

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 557 029**

51 Int. Cl.:

B64D 15/20 (2006.01)

F03D 11/00 (2006.01)

G08B 19/02 (2006.01)

B64D 15/22 (2006.01)

G01R 27/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2013 E 13716171 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.09.2015 EP 2828164**

54 Título: **Dispositivo para registrar estados críticos de una superficie**

30 Prioridad:

19.03.2012 AT 3292012

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

21.01.2016

73 Titular/es:

**MOSER, MICHAEL (50.0%)
Kronesgasse 6-8/44
8010 Graz, AT y
ZANGL, HUBERT (50.0%)**

72 Inventor/es:

**MOSER, MICHAEL y
ZANGL, HUBERT**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 557 029 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo para registrar estados críticos de una superficie

5 Campo técnico

La detección de formación de hielo en superficies (también superficies superiores), como por ejemplo en las palas de rotor de aerogeneradores puede contribuir fundamentalmente al cumplimiento de condiciones de funcionamiento seguras. En el sector de los aerogeneradores, una capa de hielo ocasiona un rendimiento de energía menor y una carga mecánica más alta de la instalación y alberga al mismo tiempo el peligro de lanzamiento de hielo (un peligro tanto para personas como para bienes materiales). Ya capas delgadas provocan pérdidas de rendimiento relevantes por el flujo turbulento en la superficie, condicionado por la mayor rugosidad. Las capas más gruesas pueden llevar a daños en la máquina por las intensas vibraciones y desequilibrios, y a daños en el caso de lanzamientos. Los explotadores de aerogeneradores están interesados ahora en lugares de emplazamiento amenazados, en conocer lo mejor posible el grado de congelación de las palas de rotor para desconectar el aerogenerador a tiempo antes de que aparezcan daños, o también para activar de manera encauzada un calentamiento eléctrico de las palas de rotor eventualmente existente.

Sin embargo, la formación de hielo es un fenómeno relevante también en otros ámbitos, como por ejemplo en las calles, alas de aviones o antenas, cuya detección y eliminación tempranas facilita un funcionamiento sin fallos mediante medidas adecuadas.

Estado de la técnica

Los sistemas comerciales actuales para la detección de la congelación son aparatos de medición normalmente complejos que en el entorno de aerogeneradores, debido a su tamaño de construcción, están montados de manera fija y necesitan por su construcción normalmente una toma de corriente (por ejemplo sistemas ópticos y basados en ultrasonidos). En los círculos competentes se conoce el poder diferenciar fundamentalmente el comportamiento de formación de hielo por ejemplo, en aerogeneradores, en el lugar de emplazamiento de la góndola y en las palas de rotor (por ejemplo mediante la velocidad del viento más elevada que resulta de la rotación). Por lo tanto se desarrollaron sistemas adicionalmente que examinan el comportamiento de formación de hielo de las palas de rotor, por ejemplo, mediante vigilancia del estado de la pala de rotor por medio de análisis de frecuencia propia. Este sistema alberga la desventaja de que no solo la capa de hielo exclusivamente puede llevar a la variación de las frecuencias propias. Además, el umbral de detección se sitúa relativamente alto (alrededor de 4 % en variación de peso) y no es posible ninguna localización de la capa de hielo. Además se conoce un sistema que emplea un principio de detección de hielo óptico al conducirse fibras ópticas desde el interior a la superficie de la pala de rotor (documento DE 102005017716 A1). Esto condiciona el montaje de un aparato de medición complejo en la pala de rotor y con ello un gasto de instalación elevado, además de daños en la superficie y permite la medición solamente en pocos puntos por cada pala de rotor.

Por ejemplo, en los documentos FR 2750494 A1 y US5177662 se describen procedimientos para la detección de humedad o humedad ambiental mediante la absorción en un sustrato poroso y la evaluación de una impedancia compleja. Sin embargo, estos procedimientos debido a su principio no son capaces de detectar la presencia de hielo o de un grosor de capa, dado que el procedimiento basado en la absorción condiciona que pueda penetrar humedad en el interior del sensor.

Por consiguiente se conocen procedimientos para la detección de hielo que se basan en la medición de la capacidad eléctrica o impedancia (por ejemplo el documento US 5398547). Estos procedimientos se caracterizan especialmente por una construcción plana con escasa altura de construcción.

El documento DE 10205017716 emplea el envío inalámbrico de señales a través de un tramo de transmisión a un receptor como principio de medición para el registro de depósitos como obstáculos en un trayecto de transmisión óptico como método para la detección de hielo sobre la superficie de una pala de rotor. El documento WO 2009/052828 se considera como estado de la técnica más cercano.

Objetivo de la invención

El objetivo se describe de la siguiente manera: un dispositivo para registrar estados de superficie críticos, en el que las superficies especialmente amenazadas normalmente no son llanas (planas), (por ejemplo aviones, palas de rotor, aislantes de alta tensión o antenas). La forma superficial o bien calidad no permite modificarse por el sensor, o bien no de manera determinante, para no modificar, o solo mínimamente por ejemplo el comportamiento con respecto a una formación de hielo. La aerodinámica no permite dejarse influir por el dispositivo, o solamente un poco. Por hielo, en el sentido de la invención pueden entenderse todo tipo de agua congelada también mezclado con agua líquida. Dado el caso, pueden ser de interés una clasificación del tipo de hielo o la detección de situaciones en las que seguramente no existe hielo en la superficie. En el sentido de la invención el agua comprende también mezclas de agua e impurezas de la superficie.

Como estados de superficie críticos en el sentido de la invención pueden entenderse especialmente los siguientes escenarios: agua y/o hielo y/o mezcla de los mismos en superficies (por ejemplo palas de rotor) de aerogeneradores, hielo y/o agua y/o impurezas en aislantes de alta tensión. En este caso una meta de la invención es registrar estados críticos que se encuentran en el origen para que puedan tomarse contramedidas en un margen de tiempo en el que estos estados críticos puedan dominarse todavía.

La invención concreta consigue el objetivo, entre otros porque el dispositivo que contiene un equipo para la detección de hielo y/o agua, para el suministro de energía y para la transmisión de datos, está realizado al menos parcialmente de manera mecánicamente flexible para que sea posible una adaptación a superficies no llanas. El dispositivo puede estar obturado herméticamente, es decir no puede penetrar agua ni humedad ambiental en el interior del sensor, especialmente la superficie límite respecto al ambiente no es en ningún caso porosa. Mediante la integración en una unidad y la forma geométrica (entre otros mediante la altura de construcción reducida con respecto a longitud y anchura) es posible de manera sencilla una primera pero también una instalación posterior del dispositivo en una superficie que va a registrarse y sin grandes variaciones en la superficie. Los datos registrados y evaluados pueden transmitirse de manera inalámbrica o por cable a un dispositivo adicional o a una estación base, aunque esta no necesita encontrarse obligatoriamente en la pala de rotor, ni tampoco formar con el emisor y el receptor una unidad mecánica.

Adicionalmente se exponen detalles adicionales a formas de realización y ventajas de la invención concreta.

La instalación en superficies no llanas condiciona una realización flexible, sobre todo de elementos de construcción de superficie grande, especialmente una placa portadora al menos parcialmente flexible, que por ejemplo esté realizada a partir de dos placas de circuitos impresos flexibles que pueden representar al mismo tiempo la envoltura exterior, con un material de relleno dispuesto entre medias (por ejemplo relleno de polímero), por lo que está garantizada una unión mecánica de todos los componentes.

Además son necesarios un espesor reducido de los componentes individuales y dimensiones pequeñas de elementos de construcción rígidos. El grosor total se sitúa en el intervalo de milímetros bajo de una sola cifra; espesores por debajo de 5 mm son ventajosos y permiten una relación entre la longitud lateral mayor y el grosor del dispositivo mayor de 10.

El sensor para la detección de hielo y/o la medición de grosor de hielo y/o clasificación de hielo puede estar realizado, por ejemplo como sensor capacitivo. Un sensor capacitivo para la detección de hielo y/o la medición de grosor de hielo se compone de varios electrodos de estructuras conductoras, que por ejemplo pueden estar aplicados sobre un material portante (es decir reducida absorción de agua/reducida permeabilidad al agua) que va a obturarse herméticamente de manera ideal, no poroso, flexible, y una unidad de evaluación que mide capacidades entre electrodos dispuestos en gran medida planos, y de ahí devuelve un valor para la detección y/o grosor. El material de la superficie límite entre sensor y mundo exterior debe obturarse también herméticamente en gran medida, es decir, que el material casi no presenta ninguna permeabilidad o capacidad de absorción para agua o vapor de agua.

Otros sensores contenidos en el dispositivo pueden medir por ejemplo claridad, oscilaciones, temperatura y/o corrientes eléctricas. En este caso son de interés, sobre todo, corrientes de fuga (corrientes continuas y corrientes alternas) a lo largo de superficies aislantes, como por ejemplo, aislantes de alta tensión sobre los que puede instalarse el dispositivo.

El montaje del dispositivo puede realizarse mediante adhesión a una superficie que va a observarse (con o sin aplicación de capas de protección adicionales sobre el dispositivo) o mediante la incorporación por ejemplo en capas externas de una pala de rotor durante el proceso de fabricación. Por ello no es necesaria ninguna intervención mecánica (perforaciones, ranuras, entalladuras) en la superficie que va a observarse.

En el caso de adhesión pueden ser por ejemplo láminas autoadhesivas (por encima o por debajo del dispositivo), adhesivos de aerosoles, pegamentos líquidos. En una forma de realización preferente se aplica un pegamento ya en el proceso de fabricación sobre el dispositivo y se recubre con una lámina de protección hasta el montaje, de manera que en un montaje solamente debe retirarse la lámina de protección y el dispositivo puede instalarse directamente en la superficie que va a observarse.

Un tratamiento de superficie típico (siempre y cuando no sea eléctrico o solo escasamente conductor) puede aplicarse también por encima del dispositivo, de manera que la calidad de superficie original queda garantizada.

La energía eléctrica necesaria para el funcionamiento puede obtenerse del ambiente: por ejemplo son células solares flexibles a base de gas o silicio amorfo. Además puede utilizarse una obtención de energía del calor (generador termoeléctrico) o de vibraciones de la superficie. Son asimismo tecnologías que pueden realizarse con escasa altura de construcción y/o en gran medida flexibles.

La energía eléctrica necesaria para el funcionamiento se almacena temporalmente en un acumulador de energía. Estos acumuladores de energía que pueden cargarse de nuevo normalmente pueden realizarse también en realización flexible. Por ejemplo pueden ser acumuladores o condensadores (también supercapacitores, etc.). Además puede emplearse también una célula (batería) primaria (flexible).

5 La transmisión de datos de los datos de medición registrados puede realizarse de manera ventajosa inalámbricamente (es decir, por ejemplo mediante tramos de transmisión ópticos, o por radio) para hacer obsoletas además de una conexión con el suministro de corriente también conexiones para la transmisión de datos; por tanto no son necesarios cableados. En este caso el dispositivo puede obturarse completamente de manera hermética, es
10 decir, ningún material (por ejemplo agua o humedad ambiental) puede penetrar en el interior del dispositivo. Esto aumenta la robustez del sistema.

Varios de los dispositivos de este tipo pueden comunicarse entre sí de manera opcional para limitar por un lado el tramo (y por tanto la demanda de energía) que va a puentearse por radio por la transmisión de datos, y por otro lado
15 aumentar la seguridad frente a averías y la calidad estadística de los datos de medición.

Una aplicación posible de tales dispositivos es la detección de hielo y/o la medición de espesor de hielo sobre la superficie de palas de rotor de aerogeneradores. En este caso el dispositivo puede utilizarse además para controlar equipos para descongelación de superficies de palas de rotor (por ejemplo ventiladores de aire caliente, calentadores de superficies). El peso reducido, la altura de construcción reducida, y la longevidad del dispositivo son a este respecto de especial provecho. A este respecto el dispositivo puede integrarse y aplicarse conjuntamente, por ejemplo, en una calefacción de superficie, por lo que el dispositivo puede formar una unidad mecánica con el equipo para la descongelación. En este caso existe la posibilidad de aprovechar la corriente de calor de la calefacción al ambiente para la obtención de energía termo-eléctrica. Además existe la posibilidad de emplear piezas conductoras
20 de la calefacción como electrodos para la detección de hielo o medición de grosor de hielo (tecnología de sensores de hielo capacitivos), por lo que el dispositivo también puede formar eléctricamente una unidad con el equipo para la descongelación. Bajo determinadas circunstancias el dispositivo puede instalarse también en el lado interior de la pala de rotor.

30 La invención se refiere a un dispositivo para la detección y medición de espesor de hielo y agua en superficies, y se caracteriza porque los grupos constructivos para obtención de energía del medio ambiente, almacenamiento de energía, procesamiento de datos y transmisión de datos inalámbrica ya están contenidos en el dispositivo, estando realizado todo el dispositivo delgado y flexible. Por tanto el dispositivo puede instalarse sin mayores intervenciones mecánicas, también posteriormente, en el objeto que va a equiparse con el dispositivo. Los dispositivos individuales
35 pueden, opcionalmente, comunicar, trabajar no solamente con una estación base sino también entre sí, pero independientemente unos de otros.

La presente invención se presenta como sigue: un dispositivo para la detección de estados de superficie críticos (por ejemplo cuantificación de hielo y agua en superficies), estando contenidos todos los grupos constructivos para el suministro de energía y procesamiento de datos así como transmisión de datos en el dispositivo, así como todo el dispositivo está realizado delgado (altura de construcción por debajo de 5 mm o bien relación entre la longitud lateral mayor y el grosor > 10) y al menos parcialmente flexible (plegable). Mediante la altura de construcción reducida se minimizan variaciones de la aerodinámica, y por tanto también variaciones en el comportamiento de formación de hielo mediante el dispositivo.
40

45 **Enumeración de los dibujos**

La invención se explica con más detalle mediante un ejemplo de realización de acuerdo con los dibujos, en los que

- 50 la figura 1 representa un diagrama de bloques a modo de ejemplo del dispositivo,
- la figura 2 muestra forma de realización a modo de ejemplo del dispositivo de perfil,
- la figura 3 muestra una vista desde arriba de una forma de realización ejemplar del dispositivo y
- 55 la figura 4 muestra ejemplarmente una pala de rotor con posibles lugares de montaje para el dispositivo,
- la figura 5 muestra ejemplarmente el montaje del dispositivo sobre un aislante eléctrico.

60 **Descripción detallada mediante el uso de los signos de referencia en el dibujo**

Tal como se representa en la figura 1, el dispositivo 100 contiene además de un sensor para la detección de hielo y/o medición de grosor de hielo y/o clasificación 4 de hielo un sistema para la obtención de energía del ambiente 1 (por ejemplo, de radiación solar, calor, vibraciones o corrientes de fuga, campo eléctrico/magnético/electromagnético). Estas fuentes de energía no están disponibles normalmente de manera continua, por lo que la energía puede almacenarse temporalmente en un acumulador de energía 3. Estos grupos
65

constructivos se realizan opcionalmente flexibles y delgados. La regulación se realiza por un sistema 2 de gestión de energía.

5 Una unidad de control 5 (por ejemplo un microprocesador) se abastece de energía eléctrica por el acumulador de energía 3 o el sistema para la obtención de energía desde el ambiente 1 y registra datos de medición del sensor para la detección de hielo y/o medición de grosor de hielo y/o clasificación de hielo 4. Estos datos pueden procesarse con datos de medición adicionales de sensores 6 adicionales (por ejemplo temperatura, corriente), y se transmiten a través de equipo para la transmisión 7 de datos, por ejemplo de manera inalámbrica a través de un tramo de radio 8 a un dispositivo 100' adicional o una estación base 9. Según el lugar de emplazamiento y
10 condiciones del ambiente pueden preverse diferentes equipos para la obtención y almacenamiento de energía (también varios sistemas en un dispositivo 100).

Las figuras 2 y 3 muestran la construcción esquemática a modo de ejemplo del dispositivo: una célula solar 10 rígida o flexible está situada sobre o debajo de una superficie que va a observarse y se separa del ambiente mediante una
15 capa de protección al menos parcialmente transparente. Una batería flexible 11 se encuentra dentro del dispositivo 100 que está rodeado por una envoltura externa 12 (por ejemplo una placa de circuitos impresos flexible). Todo el espacio interior se llena con un material de relleno 14 (dado el caso reforzado) (por ejemplo un polímero). La envoltura 12 externa que puede estar realizada como placa de circuitos impresos flexible forma con el material de relleno 14 una unidad mecánica con la función de la placa de circuitos impresos 21 flexible. Asimismo, dentro del
20 dispositivo 100 están situados equipos adicionales, por ejemplo componentes electrónicos y módulos 13 integrados para el procesamiento de datos, medición y transmisión de datos. Los electrodos para una detección de hielo o medición de grosor de hielo 15 se encuentran por debajo de la superficie a observar del dispositivo 100. La antena de radio 16 también está integrada en el dispositivo 100 y puede estar situada asimismo por debajo de la superficie 0 a observar.

25 Mediante las características descritas, el dispositivo 100 puede obturarse dado el caso herméticamente (aislado eléctricamente por completo), por lo que puede realizarse una vida útil especialmente larga ilimitada. Además todo el dispositivo 100 está realizado delgado (altura de construcción por debajo de 5 mm o relación entre longitud lateral mayor y grosor mayor de 10) y flexible (plegable). La realización flexible de elementos constructivos de superficie
30 grande, delgados con un uso simultáneo de un material portante flexible, la disposición de los componentes entre sí y las dimensiones pequeñas de componentes rígidos contribuyen esencialmente a la flexibilidad del dispositivo 100.

La figura 4 muestra tres de muchas posiciones de montaje posibles del dispositivo 100 sobre una pala de rotor 20 de un aerogenerador. El dispositivo 100 y dispositivo 100' en el borde delantero de la pala de rotor 20 están colocados
35 de manera notablemente más relevante que el dispositivo 100", dado que, de acuerdo con la experiencia, las formaciones de hielo comienzan en el borde delantero, y según el fabricante, también solamente esta zona se equipa con un equipo para la descongelación 22. Normalmente justo en estas posiciones la curvatura de la superficie 0 de la pala de rotor 20 es pronunciada de manera especialmente intensa, lo que hace necesario un dispositivo 100 al menos parcialmente flexible para la medición. Al mismo tiempo justo en el borde delantero las intervenciones en la aerodinámica son críticas. Por lo tanto es necesario un tipo de sujeción con demanda de altura de construcción lo más reducida posible (adhesión o integración mediante laminación) y una altura de construcción reducida del dispositivo 100. Las capas de protección por encima del dispositivo 100 no son problemáticas, siempre y cuando sean no conductoras y dado el caso transparentes. Además mediante el uso de materiales similares y altura de construcción comparable el dispositivo 100, por ejemplo, puede integrarse en una calefacción de superficie
45 de tal manera que sea posible un montaje común o bien el aprovechamiento común de estructuras conductoras.

Los datos de medición registrados se pasan, por ejemplo por radio en una red de sensores a un dispositivo 100' adicional o dispositivo 100" para la transmisión adicional, o se transmiten directamente a una estación base 9 para la evaluación y/o para el control de un equipo para la descongelación 22. En este caso la realización como red de
50 sensores puede ser ventajosa para reducir el tramo (y por tanto la demanda de energía) que va puentearse por la transmisión por radio, por otro lado son útiles varios puntos de medición para garantizar la redundancia del sistema y la alta calidad de los valores registrados.

La figura 5 muestra una de muchas posiciones de montaje posibles del dispositivo 100: la instalación del dispositivo 100" sobre la superficie 0 de un aislante de dispositivos de transmisión de alta tensión 23 (por ejemplo, torres de líneas aéreas, boquillas de paso de transformador) permite, en una forma de realización adecuada, (por ejemplo con forma anular, instalación en la posición de montaje 24) la medición de corrientes de fuga no deseadas a lo largo de superficies de este tipo por medio de procedimientos de contacto o sin contacto para la medición de corriente (por ejemplo bobina Rogowski, sensor de saturación, resistencia shunt).
60

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo (100, 100'') para el registro de estados críticos sobre una superficie de un elemento constructivo (20), **caracterizado por** una placa portadora (21) al menos parcialmente flexible, que puede fijarse a la superficie (O), que está integrada mecánicamente en una unidad con al menos un sensor (4) para el registro de estados críticos de la superficie, un acumulador de energía eléctrica (3, 11), un equipo para la obtención de energía eléctrica, una unidad de control (4) para registrar y procesar los datos de sensor, así como una unidad de transmisión de datos para la transmisión inalámbrica de datos, en el que al menos el sensor (4) está obturado herméticamente.
- 10 2. Dispositivo (100, 100'') de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el equipo para la obtención de energía eléctrica presenta una célula solar (10).
- 15 3. Dispositivo (100, 100'') de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** es más delgado de 5 mm.
4. Dispositivo (100, 100'') de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** puede adherirse a la superficie (O).
- 20 5. Dispositivo (100, 100'') de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** está integrado por debajo de la superficie (O) en el elemento constructivo (20).
6. Dispositivo (100, 100'') de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** el sensor (4) es un sensor capacitivo para registrar una congelación con varios electrodos (15) de estructuras conductoras.
- 25 7. Dispositivo (100, 100'') de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** el sensor (4) puede fijarse a la superficie (O) de un elemento constructivo (20) que presenta un equipo (22) para la descongelación de la superficie, recurriéndose al dispositivo para el control del equipo (22) de descongelación.
- 30 8. Dispositivo (100'') de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** el sensor para la medición de corrientes de fuga está instalado sobre la superficie (O) de un aislante (23).

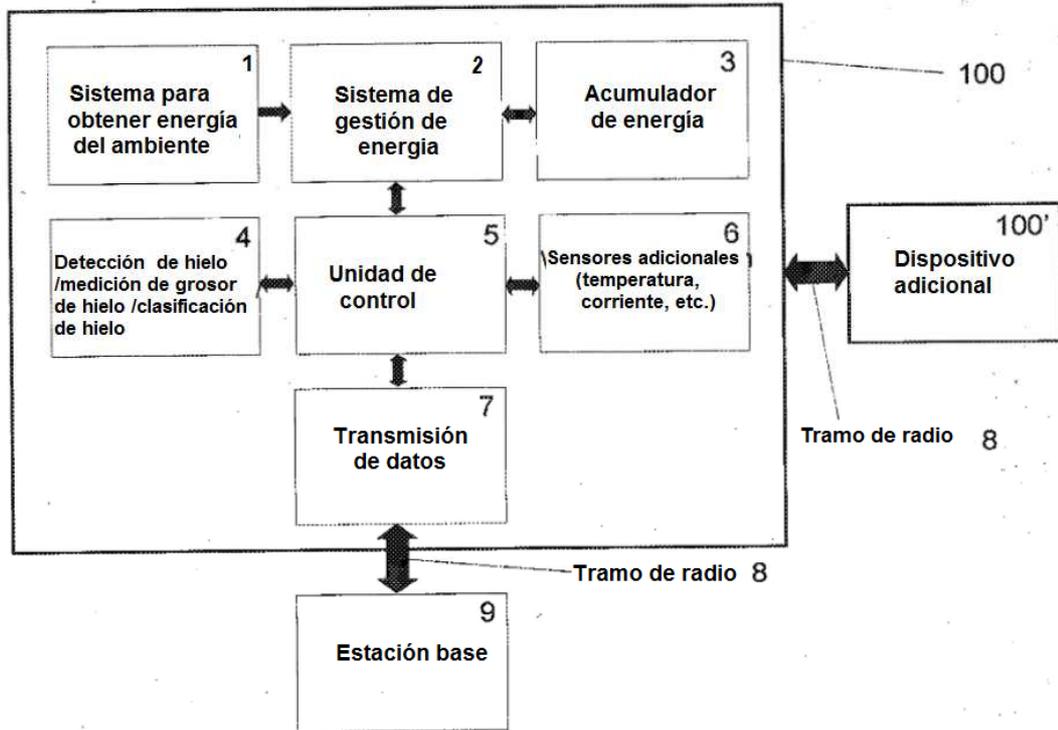


Fig. 1

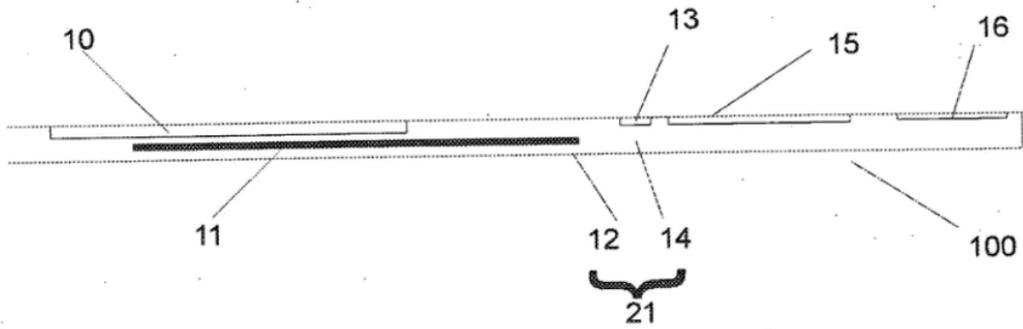


Fig. 2

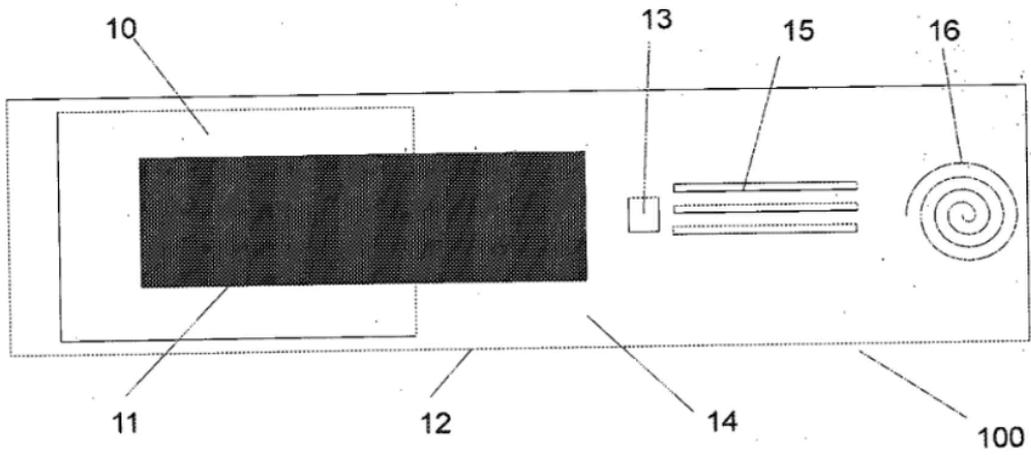


Fig. 3

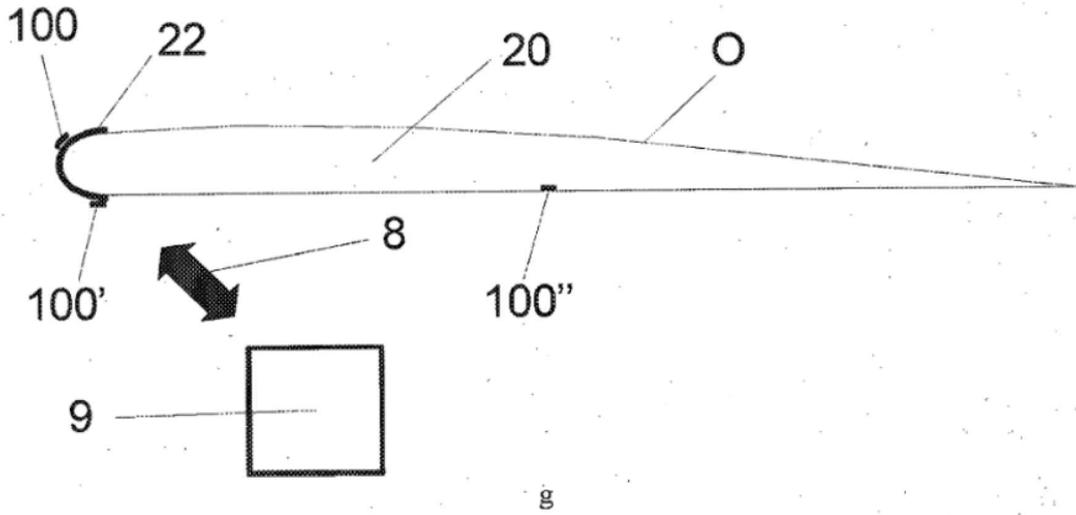


Fig. 4

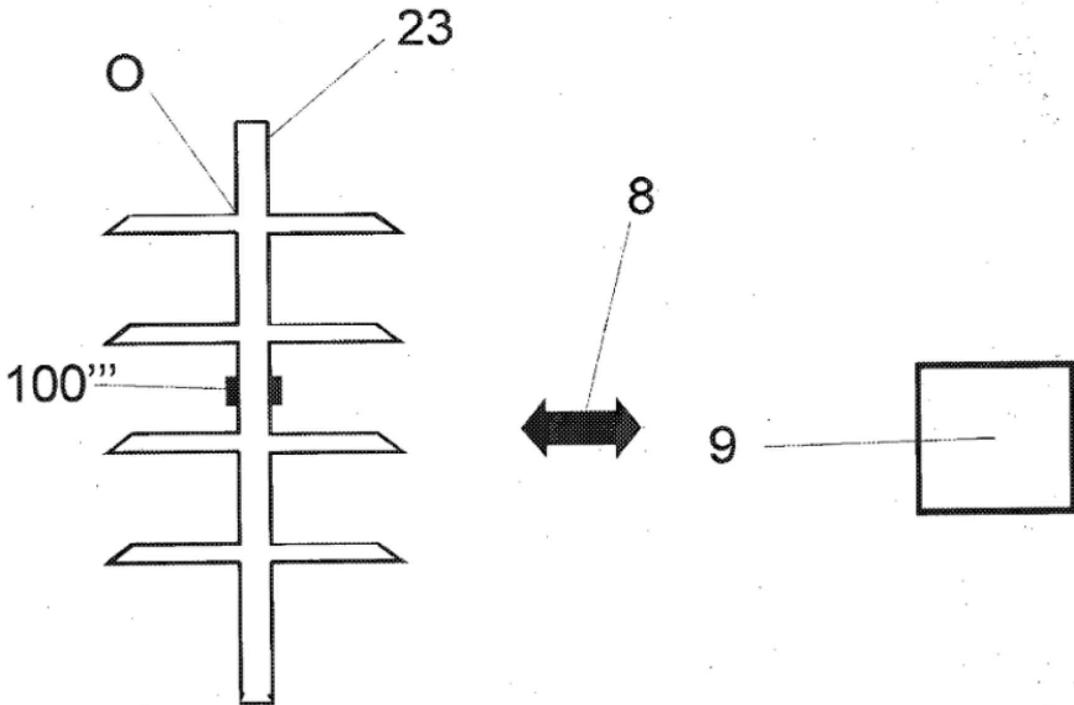


Fig. 5