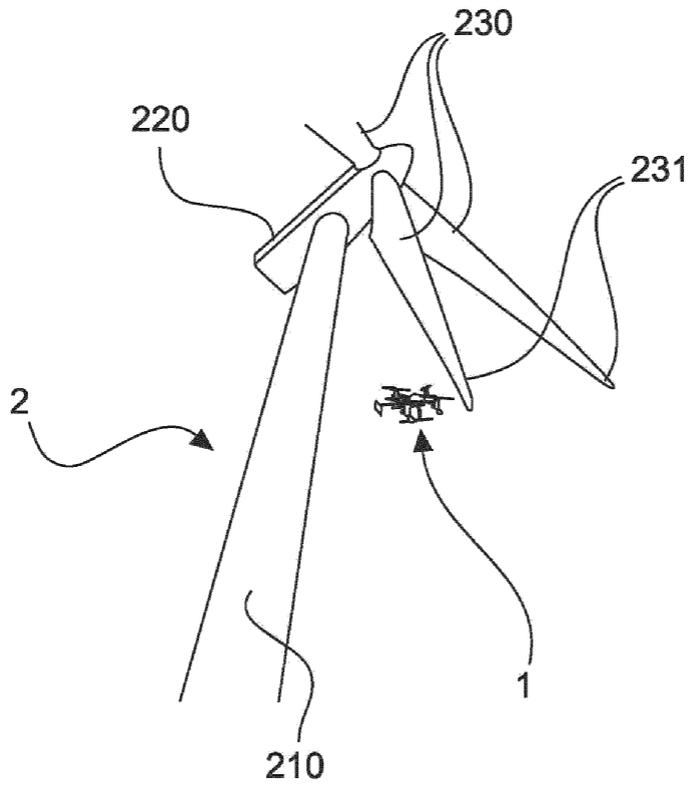


Fig. 5

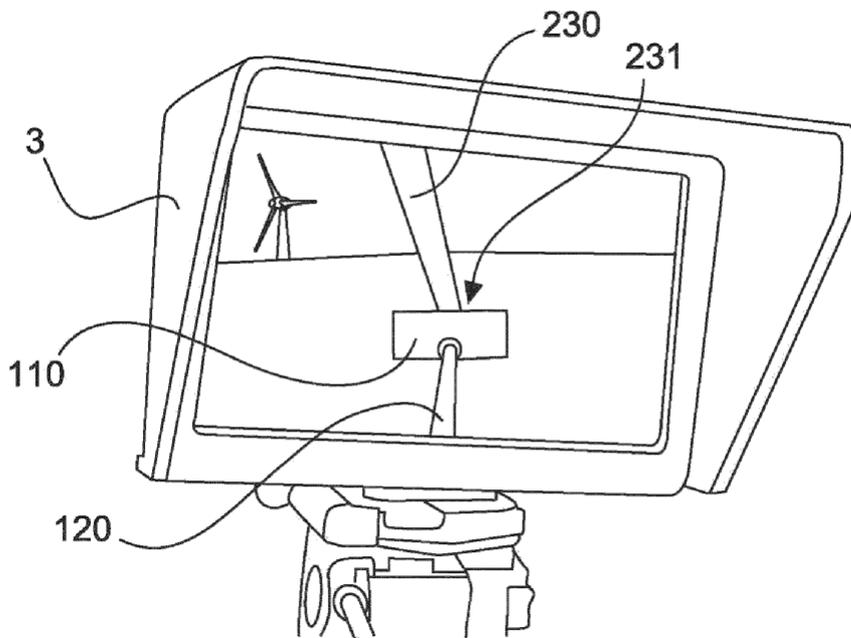


Fig. 6

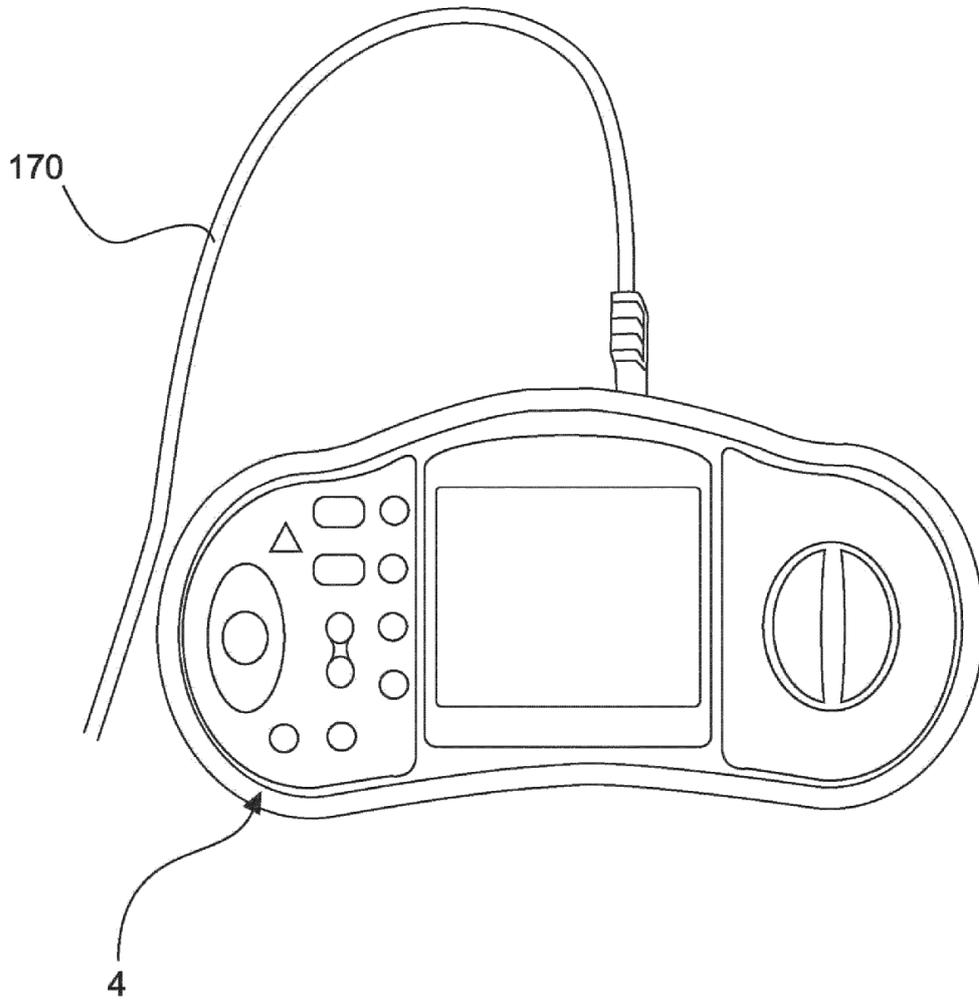


Fig. 7