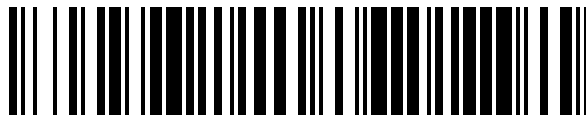


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 259 389**

21 Número de solicitud: 202032243

51 Int. Cl.:

G01N 33/24

(2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

16.10.2020

43 Fecha de publicación de la solicitud:

22.01.2021

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE CASTILLA LA MANCHA
(75.0%)**

**Edif. José Prat, Plaza de la Universidad, nº 2
02071 Albacete ES y
UNIVERSIDAD DE ALMERÍA (25.0%)**

72 Inventor/es:

**ORTEGA PÉREZ, Raúl;
MIRALLES MELLADO, Isabel;
LUCAS BORJA, Manuel Esteban;
LUCAS BORJA, Alejandro;
GARRIDO LIMIÑANA, Alonso y
MARTÍNEZ GUTIERREZ, Juan Isidoro**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

54 Título: **DISPOSITIVO DE MONITOREO CONTINUO DE HUMEDAD Y TEMPERATURA DEL SUELO**

ES 1 259 389 U

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de monitoreo continuo de humedad y temperatura del suelo

5 OBJETO DE LA INVENCION

10 El objeto de la invención pertenece al campo de los sensores de cuantificación de humedad relativa y temperatura, y consiste en un dispositivo de monitoreo continuo de humedad y temperatura en la interfaz aire-suelo, particularmente en el suelo de terrenos forestales y agrónomos. El dispositivo tiene la capacidad de tomar datos durante un periodo de más de un año, de forma totalmente independiente, comprendiendo el dispositivo una batería y una memoria suficientes para ello.

15 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Se conocen del estado de la técnica sensores destinados a enterrarse en el suelo, y que miden la temperatura y humedad de este. Existen:

- sensores mecánicos, que aprovechan los cambios de dimensiones que sufren cierto tipo de materiales en presencia de la humedad;
- 20 - sensores basados en sales higroscópicas, que deducen la humedad en el ambiente a partir de una molécula cristalina que tiene mucha afinidad con la absorción de agua;
- sensores de conductividad, basados en que la presencia de agua en un ambiente que permite que, a través de unas rejillas de oro, circule una corriente. Ya que el
- 25 agua es buena conductora de corriente, según la medida de corriente se deduce el valor de la humedad;
- sensores capacitivos: que se basan en el cambio de la capacidad que sufre un condensador en presencia de humedad;
- sensores infrarrojos: que disponen de dos fuentes infrarrojas que absorben parte de
- 30 la radiación que contiene el vapor de agua;
- sensores resistivos: que aplican un principio de conductividad de la tierra. Es decir, cuanta más cantidad de agua hay en la muestra, más alta es la conductividad de la tierra.

Además, en muchos casos utilizando este tipo de sensores descritos, se conocen del estado de la técnica una serie de dispositivos que permiten la recogida de datos sobre la humedad, la temperatura, u otras variables, del suelo.

- 5 Es el caso del sensor Decagon 5Tm comercializado por la empresa ICT, que consiste en un sensor que se entierra en el suelo, y que proporciona medidas de temperatura, por medio de un termistor, y contenido de agua, midiendo la constante dieléctrica del terreno utilizando tecnología del dominio de capacitancia o frecuencia. Este dispositivo presenta una serie de desventajas, como la necesidad de contar con un registro de datos externo, conectado al
10 sensor enterrado en el suelo a través de un cable. Además, su precio es muy elevado, rondando los mil euros.

- Por otro parte, se conoce el sensor HM450 de la empresa G.I.S. Ibérica, que consiste en un dispositivo medidor de humedad de tierra o del punto de marchitamiento o el grado de
15 saturación del suelo o tierra. El dispositivo comprende al menos una sonda, con unas prolongaciones destinadas a introducirse en la tierra. Igual que en el caso anterior, el dispositivo presenta la desventaja de tener que utilizar un registro de datos externo, así como de presentar un coste muy elevado, superior a los mil euros. Por otra parte, este dispositivo cuenta con una batería incorporada en cada sonda, de la que se desconoce su
20 duración.

- Además, el dispositivo Sentek Smart, comercializado por la empresa Sentek, permite medir la humedad, salinidad y temperatura del suelo hasta una profundidad máxima de cuarenta metros. Este dispositivo, al igual que lo anteriores, presenta las desventajas de requerir de
25 alimentación externa y de tener un precio muy elevado, en este caso superior a los dos mil euros. Su instalación resulta muy compleja, llegando incluso a requerir de tubos de protección para evitar que se dañen las sondas.

- Por último, el dispositivo TDR-150 de la empresa FieldScout consiste en un medidor de
30 humedad del suelo, que en este caso está destinado a realizar medidas puntuales, no una monitorización continua del suelo. El dispositivo comprende un módulo de lectura conectado a través de un cable a una sonda de mano, con dos prolongaciones, destinadas a introducirse en el suelo. Este dispositivo tiene un precio superior a los mil euros, y no se puede emplear para realizar una monitorización a largo plazo de los valores de temperatura
35 y humedad del suelo.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

A la vista de los dispositivos de medida de temperatura y humedad del suelo del estado de la técnica, se aprecia que se hace necesaria la implementación de un dispositivo que permita
5 medir estas variables, pero que a su vez tenga un coste de producción bajo, que no requiera de una memoria o un registro de datos externos, y que sea completamente autónomo en su alimentación, pudiendo funcionar sin necesidad de recargas durante periodos muy largos de tiempo.

10 El objeto de la invención es un dispositivo de monitoreo continuo de humedad y temperatura del suelo, particularmente de la interfaz aire-suelo, que está destinado a colocarse a unos dos centímetros aproximadamente de la superficie, y que permite dar respuesta a los problemas planteados de costes, almacenamiento de datos, y alimentación autónoma y prolongada.

15 Concretamente, el dispositivo comprende un soporte, y vinculado al soporte comprende un módulo de electrónica. El soporte tiene una forma que facilita que se pueda introducir fácilmente en el suelo. El módulo de electrónica, por su parte, comprende un microcontrolador, al que se conectan un sensor de temperatura y un sensor de humedad, encargados de medir temperatura y humedad en la interfaz suelo-aire. También en el módulo de electrónica, y
20 asociado a los sensores y al controlador, el dispositivo puede comprender una unidad de medida de tiempo, que cada vez que se toma una medida de temperatura o humedad registra la hora, de manera que se puede obtener una lista cronológica de las medidas tomadas a lo largo del tiempo.

25 Además, el módulo de electrónica comprende una unidad de alimentación y una unidad de almacenamiento, conectados al microcontrolador. La unidad de alimentación permite una alimentación autónoma del dispositivo durante un periodo de dos años aproximadamente. La unidad de almacenamiento permite también almacenar medidas realizadas durante un periodo de dos años aproximadamente, realizando medidas cada quince minutos aproximadamente.

30 Por último, el módulo de electrónica puede comprender una unidad de envío de datos, destinada a enviar los datos almacenados en la unidad de almacenamiento a un dispositivo externo, como puede ser un ordenador, una tableta o un móvil. Además, el módulo de electrónica puede comprender una unidad de conexión, a través de la cual, utilizando un
35 dispositivo externo, es posible conectarse al dispositivo a través de un cable y extraer los datos almacenados.

La principal aplicación del dispositivo consiste en el estudio de suelos forestales y agrónomos, de cara a la investigación y agricultura de precisión, tanto en siembra extensiva como en huertos urbanos.

5

El dispositivo tiene capacidad de tomar y registrar datos de temperatura y humedad durante un periodo de hasta dos años de forma completamente independiente, sin necesidad de repuestos de batería o de memoria. Además, frente a los sensores del estado de la técnica, el dispositivo de la presente invención no requiere de ningún registro de datos ni cable para la toma y el registro de datos.

10

Por lo tanto, el dispositivo presenta las ventajas principales de amplio almacenamiento de datos, gran duración de batería (en torno a dos años) y costes de producción muy reducidos. Además, al ser el tamaño del soporte muy pequeño, permite su instalación fácil y rápida en el suelo. Por otra parte, no dispone de cables o partes que asomen mucho a la superficie, lo que evita, por ejemplo, que animales salvajes puedan cortarlos o moverlos.

15

Esto supone una gran mejora respecto a los dispositivos conocidos en el estado de la técnica, pues su utilización es muy limitada ya que son frecuentemente dañados por animales o personas, al ser fácilmente distinguibles, además de muy caros, por lo que supone un gran riesgo dejarlos sin protección.

20

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

30

Figura 1.- Muestra una representación (a una escala grande) colocado en la interfaz suelo-cielo.

Figura 2.- Muestra una representación esquemática del módulo de electrónica.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

Se describe a continuación, con ayuda de las figuras 1 y 2, un dispositivo (1) de monitoreo continuo de humedad y temperatura del suelo, concretamente de una zona superficial del suelo en torno a 5-10 centímetros, que no requiere del uso de registros de datos o cables que dificulten su instalación, y que son propensos a ser robados o dañados por agentes externos, como animales silvestres. Concretamente, el dispositivo (1) registra la temperatura y humedad en la interfase aire-suelo, por lo que se instalará a una profundidad de dos centímetros por debajo de la superficie.

El dispositivo (1), que se muestra en una representación esquemática en la figura 1 (el sensor no se ha representado a escala real, sino a una escala ampliada respecto a los árboles, para una mayor claridad de la figura), comprende un soporte (2), destinado a introducirse en los primeros centímetros del suelo.

El soporte (2), presenta una forma que facilita la instalación del dispositivo (1) introduciéndolo y enterrándolo en el suelo, simplemente ejerciendo presión sobre él. El soporte (2) es esencialmente plano, y en una vista de su planta, mostrada en la figura 1, se observa que comprende una región en forma de flecha de punta achatada, donde se vincula el módulo de electrónica (3), y que es la que queda completamente enterrada en el suelo, registrando los valores de temperatura y humedad. El soporte (2) comprende también una región esencialmente alargada, que queda más próxima a la interfaz suelo-aire, y que puede ser total o parcialmente visible desde el exterior, como se aprecia en la figura 1.

Vinculado al soporte (2), el dispositivo comprende, tal y como se muestra en la figura 2, un módulo de electrónica (3), que comprende a su vez un microcontrolador (8), y un sensor de temperatura (6) y un sensor de humedad (7) conectados al microcontrolador (8). El sensor de temperatura (6) tiene una precisión de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ y el sensor de humedad (7) tiene una precisión del 1%. Por lo tanto, el dispositivo (1) se puede aplicar tanto en suelos forestales como en suelos agrónomos, y emplearse en la investigación y en la agricultura de precisión.

El microcontrolador (8) utiliza una nota de aplicación "AN1014", que mide las variaciones de capacitancia del sensor de humedad (7), lo que aporta un mayor control y mejor calibración al dispositivo (1).

El módulo de electrónica (3) comprende también, vinculada a los sensores (6, 7) una unidad de medida de tiempo (12), de manera que cada vez que se realiza y registra una medida de temperatura o humedad, se le asociado una hora en la que se ha realizado. Así, una vez que se descargan los datos en un dispositivo externo (11), se tiene un registro completo de todos los valores de temperatura y humedad realizados, así como la hora exacta en la que se tomaron.

Además, como se refleja en la figura 2, el módulo de electrónica (3) comprende una unidad de alimentación (5) y una unidad de almacenamiento (4), en la que se guardan los datos obtenidos por los sensores (6, 7), conectadas ambas también al microcontrolador (8). Por último, el módulo de electrónica (3) comprende una unidad de envío de datos (10) conectada al microcontrolador (5) y una unidad de conexión (9).

La unidad de envío de datos (10) permite enviar los datos almacenados en la unidad de almacenamiento (4) a un dispositivo externo (9) a distancia y de manera inalámbrica, a través de Wifi, Bluetooth, o cualquier otro protocolo de comunicación. La unidad de conexión (9) está destinada a conectarse al dispositivo externo (9) a través de un cable, de manera que se pueden recoger los datos almacenados en la unidad de almacenamiento (4) en la propia localización del dispositivo (1).

La unidad de almacenamiento (4) tiene un sistema de corrección de errores y una capacidad suficiente para almacenar un número muy elevado de mediciones, concretamente ochenta y tres mil seiscientos noventa y ocho mediciones. Lo que permite, por ejemplo, casi un año de mediciones a intervalos de quince minutos.

La unidad de alimentación (5) integrada comprende una batería con una duración de dos años, superando claramente al resto de dispositivos del estado de la técnica.

Además, se ha realizado un prototipo para valorar los posibles costes de fabricación del dispositivo (1). El coste de replicación de prototipos es de apenas cien euros, y se estima que este precio se puede reducir significativamente en una producción a escala o a nivel industrial. Por lo tanto, el precio del dispositivo (1) es significativamente inferior al precio del resto de dispositivos del estado de la técnica, que rondaban los mil euros.

El bajo coste de producción del dispositivo (1) aporta la ventaja de poder instalar un número mucho más elevados de dispositivos (1) en un terreno forestal y agrícola, pudiendo así obtenerse unos resultados mucho más precisos y significativos.

- 5 Es recomendable realizar una calibración del dispositivo (1), tanto antes de colocarlo en el suelo, como una vez que se va a retirar, para mejorar la precisión absoluta y poder detectar desgastes en los componentes durante el tiempo de vida del dispositivo (1).

- 10 El dispositivo (1) puede utilizarse en lugares después de un incendio, para poder estudiar la evolución de la vegetación en función de la temperatura y humedad del suelo. El principal uso de los datos de captura del dispositivo (1) es evaluar la recuperación de la vegetación después del incendio, en cuyo propósito tiene especial interés valorar diferentes propiedades edáficas, en función de las cuales se puede diagnosticar una mejor recuperación del sistema afectado por el fuego.

REIVINDICACIONES

1.- Dispositivo (1) de monitoreo continuo de humedad y temperatura del suelo, destinado a insertarse en una interfaz aire-suelo de un terreno a monitorizar, que comprende:

- 5 - un soporte (2),
 - un módulo de electrónica (3), vinculado al soporte (2), que comprende a su vez:
 - un sensor de temperatura (6) y un sensor de humedad (7), que obtienen
 unos datos de temperatura y humedad de la interfaz aire-suelo,
10 - un microcontrolador (8), conectado al sensor de temperatura (6) y al sensor
 de humedad (7),
 - una unidad de alimentación (5), conectada al microcontrolador (8), y
 - una unidad de almacenamiento (4), conectada al microcontrolador (8), para
 almacenar los datos obtenidos por los sensores (6, 7).

15 2.- El dispositivo (1) de la reivindicación 1, en el que el módulo de electrónica (3) comprende
adicionalmente una unidad de medida de tiempo (12), asociada a los sensores (6, 7) y
conectada al microcontrolador (8).

20 3.- El dispositivo (1) de la reivindicación 1, en el que el módulo de electrónica (3) comprende
adicionalmente una unidad de envío de datos (10) a un dispositivo externo (11), conectada
al microcontrolador (5).

25 4.- El dispositivo (1) de la reivindicación 1, en el que el módulo de electrónica (3) comprende
adicionalmente una unidad de conexión (9) conectada al microcontrolador (5), para conectar
un dispositivo externo (11) a través de un cable.

5.- El dispositivo (1) de la reivindicación 1, en el que el soporte (2) es plano, y comprende
una región en forma de flecha de punta achatada, destinada a introducirse en el suelo.

30 6.- El dispositivo (1) de la reivindicación 1, en el que el sensor de temperatura (6) tiene una
precisión de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$.

7.- El dispositivo (1) de la reivindicación 1, en el que el sensor de humedad (7) tiene una
precisión del 1%.

35

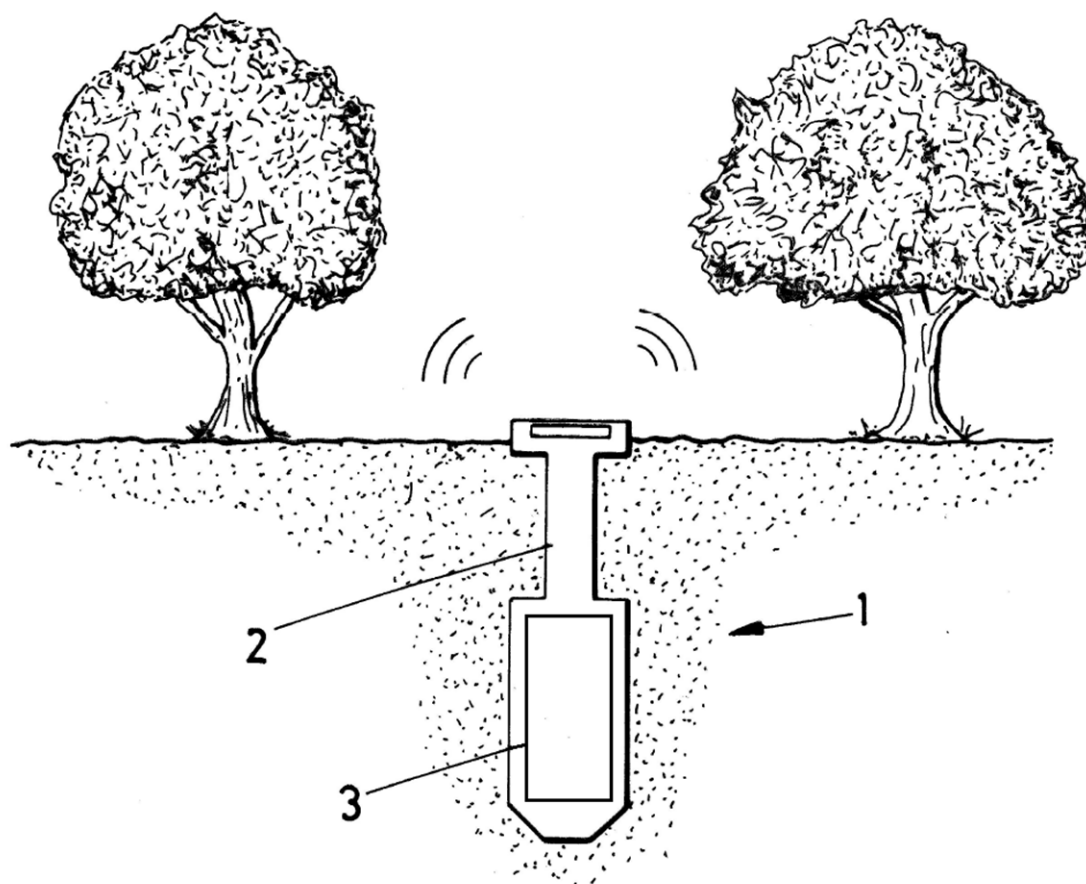


FIG. 1

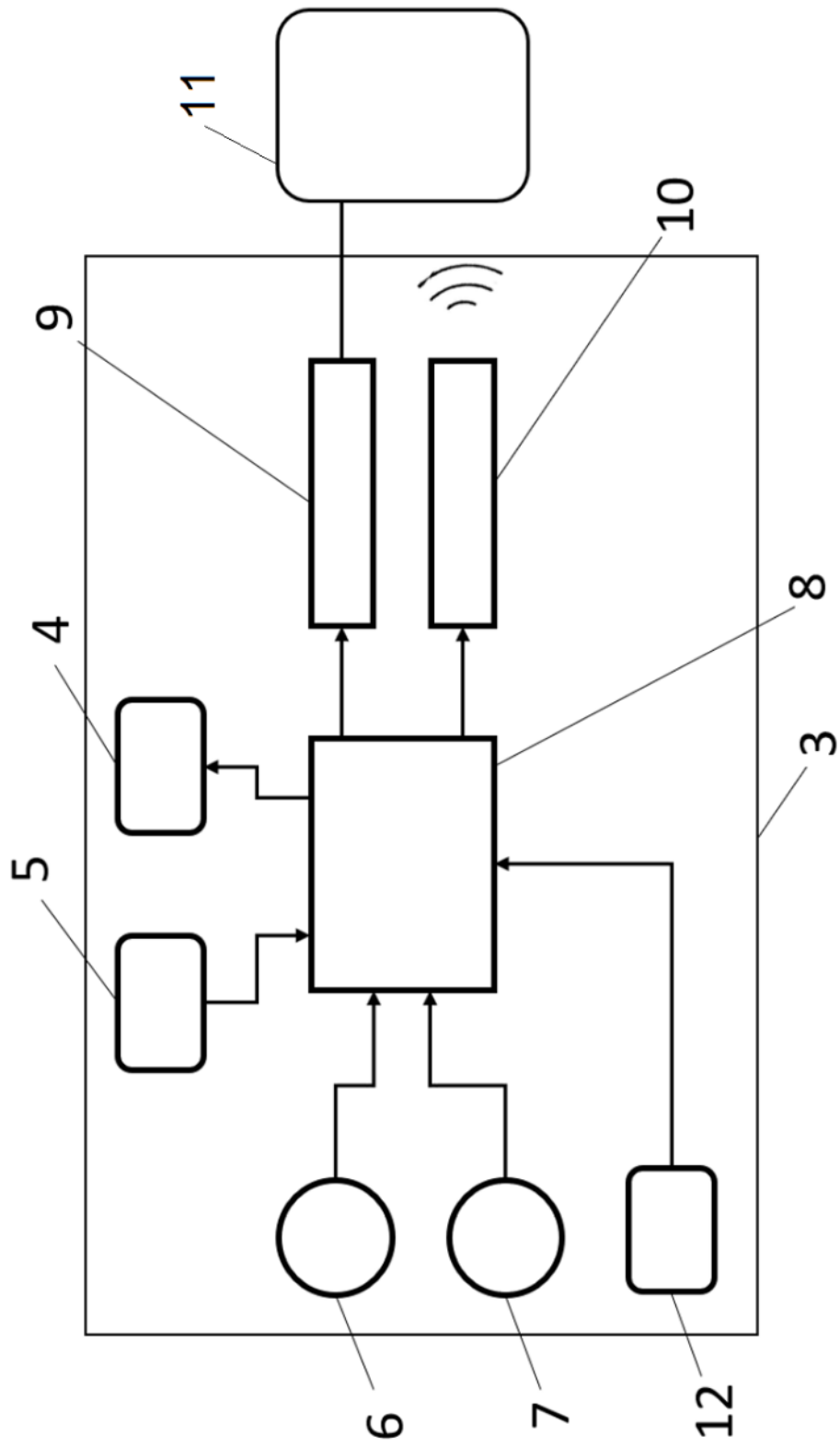


FIG. 2