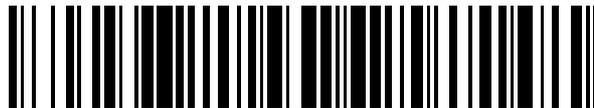


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 695 774**

21 Número de solicitud: 201730901

51 Int. Cl.:

B01D 53/28 (2006.01)

B01D 53/26 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

06.07.2017

43 Fecha de publicación de la solicitud:

10.01.2019

71 Solicitantes:

**INGHO INGENIERIA Y FACILITY MANAGEMENT
S.L. (100.0%)
C/ Ivan Paulov 2- 4, 2º 13, Parque Tecnológico de
Andalucía
29590 Campanillas (Málaga) ES**

72 Inventor/es:

**ZUBIZARRETA JIMÉNEZ, Rogelio;
GALLARDO SALAZAR, Manuel y
RODRÍGUEZ PÉREZ, Salvador**

74 Agente/Representante:

SEGURA MAC-LEAN, Mercedes

54 Título: **Sistema autónomo compacto para la producción de agua a partir de la humedad del ambiente a través del uso de líquidos desecantes y fuentes de energía renovables**

57 Resumen:

Sistema para la producción de agua a partir de la humedad del propio ambiente, la tecnología para dicha extracción se basa en el uso de líquidos desecantes a través de una cámara de burbujeo que permita realizar la transferencia de vapor de agua del ambiente al líquido desecante, para poder obtener el agua es necesario dar un tratamiento posterior a través de un proceso de regeneración en el que se consigue la separación efectiva entre el desecante y el vapor de agua, y finalmente un proceso de condensación en dos etapas en el que el vapor de agua es condensado para producir agua líquida. Este sistema pretende ser autónomo desde el punto de vista de necesidades de energía, por lo que se integrará con sistemas de producción de energía de origen renovable, tanto térmica como fotovoltaica.

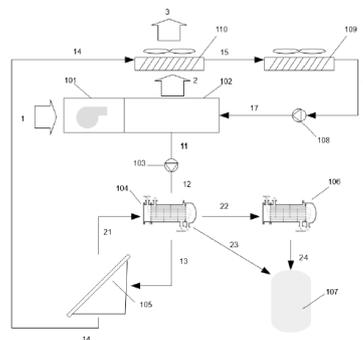


FIG. 1

DESCRIPCIÓN

**SISTEMA AUTÓNOMO COMPACTO PARA LA PRODUCCIÓN DE AGUA A PARTIR
DE LA HUMEDAD DEL AMBIENTE A TRAVÉS DEL USO DE LIQUIDOS
5 DESECANTES Y FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLES**

SECTOR DE LA TÉCNICA

10 La presente invención se refiere a un sistema para la producción de agua cuya fuente sea la humedad del propio ambiente, haciendo uso de líquidos desecantes para la extracción del vapor de agua del ambiente. Este sistema pretende ser autónomo desde el punto de vista de necesidades de energía, por lo que se integrará con sistemas de producción de energía de origen renovable, tanto térmica como
15 fotovoltaica.,
Este sistema es aplicable para diferentes aplicaciones en las que sean necesarios equipos de producción de agua autónomos (como en áreas de desastres naturales, localizaciones aisladas,...).

20 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

La producción de agua a través de sistemas autónomos tiene gran utilidad en aplicaciones en las que no existe una fuente de energía disponible, como por ejemplo zonas de guerra, de desastres naturales o zonas en las que la densidad de población
25 es muy reducida. Por otro lado, hay también una creciente preocupación por el creciente consumo de energía en las ciudades y por la escasez de agua en determinadas zonas, la combinación de ambos temas hace que se esté evaluando el impacto ambiental de determinadas tecnología para la producción de agua (como la ósmosis inversa) con la finalidad de buscar alternativas que consuman menos energía
30 y que permitan producir agua de forma descentralizada (sobre todo para aplicaciones en las que la calidad del agua no sea excesiva como el riego de zonas verdes).

Actualmente hay sistemas que permiten obtener agua a partir de equipos de frío en los que se hace pasar el aire por un intercambiador de calor que está a una temperatura
35 baja, lo que provoca la condensación del agua en su superficie. Estos sistemas

precisan consumir gran cantidad de energía eléctrica para alimentar los equipos de producción de frío.

También es extendido el uso de materiales desecantes (tanto sólidos como líquidos) para el secado de aire, principalmente en aplicaciones para climatización o para
5 eliminar el vapor de agua de corrientes gaseosas. El principal inconveniente de este tipo de sistemas es el escaso rendimiento en la captación del vapor de agua porque es un fenómeno superficial y la superficie de contacto con la tecnología actual es limitada.

Existen algunas patentes en las que se han utilizado materiales desecantes (sólidos o
10 líquidos) para eliminar el vapor de agua de determinados lugares (por ejemplo las invenciones ES2593111, ES2385044, US6461413, ES2149937, ES2058829, US4407662, US4705543, US4662065, US2005204914 o CN202867262), todas estas invenciones no tienen como finalidad la producción de agua sino la de eliminar el agua porque puede afectar un determinado proceso o equipo. Este tipo de invenciones no
15 tienen ni la misma finalidad ni usan la misma tecnología pese a que usan materiales desecantes.

Existe una patente, con número US2013319022, en las que la finalidad es obtener agua del aire ambiente, este sistema hace uso de desecantes líquidos pero haciendo uso de bandejas con espumas para favorecer el contacto líquido-aire. Este sistema
20 presenta un bajo rendimiento para la producción de agua ya que la superficie de contacto esta limitada, no sólo por la capacidad de mojado de la superficie de la propia espuma, sino que también por la capacidad de penetración del aire por los orificios del sustrato (considerando que habrá sólido y líquido).

Otra patente que hace referencia a la misma aplicación es la de número de referencia
25 US6156102, esta patente describe un método y un equipo que se basa en poner en contacto el líquido desecante con el aire a través de la generación de gotas, en el proceso de contacto se produce la transferencia de masa del aire al desecante. La tecnología que se utilizada para la generación de las gotas es la pulverización a través de una boquilla, con esta técnica las gotas que se pueden suelen estar por encima de
30 las 100 micras, este aspecto es importante ya que la dependencia de la transferencia de masa con el tamaño de gota es un parámetros crítico, con estos tamaños de gota la transferencia de masa no es tan efectiva y es necesario un elevado volumen de intercambio, lo que redundaría en equipos de gran tamaño.

La patente US2016187010 hace también referencia a un sistema para el secado en
35 aplicaciones de climatización. En esta patente sí incorpora el uso de fuentes de

energía renovables para cubrir las necesidades de energía en la regeneración. El tipo de tecnología que utiliza para poner en contacto el líquido desecante y la corriente de aire se basa en la pulverización.

5 EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

El sistema propuesto en la presente solicitud se basa en la integración de varios sistemas para obtener un sistema autónomo, compacto y eficiente en el consumo de energía. La principal innovación introducida por esta invención radica en la utilización de un sistema de burbujeo para realizar la transferencia de vapor de agua desde la corriente de aire al desecante. Se describen a continuación los diferentes sistemas que componen la invención:

Sistema de burbujeo – El burbujeo es una técnica que permite incrementar la superficie de contacto entre el líquido y el aire, de forma que se incremente así el rendimiento en la obtención de agua. La difusión del vapor de agua en aire es mucho más rápida que su difusión en un líquido (del orden de 100.000 veces más rápido para una gota y una burbuja del mismo tamaño), lo cual viene propiciado por la diferencia en los coeficientes de difusión (el coeficiente de difusión del agua en un líquido desecante es del orden de $2 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$, frente al coeficiente de difusión del vapor de agua en aire, que es de $2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$). En la práctica esto quiere decir que se pueden generar burbujas relativamente grandes de aire húmedo (del orden de varios milímetros de diámetro), dentro de un volumen de varios centímetros de altura de desecante líquido y el aire alcanzaría el equilibrio con el desecante antes de escapar del volumen de líquido. Como la transferencia de masa es más eficiente, los equipos son más compactos y ocupan menos espacio. El sistema de burbujeo precisa de un ventilador que impulse el aire a través de unos orificios que generarán las burbujas y vencerán la pérdida de carga debida a la presión capilar, la inercia del líquido al ser desplazado cuando se genera la burbuja y los esfuerzos viscosos. Durante el proceso de burbujeo el vapor de agua se atraparé en el líquido desecante y se incrementará el % de agua en la mezcla, en consecuencia es necesario recircular esta mezcla con la finalidad de mantener la capacidad de deshumectación.

Sistema de bombeo – es necesario una serie de bombas de recirculación de líquido que tomen la mezcla de líquido desecante y agua para circularla a los diferentes

sistemas.

Sistema de regeneración – este sistema es el que se encarga de separar de nuevo el agua del desecante, para ello es necesario aportar energía al sistema, en este caso en concreto se utilizarán fuentes de energía renovables para alimentar el sistema de regeneración. El sistema propuesto es el de colectores solares de concentración, que permiten obtener temperaturas de operación entorno a los 100°C y permitirán reducir el tiempo de contacto para separar el agua del desecante en la corriente de entrada. La corriente de desecante pobre en agua será circulada al sistema de acondicionamiento del líquido desecante en donde el vapor de agua será extraído por la parte superior para obtener el agua en el sistema de condensación.

Sistema de acondicionamiento de líquido desecante – este sistema se encarga de reducir la temperatura del líquido desecante para que el proceso de adsorción en el sistema de burbujeo sea lo más eficiente posible. El sistema estará formado por dos etapas:

- Etapa 1 – se realizará a través de un intercambiador de calor desecante-aire en el que se hará circular la corriente de aire a la salida del sistema de burbujeo para reducir la temperatura del líquido por un lado y por otro para incrementar la temperatura del aire seco para que pueda ser utilizado como fuente de aire caliente y seco.
- Etapa 2 - se realizará a través de un intercambiador de calor desecante-aire en el que se hará circular aire ambiente a través de un serpentín por el que circula el líquido desecante a la salida de la etapa 1 para reducir la temperatura a un nivel próximo a la temperatura ambiente.

Sistema de condensación de agua – el sistema toma el vapor de agua a la salida del sistema de regeneración y condensa el fluido para generar agua. El proceso de condensación se realizará en dos etapas:

- Etapa 1 - se realizará esta etapa a través de un intercambiador de carcasa-tubo en el que la mezcla agua y desecante a la salida del burbujeador es utilizado como foco frío para, por un lado para incrementar la temperatura del desecante antes de regenerarlo, y por otro lado para condensar parte del vapor de agua .
- Etapa 2 – se realizará a través de un intercambiador de calor con el terreno

(geotermia), de forma que el suelo actúa como foco frío y se cede el calor al terreno, el vapor de agua a la entrada es condensado en agua que es recogido por un depósito.

5 **Sistema de generación fotovoltaica** – los sistemas que consumen energía eléctrica (electrónica de control, bombas y ventiladores) serán alimentados por una instalación de generación de energía eléctrica fotovoltaica para garantizar la autonomía del sistema global.

10 Aunque la finalidad de la invención propuesta coincide con las de patentes ya existentes, la técnica empleada tanto para la adsorción del agua como para la regeneración son diferentes. Por otro lado, el sistema propuesto pretende ser un sistema autónomo, para ello, las necesidades energéticas del proceso serán cubiertas por fuentes de energía renovables: solar térmica y solar fotovoltaica.

15

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Con la finalidad de completar la descripción de la invención que se presenta, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde
20 con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1 muestra el esquema general del sistema objeto de la presente invención, en este esquema se pueden observar los componentes principales que forman el sistema completo y los flujos de material que se dan en el proceso.

25 La figura 2 muestra el detalle del sistema de burbujeo, en esta figura se puede apreciar, por un lado, los deflectores para convertir la corriente de aire horizontal y vertical (de forma que se facilite un reparto homogéneo y se reduzca la pérdida de carga) y por otro lado, los orificios que permiten realizar el burbujeo del aire en el interior del reservorio de líquido desecante.

30

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

El sistema toma el aire exterior (1) y es impulsado a través de sistema de burbujeo 102 en el que se provoca el contacto entre el líquido desecante y el aire que se tiene que
35 secar. El sistema de burbujeo precisa de un ventilador (101) que impulse el aire a

través de los orificios que generarán las burbujas y vencerán la pérdida de carga debida a la presión capilar, la inercia del líquido al ser desplazado cuando se genera la burbuja y los esfuerzos viscosos. La figura 2 muestra el detalle del sistema de burbujeo, en esta figura se muestra el sistema de distribución de aire para convertir una corriente horizontal en una corriente vertical (201), y los orificios sobre la placa superior que provocan la generación de burbujas de aire en el interior del líquido desecante (202). Es durante esta parte del proceso en la que se produce la transferencia de masa de vapor de agua al líquido desecante, incrementando así el % de agua en la mezcla. Si el líquido desecante no se recirculara, llegaría un momento en el que se saturaría el desecante líquido y dejaría de retener vapor de agua del aire. Es necesario pues recircular la mezcla con la finalidad de mantener la capacidad de deshumectación en unos valores aceptables.

El líquido desecante es impulsado con la bomba 103 que toma el desecante líquido de la cámara en las condiciones 11 y lo impulsa a la primera etapa del sistema de condensación de agua (104). En esta etapa se produce el calentamiento de la mezcla desecante-agua desde las condiciones de salida de la bomba (12), este calentamiento hace que la cantidad de energía necesaria en el sistema de regeneración (105) sea menor. El sistema 105 es el que se encarga de separar de nuevo el agua del desecante, para ello es necesario aportar energía al sistema, para ello se utilizarán fuentes de energía renovables para alimentar el sistema de regeneración, la cantidad de energía necesaria se invertirá en incrementar la temperatura de la mezcla hasta la temperatura de evaporación del agua y en el propio proceso de evaporación. Los colectores solares de concentración permiten obtener temperaturas de operación entorno a los 100°C y permitirán reducir el tiempo de contacto para separar el agua del desecante en la corriente de entrada (13). El vapor de agua generado (21) será extraído por la parte superior para obtener el agua en el sistema de condensación (104 y 106).

Por otro lado, la bomba 108 tomará el líquido desecante de los colectores del sistema de regeneración (105) en las condiciones 14, y los impulsa a través de los sistemas de acondicionamiento de líquido desecante (109 y 110) para obtener un líquido desecante en las condiciones 17 (baja concentración de agua y a la temperatura próxima al ambiente). El objetivo del sistema de acondicionamiento de líquido desecante es reducir la temperatura del líquido desecante para que el proceso de adsorción en el sistema de burbujeo sea lo más eficiente posible. El sistema estará formado por dos

etapas:

- Etapa 1 (110) – se realizará a través de un intercambiador de calor desecante-aire en el que se hará circular la corriente de aire a la salida del sistema de burbujeo (2) para reducir la temperatura del líquido por un lado (15) y por otro para incrementar la temperatura del aire seco para que pueda ser utilizado en aplicaciones de secado como fuente de aire caliente y seco (3). El aire a la salida del deshumidificador será circulado a través de ventiladores axiales.
- Etapa 2 (109) - se realizará a través de un intercambiador de calor desecante-aire en el que se hará circular aire ambiente a través de un serpentín por el que circula el líquido desecante a la salida de la etapa 1 (15) para reducir la temperatura a un nivel próximo a la temperatura ambiente (16). El aire ambiente será circulado a través de ventiladores axiales.

Finalmente, el vapor de agua generado en el sistema de regeneración (21) debe ser condensado para generar agua. El proceso de condensación se realizará en dos etapas:

- Etapa 1 (104) - se realizará esta etapa a través de un intercambiador de carcasa-tubo en el que la mezcla agua y desecante a la salida del burbujeador (12) es utilizado como foco frío para, por un lado para incrementar la temperatura del desecante antes de regenerarlo (13), y por otro lado para condensar parte del vapor de agua (23).
- Etapa 2 (106) – se realizará a través de un intercambiador de calor con el terreno (geotermia), de forma que el suelo actúa como foco frío y se cede el calor al terreno, el vapor de agua a la entrada (22) es condensado en agua (24) que es recogido por un depósito (107).

Habrà también un sistema estándar de generación de energía eléctrica fotovoltaica compuesto por paneles solares, inversor y baterías para alimentar los siguientes equipos de consumo: bombas, ventiladores y sistema de control.

35

REIVINDICACIONES

1. Sistema autónomo compacto para la producción de agua a partir de la humedad del ambiente a través del uso de líquidos desecantes y fuentes de energías renovables que comprende las siguientes etapas:
- Sistema de impulsión de aire.
 - Sistema de burbujeo de aire en el seno de un líquido desecante.
 - Sistema de recirculación de líquido desecante.
 - Sistema de regeneración del líquido desecante basado en fuentes de energía renovables para la separación de agua del desecante.
 - Sistema de condensación para la producción de agua.
 - Sistema de acondicionamiento del líquido desecante.
 - Sistema de generación de energía eléctrica fotovoltaica.
2. Un procedimiento según reivindicaciones anteriores caracterizado por un sistema de burbujeo de aire en un baño de líquido desecante que permita llevar a cabo la transferencia de masa de la corriente de aire al desecante de una forma compacta y eficiente. El sistema de burbujeo (figura 2) esta formado por una serie de lamas para garantizar la distribución uniforme del aire en el baño de líquido (201), y una placa superior sobre la que se disponen una serie de agujeros que permitirán realizar el burbujeo (202), estos orificios permitirán producir burbujas de aire entorno a 1 mm de diámetro que viajan a través de un baño de líquido desecante y evitan que el líquido caiga a la bandeja inferior.
3. Un procedimiento según reivindicaciones anteriores caracterizado por el uso de un sistema de regeneración basado en colectores solares de tubos de vacío con contacto directo para que el proceso se produzca en un rango de temperaturas entorno a los 100°C.
4. Un procedimiento según reivindicaciones anteriores caracterizado por el uso de un sistema de condensación basado en dos etapas en el que la primera de ellas se realiza aprovechando la capacidad del líquido de refrigerante a la salida del burbujeador, y una segunda etapa que se basa en el intercambio con el suelo como foco frío (energía geotérmica).
5. Un procedimiento según reivindicaciones anteriores caracterizado por el aprovechamiento de la energía del desecante a la salida del regenerador para calentar el aire seco procedente del deshumectador para incrementar aún más

la temperatura del mismo. De forma que, el aire caliente y seco pueda ser aprovechado para aplicaciones de secado.

6. Un procedimiento según reivindicaciones anteriores caracterizado por un sistema de generación de energía fotovoltaica para alimentar ventiladores, bombas y electrónica de control para que el sistema pueda ser completamente autónomo y no precise de fuentes de energía adicionales.

5

10

15

20

25

30

35

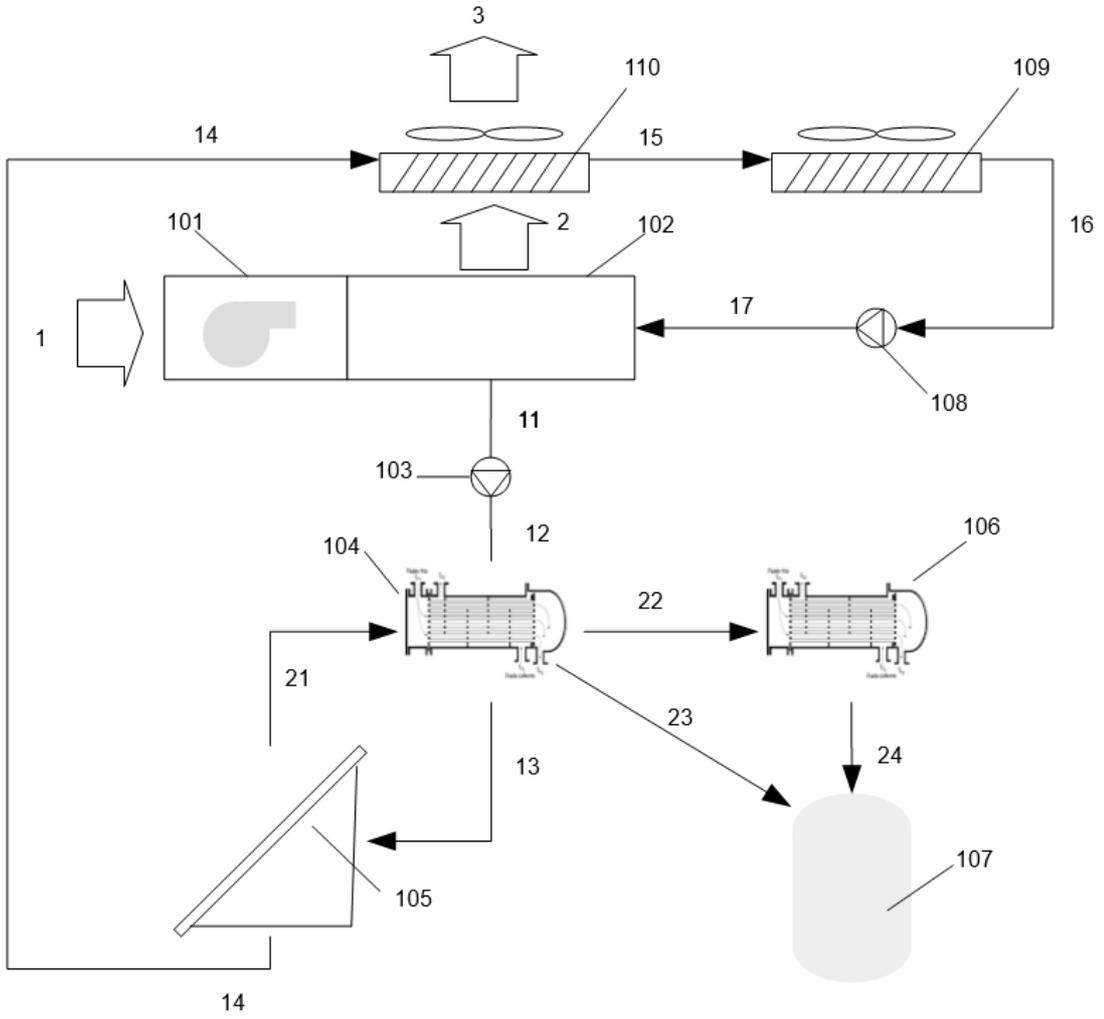


FIG 1.

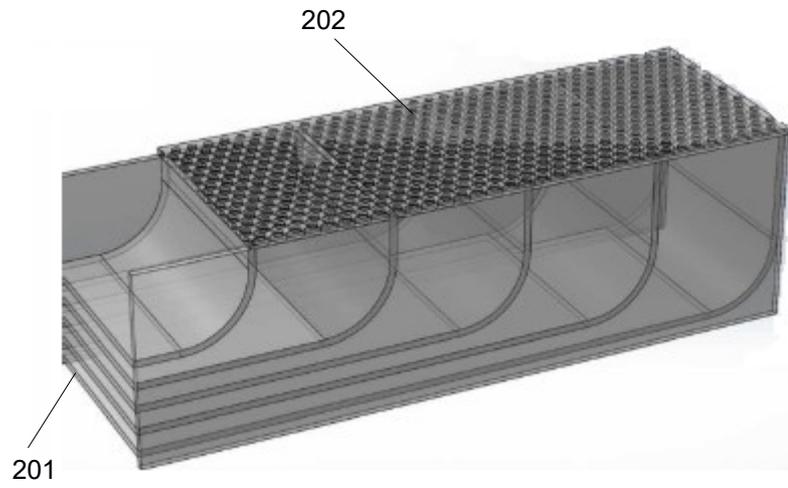


FIG
2



- ②① N.º solicitud: 201730901
②② Fecha de presentación de la solicitud: 06.07.2017
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **B01D53/28** (2006.01)
B01D53/26 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 2007101862 A1 (TONGUE STEPHEN) 10/05/2007, Todo el documento.	1, 3, 6
X	US 2004107832 A1 (TONGUE STEPHEN et al.) 10/06/2004, Todo el documento.	1, 3, 6
A	WO 2008018071 A2 (EWA TECH LTD et al.) 14/02/2008, Reivindicaciones; resumen; figuras.	1
A	US 2007175333 A1 (SHOEMAKER FRED W et al.) 02/08/2007, Reivindicaciones; resumen; figuras.	1
A	FR 2771653 A1 (NOUVELLES APPL TECH) 04/06/1999, Reivindicaciones; resumen; figuras.	1

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
19.10.2018

Examinador
R. Reyes Lizcano

Página
1/2

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

B01D

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

INVENES, EPODOC, WPI