

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 607 723**

21 Número de solicitud: 201531418

51 Int. Cl.:

**B64C 39/02** (2006.01)

**A63H 27/127** (2006.01)

12

## PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

**02.10.2015**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**03.04.2017**

Fecha de concesión:

**23.10.2017**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**30.10.2017**

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE CASTILLA LA MANCHA  
(100.0%)**

**Campus Universitario, s/n  
02071 ALBACETE (Albacete) ES**

72 Inventor/es:

**GARCIA MARQUEZ, Fausto Pedro y  
QUITERIO GÓMEZ MUÑOZ, Carlos**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

54 Título: **DISPOSITIVO PARA LA DETECCIÓN A DISTANCIA DE ELEMENTOS PERTURBADORES  
SOBRE UNA SUPERFICIE**

57 Resumen:

Dispositivo para la detección a distancia de elementos perturbadores (11) sobre una superficie (10), que comprende un vehículo aéreo no tripulado (9) que lleva acoplado mediante un soporte (3) un sensor (1) de medida de radiación infrarroja y un marcador láser (2) para controlar el área de medición (7) del sensor. La información del sensor (1) es capturada inalámbricamente en un registrador de datos (6). El sensor (1) comprende una termopila, una lente de germanio con campo de visión variable, y un termistor. Si una superficie (10), por ejemplo una placa fotovoltaica, presenta una deposición de un elemento perturbador (11), como hielo o suciedad, su emisión se ve afectada y se registra una diferencia en los extremos de la termopila. Además, es posible determinar la temperatura de la superficie (10) mediante la relación de los datos de la termopila, el termistor y la emisividad de la superficie.

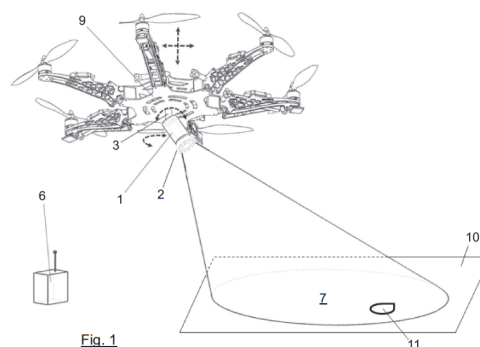


Fig. 1

ES 2 607 723 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP 11/1986.

**DISPOSITIVO PARA LA DETECCIÓN A DISTANCIA DE ELEMENTOS  
PERTURBADORES SOBRE UNA SUPERFICIE**

DESCRIPCIÓN

5

Campo técnico de la invención

La invención pertenece al campo de los detectores, más concretamente se refiere a un  
vehículo aéreo no tripulado para la detección a distancia de elementos perturbadores  
10 sobre cualquier superficie mediante radiación infrarroja, así como su temperatura.

Antecedentes de la invención

En multitud de situaciones es necesario detectar la presencia de elementos  
15 perturbadores sobre una superficie cualquiera, como es el caso de hielo o suciedad, ya  
pueda ser por el peligro que suponen en ámbitos como el de la aeronáutica, o por su  
efecto directamente sobre el rendimiento de dispositivos, como es en el caso de placas  
fotovoltaicas, concentradores solares o en la eficiencia de los aerogeneradores.

20 En el caso de los aviones, la acumulación de una capa de hielo sobre la superficie del  
avión bajo ciertas condiciones climáticas, conocido como hielo estructural, altera el flujo  
del aire en esas zonas, afectando a la aerodinámica.

En el caso de los aerogeneradores, el hielo genera dos problemas, uno de seguridad  
25 asociado al hecho de que el hielo acumulado en las palas puede salir despedido  
cientos de metros, y otro problema es de eficiencia, pues altera la aerodinámica de la  
pala y en muchos casos obliga a la parada del aerogenerador.

La acumulación de suciedad también reduce el rendimiento en aplicaciones como la  
30 energía fotovoltaica y en la producción de energía mediante concentradores solares.  
En ambos casos el rendimiento energético está directamente relacionado con la  
limpieza de la superficie de los espejos o las placas solares. La suciedad debida a  
lluvias de barro, contaminación ambiental, etc., reduce la producción de energía entre  
un 6 y un 8%.

35

Hasta ahora se ha llevado a cabo la detección de dichos elementos perturbadores mediante sensores fijos empleando dispositivos con tecnología infrarroja, como se pone de manifiesto en los siguientes documentos de patente: ES2367735, WO2008079931, WO9421503, US2816233A, US2237193, US2480846, US2423885,  
5 US3031576A, US2794926, US2824235A y GB2268913.

Sin embargo, estos dispositivos no controlan en todo momento el área que se está analizando, además de no poder analizar tanto la temperatura como el estado de la superficie de forma conjunta. Es muy importante resaltar que el procesamiento de la  
10 información de dichos dispositivos requiere mucho tiempo, pues son muy complejos.

Además de lo indicado, actualmente se conocen algunos dispositivos acoplados en vehículos aéreos no tripulados que detectan elementos como hielo o cambios de temperatura mediante videocámaras, sensores de radiación o mediante ultrasonidos.  
15 Algunos de estos dispositivos se describen en los documentos US4818990-A, EP2527649-A1, WO2014080385-A2, US20140316614-A1,

Los inconvenientes principales de los dispositivos anteriores son su elevado coste, tanto en dispositivos de cámaras termográficas como en la instalación de  
20 videocámaras; la necesidad de analizar las imágenes captadas por dichas cámaras, que se hace offline; y en el caso de la detección de hielo, la baja eficiencia de los métodos ultrasónicos, debido a la fuerte atenuación de estas ondas en la mayoría de los materiales. Además, la mayoría no están preparados para trabajar bajo condiciones climáticas severas, como hielo, calor, nieve, lluvia, etc. Otro aspecto a tener en cuenta  
25 es el peso de estos dispositivos, ya que han de ir acoplados a los vehículos aéreos no tripulados, y finalmente los altos costes de estos sensores.

Por lo tanto, sería deseable disponer de un dispositivo para la detección de elementos perturbadores en superficie, como hielo o suciedad, y con un coste y peso reducido, y  
30 que además sea totalmente programable y autónomo, pudiéndose posicionar mediante GPS y adaptar el área máxima a examinar, donde se pueda determinar también la temperatura en superficie y controlar el área que se está midiendo. Finalmente, se precisa que el procesamiento de la información recibida del sensor se haga de manera eficaz y rápida.

35

Breve descripción de la invención

La presente invención se refiere a un vehículo aéreo no tripulado que lleva acoplado un novedoso dispositivo capaz de detectar agentes perturbadores, como hielo, suciedad y  
5 elementos similares, sobre superficies, como por ejemplo en placas fotovoltaicas. Así mismo el dispositivo permite determinar la temperatura de la superficie que se analiza. Además, este dispositivo es capaz de controlar el área que se está analizando, además de poder trabajar en condiciones climáticas severas y con un peso y coste bastante más reducido de los existentes. La información recibida por este tipo de dispositivos es  
10 muy simple, pues no se analizan imágenes como en los dispositivos existentes, efectuándose un procesamiento de la información rápido y eficaz que permite por ejemplo generar informes en tiempo real del estado de las superficies. Con la presente propuesta se resuelven por tanto los inconvenientes del estado de la técnica, además de conseguir ventajas adicionales que se describirán a continuación.

15 El dispositivo para la detección a distancia de elementos sobre una superficie incluye un vehículo aéreo no tripulado, un sensor para medir la radiación infrarroja, un marcador láser para proyectar el área de medición del sensor sobre la superficie a analizar, y un soporte móvil para sujetar el sensor al vehículo aéreo y moverlo de  
20 forma remota junto con el marcador láser.

En una realización preferida el dispositivo comprende además un registrador de datos encargado de recoger remotamente de forma inalámbrica los datos capturados por el sensor. En otra realización alternativa el dispositivo comprende una memoria para  
25 registrar localmente los datos capturados por el sensor para un posterior análisis de los mismos. La memoria puede estar ubicada en el vehículo aéreo no tripulado o en el propio sensor.

Opcionalmente, el sensor comprende una termopila, una lente de germanio, cuyo  
30 ángulo de visión es variable, configurada para captar la radiación infrarroja en un intervalo de longitudes de onda, y un termistor configurado para medir la temperatura.

El soporte dispone de dos mecanismos de giro que pueden mover el sensor con dos grados de libertad, mediante giro del sensor según un eje vertical y un eje horizontal.

35

Las principales ventajas del presente dispositivo para la detección de elementos perturbadores sobre una superficie son:

- Permite detectar si hay elementos en superficie de forma sencilla, empleando una comunicación inalámbrica y con un bajo coste.
- 5    - El sistema permite obtener los datos inmediatamente para procesar la información en tiempo real, o registrar dicha información para un posterior análisis.
- Permite conocer la temperatura de la superficie a cierta distancia y con gran precisión.
- 10   - Permite obtener un promedio espacial de la temperatura de una zona amplia y evita influir en su propio valor, como sucede con los sensores de contacto.
- Gracias a su objetivo circular de ángulo variable permite, dependiendo de la inclinación del sensor respecto de la superficie, variar las dimensiones de la zona de la superficie a analizar en tiempo real y de manera remota.
- 15   - Permite conocer el área de medición de radiancia infrarroja mediante un dispositivo de marcación láser, eliminando la posibilidad de incluir en la medición la radiancia de superficies no deseadas que puedan interferir en el resultado.
- El ángulo de marcación láser es variable con el fin de poder adaptarse a los diferentes ángulos de campo de visión del sensor.
- 20   - Permite ahorrar en costes por desperfectos y disminuye el riesgo de accidentes por caída de objetos depositados en superficies.
- El peso del sensor es inferior a otros dispositivos convencionales del estado de la técnica.
- 25   - Se puede utilizar con gran facilidad.
- Tiene un muy bajo consumo, y solo necesita 2.5V para alimentar el termistor.
- La fiabilidad de los elementos que componen este dispositivo es muy elevada. Además, el coste de mantenimiento de los mismos es prácticamente nulo.
- El sensor está preparado para operar en condiciones climática severas, como es trabajar a muy bajas y altas temperaturas, nieve, lluvia, etc., debido a la carcasa que lo protege.
- 30   - Dispone de un escudo de protección de radiación.

Breve descripción de las figuras

- 5 Para mejor comprensión de cuanto se ha expuesto, se acompañan unas figuras en las que, esquemáticamente y tan sólo a título de ejemplo no limitativo, se representan casos prácticos de realización.

La Figura 1 representa una vista esquemática en perspectiva del dispositivo para la  
10 detección a distancia de elementos perturbadores sobre una superficie.

La Figura 2 es una vista esquemática en perspectiva de una realización del sensor.

La Figura 3 es una vista esquemática en perspectiva de los mecanismos de giro del  
15 soporte para el dispositivo.

Descripción de una realización preferida

En la Figura 1 se muestra una vista en perspectiva de una posible realización del  
20 dispositivo para la detección a distancia de elementos perturbadores **11**, tales como una capa de hielo o suciedad, sobre una superficie **10** de un cuerpo (por ejemplo, una placa fotovoltaica o un espejo de un concentrador). El dispositivo comprende un vehículo aéreo no tripulado **9** que lleva incorporado un sensor **1** para medir la radiación infrarroja, un marcador láser **2** de ángulo variable encargado de proyectar el área de  
25 medición **7** del sensor, y un soporte **3** para sujetar y mover el sensor **1** junto con el marcador láser **2**. Opcionalmente, el dispositivo puede comprender además un registrador de datos **6** en comunicación inalámbrica con el sensor **1**.

En este ejemplo de realización de la Figura 1 se aprecia el montaje del sensor **1**  
30 sobre el vehículo aéreo no tripulado **9**, así como el área de medición **7** en la superficie **10**. El registrador de datos **6** está separado del vehículo aéreo no tripulado **9** y conectado al sensor **1** mediante un sistema de transmisión de datos inalámbrico. El registrador de datos **6** puede guardar o reproducir en tiempo real los datos de temperatura y radiación infrarroja de las mediciones del sensor **1**. El vehículo aéreo  
35 no tripulado **9** puede incorporar varios sensores **1** fijados mediante soportes **3**. El

número de sensores **1** a emplear puede variar en función del área **7** que se quiera analizar.

En la Figura 2 se muestra una vista en detalle del sensor **1** y el marcador láser **2**. El sensor **1** mide la radiancia en el infrarrojo térmico y está conectado al registrador de datos **6** mediante un módulo de comunicaciones inalámbrico que lleva incorporado. Alternativamente, en lugar de utilizar un registrador de datos **6** externo, el sensor **1** puede incorporar una memoria (e.g. una tarjeta de memoria) donde se almacenan los datos capturados.

En una realización preferida el sensor **1** está formado por una termopila junto con una lente de germanio, con campo de visión variable, que capta la radiación infrarroja dentro de un cierto intervalo de longitudes de onda y por un termistor que mide la temperatura a la que se encuentra el sensor **1**. El campo de visión del sensor **1** es variable y se puede modificar en tiempo real mediante control remoto para adaptarse a las dimensiones del objeto que se desea inspeccionar. Una carcasa **8** protege los componentes electrónicos del sensor **1** para trabajar en condiciones climáticas severas, como es en altas y bajas temperaturas, lluvia, nieve, etc. además de actuar como escudo de protección de radiación.

El funcionamiento del sensor **1** es como sigue. La radiación emitida por un cuerpo, dentro del intervalo de trabajo del sensor **1**, proviene de los primeros micrómetros de la superficie **10** del mismo. Si sobre la superficie **10** aparece un elemento perturbador **11** (e.g. una capa de hielo o suciedad) dicha emisión se verá afectada y se registrará una diferencia en los extremos de la termopila. Además, es posible determinar la temperatura a la que se encuentra la superficie del cuerpo en todo momento mediante la relación de los datos obtenidos de la termopila, el termistor y la emisividad de la superficie.

El campo de visión del sensor **1** varía con su distancia al objeto, lo que permite, junto con la apertura del campo de visión variable, adaptar el montaje a las necesidades de la aplicación requerida según el caso. Para determinar y mostrar el campo de visión sobre la superficie **10** a examinar, el dispositivo comprende un marcador láser **2** circular que proyecta el área de medición **7** del sensor **1** sobre la superficie **10**. El área de medición **7** proyectada por el marcador láser **2** varía junto con el ángulo de

visión del sensor **1** con el fin de poder conocer el área que se va a inspeccionar. Esto permite que se pueda procesar la información en tiempo real, así como registrar dicha información para un posterior análisis.

- 5 El sensor **1** está fijado en un soporte **3** que está acoplado a un vehículo aéreo no tripulado **9**. La Figura 3 muestra un ejemplo del soporte **3** empleado para el montaje del sensor **1** y el marcado láser **2** en el vehículo aéreo no tripulado **9**. En esta realización particular el soporte **3** permite mover el sensor **1** con dos grados de libertad. Para ello se prevén dos mecanismos de giro (**4**, **5**) que permiten girar el sensor **1** según dos
- 10 grados de libertad, sobre dos ejes (**y**, **z**). El control de los mecanismos de giro (**4**, **5**) se efectúa de forma remota de manera conjunta al control del vehículo aéreo no tripulado **9**. El sensor **1** se puede adaptar a otro tipo de soportes con diferentes grados de libertad (con uno o tres grados de libertad, por ejemplo).



REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la detección a distancia de elementos perturbadores (11) sobre una superficie (10), caracterizado por que comprende:
- 5           - un vehículo aéreo no tripulado (9);
- un sensor (1) configurado para medir la radiación infrarroja;
- un marcador láser (2) de ángulo variable configurado para proyectar el área de medición (7) del sensor sobre la superficie (10) a analizar;
- 10           - un soporte (3) acoplado al vehículo aéreo no tripulado (9) y configurado para sujetar y mover el sensor (1) junto con el marcador láser (2).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que comprende un registrador de datos (6) encargado de recoger remotamente de forma inalámbrica los datos capturados por el sensor (1).
- 15           3. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que comprende una memoria encargada de registrar los datos capturados por el sensor (1) para un posterior análisis de los mismos.
- 20           4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el sensor (1) comprende una termopila, una lente de germanio configurada para captar la radiación infrarroja en un intervalo de longitudes de onda, y un termistor configurado para medir la temperatura.
- 25           5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el soporte (3) dispone de dos mecanismos de giro (4, 5) configurados para girar al sensor (1) según dos grados de libertad.

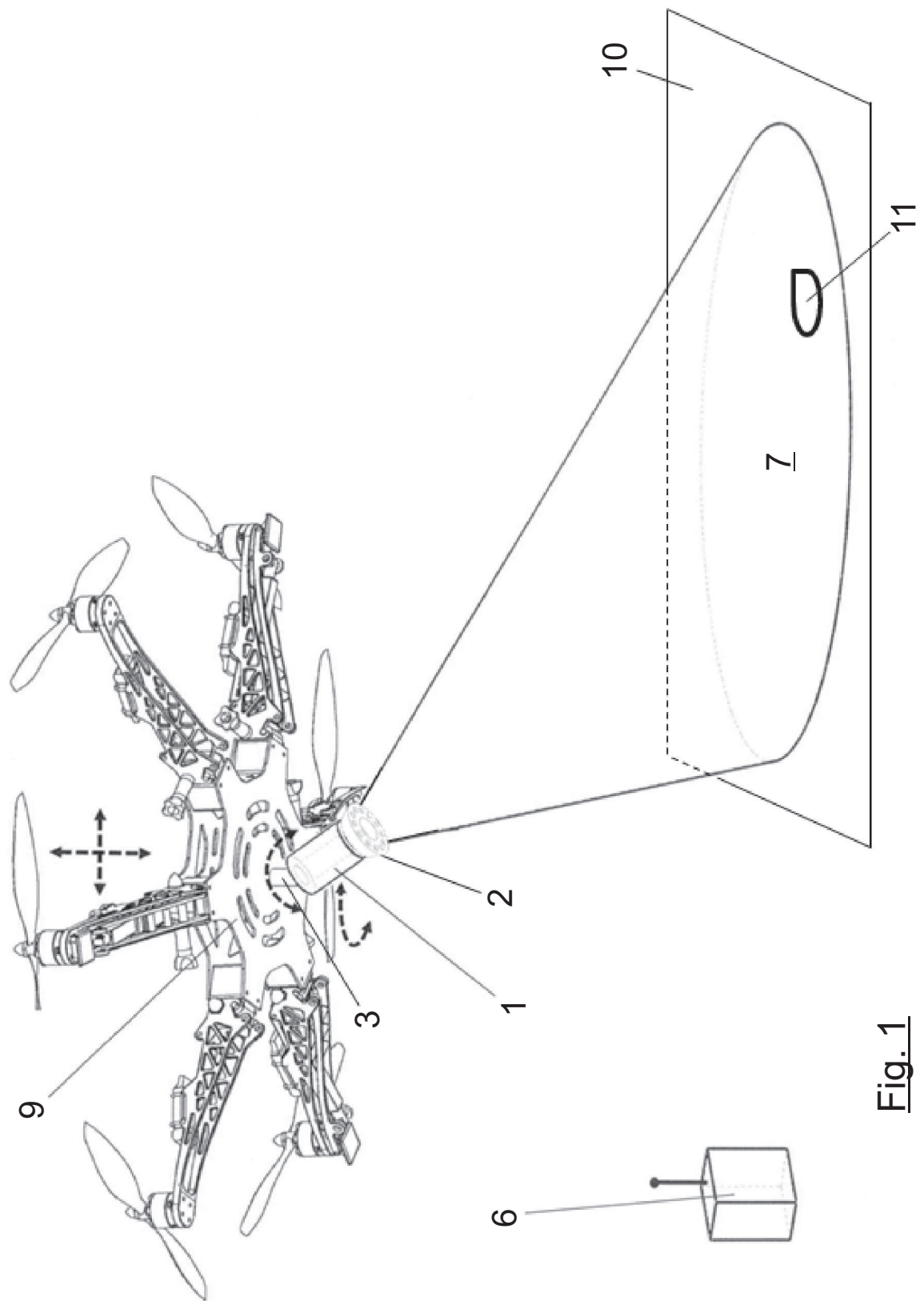


Fig. 1

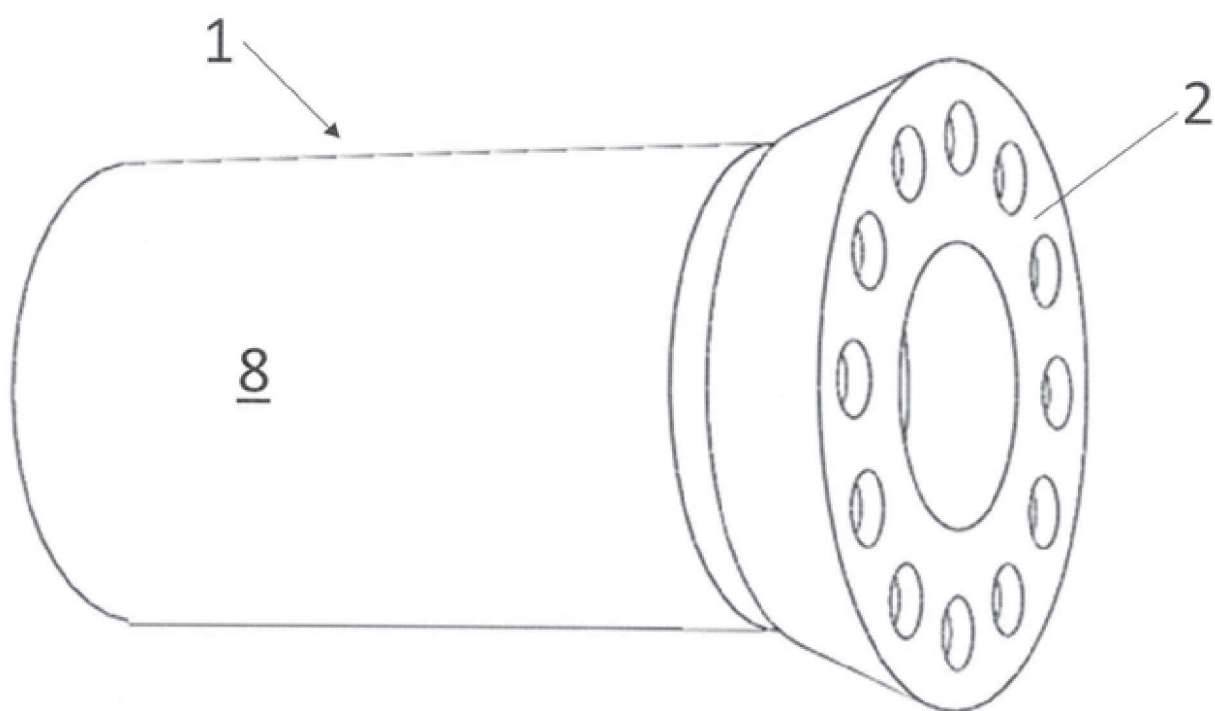


Fig. 2

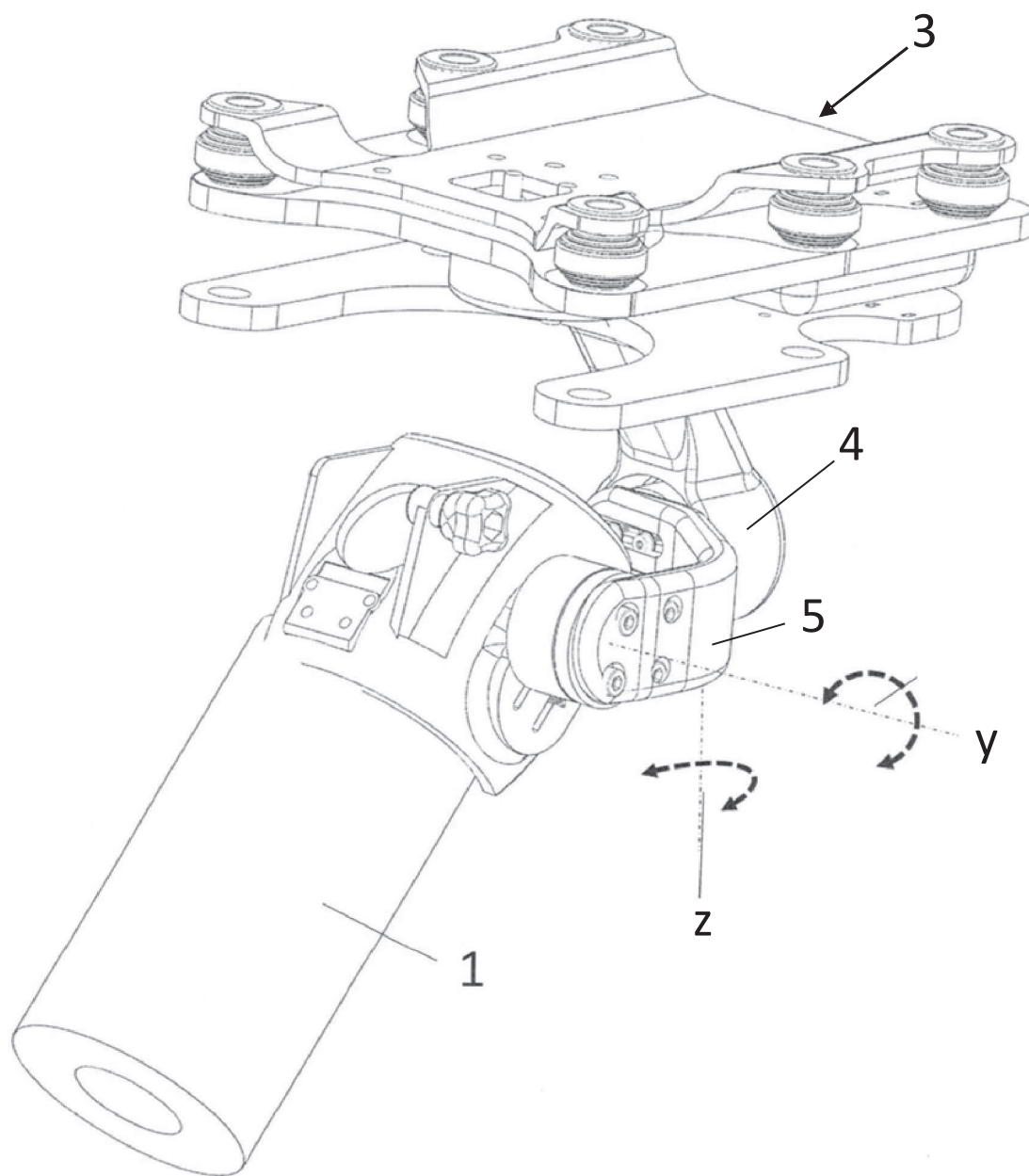


Fig. 3



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA

- ②① N.º solicitud: 201531418  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 02.10.2015  
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **B64C39/02** (2006.01)  
**A63H27/127** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	WO 2015029007 A1 (GABBAY RONEN IZIDOR) 05.03.2015, Página 10, línea 7- página 12- línea 18; Reivindicación 7, resumen; figuras	1-5
A	Recuperado de EPOQUE, base de datos EPODOC; AN CN 204405543 U & CN 204405543 U (UNIV HUNAN SCI & TECHNOLOGY) 17.06.2015Resumen y figuras.	1-5
A	WO 2011075707 A1 (AEROVIRONMENT INC; RIOS EDWARD OSCAR) 23.06.2011, Página 2, línea 14- página 4, línea 5; Página 7, línea 17-página 8, línea 33; figuras	1-5
A	US 2003066932 A1 (CARROLL ERNEST A) 10.04.2003, Párrafos [0041]-[0053]; figuras	1-5

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la  
misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación  
de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha  
de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
28.11.2016

Examinador  
L. J. García Aparicio

Página  
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B64C, A63H

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 28.11.2016

**Declaración****Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)**

Reivindicaciones 1-5  
Reivindicaciones

SI  
NO

**Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)**

Reivindicaciones 1-5  
Reivindicaciones

SI  
NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	WO 2015029007 A1 (GABBAY RONEN IZIDOR)	05.03.2015
D02	Recuperado de EPOQUE, base de datos EPODOC; AN CN 204405543 U & CN 204405543 U (UNIV HUNAN SCI & TECHNOLOGY) 17.06.2015Resumen y figuras.	17.06.2015
D03	WO 2011075707 A1 (AEROVIRONMENT INC; RIOS EDWARD OSCAR)	23.06.2011
D04	US 2003066932 A1 (CARROLL ERNEST A)	10.04.2003

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

El estado de la técnica más cercano al objeto de la invención está representado por el documento D1 que divulga (todas las referencias indicadas se corresponden con las del documento D1).

En dicho documento se describe un vehículo aéreo no tripulado (110, figuras) que comprende un sensor configurado para medir la radiación infrarroja (308, figura 3A), un puntero láser (figura 9A).

Lo que no se divulga en dicho documento es la presencia de un marcador láser de ángulo variable configurado para proyectar el área de medición, ni tampoco un soporte configurado para sujetar y mover el sensor junto con el marcador láser.

El documento D2 divulga un dispositivo que comprende un láser de ángulo variable rotacional que entre otros elementos cuenta con un sensor fotoeléctrico de dispersión de la luz, en ningún caso se dice que sea un sensor para medir la radiación infrarroja.

El problema técnico que el objeto de la solicitud solventarían sería el cómo diseñar un dispositivo que permita identificar si hay elementos perturbadores en una superficie a analizar de manera que permita variar las dimensiones de la zona de superficie a analizar en tiempo real y de forma remota, donde además permite adaptarse a los diferentes ángulos de campo de visión del sensor.

Un técnico en la materia que tuviera conocimiento de la materia divulgada en D1 y en D2, aún en el caso de que los combinara no conseguiría el dispositivo reivindicado, porque D1, no está pensado para la detección a distancia de elementos perturbadores, y porque D2 no cuenta con un sensor de detección infrarroja.

Por lo tanto cabe concluir que la materia reivindicada contaría tanto con novedad como con actividad inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la LP11/86.

Las reivindicaciones dependientes se beneficiaría de las propiedades de novedad y actividad inventiva de la reivindicación independiente de la que dependen y por lo tanto satisfacerían lo establecido en los Art 6.1 y 8.1 de la Ley de patentes 11/86.