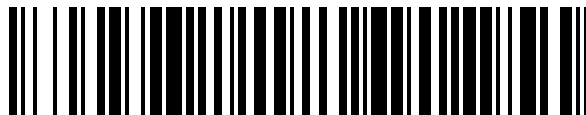


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 224 321**

21 Número de solicitud: 201831805

51 Int. Cl.:

**A01G 23/00** (2006.01)

**G01N 27/22** (2006.01)

**G01R 27/26** (2006.01)

**G01N 33/46** (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

**21.11.2018**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**04.02.2019**

71 Solicitantes:

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y  
TECNOLOGÍA AGRARIA Y ALIMENTARIA (INIA)  
(70.0%)**

**Ctra. de la Coruña, km 7,5**

**28040 Madrid ES y**

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (30.0%)**

72 Inventor/es:

**GONZÁLEZ ADRADOS, José Ramón;**

**MADRIGAL OLMO, Javier;**

**GUIJARRO GUZMÁN, Mercedes y**

**HERNANDO LARA, Carmen**

74 Agente/Representante:

**ILLESCAS TABOADA, Manuel**

54 Título: **DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA SUPERVIVENCIA DE  
TEJIDOS VIVOS BAJO LA CORTEZA DE LOS ÁRBOLES**

ES 1 224 321 U

**DESCRIPCIÓN**

**DISPOSITIVO ELECTRÓNICO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA SUPERVIVENCIA DE  
TEJIDOS VIVOS BAJO LA CORTEZA DE LOS ÁRBOLES**

5

**SECTOR DE LA TÉCNICA**

La presente invención pertenece al campo de la ingeniería forestal y más concretamente al campo de la biometría forestal o toma de medidas estandarizadas de las plantas forestales y de sus procesos biológicos, con aplicación directa a la prevención y restauración de incendios forestales.

El objeto de la presente invención es un nuevo dispositivo electrónico que permite detectar la supervivencia de tejidos vivos bajo la corteza de árboles que han sido sometidos a estrés como consecuencia de un fuego forestal.

15

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

La corteza de los árboles es un órgano que permite a las plantas protegerse de diferentes perturbaciones, entre las que se encuentra el fuego. En la evaluación de los daños producidos por los incendios es frecuente encontrar árboles en los que el fuego no ha afectado a las copas de los árboles pero que finalmente terminan muriendo porque su supervivencia depende, en gran medida, de la afectación de los tejidos que forman el tronco: el cambium, el leño, el líber y el felógeno, tejidos vivos todos ellos que se encuentran bajo la corteza. También puede darse el caso contrario: árboles cuya copa muere en el incendio, pero sobreviven, regenerando la copa después.

20

Es el caso particular y paradigmático del alcornoque, una especie con una corteza muy gruesa y resistente al fuego que es aprovechada industrialmente. La estimación de la supervivencia tras un incendio del felógeno, encargado de producir corcho de nuevo en los árboles supervivientes, tiene implicaciones económicas de alto impacto en la toma de decisiones tras incendios forestales y por tanto su conocimiento es de alto valor en ingeniería forestal para planificar y priorizar las actuaciones de emergencia tras los incendios, la saca de madera quemada y la restauración posterior de la masa forestal.

30

35

Por otro lado, la quema prescrita bajo arbolado es una técnica de prevención de incendios en la que se reduce la carga de combustible forestal mediante el uso tecnificado del fuego de manera controlada y planificada. La evaluación de los daños producidos por el fuego en los tejidos vivos bajo la corteza resulta imprescindible para mejorar las prescripciones y valorar adecuadamente la eficacia y compatibilidad ecológica del tratamiento.

Actualmente no existe ningún dispositivo específicamente diseñado con el propósito de valorar la supervivencia de los tejidos vivos de los árboles bajo la corteza mediante un método que no implique daños al arbolado, por ejemplo, los motivados por las calas que se practican en los árboles para investigar si el fuego ha afectado a todos los tejidos vivos del tronco del árbol, o solo parcialmente a parte de los mismos, en función del grosor de la cala practicada. Los inventores han desarrollado un nuevo dispositivo que permite detectar la presencia de tejidos vivos y muertos bajo la corteza y por tanto ser utilizado en la toma de decisiones en ingeniería forestal tras incendios o fuegos prescritos.

Este dispositivo se basa en el uso conocido de la medida de la resistencia eléctrica para detectar los cambios en el contenido de humedad de los tejidos vivos, tal como se describe en las patentes españolas ES2113823, ES2153297 y ES2376561. No obstante, ninguna de estas invenciones resuelve específicamente el problema planteado y estrictamente relacionado con los incendios forestales y el análisis de los daños causados por el fuego en los árboles ya que la metodología descrita en dichas patentes del estado de la técnica previo está referida a la medición únicamente del grosor de la corteza de los alcornoques para mejor apreciar así la producción de corcho de cada árbol.

No obstante, lo anterior, la presente invención permite la detección de tejidos vegetales vivos o muertos en los troncos de los árboles, cualquiera que sea la causa que ha provocado la muerte total o parcial de los mismos. En este sentido, aunque la invención se aplica de forma preferentemente a árboles que han sufrido un fuego, es también perfectamente aplicable a árboles que han sufrido muerte de sus tejidos por otras causas tales como, de forma no exhaustiva: enfermedades, plagas, rayos, debido a su avanzada edad, contaminación, etc....

### **DESCRIPCION RESUMIDA DE LA INVENCION**

Los inventores de la presente solicitud han desarrollado un nuevo dispositivo que resuelve

los problemas planteados en los antecedentes. Los dispositivos electrónicos anteriores para la determinación del calibre de la capa de corcho criado en el árbol se basan en detectar la variación de resistencia eléctrica que existe entre la capa externa de corcho criado y la capa interna del corcho en formación. Funcionan introduciendo un electrodo dotado de un sensor de desplazamiento, mediante el que se detecta la profundidad a la cual tiene lugar la variación de resistencia antes citada y por tanto ofrecen una medida del calibre de la corteza de dicho árbol.

Los inventores de la presente solicitud han diseñado un nuevo sistema en el que se introducen dos electrodos que avanzan simultáneamente desde el exterior al interior de la corteza ofreciendo una medida en continuo de la resistencia eléctrica en todo el espesor de corteza explorado por los dos electrodos. Para asegurar la eficacia de la medida, el sistema dispone de un medidor de resistencias eléctrica u ohmímetro, con un amplio rango de medida que asegura la detección de señal para muy bajos niveles de humedad. El dispositivo dispuesto de esta manera detecta una resistencia eléctrica muy alta en la capa exterior de la corteza puesto que es un tejido muerto con muy baja humedad; la resistencia eléctrica disminuye rápidamente al aproximarse los electrodos a los tejidos vivos situados en el interior, que tienen un elevado contenido de humedad. Si el dispositivo no muestra cambios en la resistencia a lo largo de la medición o dichos cambios implican resistencias altas, por encima de 5000  $\Omega$ , se considera que no se han detectado tejidos vivos y que por tanto el tejido bajo la corteza está muerto en el punto de medición.

A los efectos de la presente memoria se define cambium como meristemo lateral localizado entre leño y liber, que por divisiones periclinales da lugar a la madera (xilema secundario) y a la corteza interna (floema secundario).

A los efectos de la presente memoria se define leño como el tejido vascular implicado principalmente en la conducción del agua y nutrientes minerales en los vegetales superiores.

A los efectos de la presente memoria se define líber, como el tejido secundario por el cual se realiza el transporte de asimilados (azúcares y otros compuestos) en el interior de las plantas vasculares.

A los efectos de la presente memoria se define felógeno, como el meristemo secundario de cuya actividad resulta la formación de un tejido protector hacia el exterior (súber o corcho) y

de un tejido parenquimático hacia el interior (felodermis).

De acuerdo con todo lo anterior, la presente invención comprende dos electrodos conectados a una fuente de alimentación y a un equipo de medida. Los electrodos son de  
5 pequeña sección para permitir su fácil introducción a través de la capa externa de la corteza y reducir los daños causados al árbol. Dichos electrodos se sitúan en paralelo de tal manera que el sistema puede medir la resistencia eléctrica entre ambos, conforme van penetrando en la corteza. Para desplazar los electrodos por el interior de la corteza, desde el exterior del árbol hasta la zona en que se pueden encontrar tejidos vivos se ha diseñado un sistema de  
10 presión consistente, por un lado, en un mango con el que sujetar manualmente el dispositivo y por el otro en un bastidor que actúa a la vez de guía para los dos electrodos y de tope para apoyarse en el árbol. La presión ejercida por el operador permite la introducción de los electrodos en la corteza en dirección perpendicular al eje del árbol. La presión puede ejercerse de forma manual por el propio operador o mediante un dispositivo automático que  
15 comprenda un motor eléctrico o hidráulico que ejerza dicha presión de forma progresiva y controlada. El sistema está conectado electrónicamente a una tableta digital que permite visualizar los resultados del ensayo de forma numérica y gráfica, además de almacenar los datos automáticamente en una tarjeta de memoria. Alternativamente, el sistema puede conectarse electrónicamente, incluso vía remota (wifi, bluetooth, etc...) a cualquier otro  
20 dispositivo capaz de recibir los datos de medida (PC, ordenador portátil, teléfono móvil, etc...), de procesarlos y representarlos en una pantalla y/o imprimirlos. En una forma de realización de la presente invención, es el propio dispositivo de medida el que integra los medios de procesamiento y representación, conjuntamente con los medios de medida, en el propio dispositivo.

25 Los inventores de la presente solicitud han comprobado en diversas pruebas realizadas en alcornoques y pinares afectados por incendios que el dispositivo así dispuesto permite alcanzar los objetivos perseguidos y que por tanto es capaz de detectar la muerte de los tejidos bajo la corteza mediante un método no destructivo y de alta eficacia, ofreciendo una  
30 información inmediata, visual y almacenable en un dispositivo electrónico para su posterior análisis si así se considerara necesario.

## **BREVE 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, 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:

Figura 1.- Muestra una vista de frente (1a), alzado (1b) y perfil (1c) del dispositivo de la invención (1) en su aspecto exterior.

10 Figura 2.- Muestra una vista del interior del dispositivo de la invención incluyendo los diferentes componentes mínimos para su funcionamiento.

Figura 3.- Muestra una vista del dispositivo de la invención en funcionamiento durante la medición en un árbol.

## **15 DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION**

A continuación, se describe un ejemplo particular de dispositivo de acuerdo con la presente invención haciendo referencia a las figuras adjuntas.

20 Concretamente las Figs. 1a, 1b y 1c muestran vistas frente, alzado y perfil respectivamente, donde se aprecian las cuatro partes fundamentales externas del dispositivo (1): un mango que permite la presión manual (2), un cuerpo electrónico (3), unos electrodos (4) y un bastidor (5) compuesto de un tope-guía (5a) a través del cual, por sendos orificios (4a) se deslizan los electrodos y dos ejes cilíndricos (5b) unidos a él. El tope guía (5a) puede tener un perfil recto o curvado para mejor acoplarse al perímetro circular del tronco del árbol donde se aplica. Los ejes (5b) presentan un sistema de muelles internos que permiten el desplazamiento de los electrodos (4) una vez que se ejerce presión en el mango (2) y retornan a su posición inicial cuando se deja de ejercer presión en (2) por el efecto de dichos muelles.

30 Los electrodos (4) acaban en punta afilada, son de pequeño diámetro y de longitud suficiente para que penetren en la corteza de manera adecuada y están fabricados con un material que permita un fácil deslizamiento a través de la corteza cuando el dispositivo es presionado mediante el mango (2). Los datos de resistencia recibidos por los electrodos son detectados, procesados y almacenados en el cuerpo electrónico del dispositivo (3).

35

La Fig. 2 muestra una vista interna del cuerpo electrónico (3) donde se alojan las partes necesarias para el correcto funcionamiento del dispositivo: un sensor de desplazamiento (6), un equipo de medida de resistencia eléctrica (7), una fuente de alimentación (8), una tableta de visualización de datos (9) y un sistema de almacenamiento (10). El sensor de desplazamiento (6) convierte el movimiento lineal de los electrodos a través de la corteza en una serie de pulsos de voltaje cuyo número es proporcional al desplazamiento lineal del electrodo. La medida de resistencia realizada por el equipo de medida (7) y alimentada por la fuente (8) en cada uno de dichos pulsos es enviada a la tableta (9) donde puede ser visualizada de forma gráfica, en continuo a lo largo del ensayo y posteriormente es almacenada automáticamente en el sistema de almacenamiento (10) que consiste en medio de almacenamiento de datos estándar. Tanto la fuente de alimentación (8) como la tableta (9) son recargables mediante un sistema de batería estándar y por tanto el equipo es completamente autónomo en campo sin necesidad de red eléctrica. Aunque no es objeto de la presente invención, mediante un *software* y *hardware* estándar la señal detectada por el equipo de medida (7) es enviada y expresada en forma gráfica para ser visualizada en la tableta (9) y ser almacenada por el medio de almacenamiento de datos (10).

En la Fig. 3 se muestra un ejemplo de cómo efectuar de forma operativa una medición en la corteza de un árbol con el dispositivo descrito. El dispositivo es situado de forma que el tope-guía (5a) se apoye en la superficie de la corteza y las puntas de los electrodos (4) se enrasan con el tope-guía (5a) para que toquen dicha superficie en una posición aproximadamente perpendicular al eje longitudinal del árbol. Presionando manualmente mediante el mango (2) se logra la penetración de los electrodos (4) a través de la corteza y comienza la lectura de datos mediante el sensor de desplazamiento (6) el equipo de medida (7) y la fuente de alimentación (8), así como su visualización en tiempo real mediante la tableta de visualización de datos (9) y su almacenamiento mediante el sistema de almacenamiento (10).

La presente invención presenta aplicaciones en la industria forestal derivada de la estimación rápida, *in situ*, no destructiva y fiable de la mortalidad de tejidos bajo la corteza. Esta información ofrece una serie de datos que permite tomar decisiones, priorizar y mejorar los sistemas de saca de madera y saca de corcho en masas afectadas por incendios forestales, así como mejorar las prescripciones en masas gestionadas mediante quemas prescritas bajo arbolado.

## REALIZACIONES PREFERIDAS DE LA INVENCION

Una realización preferida de la invención la constituye un dispositivo (1) para la determinación de la supervivencia de tejidos vivos bajo la corteza de los árboles que  
5 comprende un mango (2), un cuerpo electrónico (3), dos electrodos paralelos (4) y un bastidor (5), caracterizado porque los dos electrodos paralelos (4) penetran en el tronco de los árboles mediante la presión ejercida en el mango (2) y el bastidor (5), llevando a cabo dichos electrodos una medida en continuo simultánea del desplazamiento y de la resistencia eléctrica, a medida que van penetrando en dicho tronco del árbol y cuya lectura de  
10 resistencia eléctrica es procesada en el cuerpo electrónico (3) también de manera continua, lo que permite detectar la presencia de tejidos vivos o muertos en el tronco, bajo la corteza, en el punto de medición, en función de que no existan variaciones en la resistencia eléctrica registrada a lo largo de la medición o de que dicha resistencia se mantenga por debajo de los 5000Ω.

15

En otra realización de la invención trata de un dispositivo (1) la presión ejercida por el mango (2) y el bastidor (5) es ejercida de forma manual.

Una realización de la invención alternativa a la anterior trata de un dispositivo (1) donde la  
20 presión ejercida por el mango (2) y el bastidor (5) es ejercida por un sistema mecánico.

En una nueva realización de la invención el bastidor (5) del dispositivo (1) está compuesto de un tope-guía (5a) a través del cual se deslizan los electrodos y dos ejes cilíndricos (5b) unidos a él.

25

Otra realización de la invención consiste en el dispositivo (1) donde los ejes cilíndricos (5b) del bastidor (5) presentan un sistema de muelles internos que permite el desplazamiento de los electrodos (4) una vez que se ejerce presión en el mango (2) y retornan a su posición inicial cuando se deja de ejercer presión en el mango (2) por el efecto de dichos muelles.

30

Una realización de la invención alternativa a la anterior la constituye un dispositivo (1) donde los ejes cilíndricos (5b) del bastidor (5) presentan un sistema hidráulico que permite el retroceso de los electrodos (4) a su posición inicial.

35 En aún otra realización de la invención concierne a un dispositivo (1), en el que el cuerpo electrónico (3) está compuesto por un sensor de desplazamiento (6), un equipo electrónico



de medida y recepción de datos de resistencia eléctrica (7), una fuente de alimentación (8), un dispositivo de visualización de datos (9) y un sistema de almacenamiento de datos (10).

5 La invención también comprende la utilización o el uso del dispositivo descrito según cualquiera de las realizaciones anteriores, para la detección de tejidos muertos en troncos de árbol.

## **REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo (1) para la determinación de la supervivencia de tejidos vivos bajo la corteza de los árboles que comprende un mango (2), un cuerpo electrónico (3), dos electrodos paralelos (4) y un bastidor (5), caracterizado porque los dos electrodos paralelos (4) penetran en el tronco de los árboles mediante la presión ejercida en el mango (2) y el bastidor (5), llevando a cabo dichos electrodos una medida en continuo simultánea del desplazamiento y de la resistencia eléctrica, a medida que van penetrando en dicho tronco del árbol y cuya lectura de resistencia eléctrica es procesada en el cuerpo electrónico (3) también de manera continua, lo que permite detectar la presencia de tejidos vivos o muertos en el tronco, bajo la corteza, en el punto de medición, en función de que no existan variaciones en la resistencia eléctrica registrada a lo largo de la medición o de que dicha resistencia se mantenga por debajo de los  $5000\Omega$ .
2. Dispositivo (1) según la reivindicación 1 donde la presión ejercida por el mango (2) y el bastidor (5) es ejercida de forma manual.
3. Dispositivo (1) según la reivindicación 1 donde la presión ejercida por el mango (2) y el bastidor (5) es ejercida por un sistema mecánico.
4. Dispositivo (1) según la reivindicación 1 donde el bastidor (5) está compuesto de un topeguía (5a) a través del cual se deslizan los electrodos y dos ejes cilíndricos (5b) unidos a él.
5. Dispositivo (1) según la reivindicación 4 donde los ejes cilíndricos (5b) del bastidor (5) presentan un sistema de muelles internos que permite el desplazamiento de los electrodos (4) una vez que se ejerce presión en el mango (2) y retornan a su posición inicial cuando se deja de ejercer presión en el mango (2) por el efecto de dichos muelles.
6. Dispositivo (1) según la reivindicación 4 donde los ejes cilíndricos (5b) del bastidor (5) presentan un sistema hidráulico que permite el retroceso de los electrodos (4) a su posición inicial.
7. Dispositivo (1) según la reivindicación 1, donde el cuerpo electrónico (3) está compuesto por un sensor de desplazamiento (6), un equipo electrónico de medida y recepción de datos de resistencia eléctrica (7), una fuente de alimentación (8), un dispositivo de visualización de

datos (9) y un sistema de almacenamiento de datos (10).

8. Uso del dispositivo de las reivindicaciones 1 a 7 para detectar la presencia de tejidos vegetales vivos o muertos en troncos de árbol.

5

Figura 1.

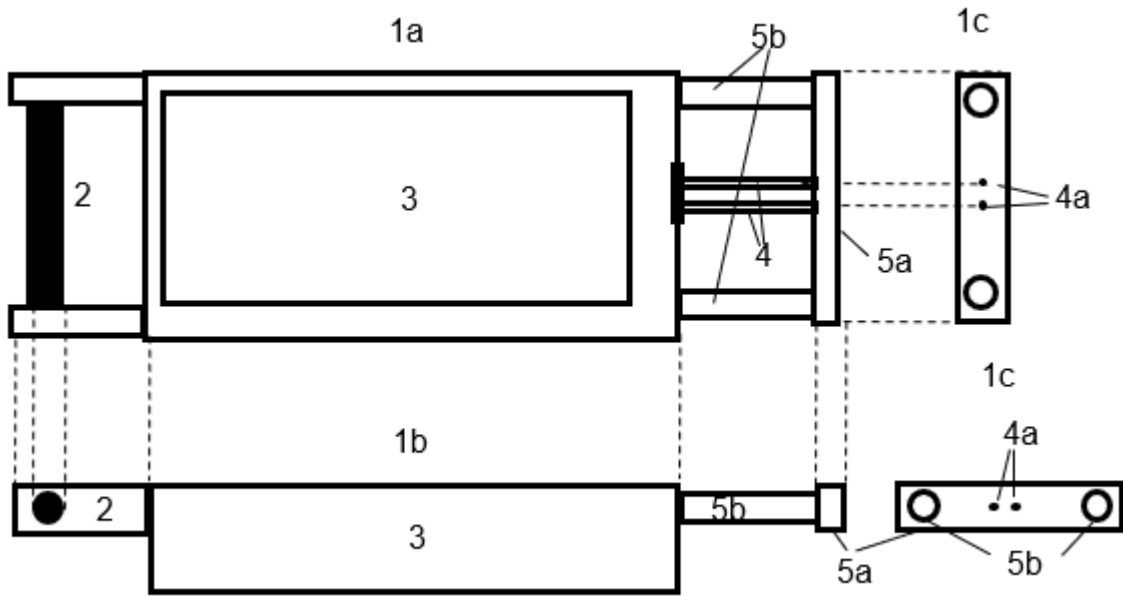


Figura 2.

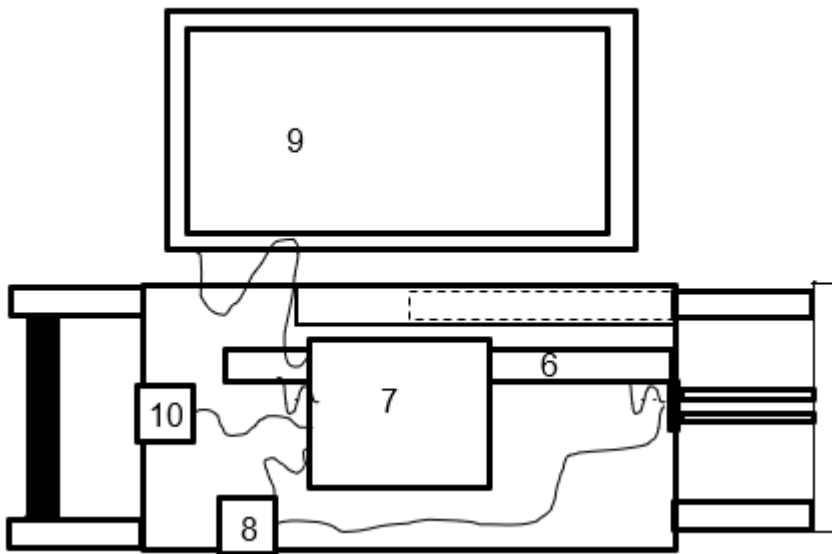


Figura 3.

