

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 823 298**

51 Int. Cl.:

**A01M 31/00** (2006.01)

**G01D 5/24** (2006.01)

**A01M 1/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.06.2017 PCT/IB2017/000678**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.12.2017 WO17208068**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.06.2017 E 17751821 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.07.2020 EP 3465098**

54 Título: **Detección de objetos**

30 Prioridad:

**03.06.2016 GB 201609756**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**06.05.2021**

73 Titular/es:

**BRANDENBURG (UK) LIMITED (100.0%)  
29 Navigation Drive Hurst Business Park Brierley  
Hill  
West Midlands DY5 1UT, GB**

72 Inventor/es:

**KAYE, MATHEW VARGHESE y  
JACQUES, MARK**

74 Agente/Representante:

**SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio**

ES 2 823 298 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

## Detección de objetos

5 Esta invención se refiere a un sensor de capacitancia de borde para detectar objetos, en particular, pero no exclusivamente, plagas, una unidad sensora que comprende uno o más sensores de capacitancia de borde, un sistema que comprende una pluralidad de unidades sensoras en una topología de malla u otra red inalámbrica y un método para detectar inteligentemente la actividad de un objeto, tal como la presencia de una plaga, por ejemplo, un roedor o un insecto que se arrastra, excava o vuela.

10

Esta también se puede aplicar al control de animales, ya sea en su medio natural o en las granjas.

## Antecedentes

15 La detección o monitoreo de objetos, particularmente objetos vivos, como plagas, es una actividad común. Por ejemplo, el documento EP283142 describe un sistema de monitoreo de plagas y enseña el uso de dispositivos sensores que responden a cambios en, por ejemplo, presión, temperatura, olor, sonido y/o capacitancia. El documento US6937156 describe un sistema sensor que incluye al menos dos electrodos sensores y un circuito sensor de capacitancia. Este enseña que cuando un objeto no capacitivo que tiene una constante dieléctrica más alta que el aire, como una plaga, se acerca a dos electrodos sensores separados, la capacitancia entre los dos electrodos sensores aumenta, proporcionando así una señal de que la plaga ha entrado en el área que se está monitoreando. Este tipo de sensor no usa capacitancia marginal y, por lo tanto, tiene limitaciones. A modo de contraste, y como se ilustra, por ejemplo, en las figuras 1B y 2B, las figuras 3B y 4 y la figura 5C de esta descripción, la capacitancia marginal se mide cuando un conductor sensor se acerca (o se aleja) de un objeto, por ejemplo, una plaga. Un sensor preferido para facilitar esto es uno que tiene conductores sin conexión a tierra a cada lado de un conductor sensor, según la realización preferida del primer aspecto de la invención. Sin embargo, se pueden utilizar otros tipos de sensores. Otro detector de capacitancia de borde se conoce del documento US 2010/0225612 A1.

20

25

30

Un problema con la detección de capacitancia de placas paralelas es que, en ciertas circunstancias, los sensores son propensos a dar resultados falsos positivos debido a la presencia de dieléctricos entre las placas. Por ejemplo, las hojas los activarán, el clima húmedo puede activarlos y los roedores que pasan a través de los sensores pueden dejar suciedad o humedad que continuarán activándolos.

35

Un objeto de la presente invención es proporcionar un sensor, unidad sensora, sistema y método de detección de objetos más versátiles e inteligentes, en particular, aunque no exclusivamente, plagas tales como roedores, insectos rastreros, insectos voladores e incluso animales que excavan o provocan daños bajo tierra, tales como las termitas.

40

45

Este objeto se logra utilizando capacitancia marginal. La capacitancia marginal es, por supuesto, conocida; consulte, por ejemplo, Texas Instruments, Reporte de aplicación SNOA927 de diciembre de 2014, que establece los conceptos básicos de la detección capacitiva y las aplicaciones. Este reporte cubre los conceptos básicos de la placa paralela y el efecto marginal dentro de varias aplicaciones. Este establece las diferencias entre la topología de placas paralelas y la topología de dedos paralelos, la última de las cuales puede funcionar bajo el principio de capacitancia de borde. Una protección en la parte trasera del sensor principal y el electrodo GND proporcionan directividad hacia el objetivo. Si bien se analizan muchos productos y aplicaciones, este no identifica el uso de capacitancia marginal en aplicaciones de monitoreo de plagas o, de hecho, cómo se podría producir un sensor para medir la dirección (por ejemplo, haciendo un sensor con tripletes separados) o sintonizado para una plaga determinada.

50

55

Se ha identificado una necesidad real de proporcionar servicios de monitoreo de plagas autónomos, flexibles y resistentes para una variedad de plagas en muchos lugares y circunstancias diferentes. Un sistema que puede reducir o eliminar en gran medida la necesidad de inspección manual y mantenimiento de trampas; que tiene la capacidad de recopilar datos estadísticos para reportes y análisis, reportando dichos datos bajo demanda, periódicamente o en tiempo real, ya sea de forma directa o remota; un sistema que no se limita a ningún medio específico de conexión con el usuario, es decir, que puede utilizar, pero no se limita a, la conexión a través de un dongle de RF a una PC, o mediante GSM/GPRS y muchas otras tecnologías inalámbricas; un sistema no ligado a trampas, que puede implementarse en una pluralidad de entornos; un sistema que sea mínimamente invasivo para su entorno de trabajo y se implemente fácilmente; un sistema que reduce al mínimo las posibilidades de falsa detección de plagas.

60

Los clientes que mantienen muchas propiedades diferentes pueden tener una base de datos central estándar para el análisis estadístico y la generación de reportes, o generar reportes y estadísticas desde un sitio local o remoto.

65

El uso de un dispositivo sensor inteligente, uno que puede detectar, almacenar, comunicar y reportar información sobre la actividad de plagas, es un avance significativo.

El uso de sensores con una protección (Ver Figura 5C) permite una mejor detección por capacitancia marginal al ajustar los campos marginales para responder a una plaga objetivo. Por lo tanto, un sensor inteligente puede usar un circuito de condensador conmutado para transferir carga desde el electrodo y medir la cantidad de carga. Un beneficio

adicional del uso de capacitancia marginal es que las plagas se pueden detectar por encima o al lado de los electrodos, lo que permite la detección a través de materiales dieléctricos. Por el contrario, la disposición de la técnica anterior requiere la detección entre dos electrodos y un cambio de dieléctrico entre los electrodos.

5 La capacitancia marginal medida puede derivarse de la detección de autocapacitancia o de la detección de capacitancia mutua.

Cuando se utiliza la detección de autocapacitancia, el sistema funciona impulsando la corriente en un pasador conectado a un sensor y midiendo la corriente. La presencia de una plaga aumenta la capacitancia medida.

10 Cuando se utiliza la detección de capacitancia mutua, el sistema mide la capacitancia entre dos electrodos. Uno de los electrodos es el electrodo transmisor (TX) y el otro es el electrodo receptor (RX). La presencia de una plaga reduce la capacitancia medida en el electrodo RX.

15 Breve resumen de la divulgación

La invención está definida por las reivindicaciones independientes.

20 En una realización particularmente favorecida, el sensor, para detectar cambios en la capacitancia marginal, comprende un conductor sensor que conduce la electricidad y dos conductores sin conexión a tierra que conducen la electricidad dispuestos uno a cada lado del conductor sensor para formar un triplete, dichos conductores se apoyan en un sustrato conductor sin conexión a tierra que está aislado eléctricamente de dichos conductores en donde cada conductor tiene un ancho y un grosor, y está separado por una distancia de otro de manera que el sensor está sintonizado para detectar o identificar un animal dado.

25 El sensor detecta cambios en la capacitancia marginal mediante la detección de capacitancia mutua o la detección de autocapacitancia. Este cambio en la capacitancia se utiliza para detectar o identificar un objeto, como un animal o una plaga.

30 Preferiblemente, el sensor comprende contactos eléctricos para la conexión a una unidad sensora que comprende componentes electrónicos que pueden medir el cambio en la capacitancia marginal utilizando métodos de capacitancia propia o mutua.

35 El conductor sensor y los conductores sin conexión a tierra están fabricados de cualquier material eléctricamente conductor adecuado, tal como, por ejemplo, cobre.

40 La provisión de un conductor sin conexión a tierra a cada lado del conductor sensor apoyado sobre un sustrato conductor sin conexión a tierra que está eléctricamente aislado de dichos conductores asegura un campo constante de tal manera que cualquier cambio en la capacitancia marginal por un objeto puede ser detectado y calibrado, en el caso de residuos que permanecen en cualquier sensor individual, o se registra si el objeto sale del sensor. El sustrato conductor sin conexión a tierra que está aislado eléctricamente de dichos conductores asegura una interferencia mínima desde debajo del sensor, que de otro modo se haría efectiva cuando se coloca, por ejemplo, en piezas metálicas. Si el sustrato conductor sin conexión a tierra, que está aislado eléctricamente de dichos conductores, se extiende significativamente más allá del límite del perímetro de los conductores, el efecto de la interferencia disminuye, pero la sensibilidad y el rango dinámico de la capacitancia también disminuyen, por lo que idealmente se extiende más allá de los conductores en un grado relativamente pequeño. Minimizar la distancia entre el sensor y el sustrato conductor sin conexión a tierra que está aislado eléctricamente de dichos conductores asegura un mejor acoplamiento y efectividad. La sensibilidad y la resolución dependerán del ancho y grosor de los conductores, la distancia entre los conductores y el grosor del material aislante. Por tanto, es deseable diseñar y configurar cada sensor para su uso

50 dado.  
55 Al soportar uno o más tripletes conductores sobre un sustrato conductor sin conexión a tierra que está aislado eléctricamente de dichos conductores, la capacitancia solo se ve influenciada desde arriba y, por lo tanto, el sensor se puede colocar en cualquier superficie, lo que lo hace mucho más versátil que los sensores existentes.

60 En una realización preferida, el sensor adopta la forma de una tira alargada que puede ser corta, del orden de 5-30 cm, pero que puede tener hasta varios metros de longitud. Como tal, el sensor en una unidad sensora puede colocarse en una estación de cebo o trampa, pero también se puede usar de una manera menos convencional. Por ejemplo, se puede colocar debajo de trampas o estaciones de cebo no conductoras, alrededor de palés, alrededor de aberturas de puertas y en el interior o alrededor de conductos, etc. Como tal, es ideal para detectar roedores.

65 Una configuración de conductor preferida para la detección de roedores es ejecutar una serie de tripletes sensores en paralelo a lo largo de una tira para formar una matriz de sensores. Ejecutar una serie de sensores en paralelo puede ser útil no solo para detectar la presencia de un roedor u otro animal, sino también para rastrear la dirección del movimiento.

Un sensor que usa capacitancia marginal como medio de detección se puede usar en una amplia gama de circunstancias y, al usar diferentes configuraciones, se pueden diseñar sensores que puedan detectar una variedad de plagas (y otros objetos), incluidos insectos rastreros, tales como, entre otros, cucarachas e insectos.

5 Para pequeños insectos rastreros, puede ser deseable diseñar el sensor usando configuraciones alternativas del conductor sensor y los conductores sin conexión a tierra, tales como aquellos en los que los conductores están dispuestos como espirales o círculos abiertos sustancialmente concéntricos. Otra configuración alternativa es una en la que tanto el conductor sensor como los conductores sin conexión a tierra tienen generalmente forma de peine. El conductor sensor es un elemento sustancialmente en forma de peine que comprende una pluralidad de dientes correspondientes a una pluralidad de conductores sensores. El conductor sin conexión a tierra es un segundo elemento sustancialmente en forma de peine que comprende una pluralidad de dientes correspondientes a una pluralidad de pares de conductores sin conexión a tierra. Los dos sensores están dispuestos como una "E", uno frente al otro y entrelazados de modo que sus respectivos dientes se cruzan. De esta manera, sustancialmente cada conductor sensor (diente) está delimitado a cada lado por un par de conductores sin conexión a tierra (dos dientes).

15 Independientemente de la disposición del conductor sensor y los pares de conductores sin conexión a tierra, los sensores preferidos son planos y flexibles y con mayor preferencia están revestidos de plástico, lo que los hace duraderos.

20 Los conductores tienen un ancho y un grosor seleccionados para su aplicación particular y están separados entre sí por una distancia adecuada. La selección dependerá de una serie de parámetros, el tipo de conductor, generalmente de cobre, y el propósito previsto, y se determinará mediante la experimentación caso por caso.

25 Como se mencionó, el uso de la capacitancia marginal como metodología de detección, en contraste con la medición del cambio dieléctrico cuando un objeto pasa entre dos placas, ha demostrado ser sorprendentemente efectivo para obtener mediciones precisas y reducir los falsos positivos, y por lo tanto es particularmente beneficioso en el control de plagas.

30 Se buscan particularmente sensores adaptados para detectar o monitorear roedores, que incluyen pero no se limitan a ratas y ratones, e insectos que incluyen, pero no se limitan a, insectos rastreros, tales como cucarachas y chinches.

35 A modo de ejemplo, se puede fabricar un sensor para roedores con un sensor de cobre y dos conductores de cobre sin conexión a tierra, cada uno con un ancho de aproximadamente 3 mm y un grosor de aproximadamente 0,05 mm, más específicamente 0,06 mm, la distancia entre el sensor y el cable no conectado a tierra a cada lado es de aproximadamente 2,5 mm, más específicamente, 2,54 mm y los cables se pueden extender hasta 5 metros.

Para un pequeño insecto rastreador, el experto en la materia apreciará que se pueden utilizar diferentes configuraciones y tamaños y puede ser deseable colocar el sensor alrededor de un refugio.

40 Para los roedores, se prefiere que el sensor comprenda al menos dos y preferiblemente al menos tres tripletes de sensores (conductor sin conexión a tierra - conductor de detección - conductor sin conexión a tierra).

45 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona una unidad sensora que comprende una carcasa que contiene una fuente de alimentación, al menos un microprocesador, una memoria no volátil, un transceptor, un reloj y un conector que conecta operativamente un sensor que mide un cambio ( $\Delta$ ) en la capacitancia marginal (A), sintonizada para detectar un animal dado.

50 El ajuste de la unidad sensora permite que la unidad no solo detecte, sino que también sea capaz de identificar y discriminar entre animales, en particular las plagas.

Preferiblemente, la unidad sensora tiene medios adicionales de detección o registro, tal como, por ejemplo, una cámara.

55 Preferiblemente, la unidad sensora comprende además una bobina inductiva para recargar la batería.

Una ventaja particular obtenida usando la unidad sensora de la invención es que utiliza su microprocesador para recalibrar de manera continua o intermitente una capacitancia de referencia. Por lo tanto, esta es más capaz de distinguir entre eventos de detección positivos reales y un evento falso positivo donde, por ejemplo, escombros o condiciones ambientales o un animal no objetivo podrían desencadenar una lectura positiva.

60 Otra ventaja de la unidad sensora de la invención es el uso de un sistema de gestión de energía para conservar el uso de energía. De hecho, la detección que usa capacitancia marginal conserva el uso de la batería en contraste con la detección que usa sensores de capacitancia dieléctrica convencionales que requieren energía para detectar un cambio en la capacitancia.

65 La unidad sensora de la invención puede incorporarse en una trampa o estación de cebo o puede usarse aisladamente

en un sistema detector "inteligente".

De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema que comprende una pluralidad de unidades sensoras del segundo aspecto de la invención dispuestas en una topología de malla u otra red inalámbrica.

Preferiblemente, el sistema se comunica por radiofrecuencia (rf).

En una realización particularmente preferida, la red se recupera automáticamente.

Preferiblemente, el sistema alimenta un nodo central para que la recopilación y la difusión de datos se puedan controlar de manera centralizada.

En una realización, el sistema comprende una estación de cebo y/o una trampa equipada con una unidad sensora de acuerdo con el segundo aspecto de la invención.

En una realización preferida, el sistema y las unidades sensoras que forman parte del mismo pueden ser interrogados a través de un dispositivo móvil.

De acuerdo con un cuarto aspecto de la presente invención, se proporciona un método para detectar un animal usando un sensor de capacitancia, en donde la detección se determina midiendo un cambio en la capacitancia marginal.

El cambio en la capacitancia marginal se detecta cuando un objeto (generalmente una plaga) se acerca o se aleja del conductor sensor entre los conductores sin conexión a tierra. A medida que se acerca al conductor sensor, la capacitancia aumenta y a medida que se aleja del conductor sensor, la capacitancia cae.

Preferiblemente, el método emplea un sensor de capacitancia o una matriz de sensores que comprende al menos dos tripletes de sensores, en cuyo caso el método puede detectar no solo la presencia de un objeto sino también su dirección de movimiento.

La dirección del movimiento se determina a partir de la activación secuencial cronometrada de al menos dos tripletes.

La metodología es capaz de detectar tanto la llegada como la salida de una plaga en virtud de cambios en la capacitancia y está configurada para señalar la presencia en función de una salida.

De acuerdo con un quinto aspecto independiente de la presente invención, se proporciona una unidad sensora para detectar inteligentemente la presencia de un animal que comprende:

- i) un sensor de capacitancia que comprende un primer par de sensores para detectar la llegada del animal, y un segundo par de sensores para detectar una salida posterior del animal;
- ii) un reloj para monitorear un tiempo entre la llegada y la salida que permite la autenticación dependiente del tiempo de un evento detectado positivo, en contraste con el de un evento detectado falso positivo resultante de la mera llegada y/o salida de una manera independiente del tiempo;
- iii) un microprocesador para recalibrar continuamente una capacitancia de referencia de una manera dependiente del tiempo, de modo que los eventos falsos positivos puedan discriminarse; y
- iv) una memoria no volátil para registrar y almacenar datos.

Preferiblemente, la unidad sensora comprende al menos dos, y con mayor preferencia tres, sensores de capacitancia adyacentes formando así una matriz de sensores.

De acuerdo con un sexto aspecto independiente de la presente invención, se proporciona un método para detectar inteligentemente la actividad de un animal en un sensor de capacitancia que comprende las etapas de:

- i) detectar la llegada del animal a un primer par de sensores por primera vez;
- ii) detectar la salida posterior del animal de un segundo par de sensores en un segundo momento; y
- iii) determinar que la primera y la segunda hora están dentro de las normas preestablecidas, de manera que la llegada y la salida desencadenan un evento detectado positivo, en contraste con el de un evento detectado falso positivo resultante de la mera llegada y/o salida de una manera independiente del tiempo.

Preferiblemente, la metodología se repite en un segundo sensor adyacente de modo que se pueda determinar una

dirección de desplazamiento.

En otro aspecto más de la invención, las unidades sensoras y los monitores del sistema que dan servicio al cumplimiento y las actividades de mantenimiento registran detalles como, por ejemplo, cuando se reemplazan los componentes.

Los sensores de la invención tienen una serie de ventajas. Su naturaleza flexible significa que pueden colocarse en superficies irregulares y doblarse alrededor o sobre objetos. También se pueden colocar tanto en orientación vertical como horizontal alrededor, por ejemplo, de un marco de puerta o un conducto.

Al encapsular el sensor, este se puede convertir en un riesgo biológico y químicamente resistente a los agentes tales como la orina de animales o plagas y productos químicos de limpieza agresivos. Este también funcionará eficazmente cuando esté mojado o sucio y se puede colocar sobre cables metálicos o cables de alimentación de tensión de red.

Las unidades sensoras pueden sellarse herméticamente y estar provistas de baterías internas que se pueden recargar mediante carga inductiva u otros sistemas de carga por contacto, lo que garantiza que una sola carga pueda permitir hasta seis meses de uso prolongado.

Como los transceptores de las unidades pueden comunicarse usando radiofrecuencia, las unidades sensoras pueden colocarse dentro de conductos de chapa metálica, siempre que exista una ventilación o rejilla en el conducto para que se propaguen las ondas de radiofrecuencia.

El uso de una red de malla de RF por parte del sistema permite el enrutamiento autónomo de los datos a una unidad base y la transmisión de datos puede ser directa (si está dentro del alcance) o retransmitirse a través de otras unidades. Por lo tanto, cada unidad sensora puede actuar como un extensor de rango o repetidor de datos, así como un detector y transmisor, eliminando la necesidad de extensores de rango a medida.

El sistema es preferiblemente adaptativo, de modo que cuando ningún nodo base es detectado por una sola unidad sensora o la malla completa, la malla o unidad sensora aislada (autónoma) entra automáticamente en un modo de almacenamiento de eventos. Si una unidad sensora en malla o autónoma en el modo de almacenamiento de eventos detecta la presencia de un nodo base válido, esta comenzará a reportar al nodo base. Esto aumenta la resistencia y flexibilidad del sistema, tal como permitiendo que un técnico u otro personal de control de plagas, con un dispositivo de mano o portátil, visite múltiples unidades sensoras autónomas y reciba reportes, o que el sistema se adapte y se recupere de la pérdida de una sección de la red en malla sin grandes pérdidas de datos.

De particular beneficio es la capacidad de los sensores para detectar si se produce una alerta de "presencia" constante. Mediante un proceso de detección y recalibración continua de una referencia, el sensor puede discriminar los falsos positivos y puede detectar un evento positivo incluso si se acumulan escombros o líquidos importantes en el sensor. El proceso de detección y recalibración continua del sensor también permite la recalibración de la referencia para tener en cuenta la eliminación gradual de dicha acumulación, tal como la evaporación de líquidos o la eliminación de polvo por las corrientes de aire. Este proceso depende del tiempo y es importante que la unidad sensora base la detección en una combinación de llegada y salida.

Para mitigar aún más los falsos positivos, los sensores preferidos comprenden una pluralidad de tripletes de sensores, y el sistema puede configurarse para requerir una coincidencia sucesiva de lecturas con el fin de obtener una lectura válida.

Si bien un sensor siempre registrará la llegada y presencia de un objeto, una diferencia significativa con el sensor de la presente invención es que este, en cambio, se centra en la salida del objeto detectado del área de detección del sensor. Los desechos tenderán a acumularse y permanecerán dentro del área de detección del sensor durante un período de tiempo relativamente largo, generalmente hasta que se eliminen durante el mantenimiento de rutina. Las plagas entrarán y saldrán del área de detección del sensor. Al garantizar que una llegada detectada sea seguida por una salida detectada, esto mitiga el número de eventos falsos positivos. El período de tiempo en el que deben ocurrir los eventos de llegada y salida para desencadenar un evento de detección de plagas es ajustable y menor que los períodos de tiempo relacionados con el ciclo de recalibración.

El uso de múltiples sensores adyacentes también aumenta la discriminación entre la actividad de plagas y otras actividades y facilita la detección de la dirección del movimiento. Por ejemplo, un primer sensor se activa para la llegada de una plaga, luego se activa para la salida de la plaga. Luego, un segundo sensor adyacente se activa para la llegada de la plaga, luego se activa para la salida de la plaga. Esta secuencia de eventos indica movimiento y dirección. La separación física de los sensores se usa para discriminar entre una plaga en movimiento y otra actividad que no es de plagas. Esta separación está dirigida al tipo de plaga.

La naturaleza única del sensor permite capturar, registrar y transmitir la dirección de desplazamiento de la plaga.

Las organizaciones de control de plagas pueden utilizar el sistema para reducir los costos de la gestión y obtener

datos más significativos, informando aún más las acciones posteriores.

Los sensores de la invención pueden comprender un cable plano flexible o una placa de circuito flexible impresa conductora o una placa de circuito impreso rígida.

Los sensores pueden ser retirados y reemplazados fácilmente por un técnico o un operario de campo.

Cada unidad sensora puede estar provista de un identificador único en una red de RF, y cada red de malla de RF se puede identificar de forma única. Esto permite la implementación de múltiples sistemas dentro de la misma ubicación, quizás por diferentes PCO en un edificio compartido.

Además, un sistema de cifrado y prefijo de código por aire único evita la interferencia con los resultados reportados por otros equipos que transmiten en la misma frecuencia de RF (es decir, medidores inteligentes, iluminación por control remoto, etc.)

La flexibilidad inherente de los sistemas también permite su uso para monitorear los envíos de mercancías desde el origen hasta el destino. Esto se logra colocando unidades sensoras dentro o alrededor del cargamento, ya sea en un camión, camioneta o contenedor de carga. Cuando las unidades sensoras no están conectadas a través de la red de malla de RF a una unidad base, PC o punto de enlace ascendente, estas detectan, registran la hora y almacenan eventos hasta que se detecta la presencia de una unidad base, PC o punto de enlace ascendente. Por lo tanto, si se detectan eventos de plagas durante el tránsito de un cargamento de mercancías, estos pueden correlacionarse por tiempo, a un punto particular del proceso de envío. Esto permitiría la determinación precisa de un evento, es decir, la transferencia del contenedor a la camioneta local, después de lo cual ocurren los eventos de plagas, y así permitir una respuesta correcta y precisa al problema de la plaga.

En lugares críticos que incluyen, entre otros, almacenes para almacenamiento de alimentos o silos de granos, se puede activar un dispositivo de generación de imágenes incorporado en el cuerpo de la unidad sensora para proporcionar una imagen digital de la plaga detectada para una identificación absoluta. Luego, esta imagen se transmite junto con la otra información o se almacena para su transmisión posterior.

El sistema comprende preferiblemente una serie de dispositivos de detección remota que están conectados por una red de topología de malla de radiofrecuencia, resistente y de recuperación automática. Estos están diseñados de tal manera que no solo se pueden adaptar dentro de las trampas y estaciones de cebo de plagas existentes, sino que también, de manera única, permiten el monitoreo de una variedad de otras ubicaciones tales como, entre otros, perímetros, espacios de techo, pasillos, puertas, palés y contenedores de transporte. Las unidades sensoras resistentes para piso también se pueden usar para monitorear puertas y, en combinación con otros sensores o configuraciones, pueden discriminar entre roedores y humanos. Los monitores no necesitan estar asociados con una trampa o una estación de cebo para funcionar como detectores.

El sistema permite la detección y el monitoreo remotos de una variedad de animales, ya sean vertebrados, tales como roedores, o invertebrados, tales como insectos. Aunque, por lo general, este se implementará para detectar y monitorear aquellas especies que están clasificadas como plagas, no se limita a estas.

El sistema monitorea continuamente el estado de los dispositivos individuales presentes en la red de malla y puede reportar sobre los dispositivos que pueden fallar o haber fallado.

El sistema puede detectar y registrar automáticamente eventos tales como el reemplazo de artículos consumibles como trampas pegajosas, tubos fluorescentes y cebos para plagas. Este también puede identificar que un área o un producto de control de plagas ha sido revisado o inspeccionado manualmente.

Además de presentar alertas inmediatas y transmisión de datos, el sistema también presenta reportes periódicos, activados o programados de los datos almacenados.

El sistema flexible puede reportar de manera inalámbrica a una PC o computadora portátil utilizando, por ejemplo, GPRS, módem satelital, línea ADSL o línea telefónica terrestre estándar.

El sistema evita la necesidad de inspeccionar manualmente cada ubicación para verificar la presencia de una plaga o para determinar el estado de los productos monitoreados dentro del sistema.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones de la invención se describen con más detalle a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

Las Figuras 1a y 1b son respectivamente una vista superior y una vista lateral de un sensor preferido de acuerdo con un primer aspecto de la invención;

Las Figuras 2a y 2b ilustran la relación entre el triplete conductor (figura 2a) y la capacitancia (figura 2b) cuando un objeto se mueve sobre el sensor en la dirección del eje Y;

5 Las Figuras 3a (vista en perspectiva) y 3b (elevación de extremo) ilustran un sensor (matriz) preferido que comprende tres tripletes de sensores separados entre sí;

La Figura 4 ilustra cómo, por ejemplo, una rata puede activar los tres tripletes de sensores cuando se mueve a través de los sensores;

10 Las Figuras 5a a 5c ilustran el significado de los conductores sin conexión a tierra y el sustrato conductor sin conexión a tierra que está aislado eléctricamente de dichos conductores en capacitancia;

15 La Figura 6 ilustra una disposición alternativa de conductores que es adecuada para detectar insectos rastreros a medida que se desplazan a lo largo del sensor;

La Figura 7 ilustra una unidad sensora de acuerdo con un aspecto de la presente invención;

20 La Figura 8 ilustra los componentes clave de un sistema de acuerdo con un aspecto de la presente invención;

La Figura 9 ilustra un sistema en red de acuerdo con un aspecto de la invención;

25 La Figura 10 ilustra una unidad sensora de acuerdo con un aspecto de la invención configurada dentro y fuera de algunos conductos;

La Figura 11 ilustra una unidad sensora implementada alrededor de un palé; y

La Figura 12 ilustra la implementación del sistema en un edificio.

30 Descripción detallada

Con referencia a las Figuras 1a y 1b, se ilustra un sensor (10) de acuerdo con una realización preferida de un primer aspecto de la presente invención. El sensor (10) puede detectar cambios ( $\Delta$ ) en la capacitancia de franja (A) y comprende un conductor sensor (12) delimitado a cada lado (16a; 16b), en una relación separada, ( $d_a$ ;  $d_b$ ) por dos conductores sin conexión a tierra (14a; 14b). Los tres conductores forman un triplete (14a-12-14b) y están apoyados sobre un sustrato conductor sin conexión a tierra (18) que está eléctricamente aislado (20) de dichos conductores (12, 14a, 14b) y su entorno. El conductor sensor y los conductores sin conexión a tierra son ambos de un material conductor, típicamente cobre, y pueden tener la forma de alambres o almohadillas que están asentadas, aunque eléctricamente aisladas, sobre un sustrato conductor (18), típicamente de aluminio, que protege el sensor de la superficie sobre la que se coloca.

40 Como puede verse en las Figuras 2a y 2b, el sensor que detecta cambios ( $\Delta$ ) en la capacitancia actúa como un capacitor marginal que detecta cambios en la capacitancia cuando un objeto se acerca (22) o se aleja (24) del conductor sensor (12) cuando atraviesa el eje y desde el primer conductor delimitante sin conexión a tierra (14a) hasta el segundo conductor delimitante sin conexión a tierra (14b). Por lo tanto, si, por ejemplo, una rata pasa a través del sensor, se produce un cambio en la capacitancia ( $\Delta$ ) como se ilustra en la figura 2b, primero aumentando (22) y luego disminuyendo (24).

50 La sensibilidad del sensor y, por lo tanto, su capacidad para detectar diferentes objetos, generalmente animales considerados plagas, depende de varios factores, incluidos los materiales utilizados para hacer el triplete (14a-12-14b), su ancho (w), grosor (t), y la separación ( $d_a$  y  $d_b$ ) entre el conductor sensor (12) y los conductores sin conexión a tierra (14a, 14b), así como la naturaleza de la estructura conductora (18; 20) que forma el soporte de protección.

55 Por tanto, en las Figuras 3a y 3b se ilustra un sensor ilustrativo (10), adecuado para detectar ratas. Este toma la forma de una tira alargada de 100 mm de ancho y puede tener varios metros de longitud. De hecho, este comprende una matriz de tres sensores (10-1; 10-2; y 10-3). Los tres sensores son idénticos y cada uno comprende un triplete (14a-12-14b). En esta realización, cada conductor del triplete es una tira de cobre con un ancho (w) de aproximadamente 2 mm y un grosor (t) de aproximadamente 0,05 mm. El conductor sensor (12) está separado por una distancia ( $d_a$ ;  $d_b$ ) de aproximadamente 3 mm de cada conductor sin conexión a tierra (14a; 14b), que están insertados aproximadamente a 5 mm del borde del sustrato de soporte eléctricamente aislado (18; 20), que es de aluminio (18) revestido o envuelto en un plástico aislante (20). Cada triplete está separado del otro ( $d_c$ ) aproximadamente 27 mm. En la realización, todo el sensor está recubierto por una membrana protectora de plástico.

65 Un experto con conocimientos de capacitancia reconocerá que los tamaños dados son simplemente ilustrativos y los tamaños/materiales pueden variarse para lograr la sensibilidad deseada para un tipo dado de plaga.



La Figura 4 ilustra el tipo de lectura que se obtiene cuando una rata atraviesa el sensor (10) de la figura 3a en la dirección de la flecha Y. A medida que pasa sobre un primer sensor (10-1) hay un aumento inicial en la capacitancia, un evento de flanco ascendente (22) cuando se acerca al conductor sensor (12) desde el conductor sin conexión a tierra (14a) y luego un evento de flanco descendente (24) cuando sale del conductor sensor (12) y se acerca al conductor sin conexión a tierra (14b). Luego, en un segundo sensor (10-2) se ve lo mismo, y lo mismo es cierto en un tercer sensor (10-3), asumiendo, por supuesto, que la rata se desplaza en la dirección indicada por la flecha Y. Las señales de los tres sensores proporcionan información que se pueda utilizar para proporcionar información no solo sobre la presencia (detección) de la rata, sino también sobre su dirección de movimiento (50), velocidad y, cuando se utiliza en una estación de cebo, su tiempo de vacilación/alimentación. Los sensores funcionan midiendo la capacitancia decenas de veces por segundo y un algoritmo compara lecturas secuenciales (26, 28, 30), por ejemplo, actual, anterior, siguiente y puede recalibrar continuamente la referencia, reduciendo así las lecturas falsas positivas. En otras palabras, el sistema es capaz de diferenciar una rata de, por ejemplo, una hoja o una huella sucia y húmeda dejada por un animal.

La detección de un evento de flanco ascendente (22) se puede utilizar en la gestión de energía de una batería, de modo que la detección del evento puede iniciar una interrupción externa que hace que un microprocesador (no mostrado) cambie los modos de un modo de ahorro de energía "suspensión" a un modo de "plena potencia".

Las Figuras 5a a 5c ayudan a explicar el significado de la disposición del conductor y su posicionamiento sobre un sustrato conductor sin conexión a tierra (18) que está aislado eléctricamente (20) de dichos conductores (12, 14a, 14b) y sus alrededores. El sustrato puede incluir un adhesivo para que se pueda pegar a una superficie.

La Figura 5a muestra un sensor de 3 conductores (14a-12-14b) sin protección y conductores paralelos sin conexión a tierra. 'C' es la capacitancia 'fantasma' provocada por el volumen simple de cobre, su inductancia y resistencia general a la frecuencia utilizada para interrogar al sensor.

La Figura 5b muestra el sensor de 3 conductores con una protección conectada a tierra y conductores paralelos sin conexión a tierra, no deseable. Se desean los valores de capacitancia 'A', pero los valores de 'B' no son deseables;

La Figura 5c representa el sensor de 3 conductores con una protección sin conexión a tierra (18; 20), un conductor sensor (12) y un par de conductores paralelos sin conexión a tierra (14a, 14b) (como la invención). La capacitancia resultante es principalmente 'A' (deseada) sin capacitancia fantasma (no deseable).

Lo que ilustran estas tres figuras es que a medida que aumenta el valor de la capacitancia fantasma 'C', aumenta la cantidad de cambio de capacitancia 'A' requerida para 'detectar una plaga' con éxito, lo que hace que el sensor sea menos sensible. Esto se debe a que el sensor (10) funciona detectando cambios repentinos en el campo de capacitancia marginal generado entre el conductor sensor (12) y los dos conductores adyacentes sin conexión a tierra (14a, 14b). En la figura 5c, el sensor está protegido (18; 20) en su lado inferior para permitir la colocación del sensor en múltiples tipos de superficies.

Una ventaja adicional que surge del hecho de que el sensor está protegido en su parte inferior es que se puede colocar en múltiples tipos de superficies, incluidas superficies metálicas.

La construcción del sensor también significa que los cambios lentos o persistentes en el nivel general del campo marginal se pueden calibrar. Esto significa que el líquido, los desechos o la suciedad acumulada no detendrán el funcionamiento del sensor.

El rango dinámico del sensor, incluso con múltiples longitudes del sensor, está controlado por la relación entre el grosor (t) de los conductores de cobre planos y la separación (da; db) entre los conductores sin conexión a tierra (14a; 14b) en comparación con el conductor sensor (12). Esto permite utilizar varias configuraciones de sensores para detectar plagas de diferentes tamaños, desde, por ejemplo, chinches hasta ratas (o incluso animales más grandes, incluidos los humanos).

El sensor se activa SOLAMENTE cuando un objeto interfiere con el campo marginal, que se hace direccional por los conductores paralelos sin conexión a tierra (14a, 14b) y la protección del sustrato conductor sin conexión a tierra (18) que está aislado eléctricamente (20). Esto da una respuesta muy precisa del sensor.

El solicitante detecta la entrada (70) de una plaga en un campo marginal y, lo que es más importante, detecta la salida (80) de la plaga del campo (figura 2b).

El diseño físico de al menos dos y preferiblemente tres o más sensores (como se ilustra en la figura 3) permite que una unidad sensora detecte adicionalmente la dirección de desplazamiento (50) de una plaga sobre el sensor, agregando información adicional valiosa para el cliente. Al configurar una alerta/alarma para que se active solo en respuesta, por ejemplo, a múltiples eventos (por ejemplo, actividad en 10-1 y 10-2) dentro de un período controlado de tiempo(s) establecido por el sistema, las lecturas de falsos positivos pueden reducirse significativamente. La combinación general de estas propiedades proporciona una detección altamente confiable en varios entornos y

también facilita la detección de la dirección del movimiento de la plaga.

El uso de capacitancia marginal también facilita una reducción en la energía (y una vida útil de la batería aumentada en gran medida) al permitir que el procesador y la malla de RF estén inactivos cuando no hay actividad.

5 Para la detección de plagas más pequeñas, tales como insectos rastreros, puede ser deseable un sensor con una configuración diferente. Una de estas configuraciones adecuadas se describe con referencia a la figura 6.

10 En la configuración de la figura 6, el conductor sensor (12), en lugar de ser lineal, es un elemento sustancialmente en forma de peine en el que los dientes (12a, 12b, 12c ...) del peine funcionan como una pluralidad de conductores sensores (12). De manera similar, en lugar de ser dos conductores lineales sin conexión a tierra (14a, 14b), el conductor sin conexión a tierra (14) es un elemento sustancialmente en forma de peine en el que pares de dientes (14a; 14b) delimitan cada conductor sensor (12a; 12b), etc. Por tanto, el conductor sensor respectivo y el conductor sin conexión a tierra están dispuestos como una "E", uno frente al otro y entrelazados. Estos están aislados eléctricamente en una sustancia conductora sin conexión a tierra (no mostrada) de la manera indicada en la figura 5C.

15 Durante el uso, el insecto se mueve a través de tripletes superpuestos (14a-12-14b) en la dirección de la flecha Y.

20 En contraste con el sensor para roedores, las tiras del sensor son más estrechas (aproximadamente 14 mm en la tira ejemplificada). El sensor conductor tiene un ancho de aproximadamente 2 mm, el sensor sin conexión a tierra tiene un ancho de aproximadamente 2 mm y la distancia de separación (da, db) entre los dos es de aproximadamente 1 mm. Nuevamente, el grosor de ambos sensores es de aproximadamente 0,05 mm.

25 Una vez más, sin embargo, el experto en la materia apreciará que los tamaños se dan simplemente para proporcionar orientación y apreciará que son posibles muchas variaciones.

30 Todos los sensores de la invención están incorporados en unidades sensoras (100) y se describe un ejemplo de tal unidad con referencia a la figura 7. En la figura 7, la unidad sensora comprende una carcasa (110), que contiene una fuente de alimentación (120), y una placa de circuito que comprende un microprocesador (130), una memoria no volátil (140), un transceptor (150) y un reloj (160). La unidad también tiene un conector (no visible) para conectar el sensor (10) a la misma.

35 Preferiblemente, la unidad sensora tiene una cámara (180) tal como una cámara de infrarrojos con "flash" de LED de infrarrojos. La fuente de energía es preferiblemente una batería de alta capacidad y amplio rango de temperatura, la batería y la unidad sensora incluye una bobina de inducción (190) para cargar la batería. Preferiblemente, la memoria no volátil actúa como un controlador de sensor y el transceptor incluye una unidad de radiofrecuencia. Como se ilustra, el sensor (10) tiene la forma de una tira con contactos eléctricos (no mostrados) que facilitan la conexión.

40 Las unidades sensoras (100) son ideales para la integración en un sistema en red (200), con mayor preferencia una red de topología de malla (210).

45 La Figura 8 ilustra un sistema simple (200) que emplea tres unidades sensoras (100) que suministran datos (220) a un nodo central (230) en este caso una PC. La PC está conectada a Internet y se puede acceder a ella mediante un monitor remoto (240).

50 La Figura 9 ilustra cómo una unidad sensora (100) de la invención puede integrarse en una red de malla de radiofrecuencia (RF) (210). Esta figura ilustra los conceptos básicos de la red de malla de RF. Cada unidad sensora (100) (numerada del 1 al 6 en esta figura) intentará conectarse directamente a la PC del nodo central (230). Si esto falla, la unidad buscará otras unidades dentro del alcance y les enviará un mensaje indicando su estado. Como las otras unidades en el rango también harán esto, la unidad que busca conectarse recibirá uno, varios o ningún mensaje que indique el estado de todas las unidades 'dentro del rango'. Si no se reciben mensajes, la unidad pasará al modo autónomo. Si recibe un mensaje de una unidad 'vinculada', esta enviará un mensaje para ser reenviado al nodo central. El nodo central puede determinar a partir del contenido de todos los mensajes recibidos, la topografía de la malla. El nodo central luego transmitirá 'instrucciones de ruta' a todas las unidades en la malla. Estas instrucciones enrutarán todo el tráfico, por ejemplo, mediante las siguientes reglas, SPF - Ruta Más Corta Primero, y AEP - Rutas Iguales Alternativas.

60 Por ejemplo, la unidad 1 enviará mensajes a través de la unidad 2 y 3 alternativamente, cuando la unidad 3 reciba mensajes de la unidad 1, siempre los enviará a través de la unidad 4 al nodo central. Cuando la unidad 2 recibe mensajes de la unidad 1, esta alternará el envío a través de las unidades 4 y 5. Este método ayuda a distribuir uniformemente el envío de mensajes, utilizando el menor número posible de unidades, lo que prolonga la vida útil general de la batería.

65 La malla está diseñada para ser implementada fácilmente y para recuperarse automáticamente si los enlaces se pierden o bloquean. Si se pierde el enlace entre las unidades 1 y 2, la unidad 1 cambia al enlace a la unidad 3, y reporta la 'pérdida de enlace' entre la unidad 1 y la unidad 2 al nodo central. Durante el funcionamiento normal, la

5 unidad 2 no usaría un enlace entre las unidades 2 y 3, pero si se pierden los enlaces entre 2 y 4 y 2 y 5, el enlace se activará. Si la unidad 4 pierde su enlace directo con el nodo central, esta activará el enlace entre la unidad 4 y la unidad 5. Siempre que haya una ruta al nodo central, cualquier unidad conectada a esta ruta a través de una cadena de otras unidades, podrá reportar al nodo central. Los nodos con la ID correcta se pueden implementar instantáneamente en la malla, lo que volverá a mapear su topografía automáticamente. Si hay una unidad desconectada o una rotura en la malla después de la implementación, el nodo central reportará esto.

10 Un beneficio particular de los sensores de la invención es su versatilidad. La Figura 10 ilustra una implementación de ejemplo de una unidad sensora (100) dentro de un conducto de aire (90), mostrando un sensor implementado alrededor de toda la superficie interior (92) del conducto, y otro alrededor de la superficie exterior (94). Incluso si los conductos están fabricados de metal, la tecnología del sensor es tal que aún funciona correctamente.

15 Debido a la naturaleza de la lógica de la red de malla de RF y las propiedades de, por ejemplo, un transceptor de 2,4 GHz, la unidad puede seguir siendo parte de una red de malla de RF, externa a los conductos, a condición de que, para los conductos metálicos, esta se coloque dentro del alcance de una rejilla o salida de aire.

20 La Figura 11 ilustra la implementación de las unidades sensoras (100) para monitorear mercancías (96) en un palé (98). Las unidades sensoras (100) se pueden colocar sobre o alrededor de las mercancías y la longitud y naturaleza flexible del sensor (10) en sí significa que el sensor se puede envolver alrededor de los artículos.

25 La Figura 12 ilustra las unidades sensoras (100), numeradas del 1 al 7 y un sistema instalado en un edificio compartido por tres empresas diferentes. Cada empresa tiene instalado un sistema flexible de monitoreo de roedores. Estas son tres redes de malla designadas independientes (designadas a, b y c como sufijo de la unidad sensora). Las mallas de RF (a, b o c) son independientes entre sí. El protocolo de red de malla de RF significa que las mallas no interfieren entre sí. La actividad de la "malla a" no hará que la "malla b" o la "malla c" se "despierte" del modo de ahorro de energía o suba a un nodo central de terceros (230).

**REIVINDICACIONES**

1. Un sensor (10) para detectar cambios ( $\Delta$ ) en la capacitancia marginal (A) en respuesta a un animal o plaga objetivo mediante la detección de la capacitancia mutua que comprende un conductor sensor que conduce la electricidad (12), que es un electrodo transmisor (TX), y dos conductores sin conexión a tierra que conducen la electricidad, que son electrodos receptores (RX), (14a; 14b) dispuestos uno a cada lado (16a; 16b) del conductor sensor (12) para formar un triplete (14a-12-14b), dichos conductores (12, 14a, 14b) están apoyados sobre un sustrato conductor sin conexión a tierra (18) que está eléctricamente aislado por un aislante eléctrico (20) de dichos conductores (12, 14a, 14b), para actuar como una protección, en donde cada conductor (14a, 12; 14b) tiene un ancho (w) y un grosor (t), y está separado por una distancia ( $d_a$ ;  $d_b$ ) del otro y del sustrato conductor sin conexión a tierra (18) de modo que el sensor está diseñado y configurado para generar un campo marginal direccional en respuesta al animal o plaga objetivo.
2. Un sensor (10) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además contactos eléctricos para la conexión a una unidad sensora (100).
3. Un sensor (10) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el sustrato conductor sin conexión a tierra (18) está aislado eléctricamente con una capa o revestimiento de plástico.
4. Un sensor (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el sensor es una tira alargada y los conductores (12, 14a, 14b) se extienden a lo largo de la tira y están dispuestos sustancialmente en paralelo.
5. Un sensor (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende un primer elemento sustancialmente en forma de peine que comprende una pluralidad de dientes correspondientes a una pluralidad de conductores sensores (12a; 12b; 12c, etc.), y un segundo elemento sustancialmente en forma de peine que comprende una pluralidad de dientes correspondientes a una pluralidad de pares de conductores sin conexión a tierra (14a, 14b), dichos elementos en forma de peine se disponen de manera que sus respectivos dientes se crucen de tal manera que sustancialmente cada conductor sensor (12a, 12b, 12c) está delimitado a cada lado por un par de conductores sin conexión a tierra (14a, 14b) y el primer y segundo elementos en forma de peine están dispuestos de manera que sus respectivos dientes se crucen.
6. Un sensor (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el conductor sensor (12) y los conductores sin conexión a tierra (14a; 14b) están dispuestos como espirales o círculos abiertos sustancialmente concéntricos.
7. Un sensor (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde los sensores son planos, flexibles y están revestidos de plástico.
8. Un sensor (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende al menos dos (10a; 10b; 10c) tripletes de sensores (12-14a-14b).
9. Una unidad sensora (100) que comprende un sensor (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 y una carcasa (110) que contiene una fuente de alimentación (120), al menos un microprocesador (130), una memoria no volátil (140), un transceptor (150), un reloj (160) y un conector (170) que conectan operativamente el sensor (10).
10. Una unidad sensora (100) de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además una cámara (180).
11. Una unidad sensora (100) de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el microprocesador (130) está programado para recalibrar continuamente una capacitancia de referencia.
12. Una unidad sensora (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en donde el primer par de sensores (14a-12) detecta la llegada (70) del animal o plaga, y el segundo par de sensores (12-14b) detecta una salida posterior (80) del animal o plaga.
13. Una unidad sensora (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en donde el reloj (140) monitorea el tiempo entre la llegada (70) y la salida (80), lo que permite la autenticación dependiente del tiempo de un evento detectado positivo (40), en contraste con el de un evento detectado falso positivo resultante de la mera llegada y/o salida de una manera independiente del tiempo.
14. Una unidad sensora (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en donde la memoria no volátil (140) registra y almacena datos.
15. Una unidad sensora (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, que comprende al menos dos sensores de capacitancia adyacentes (14a, 12, 14b).

- 5
16. Un sistema (200) que comprende una pluralidad de sensores (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 o unidades sensoras (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 15 dispuestas en una topología de malla u otra red inalámbrica (210).
17. Un sistema (200) de acuerdo con la reivindicación 16, que comprende además una estación de cebo y/o trampa.
18. Un sistema (200) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 16 a 17 que puede ser interrogado a través de un dispositivo móvil (240).
- 10
19. Un método para detectar un animal o una plaga usando un sensor de capacitancia (10), en donde el sensor usa la detección de capacitancia mutua y un sensor que comprende un conductor sensor que conduce la electricidad (12), que es un electrodo transmisor (TX), y dos conductores sin conexión a tierra que conducen la electricidad, que son electrodos receptores (RX), (14a; 14b) dispuestos uno a cada lado (16a; 16b) del conductor sensor (12) para formar un triplete (14a-12-14b), dichos conductores (12, 14a, 14b) están apoyados sobre un sustrato conductor sin conexión a tierra (18) que está aislado eléctricamente por un aislante eléctrico (20) de dichos conductores (12, 14a, 14b) para actuar como una protección, en donde cada conductor (14a, 12; 14b) tiene un ancho (w) y un grosor (t), y está separado por una distancia (da; db) del otro y del sustrato conductor sin conexión a tierra (18) de modo que el sensor genera un campo marginal direccional en respuesta al animal o plaga objetivo y el animal o plaga se detecta midiendo un cambio ( $\Delta$ ) en la capacitancia marginal (A).
- 15
20. Un método de acuerdo con la reivindicación 19, en donde el sensor de capacitancia mide un aumento (22) y una caída (24) en la capacitancia marginal.
- 25
21. Un método de acuerdo con la reivindicación 20, en donde el sensor de capacitancia detecta tanto la presencia (40) como la dirección (50) de movimiento del animal o plaga.
- 30
22. Un método de acuerdo con la reivindicación 21, en donde la dirección de movimiento (50) se determina mediante la activación secuencial de al menos dos tripletes (14a-12-14b).
- 35
23. Un método de acuerdo con la reivindicación 22, que detecta tanto la llegada (70) como la salida (80) del animal o la plaga en virtud de los cambios ( $\Delta$ ) en un campo marginal (A), y señala la presencia (40) en base a la salida (80).
- 40
24. Un método para detectar inteligentemente la actividad de un animal o una plaga en un sensor de capacitancia (10) de acuerdo con el método de la reivindicación 19, que comprende además las etapas de:
- 45
- i) detectar la llegada (70) del animal o la plaga en un primer par de sensores (14a-12) en un primer momento (s1);
  - ii) detectar una salida posterior (80) del animal o plaga de un segundo par de sensores (12-14b) en un segundo momento (s2); y
  - iii) determinar que el primer (s1) y segundo (s2) tiempos están dentro de las normas preestablecidas, de modo que la llegada (70) y la salida (80) desencadenan un evento detectado positivo (40), en contraste con el de un evento detectado falso positivo resultante de la mera llegada o salida de manera independiente del tiempo.
- 50
25. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 19 a 24, que monitorea además las actividades de cumplimiento y mantenimiento del servicio.

FIGURA 1A

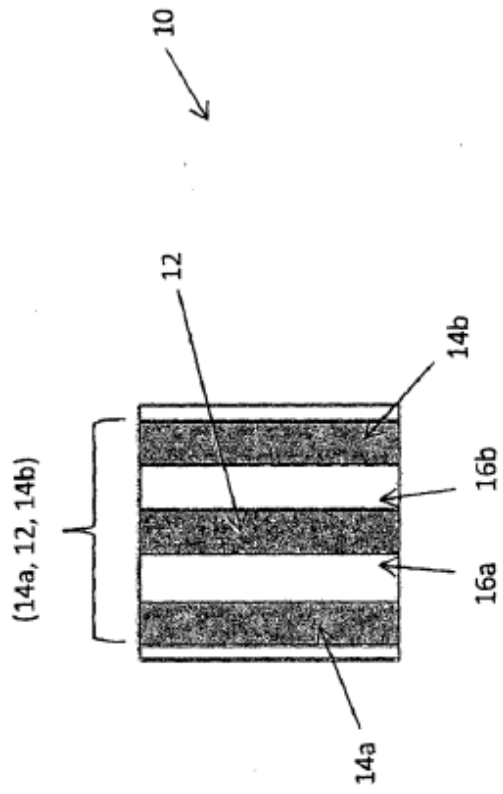


FIGURA 1B

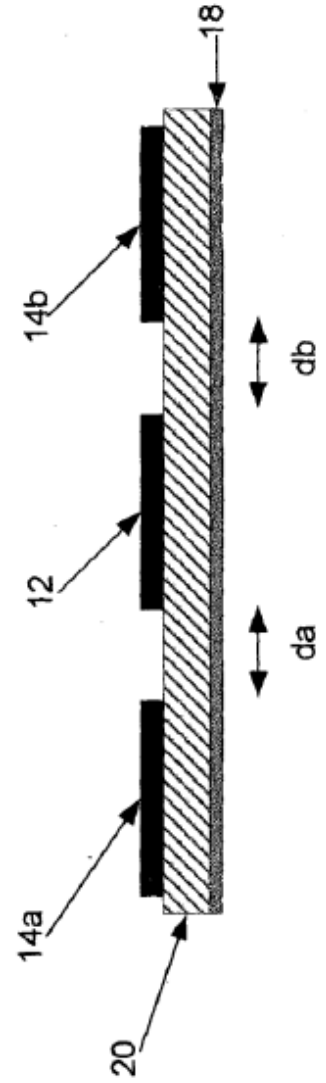


FIGURA 2A

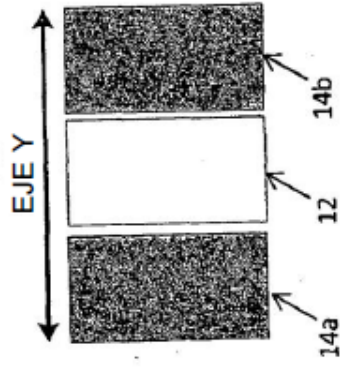


FIGURA 2B

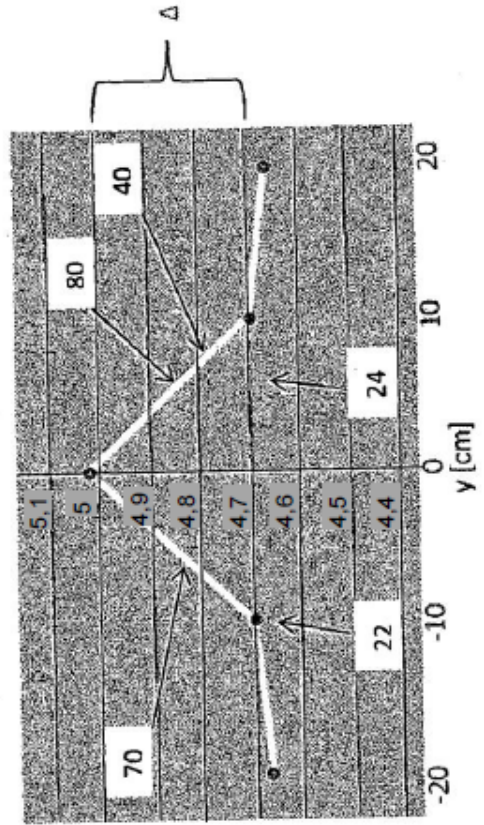


FIGURA 3A

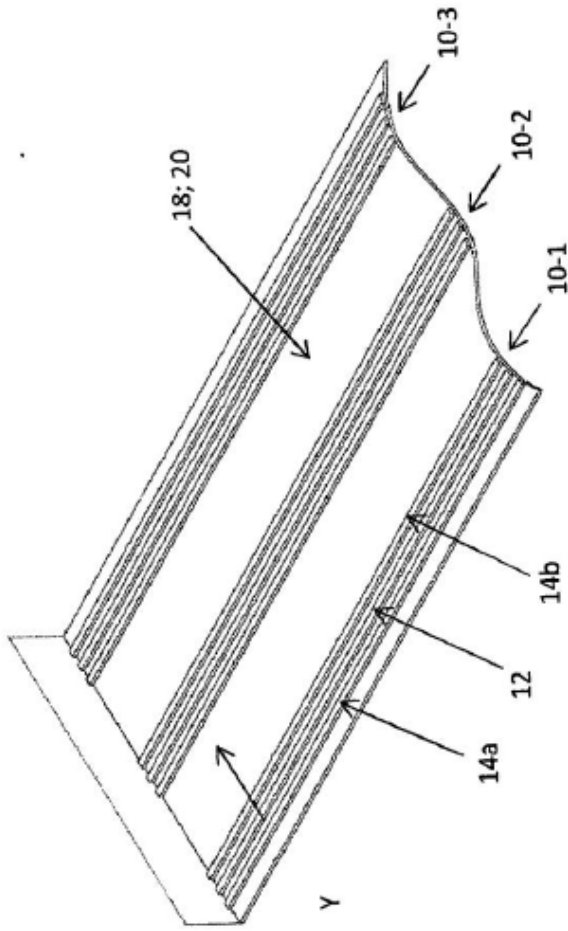


FIGURA 3B

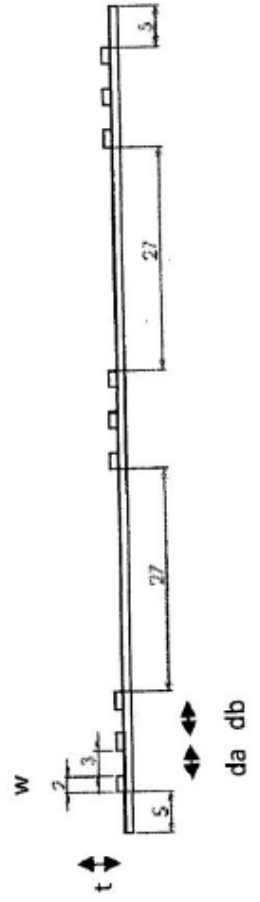
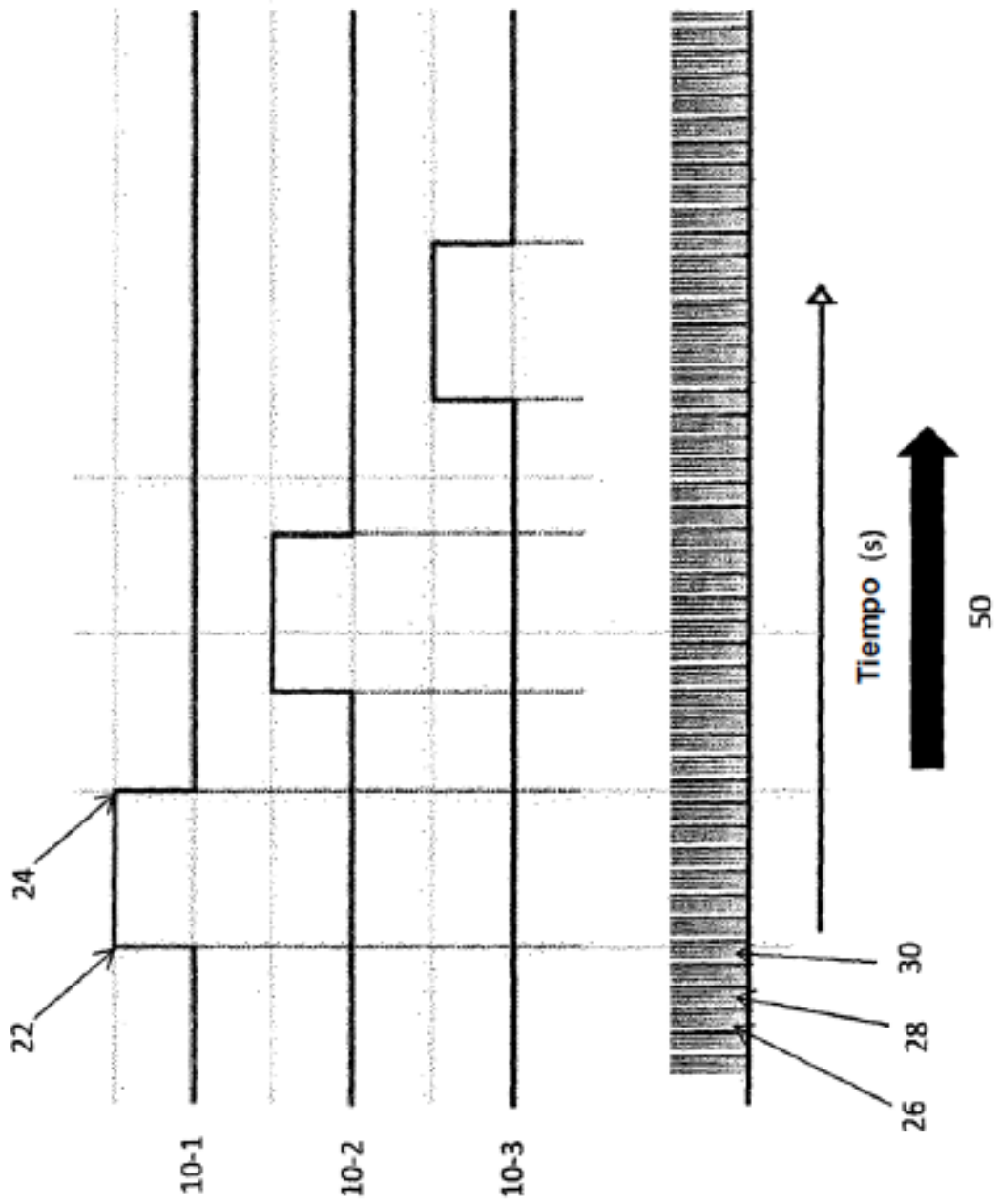
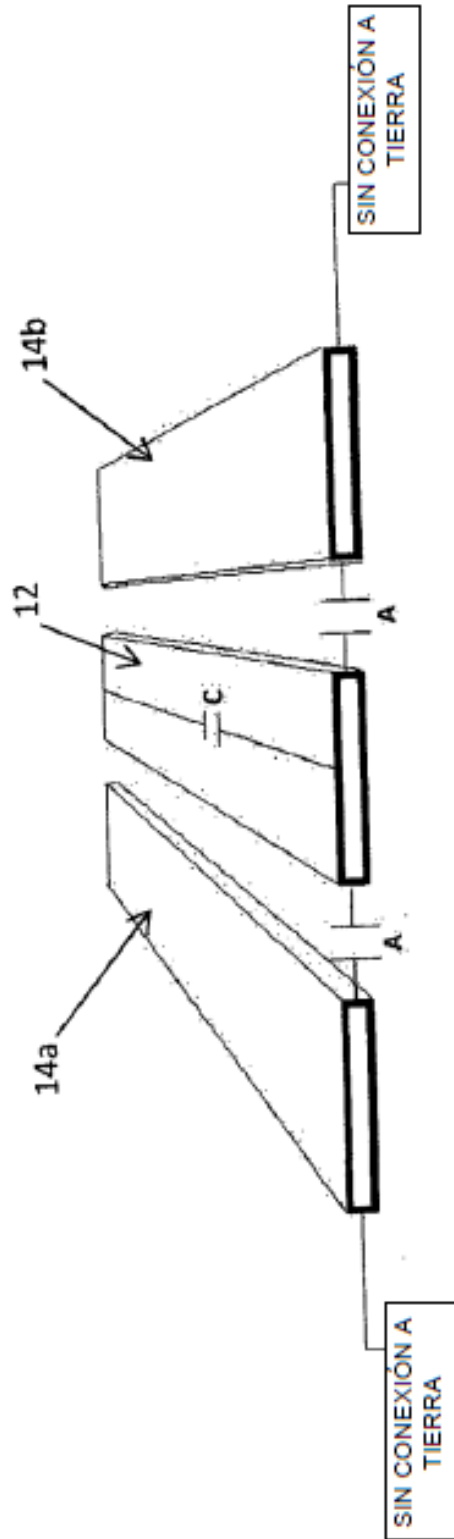




FIGURA 4



**FIGURA 5A**



**FIGURA 5B**

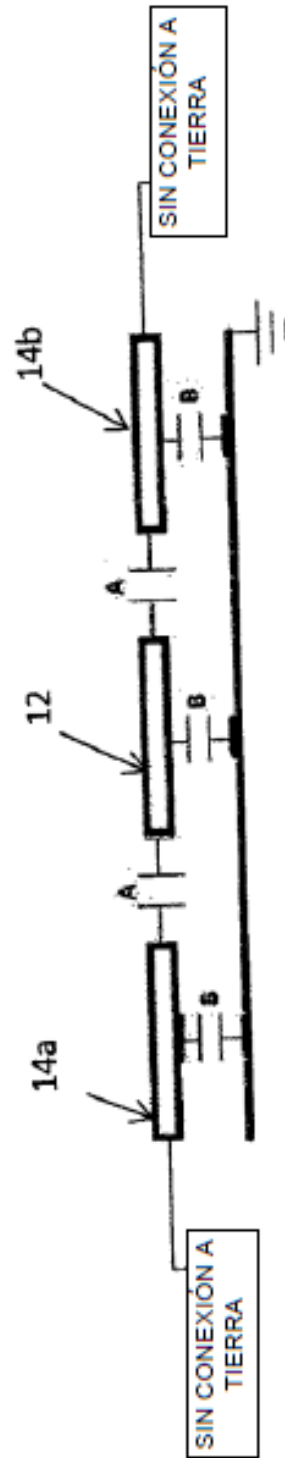


FIGURA 5C

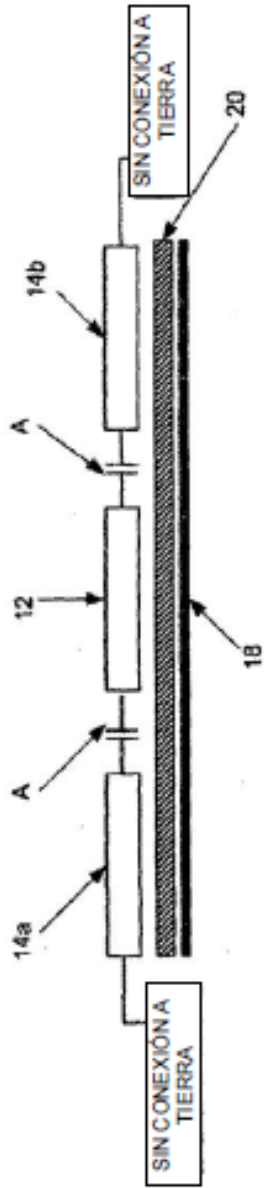


FIGURA 6

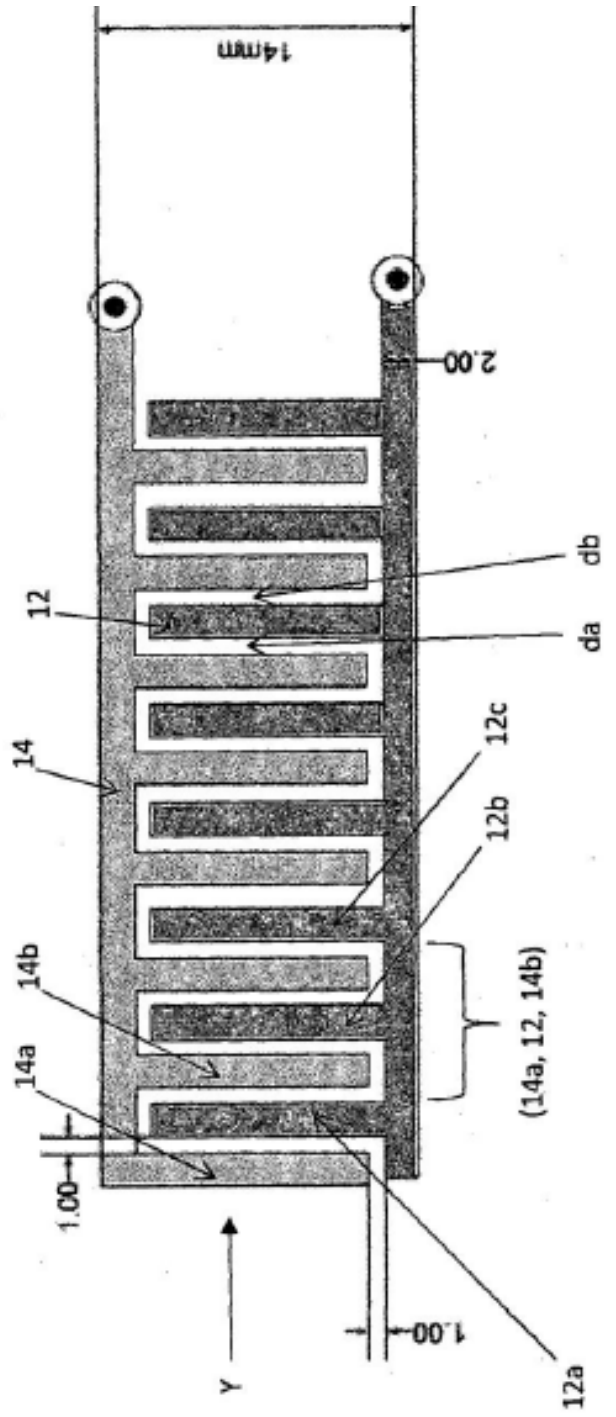


FIGURA 7

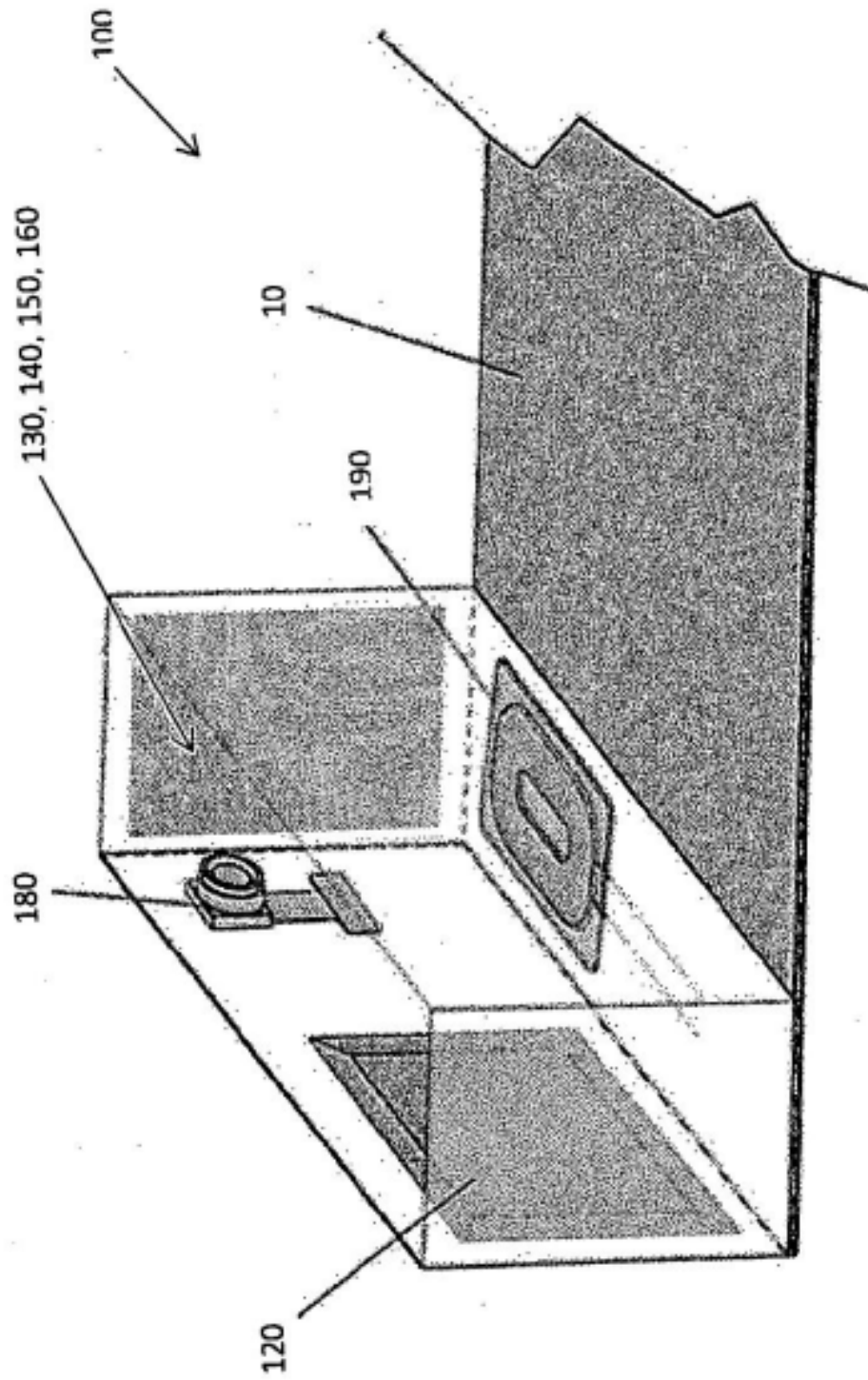


FIGURA 8

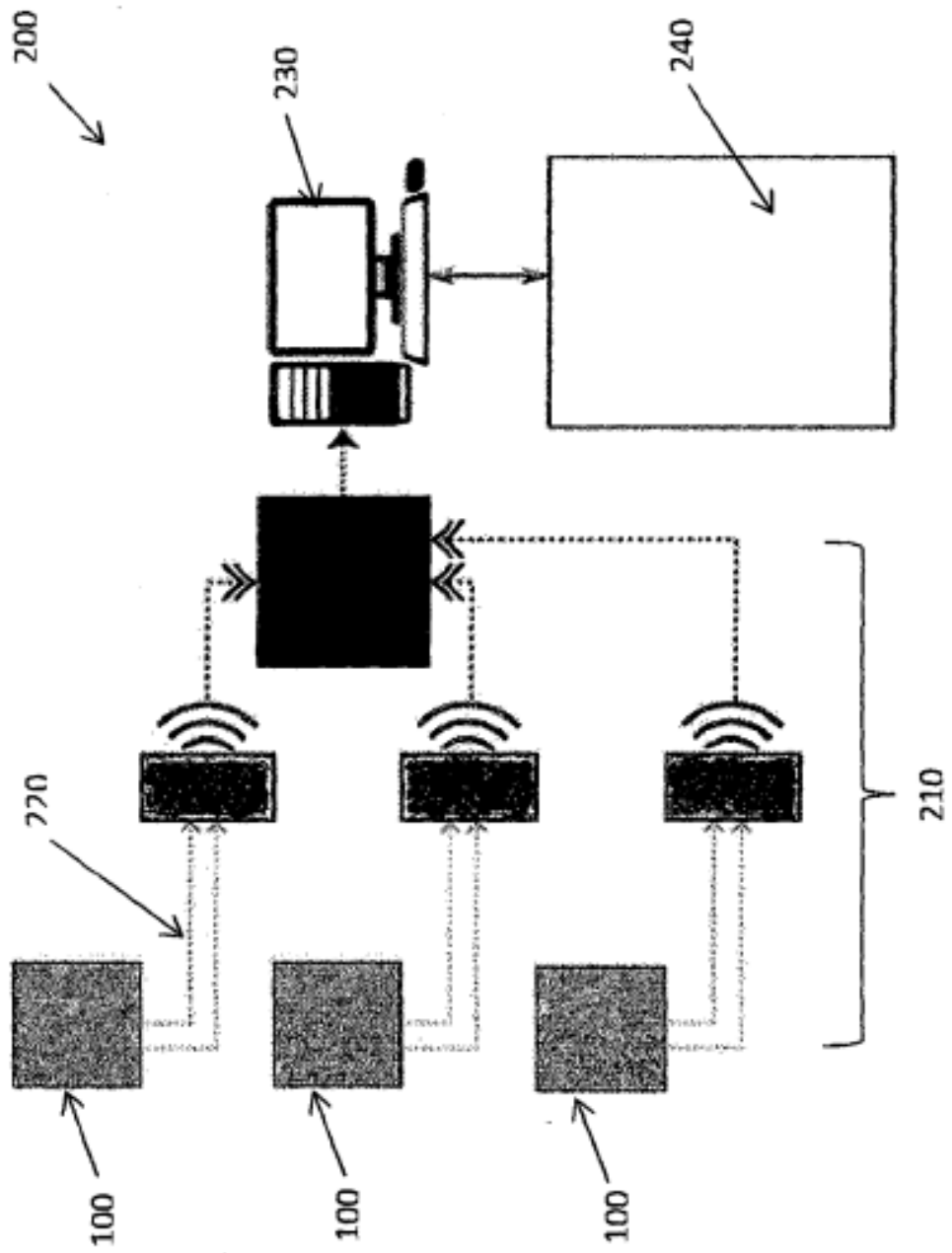


FIGURA 9

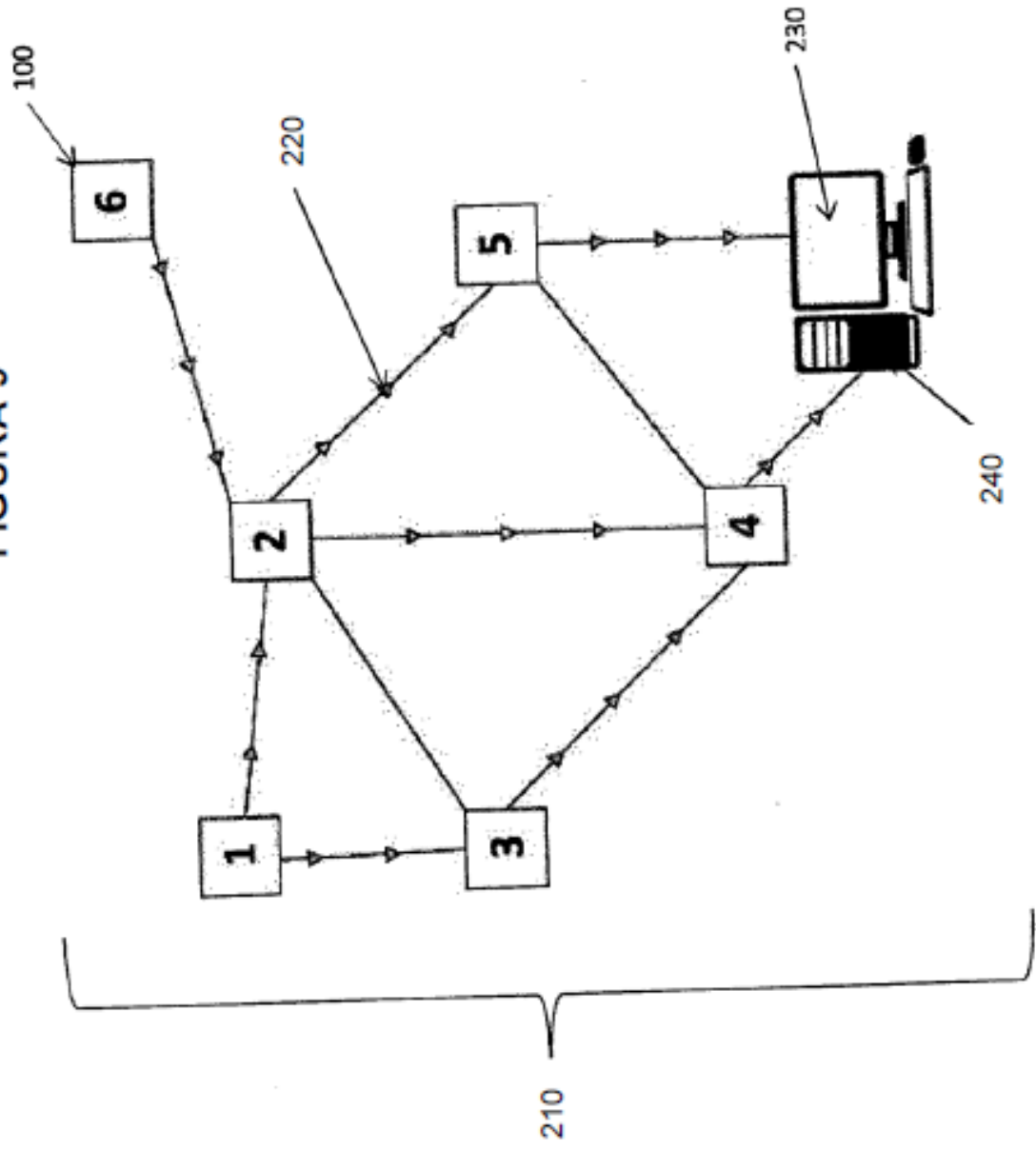


FIGURA 10

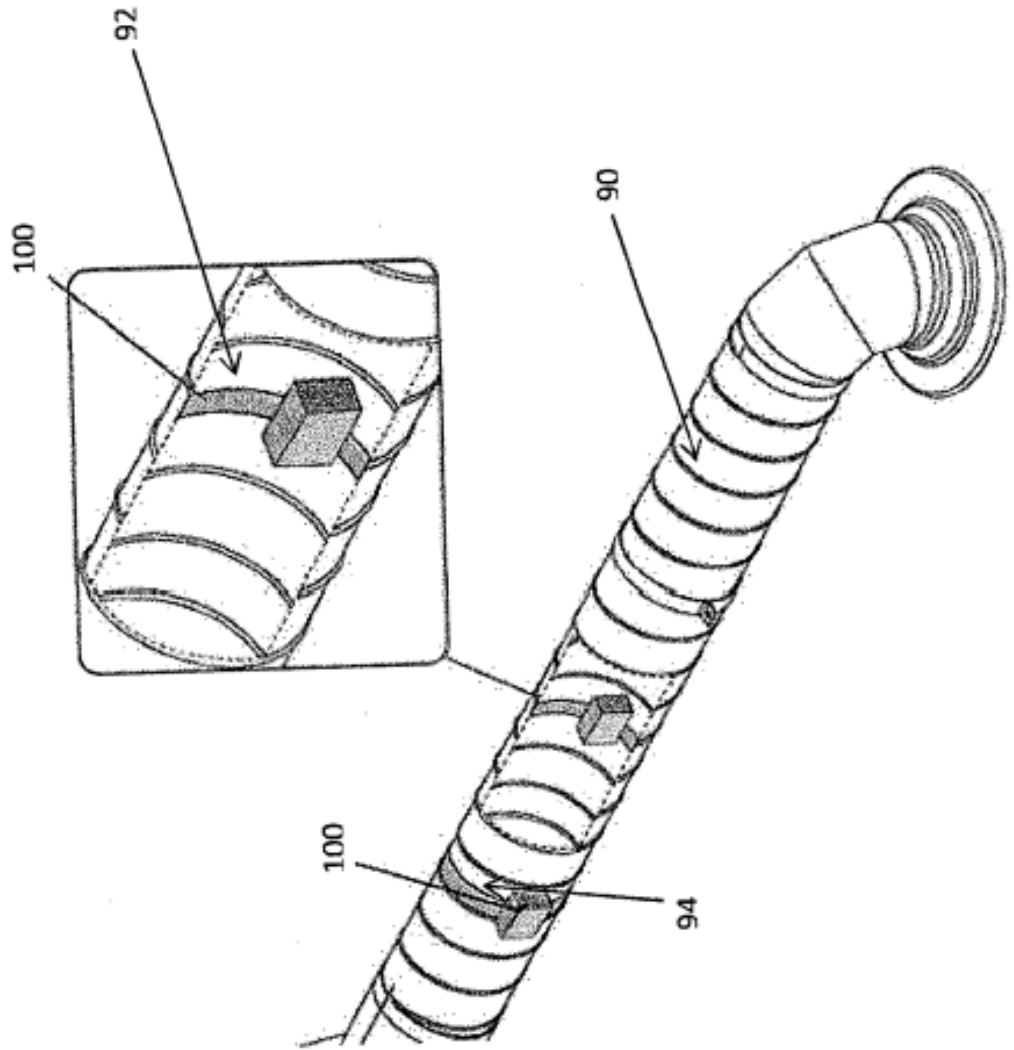


FIGURA 11

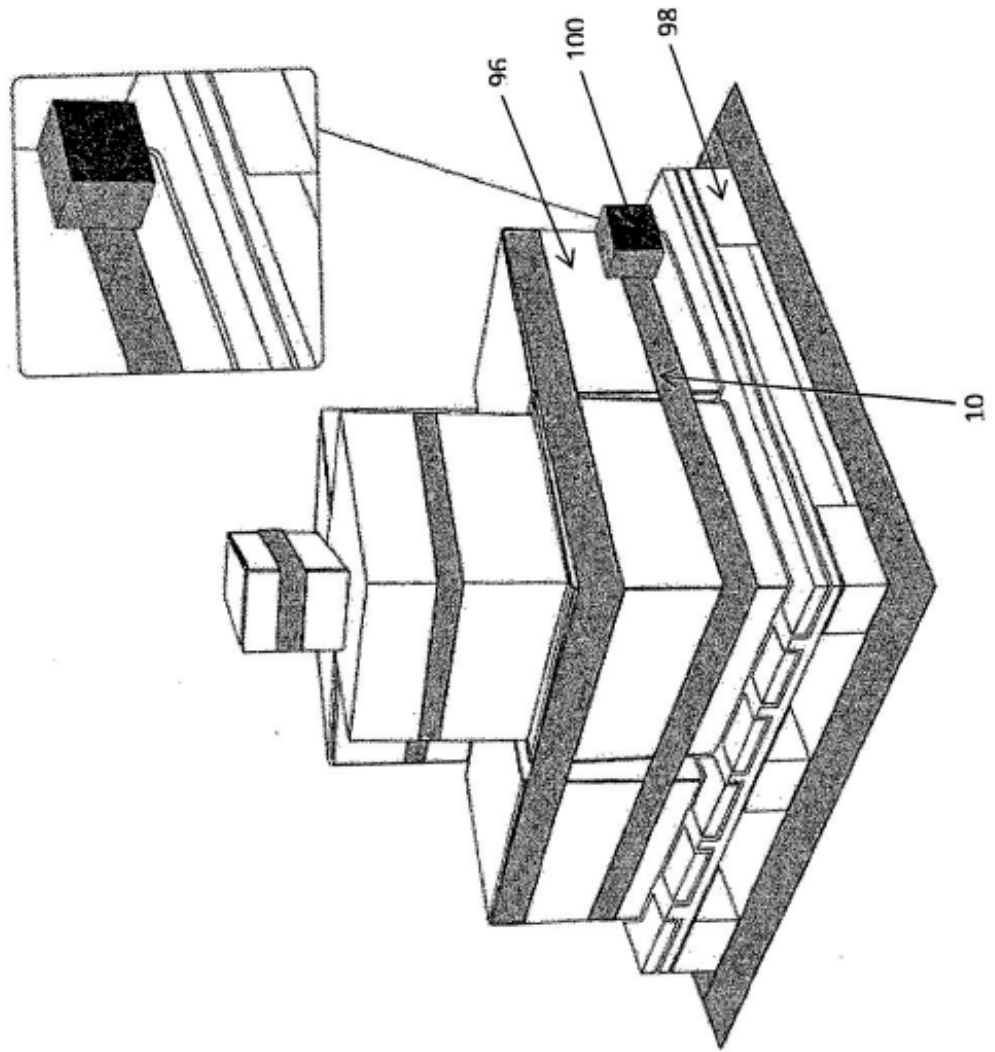




FIGURA 12

