



## TÍTULO DE PATENTE No. 399884

**Titular(es):** SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA - TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

**Domicilio:** Arcos de Belén No. 79, Piso 3, Colonia Centro, 06010, Delegación Cuauhtémoc, Ciudad de México, MÉXICO

**Denominación:** APARATO PARA LA DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA, K, Ca, Mg, Na UTILIZANDO UN SENSOR CAPACITIVO CON TÉCNICAS INTEGRADAS DE ESPECTROSCOPIA Y REDES NEURONALES

**Clasificación:** **CIP:** G01N27/00; G01N27/22; G01N33/00; G01N33/24; G01R27/08  
**CPC:** G01R27/08; G01N27/00; G01N27/22; G01N33/00; G01N33/24

**Inventor(es):** OSCAR OSVALDO SANDOVAL GONZÁLEZ; OFELIA LANDETA ESCAMILLA; ALBINO MARTÍNEZ SIBAJA; JOSÉ DE JESÚS AGUSTÍN FLORES CUAUTLE; RUBÉN POSADA GÓMEZ; YESICA IMELDA SAAVEDRA BENÍTEZ

### SOLICITUD

**Número:**  
MX/a/2018/004747

**Fecha de Presentación:**  
17 de Abril de 2018

**Hora:**  
11:55

**Vigencia:** Veinte años

**Fecha de Vencimiento:** 17 de abril de 2038

**Fecha de Expedición:** 26 de enero de 2023

La patente de referencia se otorga con fundamento en los artículos 1º, 2º fracción V, 6º fracción III, y 59 de la Ley de la Propiedad Industrial.

De conformidad con el artículo 23 de la Ley de la Propiedad Industrial, la presente patente tiene una vigencia de veinte años improrrogables, contada a partir de la fecha de presentación de la solicitud y estará sujeta al pago de la tarifa para mantener vigentes los derechos.

Quien suscribe el presente título lo hace con fundamento en lo dispuesto por los artículos 5º fracción I, 9, 10 y 119 de la Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial; artículos 1º, 3º fracción V, inciso a), 4º y 12º fracciones I y III del Reglamento del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial; artículos 1º, 3º, 4º, 5º fracción V, inciso a), 16 fracciones I y III y 30 del Estatuto Orgánico del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial; 1º, 3º y 5º fracción I Acuerdo Delegatorio de Facultades del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

El presente documento electrónico ha sido firmado mediante el uso de la firma electrónica avanzada por el servidor público competente, amparada por un certificado digital vigente a la fecha de su elaboración, y es válido de conformidad con lo dispuesto en los artículos 7 y 9 fracción I de la Ley de Firma Electrónica Avanzada y artículo 12 de su Reglamento. Su integridad y autoría, se podrá comprobar en [www.gob.mx/impj](http://www.gob.mx/impj).

Asimismo, se emitió conforme lo previsto por los artículos 1º fracción III; 2º fracción VI; 37, 38 y 39 del Acuerdo por el que se establecen lineamientos en materia de Servicios Electrónicos del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

## SUBDIRECTORA DIVISIONAL DE EXAMEN DE FONDO DE PATENTES ÁREAS MECÁNICA, ELÉCTRICA Y DE DISEÑOS INDUSTRIALES Y MODELOS DE UTILIDAD

### MARINA OLIMPIA CASTRO ALVEAR



Cadena Original:  
MARINA OLIMPIA CASTRO ALVEAR|00001000000510738631|SERVICIO DE ADMINISTRACION  
TRIBUTARIA|1987|MX/2023/14273|MX/a/2018/004747|Título de patente normal|1027|RGZ|Pág(s)  
1|v2voV26M40Z2AePJ5M7z9ZfBG10=

Sello Digital:  
UyxKkmLc9DFeme1jVr9WBKQZInQSo3MugRbOfgUK7ZzEc9XuuPQIIIGIWeVv7Gajo7Trg4LVcfTm6zqVQ3miHBoy+nE  
C9My4W/90QjrBpvaHHPMx+807WVvGnPPdbwPGa4silb60NcqD6AmBbqJIPHoLsflCPIEEevAlKbcAbeEZi1zGVyld+  
KHNo1eQEVQJv9/CUKugESOs2Zed4cz3HMP0hSBtgYEQfB8cAupLcUJj59/d5YUE5zr3HRgjGSaNceFmHZ4ojgjsaq  
yCy06gnSM90V4Ry8p+1PysArJq5YaeLwolzAtd8nNmu39aVtU66Y5x/RFGLx0skM4Z9vAMpQ==



MX/2023/14273



# APARATO PARA LA DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA, K, Ca, Mg, Na UTILIZANDO UN SENSOR CAPACITIVO CON TÉCNICAS INTEGRADAS DE ESPECTROSCOPIA Y REDES NEURONALES

5

## CAMPO TÉCNICO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente invención pertenece al campo técnico de la electrónica particularmente pertenece al campo técnico de los sensores. Consiste en un aparato portátil para la determinación de la conductividad eléctrica (CE), K, Ca, Mg y Na  
10 utilizando un sensor capacitivo en suelos mediante la utilización de técnicas integradas de espectroscopía y la integración de algoritmos de redes neuronales para hacer posible la determinación de dichas variables con inteligencia artificial supervisada.

## 15 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Existen diversas invenciones tendientes a aprovechar de mejor manera el área de siembra disponible, en particular las investigaciones sobre la determinación de nutrientes y humedad de suelos in situ han crecido exponencialmente en los últimos años.

20 Entre las diferentes técnicas de las que se tiene conocimiento, se pueden mencionar la, TDR respuesta en el dominio del tiempo, FDR (frequency domain response), análisis de impedancias, VIS-MIR espectroscopia, fibras ópticas, análisis espectral, sensores electroquímicos, algunas de estas técnicas son tan refinadas que el uso de equipos de alto costo y difícil operación se hace indispensable,  
25 aunado a lo anterior, los países en vías de desarrollo no cuentan con los recursos suficientes para poner a disposición de los agricultores este tipo de tecnología, por lo anterior, se hace necesario el uso de tecnología de bajo costo que nos permita obtener información del estado del suelo.

Por otro lado, las técnicas de espectroscopía en particular de impedancias  
30 han probado ser una fuente útil en la determinación de la conductividad eléctrica en

suelos, la cual está directamente relacionada con el contenido de humedad, sales y minerales en determinada área. El presente modelo de utilidad muestra un sensor de tipo capacitivo utilizando la espectroscopía de impedancias de baja frecuencia para determinar el contenido de minerales, en especial de K, Ca, Mg y Na.

5           Actualmente en el estado del campo existen patentes que abordan este tema, sin embargo, enfocan sus mediciones únicamente a la humedad y contenido de sales. Para poder realizar un correcto estudio del suelo es importante determinar cuantitativamente la conductividad eléctrica, K, Ca, Mg, Na, entre otras muchas variables la cuales permiten saber a detalle el estado del suelo y de esta manera  
10           establecer un método de restauración conveniente acorde a las necesidades de dicho suelo. Entre estos sensores que tratan de medir ciertas variables del suelo se encuentra la patente US 4646000 llamada “Method and Apparatus for measuring soil salinity”, la cual es capaz de medir la salinidad del suelo a través de la permitividad a bajas frecuencias. Una de sus ventajas es que dicho sensor es  
15           colocado in-situ, sin embargo solo puede medir la salinidad de los suelos. Otro sensor con similares características que el anterior y que mide la salinidad en los suelos es el mencionado en la patente US7042234 “Soil metric potential and salinity measurement apparatus and method of use”.

          La patente US4929885 llamada “Apparatus for measuring ground moisture  
20           content of soil” presenta un método in-situ para medir la humedad contenida en el suelo con la finalidad de monitorear a detalle la humedad del suelo para realizar un riego más efectivo en los cultivos. De igual forma la patente US5546974 presenta un sensor capacitivo con 2 placas metálicas para medir la humedad en el suelo, siendo usado el suelo como material dieléctrico obteniendo un amplio rango en las  
25           mediciones de humedad.

          La patente US5859536 es un dispositivo que mide la presencia de líquidos en medios porosos. Una de sus ventajas es que puede medir la humedad minimizando errores de conductancia en la humedad debido a los contaminantes y aditivos como la sal y fertilizante. Sin embargo, solo está restringido su uso a la

medición de humedad y no es posible obtener otras características físico-químicas del suelo.

5 Como se puede apreciar existe desarrollos tecnológicos que abordan el uso de sensores capacitivos y la utilización de técnicas de espectroscopía para poder obtener variables como la humedad y salinidad de los suelos. Sin embargo estos sistemas no son capaces de realizar una determinación cuantitativa del contenido de CE, Ca, K, Na y Mg, que son de los elementos más relevantes a la hora de realizar una análisis de suelo.

10 La presente invención aborda el uso de los sensores capacitivos con técnicas de espectroscopía, pero anexando el uso de inteligencia artificial mediante algoritmos de redes neuronales que son capaces de estimar el contenido de CE, Ca, K, Na y Mg que se encuentra en los suelos a partir de los resultados obtenidos de la respuesta en frecuencia del sensor capacitivo.

### **ESPECIFICACIÓN DE LA INVENCION**

15 La presente invención presenta un sensor en forma de capacitor de placas paralelas que tiene la finalidad de aplicar un campo eléctrico de magnitud y frecuencia controladas, en medio de dichas placas es colocada la muestra de suelo a manera de dieléctrico. Al aplicar una diferencia de potencial (V) entre ambas placas del capacitor se establece un campo eléctrico (E) entre ellas. El campo  
20 eléctrico creado es resultado directo de la separación de cargas de acuerdo con su tipo de carga.

La presente invención utiliza técnicas de espectroscopía la cual permite realizar un barrido en frecuencias 0 a 10KHz de la señal senoidal aplicada al sensor con el objetivo de conocer su respuesta en frecuencia. Esta respuesta en frecuencia  
25 nos permite conocer el contenido de sales y minerales los cuales presentan una resonancia a determinada frecuencia. Las diferencias en la magnitud y fase entre la señal de entrada y la señal obtenida en el capacitor son los dos valores que nos permiten correlacionar los datos para realizar un análisis del suelo.

Esta invención cuenta con un bloque de inteligencia artificial que utiliza redes neuronales artificiales las cuales fueron entrenadas a partir de una base de datos obtenida a través de cientos de análisis convencionales de suelos realizados en laboratorios especializados. Dicha base de datos obtenida fue utilizada para el  
5 entrenamiento de la red neuronal la cual a través de este aprendizaje supervisado es capaz de obtener y cuantificar el contenido de K, Ca, Mg, Na y conductividad eléctrica del suelo (CE) a partir de los datos obtenidos el sensor en sus análisis de respuesta en frecuencia.

10

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

La presente invención está integrada por 3 secciones: 1) Sensor Capacitivo, 2) Cámara de temperatura controlada, 3) Módulo de Potencia y Control.

La figura 1 muestra una vista isométrica de las 3 secciones previamente  
15 descritas del aparato. Cubierta lateral izquierda (1), cubierta frontal (2), cubierta lateral derecha (3), cubierta superior (4), cubierta posterior (7), el contenedor de tierra (9), tapa resistencia eléctrica (5), canaletas (6), conexiones de la cámara (8), el módulo de potencia (24), el módulo de control (25), un puerto RJ45 (30), un puerto de suministro de voltaje (28), un módulo de control (25) es una tarjeta comercial  
20 MyRIO de la compañía National Instruments.

La figura 2 muestra la cámara de temperatura controlada cuyo objetivo es  
mantener a 30°C el interior de la cámara durante la medición. Consta de 6 placas de Nylamid: placa frontal (10), placa inferior (11), placa lateral derecha (12), placa posterior (13), placa superior (17), placa lateral izquierda (16), las cuales  
25 ensambladas forman un contenedor que ayuda a conservar el calor. Cuenta con 2 orificios (10A) y (17A). El orificio de entrada de muestra (10A) sirve para poder introducir la muestra en el contenedor de tierra (9) que lleva el sensor capacitivo.

En la figura 3 se muestra el sensor capacitivo el cual contiene la muestra de  
suelo (20) que es utilizada como elemento dieléctrico del capacitor el cual está

formado por dos placas de acero inoxidable: la placa superior del sensor capacitivo (18) y la placa inferior del sensor capacitivo (19). La placa inferior del sensor capacitivo (19) tiene 2 cables conectados en uno de sus extremos: terminal positivo placa inferior (19A) y terminal negativo placa inferior (19B) y la placa superior del sensor capacitivo (18) tiene 2 cables conectados en uno de sus extremos: el terminal positivo placa superior (18A) y el terminal negativo placa superior (18B). Estas 4 terminales (18A)(18B)(19A)(19B) van conectados al módulo de control.

La figura 4 muestra una vista seccionada del interior de la cámara de temperatura controlada. Contiene un actuador que suministra el calor al interior de la cámara de temperatura controlada conformado por una resistencia eléctrica (23), un socket (22) y una base de aluminio metálica (21) la cual está ensamblada directamente a la pieza (17A). La resistencia eléctrica (23) irradia calor mediante a la cámara de temperatura controlada mediante la modulación del voltaje con un dimmer electrónico (24). Con fines estéticos se colocó una cubierta en 5 placas de plástico. Cubierta lateral izquierda (1), cubierta posterior (7). En esta figura también está indicado el contenedor de tierra (9), la placa superior del sensor capacitivo (18) y la placa inferior del sensor capacitivo (19).

La figura 5 muestra una vista seccionada el interior de la cámara de temperatura controlada. Un sensor de temperatura (34) es colocado sobre la placa lateral derecha (12) para realizar un monitoreo continuo de la temperatura al interior de la cámara. De igual forma en figura 5 es mostrado el actuador que suministra el calor al interior de la cámara de temperatura controlada conformado por una resistencia eléctrica (23), un socket (22) y una base de aluminio metálica (21) la cual está ensamblada directamente la pieza (17A). La resistencia eléctrica (23) irradia calor mediante a la cámara de temperatura controlada mediante la modulación del voltaje con un dimmer electrónico (24). Con fines estéticos se colocó una cubierta en 5 placas de plástico. Cubierta frontal (2), cubierta lateral derecha (3), cubierta lateral izquierda (1), cubierta superior (4), cubierta posterior (7). En esta figura 5 también está indicado el contenedor de tierra (9), la placa superior del sensor capacitivo (18) y la placa inferior del sensor capacitivo (19).

La figura 6 muestra el módulo de potencia (24) y el módulo de control (25). El módulo de potencia (24) contiene un dimmer electrónico, una entrada de conexión de corriente alterna de 110Vac (29), un puerto RJ45 (30) en el cual se conecta las señales provenientes del sensor de temperatura, también cuenta con un puerto de suministro de voltaje (28) el cual suministra un voltaje variable a la resistencia eléctrica (23) acorde al control en lazo cerrado realizado por el módulo de control (25). El módulo de control (25) es una tarjeta MyRIO de la compañía National Instruments, que consta de una Field Programmable Gate Array (FPGA) Xilinx. Cuenta con una salida de audio analógica (31) que suministra una señal de excitación analógica con un barrido de frecuencia en el tiempo, también cuenta con una entrada de audio analógica (32) que corresponde a la señal de respuesta del capacitor a la señal de excitación. El puerto C (33) contiene entradas analógicas para el sensor de temperatura y salidas analógicas para realizar el voltaje de control del dimmer (24). También consta una conexión USB (27) y una entrada de alimentación de voltaje del módulo de control (26)

La figura 7 muestra el diagrama general del funcionamiento del sensor capacitivo utilizando las técnicas de espectroscopia. Consta de la salida de audio analógica (31) que realiza la generación de una onda senoidal con la capacidad de modular su frecuencia. La entrada de audio analógica (32) recibe la señal de la respuesta en frecuencia del capacitor. La señal generada y la recibida del capacitor son analizadas dentro del FPGA para obtener su respuesta en frecuencia (36) con finalidad de obtener su magnitud y fase. Esta respuesta en frecuencia es enviada al módulo de la red neuronal artificial (37) que es el módulo responsable de realizar la determinación y cuantificación de la CE, K, Ca, Mg y Na.

La figura 8 muestra el diagrama general de la cámara de temperatura controlada. Está conformada por un socket (22), una resistencia eléctrica (23), un dimmer (23) para controlar la energía suministrada a la resistencia eléctrica, el sensor de temperatura (34) que está conectado directamente a una entrada del convertidor Analógico a Digital del FPGA (38). El lazo cerrado de control está programado directamente dentro del FPGA, tomando en cuenta la temperatura de

la cámara y a través de un control Proporcional-Integral-Derivativo (PID) (39) se logra realizar el control variando la energía entregada a la resistencia eléctrica (23) controlando el voltaje de control del dimmer (33).

La figura 9 muestra el arreglo de la red neuronal utilizada para la determinación de K, Ca, Mg, Na y Conductividad Eléctrica. Está conformada por el vector de entrada (41), la primera capa de neuronas (42), la capa intermedia de neuronas (43) y las neuronas de salida (44).

### **MEJOR METODO PARA LLEVAR A CABO LA INVENCION**

El objetivo de la cámara de temperatura controlada es garantizar que las mediciones realizadas por el sensor capacitivo estén a una temperatura controlada debido a que cambios en la temperatura ocasionará variaciones en la magnitud de la señal del sensor capacitivo. La cámara de temperatura controlada está compuesta por 6 placas de Nylamid (10)(11)(12)(13)(16)(17) las cuales se maquinan para garantizar la precisión en sus dimensiones. El ensamblaje de cada una de las piezas es realizado a través de tornillos que unen las 6 placas. Con el objetivo de reducir la interferencia electromagnética se coloca papel aluminio en las paredes interiores de la cámara de temperatura controlada. Para realizar el control de temperatura se requiere de un sensor de temperatura (34) comercial LM35 que constantemente está monitoreando la temperatura al interior de la cámara. Esta señal de salida analógica del sensor va conectado al convertidor analógico-digital número 0 (ADC) del puerto C del módulo de control (25). Al interior del módulo de control contiene la programación para realizar un control PID, estableciendo 30°C como punto de referencia del controlador. La salida del control PID se encuentra en un rango de 0-4096, dicho valor es enviado a través del Convertidor Digital a Analógico número 0 del puerto C del módulo de control (25), el cual convierte la señal digital a un rango 0-10VDC. Este voltaje es suministrado a la entrada del voltaje de control (33) del dimmer (24). Al variar el voltaje de entrada de 0-10VDC, el dimmer variará la energía suministrada a la resistencia eléctrica (23) de 0-110VAC. Con lo cual se puede controlar la energía disipada en forma de calor por la resistencia eléctrica (23). La figura 8 muestra a detalle la explicación realizada anteriormente.

El fundamento de este modelo de utilidad está basado en la respuesta en frecuencia del sensor capacitivo. Dicha respuesta en frecuencia está íntimamente relacionada con el material dieléctrico del capacitor. Este material dieléctrico corresponde a la muestra de tierra que se quiere analizar para la determinación de las propiedades K, Ca, Mg, Na. Para obtener la respuesta en frecuencia del sensor es necesario enviar una señal de excitación (31) la cual al variar su frecuencia producirá que ciertos materiales tengan una resonancia a una frecuencia característica, esto permite conocer la magnitud y fase que corresponde a la respuesta en frecuencia del sensor.

El sensor capacitivo está formado por dos placas de acero inoxidable de 10cm x 10cm de 3mm de espesor (18) y (19). La muestra de tierra (20) está contenida en un bloque de 10cm x 10cm x 1cm. La placa (19) tiene un cable de audio de 2 polos (19A) y (19B) conectados en el extremo de la placa y la placa (18) también cuenta con un cable de audio de 2 polos (18A) y (18B) conectado en su extremo. Estos 4 cables (18A) (18B) (19A) (19B) van conectados al módulo de control (25) a la entrada de audio analógica (31) y la salida de audio analógica (32). Como se puede apreciar en la figura 7 el capacitor está conectado en serie con una resistencia que tiene un valor de 10KOhms, haciendo con esto un filtro RC, la cual es requerida para conocer la respuesta en frecuencia del capacitor. La señal de excitación (31) consiste en una onda senoidal de 10 Volts Pico a Pico (10VPP) la cual es generada por el módulo de control (25) el cual en su interior contiene un FPGA. Dicho FPGA es programado para generar una señal senoidal que genere un barrido de frecuencias de 0-10KHz en pasos de 100Hz. Esta señal es enviada a través de la salida de audio (31) del módulo de control (25) hacia el circuito RC conformado por la resistencia (35) y las placas del sensor capacitivo (18) y (19). En cada paso de la frecuencia de la señal de excitación (31) se obtiene la respuesta en magnitud y fase del capacitor. Al final del estudio se logra obtener una gráfica completa del comportamiento del sensor en magnitud y fase a lo largo de la banda de frecuencias. Esta gráfica representa un patrón característico que le permite a la red neuronal estimar y cuantificar el contenido de K, Ca, Mg, Na y la conductividad eléctrica del suelo (CE).

La Red Neuronal fue entrenada a partir de cientos de ejemplos de análisis de suelos realizados en laboratorios especializados en suelos para determinar sus propiedades físico-químicas. Cada muestra analizada por el laboratorio también fue analizada con este aparato propuesto en este modelo de utilidad. La red neuronal al ser de aprendizaje supervisado requiere de una gran cantidad de ejemplos para poder extraer información y realizar la correcta estimación de los parámetros de K, Ca, Mg, Na y CE. La red neuronal fue entrenada a partir de los resultados obtenidos por los análisis de laboratorios que corresponden a las neuronas de salida (44) de la red neuronal. Los valores de magnitud y fase de cada muestreo obtenidos por el aparato corresponden al vector de entrada (41) de la red neuronal. Este vector de entrada contiene 200 datos correspondiente a los valores de magnitud y fase en el barrido de frecuencia de 0-10KHz en pasos de 100Hz. Existen 200 neuronas de entrada (42) las cuales están conectadas a las neuronas de la capa intermedia (43) y estas neuronas de la capa intermedia se conecta a las neuronas de salida (44). El objetivo del entrenamiento de la red neuronal es hacer que la red sea capaz de aprender la relación existente entre las salidas y la entrada para que cuando una nueva muestra de suelo sea introducida en la red esta sea capaz a partir de su aprendizaje de deducir las cantidades de K, Ca, Mg, Na y CE que contiene la muestra. La red neuronal fue programa directamente en el módulo de control (25) y el resultado final de la red neuronal es enviado serialmente a una interface gráfica en la computadora.

## REIVINDICACIONES

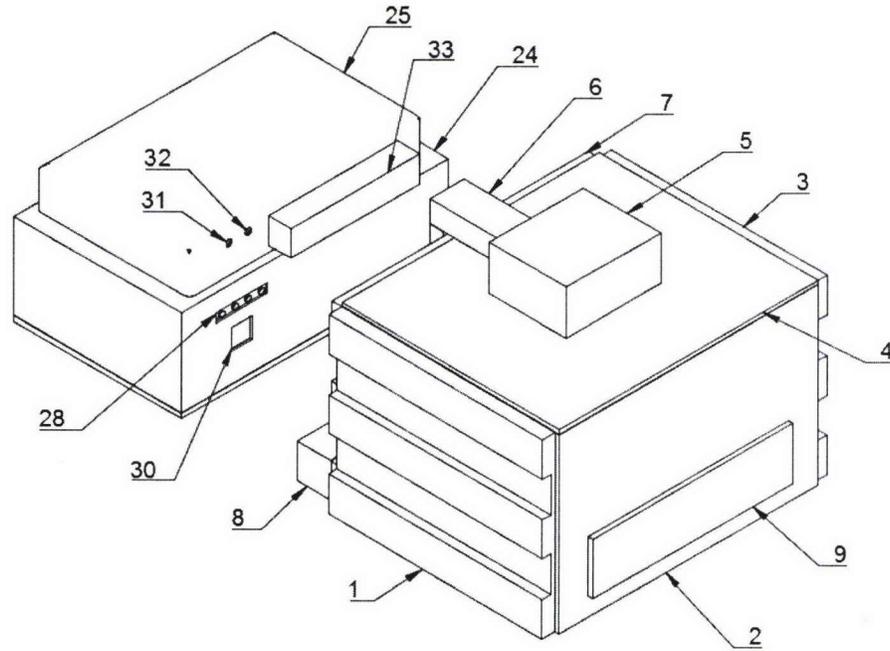
Habiendo descrito suficientemente mi invención, considero como una novedad y por lo tanto reclamo como de mi exclusiva propiedad, lo contenido en las siguientes cláusulas:

1. Un aparato para la determinación de CE, K, Ca, Mg, Na en suelos, que se comprende de:
  - a. Un sensor capacitivo, conformado por 2 placas de acero inoxidable donde el suelo a analizar funciona como el dieléctrico
  - 10 b. Una red neuronal de 200 neuronas en la capa de entrada, 15 neuronas en la capa intermedia y 5 neuronas de salida, configurada para estimar cuantitativamente CE, K, Ca, Mg, Na.
  - c. Una cámara de temperatura controlada conformada por un módulo de potencia conformado por un sensor de temperatura, un dimmer y una resistencia eléctrica, configurada para mantener una temperatura controlada de 35°C.
  - 15 d. Un analizador de la respuesta en frecuencia conformado por un módulo de control mediante un FPGA configurado para generar una señal de excitación de tipo senoidal en el rango de 0 Hz a 50KHz.

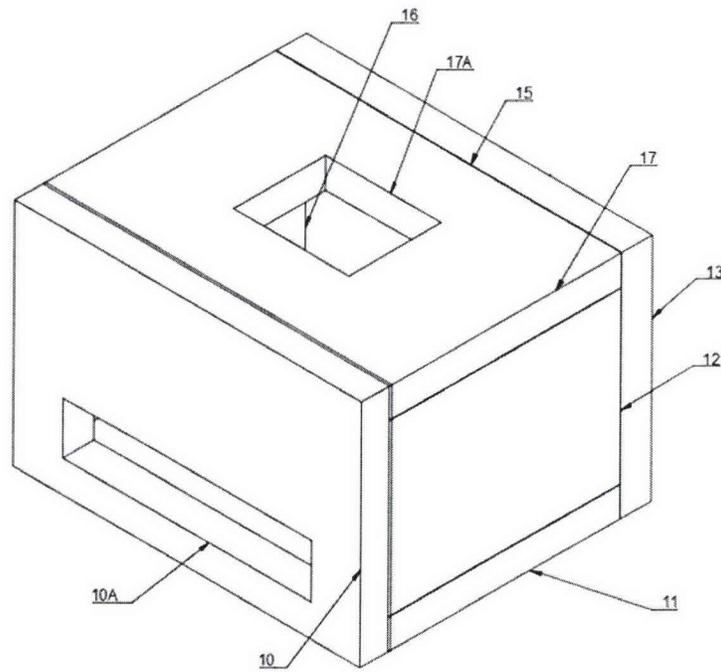
20

## RESUMEN DE LA INVENCION

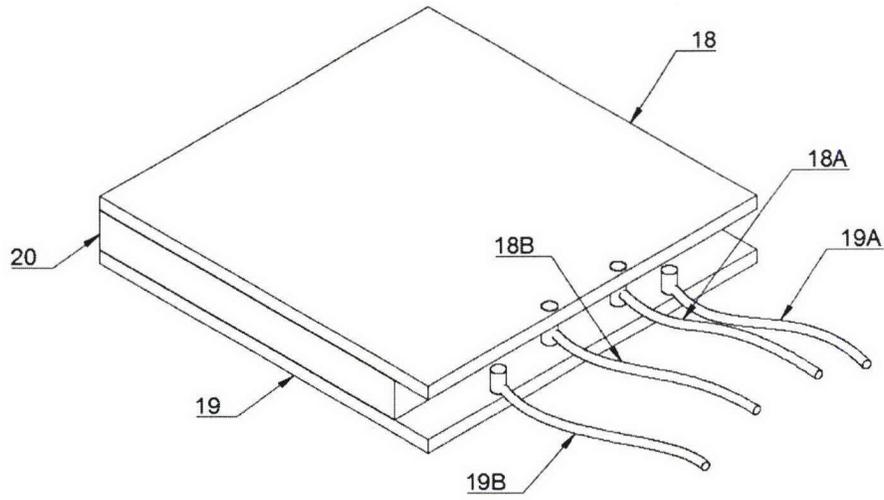
La presente invención hace referencia a un aparato portátil para la determinación de la CE, K, Ca, Mg y Na utilizando un sensor capacitivo en suelos mediante la utilización de técnicas integradas de espectroscopía y la integración de algoritmos de redes neuronales para hacer posible la determinación de dichas variables con inteligencia artificial supervisada.



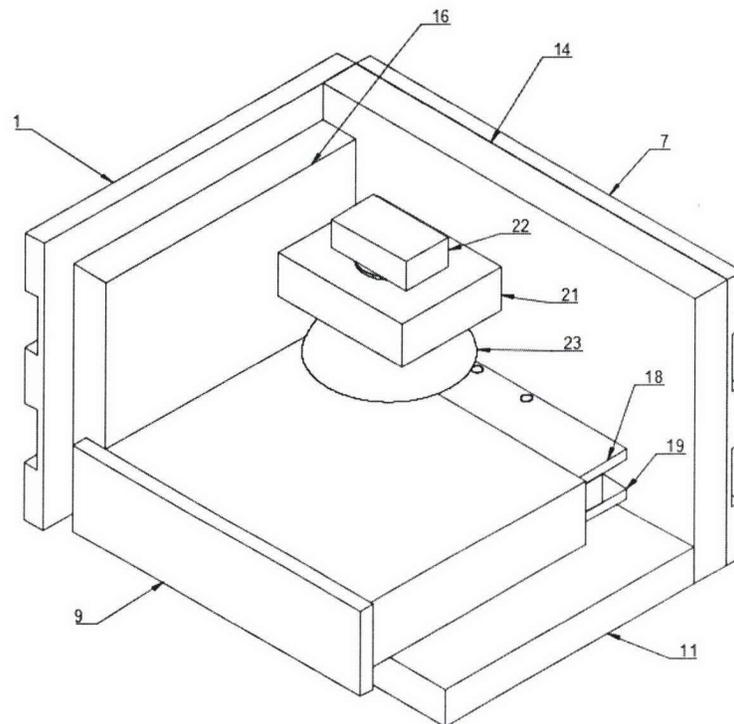
**FIGURA 1**



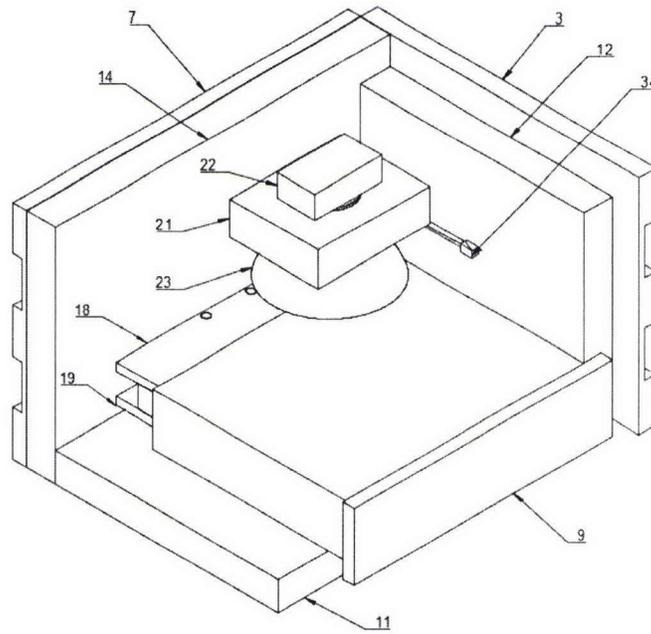
**FIGURA 2**



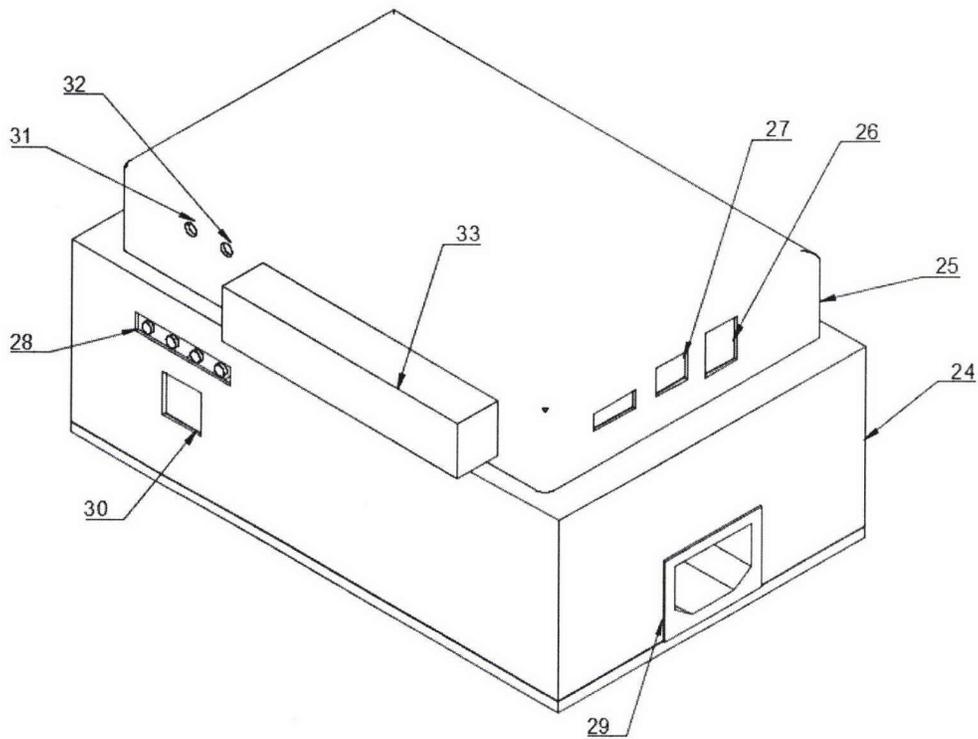
**FIGURA 3**



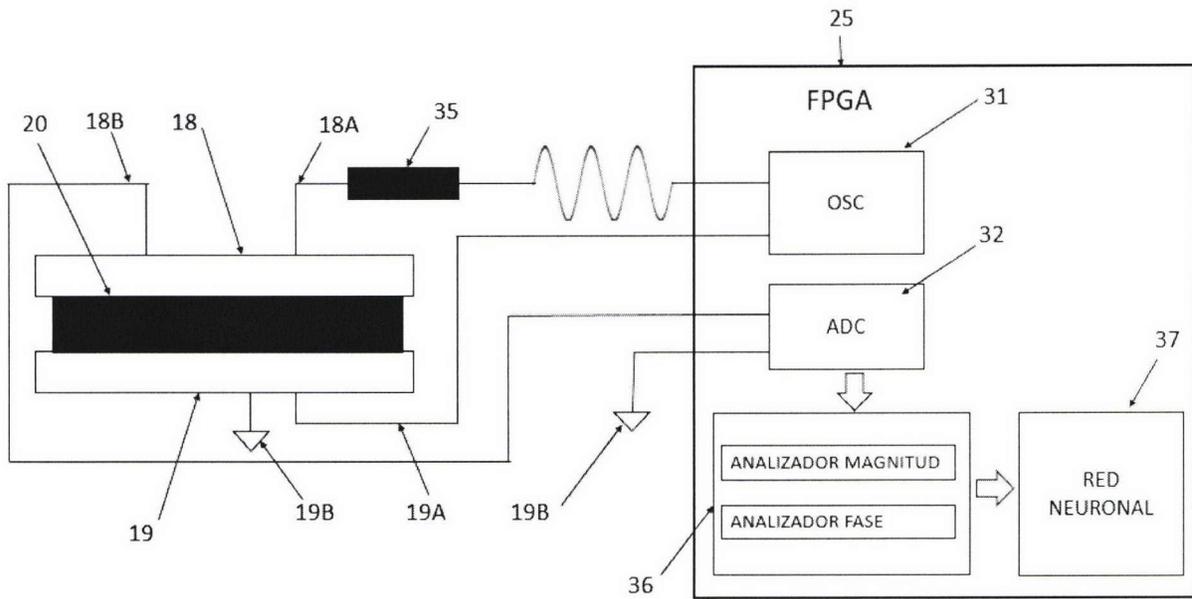
**FIGURA 4**



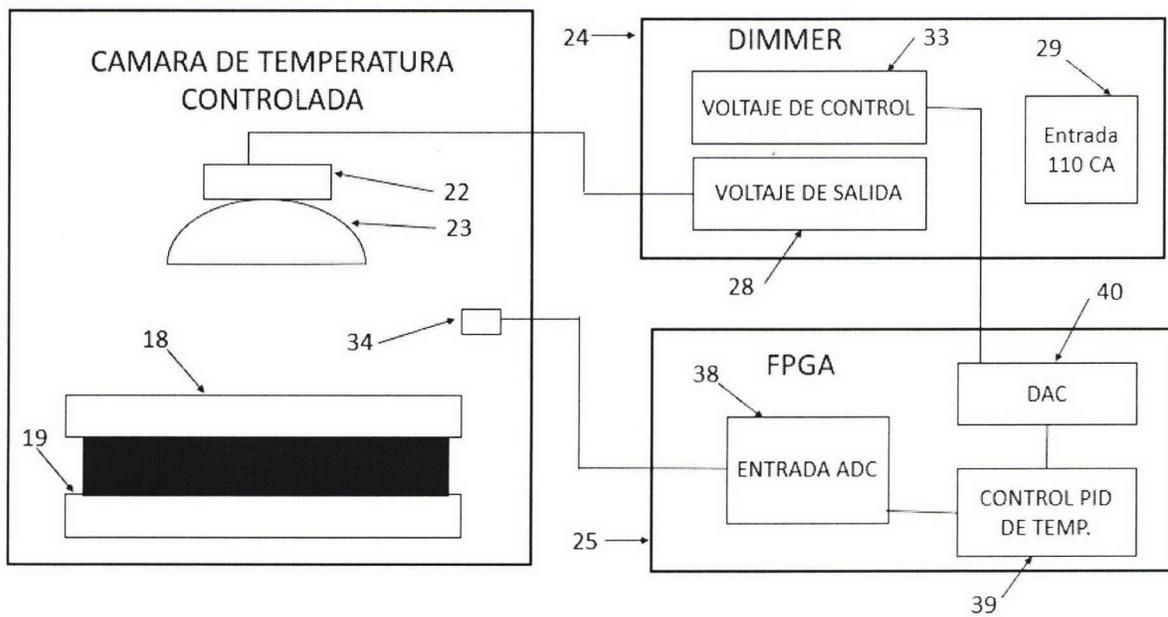
**FIGURA 5**



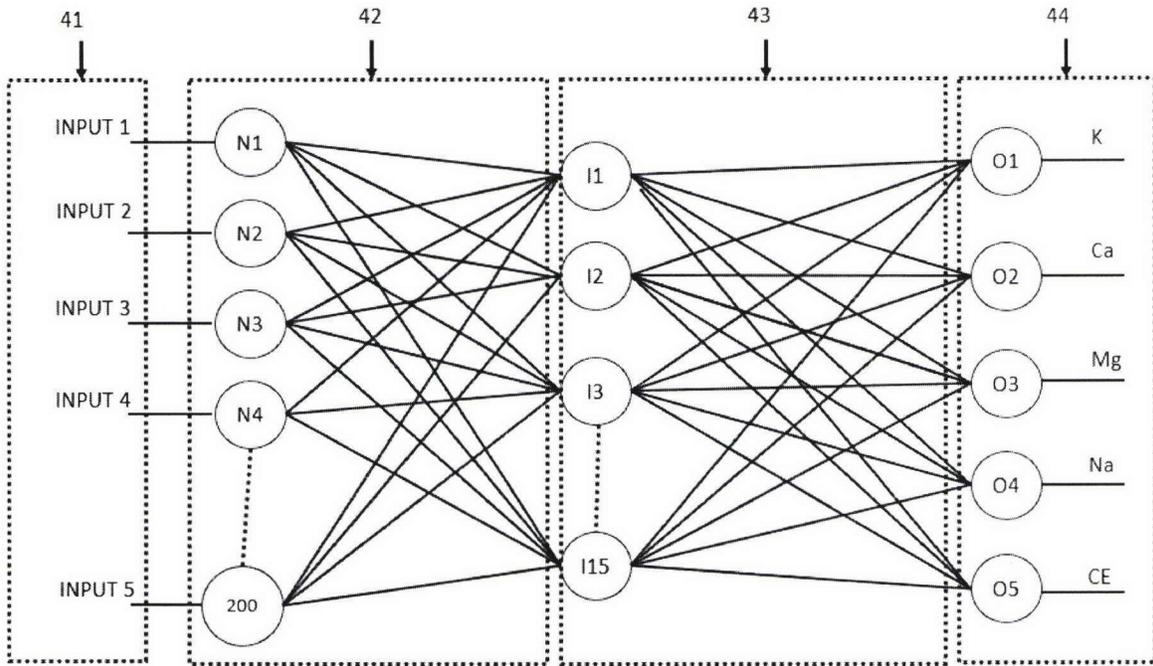
**FIGURA 6**



**Figura 7**



**Figura 8**



**Figura 9**