

## TÍTULO DE PATENTE No. 349571

**Titular(es):** JAVIER SALAS GARCÍA

**Domicilio:** José Ma. Morelos 116, San Cayetano Morelos, 50295, Toluca, Estado de México, MÉXICO

**Denominación:** APARATO Y MÉTODO PARA CUANTIFICAR Y ALMACENAR UN LÍQUIDO INFILTRADO EN EL SUELO Y TRANSMITIR SUS MEDICIONES A TRAVÉS DE INTERNET.

**Clasificación:** CIP: G01N1/10; E02D1/06; G01F15/06; G01F15/075; G01F15/12; G01F15/16; G01F15/18  
CPC: G01N1/10; E02D1/06; G01F15/061; G01F15/075; G01F15/16; G01F15/18; G01F15/125

**Inventor(es):** JAVIER SALAS GARCÍA; JAIME GARFIAS SOLIZ

### SOLICITUD

| Número:          | Fecha de Presentación: | Hora: |
|------------------|------------------------|-------|
| MX/a/2014/009809 | 14 de Agosto de 2014   | 12:50 |

**Vigencia:** Veinte años

**Fecha de Vencimiento:** 14 de agosto de 2034

**Fecha de Expedición:** 3 de agosto de 2017

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 6º fracciones III y 7º bis 2 de la Ley de la Propiedad Industrial (Diario Oficial de la Federación (D.O.F.) 27/06/1991, reformada el 02/06/1994, 25/10/1996, 26/12/1997, 17/05/1999, 26/01/2004, 16/06/2005, 25/01/2006, 06/05/2009, 06/01/2010, 18/06/2010, 28/06/2010, 27/01/2012 y 09/04/2012); artículos 1º, 3º fracción V inciso a), 4º y 12º fracciones I y III del Reglamento del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (D.O.F. 14/12/1999, reformado el 01/07/2002, 15/07/2004, 28/07/2004 y 7/09/2007); 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 (D.O.F. 27/12/1999, reformado el 10/10/2002, 29/07/2004, 04/08/2004 y 13/09/2007); 1º, 3º y 5º inciso a) del Acuerdo que delega facultades en los Directores Generales Adjuntos, Coordinador, Directores Divisionales, Titulares de las Oficinas Regionales, Subdirectores Divisionales, Coordinadores Departamentales y otros subalternos del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. (D.O.F. 15/12/1999, reformado el 04/02/2000, 29/07/2004, 04/08/2004 y 13/09/2007).

El presente oficio se signa con firma electrónica avanzada (FIEL), con fundamento en los artículos 7 BIS 2 de la Ley de la Propiedad Industrial; 3o de su Reglamento, y 1 fracción III, 2 fracción V, 26 BIS y 26 TER del Acuerdo por el que se establecen los lineamientos para el uso del Portal de Pagos y Servicios Electrónicos (PASE) del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, en los trámites que se indican.

### LA DIRECTORA DIVISIONAL DE PATENTES NAHANNY CANAL REYES



Cadena Original:  
NAHANNY MARISOL CANAL REYES|00001000000403252793|Servicio de Administración Tributaria|1695||MX/2017/62573|MX/a/2014/009809|Título de patente normal|1223|GAGV|Pág(s) 1|9VNs2MvkWei3YX2ynPGwi89HsHU=

Sello Digital:  
sJh1D5aGVloL7luL7lgUS2+QtIbpfMQX/tAPHqJxt0+vwz/qOfNjBYBzAAzzai7NQiyYz4HRi/wsjEioqItKO1q8  
NsLwhiemO9O16dH/+DboFeV9GiOMMPWV532ygZvHLtvJwDUldxINFO/5Gr5D6Vlc+ewRQuf5P9TzSdzg5++QuawyVV  
g27LNNGK9S2mhkCZCRiqggI0jgmana3T3rZnmtYAYqaPY5vC7IGRC8RPG17vRvGYdoO2K8NEI0EWURLXgpnJo5Ta+J  
j0q/H/qSbkMO0zVMhAZedUVVlCgk0FWk66Ro4gmNS8NQPSqgUd5yZk186I52nq9JXLecWogw==



3495.71

~~2014/1205~~



**APARATO Y MÉTODO PARA CUANTIFICAR Y ALMACENAR UN LÍQUIDO INFILTRADO EN EL SUELO Y TRANSMITIR SUS MEDICIONES A TRAVÉS DE INTERNET**

5 **CAMPO DE LA INVENCION**

La presente invención está relacionada con dispositivos para la cuantificación y el muestreo de agua en el subsuelo, en particular con los lisímetros. Esta invención también se refiere al método para cuantificar y coleccionar muestras simples y compuestas de un líquido infiltrado en el suelo, así como la transmisión de sus mediciones en el sitio de instalación a través de un enlace inalámbrico hasta otro dispositivo conectado a Internet.

El objetivo del lisímetro presentado es determinar la cantidad de agua que se infiltra en el suelo, así como permitir el almacenamiento del agua infiltrada durante períodos programables, cuya duración determina el usuario del sistema. La innovación de este aparato radica en que: 1) se programa directamente en el sitio de instalación o a través de internet, 2) permite conservar muestras simples o compuestas del agua infiltrada, 3) la cuantificación del volumen de agua infiltrada se puede monitorear en tiempo real desde una computadora, tableta o teléfono inteligente conectados a internet y 4) posee un sistema para extraer la muestra de agua infiltrada desde la superficie del suelo sin la necesidad de remover el lisímetro de su sitio de instalación.

Estas características permiten su aplicación en el monitoreo del riego de cultivos, en la estimación de la recarga de un acuífero, en la modelización numérica del flujo de agua y otras aplicaciones que requieran la cuantificación del agua que se infiltra al suelo. Su capacidad de almacenar muestras de aguas simples y compuestas es aplicable en el estudio

de contaminantes miscibles en agua presentes en suelos permeables, tales como vertederos de basura, panteones, parcelas experimentales y en otras aplicaciones que requieran análisis de la calidad de un líquido infiltrado en el suelo.

5

## ANTECEDENTES

Existen una gran cantidad de estudios que involucran la determinación de la cantidad y de la calidad del agua en el suelo. En lo que respecta a su cantidad, sobresalen aquellas investigaciones para determinar la tasa de riego óptimo, la recarga de los acuíferos, la evapotranspiración y la determinación del flujo de agua en la zona no saturada. Por otra parte, los estudios de calidad se encaminan a determinar la concentración de algunos compuestos presentes en los lixiviados de los basureros, en los panteones, en derrames de contaminantes en la superficie del suelo, entre otros.

En muchos casos, las mediciones en las aplicaciones mencionadas se hacen manualmente, y las muestras que se extraen de agua pueden ser simples o compuestas. Una muestra simple, o individual, representa la composición del agua original para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en las que se realizó su captación. En cambio, una muestra compuesta de agua es una combinación de muestras simples tomadas a intervalos predeterminados a fin de minimizar los efectos de variabilidad de la muestra individual. La función de las muestras compuestas es la de minimizar el efecto de las variaciones puntuales de la concentración de los elementos que se están analizando.

Aunque en la actualidad existen algunos sistemas para coleccionar agua en el suelo, su propósito y método son distintos a los de la presente invención. Por ejemplo, el lisímetro

descrito en la patente US 4,759,227 incluye un contenedor hacia el cual se conduce el agua a su interior por un efecto de succión para tomar una muestra del agua a su alrededor. La

presente invención difiere de dicho método de muestreo debido a que el líquido infiltrado en el suelo fluye por efecto de gravedad y por la presión de succión del medio natural que ejercen las fluctuaciones en el nivel freático local. El objetivo también es distinto: en el lisímetro mencionado sólo se requiere coleccionar el agua almacenada en el suelo para su análisis, mientras que en éste lo que se cuantifica es el volumen de agua infiltrado en el área de captura superior del lisímetro y, además, es capaz de almacenar la muestra de agua para su análisis posterior.

10

Las innovaciones de otros lisímetros más recientes están orientadas a cambiar la forma geométrica de la parte que está en contacto con el suelo, o de su método de instalación (US 5,000,051), a la incorporación de elementos para coleccionar muestras de agua a distintas profundidades (US 5,465,628), a la incorporación de aditamentos para coleccionar contaminantes de las muestras de agua presentes en el suelo (US 5,567,889), o a reforzar su construcción para que sean capaces de ser instalados a mayores profundidades (US 6,742,405). También son comunes los llamados lisímetros de pesada, que consisten en recipientes de una gran variedad de tamaños con un volumen y un contenido de humedad inicial conocido. En éstos, el cambio en el contenido de agua se determina mediante la medición del cambio en el peso total de dicho volumen. En dichos lisímetros, las innovaciones que se han producido en los últimos años están relacionadas con el método para determinar el peso del agua de forma más precisa (CN 202,649,069 U).

20

Una de las limitaciones que tienen los equipos mencionados y otros similares es que requieren la presencia del usuario en el campo para configurar el equipo de medición, así como para realizar las determinaciones de la cantidad del agua muestreada. Debido a esta desventaja, se han desarrollado equipos para transmitir los parámetros de operación de algunos sistemas. Un sistema de transmisión de este tipo es el sistema y método para controlar sistemas remotos de Petite *et al.* (US 7,739,378 B2), que emplea módulos de radio frecuencia que se comunican con una computadora que envía los datos a Internet. Una diferencia significativa del sistema de transmisión de esta invención es que éste emplea un módem de telefonía celular para conectarse directamente a Internet y enviar las mediciones realizadas por el lisímetro, sin necesidad de ningún módulo de radiofrecuencia adicional.

En la patente US 4,940,976 se presenta un sistema automatizado de lectura de medidores del consumo de agua potable que tienen agujas como elementos indicadores del flujo medido. Además, dicho equipo es capaz de enviar las lecturas mediante una línea telefónica o de manera inalámbrica a través de un enlace de radiofrecuencia. Sin embargo, la presente invención es distinta debido a que incluye el sistema de medición del flujo de un líquido infiltrado en el suelo, además de su capacidad para coleccionar muestras simples y compuestas del flujo de agua mencionado. Además, es útil para determinar la evapotranspiración en un volumen de suelo mediante calcular la diferencia entre la cantidad de líquido que entra al sistema en la superficie menos la que se cuantifica en el lisímetro.

En resumen, la presente invención difiere de otros lisímetros en su sistema de medición de un líquido infiltrado en el suelo, así como de su capacidad de almacenamiento programable

de muestras simples y compuestas. Dicha programación se puede realizar en forma presencial en el sitio de instalación o de forma remota a través de Internet.

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

5 En la **Figura 1** se presentan los componentes principales del lisímetro instalado en el suelo. Se muestra una vista en corte del interior del lisímetro; mientras que la unidad de control y transmisión de los datos se presenta en forma de bloques.

En la **Figura 2** se muestra con más detalle una vista en corte del interior del lisímetro,  
10 incluyendo una ampliación del mecanismo que permite el paso o la obstrucción del líquido infiltrado al contenedor de la muestras.

En la **Figura 3** se presenta una vista en corte del sistema que permite el paso del líquido infiltrado al contenedor de las muestras y una vista superior de dicho contenedor, así como  
15 de la base perforada del lisímetro.

La unidad de control y transmisión de datos se presenta en la **Figura 4**. Incluye el sistema de acondicionamiento de la señal de las terminales conductoras del lisímetro, el microprocesador y el módem que transmite los datos a Internet.

20

### **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

El lisímetro inventado es un dispositivo para almacenar y determinar la cantidad de un líquido (1) que se infiltra en el suelo. El dispositivo consiste en un primer embudo (2) que contiene un filtro (3) en cuya salida se encuentra sujeto a un material sintético hidrofílico

(4) por el cual puede fluir el agua. Debajo del extremo inferior del material hidrofílico

están dos terminales conductoras (6) conectadas a una unidad de control y transmisión (16).

Dichas terminales (6) están separadas entre sí una distancia entre 1 mm y 1.5 mm. El material hidrofílico sostiene a un soporte (5) del que pende un anillo (18) al cual están

5 fijadas las terminales conductoras (6) mencionadas. Esta disposición permite que aunque el lisímetro se incline un ángulo de  $0^\circ$  a  $20^\circ$ , por gravedad la punta del material hidrofílico permanece alineada verticalmente con el centro de las terminales conductoras (6) debajo de sí misma.

10 Debajo del anillo (18) que soporta a las terminales conductoras (6) se encuentra un segundo embudo (46) cuya apertura inferior está conectada a un primer tubo (47). El extremo inferior (32) del primer tubo (47) está conectado a un contenedor (10). El primer tubo (47) contiene un vástago (9) con un obturador en cada uno de sus extremos. La posición del vástago determina si los orificios de los extremos (32 y 45) del primer tubo (47) están

15 abiertos o cerrados. Si el vástago está en el extremo de su posición superior, el orificio inferior (32) del tubo (47) está cerrado. Si el vástago está en el extremo de su posición inferior, el orificio superior (45) del tubo (47) está cerrado. Si el vástago está en su posición central, ambos orificios (32 y 45) del primer tubo (47) están abiertos. El vástago (9) está conectado al brazo (26) de un servomotor (7) mediante un hilo (8) que pasa a través

20 de un sistema de poleas (48 y 49). Los cables de alimentación y control del servomotor (19, 20 y 21) están conectados a una unidad de control y transmisión (16) en la superficie del suelo.

El contenedor (10) tiene un segundo tubo cuyo extremo superior (11) sobresale sobre la superficie del suelo. El extremo inferior (12) de dicho tubo está en contacto con el aire dentro del contenedor (10). En la parte interna inferior del contenedor está el extremo inferior (13) de un tubo cuyo extremo superior (14) está en un nivel por encima de la superficie del suelo. El contenedor (10) está separado de la base de la estructura que soporta los elementos mencionados. Además dicha base tiene perforaciones (15).

En la Figura 4 se presentan los elementos principales de la unidad de control y transmisión (16) que controlan el aparato. La fuente de energía del sistema electrónico es una batería de 12 Volts (V), conectada a un sistema de regulación de voltaje (42) cuyas salidas tienen un voltaje de 5V y 3.7 V. La salida de 5 V está conectada eléctricamente al servomotor (7) y al microcontrolador (34); mientras que la salida de 3.7 V está conectada al módem (35). El microcontrolador (34) está conectado a un módem (35) mediante dos cables y el cable tiene una antena de transmisión. Un amplificador operacional tiene una configuración como comparador, conectado eléctricamente mediante dos cables (22 y 23) para medir la resistencia eléctrica en las dos terminales conductoras (6). Un segundo amplificador operacional también configurado como comparador está conectado eléctricamente mediante dos cables (24 y 25) descubiertos en sus extremos al segundo embudo (46), en donde los extremos descubiertos no están a la misma altura en el interior del segundo embudo. El primer cable (24) tiene su extremo descubierto en la parte interior superior del segundo cono (46); mientras que el segundo cable (25) tiene su extremo descubierto adherido a la parte inferior del segundo cono (46).

En lo que respecta al método para determinar la cantidad del líquido infiltrado, éste se calcula a partir del número total de gotas que atraviesan el espacio que separa a las terminales conductoras (6). En la ausencia de una gota en dicho espacio, la resistencia entre las terminales conductoras (6) conectadas al primer amplificador operacional (29) es un circuito abierto, que al compararse con el voltaje de referencia (28) asociado a dicho amplificador (29), resulta en un valor lógico opuesto al que se presenta cuando una gota del líquido infiltrado está entre dichas terminales (6), dado que la presencia de una gota actúa como un resistor que cierra el circuito.

- 10 Puesto que las gotas de un líquido difieren de las de otro de distinta composición, viscosidad y tensión superficial, el método para calibrar el volumen medido consiste en lo siguiente: el servomotor (7) recibe una señal de la unidad de control para rotar su brazo (26) a su posición inferior para que permita al vástago (9) bajar hasta que su extremo superior obstruya el orificio (45) del primer tubo (47) y el agua se almacene en el segundo embudo (46). La unidad de control detecta cuando el volumen de gotas almacenadas en el segundo embudo (46) agua alcanza el nivel (50) en donde se ubica la terminal superior (24) conectada al segundo amplificador operacional (30). Puesto que el volumen hasta el nivel donde se ubica la terminal superior (24) de dicho embudo es conocido, el conteo de gotas captado por las terminales conductoras (6) se calibra con dicho volumen como referencia.
- 20 Las mediciones se transfieren de la unidad de control y transmisión (16), misma que envía los datos inalámbricamente a través de un enlace de telefonía celular a internet (17) o a una computadora directamente (43). Cuando la comunicación se establece a través de Internet, el módem transmite el número de gotas detectadas en función del tiempo a un servidor (37) que contiene una base de datos (39). Para visualizar los datos desde una computadora (41),

tableta o teléfono inteligente conectado a Internet (17), se accede a un sitio de Internet (38) alojado en el servidor (37) para desplegar el contenido en la base de datos (39).

- 5 Para configurar el tipo de muestras que debe coleccionar el lisímetro, la frecuencia de transmisión de las gotas de líquido contabilizadas, así como el intervalo entre muestras, se ingresan dichos parámetros de operación mediante el sitio de Internet (38) en la base de datos (39) alojada en el servidor (37). El módem se comunica con el sitio de internet (38) a intervalos programables para enviar los datos medidos y para leer la última configuración.
- 10 Además de la cuantificación del líquido infiltrado, el lisímetro de esta invención puede operar en los siguientes modos o cualquiera de sus combinaciones: a) sin almacenar ninguna muestra de líquido infiltrado; b) con almacenamiento de muestras simples del líquido infiltrado; y 3) con almacenamiento de muestras compuestas del líquido infiltrado.
- 15 Para que el lisímetro descrito cuantifique el volumen de líquido infiltrado sin almacenar ninguna muestra de éste, el usuario debe configurar el equipo para que el servomotor (7) haga rotar su brazo (26) a su posición inferior para que permita al vástago (9) bajar hasta que su extremo superior obstruya el orificio (45) del contenedor (10) y el líquido se almacene en el segundo embudo (46) hasta desbordarse. El líquido desbordado pasa por el exterior del contenedor (10) hasta salir por los orificios (15) de la base del lisímetro para incorporarse al medio en el que está instalado el lisímetro. Los orificios en la base del lisímetro (15) son de suma importancia no sólo para el paso del líquido que no se colectó, sino también para no interrumpir la presión de succión del suelo. Cabe señalar que el agua se filtra en el suelo principalmente por dos causas: la fuerza de gravedad y la presión de
- 20



succión del suelo. Si no estuvieran esos orificios (15) en la parte inferior del lisímetro sería mayor que la del medio circundante y el flujo de agua hacia el interior del lisímetro sería menos con respecto al del medio circundante, produciendo una subestimación en las mediciones.

5

Para que el lisímetro de esta invención cuantifique el volumen de líquido infiltrado y almacene una muestra simple de éste, el usuario debe configurar el equipo para que el servomotor (7) haga rotar su brazo (26) a su posición media para que permita al vástago (9) posicionarse a la mitad de su recorrido, de tal forma que ambos orificios (32 y 45) estén abiertos y así pueda pasar el líquido al interior del lisímetro.

10

Para que el lisímetro de esta invención cuantifique el volumen de líquido infiltrado y almacene una muestra compuesta de éste, el usuario debe configurar el equipo para que el servomotor (7) haga rotar su brazo (26) a su posición inferior media para que permita al vástago (9) posicionarse a la mitad de su recorrido, de tal forma que ambos orificios (32 y 45) estén abiertos y así pueda pasar el líquido al interior del lisímetro. Para el período entre una muestra y la siguiente, el servomotor (7) rota su brazo (26) a su posición inferior para que permita al vástago (9) bajar hasta que su extremo superior obstruya el orificio (45) del contenedor (10). El usuario debe tener en cuenta que el volumen de la muestra simple está integrado por la cantidad de líquido infiltrado cuando ambos orificios (32 y 45) están abiertos además del volumen almacenado en el segundo embudo (46). Por tal motivo, el volumen que puede contener el segundo embudo debe ser menor que el de la muestra simple.

20

Esta invención posee un sistema para extraer la muestra de agua infiltrada desde la superficie del suelo sin la necesidad de remover el lisímetro de su sitio de instalación. Para extraer el agua almacenada en el contenedor (10), el usuario debe configurar el equipo para que el servomotor (7) haga rotar su brazo (26) a su posición superior para que permita al vástago (9) subir hasta que su extremo inferior obstruya el orificio (32). Cuando este orificio esté sellado, se inyecta aire (o bien Nitrógeno, o un gas que no altere la composición de la muestra colectada) en la entrada de un segundo tubo cuyo extremo inferior (12) está en contacto con el aire en el interior del contenedor (10). El aire ingresa al contenedor por la apertura (12) y debido al incremento de presión, el líquido sale del contenedor (10) por el extremo inferior (13) del tubo que conduce el líquido hasta la superficie del suelo. La presión requerida para realizar este desalojo del líquido es directamente proporcional a la profundidad de la instalación del lisímetro. Su valor debe ser superior a la presión equivalente de la columna del líquido a desplazar medido desde la superficie del suelo hasta la profundidad de instalación considerando la temperatura y la presión atmosférica del lugar de instalación. Como referencia, una columna de 1m de agua a 25 ° C a una presión atmosférica al nivel del mar (1 atmósfera) equivale a 10 kPa. La presión en el tanque de nitrógeno o en la compresora debe ser superior a la presión equivalente de la columna del líquido a desplazar para compensar las pérdidas de presión en la instalación tales como las curvas en los tubos. A fin de evitar fisuras en el contenedor, éste debe soportar presiones superiores a la presión para la profundidad de aplicación en la que se desee instalar.

## REIVINDICACIONES



Habiendo descrito de manera suficiente y clara nuestra invención, consideramos como una novedad y por lo tanto reclamamos como de nuestra exclusiva propiedad, lo contenido en las siguientes cláusulas:

- 5        1. Aparato para cuantificar y almacenar un líquido infiltrado en el suelo y transmitir sus mediciones a través de internet, que comprende:
  - a) un primer embudo (2) con dos aperturas, una apertura superior por donde ingresa una cantidad de líquido infiltrado (1) y otra apertura inferior por donde sale el líquido infiltrado (1), en donde dicho primer embudo (2) contiene un  
10        filtro (3) y en la apertura inferior de dicho embudo se encuentra acoplado un material sintético hidrofílico (4) por el cual puede fluir el líquido infiltrado (1);
  - b) un soporte (5) que tiene medios de sujeción al material hidrofílico mencionado, y en donde a su vez están fijadas las terminales conductoras (6) mencionadas;
  - c) un segundo embudo (46) debajo del soporte (5) al que están fijadas las  
15        terminales conductoras (6), en donde la apertura inferior del segundo embudo (46) está conectada a un primer tubo (47) en su extremo superior;
  - d) un contenedor (10) para almacenar el líquido infiltrado (1), conectado al extremo inferior (32) del primer tubo (47), en donde dicho contenedor (10) está separado de una base de todo el aparato y dicha base tiene perforaciones (15)  
20        para permitir la salida del líquido infiltrado que no es captado por el contenedor (10);

- e) un vástago (9) en el interior del primer tubo (47) con un obturador en cada uno de sus extremos, en donde la posición del vástago determina si los orificios de los extremos del primer tubo (32 y 45) están abiertos o cerrados;
- 5 f) un brazo (26) de un servomotor (7) unido al vástago mencionado (9) mediante un hilo (8) que pasa a través de un sistema de poleas (48 y 49);
- g) una unidad de control y transmisión (16) en la superficie del suelo conectada eléctricamente al servomotor (7) mencionado mediante una pluralidad de cables (19, 20, 21);
- 10 h) dos terminales conductoras (6) debajo del extremo inferior del material sintético hidrofílico que están conectadas a la unidad de control y transmisión (16), en donde las terminales conductoras (6) están separadas entre sí una distancia entre 1 mm y 1.5 mm;
- 15 i) un segundo tubo conectado en su extremo inferior (12) al contenedor mencionado (10) en contacto con el aire dentro del contenedor (10), mientras que el extremo superior (11) del segundo tubo llega hasta la superficie del suelo;
- 20 j) un tercer tubo conectado en su extremo inferior (13) a la parte inferior del contenedor mencionado (10) en contacto con el líquido dentro del contenedor (10), mientras que el extremo superior (14) del tercer tubo llega hasta la superficie del suelo;
- k) un módem (35) para transmitir un conjunto de valores que representan el volumen de agua infiltrada (1);
- l) un primer amplificador operacional (29) configurado como comparador, conectado eléctricamente mediante dos cables (22 y 23) para medir la resistencia eléctrica en las dos terminales conductoras (6);



- m) un segundo amplificador operacional (30) también ~~configurado como~~ comparador, conectado eléctricamente mediante ~~dos cables (24 y 25)~~ descubiertos en sus extremos al segundo embudo (46), en donde los extremos descubiertos no están a la misma altura en el interior del segundo embudo y en donde el primer cable (24) tiene su extremo descubierto en la parte interior superior del segundo embudo (46), mientras que el segundo cable (25) tiene su extremo descubierto adherido a la parte inferior del segundo embudo (46); y
- n) un microcontrolador (34) que está conectado eléctricamente al primer amplificador operacional (29), al segundo amplificador operacional (30) y al módem (35).

5

10

## RESUMEN

El lisímetro inventado es un dispositivo para determinar la cantidad de un líquido que se infiltra en el suelo con la opción de programar en forma presencial, en el sitio de instalación, o de forma remota, a través de Internet, los intervalos de muestreo para almacenar muestras simples y compuestas del agua infiltrada. Además, posee la capacidad de transferir los datos medidos a través de Internet. Otra característica que lo distingue de otros lisímetros es su sistema de medición de un líquido infiltrado en el suelo basado en el conteo de gotas infiltradas, el cual se calibra por el mismo aparato mediante la comparación del conteo de las gotas con un volumen conocido. También posee un sistema para extraer la muestra de agua infiltrada desde la superficie del suelo sin la necesidad de remover el lisímetro de su sitio de instalación.

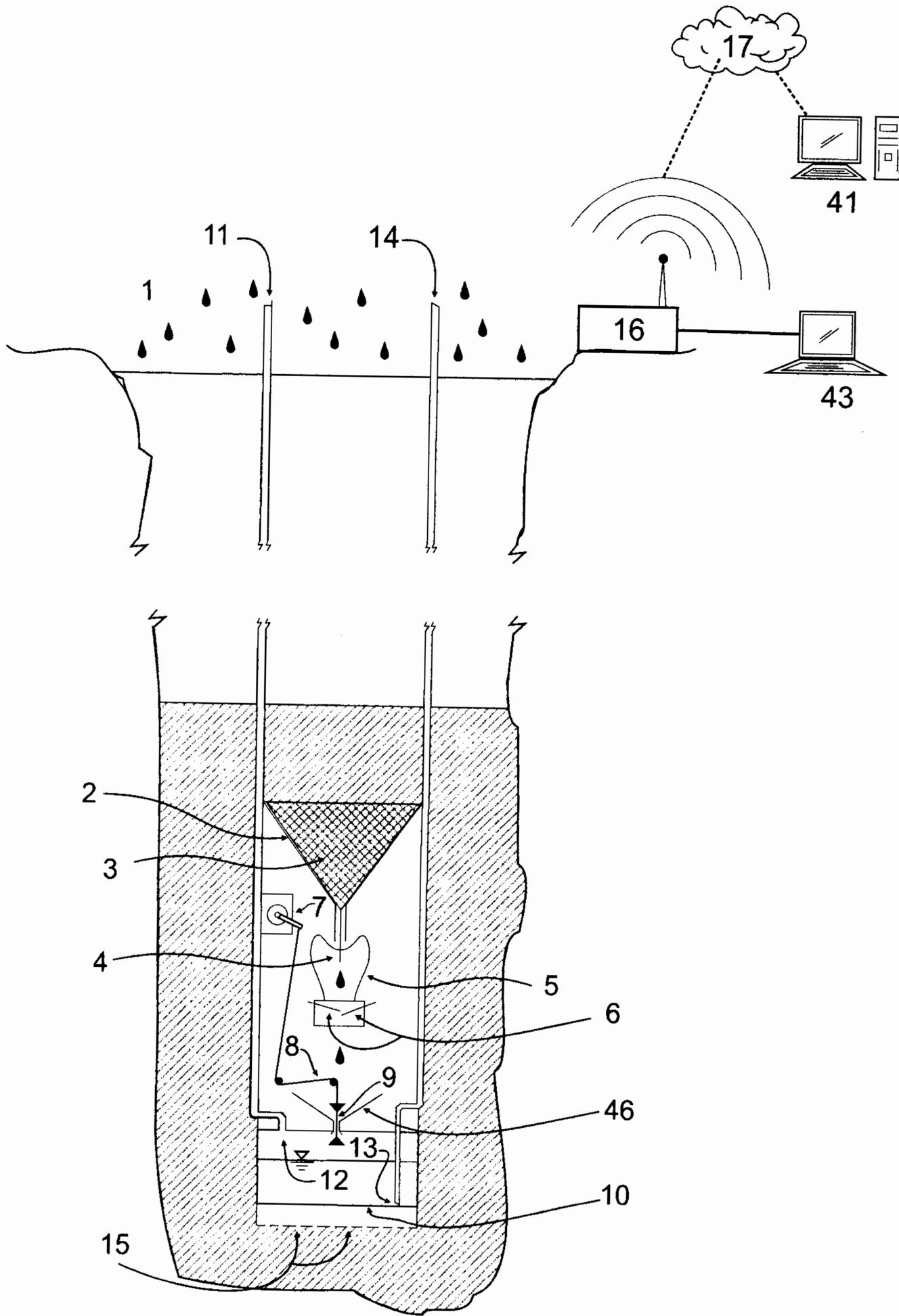


Figura 1

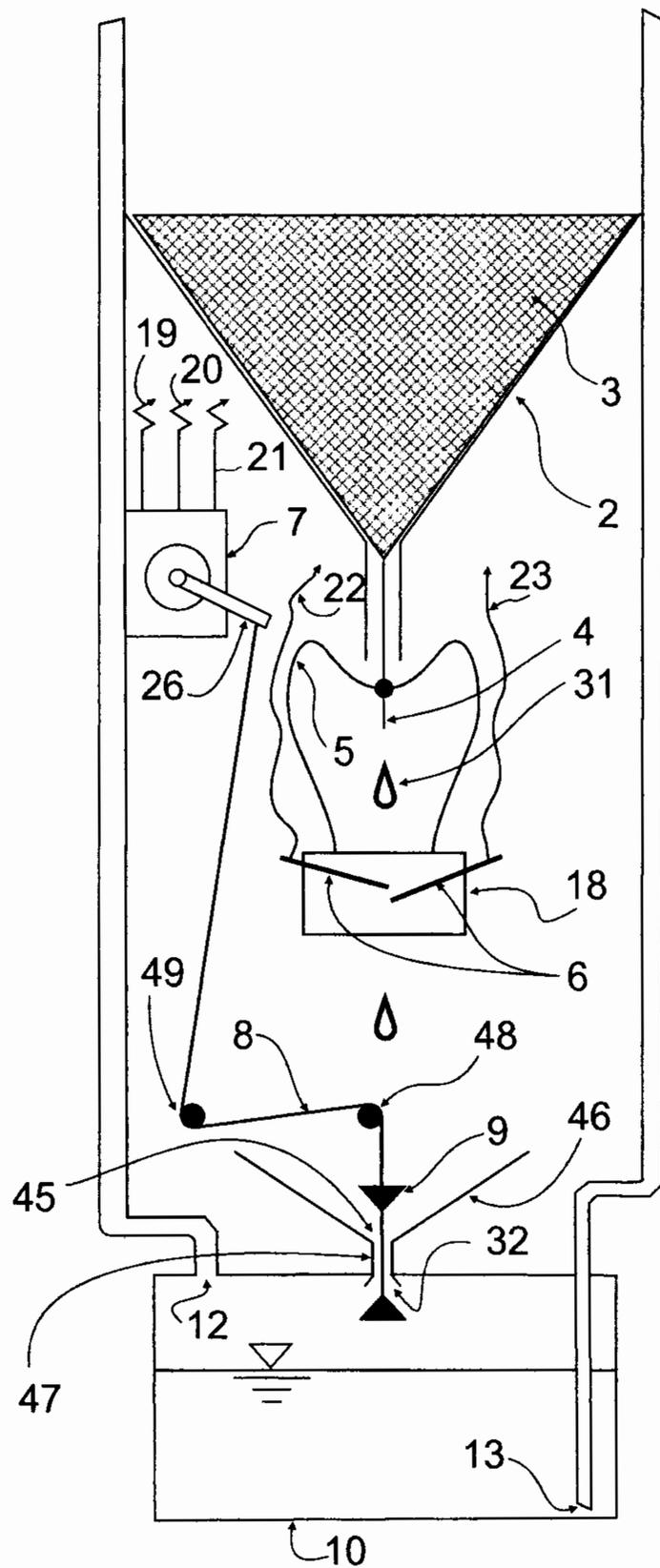


Figura 2

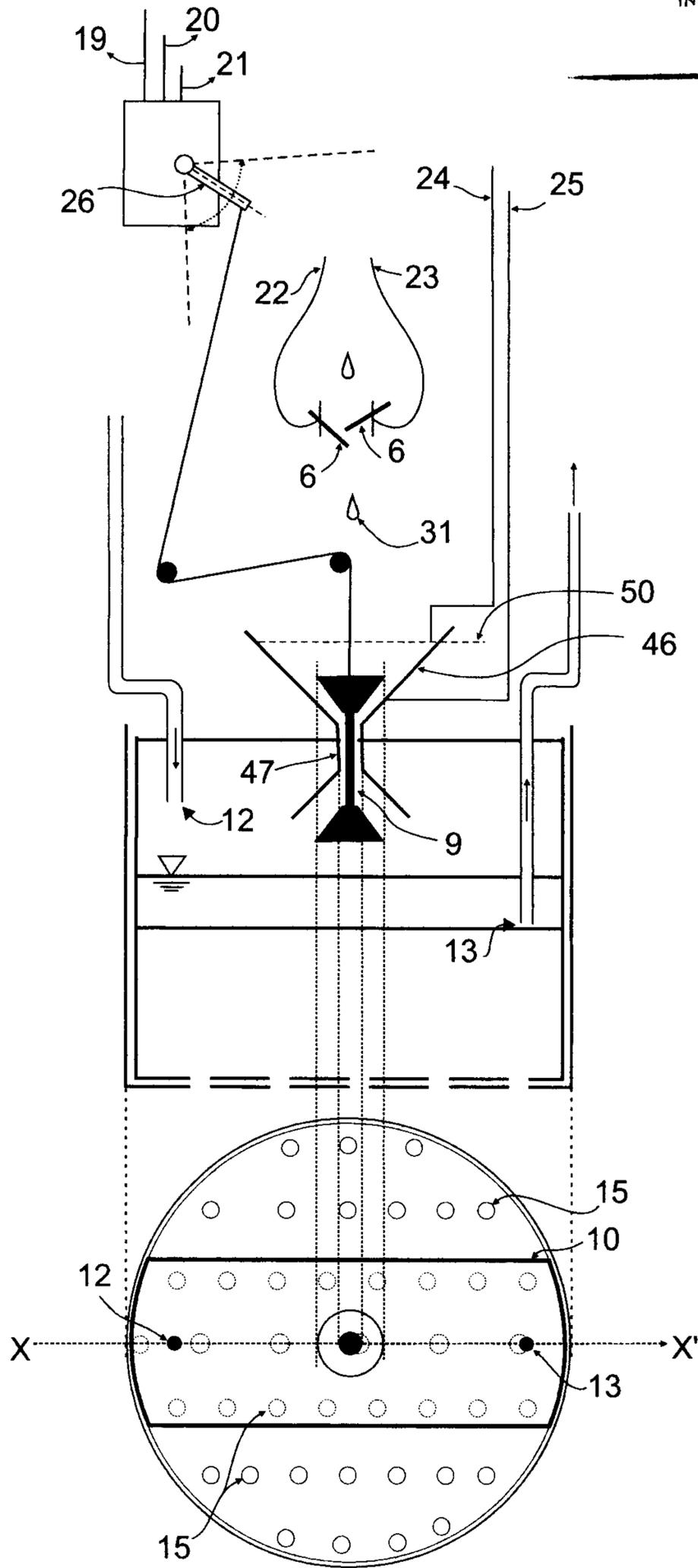


Figura 3

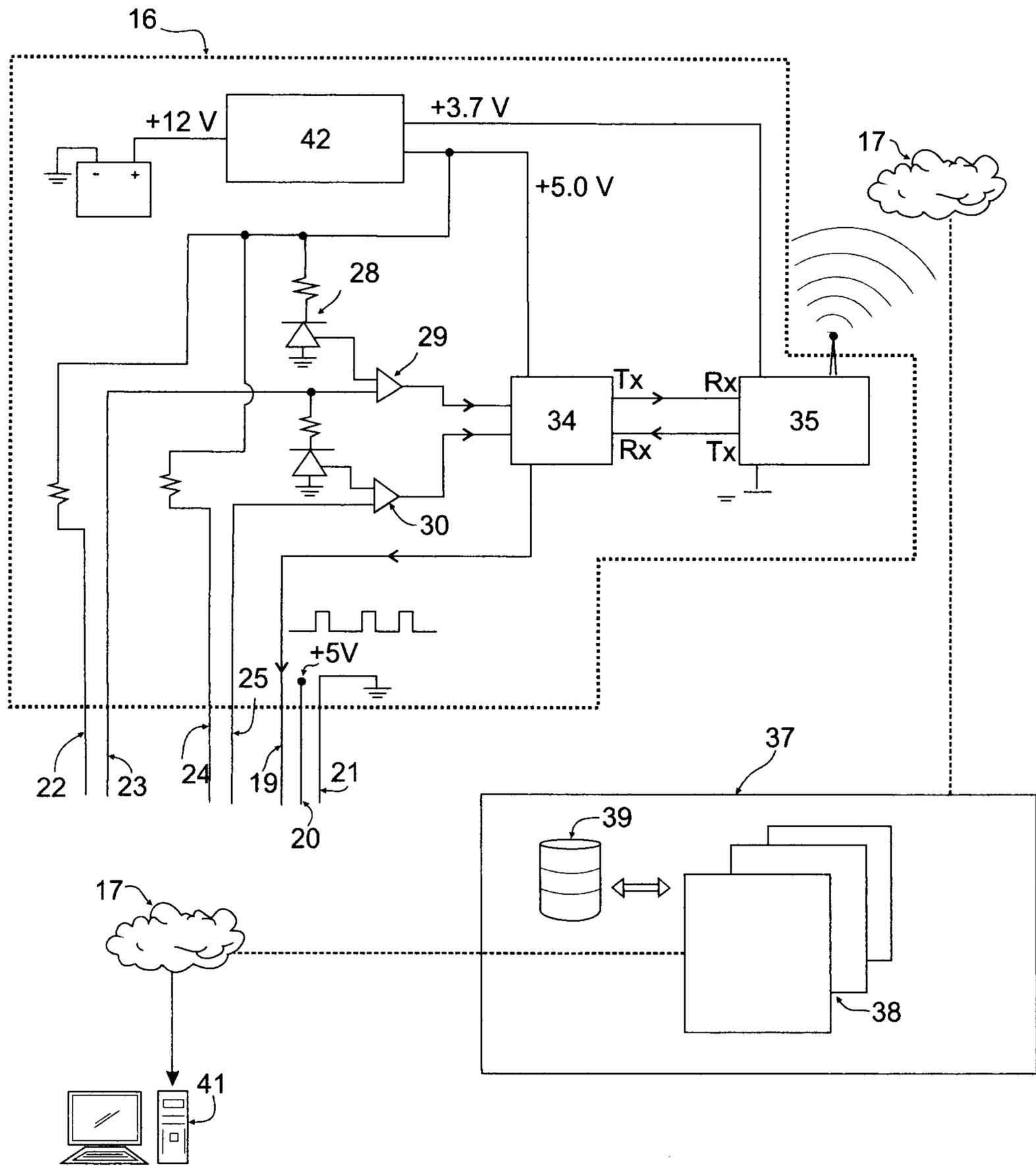


Figura 4