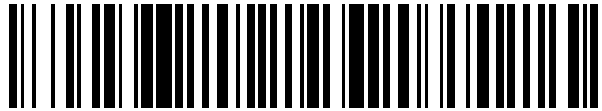


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 600 452**

21 Número de solicitud: 201630316

51 Int. Cl.:

G06Q 50/08 (2012.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

17.03.2016

43 Fecha de publicación de la solicitud:

09.02.2017

Fecha de concesión:

20.11.2017

45 Fecha de publicación de la concesión:

27.11.2017

73 Titular/es:

**AUSCULTIA, S.L. (100.0%)
C/ Cervantes, 32-1º B
06200 ALMENDRALEJO (Badajoz) ES**

72 Inventor/es:

**PEREZ DIAZ, José Antonio;
CABALLERO PEREZ-ALOE, Mª Paz y
MORENO CANSADO, Alberto**

74 Agente/Representante:

URÍZAR ANASAGASTI, Jesús María

54 Título: **Método y sistema de mantenimiento predictivo de edificios y estructuras.**

57 Resumen:

Método y sistema de mantenimiento predictivo de edificios y estructuras, que prevé la instalación de una serie de sensores (S1, S2, S3, ..., Sn) colocados en lugares estratégicos del edificio o de la estructura a controlar, en la cual o bien cada uno de los sensores está conectado mediante cableado a un nodo (NS) que está dotado de una antena de transmisión inalámbrica con un nodo central de comunicación (NC); o bien cada sensor (S1, S2) dispone de medios propios de comunicación inalámbrica y directamente transmite los datos recogidos a dicho nodo central de comunicaciones (NC); presentando cada nodo central una antena de salida que comunica los datos recibidos a un servidor (Serv) existente en un centro de datos (CD), al cual se conectan varios terminales de usuario (T1, T2, T3, ..., Tn) para controlar y gestionar su edificio, que incluye una herramienta informática de predicción (HP), que en función de parámetros físicos y químicos que se miden en los sensores estima el comportamiento y deterioro de la estructura o edificio en el futuro, mediante algoritmos (Alg) que correlacionan los parámetros físico-químicos con los procesos patológicos que se pueden dar en función del tiempo.

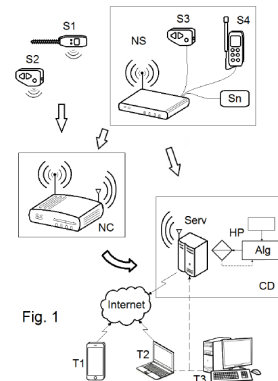


Fig. 1

ES 2 600 452 B1

DESCRIPCIÓN

Método y sistema de mantenimiento predictivo de edificios y estructuras.

5 Objeto de la invención

Como se afirmó en la reunión de Vataa, de la Comisión Europea, el patrimonio cultural es muy frágil. Los componentes físicos y tangibles de este patrimonio se ven amenazados por los demolidores estragos de las guerras y las catástrofes naturales o por los efectos, más silenciosos, de la contaminación, los insectos, las condiciones meteorológicas o los actos aislados de vandalismo. La conservación preventiva reduce estos riesgos y aminora el ritmo de deterioro de colecciones enteras y, por ello, es pieza fundamental de toda estrategia de conservación y un medio eficaz y económico de preservar la integridad del patrimonio cultural, reduciendo la necesidad de una intervención adicional sobre los objetos por separado.

Durante el desarrollo de la presente invención, se ha tenido presente esta resolución, si bien este proyecto ha ido más allá en la preservación del patrimonio cultural, incorporando relaciones predictivas en combinación con otras estrategias preventivas.

Antecedentes de la invención

Desde la resolución de la reunión de Vantaa de 2000 en España se puede observar un impulso institucional que se ha materializado a nivel legislativo, profesional y parcialmente organizativo, produciéndose los principales desarrollados en las instituciones museísticas, donde se desarrolla profesionalmente algún trabajo de conservación preventiva más elaborado gracias a la creación de departamentos con cometidos específicos en este ámbito. Pero además la aplicación del principio de conservación preventiva y predictiva no se puede restringir a la conservación de los bienes muebles de museos, archivos y bibliotecas, ya que la riqueza del patrimonio cultural español implica que una parte muy importante del mismo está constituida por bienes inmuebles, consistentes en edificios históricos con elementos singulares (pinturas murales, retablos...) y que contienen una cantidad importante de bienes muebles; monumentos; centros históricos; paisajes culturales; yacimientos

arqueológicos o cuevas con arte rupestre que no tienen recursos ni medios técnicos para desarrollar una estrategia de conservación preventiva.

5 En la actualidad existe una gran variedad de sensores y equipos que miden la mayoría de los parámetros físicos y químicos más interesantes desde el punto de vista de la conservación de un edificio o monumento. La mayoría de estos equipos están pensados para inspeccionar edificios donde se aprecian daños y lesiones y donde es necesario realizar un estudio para una intervención correctiva. También se pueden encontrar sistemas para el seguimiento de un edificio basados en la
10 colocación de sensores que pueden detectar vibraciones, cambios de longitud o de anchura de grietas y variables similares, y de transmitir la información de dichos sensores a través de un medio de comunicación; por ejemplo en el documento DE 29712838 se describe un sistema de esta naturaleza.

15 El documento WO 2003016852 se refiere a un aparato para monitorizar dinámicamente estructuras en tiempo real, que comprende un equipo sensor de aceleración, un sistema de adquisición de datos y cálculo, un sistema de suministro de energía y un sistema de comunicación para informar permanentemente sobre los cambios sucedidos en la estructura monitoreada. Dicho aparato, a través de la
20 medida de aceleración, deduce velocidades, desplazamientos y frecuencias de movimiento de la estructura para determinar el estado de la misma en todo momento. Adicionalmente, este aparato comprende un equipo receptor de comunicaciones y un equipo de almacenamiento, análisis y alarma con base en los datos enviados por este aparato formando un conjunto para el monitoreo
25 dinámico de estructuras, que provee una información en tiempo real sobre el estado de las estructuras monitoreadas.

Descripción de la invención

30 La presente invención prevé establecer un sistema de conservación predictiva y preventiva del patrimonio cultural, actuando de forma proporcionada sobre su conservación, en el momento adecuado y controlando en todo momento el estado de conservación de los bienes materiales. Se trata de actuar de forma predictiva, conociendo previamente las causas del deterioro que se produce, en contra de lo
35 que se hace actualmente, que es actuar de forma correctiva una vez que el daño es de importancia y representa un riesgo para las personas o para el propio bien, lo

que supone en la mayoría de los casos intervenciones de urgencia muy costosas en su análisis y su ejecución.

Otro de los aspectos destacables de la presente invención devienen de la imposibilidad práctica con las técnicas actuales de realizar un control efectivo del estado de conservación del importante número de bienes inmuebles, edificios históricos y otros monumentos que existen a nivel global, ya que esto requeriría en muchas ocasiones acceder a zonas elevadas con medios auxiliares, tomas de muestras en elementos protegidos, ensayos destructivos, y otras metodologías invasivas sobre el patrimonio, y que estos estudios se realicen de forma periódica y con personal y medios adecuados. Con el sistema de la invención se consigue registrar de forma continuada, mediante redes de sensores, los parámetros físico-químicos más interesantes para garantizar la preservación de los edificios históricos con valor cultural. Estos datos se transmiten desde los sensores de forma remota y se registran en un centro de datos, donde se analizan y se toman decisiones de intervención predictiva. Pero, en contraposición a la técnica empleada hasta la fecha, la presente invención se centra en obtener relaciones causa-efecto que faciliten la predicción de las alteraciones que se producen y desarrollar redes sensoriales adecuadas, que midan parámetros en continuo, para poder establecer programas de mantenimiento predictivo sobre el patrimonio monumental y edificatorio de nuestras ciudades.

El sistema permite establecer correlaciones entre parámetros medibles y daños, lesiones o alteraciones que se dan con frecuencia en el patrimonio. Y es a partir de estas correlaciones cuando el sistema predice cual va ser el estado del edificio en función del tiempo, las propias características del inmueble, del medioambiente que lo rodea y otros factores.

Otro elemento destacable es que con esta invención se pueden crear herramientas útiles para que la Administración pública y otros propietarios de inmuebles históricos, de forma que puedan disponer de un sistema de control y gestión en continuo del estado del edificio, estableciendo programas de mantenimiento predictivo-preventivo en función de los datos arrojados por las redes sensoriales.

En resumen, con la invención se pretende romper de manera disruptiva con la actual filosofía de tratamiento y conservación del patrimonio monumental en las

ciudades, centrando los esfuerzos en la predicción de los defectos que potencialmente pueden aparecer y dotando a los técnicos con herramientas de medición, visualización y análisis para predecir el comportamiento futuro del edificio o bien a conservar.

5

Descripción de las figuras

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de facilitar la comprensión de las características de la invención, se acompaña a la presente memoria descriptiva un juego de dibujos en los que, con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

10

La figura 1 muestra un diagrama de bloques funcionales de un sistema simplificado de seguimiento de edificios realizado de acuerdo a la presente invención.

15

La figura 2 representa un diagrama de bloques de la extensión de este sistema a un grupo de edificios.

20

La figura 3 muestra esquemáticamente las principales secuencias del método, entre las que se encuentra la aplicación de los algoritmos de predicción de cada proceso patológico al que puede estar sometido cada edificio en seguimiento.

Realización preferente de la invención

25

El sistema de mantenimiento predictivo de edificios y estructuras de la presente invención es capaz de correlacionar factores físicos y químicos a los que está expuesto el edificio con los daños y procesos patológicos que se pueden producir en el futuro a consecuencia de estos factores.

30

Este sistema consta de una red de sensores (S1, S2, S3, ..., Sn) colocados en lugares estratégicos del edificio histórico o de la estructura a controlar, que incluye: fisurómetros, clinómetros, termohigrometros, acelerómetros, tensómetros, medidores de PH, analizadores ambientales, etc., que miden ciertos factores físico-químicos del edificio y del ambiente que lo rodea. Estos datos son interpretados de

35

manera automatizada por el sistema para predecir cuál será el comportamiento del edificio en el futuro, anticipándose a daños y lesiones que se pueden producir.

Cada uno de los sensores (S1, S2, S3, ..., Sn), o bien está conectado mediante cableado a un nodo (NS) que está dotado de una antena de transmisión inalámbrica, preferentemente vía Wifi o Bluetooth con un nodo central de comunicación (NC); o bien dispone de medios propios de comunicación inalámbrica y directamente transmite los datos recogidos a dicho nodo central de comunicaciones (NC). Cada nodo de sensores (NS) es una placa electrónica adecuada para recibir e interpretar las medidas de los sensores y proporcionar el valor de la medida en su magnitud; esta placa incorpora un módulo de comunicación de forma inalámbrica hacia un nodo central (NC) para transmitir los valores medidos mediante Wifi, Bluetooth Low Energy, ZIGBEE, 4G, GPRS, SIGFOX, etc.

El citado nodo central de comunicaciones (NC) físicamente está constituido por un ordenador, Tablet, Raspberry, o un equipo de similares características, capaz de procesar los datos recibidos de los sensores y de transmitirlos a un centro de datos (CD), a efectos de lo cual está provisto por un lado de una antena de recepción de las señales de los distintos nodos (NS) o sensores (S1, S2) con tecnología propia adecuada para realizar la transmisión través de Wifi y por otro lado de una antena de salida que comunica los datos entre el nodo central de comunicación (NC) y el servidor (Serv) externo al edificio, mediante una comunicación Wifi o mediante GPRS o 4G si el edificio no cuenta con conexión a internet.

En una estructura alternativa, por ejemplo cuando el número de sensores es mínimo o están todos ellos concentrados en un único nodo de sensores (NS) es factible dotar a dicho nodo de medios de transmisión vía Wifi o mediante GPRS o 4G directamente con el centro de datos (CD), aglutinando en este caso el nodo de sensores (NS) las funciones del nodo central de comunicación (NC). También es factible en aquellos casos en los que se montan sensores dotados de un sistema de comunicación inalámbrica propia (en la figura 1 los sensores S1 y S2) eliminar el nodo de sensores (NS) y establecer directamente la comunicación entre los sensores con el nodo central de comunicaciones (NC).

El centro de datos (CD) incluye un servidor (Serv) donde se almacena y procesa la información transmitida por el nodo central (NC) de cada edificio en mantenimiento predictivo. A este servidor se conectan varios terminales de usuario (T1, T2, T3, ...)

Tn), Tablet, Smartphone, PC, etc., preferentemente a través de Internet de forma que los usuarios pueden controlar el estado de su edificio o estructura desde cualquier parte del mundo con conexión a internet y recibir avisos o señales de emergencia. Esta conexión se efectúa preferentemente a través de una aplicación web por medio de la cual el usuario tiene acceso al control y gestión de su edificio y a la base de datos, permitiéndole configurar su red de sensores, su sistema de alerta, periodicidad de la medida, visualizar los datos de los sensores en tablas o gráficas, analizar el modelo 3D de su edificio y conocer el comportamiento futuro de su edificio a partir del módulo de predicción. Este software está alojado en plataforma web para su acceso desde cualquier parte del mundo con conexión a Internet, para Tablet, Smartphone, PC, etc.

Así mismo en el servidor (Serv) existente en el centro de datos (CD) se implementa una herramienta informática de predicción (HP), que en función de parámetros físicos y químicos que miden los sensores es capaz de estimar como se va a comportar y deteriorar la estructura o edificio en el futuro. Esto se hace mediante algoritmos (Alg) que correlacionan los parámetros físico-químicos medidos con los procesos patológicos que se pueden dar en función del tiempo, de la tipología edificatoria o estructural, materiales empleados, geometría, estado actual de deterioro etc. Estos algoritmos de correlación se introducen en el software y también el sistema de alerta y de gestión predictiva de edificios para los usuarios.

Todos los datos recibidos por el servidor (Serv) se ordenan y almacenan en una base de datos. Igualmente, los resultados de los estudios previos se ordenan y se introducen en la misma base de datos del edificio controlado.

El método de mantenimiento predictivo de edificios y estructuras requiere de una fase previa de implantación en la cual:

- se instala la red de sensores (S1, S2, S3, ..., Sn) colocados en lugares estratégicos del edificio o de la estructura a controlar, se instala la red de nodos de sensores (NS), de nodos centrales de comunicaciones (NC), así como el centro de datos (CD) y en el servidor (Serv) las herramientas informáticas predictivas (HP) y de acceso a los usuarios; y
- se efectúa un estudio de cada edificio para establecer las correlaciones y los algoritmos de predicción, ya que cada edificio y proceso patológico tiene su propio algoritmo, que se calcula para cada caso concreto utilizando los

conocimientos científicos y técnicos que se conocen para cada proceso patológico, ya que estos obedecen a leyes físico-químicas concretas y conocidas. Este algoritmo se introduce en el software de control y es el encargado de evaluar en continuo cual es la velocidad de avance del deterioro, si el proceso es estable o si puede estimarse una evolución negativa, si la estructura está en riesgo de inestabilidad, o si el proceso puede producir un daño irreversible, significativo y costoso en el futuro si no se toman medidas.

10 Este algoritmo (Alg) dispone de un módulo de comunicación con el usuario, que le transmite informes, avisos, alertas y programas de mantenimiento predictivo con evaluaciones técnico-económicas de los resultados.

Una vez implantado el sistema, el método de evaluación y cuantificación del daño se basa en aplicar el algoritmo de predicción de cada edificio sobre los datos variables (V) medidos por el nodo central de comunicación (NC) que a recibido de las medidas tomadas por los sensores y sobre una serie de valores constantes (C), que principalmente son datos recogidos en el estudio previo efectuado en el edificio o estructura, como pueden ser las características del terreno, geometría, daños iniciales, características de los materiales, etc. Este algoritmo calcula la predicción (A_m) en el tiempo (t) del proceso patológico observado, que puede ser un valor, una tendencia, una velocidad de deterioro, un grado escalable de inestabilidad, un ratio de seguridad, etc., en función del número (m) de procesos patológicos a controlar, del número de constantes (i) que influyen en el proceso patológico a controlar, y del número de variables (j) que influyen en el proceso patológico a controlar; en términos generales la fórmula es la siguiente:

$$A_m = F (C_1, C_2, C_3, \dots C_i ; V_1, V_2, V_3, \dots V_j) \times Ka_m$$

30 Al resultado de este algoritmo (A_m) se le aplica un factor de ajuste de la correlación (Ka), que compara el valor teórico que da el algoritmo con un valor real medido, que es objeto de un proceso de realimentación en las primeras etapas de medida para garantizar un ajuste próximo al valor 1.

35 Finalmente, la evaluación y cuantificación del daño se efectúa comparando el valor de A_m , una vez ajustado, con los valores umbrales e indicadores de riesgo,

5 permitiendo establecer y medir las relaciones existentes entre los factores (causas) y los efectos (alteraciones) que se producen en el edificio o estructura en mantenimiento, a partir del registro de los parámetros que miden los sensores, su estudio y análisis, determinando además los mecanismos físicos y químicos que se están produciendo entre estos factores y sus efectos sobre el estado de conservación del patrimonio.

10 Para cada factor de agresión se establece una escala de daño potencial que puede producir en elementos o edificios en función del nivel de exposición que se detecte y de las características intrínsecas del edificio. La escala de daños se establece en función del deterioro irreversible que produzca sobre los elementos y el grado en el que acelera el deterioro de los bienes.

15 En contraposición con lo que se hace actualmente, que es actuar de forma correctiva, la presente invención se centra en obtener relaciones causa-efecto que faciliten la predicción de las alteraciones que se producen y desarrollar redes sensoriales adecuadas, que midan parámetros en continuo, para poder establecer programas de mantenimiento predictivo sobre el patrimonio monumental y edificatorio de nuestras ciudades.

20

Ejemplo de aplicación de la invención para un número “m” de procesos patológicos diferentes

25 Se aplica el método mantenimiento de mantenimiento predictivo a una iglesia del siglo XV compuesta con muros de mampostería, bóvedas y contrafuertes, con muros de contención para un semisótano en zona de la capilla. Se encuentra ubicada en un terreno con arcillas expansivas y se ha empleado un mortero con alto contenido en sales. Existen además zonas de ladrillo cerámico en varias de las fachadas. Para ello se van a medir las siguientes variables, mediante los correspondientes sensores:

30

- 1) Temperatura y humedad exterior (termohigrómetros, etc.).
- 2) Temperatura y humedad interior (termohigrómetros, etc.).
- 3) Temperatura de paredes de fachada (sondas y medidores de contacto).
- 35 4) Humedad en el terreno (sondas, piezómetros, etc.).
- 5) Humedad en muros (sondas, etc.).

- 6) Precipitaciones (pluviómetros).
- 7) Apertura y cierre de fisuras existentes (fisurómetros).
- 8) Detectores de presencia.
- 9) Inclinación de muros y contrafuertes (clinómetros, medidor desplazamiento, etc.).
- 10) Contaminación atmosférica (partículas en suspensión (PM10 y PM2,5), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO y NO₂), monóxido de carbono (CO), benceno (C₆H₆) y ozono (O₃)).
- 11) Vibraciones al paso de vehículos.
- 12) Velocidad del viento (Anemómetros).

Con ayuda de estas variables se pueden estudiar los siguientes procesos patológicos:

15 A) Movimientos de la cimentación

Se producen movimientos en la cimentación como consecuencia de cambios de humedad significativos de la capa activa de arcillas expansivas. Para predecir el comportamiento de la cimentación, se deberá calcular la presión de hinchamiento de las arcillas, el porcentaje de estas en el terreno y los cambios de humedad que se producen a cota de cimentación como consecuencia de las precipitaciones y de la climatología. Esta patología suele producir fisuras en los muros que van aumentando en cada ciclo estacional. Se puede predecir la pérdida de rigidez de los muros a futuro estimando el aumento de fisuración que se produce en cada ciclo estacional. Para ello se emplean las variables (1) y (4).

25

B) Desplomes de muro en semisótano

Se producen desplomes de muros en semisótano, por la acción de cargas horizontales, aumento de cargas, disminución de la rigidez de muros por fisuración, movimientos de la cimentación, humedad en muros, pérdidas de masa de muros, etc. Los sensores de humedad y el control de las fisuras del muro nos proporcionan datos de cómo varía la rigidez del muro para soportar las acciones horizontales sobre este. Los muros pueden perder masa (lo que les hace perder rigidez), como consecuencia de la contaminación atmosférica y ciertas alteraciones biológicas. Se emplean las variables (4), (6) y (9).

35

C) Desplomes de muros de fachada y contrafuertes.

Se producen desplomes de muros de fachada y contrafuertes, por la acción de cargas horizontales, como viento, aumento de cargas en las bóvedas como consecuencia de desechos de palomas, disminución de la rigidez de muros por fisuración, movimientos de la cimentación, humedad en muros, pérdidas de masa de muros, etc. Los sensores de humedad y el control de las fisuras del muro nos proporcionan datos de cómo varía la rigidez del muro para soportar las acciones horizontales sobre este, principalmente de viento y sobrecarga de las bóvedas. El nivel de seguridad irá variando en función de cómo lo hagan las acciones horizontales en relación a la disminución de capacidad resistente del muro. Los muros pueden perder masa (lo que les hace perder rigidez), como consecuencia de la contaminación atmosférica y ciertas alteraciones biológicas. Se emplean las variables (1), (5), (7), (9), (10) y (12).

D) Eflorescencias en muros.

Las eflorescencias son una forma de alteración que consiste en la cristalización de sales de diversa naturaleza en la superficie de las fábricas, debido a fenómenos de migración y evaporación de agua conteniendo sales solubles. Tienen una relación directa con la exposición a la lluvia de las fachadas y las condiciones climáticas. Se emplean las variables (1) y (12).

E) Arenización, erosión, pulverización, alveolización de las fachadas.

Pueden producirse por la cristalización de sales en los poros de los materiales transportados por el agua. Las presiones ejercidas por la cristalización de las sales solubles en el interior de los poros o microporos de la piedra, ladrillo y mortero pueden originar la desintegración de la estructura del material que las contiene, sobre todo en aquellos materiales con mayor abundancia de microporos, dando lugar a diferentes formas de deterioro físico-químico (especialmente alveolización y arenización). Se emplean las variables (1), (2), (3), (5), (6) y (10).

F) Fisuración de fachadas por acción del hielo.

La transformación parcial o total en hielo, del agua contenida en el interior de los poros y fisuras de los materiales (piedra, ladrillos y morteros), supone un incremento de volumen que genera tensiones internas, que a su vez provocan nuevas fisuras que finalmente conducen en repetidos ciclos de hielo-deshielo, a la exfoliación, fisuración y eventual rotura del material. Se puede estimar la pérdida de

material en el tiempo en función de las condiciones climatológicas y de exposición ambiental de la fachada. Se emplean las variables (1), (2), (3), (5), (6) y (10).

G) Alteraciones biológicas.

- 5 Entre los agentes bióticos de mayor incidencia destacan: las bacterias, algas, hongos, líquenes, musgos, plantas superiores y animales. El deterioro que producen en las fábricas de piedra, es tanto físico (fracturas y disgregación), como químico. Los microorganismos (bacterias y hongos), producen ácidos orgánicos. La penetración de las raíces de plantas y árboles a través de fisuras y puntos débiles
10 da como resultado fuerzas de expansión que incrementan la fisuración y el deterioro. Los excrementos de palomas, por ejemplo, contienen ácido bórico, entre otros tipos de ácido, que puede reaccionar con los carbonatos del soporte. Estos organismos necesitan una determinada temperatura y humedad para su crecimiento y desarrollo, por lo que se pueden establecer zonas más propensas a
15 su aparición e impacto. Se emplean las variables (1), (2), (3), (5), (6) y (10).

Seguidamente, del ejemplo anterior, vamos a determinar un primer valor para la predicción (A_m) en el proceso patológico de un muro que recibe acciones horizontales de empujes de tierras.

20

- Son muchos los muros que sufren inestabilidad al vuelco a lo largo del tiempo como consecuencia de acciones horizontales variables, que sufren derivadas principalmente de empujes del terreno. Este proceso suele manifestarse mediante desplomes del fuste del muro y la aparición de grietas. Esta patología se da con
25 mucha frecuencia en murallas, iglesias, y edificaciones antiguas, cuando no existía el hormigón armado. También es frecuente en estructuras de hormigón armado, por los mismos motivos mencionados.

Las constantes que intervienen en este proceso son las siguientes:

30

- H: Altura del muro.
- Z: Dimensiones de la cimentación.
- E: Módulo de elasticidad del material constituyente del muro.
- I: Momento de inercia de la sección transversal.
- φ : Ángulo de rozamiento interno del terreno.

35

- γ_s : Densidad seca del material del terreno.
- α : Ángulo del paramento del muro con la horizontal.

- δ : Ángulo de rozamiento muro-terreno.
- β : Ángulo del talud del terreno.
- C_S : Coeficiente de seguridad a vuelco > 1

5 Por su parte, las variables que intervienen en el proceso son las siguientes:

- γ_a : Densidad aparente del material del terreno (depende de la humedad)
- c : Cohesión del terreno (depende de la humedad)
- $h\%$: Humedad que contiene el terreno. Sensor de medida (capacitivos, piezómetros, etc.)
- 10 - D : Desplome del muro. Sensor de medida (Clinómetros, medidores desplazamiento, etc.).
- D_P : Desplome permanente, que se mantiene una vez retirada la carga que lo ha producido.
- L_m : Litros por metro cuadrado en el terreno. Sensor de medida
- 15 (Pluviómetro, etc.).

El algoritmo que interviene en este proceso de cálculo de empujes es el siguiente:

El empuje activo se resuelve aplicando la teoría de Coulomb. Los valores de la presión horizontal y vertical en un punto del trasdós situado a una profundidad z se

20 calculan como:

$$P_h = \gamma_a \cdot Z \cdot \lambda_h - 2 \cdot c \sqrt{\lambda_h} \cdot \cos \delta ; P_v = \gamma_a \cdot Z \cdot \lambda_v$$

Siendo,

$$\lambda_h = \frac{\text{sen}^2(\alpha + \varphi)}{\text{sen}^2 \alpha \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\varphi + \delta) \text{sen}(\varphi - \beta)}{\text{sen}(\alpha - \delta) \text{sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$\lambda_v = \lambda_h \cot g(\alpha - \delta)$$

z : profundidad del terreno

φ : Ángulo de rozamiento interno del terreno.

α : Ángulo del paramento del muro con la horizontal.

25 δ : Ángulo de rozamiento muro-terreno.

β : Ángulo del talud del terreno.

La deformada elástica en cabeza de muro (flecha) y el giro que producirá el estado de cargas anterior es:

$$F = \frac{P_h(Z = H) \cdot H^4}{30 \cdot E \cdot I}$$

$$\theta = \frac{P_h(Z = H) \cdot H^3}{24 \cdot E \cdot I}$$

Siendo,

5 F: Deformada elástica teórica en cabeza de muro, para la presión del terreno.

θ : Angulo teórico girado para la presión del terreno.

En las fórmulas anteriores, existen 2 valores que varían en función de la humedad en el terreno, estos son la densidad aparente y la cohesión del material:

$$\gamma_a = f(h\%)$$

$$c = f(h\%)$$

10 Estas 2 funciones dependen de la humedad del terreno y son determinantes para conocer cual está siendo el empuje real del terreno en cada instante, por lo que inicialmente se introducirán en el sistema mediante un ajuste de correlación con la humedad, utilizando valores obtenidos mediante ensayos desde el 0% de humedad hasta terreno saturado (Al menos 3 ensayos).

15 En el momento de poner el sistema a funcionar, los sensores comenzarán a registrar valores de precipitaciones, humedad del terreno, deformada y giro del muro. Estos valores se compararán continuamente con la deformada elástica teórica (F) y el ángulo de giro (θ), y en función de esta comparación el sistema decide entre varias alternativas:

20 1) La deformada y giro registrados por los sensores son de valores próximos a la teórica (F, θ) para los distintos niveles de humedad registrados. La estructura está comportándose en régimen elástico, deformándose proporcionalmente a los empujes, que varían en función de la humedad como hemos comentado anteriormente. No se ha iniciado el proceso de inestabilidad por vuelco.

2) La deformada y giro registrados por los sensores son valores muy diferentes a los teóricos (F, θ) para los distintos niveles de humedad registrados. En este caso, pueden ocurrir 2 cosas:

5 i. El modelo teórico no se ajusta a la realidad. Se comprobará que sigue un modelo elástico diferente, comparando pares de datos humedad-deformada registrados en instantes diferentes. Si en diferentes instantes las deformadas registradas de un mismo nivel de humedad del terreno son iguales entre sí, el modelo sigue un comportamiento elástico diferente al
10 teórico.

Se creará un modelo teórico mediante ajuste de correlación entre la humedad registrada (h%) y la deformación medida (D).

15 ii. Se producen deformaciones (D) mayores en instantes posteriores para los mismos niveles de humedad. Esto es debido a que el muro ha girado para un determinado nivel de humedad (como hemos visto el empuje es función de la humedad del terreno) y se ha producido una deformación permanente (D permanente), aunque posteriormente puede volver a comportarse siguiendo un modelo elástico. En este caso, el sistema avisa al usuario para que tome medidas y compara el desplome permanente con
20 el desplome máximo permitido ⁽¹⁾ y vuelve a calcular el ajuste por correlación entre la humedad registrada (h%) y la deformación medida (D), teniendo en cuenta la deformación permanente registrada. Si se siguen produciendo nuevas deformaciones permanentes, el sistema sigue actuando, ajustando el modelo de forma iterativa, hasta que la
25 deformación medida por el sensor (D), alcanza el valor del desplome máximo permitido y emite un aviso de emergencia al usuario para que tome medidas urgentes.

El desplome máximo permanente es definido por el usuario, y puede ser un valor
30 máximo de D_P o un factor de velocidad $\frac{\Delta D_P}{\Delta t}$. Se establece en función de la importancia de la construcción y del nivel de seguridad que se desee alcanzar.

Entre las ventajas que se obtienen con este sistema cabe destacar que permite controlar la deformación del muro en todo momento, comprobando el
35 comportamiento elástico. En el caso de producirse deformaciones permanentes, se puede actuar sobre las causas que las han producido (falta de mantenimiento de

mechinales, entrada de agua en el trasdós, nuevas sobrecargas que requieren refuerzos, etc.). El sistema ha registrado los valores de humedad para los que se han producido deformaciones permanentes, por lo que estas medidas deben ir encaminadas a garantizar niveles de humedad admisibles. Permite comprobar la

5 bondad de las correcciones que se practiquen en el muro para garantizar la estabilidad a vuelco (eliminación de las causas de entrada de agua, drenajes, mantenimiento, etc.), pues el sistema se vuelva a ajustar una vez retornado al comportamiento elástico.

10 La predicción (A_m) en este caso de estudio, es el valor de D que se producirá a futuro en función de la frecuencia del nivel de precipitación (L_m), que produce a su vez un nivel de humedad ($h\%$) en el terreno, que afecta a los empujes. Estos empujes pueden producir deformaciones elásticas o deformaciones permanentes, en función de esta humedad. El sistema ha ido registrando los valores de

15 deformación permanente que se produce para distintos estados de humedad, por lo que puede estimar el desplome, elástico y permanente, que se produce en un instante t del tiempo teniendo en cuenta la predicción meteorológica por estaciones.

20

REIVINDICACIONES

1.- Método de mantenimiento predictivo de edificios y estructuras, que requiere de una fase de implantación en la cual se instala una red de sensores (S1, S2, S3, ..., Sn) colocados en lugares estratégicos del edificio o de la estructura a controlar, también se instala los elementos de comunicaciones necesarios (NS, NC) para transmitir los registros de dichos sensores a un centro de datos (CD), en el que se dispone de al menos un servidor (Serv) que incorpora una aplicación de acceso a los usuarios y unas herramientas informáticas de cálculo, comprendiendo este método una fase previa en la que se efectúa un estudio de cada edificio en la que se establecen las correlaciones y los algoritmos de predicción y se miden los valores de ciertas constantes en relación al terreno, geometría, daños iniciales, tipo de los materiales, u otras características propias de cada caso concreto, y se introduce este algoritmo en el software de control; **caracterizado** por que la fase de evaluación y cuantificación del daño se basa en aplicar el algoritmo de predicción de cada edificio sobre los datos variables (V) medidos por la red de sensores (S1, S2, S3, ..., Sn) y sobre una serie de valores constantes (C) que se han determinado en la fase previa efectuada en el edificio o estructura para el que se trata, a fin de determinar un primer valor para la predicción (A_m) en el tiempo del proceso patológico observado: $A_m = F (C_1, C_2, C_3, \dots C_i ; V_1, V_2, V_3, \dots V_j) \times Ka_m$, que es función del número (m) de procesos patológicos a controlar, del número de constantes (i) que influyen en el proceso patológico a controlar y del número de variables (j) que influyen en el proceso patológico a controlar; a cuyo valor se le aplica un factor de ajuste de la correlación (Ka) que compara el valor teórico que proporciona el algoritmo con un valor real medido, que es objeto de un proceso de realimentación en las primeras etapas de medida para garantizar un ajuste próximo al valor 1; y finalmente se compara el valor de resultado de aplicar el algoritmo una vez ajustado, con los valores umbrales e indicadores de riesgo, para establecer y medir las relaciones existentes entre los factores (causas) y los efectos (alteraciones) que se producen en el edificio o estructura en mantenimiento, a partir del registro de los parámetros que miden los sensores (S1, S2, S3, ..., Sn).

2.- Método, según la reivindicación anterior, **caracterizado** por que para cada factor de agresión se establece una escala de daño potencial que puede producir en elementos o edificios en función del nivel de exposición que se detecte y de las características intrínsecas del edificio, estableciéndose dicha escala de daños en

función del deterioro irreversible que produzca sobre los elementos y el grado en el que acelera el deterioro del edificio o estructura en mantenimiento.

3.- Sistema de mantenimiento predictivo de edificios y estructuras, que prevé la
5 instalación de una serie de sensores (S1, S2, S3, ..., Sn) colocados en lugares
estratégicos del edificio o de la estructura a controlar, así como de una serie de
dispositivos de comunicaciones necesarios para transmitir los registros de dichos
sensores a un centro de datos en el que se dispone de al menos un servidor (Serv)
que incorpora una aplicación de acceso a los usuarios de dichos datos y
10 opcionalmente una herramienta informática de cálculo, **caracterizado** por que
comprende:

- una serie de sensores (S1, S2, S3, ..., Sn) colocados en lugares
estratégicos del edificio o de la estructura a controlar, formada por
fisurómetros, clinómetros, termohigrometros, acelerómetros, tensómetros,
15 medidores de PH, analizadores ambientales, o aparatos similares que miden
factores físico-químicos del edificio y del ambiente que lo rodea; en la cual o
bien cada uno de los sensores (S3, S4, ...) está conectado mediante
cableado a un nodo (NS) que está dotado de una antena de transmisión
inalámbrica con un nodo central de comunicación (NC); o bien cada sensor
20 (S1, S2) dispone de medios propios de comunicación inalámbrica y
directamente transmite los datos recogidos a dicho nodo central de
comunicaciones (NC);
- un nodo central de comunicaciones (NC) constituido por un equipo capaz de
procesar los datos recibidos de los sensores y de transmitirlos a un centro
de datos (CD), a efectos de lo cual está provisto por un lado de una antena
de recepción de las señales de los distintos nodos (NS) o sensores (S1, S2)
y por otro lado de una antena de salida que comunica los datos entre este
nodo central de comunicación (NC) y un servidor (Serv) existente en dicho
centro de datos (CD);
- 30 - un centro de datos (CD) que incluye al menos un servidor (Serv) donde se
almacena y procesa la información transmitida por el nodo central (NC) de
cada edificio en mantenimiento predictivo, al cual se conectan varios
terminales de usuario (T1, T2, T3, ..., Tn), preferentemente a través de
Internet, a fin de controlar y gestionar su edificio, así como una herramienta
35 informática de predicción (HP), que en función de parámetros físicos y
químicos que mide la red de sensores (S1, S2, S3, ..., Sn) estima el

comportamiento y deterioro de la estructura o edificio en el futuro, mediante algoritmos (Alg) que correlacionan los parámetros físico-químicos medidos con los procesos patológicos que se pueden dar en función del tiempo

- 5 4.- Sistema, según la reivindicación 3, **caracterizado** por que cada nodo de sensores (NS) es una placa electrónica adecuada para recibir e interpretar las medidas de los sensores (S3, ..., Sn) y proporcionar el valor de la medida en su magnitud, que incorpora un módulo de comunicación de forma inalámbrica hacia un nodo central (NC).
- 10 5.- Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones 3 o 4, **caracterizado** por que incluye una base de datos en la que todos los datos recibidos por el servidor (Serv) se ordenan y almacenan, conjuntamente con los resultados de los estudios previos del edificio controlado.
- 15 6.- Sistema, según cualquiera de las reivindicaciones 3 o 5, **caracterizado** por que en una estructura alternativa el nodo de sensores (NS) está dotado de medios de transmisión directamente con el centro de datos (CD), aglutinando en este caso las funciones de comunicación del nodo central de comunicación (NC) con el centro
- 20 de datos (CD).

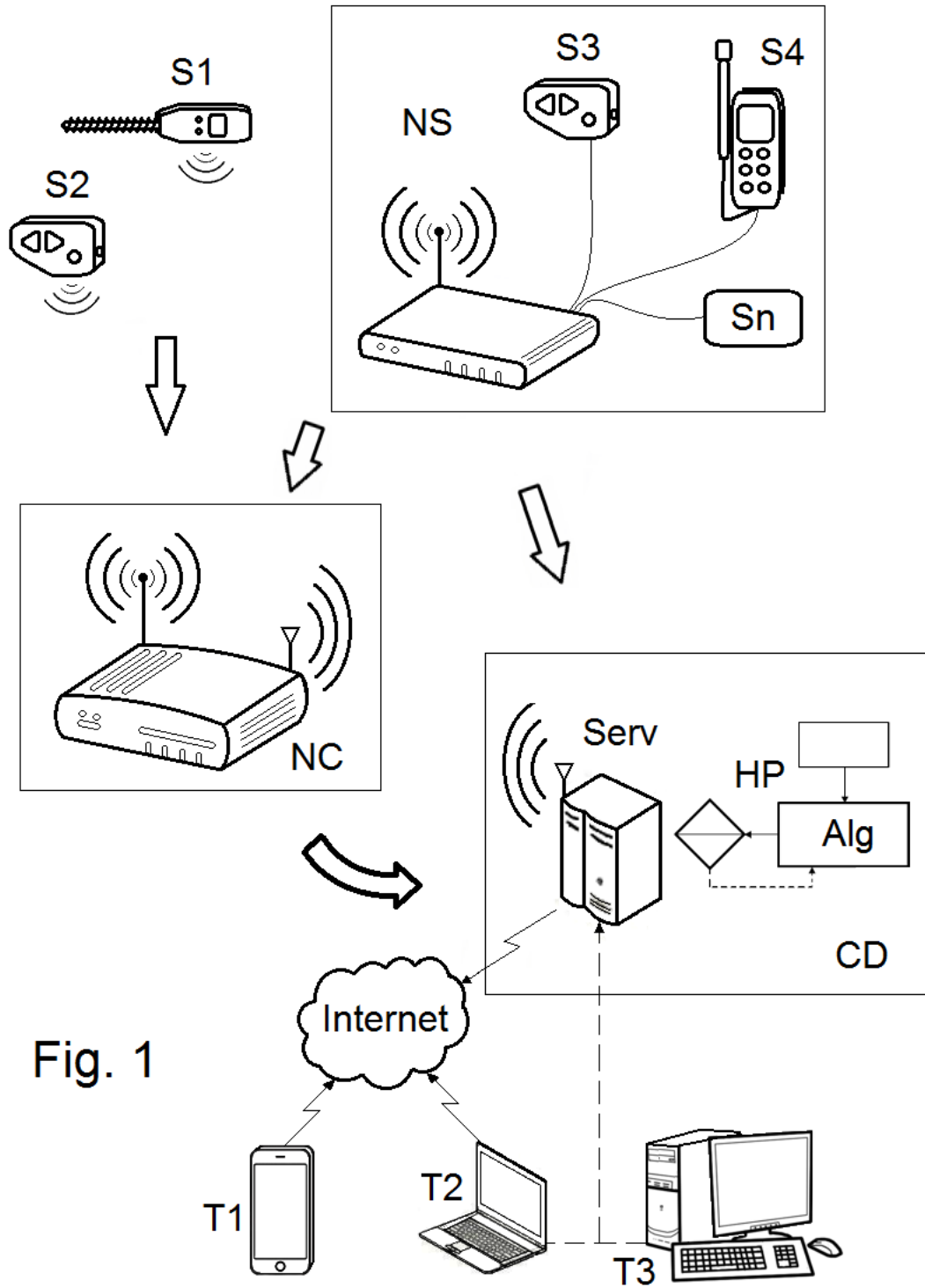


Fig. 1

Fig. 2

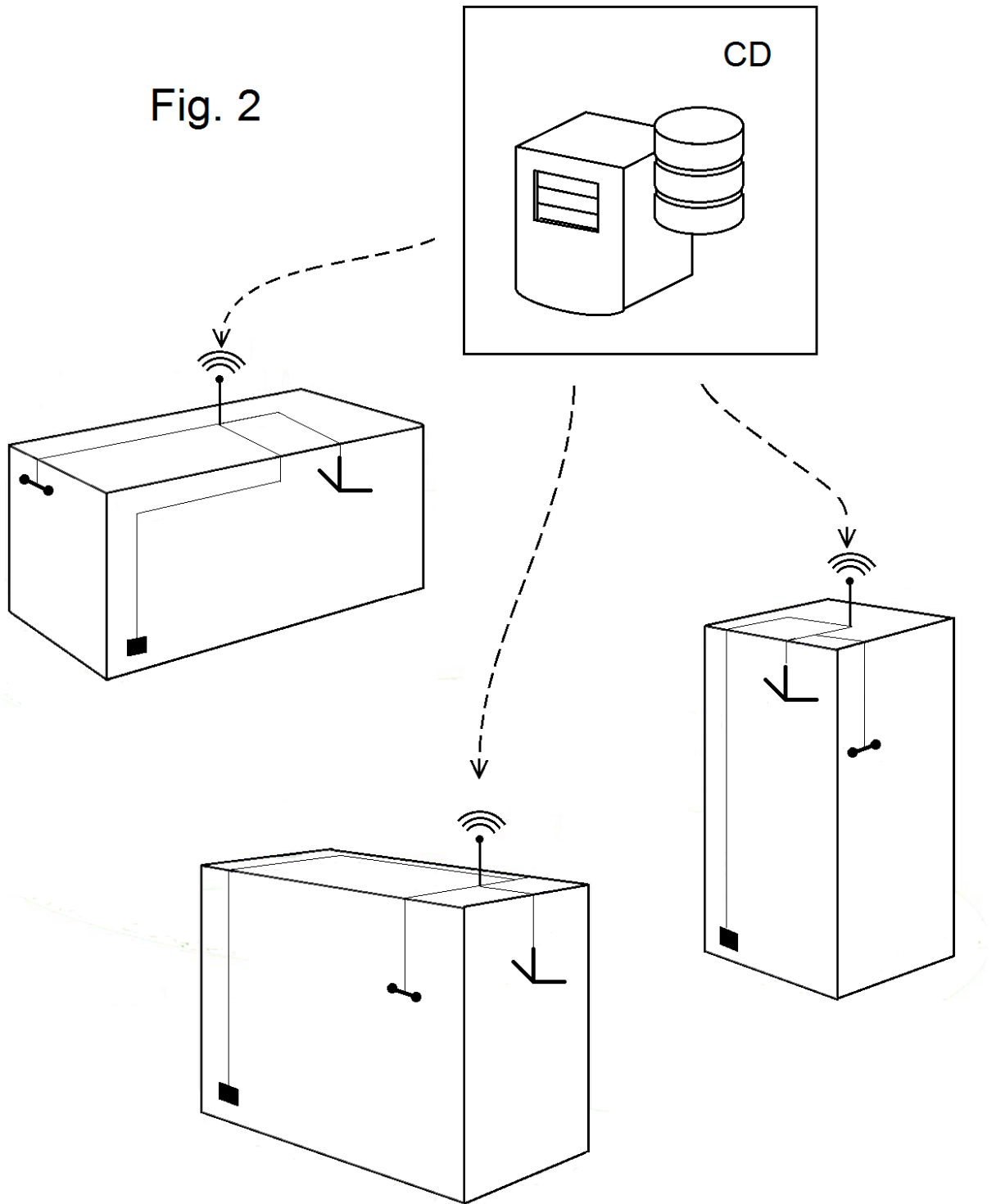
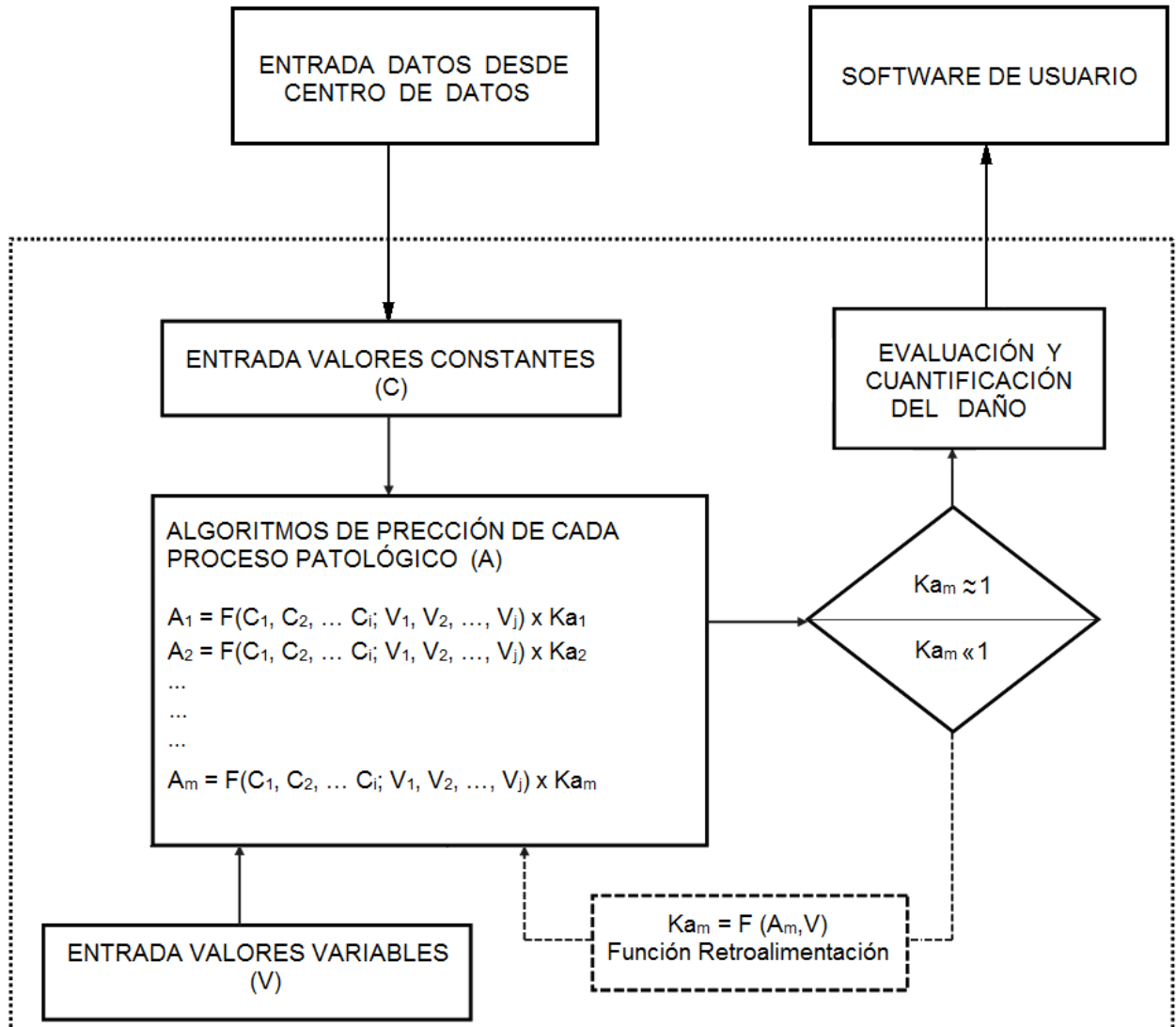


Fig. 3





- ②① N.º solicitud: 201630316
 ②② Fecha de presentación de la solicitud: 17.03.2016
 ③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **G06Q50/08** (2012.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 2014361888 A1 (HUANG JUNG-TANG et al.) 11/12/2014, resumen; párrafos [7 - 14]; párrafos [22 - 70]; figuras 1 - 10.	1-6
X A	RUBIO, A. Una aplicación extremeña que predice daños en edificios. HOY (Extremadura), 12 de febrero de 2016 [en línea], [recuperado el 2017-01-30]. Recuperado de <http://www.hoy.es/extremadura/201601/27/aplicacion-extremena-predice-danos-20160127111920.html?ns_campaign=WC_MS&ns_source=BT&ns_linkname=Scroll&ns_fee=0&ns_mchannel=FB>	3-6 1-2
A	US 2010169251 A1 (COLE et al.) 01/07/2010, resumen; párrafos [1 - 59]; párrafos [69 - 129]; figuras 1 - 3.	1-6
A	US 2012123981 A1 (GRAVES et al.) 17/05/2012, resumen; párrafos [6 - 18]; párrafos [37 - 41]; párrafos [8 - 178]; figuras 1 - 8.	1-6

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
31.01.2017

Examinador
A. Figuera González

Página
1/8

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

G06Q, G06F, G08B

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, TXTE, Internet

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 31.01.2017

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1,2, 4-6	SI
	Reivindicaciones 3	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-6	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	US 2014361888 A1 (HUANG JUNG-TANG et al.)	11.12.2014
D02	RUBIO, A. Una aplicación extremeña que predice daños en edificios. HOY (Extremadura)	12.02.2016

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**REIVINDICACIÓN 1**

Se considera que el documento D01 es el documento del estado de la técnica más próximo al objeto de la reivindicación 1.

En el documento D01 se describen dispositivos sensores inalámbricos con lámparas de LEDs alimentadas por energía solar para la monitorización de puentes, edificios o estructuras en tiempo real. Estos sensores se integran en un sistema que proporciona información para monitorización de la seguridad de dichas estructuras. Véase D01, resumen.

El sistema de D01 permite enviar un mensaje de aviso cuando los datos monitorizados exceden un umbral de forma que se pueda prohibir el uso de la estructura para evitar accidentes o se pueda reforzarla para prolongar su vida útil o disminuir los costes de mantenimiento. La determinación de si hay un problema de seguridad se puede realizar simulando el puente en su totalidad para evaluar un rango de seguridad para cada nodo influenciado por el viento, temblores de tierra, el paso de vehículos pesados, etc... Véase D01, párrafo 7.

Se considera que el sistema de D01 es por lo tanto un sistema de mantenimiento predictivo de puentes, edificios o estructuras y que las etapas relacionadas con el despliegue y la operación del sistema de D01 se corresponden con un método de mantenimiento predictivo de puentes, edificios o estructuras.

A continuación se reproduce en cursiva la reivindicación 1 indicándose entre paréntesis y subrayadas las expresiones utilizadas para designar los elementos correspondientes en D01.

Método de mantenimiento predictivo de edificios y estructuras, que requiere de una fase de implantación en la cual se instala una red de sensores (S1, S2, S3, ..., Sn) colocados en lugares estratégicos del edificio o de la estructura a controlar, también se instala los elementos de comunicaciones necesarios (NS, NC) para transmitir los registros de dichos sensores a un centro de datos (DC), en el que se dispone de al menos un servidor (Serv) (En un modo de realización de D01 se colocan una serie de sensores inalámbricos A01 a A09 en un puente A20 y unos pilares A21, A22 y A23. También se colocan unas estaciones repetidoras A11 y A12 en los extremos del puente para comunicarse con los sensores inalámbricos A01 a A09. Estas estaciones repetidoras A11 y A12 pueden a su vez comunicarse a un servidor de un centro de control principal vía Internet. Véase D01, párrafo 37 y figura 4.) que incorpora una aplicación de acceso a los usuarios y unas herramientas informáticas de cálculo, comprendiendo este método una fase previa en la que se efectúa un estudio de cada edificio en la que se establecen las correlaciones y los algoritmos de predicción y se miden los valores de ciertas constantes en relación al terreno, geometría, daños iniciales, tipo de los materiales, u otras características propias de cada caso concreto, y se introduce este algoritmo en el software de control (El método de determinación de la existencia de un problema de seguridad se basa en una fórmula y en datos históricos obteniéndose la fórmula a partir de los parámetros de diseño del puente o mediante una simulación del puente entero para evaluar la seguridad de cada nodo que es influenciado por vientos, temblores de tierra, el paso de vehículos pesados, etc.. Véase D01, párrafo 50); ... Ci ; V1, V2, V3, ... Vj) x Kam,

caracterizado por que la fase de evaluación y cuantificación del daño se basa en aplicar el algoritmo de predicción de cada edificio sobre los datos variables (V) medidos por la red de sensores ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$) y sobre una serie de valores constantes (C) que se han determinado en la fase previa efectuada en el edificio o estructura para el que se trata, a fin de determinar un primer valor para la predicción (A_m) en el tiempo del proceso patológico observado: $A_m = F (C_1, C_2, C_3, \dots C_i ; V_1, V_2, V_3, \dots V_j) \times K_{am}$,

que es función del número (m) de procesos patológicos a controlar, del número de constantes (i) que influyen en el proceso patológico a controlar y del número de variables (j) que influyen en el proceso patológico a controlar; a cuyo valor se le aplica un factor de ajuste de la correlación (K_a) que compara el valor teórico que proporciona el algoritmo con un valor real medido, que es objeto de un proceso de realimentación en las primeras etapas de medida para garantizar un ajuste próximo al valor 1; y finalmente se compara el valor de resultado de aplicar el algoritmo una vez ajustado, con los valores umbrales e indicadores de riesgo, para establecer y medir las relaciones existentes entre los factores (causas) y los efectos (alteraciones) que se producen en el edificio o estructura en mantenimiento, a partir del registro de los parámetros que miden los sensores ($S_1, S_2, S_3, \dots, S_n$). (En D01 se considera que un valor, la frecuencia ω , sirve para estimar el nivel de daño de un puente. Este valor es función de la masa del puente y de su rigidez. Se indica se pueden extraer diversos parámetros dinámicos de la estructura (por ejemplo frecuencia natural, amortiguación, modo de vibración, etc.) a partir de las medidas de acelerómetros de los sensores. En un estado anormal, el daño puede estimarse a partir de las variables medidas y se pueden establecer diferentes niveles de daño el grado del daño que se está produciendo. Véase D01, párrafos 40 a 46)

Así pues las principales diferencias entre las enseñanzas de D01 y el método objeto de la reivindicación 1 son:

- En D01 no se indica que el servidor incluya una aplicación de acceso a los usuarios mediante terminales de usuario para el control y la gestión del edificio.

Sin embargo se considera que la posibilidad de acceder a los datos de un servidor conectado a Internet mediante una aplicación de usuario es una característica del conocimiento general común en el estado de la técnica.

- En D01 no se indica expresamente que se realice una fase previa de estudio de la estructura para establecer los algoritmos de predicción ni que se realice después un ajuste aplicando un factor de ajuste K_{am} como el que se indica en la reivindicación 1.

No obstante, se considera que se trata de fases habituales del conocimiento general común en el campo de la simulación del comportamiento de cualquier sistema.

- En D01 no se indica expresamente que se analice simultáneamente para una misma estructura diferentes valores A_m para la predicción de diferentes tipos de daño.

Pero parece existir ninguna interacción entre la determinación detección de uno, dos o más valores de predicción para los correspondientes procesos patológicos a controlar de acuerdo con el método de la reivindicación 1. Se considera pues que se trata aparentemente de la mera superposición obvia para el experto en la materia de una misma forma de proceder para diferentes procesos patológicos independientes.

En conclusión, la reivindicación 1 no tiene aparentemente actividad inventiva de acuerdo con lo establecido en el artículo 8.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

REIVINDICACIÓN 2

En el documento D01 se menciona la posibilidad de establecer diferentes niveles de daño y se relacionan estos daños con sus causas marcándose unos umbrales que generan una alarma si los valores medidos por los sensores los superan. Estas alarmas pueden tener diferentes niveles (véase D01, párrafos 7, 13, 40 a 46)

Se considera por lo tanto que la reivindicación 2 no aporta ninguna característica técnica adicional que no se haya divulgado ya previamente en D01 con respecto a la reivindicación 1 de la que depende.

Así pues, como la reivindicación 1 no parece tener actividad inventiva, la reivindicación 2 tampoco tiene aparentemente actividad inventiva.

REIVINDICACIÓN 3

En el documento D02 se describe una aplicación extremeña que predice daños en edificios.

A continuación se reproduce en cursiva la reivindicación 3 indicándose entre paréntesis y subrayadas las expresiones utilizadas para designar los elementos correspondientes en D02 (Véase D02, apartado “Características del Sensorial Kit”, entradilla y texto entre la foto “Creadora y colaborador” y la foto “Elementos”)

Sistema de mantenimiento predictivo de edificios y estructuras (El Sensorial Kit es un sistema predictivo que tiene capacidad para efectuar un mantenimiento predictivo del edificio o infraestructura), que prevé la instalación de una serie de sensores (S1, S2, S3, ..., Sn) colocados en lugares estratégicos del edificio o de la estructura a controlar, así como de una serie de dispositivos de comunicaciones necesarios para transmitir los registros de dichos sensores a un centro de datos en el que se dispone de al menos un servidor (Serv) que incorpora una aplicación de acceso a los usuarios de dichos datos y opcionalmente una herramienta informática de cálculo (En D02 se indica que el sistema Sensorial Kit está formado por sensores que miden diversos parámetros y que están conectados a placas electrónicas distribuidas estratégicamente en el edificio. Estas placas transmiten los datos a un nodo central que a su vez reenvía estos datos a un servidor. El usuario puede acceder desde cualquier lugar del mundo a sus instalaciones a través de una aplicación web instalada en el servidor) caracterizado por que comprende:

(Véase D02, el texto comprendido entre la foto “Creadora y colaborador” y la foto “Elementos”)

- una red de sensores (S1, S2, S3, ..., Sn) colocados en lugares estratégicos del edificio o de la estructura a controlar, formada por fisurómetros, clinómetros, termohigrometros, acelerómetros, tensómetros, medidores de PH, analizadores ambientales, o similares que miden factores físico-químicos del edificio y del ambiente que lo rodea (En D02 se indica que Sensorial Kit mide de forma inalámbrica factores físico-químicos en estructuras de edificios como pueden ser fisurómetros, clinómetros, termohigrómetros, acelerómetros, tensómetros, medidores de pH o analizadores ambientales. Véase D02, segundo párrafo) ; en la cual o bien cada uno de los sensores (S3, S4, ...) está conectado mediante cableado a un nodo (NS) que está dotado de una antena de transmisión inalámbrica con un nodo central de comunicación (NC) ; o bien cada sensor (S1, S2) dispone de medios propios de comunicación inalámbrica y directamente transmite los datos recogidos a dicho nodo central de comunicaciones (NC); En D02 se indica que el sistema Sensorial Kit está formado por sensores que miden parámetros y que están conectados a placas electrónicas distribuidas estratégicamente en el edificio. Estas placas transmiten los datos a un nodo central)
- un nodo central de comunicaciones (NC) constituido por un equipo capaz de procesar los datos recibidos de los sensores y de transmitirlos a un centro de datos (CD), a efectos de lo cual está provisto por un lado de una antena de recepción de las señales de los distintos nodos (NS) o sensores (S1, S2) y por otro lado de una antena de salida que comunica los datos entre este nodo central de comunicación (NC) y un servidor (Serv) existente en dicho centro de datos (CD) (En D02 el nodo central recibe los datos que envían las placas electrónicas distribuidas en el edificio y los reenvía a un servidor vía wifi, GPRS o 4G) ;
- un centro de datos (CD) que incluye al menos un servidor (Serv) donde se almacena y procesa la información transmitida por el nodo central (NC) de cada edificio en mantenimiento predictivo, al cual se conectan varios terminales de usuario (T1, T2, T3, ..., Tn), preferentemente a través de Internet, a fin de controlar y gestionar su edificio (En D02 hay un servidor que recibe los datos procedentes del nodo central de un edificio y el usuario se puede conectar desde cualquier lugar del mundo a sus instalaciones a través de una aplicación web instalada en el servidor), así como una herramienta informática de predicción (HP), que en función de parámetros físicos y químicos que mide la red de sensores (S1, S2, S3, ..., Sn) estima el comportamiento y deterioro de la estructura o edificio en el futuro, mediante algoritmos (Alg) que correlacionan los parámetros físico-químicos medidos con los procesos patológicos que se pueden dar en función del tiempo (El sistema funciona gracias a un estudio previo de cada edificio en el que se establecen correlaciones y algoritmos de predicción).

Así pues el documento D02 divulga todas las características técnicas del objeto de la reivindicación 3.

Por lo tanto la reivindicación 3 no parece tener novedad de acuerdo con lo establecido en el art. 6.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

Aunque con el razonamiento anterior es suficiente para motivar que la reivindicación 3 no cumple, aparentemente, el requisito de novedad, se analiza a continuación de forma adicional la actividad inventiva de la reivindicación 3 en relación con el estado de la técnica divulgado en el documento B01 con el objeto de poder abordar más adelante el estudio de la reivindicación 6, que depende entre otras de la reivindicación 3, utilizando como base el documento B01 ya que en este documento se divulga de forma explícita el contenido de dicha reivindicación 6.

En el documento D01, tal y como se indicó en el análisis de la reivindicación 1, se describen dispositivos sensores inalámbricos con lámparas de Leds alimentadas por energía solar para la monitorización de puentes, edificios o estructuras en tiempo real. Estos sensores se integran en un sistema que proporciona información para monitorización de la seguridad de dichas estructuras. Véase B01, resumen.

El sistema de B01 para la monitorización de la seguridad de puentes, edificios o estructuras permite enviar un mensaje de aviso cuando los datos monitorizados exceden un umbral de forma que se pueda prohibir el uso de la estructura para evitar accidentes o se pueda reforzarla para prolongar su vida útil o disminuir los costes de mantenimiento. La determinación de si hay un problema de seguridad se puede realizar simulando el puente en su totalidad para evaluar un rango de seguridad para cada nodo influenciado por el viento, temblores de tierra, el paso de vehículos pesados, etc... Véase B01, párrafo 7.

Se considera que el sistema de B01 es por lo tanto de un sistema de mantenimiento predictivo de puentes, edificios o estructuras.

Los elementos hardware del sistema de B01 incluyen un conjunto de sensores inalámbricos con una lámpara LED solar que pueden tener un router interno o cooperar con un router genérico que se conecta a un servidor de Internet y a un centro de control principal. Véase B01, párrafo 22. En un modo de realización se colocan una serie de sensores inalámbricos A01 a A09 en un puente A20 y unos pilares A21, A22 y A23. Unas estaciones repetidoras A11 y A12 están colocadas en los extremos del puente para comunicarse con los sensores inalámbricos A01 a A09. Estas estaciones repetidoras A11 y A12 pueden a su vez comunicarse a un servidor de un centro de control principal vía Internet formándose así un sistema de operación. Véase B01, párrafo 37 y figura 4.

Los sensores pueden ser acelerómetros de tres ejes, sensores de inclinación, sensores de temperatura, de humedad o de viento (véase B01, párrafos 27 a 33). Los sensores tienen medios propios de comunicación inalámbrica ya que pueden conectarse mediante bluetooth y un punto de acceso a Internet o usando un módulo Wi-Fi y una pasarela para la conexión a Internet. Véase B01, párrafos 26 y 43.

El servidor del centro de control principal envía unos umbrales de alarma a los diferentes sensores y se mantiene en una fase de vigilancia monitorizando si recibe de forma regular datos medidos y mensajes confirmando que la situación es segura. En caso contrario el servidor entra en fase de alerta generándose mensajes de alerta de diferentes niveles. En el centro de control principal se reciben los datos medidos y se almacenan a largo plazo. Se proporcionan ejemplos de modos de realización en los que los valores medidos se correlacionan con los procesos patológicos que se pueden producir en función del tiempo. Así por ejemplo en una vía de tren se instalan sensores de flecha y termómetros para detectar si los raíles se desplazan o hunden debido a fuerzas externas o si se deforman debido a la temperatura. También se instalan detectores de flecha y detectores de presión hidráulicos en los terraplenes de la vía para detectar si se desplazan o se hunden. Además también se emplean los datos medidos para el estudio y la determinación de situaciones de anormales basándose en la comparación de los valores normales obtenidos mediante simulación en el ordenador de acuerdo con comportamientos dinámicos con los datos medidos. Véase B01, párrafos 12 y 46.

Así pues las principales diferencias entre el sistema de B01 y el sistema objeto de la reivindicación 3 son:

- En D01 no se indica que el servidor incluya una aplicación de acceso a los usuarios mediante terminales de usuario para el control y la gestión del edificio.

Sin embargo se considera que la posibilidad de acceder a los datos de un servidor conectado a Internet mediante una aplicación de usuario es una característica del conocimiento general común en el estado de la técnica.

- En D01 no se indica de forma expresa que se estime el comportamiento y deterioro del edificio en el futuro.

Se considera no obstante que el hecho de que el sistema esté dotado de la posibilidad de realizar simulaciones por ordenador llevaría de forma evidente al experto en la materia a plantearse simular situaciones futuras. Es cierto que las simulaciones en el futuro podrían plantear problemas técnicos concretos cuya solución no se aborda en B01. Pero la reivindicación 3 tampoco aporta ninguna característica técnica concreta relacionada con la posibilidad de estimar comportamientos y deterioros en el futuro. Se considera por ello que o bien esta posibilidad es evidente para el experto en la materia o bien se trata de un resultado que se pretende conseguir y no de una característica técnica del sistema. En ninguno de los dos casos, aportaría actividad inventiva a la reivindicación.

En conclusión, la reivindicación 3 no tiene actividad inventiva de acuerdo con lo establecido en el artículo 8.1 de la Ley de Patentes 11/1986.

REIVINDICACIONES 4 a 6

Las reivindicaciones 4 a 6 dependen de la reivindicación 3 que no tiene aparentemente ni novedad ni actividad inventiva y no aportan ninguna característica técnica adicional que no haya sido ya divulgada de forma explícita o implícita en los documentos B01 o D02.

Por lo tanto las reivindicaciones 4 a 6 tampoco tienen actividad inventiva.

CONCLUSIÓN

En conclusión, se considera que las reivindicaciones 1 a 6 no satisfacen aparentemente los requisitos de patentabilidad establecidos en el art. 4.1 de la Ley de Patentes 11/1986.