

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 649**

21 Número de solicitud: 201731375

51 Int. Cl.:

G01H 9/00 (2006.01)
G01M 7/00 (2006.01)
G01B 9/00 (2006.01)
G01S 5/00 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

30.11.2017

43 Fecha de publicación de la solicitud:

16.04.2018

71 Solicitantes:

**FUNDACIÓN CARTIF (100.0%)
Parque Tecnológico de Boecillo, parcela 205
47151 BOECILLO (Valladolid) ES**

72 Inventor/es:

**MELERO GIL, Álvaro;
MEDINA APARICIO, Roberto;
LLAMAS FERNÁNDEZ, José María ;
GAYUBO ROJO, Fernando;
ZALAMA CASANOVA, Eduardo;
GÓMEZ GARCÍA-BERMEJO, Jaime;
OLMEDO VÉLEZ, David;
AVELLANOSA SANTOS, Pedro Ignacio;
LOSADA ARIAS, Fernando;
MARTÍN JIMÉNEZ, Eduardo;
CONDE LAZA, María Jose ;
BURGUEÑO MUÑOZ, Antonio;
GRACIA HERGUEDAS, Cristina y
RODRÍGUEZ RIVERA , Luis Carlos**

74 Agente/Representante:

CAPITAN GARCÍA, Nuria

54 Título: **SISTEMA Y PROCEDIMIENTO PARA IDENTIFICACIÓN, SEGUIMIENTO Y GESTIÓN DE
RIESGOS ESTRUCTURALES**

ES 2 663 649 A1

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 649**

21 Número de solicitud: 201731375

57 Resumen:

Sistema y procedimiento para identificación, seguimiento y gestión de riesgos estructurales en edificios e infraestructuras de manera que se pueda actuar con la suficiente antelación para evitar daños personales y materiales. El sistema comprende medios ópticos para la identificación de riesgos mediante la adquisición de imágenes dispuestos en vehículos aéreos o terrestres; nodos telemétricos para el seguimiento de los riesgos; módulo de gestión para la gestión de los riesgos en base a los datos proporcionados por los medios ópticos y los nodos telemétricos. En el procedimiento se identifican los riesgos mediante unos medios ópticos; se envían los datos de riesgos identificados a un módulo de gestión; se sigue la evolución de los riesgos identificados mediante unos nodos telemétricos; se envían los datos de seguimiento al módulo de gestión.

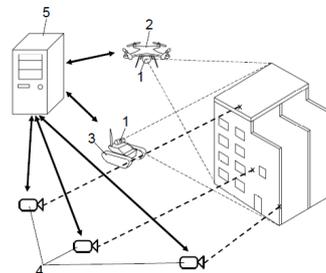


Fig.1

**SISTEMA Y PROCEDIMIENTO PARA IDENTIFICACIÓN, SEGUIMIENTO Y GESTIÓN
DE RIESGOS ESTRUCTURALES**

DESCRIPCIÓN

5

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se engloba en el campo de la detección de datos a distancia, y en concreto los detectados por redes de captadores para el seguimiento de daños en edificios o infraestructuras.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Cuando se produce un desastre natural (terremoto, riada,...) o un accidente (choque, incendio,...) sobre un edificio o infraestructura se provoca un alto riesgo de derrumbamiento o colapso estructural.

15

El derrumbe o pérdida imprevista de la integridad o estabilidad de los sistemas estructurales cuenta con un alto potencial para ocasionar daños a las personas, siendo una de las principales causas de aparición de víctimas en situaciones de catástrofes naturales o fenómenos meteorológicos de gran impacto, pero también ocasionadas por un deterioro no previsto de infraestructuras y edificios. Con posterioridad al evento se deben proponer una serie de medidas para la rehabilitación o reparación sobre el edificio o infraestructura. Sin embargo, en ese momento el grado de inestabilidad estructural puede hacer que una patología no detectada o las condiciones climáticas (lluvia, viento,...) puedan incrementar los riesgos estructurales.

20

25

Además, los sistemas estructurales, ya sean obras civiles (infraestructuras) o edificatorias, tienen una serie de características comunes que agravan enormemente los riesgos de daños físicos a la población frente a cualquier situación o evento inesperado:

30

- un entorno cambiante, ya que se sitúan en localizaciones abiertas de alta exposición a los agentes ambientales (viento, lluvia, nieve...), orográficos (desniveles

y accesos), con participación de numerosos intervinientes, gran complejidad de los trabajos a ejecutar y utilización de maquinaria pesada o singular;

- son sistemas con grandes masas que poseen elevadas inercias y cantidad de movimiento, por lo que cualquier afección puede provocar graves daños, además de

5 afectar a una gran extensión, pudiendo provocar adicionalmente hundimientos o movimientos de tierras con derrumbe de paredes o terraplenes;

- gran variabilidad de los terrenos entre una zona y otra para el mismo sistema estructural en aspectos tales como el tipo de suelo, cohesión, profundidad de la capa freática, etc.;

10 - dificultad de acceso a las zonas y puntos de alta vulnerabilidad, debido a factores tales como altura, derrumbes o colapsos, lejanía de zonas estables o seguras, etc.;

- provocan graves afecciones en la movilidad urbana, actividad productiva y actividad diaria.

15 Estas características convierten a los sistemas estructurales (edificios e infraestructuras) en elementos de alto riesgo y a la vez altamente vulnerables. Por lo tanto, resulta primordial generar las capacidades que permitan detectar y reaccionar antes de que se origine el colapso estructural, como medio para la prevención de fallos catastróficos (en caso de ser posible) o de controlar los modos de fallo
20 (detectando a tiempo los problemas potenciales y rectificándolos antes de llegar a la situación crítica) para minimizar las lesiones o daños físicos, es decir, para garantizar la seguridad.

Una de las variables que más importancia cobra a la hora de medir y analizar los
25 riesgos, es la medida de los movimientos relativos de las estructuras, para controlar que dicha magnitud se mantenga dentro de los valores esperados y que los posibles daños que ocasionen dichos movimientos sean controlados y asumibles.

Las tecnologías existentes para la medición de los movimientos se basan en métodos
30 topográficos, principalmente dos: nivelación y taquimétrico. Para la nivelación – altimetría- se recurre a la nivelación de precisión, obteniéndose la componente vertical del movimiento, y para la taquimetría a la estación total de lectura manual o automática obteniéndose las tres componentes dimensionales del movimiento. Ambos requieren un sistema de referencia fiable y puntos de control (en superficie o

en fachadas) en los que se medirá la evolución de los movimientos.

Los medios tecnológicos convencionales utilizados para realizar las medidas están constituidos por instrumentación embebida y/o superficial (galgas extensiométricas, 5 acelerómetros, micrometros, defómetros, etc.). El proceso de medida es continuado a fin de constatar tanto los valores o amplitud de las deformaciones como las velocidades que comportan y tiene la dificultad de que para constatar que algo se mueve se necesita determinar sus distancias a puntos fijos, teniendo en cuenta que en ciertos casos los puntos del entorno no son fijos, pues si están cercanos pueden 10 estar afectados de la misma deformación y si son lejanos pueden estar afectados por otra distinta. Se recurre por tanto en la mayoría de los casos a determinar una deriva relativa, analizar la medida con respecto a unos puntos que se consideran fijos con respecto al sistema en el que se ubica el medio de medida, aunque, a su vez, también esté inmerso en otros movimientos generales. Prácticamente todas las 15 técnicas pasan por establecer una red o forma geométrica, y en medidas sucesivas a analizar qué puntos se distancian o acercan, y qué geometría de la impuesta es la que se modifica.

Se conocen los métodos topográficos y dentro de éstos la tecnología más avanzada 20 es la de las estaciones totales, denominado así a un aparato electro-óptico cuyo funcionamiento consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico. Su fundamento es el de un teodolito, permitiendo la obtención de coordenadas de puntos respecto a un sistema local.

25 Otra tecnología más reciente son los equipos GNSS (Sistema Satelital de Navegación Global), los cuales una vez fijada su base en tierra, no se necesita más que una sola persona para la toma de datos, mientras que las estaciones requieren de un mínimo de dos. Por otra parte la estación total requiere que exista una línea visual entre el aparato y el prisma, lo que es innecesario con el GNSS, aunque éste requiere que el 30 operario deba situarse siempre en el mismo punto. Además tampoco es posible su uso en trabajo bajo techo y subterráneos o aquellos donde el operador no puede acceder.

Las tecnologías de fotogrametría se apoyan hoy en día en la tecnología de la

“cámara métrica”, las cuales permiten conocer el punto principal y la distancia principal. Sin embargo estos elementos son muy costosos, por lo que su uso en situaciones de alto riesgo, en el que se requiera la monitorización continua de muchos puntos para obtener un barrido total de los elementos a monitorizar, no es aconsejable ni competitivo. Otra opción existente es el de las llamadas “cámaras semi-métricas”, las cuales presentan la necesidad de realizar “ajustes de haces”. Estos ajustes se deben realizar mediante cálculos complejos, que requieren de desarrollos informáticos, los cuales para ser operativos deberían ser capaces de realizarlos en fracciones de segundo.

10

Por último también existe la posibilidad de calibrar cámaras digitales convencionales, en los que la imagen se forma en una placa de silicio que se puede suponer indeformable, e inmediatamente se convierten en matriz numérica. Sin embargo estas metodologías aún son experimentales, la calibración se hace de manera manual y es muy costosa, además de requerir de conocimientos altamente especializados, construir un campo de calibración y desarrollo de un software adecuado para el procesamiento matemático. Además, esta técnica requiere del posicionamiento de al menos cuatro puntos fijos, requisito no posible en caso de puntos en movimiento.

20

Es decir, existe la necesidad de realizar un seguimiento y control de los riesgos existentes, ya que dicho riesgo no es puntual (en el momento de aparición del evento), sino que continúa en el tiempo, pudiendo provocar daños durante la intervención al personal especializado pero también a la población circundante.

25

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención queda establecida y caracterizada en las reivindicaciones independientes, mientras que las reivindicaciones dependientes describen otras características de la misma.

30

El objeto de la invención es la identificación, seguimiento y gestión de riesgos estructurales en edificios e infraestructuras de manera que se pueda actuar con la suficiente antelación para evitar daños personales y materiales. El problema técnico

a resolver es configurar un sistema con los componentes necesarios y la interacción entre los mismos para alcanzar el objeto citado.

A la vista de lo anteriormente enunciado, la presente invención se refiere a un sistema para identificación, seguimiento y gestión de riesgos estructurales que se caracteriza por que comprende:

- medios ópticos para la identificación de riesgos mediante la adquisición de imágenes dispuestos en vehículos aéreos o terrestres;
- nodos telemétricos para el seguimiento de los riesgos;
- 10 - módulo de gestión para la gestión de los riesgos en base a los datos proporcionados por los medios ópticos y los nodos telemétricos.

Los medios ópticos pueden ser como los conocidos de visión artificial que permiten la supervisión de la evolución de riesgos, como grietas.

15

Los vehículos aéreos o terrestres permiten desplazarse a lugares peligrosos o de difícil acceso dentro de las estructuras

Con “nodos telemétricos” se quiere referir a medios dispuestos puntualmente, al menos dos, y con capacidad para medir a distancia, al modo de puntos nodales o nodos, como es conocido habitualmente, que forman entre ellos un conjunto nodal, red o rejilla.

Los nodos telemétricos están basados en tecnologías ópticas para realizar el seguimiento en tiempo real de posibles movimientos en el edificio o infraestructura. El uso de tecnologías ópticas permite trabajar a distancia, con lo que tiene la ventaja de minimizar los riesgos y manipular e interferir lo menos posible sobre la estructura dañada.

30 La invención también se refiere a un procedimiento para identificación, seguimiento y gestión de riesgos estructurales mediante un sistema según se ha descrito, que se caracteriza por que comprende las siguientes etapas:

- a. identificación de riesgos mediante unos medios ópticos;
- b. envío de los datos de riesgos identificados en la etapa “a” a un módulo de

gestión;

c. seguimiento de la evolución de los riesgos identificados mediante unos nodos telemétricos;

5 d. envío de los datos de seguimiento de los riesgos en la etapa "c" al módulo de gestión.

El seguimiento de la etapa "c" se realiza sobre la evolución de los daños estructurales registrados, riesgos identificados, como son: grietas, fisuras, desplomes, inclinaciones,... Este seguimiento o monitorización se centra en observar y registrar
10 ciertos comportamientos en los materiales y componentes que forman las estructuras como son principalmente vibraciones, desplazamientos y evolución de grietas, entre otros.

De esta manera se consigue alcanzar el objeto pretendido, con las siguientes
15 ventajas:

- minimizar el acceso de personas a zonas de alto riesgo;
- conocimiento de la evolución del comportamiento estructural debido a la monitorización continua;
- conocimiento de la aparición del fallo con el suficiente tiempo de reacción.

20

Otras ventajas relacionadas con características incluidas en las reivindicaciones dependientes se citan en la exposición detallada.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

25

Se complementa la presente memoria descriptiva, con un juego de figuras, ilustrativas del ejemplo preferente, y nunca limitativas de la invención.

La figura 1 representa un esquema del sistema de la invención. Con línea discontinua
30 débil se quiere indicar el campo que abarcan los medios ópticos en los vehículos aéreos o terrestres, en la representación sería todo el edificio o infraestructura. Con línea discontinua gruesa se indica el punto de seguimiento, representado con una cruz, de los nodos telemétricos. Con doble flecha se indica el flujo de señales y datos entre elementos

EXPOSICIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

En la figura 1 se muestra un sistema para identificación, seguimiento y gestión de
5 riesgos estructurales que comprende:

- medios ópticos (1), representados por sendas cámaras en la figura 1, para la
identificación de riesgos mediante la adquisición de imágenes dispuestos en
vehículos aéreos (2), representado por un dron en la figura 1, o terrestres (3),
representado por un vehículo oruga por radio control en la figura 1;
- 10 - nodos telemétricos (4) para el seguimiento de los riesgos;
- módulo de gestión (5) para la gestión de los riesgos en base a los datos
proporcionados por los medios ópticos (1) y los nodos telemétricos (4).

Una tecnología óptica destacada a utilizar por los medios ópticos (1) es la
15 fotogrametría 2D/3D.

En el caso de los vehículos aéreos (2) son habituales los no tripulados o UAV o
VANT (en español), los cuales son usados mayoritariamente en aplicaciones
militares. Son posibles dos variantes principales: aquellos que son controlados desde
20 una ubicación remota, y aquellos que vuelan de forma autónoma en función de
planes de vuelo pre-programados usando sistemas complejos de automatización
dinámica.

Una opción es que los medios ópticos (1) sean cámaras de color, cámaras
25 monocromo, cámaras multiespectrales, cámaras basadas en infrarrojos o cámaras
estereoscópicas. Las cámaras basadas en infrarrojos se utilizan sobre todo para la
detección de zonas con alta temperatura, también aportan la capacidad de visión en
zonas de iluminación reducida donde la captación de imágenes convencional no es
operativa.

30

Los vehículos aéreos (2) o terrestres (3) pueden comprender un georreferenciador,
como el habitual GPS, y medios de comunicación inalámbrica, de cualquiera de los
conocidos.

Otro detalle de la invención es que los vehículos aéreos (2) o terrestres (3) puedan incluir al menos un sensor de temperatura, humedad, existencia de gases, etc., que permitan identificar otros posibles peligros en el entorno.

5 Opcionalmente, cada nodo telemétrico (4) comprende una cámara, un acelerómetro y/o un vibrómetro láser, siendo lo más habitual el utilizar acelerómetros integrados en la estructura. La cámara, denominada habitualmente “de visión artificial” sirve principalmente para la medición de desplazamientos, que junto con unos algoritmos permite el seguimiento de la evolución del estado de, por ejemplo, grietas en la
10 estructura.

Ventajosamente, el sistema incluye al menos una marca con una fuente de iluminación, siendo la marca externa a los medios ópticos (1), nodos telemétricos (4) y módulo de gestión (5); por ejemplo, una marca activa con iluminación led, que
15 permite mantener la monitorización continua de la estructura en condiciones de baja luminosidad, como durante la noche.

El sistema opera mediante un procedimiento que comprende las siguientes etapas:

- a. identificación de riesgos mediante unos medios ópticos (1);
- 20 b. envío de los datos de riesgos identificados en la etapa “a” a un módulo de gestión (5);
- c. seguimiento de la evolución de los riesgos identificados mediante unos nodos telemétricos (4);
- d. envío de los datos de seguimiento de los riesgos en la etapa “c” al módulo de
25 gestión (5).

En detalle, el módulo de gestión (5) procesa los datos obtenidos en tiempo real de manera que prevé los riesgos potenciales y genera datos de alarmas por medio de un módulo de alarmas.

30 Opcionalmente, los medios ópticos (1), los nodos telemétricos (4) y el módulo de gestión (5) dispone cada uno unos medios de comunicación inalámbrica de manera que se comunican entre ellos de manera inalámbrica.

Todo ello permite la adquisición de datos de manera continua que proveerán los nodos telemétricos (4), que gracias al sistema en el que se disponen y el procedimiento de su funcionamiento permite el procesamiento de dichos datos, y sobre todo en un tiempo suficiente para la prevención de un riesgo inminente.

5

Es decir, el sistema y su procedimiento permiten que la información en tiempo real se envíe a un módulo de gestión (5) a modo de sistema central de gestión, dónde a partir de algoritmos y modelizaciones matemáticas se permite visualizar escenarios de evolución de las estructuras en una interfaz visual y que además genera la alerta de variaciones significativas para proceder en su caso al desalojo del edificio o infraestructura o a los planes de evacuación correspondientes.

10

El procedimiento también tiene la ventaja de que en base a los datos recopilados se seleccionan los riesgos que puedan ser monitorizados convenientemente a través de los nodos telemétricos (4), con lo que se optimiza el uso del sistema focalizando los esfuerzos en los riesgos en los que se va a obtener un mejor resultado de seguimiento.

15

Dicho de otra manera, el procedimiento permite el alta, baja y edición de distintos riesgos distribuidos por toda la zona de riesgo.

20

La gestión de alarmas permite el tener varias alarmas para cada riesgo. La caracterización de las alarmas se realiza combinando los distintos valores de las características identificadas para cada riesgo.

25

Opcionalmente, los medios ópticos (1), los nodos telemétricos (4) y el módulo de gestión (5) disponen cada uno unos medios de comunicación inalámbrica de manera que se comunican entre ellos de manera inalámbrica, como se representa en la figura 1. De todas formas, otros medios de comunicación no quedan descartados, pues según el caso, por cercanía y calidad de transmisiones puede ser adecuado, por ejemplo, el uso de cable entre algunos elementos.

30

REIVINDICACIONES

- 1.-Sistema para identificación, seguimiento y gestión de riesgos estructurales **caracterizado por** que comprende:
- 5 – medios ópticos (1) para la identificación de riesgos mediante la adquisición de imágenes dispuestos en vehículos aéreos (2) o terrestres (3);
- nodos telemétricos (4) para el seguimiento de los riesgos;
- módulo de gestión (5) para la gestión de los riesgos en base a los datos proporcionados por los medios ópticos (1) y los nodos telemétricos (4).
- 10
- 2.-Sistema según la reivindicación 1 en el que los medios ópticos (1) están seleccionados de entre cámaras de color, cámaras monocromo, cámaras multispectrales, cámaras basadas en infrarrojos y cámaras estereoscópicas.
- 15 3.-Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2 en el que los vehículos aéreos (2) o terrestres (3) comprenden un georreferenciador y medios de comunicación inalámbrica.
- 4.-Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que los vehículos
- 20 aéreos (2) o terrestres (3) comprenden al menos un sensor.
- 5.-Sistema según la reivindicación 1 en el que cada nodo telemétrico (4) comprende una cámara, un acelerómetro y/o un vibrómetro láser.
- 25 6.-Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que además comprende al menos una marca con una fuente de iluminación, siendo la marca externa a los medios ópticos (1), nodos telemétricos (4) y módulo de gestión (5).
- 7.-Sistema según la reivindicación 1 que además comprende un módulo de alarmas
- 30 para la gestión de alarmas en base a los datos proporcionados por el módulo de gestión.
- 8.-Procedimiento para identificación, seguimiento y gestión de riesgos estructurales mediante un sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,

caracterizado por que comprende las siguientes etapas:

- a. identificación de riesgos mediante unos medios ópticos (1);
 - b. envío de los datos de riesgos identificados en la etapa "a" a un módulo de gestión (5);
 - 5 c. seguimiento de la evolución de los riesgos identificados mediante unos nodos telemétricos (4);
 - d. envío de los datos de seguimiento de los riesgos en la etapa "c" al módulo de gestión (5).
- 10 9.-Procedimiento según la reivindicación 8 en el que el módulo de gestión (5) procesa los datos obtenidos en tiempo real de manera que prevé los riesgos potenciales y genera datos de alarmas por medio de un módulo de alarmas.
- 15 10.-Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9 en el que los medios ópticos (1), los nodos telemétricos (4) y el módulo de gestión (5) dispone cada uno unos medios de comunicación inalámbrica de manera que se comunican entre ellos de manera inalámbrica.

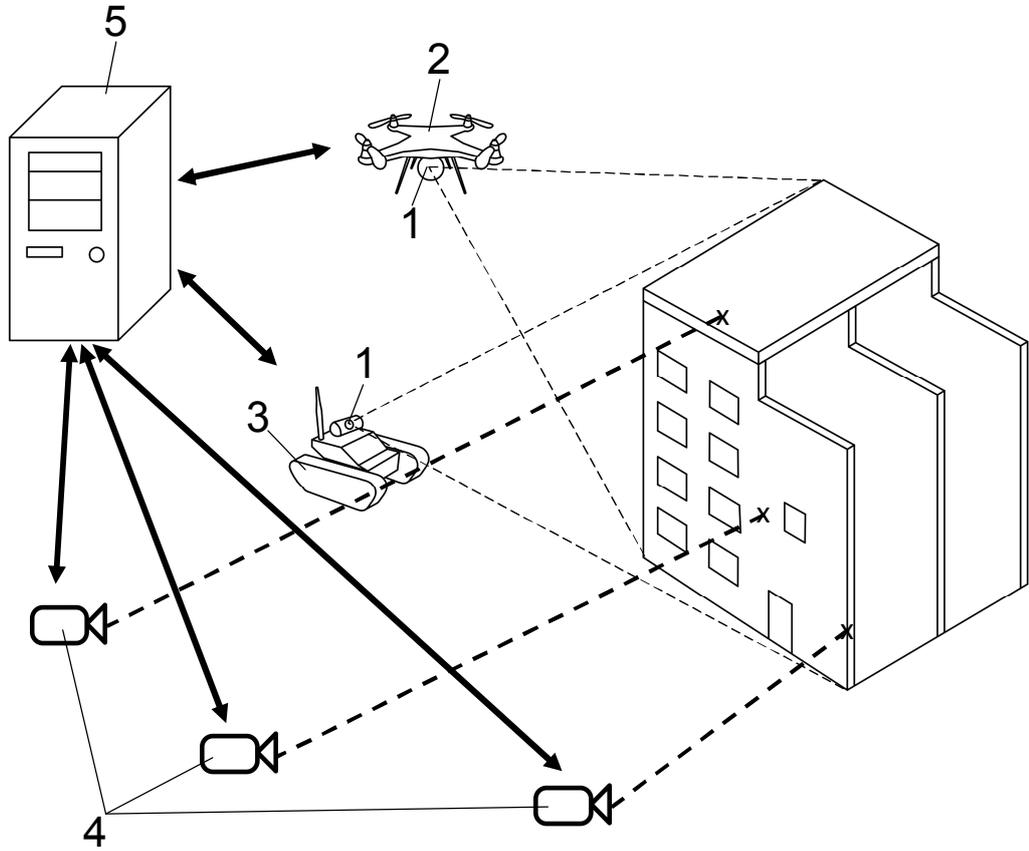


Fig.1



- ②① N.º solicitud: 201731375
 ②② Fecha de presentación de la solicitud: 30.11.2017
 ③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	US 6240783 B1 (MCGUGIN TERRY CURTIS et al.) 05/06/2001, pág. 2 lin. 60 – pág. 5 lin. 50, figs. 1-4	1-10
Y	WO 2016027422 A1 (ALOUETTE TECHNOLOGY INC) 25/02/2016, fig. 1	1-10
A	WO 2016170723 A1 (PANASONIC IP MAN CO LTD) 27/10/2016, todo el documento	1-10
A	US 2003026499 A1 (STEWART ANDREW H et al.) 06/02/2003, todo el documento	1-10
A	US 2003014199 A1 (TOOMEY PATRICK) 16/01/2003, todo el documento	1-10

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 06.04.2018</p>	<p>Examinador G. Madariaga Domínguez</p>	<p>Página 1/2</p>
---	---	------------------------------

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

G01H9/00 (2006.01)

G01M7/00 (2006.01)

G01B9/00 (2006.01)

G01S5/00 (2006.01)

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

G01H, G01M, G01B, G01s, G01S

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

WPI, EPODOC