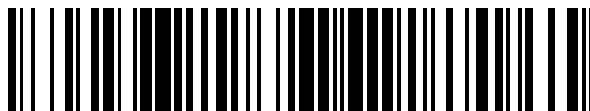


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 768 778**

21 Número de solicitud: 201930066

51 Int. Cl.:

F03D 17/00 (2006.01)

B64C 39/02 (2006.01)

G01M 99/00 (2011.01)

G01M 13/028 (2009.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

29.01.2019

43 Fecha de publicación de la solicitud:

02.07.2020

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE CASTILLA LA MANCHA
(100.0%)
PLAZA DE LA UNIVERSIDAD 2.
EDIFICIO JOSE PRAT
02071 ALBACETE ES**

72 Inventor/es:

**GARCÍA MÁRQUEZ , Fausto Pedro;
SEGOVIA RAMÍREZ, Isaac y
HUERTA HERRAIZ, Álvaro**

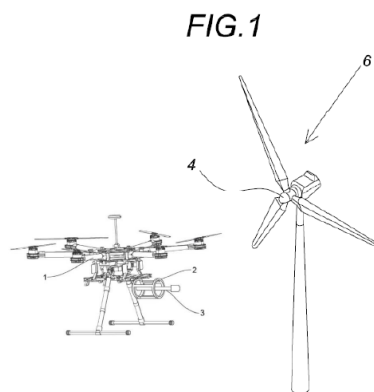
74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

54 Título: **Sistema para el diagnóstico de turbinas eólicas de un generador eólico y método de diagnóstico de una turbina eólica**

57 Resumen:

Sistema para el diagnóstico de turbinas eólicas de un generador eólico (6), que comprende un vehículo aéreo no tripulado (UAV) previsto para acercarse a una turbina eólica (4), caracterizado por el hecho de que el vehículo aéreo no tripulado (UAV) (1) incluye un dispositivo captador acústico configurado para captar las ondas acústicas procedentes de una turbina eólica (4), estando el dispositivo captador acústico acoplado al vehículo aéreo no tripulado (UAV) por medio de un soporte, y en el que el dispositivo captador acústico (3) está en comunicación de datos de forma inalámbrica con un receptor de datos remoto que recoge datos vinculados con las ondas acústicas.



ES 2 768 778 A1

DESCRIPCIÓN

Sistema para el diagnóstico de turbinas eólicas de un generador eólico y método de diagnóstico de una turbina eólica

5

OBJETO DE LA INVENCION

La presente solicitud tiene por objeto el registro de un sistema para el diagnóstico de turbinas eólicas de un generador eólico.

Más concretamente, la invención propone el desarrollo de un sistema que adquiere datos de manera dinámica permitiendo inspecciones, la monitorización, detección y diagnóstico a distancia de averías o incidencias en el correcto funcionamiento de turbinas eólicas, empleando para ello un vehículo aéreo no tripulado (UAV) vinculado a un sistema de transmisión y captación de datos y una estación de tierra que recoge toda la información.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Las operaciones en instalaciones eólicas junto con las actividades de mantenimiento pueden suponer en la actualidad aproximadamente un 12-23% del coste total de producción energética. Además, la aparición de fallos y averías aumenta esos costes, además de las pérdidas de producción asociadas a las paradas para realizar tareas de mantenimiento. De este modo, las actividades de mantenimiento preventivo en el sector energía eólica, tiene una especial importancia ya que permite la detección de averías o fallos en el funcionamiento de los generadores antes de que estos defectos se agraven y en consecuencia sean necesarias reparaciones que requieren la sustitución de componentes y por ello un incremento sustancial de los costes.

La nacelle es la parte de un generador eólico que está situada en la zona superior de una torre, por lo que habitualmente su acceso es complicado y conlleva altos riesgos y costes asociados. Este componente contiene los elementos mecánicos (grupo motopropulsor) y eléctricos (generador) que se encargan de generar energía eléctrica a partir del movimiento de las palas. Se ha observado que el porcentaje de averías que se producen en la nacelle es muy elevado, por lo que realizar inspecciones de manera eficiente en esta parte del molino eólico es fundamental para reducir posibles averías.

Durante el funcionamiento de las turbinas eólicas, se emite un sonido correspondiente al desarrollo de la operación, en función de sus condiciones tipo y del modelo concreto de generador eólico. Principalmente, hay dos fuentes de ruido: mecánicos (debido a la rotación
5 de los componentes mecánicos) y aerodinámicos (ruido provocado por el movimiento de las palas). Dentro de los principales fallos en el generador, se pretende detectar aquellos que aporten sonidos no habituales al característico sonido emitido durante el funcionamiento correcto de un generador. Cabe destacar fallos mecánicos, como los producidos en el sistema de rodamientos, holguras, fallos en el rotor, aparición de excentricidades dinámicas,
10 desajustes, componentes agrietados, etc.

Son conocidas la patente americana US9683554B2, las solicitudes de patentes nº EP2075465A2 y EP2712401A2 que describen sistemas y métodos que permiten una inspección visual de la nacelle.

15 También, son conocidas las patentes nº US20120136630A1, EP2527649B1, US20100103260A1, DE202015102754U1 y WO 2018005882A1. Que describen métodos o sistemas que emplean aeronaves no tripuladas para efectuar otras inspecciones

20 Sin embargo, los métodos y sistemas que describen los documentos anteriormente mencionados presentan una serie de inconvenientes que están relacionados con la necesidad de instalar varios sensores para cada turbina, un elevado coste tanto en dispositivos como en la instalación de sensores, al instalar equipos sobre la turbina eólica se está influyendo en su funcionamiento, los datos obtenidos pueden llevar a errores y existe
25 una baja eficiencia de los métodos. Debido a las condiciones climáticas severas y las propias condiciones de funcionamiento de la turbina, es posible que influyan negativamente en este tipo de sistemas de obtención de datos acústicos.

Además, el solicitante no tiene conocimiento en la actualidad de una invención que disponga
30 de todas las características que se describen en esta memoria.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención se ha desarrollado con el fin de proporcionar un sistema que se
35 configura como una novedad dentro del campo de aplicación y resuelve los inconvenientes

anteriormente mencionados, aportando, además, otras ventajas adicionales que serán evidentes a partir de la descripción que se acompaña a continuación.

5 Es por lo tanto un objeto de la presente invención proporcionar un sistema para el diagnóstico de turbinas eólicas de un generador eólico que comprende un vehículo aéreo no tripulado (UAV) previsto para acercarse a una turbina eólica, que se caracteriza por el hecho de que el vehículo aéreo no tripulado (UAV) incluye un dispositivo captador acústico configurado para captar las ondas acústicas procedentes de una turbina eólica, estando el dispositivo captador acoplado al vehículo aéreo no tripulado (UAV) por medio de un soporte
10 diseñado de evitar vibraciones del dispositivo captador, y en el que el dispositivo captador acústico está en comunicación de datos de forma inalámbrica con un receptor de datos remoto que recoge datos vinculados con las ondas acústicas.

Mencionar que las siglas UAV vienen de la expresión en inglés "Unmanned Aerial Vehicle".

15 Gracias a estas características, el sistema de la invención se adapta de forma dinámica a los lugares de inspección, siendo por ello capaz de funcionar de manera autónoma y se pueda adaptar a las necesidades de la operación. El sistema de adquisición de datos permite, la transmisión en tiempo real y el almacenamiento de los mismo, de una manera eficiente y segura para su posterior filtrado y tratamiento, gracias a algoritmos de filtrado y
20 eliminación de ruidos.

De este modo, la invención tiene como ventaja seguridad, fiabilidad y eficacia de la inspección utilizando aeronaves en sistema de difícil acceso para las personas, mejorando
25 las condiciones de seguridad y salud en el trabajo. Al realizar inspecciones, se recogen todos los sonidos de la turbina y también todo el ruido perteneciente a variables ambientales: aire, giro de las palas, etc. Es muy importante resaltar que el procesamiento de la información de los datos es capaz de filtrar y separar la información útil del ruido ambiental y de operación del aerogenerador.

30 Según otro aspecto de la invención, el receptor de datos está conectado a una tarjeta de sonido directamente conectada con una estación de trabajo portátil.

Preferentemente, el dispositivo captador acústico es un transductor electroacústico que
35 capta ondas acústicas de la turbina eólica que son transformadas en señales digitales.

Adicionalmente, el sistema de la invención puede incluir un sistema de adquisición de imágenes, lo que permite realizar simultáneamente inspecciones visuales con cámaras en alta definición con lo que ello conlleva a la hora de reducir tiempos y costes.

5

Es también otro objeto de la invención proporcionar un método de diagnóstico de una turbina eólica de un generador eólico de forma remota, caracterizado por el hecho de que comprende las siguientes etapas:

- aproximar un vehículo aéreo no tripulado (UAV), controlado desde tierra, hacia una región
- 10 donde está ubicada la turbina eólica, teniendo el vehículo aéreo no tripulado (UAV) un dispositivo captador acústico configurado para captar las ondas acústicas procedentes de una turbina eólica;
- transformar las señales acústicas en señales digitalizadas en el dispositivo captador acústico;
- 15 - enviar las señales digitalizadas asociadas con las ondas acústicas mediante una conexión inalámbrica a una tarjeta de sonido remota con respecto al dispositivo captador acústico; y
- almacenar los datos en un procesador de datos.

El sistema descrito representa, pues, una estructura innovadora de características

20 estructurales y constitutivas desconocidas hasta ahora para el fin a que se destina, razones que unidas a su utilidad práctica, la dotan de fundamento suficiente para obtener el privilegio de exclusividad que se solicita.

Otras características y ventajas del sistema objeto de la presente invención resultarán

25 evidentes a partir de la descripción de una realización preferida, pero no exclusiva, que se ilustra a modo de ejemplo no limitativo en los dibujos que se acompañan, en los cuales:

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

30 Figura 1.- Es una vista en perspectiva esquematizada del sistema para el diagnóstico de turbinas eólicas de acuerdo con la presente invención;

Figura 2.- Es una vista esquematizada del dispositivo captador acústico que forma parte del sistema de la invención; y

Figura 3.- Es una vista en perspectiva esquematizada de la estación de tierra que

35 forma parte del sistema de la invención;

DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERENTE

A la vista de las mencionadas figuras y, de acuerdo con la numeración adoptada, se puede
5 observar en ellas un ejemplo de realización preferente de la invención, la cual comprende las partes y elementos que se indican y describen en detalle a continuación.

En la figura 1 se muestra una aeronave no tripulada (1), también denominada comúnmente
10 dron, y cuyo funcionamiento es actualmente bien conocido por un experto en la materia, por lo que no se va a entrar en mayor detalle en su descripción, un soporte (2) previsto para sujetar de forma liberable un dispositivo captador acústico (3), que enviará los datos recogidos a partir de la captación de sonido de una turbina eólica (4) de un aerogenerador (6), hacia una estación de tierra (5).

15 El funcionamiento del sistema descrito anteriormente es el siguiente. El dispositivo captador acústico (3) recoge las ondas sonoras emitidas por la turbina eólica (4) en un rango de frecuencia determinado y se transmiten en tiempo real a través de un emisor mediante un sistema inalámbrico. El dispositivo captador acústico (3) será de tipo direccional por lo que la orientación respecto a la turbina es fundamental para asegurar la fiabilidad de los datos
20 recogidos.

Las ondas sonoras emitidas por el generador eólico (6) deben estar dentro del rango de trabajo del dispositivo captador acústico (3). Si el generador eólico (6) tiene un funcionamiento anómalo, la emisión de sonidos se verá afectado y aparecerán ruidos que
25 demostrarán la existencia de averías o fallos.

El campo de captación del dispositivo captador acústico (3) varía con su distancia al cuerpo de medición debido a la atenuación de las ondas sonoras. Gracias a la versatilidad de la aeronave no tripulada (1), es posible colocar el sistema en el rango óptimo de medición.
30 Para controlar la operación en todo momento, la estación de tierra (5) mostrará los datos de telemetría de la aeronave no tripulada (1) y los datos acústicos recogidos. Esta característica del sistema permite procesar los datos en tiempo real, así como registrar dicha información para un posterior análisis.

Adicionalmente, la aeronave no tripulada (1) puede incluir un sistema de adquisición de imágenes (no representado), basado, por ejemplo, en cámaras de alta resolución instaladas en uno o más puntos de la aeronave no tripulada (1) que permiten tomar imágenes también de la turbina eólica para realizar una inspección visual.

5

La figura 2 muestra el proceso de captación acústica, cuyo dispositivo captador acústico (3) está representado por un circuito eléctrico que transforma la señal acústica en digital, que será transmitida mediante ondas hacia la estación de tierra (5) representada en la figura 3 y que se detallará más adelante. El dispositivo captador acústico (3) incluye una carcasa de protección, un sistema de transmisión y captación de datos y una batería para tener un funcionamiento eléctrico autónomo.

En la figura 3 se aprecia los distintos componentes que forman parte de la estación de tierra (5). Dicha estación de tierra (5) comprende un receptor de datos acústicos (7) conectada a una tarjeta de sonido externa (8) que transmitirá los datos hacia un dispositivo de trabajo portátil (9), tal como por ejemplo un ordenador portátil o PC. Es importante destacar como el receptor de datos acústicos (7) está alejado del dispositivo captador acústico (3) gracias a la disposición de una conexión inalámbrica entre estos dos componentes.

20 El número de dispositivos captadores acústicos y modelos que se pueden emplear dependerá de las condiciones de medición y de las especificaciones de la operación.

Las principales ventajas del sistema para la detección de averías de turbinas eólicas descrito con anterioridad mediante la inspección de emisiones acústicas son:

25

- La detección de un amplio abanico de posibles averías de una forma eficiente y con un bajo coste;
- La obtención de datos en tiempo real y registrarlos para un posterior análisis;
- Flexibilidad en la inspección, gracias a los distintos modelos de aeronaves y captador acústicos que pueden ser utilizados;
- La capacidad de la aeronave no tripulada de llegar a zonas de difícil acceso de manera rápida y sin riesgo operacional, siendo posible acercarse a la turbina eólica para tomar datos fiables;
- La programación de rutas automáticas de inspección gracias a la capacidad de posicionamiento GPS de la aeronave;

35

- El sistema de captación es más rápido, fiable y eficiente que otros dispositivos convencionales del estado de la técnica, o los mencionados en las patentes utilizadas como referencia;
- Capacidad para inspeccionar varias turbinas eólicas en un mismo vuelo programado;

5

Los detalles, las formas, las dimensiones y demás elementos accesorios, empleados en la fabricación del sistema de la invención podrán ser convenientemente sustituidos por otros que no se aparten del ámbito definido por las reivindicaciones que se incluyen a continuación.

10

REIVINDICACIONES

1. Sistema para el diagnóstico de turbinas eólicas de un generador eólico (6), que comprende un vehículo aéreo no tripulado (UAV) previsto para acercarse a una turbina eólica (4), **caracterizado** por el hecho de que el vehículo aéreo no tripulado (UAV) (1) incluye un dispositivo captador acústico configurado para captar las ondas acústicas procedentes de una turbina eólica (4), estando el dispositivo captador acústico acoplado al vehículo aéreo no tripulado (UAV) por medio de un soporte, y en el que el dispositivo captador acústico (3) está en comunicación de datos de forma inalámbrica con un receptor de datos remoto que recoge datos vinculados con las ondas acústicas.

2. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el receptor de datos está conectado a una tarjeta de sonido configurada para transmitir los datos hacia una estación de trabajo portátil.

3. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el dispositivo captador acústico es un transductor electroacústico que capta ondas acústicas de la turbina eólica que son transformadas en señales digitales.

4. Sistema según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que incluye un sistema de adquisición de imágenes.

5. Método de diagnóstico de una turbina eólica de un generador eólico (6) de forma remota, caracterizado por el hecho de que comprende las siguientes etapas:

- aproximar un vehículo aéreo no tripulado (UAV) (1), controlado desde tierra, hacia una región donde está ubicada la turbina eólica (4), teniendo el vehículo aéreo no tripulado (UAV) un dispositivo captador acústico (3) configurado para captar las ondas acústicas procedentes de una turbina eólica (4);

- transformar las señales acústicas en señales digitalizadas en el dispositivo captador acústico (3);

- enviar las señales digitalizadas asociadas con las ondas acústicas mediante una conexión inalámbrica a una tarjeta de sonido remota con respecto al dispositivo captador acústico (3);
y

- almacenar los datos en un procesador de datos.

35

FIG. 1

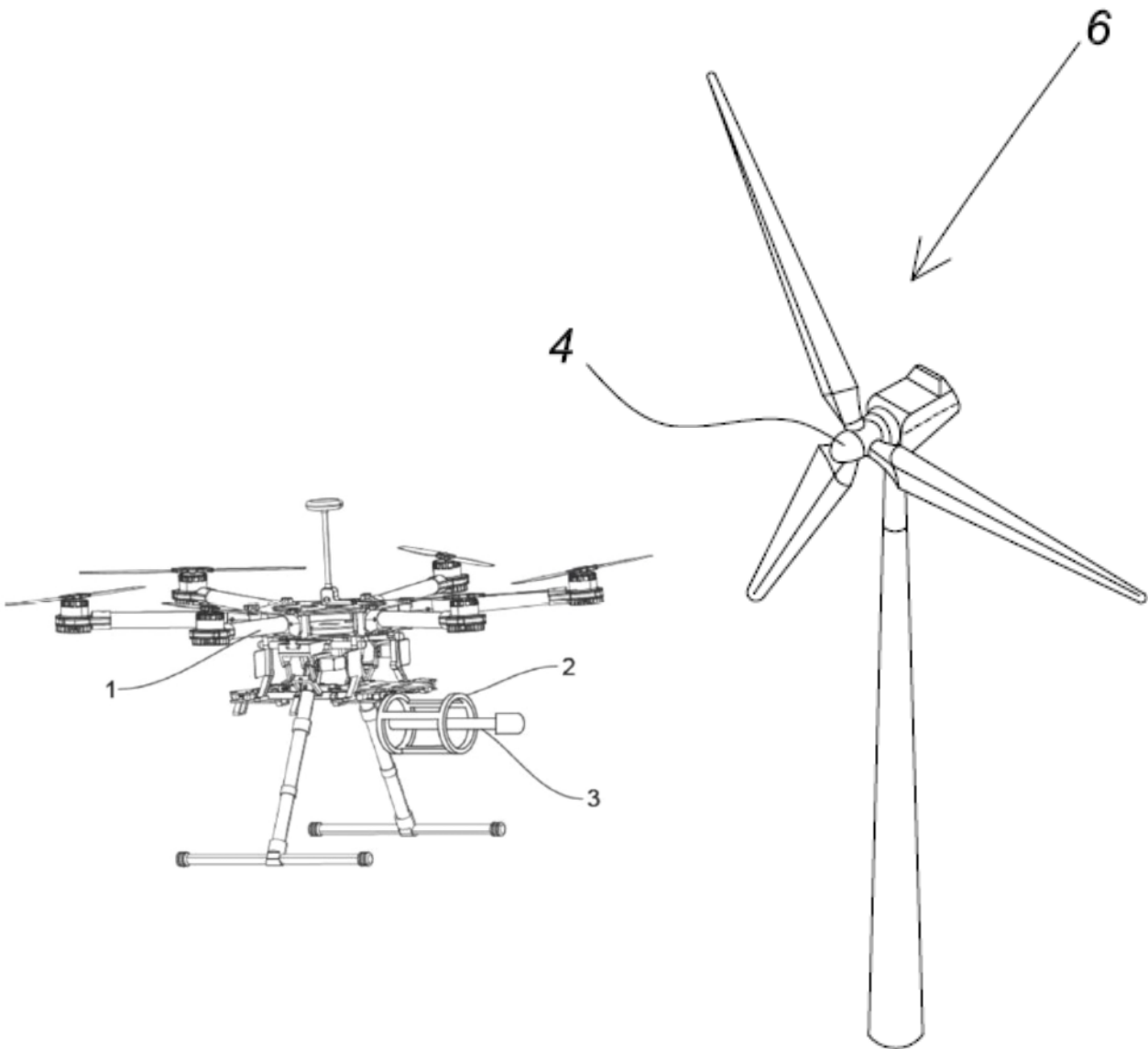


FIG. 2

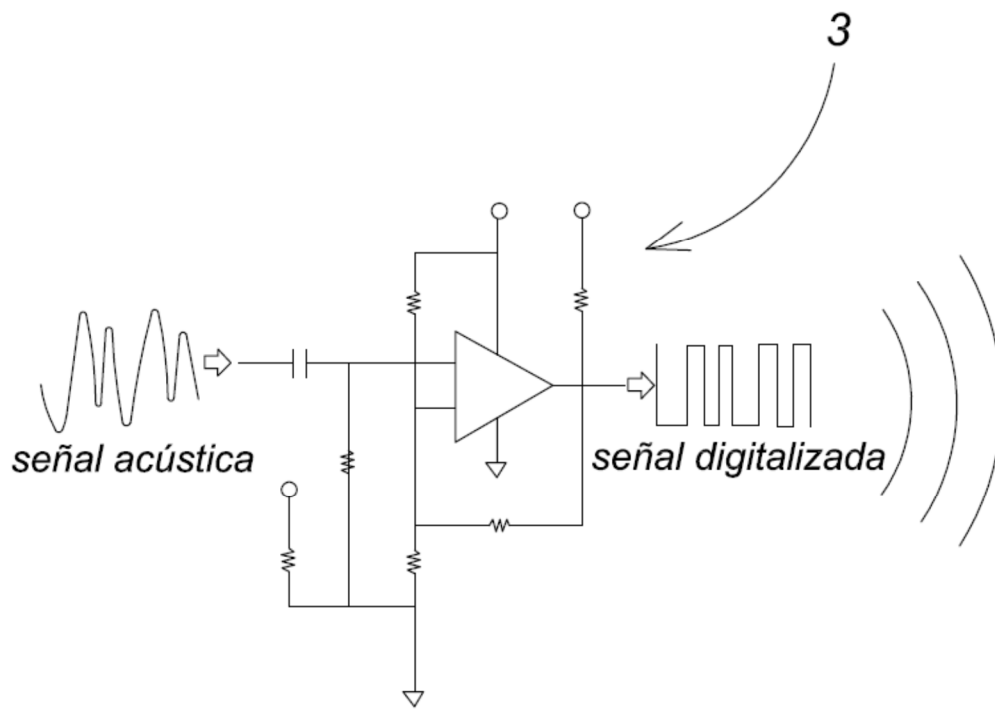
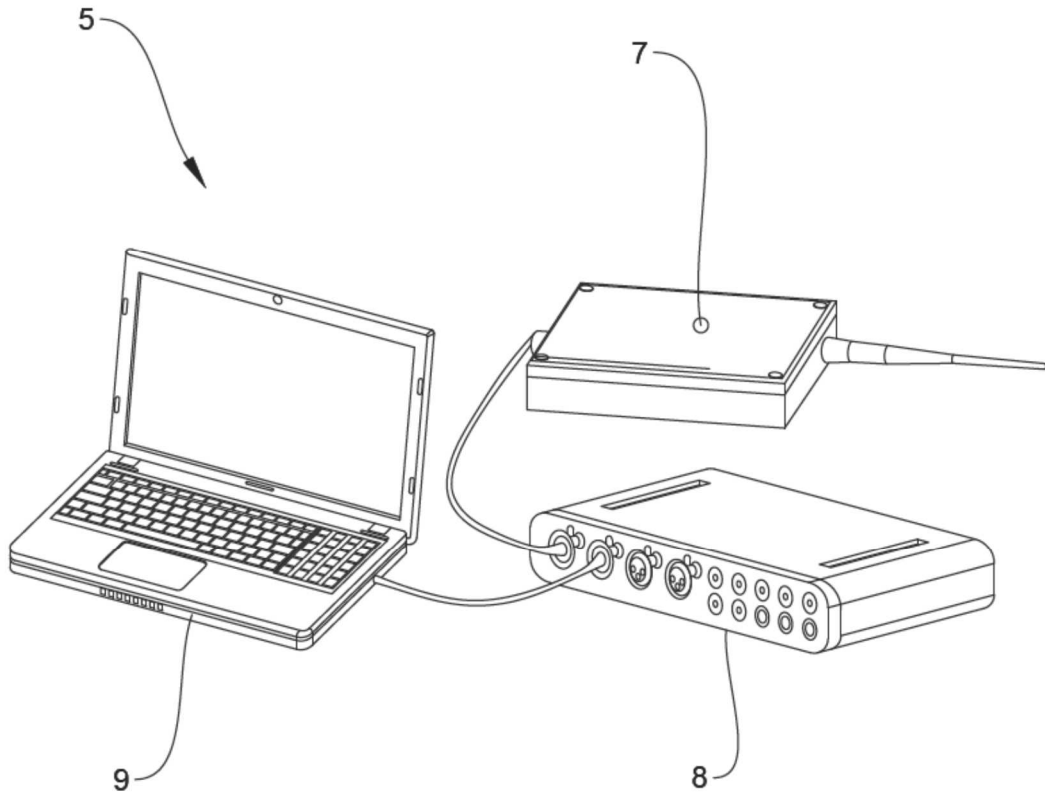


FIG. 3





- ②① N.º solicitud: 201930066
②② Fecha de presentación de la solicitud: 29.01.2019
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Cl. Int: ver hoja adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 2017/0240278 A1 (LOUD et al.) 22/08/2017; Todo el documento.	1-5
X	US 2012/0136630 A1 (MURPHY et al.) 31/05/2012; Párrafos [0015] - [0026]; figuras 1 - 5.	1-5
X	US 2018/0130198 A1 (KIKUCHI et al.) 10/05/2018; Párrafo [0062] - [0072], [0083], [0086] - [0093], [0167]; figuras 1 - 6, 15.	1-5
A	US 2017/0328522 A1 (BATTAGLINI et al.) 16/11/2017; Párrafos [0012] - [0053]; figuras 1 - 4.	1-5
A	WO 2016/139929 A1 (NEC CORPORATION) 09/09/2016; Párrafos [0012] - [0032]; figuras 1 - 3.	1-5
A	US 2016/0144959 A1 (MEFFERT) 26/05/2016; Todo el documento.	1-5
A	WO 2018/115498 A1 (SUEZ INTERNATIONAL) 28/06/2018.	

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:

<p>Fecha de realización del informe 19.03.2020</p>	<p>Examinador L. J. Dueñas Campo</p>	<p>Página 1/2</p>
---	---	------------------------------

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

F03D17/00 (2016.01)

B64C39/02 (2006.01)

G01M99/00 (2011.01)

G01M13/028 (2019.01)

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

B64C, F03D, G01M

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

INVENES, EPODOC