

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 982 589**

51 Int. Cl.:

G01N 33/18 (2006.01)
B08B 3/14 (2006.01)
B08B 9/08 (2006.01)
G01N 21/45 (2006.01)
G01N 21/76 (2006.01)
G01N 21/77 (2006.01)
G01N 21/78 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.06.2019** **PCT/US2019/039498**
87 Fecha y número de publicación internacional: **02.01.2020** **WO20006228**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.06.2019** **E 19827329 (4)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2024** **EP 3814757**

54 Título: **Sistema y método para la certificación de detección y descontaminación de contaminación química**

30 Prioridad:

27.06.2018 US 201862690368 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.10.2024

73 Titular/es:

SALVUS, LLC (100.0%)
204 E. Avenue, P.O. Box 1362
Valdosta, GA 31601, US

72 Inventor/es:

LEFILES, JAMES;
BEELAND, CLINTON y
LEVIN, RON

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 982 589 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

Sistema y método para la certificación de detección y descontaminación de contaminación química

Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

- 5 Esta solicitud reivindica el beneficio de la Solicitud Provisional de EE. UU. No. 62/690,368, presentada el 27 de junio de 2018, titulada "SISTEMA Y MÉTODO PARA LA CERTIFICACIÓN DE DETECCIÓN Y DESCONTAMINACIÓN DE CONTAMINACIÓN QUÍMICA.

Antecedentes

- 10 La contaminación química es un problema tanto para la industria como para la agricultura y los consumidores. Para las empresas de fabricación industrial, confirmar la limpieza de los equipos de almacenamiento, procesamiento y transferencia es un esfuerzo que consume mucho tiempo y es costoso. Los consumidores necesitan saber que los productos que compran están libres de contaminación. Para la agricultura, la aplicación inadecuada de pesticidas es un problema que crece rápidamente. Un factor que contribuye a dicha contaminación es la limpieza ineficaz de los tanques de pulverización, lo que provoca que los cultivos sensibles y la flora vecina se dañen cuando se pulverizan (directa o indirectamente) después de la aplicación de ciertos herbicidas. El problema está creciendo rápidamente con la mayor tolerancia al glifosato que se ha desarrollado en cientos de especies de malezas. Esto se debe a que, para evitar su propagación y garantizar la seguridad alimentaria del mundo, ahora se utilizan semillas que son tolerantes al extremadamente fitotóxico 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético) y dicamba (2-metoxi-3,6- ácido diclorobenzoico). Decenas de millones de acres han cambiado a esas semillas y se pronostica que decenas de millones de acres más serán plantados con semillas tan tolerantes. De acuerdo con lo anterior estas semillas serán tratadas con 2,4-D y dicamba. Las preocupaciones sobre el glifosato han dado lugar a costosos litigios con importantes sentencias ya dictadas. Esto impulsará el crecimiento de diferentes pesticidas y el deseo de los consumidores de asegurarse de que sus productos alimenticios estén libres de cualquier pesticida que se utilice. Con estos nuevos desarrollos tecnológicos, la deriva fuera del objetivo debido a una descontaminación inadecuada de los herbicidas en los tanques de pulverización resultará en daños a cualquier cultivo cercano no resistente y a otra fauna. Las prácticas de descontaminación actuales generalmente incluyen simplemente limpiar con grandes cantidades de amoníaco y agua (u otro producto de limpieza comercial) y demoras causadas por la necesidad de enviar resultados de laboratorio para verificar que se ha logrado una descontaminación adecuada. Por tanto, existe la necesidad de un sistema y método seguro y eficaz para la detección, descontaminación y certificación de sustancias químicas.

- 35 El documento CN 103 675 225 A divulga un sistema de análisis de agua que comprende un detector portátil de calidad del agua con un nodo sensor y un terminal portátil que recibe de forma inalámbrica datos de calidad del agua desde el nodo sensor en tiempo real y transmite los datos de calidad del agua a un servidor remoto. Campbell Daniel P. ET AL: "Groundwater monitoring of VOCs with an interferometric optical waveguide sensor", Actas de SPIE, vol. 5586, 7 de diciembre de 2004 (2004-12-07), página 136, XP093119506, ISSN: 0277-786X, DOI: 10.1117/12.571391 divulga la detección de VOC en agua subterránea usando un sensor interferométrico basado en una guía de ondas óptica plana.

Resumen

- 40 Se proporciona un sistema de detección de contaminantes químicos de acuerdo con la reivindicación 1 y métodos de acuerdo con las reivindicaciones 4, 9 y 14. Las realizaciones preferidas se exponen en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

- La Fig. 1 ilustra un sistema para la detección de contaminación química en tiempo real y la certificación de descontaminación de acuerdo con una realización.
- 45 La Fig. 2 ilustra una realización del circuito detector que puede implementarse en el detector de la Fig. 1.
- La Fig. 3 ilustra una realización de capas funcionales que pueden implementarse en el servidor remoto de la Fig. 1.
- La Fig. 4 es un diagrama que ilustra los tipos de registros de datos que pueden almacenarse en la capa de almacenamiento de datos del servidor remoto de la Fig. 1
- 50 La Fig. 5 ilustra un sistema para la descontaminación de un tanque de pulverización agrícola de acuerdo con una realización.
- La Fig. 6 ilustra un sistema para la descontaminación de un tanque de pulverización agrícola de acuerdo con una realización alternativa.

La Fig. 7 ilustra una realización de un sistema para la descontaminación de un recipiente en una instalación de producción.

La Fig. 8 es un diagrama de flujo de un método para detectar niveles de contaminantes y rastrear datos relacionados con la certificación ejecutable en el sistema de la Fig. 1.

- 5 La Fig. 9 ilustra un dispositivo móvil del sistema detector de la Fig. 1 y equipo ejemplar de procesamiento químico, procesamiento de alimentos y limpieza de recipientes controlable por el dispositivo móvil en una realización.

La Fig. 10 es un diagrama de flujo de un flujo de procesamiento de seguridad alimentaria que utiliza el sistema de la Fig. 1.

- 10 La Fig. 11 ilustra un sistema informático que puede implementarse en, o como, una o más partes del sistema ilustrado en la Fig. 1.

Descripción detallada

- 15 Para abordar la necesidad de un manejo más rápido y confiable de la limpieza y descontaminación química, y para proporcionar verificación o certificación de la exposición reducida de un producto a químicos u otros contaminantes rastreados desde la producción hasta el mercado, se pueden realizar pruebas de contaminación portátiles en sitio. Los sistemas y métodos se describen en el presente documento, ya sea en una instalación de producción química, granja, planta de procesamiento de alimentos o más abajo en la ruta de distribución de alimentos en el lugar de venta minorista o de consumo. Existe un interés creciente en los efectos de los materiales/químicos utilizados en la producción de productos y, en particular, en la producción de alimentos.
- 20 Este interés por los contaminantes de los alimentos ha llevado a muchos consumidores a solicitar alimentos "cultivados orgánicamente". Sin embargo, muchos consumidores no tienen la capacidad económica para comprar alimentos cultivados orgánicamente, ya que tienden a costar más que la agricultura tradicional. Además, es poco probable que los métodos actuales para cultivar orgánicamente sostengan a la creciente población mundial, ya que los métodos producen menores rendimientos por acre, lo que es uno de los mayores factores de coste. Los residuos de pesticidas se determinan durante el proceso de registro ante la Agencia de Protección Ambiental de EE. UU. (EPA); sin embargo, las pruebas de campo generalmente solo se realizan durante el proceso de registro original para la certificación orgánica y para cualquier requisito posterior.

- La regulación, el medio ambiente y la sostenibilidad son preocupaciones crecientes a nivel mundial. En la agricultura, esto se centra principalmente en los pesticidas que contienen toxinas naturales (aflatoxinas, etc.).
- 30 Las regulaciones continúan presionando sobre el uso de pesticidas y el control de toxinas. Para el medio ambiente y la sostenibilidad, la industria continúa el desarrollo de productos químicos más nuevos y la reducción de productos químicos más peligrosos.

- En la industria, el aumento de la flexibilidad y la reducción del capital crean muchos sistemas, recipientes y sistemas de transporte de usos múltiples. Esto aumenta el potencial de contaminación cruzada por no limpiar eficazmente el recipiente anterior antes de cargarlo con el siguiente producto químico o producto. Aquí se proporcionan soluciones técnicas que permiten la determinación de la contaminación en un tiempo
- 35 suficientemente corto y permiten la toma de decisiones informadas por parte de personas sin conocimientos analíticos químicos avanzados. Actualmente, personas con conocimientos analíticos avanzados utilizan soluciones técnicas que imponen costes importantes en términos de tiempo.

- 40 En el presente documento se proporcionan métodos y sistemas para abordar la necesidad de certificar equipos de producción y realizar pruebas, así como proporcionar resultados en tiempo real. Además, se divulgan métodos y sistemas para utilizar esta detección de contaminación en tiempo real para gestionar el flujo de productos y rastrear y verificar de manera confiable la exposición de un producto a químicos u otros contaminantes a lo largo de una cadena de suministro completa.

- 45 La presente divulgación se describirá ahora más completamente a continuación con referencia a realizaciones ejemplares de la misma. Estas realizaciones ejemplares se describen de manera que esta divulgación sea minuciosa y completa, y transmita completamente el alcance de la divulgación a los expertos en la técnica. De hecho, la presente divulgación puede realizarse de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones establecidas en el presente documento; más bien, estas realizaciones se proporcionan para que esta divulgación satisfaga los requisitos legales aplicables. Tal como se utiliza en la especificación y en las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares "un", "una", "el", incluyen referentes en plural a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Tal como se utilizan en la especificación y en las reivindicaciones adjuntas, las palabras "opcional" u "opcionalmente" significan que el evento o circunstancia descrito posteriormente puede o no ocurrir.
- 50

- 55 Como se utiliza en el presente documento, el término "contaminante químico" se refiere a cualquier producto químico sólido, líquido o a base de aire cuya presencia deba medirse. Los contaminantes químicos incluyen, entre otros, contaminantes inorgánicos (IOC), contaminantes orgánicos volátiles (VOC), contaminantes

orgánicos sintéticos (SOC), químicos orgánicos, químicos inorgánicos o subproductos de desinfección. Los contaminantes químicos incluyen todos los productos químicos agrícolas comunes utilizados en o alrededor de un cultivo, como, por ejemplo, herbicidas, pesticidas y fertilizantes. Los contaminantes químicos agrícolas específicos incluyen 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético) y dicamba (ácido 2-metoxi-3,6-diclorobenzoico). Tal como se usa en este documento, los términos "recipiente", "contenedor" y "tanque" pueden usarse indistintamente y también incluyen equipos de soporte circundantes, como tuberías, mangueras y bombas.

Se proporciona un sistema para la detección de descontaminación química. El sistema es móvil o portátil para facilitar su uso en diversos entornos. El sistema puede ser portátil. El sistema puede incluir una variedad de componentes como se proporciona en el presente documento dentro de una carcasa o carcasa resistente y estable. El sistema también puede alimentarse mediante corriente alterna o corriente continua. La corriente continua puede ser proporcionada por una batería como, por ejemplo, o más baterías de litio o alcalinas.

El sistema puede estar equipado con uno o más paquetes de software cargados en su interior. El software puede conectarse electrónicamente a los diversos componentes del sistema como se proporciona en este documento. El software también puede estar integrado electrónicamente con una pantalla para que la vea un usuario. La pantalla puede ser cualquier variedad de tipos de pantalla tales como, por ejemplo, una LCD con retroiluminación LED. El sistema puede incluir un componente de memoria de modo que se puedan almacenar las instrucciones operativas del sistema y todos los datos relacionados con los niveles de contaminantes detectados se puedan almacenar o archivar para su posterior recuperación o descarga en una estación de trabajo o teléfono inteligente.

De acuerdo con una realización, el sistema puede incluir un componente de recolección. El componente de recolección puede incluir una entrada para la recolección de fluidos. El componente de recolección puede ser una extensión física del área de muestreo con una conexión de señal electrónica a un componente detector como se describe en el presente documento. El componente de recolección puede incluir o conectarse a una sonda diseñada para generar una señal cuando se expone a un compuesto específico.

De acuerdo con un modo de realización, en el que la señal inalámbrica es procesada con algoritmos especializados basados en química, física y/o mecánica cuántica por un servidor remoto y los datos de salida son transmitidos de manera casi instantánea de forma inalámbrica de vuelta al sistema móvil desde el servidor remoto, certificando un nivel aceptable de contaminante químico cuando se logra. De acuerdo con una realización, la unidad de detección es móvil y está dimensionada para ser sostenida con la mano. De acuerdo con una realización, las versiones actuales de los algoritmos apropiados para los contaminantes que se están probando se cargan en la unidad de detección para permitirle funcionar independientemente de las comunicaciones inalámbricas. El algoritmo mencionado puede incluir la capacidad de combinar entradas de sensores basados en diferentes tecnologías para identificar sustancias que las tecnologías de detección individuales normalmente no podrían distinguir.

De acuerdo con un aspecto, se proporciona un método para determinar el nivel de contaminante químico en una muestra. El método incluye las etapas de recolectar una muestra de fluido y detectar cualquier contaminante químico en la muestra de fluido. En diferentes realizaciones, la muestra de fluido se puede tomar de un tanque de pulverización agrícola, un tanque de mezcla industrial, un tanque de transporte o cualquiera de otros recipientes que transportan fluidos. De acuerdo con la invención, el método incluye además la etapa de transmitir una señal relativa al nivel de contaminante en la muestra a un dispositivo en un destino remoto. El dispositivo de destino remoto puede ser un dispositivo móvil o portátil operado localmente, tal como un teléfono inteligente, una tableta, una tableta o un ordenador portátil. En otras realizaciones, el destino remoto puede ser un ordenador, un dispositivo en la nube o un servidor independiente o en red al que se puede acceder a través de un dispositivo portátil local. De acuerdo con una realización, cuando la señal se transmite de forma inalámbrica a un servidor remoto, se transmite una señal de retorno al sistema que proporciona la certificación cuando se alcanza un nivel aceptable de contaminante químico.

De acuerdo con la invención, el sistema proporcionado en el presente documento incluye un detector. El detector puede utilizar un inmunoensayo de quimioluminiscencia catalizado por oro, un inmunoensayo en microfluidos, un inmunoensayo electroquímico o un inmunoensayo con tira reactiva. De acuerdo con la invención, el detector utiliza un sensor interferométrico basado en una guía de ondas óptica plana. De acuerdo con una realización, el detector puede utilizar inmunoensayos encima de la guía de ondas para la detección de uno o más contaminantes químicos. De acuerdo con una realización, el detector puede incluir uno o más polímeros. De acuerdo con una realización, el detector puede incluir, o funcionar basándose en, un ensayo inmunoabsorbente ligado a enzimas. De acuerdo con una realización, el detector puede utilizar o más polipéptidos, ácidos nucleicos, anticuerpos, carbohidratos, lípidos, receptores o ligandos de receptores, fragmentos de los mismos y combinaciones de los mismos tales como la expuesta en la publicación de patente de EE.UU. No. 20080138797. De acuerdo con la invención, el detector puede proporcionar un cambio de color visible para identificar un contaminante químico particular. De acuerdo con una realización, el detector puede incluir un componente de referencia que proporciona una confirmación secundaria de que el sistema está funcionando correctamente. Dicha confirmación secundaria puede incluir una confirmación visual o una referencia química que el detector detecta y mide.

De acuerdo con una realización, el detector incluye al menos un filtro. El filtro puede estar ubicado entre la colección y el componente y el detector. De acuerdo con una realización, el al menos un filtro incluye carbón activado. De acuerdo con una realización, al menos un filtro incluye al menos una resina tal como resina de intercambio aniónico, resina de intercambio catiónico, resina suavizante o una combinación de las mismas.

- 5 De acuerdo con una realización, el detector analiza una muestra de fluido, tal como un gas, un líquido o cualquier combinación de los mismos. El fluido puede ser un enjuague que fluye desde cualquier fuente de fluido. El fluido también puede ser una muestra de agua. El fluido puede incluir uno o más contaminantes químicos que requieren detección y certificación de un cierto nivel. De acuerdo con una realización, el detector está calibrado para detectar ciertos niveles de al menos un fluido, tal como un contaminante químico líquido, 10 gas o aerosol. De acuerdo con una realización, el detector está calibrado para detectar ciertos niveles de productos químicos agrícolas específicos tales como, por ejemplo, 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético) y dicamba (ácido 2-metoxi-3,6-diclorobenzoico). El detector puede ser sensible hasta un nivel de partes por millón. En algunas implementaciones, el detector también puede ser sensible hasta un nivel de partes por mil millones. La diferenciación entre sustancias típicamente difíciles de distinguir, como 2,4-D y dicamba, se puede 15 lograr en el sistema en tiempo real divulgado debido a la capacidad de esta tecnología para combinar las señales de dos o más tipos de sensores. Al recopilar y transmitir datos de sensores en tiempo real desde más de un tipo de sonda, una capa de cálculo de un servidor remoto en el sistema divulgado puede usar un algoritmo para interpretar las señales en comparación directa en tiempo real para identificar y cuantificar inmediatamente la concentración de diferentes compuestos. En realizaciones alternativas, el sistema detector puede realizar el 20 análisis y los cálculos por sí mismo sin el uso de la potencia de procesamiento del servidor remoto.

- El fluido introducido en el sistema descrito en el presente documento puede obtenerse de diversas fuentes de fluido. La fuente de fluido incluye cualquier recipiente o recipiente que pueda entrar en contacto interno con un contaminante químico. El sistema proporcionado en el presente documento puede colocarse en comunicación 25 fluida con el recipiente para detectar y certificar niveles aceptables de contaminantes en tiempo real. La comunicación de fluidos se puede establecer a través de un tubo u otro conducto que permita que cualquier fluido que contenga al menos un contaminante químico entre en contacto con el sistema o fluya a través del mismo como se proporciona en este documento.

- De acuerdo con una realización particular, la fuente de fluido puede ser una fuente de líquido tal como un tanque de pulverización agrícola. Dicho tanque de pulverización puede estar ubicado en un tractor (u otro implemento agrícola), en un campo/área de cultivo, en una cooperativa de agricultores u otro lugar donde un agricultor utilizará un tanque de pulverización. En los Ejemplos 1 y 2 siguientes se proporcionan realizaciones 30 específicas de detección del tanque de pulverización. De acuerdo con las diversas realizaciones descritas en el presente documento, el sistema y el método pueden reducir el tiempo típicamente requerido para la descontaminación del tanque de pulverización, minimizar la necesidad de utilizar (y almacenar) grandes volúmenes de amoníaco y otros limpiadores de tanques comerciales, reducir la dependencia del operador del 35 equipo agrícola de ejecutar procesos de descontaminación sin el conocimiento del punto de finalización, eliminar la aplicación de enjuague del tanque de pulverización descontaminado incorrectamente en cultivos etiquetados y/o reducir el riesgo legal para el operador de equipos agrícolas al proporcionar documentación de la descontaminación del tanque de pulverización.

- 40 De acuerdo con una realización particular, la fuente de fluido incluye un recipiente industrial/comercial. Dicho recipiente puede estar ubicado dentro o alrededor de una instalación de fabricación que utiliza uno o más de una variedad de contaminantes químicos en una instalación de operaciones de fabricación de alimentos, productos químicos o biológicos o en una cooperativa de agricultores. En otra realización, la fuente de fluido incluye un contenedor de envío que almacena y transporta un producto químico fluido. El contenedor de envío 45 puede estar ubicado en un camión, tren u otro medio de transporte. El contenedor de envío también puede estar ubicado en o alrededor del muelle de envío.

De acuerdo con una realización, el detector puede estar equipado opcionalmente para analizar factores ambientales adicionales tales como, por ejemplo, partículas (viables o no), temperatura, flujo de aire y humedad.

- 50 El sistema proporcionado en el presente documento incluye un componente de transmisión. El componente de transmisión puede estar en comunicación de señal electrónica con el componente detector. El componente de transmisión envía o transmite una señal con respecto a datos del nivel de contaminantes químicos en tiempo real. Dichos datos pueden proporcionar evidencia de eliminación y/o inactivación y reducción de contaminantes químicos. La transmisión de dichos datos puede incluir transmisión en tiempo real a través de cualquiera de 55 varios canales de comunicación conocidos, incluidas redes de datos en paquetes y en cualquiera de varias formas, incluidos mensajes de texto, correo electrónico, etc. Dicha transmisión en tiempo real puede enviarse a un destino remoto mediante una señal inalámbrica. La señal inalámbrica puede viajar a través del acceso a Internet a través de una red Wi-Fi circundante. La señal inalámbrica también puede comunicarse con un destino remoto a través de Bluetooth u otra transmisión de radiofrecuencia. El destino remoto puede ser un teléfono 60 inteligente, una tableta, un ordenador, un dispositivo en la nube o un servidor. El servidor puede almacenar cualquier dato para su posterior análisis y posterior recuperación. El servidor puede analizar cualquier dato

entrante utilizando algoritmos de aprendizaje de inteligencia artificial o experiencia especializada en química, física o mecánica cuántica programada en el servidor y transmitir una señal al sistema confirmando que se logró un contaminante químico aceptable. De acuerdo con una realización, el sistema o servidor puede estar equipado con datos de referencia del nivel de contaminante, o tener acceso a ellos, de modo que el sistema pueda recibir una certificación que alerte a un usuario de que se ha alcanzado un nivel aceptable de contaminante químico. Un nivel aceptable de contaminante químico puede ser cualquier nivel predeterminado establecido por una autoridad normativa como, por ejemplo, la Agencia de Protección Ambiental (EPA) o por una autoridad legislativa.

De acuerdo con una realización, el sistema incluye un enlace de datos inalámbrico a una línea telefónica. Alternativamente, se puede utilizar un enlace de datos inalámbrico a la red de área local de un edificio. El sistema también se puede vincular a una unidad base telefónica (TBU), que está diseñada para conectarse físicamente a un conector telefónico y proporcionar comunicaciones inalámbricas de 900 MHz, lo que permite que el sistema se comuniqué en cualquier momento en que la línea telefónica esté disponible.

También se proporciona un método para determinar el nivel de contaminante químico en una muestra. El método incluye la etapa de recolectar una muestra. La muestra puede provenir de cualquier fuente de fluido de acuerdo con lo dispuesto en el presente documento. De acuerdo con una realización particular, la muestra se toma de un tanque de pulverización agrícola, tanque de mezcla industrial/comercial o tanque de transporte. El método incluye además la etapa de detectar cualquier contaminante químico en la muestra. El método utiliza al menos un sensor interferométrico basado en una guía de ondas óptica plana que está en comunicación electrónica con el componente de transmisión.

El método incluye además la etapa de mostrar los niveles de contaminantes químicos a un usuario del sistema. La etapa de mostrar los niveles de contaminantes se puede llevar a cabo proyectando cualquier dato en tiempo real en una pantalla como se describe en el presente documento.

El método puede incluir además la etapa de transmitir una señal con respecto al nivel de contaminante en la muestra a un destino. La etapa de transmitir puede ocurrir a través de una señal inalámbrica, Bluetooth, radiofrecuencia, red de área local o mediante una línea telefónica tradicional. La señal del sistema incluye datos relacionados con el nivel de contaminante químico en la muestra e información de diagnóstico sobre el sensor y los parámetros relacionados con su uso. El destino puede ser un teléfono inteligente, un teclado, un ordenador, un dispositivo en la nube o un servidor. El destino puede, a su vez, comunicar o señalar al sistema que se ha alcanzado un nivel aceptable de contaminante químico o que el nivel es inaceptable. En caso de que el nivel de contaminante químico sea aceptable, el destino podrá comunicar una certificación del nivel de contaminante químico aceptable. La certificación puede basarse en estándares ambientales promulgados por una autoridad como, por ejemplo, la EPA. La certificación también puede presentarse simultáneamente a una autoridad local o nacional como, por ejemplo, la EPA. De acuerdo con una realización alternativa, el destino es un teléfono inteligente, tableta, ordenador, dispositivo en la nube o servidor bajo la custodia de una autoridad local o nacional tal como, por ejemplo, la EPA.

El método puede incluir además la etapa de eliminar la muestra de acuerdo con los requisitos legales. Dichos requisitos legales garantizan que cualquier muestra que aún contenga niveles inaceptables de contaminación química se elimine adecuadamente para no causar daño al usuario ni al medio ambiente.

Un método puede integrarse con un proceso de descontaminación de un recipiente. El método también puede incluir la etapa de añadir una composición limpiadora al recipiente para formar un enjuague. De acuerdo con dicha realización, el recipiente puede estar en comunicación fluida con una bomba del recipiente para mover la composición limpiadora a través del recipiente y fuera del sistema. El método también puede incluir la etapa de conectar un aparato de recolección al recipiente para que cualquier enjuague que salga del recipiente se canalice directamente al sistema para su análisis. El método también puede incluir la etapa de monitorear el detector hasta que el detector indique un nivel aceptable de contaminante químico dentro del enjuague. De acuerdo con una realización, la composición de limpieza de tanques incluye al menos un agente químico y agua. Además, el proceso puede incluir además la etapa de eliminar el enjuague de acuerdo con los requisitos legales.

Con referencia ahora a la Fig. 1, se muestra una realización de un sistema 10 de detección de contaminantes. El sistema 10 incluye una unidad de detección 12, también denominada en el presente documento detector, configurada para muestrear un artículo de prueba 14 para un objetivo de detección, tal como un contaminante químico, a través de un aparato de recolección 16. El aparato de recolección 16 puede ser cualquiera de una serie de vías de fluido y dispositivos configurados para encaminar la sustancia desde el elemento de prueba 14 en contacto con la sonda 20 del detector 12. Por ejemplo, el aparato de recolección 16 puede ser un conducto de líquido, o un conducto de líquido y una disposición de bomba cuando la prueba El artículo es un líquido. Alternativamente, el aparato de recolección puede ser un conducto de gas, o un ventilador y un conducto de gas si el elemento de prueba es un gas. El aparato de recolección 16 puede estar integrado con la unidad de detección 12, o puede ser extraíble y conectable a la sonda 20 de la unidad de detección.

La unidad de detector 12 puede comunicar los datos sin procesar o los hallazgos de la sonda 20 en tiempo real con un dispositivo móvil 18. El dispositivo móvil 18 puede incluir lógica almacenada en la memoria local en el dispositivo móvil para interpretar los datos sin procesar y los hallazgos directamente, o puede comunicarse a través de una red 24 con un servidor 26 ubicado remotamente para transferir los datos sin procesar o los hallazgos y solicitar interpretación mediante la lógica ubicada en el servidor 26. El dispositivo móvil 18 puede ser un dispositivo portátil, tal como un teléfono inteligente, tableta, ordenador portátil que permite a un usuario acceder a las mediciones en tiempo real de la sonda y su interpretación en tiempo real por un servidor remoto 26. Como se describe con mayor detalle a continuación, la interpretación en tiempo real de los niveles de contaminantes se puede mostrar al usuario en el dispositivo móvil con una indicación de si la cantidad de contaminante o la pureza de una sustancia está en un rango deseado. En algunas realizaciones, la información recibida del servidor 26 puede incluir notificación de que un proceso de limpieza está completo o que un proceso que requiere cierta pureza puede continuar, y/o puede incluir instrucciones que el dispositivo móvil transmite al equipo local de limpieza o procesamiento, para cesar o iniciar operaciones automáticamente en función de los aspectos detectados del contaminante o sustancia. Además, el servidor remoto puede comunicar simultáneamente los resultados y la verificación de los procesos de descontaminación completados a un servidor de terceros, tal como un servidor 28 de una agencia reguladora, una aseguradora u otra parte interesada.

En el contexto de la producción química, el detector 12 puede configurarse para buscar un objetivo de detección deseado y, por lo tanto, puede usarse para monitorear o tomar muestras de una sustancia deseada para determinar su pureza. En el contexto de la limpieza o reutilización de un recipiente para la misma sustancia o para una sustancia diferente, la unidad de detector 12 puede configurarse para buscar un contaminante o contaminantes particulares. En esta última disposición, la unidad de detección puede usarse junto con, o incorporar, equipo de limpieza usado para limpiar un recipiente que contiene el elemento de prueba.

El elemento objetivo para la prueba puede ser cualquiera de varios elementos o ubicaciones. Por ejemplo, el artículo objetivo puede ser una embarcación, tal como una embarcación de una planta química, un vagón cisterna o un camión cisterna, equipos o recipientes agrícolas, tierra, alimentos, un campo agrícola, etc. La forma de la sustancia o contaminante deseado que se detecta en o sobre el artículo objetivo puede ser un fluido, tal como un gas, un líquido o una combinación de un gas y un líquido. Además, la sustancia o contaminante deseado puede incluir uno o más pesticidas, patógenos, contaminantes, organismos beneficiosos y otras sustancias.

La unidad de detector 12 puede incluir una sonda 20 en comunicación con el circuito detector 22. La sonda 20 puede ser una sonda 20 de propósito único diseñada para la detección de un tipo de sustancia o contaminante deseado, puede incluir una pluralidad de sondas 20, cada una diseñada para detectar una sustancia o contaminante respectivo diferente, o puede incluir una o más sondas 20, cada una diseñada para la detección de más de un tipo de sustancia o contaminante. Como será evidente en los ejemplos proporcionados a continuación, la sonda 20 puede colocarse en contacto o cerca del elemento objetivo que se está midiendo a través del aparato de recolección. El circuito detector 22 puede configurarse para traducir información de la sonda en señales o datos eléctricos en un formato predeterminado y para transmitir las señales eléctricas o datos a través de una conexión inalámbrica (por ejemplo, Bluetooth) o por cable al dispositivo móvil. El circuito detector puede realizar parte o la totalidad de cualquier ajuste de datos necesario para la información detectada desde la sonda 20, por ejemplo ajustes a la información detectada de acuerdo con el tipo de sonda o la edad, o puede simplemente pasar los datos para su transmisión al dispositivo móvil 18.

Como se ilustra en la Fig. 2, se muestra una realización del circuito detector 22. El circuito detector 22 incluido en la unidad de detector 12 puede incluir un circuito de suministro de energía 32 (batería o CA), un reloj interno 30 para rastrear los tiempos de medición para la sonda asociada 20, un circuito sensor 38 dispuesto para recibir mediciones o lecturas de la sonda. 20, y una interfaz de comunicación 40 para comunicarse con el dispositivo móvil 18. El circuito detector 22 puede incluir una unidad central de procesamiento (CPU) 34 u otro controlador, junto con una memoria 36 para almacenar instrucciones ejecutables para operar la unidad de detector 12 y almacenar información detectada desde la sonda 20. La sonda puede incluir sensibilidad química, eléctrica, óptica y/u otra sensibilidad y está configurada para traducir la información detectada en señales eléctricas para que el circuito sensor B5 las reconozca. La CPU 34 puede controlar la unidad de detección para transmitir los datos inmediatamente desde el circuito sensor 38 al dispositivo móvil 18 a través del hardware de comunicación B6. Alternativamente, el circuito sensor 38 puede almacenar la información detectada en la memoria 36 y la CPU 34 puede hacer que la información detectada se transmita a intervalos predefinidos a través del hardware de comunicación 40. En otras implementaciones más, la CPU 34 solo puede dirigir el circuito sensor 38 para muestrear la información de la sonda 20 a intervalos de tiempo predeterminados (por ejemplo, con un número fijo de milisegundos de diferencia) y transmitir la información detectada en el mismo intervalo o en un intervalo diferente a través de la interfaz de comunicación 40.

Con referencia a la Fig. 3, el servidor remoto 26 puede ser un ordenador configurado como un servidor de página web que proporciona servicios habilitados para la web e incluye capas funcionales tales como gestión de identificación de usuario 42, un filtro de datos de usuario 44, una capa de cálculo 46 y una capa de almacenamiento de datos 48. La gestión de identificación de usuario 42 puede ser una función de autenticación

de usuario para verificar que los usuarios y dispositivos móviles autenticados sean examinados adecuadamente y se les permita el acceso. La capa de cálculo 46 puede incluir una funcionalidad que recibe datos sin procesar o parcialmente procesados desde un detector 12 a través de un dispositivo móvil 18 y determina el tipo y nivel de contaminante asociado con los datos recibidos basándose en algoritmos predeterminados. Aunque las funciones de la capa de cálculo 46 del servidor 26 también pueden, o alternativamente, almacenarse en el dispositivo móvil 18 en ciertas realizaciones, una ventaja de la transmisión en tiempo real de los datos detectados al servidor 26 para su procesamiento es que se puede obtener una mayor potencia de procesamiento aplicarse para traducir más rápidamente los datos recibidos en determinaciones de niveles de contaminantes. Además, la ubicación central de la capa de computación 46 en el servidor ubicado remotamente 26 proporciona una ubicación centralizada con la cual actualizar y controlar las técnicas utilizadas para traducir los datos de los diversos detectores 12. En diferentes implementaciones, la capa de computación 46 puede implementar artificiales algoritmos de aprendizaje de inteligencia o programas especializados de experiencia en mecánica química, física o cuántica para procesar los datos en tiempo real en niveles contaminantes para su transmisión inmediata desde el servidor 26 al dispositivo móvil 18 y su visualización en él.

La capa de almacenamiento de datos 48 puede incluir datos sobre usuarios, dispositivos, tipos de dispositivos y, como se analiza con mayor detalle a continuación, un historial de resultados de pruebas de contaminantes tanto para recipientes utilizados en un proceso de producción como para productos, tales como cultivos o alimentos procesados que han estado en contacto con los recipientes o el contenido de los recipientes utilizados en la producción de ese cultivo o alimento. Haciendo referencia ahora a la Fig. 4, se muestra un ejemplo de los tipos de datos almacenados en la capa de almacenamiento de datos del servidor remoto. La capa de almacenamiento de datos puede incluir datos de sonda 50 para las diversas sondas 20 que están asociadas con detectores 12 en el campo y registradas con el sistema. Los datos de la sonda 50 pueden incluir información sobre cada sonda específica 20, tal como el tipo y la antigüedad de la sonda (por ejemplo, el número de pruebas realizadas con la sonda y los datos en servicio de la sonda). Los datos de la sonda 50 pueden incluir adicionalmente información sobre la tecnología de la sonda, incluidas las sustancias que se pueden analizar con la sonda sola o en combinación con otras sondas, curvas de calibración de edad de la sonda para uso de la capa de cálculo para ajustar los datos recibidos de la sonda para tener en cuenta los efectos potenciales del envejecimiento en las mediciones y algoritmos de interacción de la tecnología de sonda, por ejemplo, esta información puede ser un algoritmo tal como se describe en el presente documento para usar múltiples datos de sonda recibidos simultáneamente para diferenciar para la detección de un compuesto/contaminante que puede no ser discernible directamente por una sola sonda. De manera similar, los datos del detector en el propio detector 12 pueden almacenarse en la capa de almacenamiento de datos 48 del servidor 26. Los datos del detector 52 pueden incluir el número de serie y el MAC ID para el hardware específico, la identificación de los usuarios autorizados, la ubicación del último uso del detector y el ID de cuenta asociado con el detector 12. Los datos del recipiente 54 en el recipiente que se está probando y rastreando pueden incluirse en la capa de almacenamiento de datos 48 del servidor 26. Los datos del recipiente 54 pueden incluir el identificador único del recipiente y el ID de cuenta de la cuenta asociada con ese recipiente.

Para proporcionar un seguimiento y certificación mejorados de la descontaminación de recipientes y el historial de contacto con recipientes y contaminantes, la capa de almacenamiento de datos 48 también puede incluir datos de prueba históricos 56 recibidos de diferentes detectores 12 y asociados con contenedores específicos, lotes de productos, etc. En los datos históricos de prueba 56 pueden incluir datos para cada ejecución de prueba, tales como: un registro de que se confirmó la compatibilidad de la sonda para cada prueba, las marcas de tiempo y los valores del detector recibidos para la prueba, la antigüedad de las correcciones de la sonda y los factores de interacción de la sonda determinados para la prueba y los valores calculados para el contaminante o sustancia detectada. Además, los datos de prueba históricos 56 para cada ejecución de prueba pueden incluir información de ubicación e identificación, tal como la geolocalización del detector 12 en el momento de la prueba, la información de identificación para el recipiente, el detector, el usuario y la(s) sonda(s) 20 para esa prueba ejecutar y el ID de cuenta de la entidad para la cual se ejecutan y rastrean las pruebas. Para vincular las pruebas individuales a un cultivo o producto común, los datos de prueba históricos 56 también pueden incluir datos 58 para el lote o campo agrícola probado, tales como las marcas de tiempo de la prueba, el código de barras del lote/campo agrícola (u otro identificador único), el número de lote del cliente del producto alimenticio y un número de identificador de prueba. Cuando las pruebas se realizan en una planta de procesamiento de alimentos, el servidor 26 también puede incluir el número de lote, la descripción del alimento y/o el código universal de producto (UPC) del paquete de alimentos u otro identificador y vincularlo al historial de pruebas del alimento y la exposición química de los alimentos que se incluyeron en ese lote de alimentos procesados. La información de geolocalización 60 en la granja o planta química en la que se han realizado o se realizarán pruebas también puede almacenarse en la capa de almacenamiento de datos 48. La información de granja o planta química 60 puede incluir coordenadas de la geocerca, tales como coordenadas de perímetro para un campo o planta, junto con una descripción del campo o planta y el ID del cliente asociado con esa instalación. Los datos de la cuenta 62 también pueden almacenarse en la capa de almacenamiento de datos, incluidos los ID de usuario y la información asociada con cada cuenta que utiliza el sistema.

Se puede utilizar cualquiera de varios tipos de sondas y tecnologías en diferentes realizaciones. Un ejemplo de un tipo de sonda que puede usarse para diferenciar entre compuestos a menudo difíciles de diferenciar,

como 2,4-D y dicamba, puede incluir sondas que son de tipo biosensor interferométrico, como un polímero de impresión molecular (MIP) o una sonda de ensayo de anticuerpo. Estas sondas pueden ser parte de un sistema de detección 10 que produce lecturas en tiempo real para las cuales la tasa de cambio de esas lecturas emitidas por las sondas puede medirse con el sistema de detección divulgado 10. Por ejemplo, cada una de las sondas
5 puede generar una difracción o interferometría. El patrón y los cambios en ese patrón son detectados y analizados por la capa de cálculo o localmente en el dispositivo móvil 18 del sistema de detección 10, y se traducen en un nivel de contaminante, y no solo en una presencia o ausencia del contaminante. En una implementación, el nivel de contaminante puede ser proporcional a una tasa de cambio del patrón de difracción medido, de modo que se puede usar una integración de la tasa de cambio en el patrón de difracción para
10 determinar los niveles de concentración. Este cálculo puede tener lugar localmente en el dispositivo móvil 18 o de forma remota en el servidor 26.

Con referencia ahora a los Ejemplos 5-7 a continuación, algunas realizaciones del uso del sistema de la Fig. 1 en el contexto específico de la descontaminación de tanques de pulverización.

Ejemplo 1

La Fig. 5 ilustra un sistema para la descontaminación de un tanque de pulverización agrícola de acuerdo con una realización. El sistema 100 incluye al menos un tanque de pulverización 102. El tanque de pulverización 102 puede ser de cualquier tamaño y forma que sea aceptable desde el punto de vista agrícola para pulverizar herbicida sobre un cultivo. Como se ilustra, el tanque de pulverización 102 incluye al menos una bomba de alimentación 104 conectada a un brazo de pulverización 106 mediante una línea de alimentación principal 108.
20 La bomba de alimentación 104 puede estar ubicada fuera del tanque de pulverización 102 (no mostrado). La línea de alimentación principal 108 puede fabricarse a partir de cualquier material que sea resistente a productos químicos, a la intemperie y al ozono pero capaz de transportar fluidos agrícolas a base de agua a baja presión. De acuerdo con una realización, la línea de alimentación principal 108 está fabricada a partir de caucho de monómero de etileno propileno dieno (clase M).

La bomba pulverizadora 104 tiene un tamaño aceptable para mover uno o más galones de enjuague por minuto fuera del tanque 102 y a través de la línea de alimentación principal 108. La bomba pulverizadora 104 puede funcionar mediante un paquete de baterías (no mostrado) ubicado dentro o fuera de la bomba de pulverización 104. El paquete de baterías puede ser recargable y portátil. La bomba de pulverización 104 también puede ser alimentada mediante una corriente directa desde una fuente circundante (tal como en un tractor o generador o edificio circundante).
30

El brazo de pulverización 106 incluye una pluralidad de boquillas 110 conectadas por un colector de brazo de pulverización 112. El brazo de pulverización 106 puede ser de cualquier tamaño agrícola aceptable e incluir cualquier número de boquillas 110. Las boquillas 110 y el colector de pulverización 112 están fabricados de cualquier material agrícola aceptable que pueda resistir las demandas de la pulverización de herbicidas en los cultivos.
35

Durante el uso del sistema 100, el brazo de pulverización 106 está encerrado dentro de un aparato de recolección de enjuague 114. El aparato de recolección de enjuague 114 tiene un tamaño y forma para encerrar sustancial o completamente el brazo de pulverización 106. De acuerdo con una realización alternativa, el aparato de recolección de enjuague 114 puede encerrar parcialmente el brazo rociador 106. De acuerdo con
40 cualquier realización, el aparato de recolección de enjuague 114 recolecta el enjuague descargado de las boquillas 110 durante el uso del sistema 100. El aparato de recolección de enjuague 114 puede fabricarse de cualquier material aceptable que recoge y dirige el enjuague. De acuerdo con una realización, el aparato de recolección de enjuague 114 está fabricado a partir de un material sólido, sustancialmente no flexible, que tiene una forma sustancialmente cilíndrica, tal como, por ejemplo, un tubo (por ejemplo, cloruro de polivinilo). De
45 acuerdo con una realización, el aparato de recolección de agua de enjuague 114 está fabricado de un material impermeable. De acuerdo con una realización, el aparato de recolección de enjuague 114 está fabricado de un material flexible. De acuerdo con una realización, el aparato de recolección de enjuague 114 se fabrica para formar una bolsa o vejiga que puede desplegarse o desempaquetarse en el momento del uso y secarse al finalizar la descontaminación. De acuerdo con una realización de este tipo, la bolsa o vejiga se puede unir al
50 brazo de pulverización 106 mediante al menos un cierre de gancho y bucle.

El aparato de recolección de enjuague 114 está conectado a una bomba de alimentación 116 a través de una primera línea de descarga 118. La bomba de alimentación 116 hace que el enjuague del aparato de recolección de enjuague 114 se mueva a través de la primera línea de descarga 118 a través de la bomba de alimentación 116 y hacia un unidad de tratamiento de enjuague 120 a través de una segunda línea de descarga 119. La
55 bomba de alimentación 116 tiene un tamaño aceptable para mover uno o más galones de enjuague por minuto fuera del aparato de recolección de enjuague 114 y a través de la segunda línea de descarga 108. La bomba de alimentación 116 puede ser alimentado a través de un paquete de baterías (ahora mostrado) ubicado dentro o fuera de la bomba de alimentación 116. El paquete de baterías puede ser recargable y portátil. La bomba de alimentación 116 también puede ser alimentada mediante una corriente directa desde una fuente circundante (tal como en un tractor o generador o edificio circundante). Cada una de las líneas de descarga primera y
60

segunda (118, 119) está fabricada de cualquier material que sea resistente a productos químicos, a la intemperie y al ozono pero capaz de transportar líquidos agrícolas a base de agua a baja presión tales como, por ejemplo, caucho de monómero de etileno propileno dieno (clase M).

- Como se ilustra, la línea de descarga 119 conecta la bomba de alimentación 116 a al menos un filtro 122 (por ejemplo, un primer filtro) dentro de la unidad de tratamiento de enjuague 120. La unidad de tratamiento de enjuague 120 incluye además un segundo filtro opcional 124. La unidad de tratamiento de enjuague 120 incluye además un segundo filtro opcional 124. La unidad de tratamiento 120 incluye opcionalmente un detector 126 ubicado dentro de la unidad de tratamiento de enjuague 120. Una primera línea de tratamiento 128 conecta el primer filtro 122 al segundo filtro 124. Una segunda línea de tratamiento 130 conecta el segundo filtro 124 al detector 126. Una línea de descontaminación 132 conecta el detector 126 nuevamente a una entrada 134 (o tapa 136) en el tanque de pulverización 102. Cada una de las líneas de tratamiento primera y segunda (128, 130) y la línea de descontaminación 132 están fabricadas de cualquier material que sea químico, climático y resistente al ozono pero capaz de transportar líquidos agrícolas a base de agua a baja presión como, por ejemplo, caucho de monómero de etileno propileno dieno (clase M).
- Toda la unidad de tratamiento de enjuague 120 puede ser portátil y tener un tamaño para ser sostenida y operada en la mano del operador. La unidad de tratamiento de enjuague 120 puede estar formada por una unidad de alojamiento 121 que abarca el(los) filtro(s) (por ejemplo, 122 y 124) y, opcionalmente, el detector 126. La unidad de alojamiento puede estar hecha de cualquier material aceptable capaz de encerrar y asegurar uno o más filtros (por ejemplo, 122 y 124) y, opcionalmente, un detector 126.
- El al menos un filtro 122 (o primer filtro) ayuda a la eliminación o desactivación de herbicidas presentes en el enjuague. De acuerdo con una realización, el filtro 122 contiene carbón activado. De acuerdo con una realización, el carbón activado está en forma de polvo y muestra una alta afinidad por compuestos orgánicos tales como herbicidas. De acuerdo con una realización, el filtro 122 contiene al menos una libra de carbón activado por cada 50 galones de enjuague que pasan a través del sistema. De acuerdo con una realización, el filtro 122 contiene una forma fibrosa de carbón activado. De acuerdo con otra realización, el filtro 122 contiene al menos una resina. Las resinas adecuadas incluyen, entre otras, resinas de intercambio aniónico, resinas de intercambio catiónico y resinas suavizantes.
- El segundo filtro opcional 124 ayuda además a la eliminación o desactivación de herbicidas presentes en el enjuague. De acuerdo con una realización, el segundo filtro 124 realiza un proceso de ozonización. De acuerdo con una realización de este tipo, el ozono se inyecta en forma de pequeñas burbujas en el enjuague que pasa y luego se filtra. De acuerdo con otra realización, el segundo filtro 124 incluye un componente de purificación ultravioleta. El componente ultravioleta se puede utilizar solo o además del proceso de ozonización. De acuerdo con una realización, el filtro 124 incluye una fuente de luz ultravioleta (lámpara) encerrada en una funda protectora transparente. De acuerdo con una realización, la fuente de luz puede montarse de manera que el enjuague pase a través de una cámara de flujo en el filtro 124 y quede expuesto a los rayos de luz ultravioleta.
- El detector 126, que puede ser todo o parte del detector 10 de la Fig. 1, analiza el enjuague a medida que el enjuague pasa a través del detector 126. De acuerdo con una realización, el detector 126 proporciona lecturas en tiempo real con respecto a los niveles de herbicida dentro del enjuague. De acuerdo con una realización, el detector 126 confirma y proporciona documentación de una limpieza eficaz basándose en los niveles de herbicida en el enjuague. Dicha documentación puede incluir la transmisión de datos en tiempo real por correo electrónico, el almacenamiento en una unidad interna o externa o una copia impresa. Dicha documentación proporciona evidencia de la eliminación y/o inactivación del herbicida y reduce o elimina la responsabilidad del operador agrícola por los cultivos dañados causados por el tratamiento herbicida.
- De acuerdo con una realización, el detector 126 puede utilizar un inmunoensayo de quimioluminiscencia catalizado por oro, un inmunoensayo en microfluidos, un inmunoensayo electroquímico o un inmunoensayo con tira reactiva. De acuerdo con la invención, el detector 126 utiliza un sensor interferométrico basado en una guía de ondas óptica plana. De acuerdo con una realización, el detector 126 puede utilizar inmunoensayos encima de la guía de ondas para la detección de uno o más herbicidas. De acuerdo con una realización, el detector 126 puede incluir un componente de referencia que proporciona una confirmación secundaria de que el sistema 100 está funcionando correctamente. Dicha confirmación secundaria puede incluir una confirmación visual o referencia química que es detectada y medida por el detector 126. De acuerdo con una realización, el detector 126 está calibrado para detectar ciertos niveles de al menos un herbicida. De acuerdo con una realización, el detector 126 está calibrado para detectar ciertos niveles de herbicidas específicos tales como, por ejemplo, 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético) y dicamba (ácido 2-metoxi-3,6-diclorobenzoico).

55 Ejemplo 2

La Fig. 6 ilustra un sistema para la descontaminación de un tanque de pulverización agrícola de acuerdo con una realización alternativa. El sistema 200 incluye los mismos componentes que se ilustran en la realización de la Fig. 5. Sin embargo, el detector 126 está ubicado fuera de la unidad de tratamiento de enjuague 120. El detector 126 puede ser portátil y tener un tamaño para sostenerlo en la mano del operador.

Ejemplo 3

La Fig. 7 ilustra una realización de un sistema para la descontaminación de un recipiente 222. Como se ilustra, se introduce un tubo u otro conducto 226 en el recipiente 222 para colocar un sistema de detección 230. Se puede utilizar una bomba 228 con el conducto 226 para ayudar en mover el fluido 224 desde el recipiente 222 al sistema de detección 230. El recipiente 222 puede ser un tanque de mezcla industrial/comercial o un recipiente de transporte de cualquier tipo. En el ejemplo de la Fig. 7, el proceso de limpieza puede ser un proceso de limpieza predeterminado (tiempo y cantidad de agente de limpieza predeterminados) y la medición mediante el sistema de detección 230 puede realizarse a medida que el enjuague del proceso de limpieza se drena del recipiente 22 al final del proceso de limpieza predeterminado para verificar en tiempo real el nivel de contaminante en el sitio sin la necesidad de enviar una muestra física. En realizaciones alternativas, el proceso de limpieza se puede lograr usando un proceso de recirculación de fluido como se describe para la limpieza de un tanque de pulverización en una granja en las Figs. 5-6.

Una realización de un método 300 para limpiar y verificar la descontaminación de un recipiente, por ejemplo de un tanque de aspersión o recipiente similar que se usa en una granja, usando los sistemas descritos anteriormente se ilustra en la FIG. 8. En la Fig. 8. Usando un sistema portátil como el ilustrado en la Fig. 1, el agricultor puede ingresar primero un identificador de usuario (ID) en el dispositivo móvil y el dispositivo móvil transmite esa información al servidor remoto para autenticación, además de agregar automáticamente información en el detector 12, que puede incluir sonda y/o circuitos de detección que identificación información (en 302). La información de identificación de la sonda y/o del circuito de detección puede incluir información del número de serie para la sonda 20 y el circuito de detección 22, la dirección de Control de acceso al medio (MAC) para cada uno y la dirección de red del protocolo de Internet (IP). Después de recibir y transmitir datos en el dispositivo móvil para autenticar al usuario, el detector 12 y el dispositivo móvil 18, el agricultor puede ingresar información de identificación para el tanque de pulverización u otro recipiente que se está limpiando (en 304). El tanque de pulverización puede tener un código escaneable, como un código de barras escaneable ópticamente o un código QR adherido que puede escanearse automáticamente con el dispositivo móvil. Se puede utilizar cualquiera de otras técnicas de etiquetado de identificadores de tanques de pulverización u otras técnicas de etiquetado de recipientes, tales como identificadores de radiofrecuencia (RFID), etc. Alternativamente, un número de serie único, código u otro identificador asociado con el tanque de pulverización puede ingresarse manualmente en el dispositivo móvil 18 y transmitirse al servidor remoto 26. Además, el agricultor puede usar el dispositivo móvil para escanear o ingresar manualmente uno o más identificadores de sustancia/contaminante, como un Código Universal de Producto (UPC) para una o más sustancias, para informar al servidor remoto de uno o más contaminantes sobre los que el sensor proporcionará datos durante el proceso de limpieza del tanque de pulverización (en 306). El dispositivo móvil 18 también puede incluir información de geolocalización en sus comunicaciones con el servidor, ya sea desde un sensor GPS incluido en el dispositivo móvil 18 o una función de software GPS capaz de generar la ubicación del dispositivo móvil en cooperación con una red celular u otra red de comunicación con el dispositivo móvil. Alternativamente, o además, el dispositivo móvil puede transmitir un identificador de granja ingresado por el usuario o determinado por la posición GPS del dispositivo móvil.

Después de autenticar la información del usuario y del equipo, y suponiendo que el servidor no identifica una discrepancia en la capacidad de la sonda y el tipo de contaminante o sustancia a probar, o cualquier otro problema de autenticidad del usuario, dispositivo o ubicación, se inicia el proceso de limpieza, por ejemplo, usando una configuración como la que se muestra en el Ejemplo 1 anterior, donde el material de enjuague se hace circular a través del tanque de pulverización y cualquier equipo asociado y los datos en tiempo real de la sonda y el circuito de detección del detector se transmiten a el dispositivo móvil 18. El dispositivo móvil 18 transmite los datos en tiempo real al servidor y el servidor 26 procesa los datos en tiempo real para tener en cuenta la antigüedad de la sonda y el tipo de sonda para determinar los niveles de contaminantes (en 308). Las mediciones en curso del nivel de contaminantes pueden transmitirse de regreso al dispositivo móvil 18 y mostrarse mediante el dispositivo móvil 18 al agricultor u otro usuario (en 310).

Una vez que el servidor 26 determina a partir de los datos del detector que el nivel de contaminante es lo suficientemente bajo para cumplir con el estándar deseado, el servidor 26 puede transmitir una señal de finalización al dispositivo móvil 18 que puede mostrarse al agricultor (en 312) y solicita al agricultor que luego cierre el proceso de limpieza (314). El dispositivo móvil 18 o servidor 26 puede entonces asociar la ID del campo pulverizado con la ID del tanque de pulverización (en 316), así como asociar los datos específicos del cultivo, tales como ID de lote y tipo, con la ID del tanque de pulverización (en 318) en el registro de datos de prueba históricos de la capa de almacenamiento de datos en el servidor.

Aunque la transferencia de datos para la información de contaminación detectada para el detector 12 puede enviarse al servidor remoto 26 para su procesamiento, y el servidor remoto puede entonces analizar esos datos para determinar el nivel de contaminante e inmediatamente transmitir de vuelta la información del nivel de contaminante y un señal de finalización al dispositivo móvil 18, en otras realizaciones, el dispositivo móvil puede calcular y mostrar la información del nivel de contaminación y generar la señal de finalización internamente. En esta realización alternativa, el dispositivo móvil aún puede realizar las etapas de autenticar la ID de usuario, la información del detector, la identificación del recipiente y la identificación de contaminantes con el servidor

remoto 26 (etapas 302, 304 y 306), pero en lugar de enviar luego los datos de contaminantes detectados sin procesar al servidor 26, el dispositivo móvil puede identificar y determinar internamente el nivel de contaminante a partir de los datos sin procesar del sensor sin transmitirlos al servidor 26. En esta realización alternativa, los algoritmos para identificar el nivel de contaminante, para ajustar el cálculo basado en una sonda u otro detector La información y para reconocer el punto (por ejemplo, un umbral de nivel de contaminante predeterminado o un rango de nivel de contaminante predeterminado) cuando se ha alcanzado un nivel de contaminante deseado pueden completarse y generarse en el propio dispositivo móvil. Para implementar esta realización alternativa, la memoria del dispositivo móvil puede estar precargada con instrucciones para realizar el análisis, o el servidor 26 puede transmitir al dispositivo móvil las instrucciones y otra información para que el dispositivo móvil procese localmente los datos en respuesta a recibir la información de autenticación e identificación del dispositivo desde el dispositivo móvil (etapas 302-306).

En una realización alternativa, el dispositivo móvil 18 puede enviar una señal que impide el funcionamiento del equipo de proceso de limpieza, como las bombas que enjuagan a través del tanque rociador y el brazo rociador descritos en el Ejemplo 1 anterior, si hay una falta de coincidencia u otra irregularidad en la información de autenticación (ID de usuario, información de geolocalización, etc.) proporcionada al servidor con la información contenida en el servidor. Por ejemplo, si el servidor determina a partir de la información de identificación del contaminante y la sonda u otra información de identificación del sensor que la sonda 20 (o sondas) no es adecuada para probar el contaminante, entonces el servidor puede enviar una señal notificando al usuario que no inicie el proceso. Alternativamente, el servidor puede enviar un comando o instrucciones al dispositivo móvil que se transmite al equipo de limpieza, para apagar un interruptor de alimentación u otro dispositivo de bloqueo del equipo de limpieza para evitar que el proceso de limpieza comience o continúe. En una variación de la alternativa anterior, el dispositivo móvil 18 puede recibir el error de autenticación o compatibilidad del servidor y determinar localmente generar y enviar el comando de apagado de energía al equipo de limpieza.

En otra realización, este control automático del proceso de limpieza se puede aplicar cuando un proceso de limpieza ya ha comenzado. Por ejemplo, cuando se recibe la señal de finalización desde el servidor para el proceso de descontaminación que se está monitoreando en tiempo real (por ejemplo en las etapas 312 y 314 de la Fig. 8) se puede usar esta misma capacidad de código de apagado de energía, en el que la finalización La señal de la etapa 14 va acompañada de una orden que debe enviar el dispositivo móvil para cerrar el proceso de limpieza, o de instrucciones para que el dispositivo móvil genere su propia orden de apagado para detener automáticamente el proceso de limpieza, en lugar de simplemente esperar para que el agricultor apague el equipo después de recibir la notificación de finalización mostrada.

En varios ejemplos, el sistema de detección 10, o al menos el dispositivo móvil 18 del sistema 10, puede estar interconectado con equipos para apagar cualquier equipo involucrado en cualquier parte del proceso general de gestión del flujo de productos químicos y alimentos, no solo a nivel de la granja o limitado a apagar automáticamente el proceso de limpieza como se describe anteriormente. Refiriéndose a la Fig. 9, en una implementación, el sistema y proceso habilitados para el interbloqueo consisten en el sistema de detección 10, por ejemplo, el dispositivo móvil 18 del sistema de detección 10, que tiene un transmisor de radiación electromagnética (EMR) adecuado, por ejemplo, radiofrecuencia, RFID, Wi-Fi, Bluetooth, tecnologías celulares u ópticas. El dispositivo móvil 18 puede ser un teléfono inteligente, tableta u otro dispositivo portátil que tiene una pantalla 350, una interfaz de entrada de usuario 352, un procesador 354, una función o sensor de ubicación GPS 355, una memoria 356 y uno o más transmisores EMR 358. El equipo de ese dispositivo móvil 18 podría controlar basándose en los resultados de la detección de contaminantes puede incluir la totalidad o una parte de un aparato de limpieza de recipientes 360 (por ejemplo, el equipo de limpieza en la granja usado para limpiar el recipiente como se describió anteriormente), un dispositivo de procesamiento de alimentos 362 en un ubicación de procesamiento, equipo agrícola 364 (tal como un rociador, tractor u otro implemento agrícola) en una granja, o cualquiera de una serie de otras piezas de equipo involucradas en el procesamiento o movimiento de un producto químico o alimenticio cerca del dispositivo móvil 18. Cualquier pieza de equipo 360, 362, 364 controlable por el dispositivo móvil puede incluir, ya sea integrado en su circuito o como un componente adicional discreto, un receptor EMR 366 compatible con el transmisor EMR 358 y un relé activado por EMR 368.

Como en el ejemplo anterior de apagar automáticamente el proceso de limpieza en la granja, el dispositivo móvil 18 del sistema detector 10 puede programarse en la memoria 356 para enviar una señal EMR cuando los resultados de la muestra están dentro del rango especificado según se determina localmente o por el servidor remoto. La señal EMR puede ser un enlace de comunicación inalámbrico directo 370 entre el dispositivo móvil y el equipo 360, 362, 364 como se ilustra, o puede ser a través de una ruta de comunicación a través de una o más redes en comunicación con el equipo 360, 362, 364 y el dispositivo móvil 18. Debido a que el receptor EMR 366 está preferiblemente conectado a un relé 368 que controla la potencia para activar el equipo conectado al recibir la señal, se puede lograr el control automatizado del equipo particular mediante el sistema de detección 10. Se contempla que el equipo que puede incluirse en modo interbloqueado con el sistema de detección puede incluir válvulas de cierre, bombas, unidades de control de potencia, motores (tractores, equipos agrícolas, cintas transportadoras, montacargas, etc.) y una variedad de interruptores de apagado/encendido disponibles para procesos industriales. Además, se contempla que el dispositivo móvil 18 sólo podría controlar la pieza particular de equipo 360, 362, 364 ubicada en proximidad geográfica al dispositivo

móvil basándose en la prueba o autenticación que tiene lugar en la etapa de procesamiento donde el usuario y se encuentra el dispositivo móvil. Las diferentes piezas de equipo 360, 362, 364 ilustradas en la Fig. 9 son representativos de los tipos de equipos a los que se puede aplicar el proceso de apagado o bloqueo automatizado y no representan que todos estos equipos deban estar en la misma ubicación geográfica o ser controlables simultáneamente mediante el comando de apagado transmitido por un solo dispositivo móvil.

En otra realización, más de una pieza de equipo, o más de una parte de una única pieza de equipo, pueden controlarse de forma independiente y simultánea mediante comandos remotos desde el dispositivo móvil 18. Por ejemplo, si se realiza un proceso de limpieza que tiene lugar en un dispositivo rociador en una granja, el dispositivo rociador puede incluir múltiples conjuntos de receptores EMR 366 y relés activados EMR asociados 368, controlando cada uno una función diferente del dispositivo rociador. El sistema de detección 10 puede controlar un receptor EMR y un relé activado EMR asociado con una bomba en el pulverizador para apagar esa bomba y detener un proceso de limpieza de un recipiente en el pulverizador en respuesta a la detección de que el contaminante de interés está en un nivel aceptable, mientras se controla simultáneamente otra parte del pulverizador, tal como una válvula que conecta el recipiente a las boquillas de pulverización del pulverizador, para evitar cualquier operación de pulverización del pulverizador hasta que el contaminante de interés esté en el nivel aceptable. Por tanto, tanto la parada de un proceso de limpieza como la eliminación o el inicio de un bloqueo del funcionamiento normal del equipo pueden controlarse mediante señales generadas automáticamente por el sistema de detección 10 o transmitidas por el sistema de detección desde el servidor 26. En otras realizaciones, solo la función de bloqueo para impedir el funcionamiento normal del equipo puede controlarse automáticamente y el apagado del proceso de limpieza puede realizarse manualmente al recibir y mostrarse al usuario la notificación de finalización como se describe anteriormente.

Además de la capacidad del sistema de detección para apagar automáticamente el equipo para evitar que un recipiente o producto contaminado avance en el procesamiento, se contempla una función de anulación de gestión para liberar o restablecer los sistemas afectados por una parada. En una implementación, se contempla que la activación del enclavamiento (bloqueo) cuando un nivel de contaminante es demasiado alto también puede activar el sistema detector 10 para registrar la hora y la ubicación GPS del inicio y terminación de las señales para el apagado. El dispositivo móvil 18 puede almacenar esto localmente en la memoria 356 y/o transmitir esta información al servidor remoto 26. Cuando se activa el enclavamiento, el dispositivo móvil 18 también puede generar y transmitir simultáneamente una notificación de la activación del enclavamiento a un dispositivo de gestión o dispositivos. La notificación puede ser una llamada, mensaje de texto, correo electrónico u otra comunicación generada automáticamente y puede incluir la hora y el lugar del apagado, así como detalles sobre el usuario y el equipo específico afectado. Si en respuesta se recibe posteriormente una señal de gestión autorizada en el dispositivo móvil 18, el equipo de apagado puede liberarse del comando de apagado de enclavamiento y reanudar la operación.

Una ventaja del dispositivo móvil 18 y del detector portátil 12 es que se pueden usar en el lugar para enviar datos en tiempo real desde la sonda o sondas a un servidor remoto para su interpretación en tiempo real. Alternativamente, los datos en tiempo real de la(s) sonda(s) pueden interpretarse y procesarse localmente en el dispositivo móvil para proporcionar información sobre el nivel de contaminantes, en lugar de enviar los datos al servidor para calcular los niveles de contaminantes. Esta detección en tiempo real y procesamiento local, o transmisión y procesamiento remoto, de datos durante el proceso de limpieza evita el tiempo típico de adquisición de muestras físicas y el retraso antes del siguiente uso del tanque de pulverización u otro recipiente mientras la muestra se envía a un laboratorio. El agricultor o usuario del sistema, durante un proceso de limpieza de recipientes, puede utilizar la detección y certificación en tiempo real del nivel de contaminante para detener el proceso de limpieza en un punto mucho antes de lo que podría requerir un proceso predeterminado. Esta detección y verificación in situ también puede evitar la necesidad de volver a limpiar un tanque o recipiente que se limpió con un proceso de limpieza predeterminado pero que luego recibió resultados de la muestra física que indicaban que era necesaria más limpieza. Aunque la notificación de finalización del proceso en tiempo real descrita anteriormente brinda la oportunidad de ahorrar tiempo y materiales de limpieza en comparación con un proceso de limpieza predeterminado, un comando de apagado automático puede proporcionar una mejora del proceso aún mayor.

Las realizaciones alternativas de apagado automático pueden evitar la necesidad de que un agricultor espere y siga mirando los resultados del nivel de contaminación en tiempo real mostrados durante un proceso de limpieza del recipiente y, cuando llegue la notificación de finalización, cierre manualmente el proceso de limpieza. Aún en otras realizaciones, el sistema puede incluir la capacidad de evitar que el equipo agrícola utilice un tanque o recipiente que no se haya limpiado o que se haya limpiado, pero no de acuerdo con un estándar que el campo particular de una granja, o la granja en su conjunto (en base a la geolocalización del tanque y equipo agrícola) quedan registrados en el servidor a requerir. En esta realización, el equipo agrícola, tal como un tractor o un vehículo pulverizador, incluye un dispositivo de bloqueo que es capaz de impedir o cortar la energía al vehículo, o al menos la energía a la parte del vehículo capaz de distribuir el contenido del embarcación, si el vehículo intenta utilizar una embarcación sin limpiar o limpiada incorrectamente.

Como se describió anteriormente, la sonda 20 y el circuito detector 22 de un detector portátil 12 que puede usarse en el sistema de detección 10 descrito en el presente documento pueden configurarse para medir la

presencia de uno o múltiples químicos/contaminantes diferentes. Una ventaja del sistema de detección 10 y el servidor remoto 26 que procesa mediciones de contaminantes en tiempo real es que ciertas sustancias, por ejemplo los herbicidas 2,4-D y dicamba, pueden ser difíciles de diferenciar con sensores individuales. Gracias a la capacidad del sistema de detección para detectar y transmitir información en tiempo real, es posible diferenciar con mayor éxito sustancias difíciles de distinguir como éstas. En el presente sistema se pueden combinar señales de diferentes sondas para permitir que la capa de cálculo del servidor interprete las señales en tiempo real usando un algoritmo de comparación basado en características operativas predeterminadas de la sonda o tecnología de sonda particular:

Tabla 1

Producto químico	Sonda 1	Sonda 2
2,4D	Fuerte	Fuerte
Dicamba	Débil	Fuerte

donde la presencia de una señal fuerte en ambas sondas (cada sonda utiliza una tecnología diferente) en una comparación lado a lado en tiempo real permite que el algoritmo identifique 2, 4-D en lugar de dicamba, cuando una sola lectura de una sonda como la Sonda 1 o la Sonda 2 en la Tabla 1 anterior no podrían hacer la distinción. Otras comparaciones en paralelo de señales en tiempo real de diferentes sondas permiten la diferenciación de otras sustancias químicas que de otro modo podrían ser difíciles de detectar. Por ejemplo, si una sonda es un tipo de polímero de impresión molecular (MIP) que puede reconocer dos compuestos en una determinada familia de compuestos pero no diferenciar compuestos dentro de esa familia de compuestos, se usa junto con una sonda más precisa, como una sonda basada en anticuerpos que responde a uno específico de esos dos compuestos en la familia de compuestos pero no al otro, que el algoritmo puede ser simplemente una resta de las dos salidas de la sonda para determinar la presencia del otro de los dos compuestos.

Los ejemplos anteriores de un sistema local de detección y verificación de contaminantes en tiempo real son específicos de los recipientes que se prueban en el sitio, por ejemplo, en una granja donde un agricultor desea verificar que el producto químico que se utilizará sea correcto y contabilizado y verificar que el recipiente se limpie antes de reutilizarlo o almacenarlo. Los sistemas y métodos aquí descritos, sin embargo, son adaptables para cada una de las etapas de producción. Un ejemplo de un proceso de producción de múltiples etapas 400 que puede aprovechar lo que se muestra en la Fig. 10. La Fig. 10 representa un flujo de producción de alimentos desde el campo hasta el hogar, con un seguimiento de la seguridad alimentaria de un producto alimenticio en particular desde la producción hasta la mesa. La primera etapa del flujo de producción de alimentos de la Fig. 10 incluye una planta de producción 402 donde se produce una sustancia química, tal como un pesticida, y se introduce en la ruta de producción de alimentos. La segunda etapa incluye una granja 404 en la que se cultivan alimentos que utilizan el pesticida de la planta de producción 402. La tercera etapa es una instalación de procesamiento de alimentos 406 que recibe los alimentos cosechados de la granja 404 y prepara los alimentos cosechados para la venta como alimentos no procesados 412 (por ejemplo, manzanas enteras) o prepara algún tipo de alimento procesado 414 (por ejemplo, puré de manzana, pastel de manzana) a partir del alimento cosechado. La tienda 408 y el hogar 410 se representan como las dos etapas finales del flujo de producción de alimentos 400. El flujo general de producción de alimentos con gestión de seguridad que se ilustra en la Fig. 10 es solo uno de los muchos flujos contemplados y también se pueden utilizar más o menos etapas en otras implementaciones al rastrear un producto y los niveles de contaminantes.

Cada una de las etapas en la Fig. 10 puede utilizar la técnica de seguimiento y prueba de contaminantes descrita anteriormente y utilizar su propio dispositivo móvil 18 y unidad de detector 12 para muestrear y recibir información en tiempo real sobre los niveles de contaminantes en cada etapa respectiva del flujo de producción de alimentos. Un único servicio central de seguimiento de contaminantes, representado en la Fig. 1 como servidor 26, puede procesar y almacenar información recibida de los diferentes sistemas de detección de contaminantes 10 en cada etapa (402, 404, 406, 408, 410) para múltiples entidades diferentes. Por lo tanto, cada etapa puede utilizar un sistema de detección 10 diferente (dispositivo móvil 18 y detector 12) adecuado para el tipo/nivel/granularidad específico de medición de contaminantes deseado. Todos los diferentes sistemas de detección 10 utilizados pueden comunicarse a través de una o más redes 24 entre el sistema respectivo y el servidor central 26 que rastrea la ruta de los recipientes que contienen el producto químico y los productos expuestos al contenido del recipiente, en el historial. registros de datos de prueba sección 56 en la capa de almacenamiento de datos 48 del servidor 26. De esta manera, se puede rastrear un cultivo específico, junto con los productos químicos y los contenedores de productos químicos que entraron en contacto con él, y certificarse como que satisface un nivel de exposición a contaminantes predeterminado con precisión y confianza. Aunque cada etapa del proceso de producción en la Fig. 10 puede incluir el uso de un sistema de detección 10 independiente, los sistemas de detección no se reproducen en la Fig. 10 para facilitar la ilustración.

Con referencia a la Fig. 10, un proceso de uso de un sistema como el mostrado en la Fig. 1, se describe para certificar la cadena de suministro de un producto químico que se utilizará con un cultivo. En la planta de producción 402, un usuario del dispositivo móvil 18 introduce primero un ID de identificación de usuario. Al enviar la ID de usuario, el dispositivo móvil también transmite automáticamente datos de ubicación y marca de tiempo para el dispositivo móvil y la información de hardware relacionada con la unidad de detector 12 asociada con el dispositivo móvil 18. El dispositivo móvil incluye capacidad de sistema de posicionamiento global (GPS), por ejemplo, a través de un sensor GPS independiente en el dispositivo móvil 18 o mediante el uso de la funcionalidad GPS disponible a través de una red celular en comunicación con el dispositivo móvil. El dispositivo móvil 18 pasa estos datos a través de una red inalámbrica o cableada 24 al servidor de seguimiento 26. En el servidor de seguimiento 26, el servidor verifica la ID del usuario y compara la información de la unidad de detección para verificar las capacidades de la sonda y el circuito del sensor en la unidad de detección. El sistema de detección 10 en uso en la planta de producción 402 se puede usar para verificar la pureza, en otras palabras, que el producto químico que se está produciendo está en una concentración suficientemente alta para indicar que lo que se está produciendo es lo que se espera, y registrar el contenido de ese tanque con el servidor. Una vez finalizada la producción de un lote del producto químico y limpiado el tanque, se puede usar el mismo sistema de detección para detectar que el recipiente de producción se limpió adecuadamente a un nivel suficientemente bajo de ese producto químico antes de usarlo para otro proceso de producción.

Como se ilustra en la leyenda 416 de la Fig. 10, diferentes combinaciones de verificación de códigos de barras y seguimiento de ubicación (tarea designada "A"), prueba de contaminantes (tarea designada "B"), nueva asociación de códigos de barras (tarea designada "C") y funcionalidad de bloqueo dependiente de contaminantes (tarea designada "D"), puede tener lugar en cada etapa y dentro de cada etapa. En la primera etapa 402, los suministros químicos 420 recibidos en la planta de producción 402 simplemente se escanean, pero aquellos utilizados como materias primas 422 que van a la formulación de un producto (por ejemplo, en el recipiente de producción 418) se escanean y se prueban para detectar contaminantes, y la producción del producto químico (por ejemplo, pesticida) puede detenerse (tareas A-D) si el sistema de detección 10 identifica un contaminante en las materias primas. De manera similar, los productos terminados 424 del recipiente de producción 418 se procesan a través de las tareas A-D para rastrear el recorrido de los productos químicos a través de la producción y evitar el envío si se detecta un contaminante. Se puede usar una geocerca 426 de planta de producción junto con las capacidades de ubicación GPS de los dispositivos móviles 18 usados en los sistemas de detección 10 para verificar que los productos químicos están en la planta química 402. En la siguiente etapa 404, el dispositivo móvil 18 del sistema de detección 10 ubicado en la granja 404 escanea los productos químicos terminados entrantes (por ejemplo, herbicida) y la geocerca 428 de la granja previamente establecida proporciona verificación en el servidor de que los productos químicos esperados 424 se reciben en la ubicación correcta, donde pueden escanearse y comprobado en busca de contaminantes. Los productos químicos se pueden usar en un tanque de pulverización 430, donde se prueba el tanque de pulverización 430, antes y después de su uso, como se describió anteriormente. Como se analizó anteriormente, la función de bloqueo en la granja 404 se puede implementar como un apagado del pulverizador y/o del tractor que transporta el pulverizador si el pulverizador no se limpia o contiene un contaminante indeseable basándose en las mediciones del sistema detector tomadas en el sitio (tareas A, B y D). La etapa de granja también incluye la creación de un nuevo código de barras u otro identificador (tarea C) en la cosecha para vincular los alimentos cosechados con los químicos específicos utilizados, la ubicación de la granja y el historial de pruebas de uno o más recipientes utilizados en el proceso de cultivar y cosechar los alimentos. Se pueden proporcionar datos de exposición química adicionales al sistema 100 en la etapa de granja 404 mediante uno o más detectores de deriva 432 que pueden ubicarse justo dentro o fuera del límite del campo (geocerca) para determinar si el herbicida del campo adyacente u otra aplicación química se desplazó hacia el área del cultivo que se está cosechando. La ubicación del detector de deriva 432, el tiempo de las mediciones y el identificador de cultivo o lote pueden vincularse en los datos de prueba históricos 56 del servidor 26 basándose en una consulta al detector de deriva 432 mediante un dispositivo móvil 18 que está en comunicación con el servidor 26.

En una realización, la geocerca 426 en la planta de producción o la geocerca 428 en la granja, cada una pueden ser una pluralidad de geocercas identificables por separado (previamente determinadas y proporcionadas al sistema de detección 10 o al servidor 26) que dividen la instalación de producción o la granja en secciones identificables por separado. Por ejemplo, la granja puede incluir geocercas separadas para cada campo diferente, de modo que se pueda rastrear la ubicación de los equipos y productos químicos campo por campo. De esta manera, un agricultor podrá especificar que el equipo de pulverización, como un equipo de pulverización, con los químicos actuales es compatible para los campos 1, 2 y 3, pero no para los campos 4, 5 y 6 hasta que el equipo de pulverización haya sido certificado como limpio. Por lo tanto, el sistema de detección 10 podría configurarse para mantener un bloqueo de las capacidades de operación de pulverización del equipo de pulverización en cualquier lugar de la geocerca general de la granja hasta que se limpien el recipiente y/u otros componentes del equipo de pulverización, o puede configurarse para bloquear las operaciones de pulverización del equipo de pulverización solo en campos previamente designados dentro de la granja hasta que se certifique que el equipo de pulverización está limpio.

Después de ser cosechados, el lote o lotes de alimentos cosechados pueden ser enviados a una instalación de procesamiento de alimentos 46 como siguiente etapa. Los lotes cosechados pueden ser ligeramente

procesados, como un lavado básico y envasado de frutas o verduras, o pueden ser preparados en una forma más procesada, como una salsa u otra versión preparada del alimento cosechado. Ya sea preparado como alimento no procesado 412 o alimento procesado 414, cada artículo o paquete es detectado por código de barras, probado en busca de contaminantes, se le asigna un nuevo código de barras que está vinculado al historial del anterior y, sujeto a una función de interbloqueo de procesamiento (por ejemplo, señalización automática del equipo en la instalación de procesamiento de alimentos 406 para apagarse, como apagar un transportador o prevenir el movimiento o envío automatizado de un lote que no pasa una prueba de contaminantes (ver tarea A-D). Un sistema de detección 10 que se puede utilizar en la instalación de procesamiento 406 puede estar configurado con sondas apropiadas para muestrear el agua de lavado utilizado para enjuagar las frutas o verduras y/o los gases del espacio superior producidos por las frutas o verduras, por ejemplo. En la etapa de tienda 408 o etapa de hogar 410, también se puede utilizar un sistema de detección 10 para verificar y registrar datos de ubicación para los alimentos procesados o no procesados, así como para realizar algunas pruebas de contaminantes. Al igual que con el tipo de pruebas realizadas en la instalación de procesamiento de alimentos, las pruebas de la tienda y el hogar pueden incluir el análisis del agua de lavado y/o los gases del espacio superior.

Se espera que el servidor pueda comunicarse con uno o más de un servidor regulatorio 28, un servidor de una compañía de seguros, un servidor de la industria alimentaria u otro sistema autorizado para proporcionar verificación de las mediciones y procedimientos por los que ha pasado el alimento. La comunicación puede tener la forma de un token u otra estructura de datos, que puede cifrarse con una clave compartida para mejorar la confianza y la validez, certificando que los niveles de toxinas o contaminantes medidos se encuentran dentro de un rango predeterminado. Estas certificaciones o tokens pueden almacenarse localmente en el servidor 26 al recibirse del servidor regulador u otra fuente de certificación y ser accesibles para las tiendas y los consumidores en sus hogares, escaneando el código de barras u otro identificador en el alimento procesado o no procesado, para reforzar la confianza en el nivel de calidad de los alimentos. Estas certificaciones pueden ser transmitidas automáticamente por el servidor 26 a una aseguradora, asociación, cooperativa u otra parte interesada y autorizada en respuesta a un hito predefinido en el procesamiento del alimento o producto químico. Por ejemplo, cualquier token de certificación disponible y/o los datos históricos del producto (o químico o recipiente) pueden ser activados para su transmisión por el servidor en respuesta a la recepción en el servidor de un cambio de ubicación para el alimento, químico o recipiente rastreado (desde la instalación de producción de químicos hasta la granja, de la granja a la instalación de procesamiento de alimentos y/o de la instalación de procesamiento de alimentos a las transiciones de almacenamiento). El cambio de ubicación puede ser activado por el escaneo de código de barras y los datos de geolocalización del dispositivo de escaneo, como un sistema de detección 10, que llega al servidor.

Con referencia a la Fig. 11, se muestra y se designa 500 una realización ilustrativa de un sistema informático general que puede usarse en, o para, uno o más de los componentes descritos anteriormente, o en cualquier otro sistema configurado para llevar a cabo los métodos discutidos anteriormente. El sistema informático 500 puede incluir un conjunto de instrucciones que se pueden ejecutar para hacer que el sistema informático 500 realice uno o más de los métodos o funciones basadas en ordenador divulgadas en el presente documento. El sistema informático 500 puede ser móvil o no móvil, funcionar como un dispositivo independiente o puede estar conectado mediante una red a otros sistemas informáticos o dispositivos periféricos.

En una implementación en red, el sistema informático puede funcionar en la capacidad de un servidor o como un ordenador de usuario cliente en un entorno de red de usuario servidor-cliente, o como un sistema informático par en un sistema peer-to-peer (o distribuido) entorno de red. El sistema informático 500 también puede implementarse o incorporarse a varios dispositivos, tales como un ordenador personal ("PC"), una tableta, un decodificador ("STB"), un asistente digital personal ("PDA"), un dispositivo móvil como un teléfono inteligente o una tableta, un ordenador de bolsillo, un ordenador portátil, un ordenador de escritorio, un enrutador, conmutador o puente de red, o cualquier otra máquina capaz de ejecutar un conjunto de instrucciones (secuenciales o no) que especifican las acciones que debe realizar esa máquina. En una realización particular, el sistema informático 500 se puede implementar usando dispositivos electrónicos que proporcionan comunicación de voz, video o datos. Además, si bien se ilustra un solo sistema informático 500, el término "sistema" también se entenderá como que incluye cualquier colección de sistemas o subsistemas que individual o conjuntamente ejecutan un conjunto, o múltiples conjuntos, de instrucciones para realizar una o más funciones informáticas.

Como se ilustra en la Fig. 11, el sistema informático 500 puede incluir un procesador 502, tal como una unidad central de procesamiento ("CPU"), una unidad de procesamiento de gráficos ("GPU"), o ambas. Además, el sistema informático 500 puede incluir una memoria principal 504 y una memoria estática 506 que pueden comunicarse entre sí a través de un bus 508. Como se muestra, el sistema informático 500 puede incluir además una unidad de visualización de vídeo 510, tal como una pantalla de cristal líquido ("LCD"), un diodo orgánico emisor de luz ("OLED"), una pantalla plana, una pantalla de estado sólido o un tubo de rayos catódicos ("CRT"). Además, el sistema informático 500 puede incluir uno o más dispositivos de entrada 512, como un teclado, escáner, cámara digital o dispositivo de entrada de audio, y un dispositivo de control del cursor 514, como un ratón. El sistema informático 500 también puede incluir una unidad de memoria 516, que puede ser

una memoria de estado sólido o de unidad de disco, un dispositivo de generación de señales 518, tal como un altavoz o control remoto, y un dispositivo de interfaz de red 520.

En una realización particular, como se representa en la Fig. 11, la unidad de memoria 516 puede incluir un medio legible por ordenador 522 en el que se pueden incrustar uno o más conjuntos de instrucciones 524, tales como software. Además, las instrucciones 524 pueden incorporar uno o más de los métodos o lógica como se describe en el presente documento. En una realización particular, las instrucciones 524 pueden residir completamente, o al menos parcialmente, dentro de la memoria principal 504, la memoria estática 506 y/o dentro del procesador 502 durante la ejecución por el sistema informático 500. La memoria principal 504 y el procesador 502 también puede incluir medios legibles por ordenador.

En una realización alternativa, se pueden construir implementaciones de hardware dedicadas, incluidos circuitos integrados de aplicaciones específicas, matrices lógicas programables y otros dispositivos de hardware, para implementar uno o más de los métodos descritos en el presente documento. Las aplicaciones que pueden incluir los aparatos y sistemas de diversas realizaciones pueden incluir en términos generales una variedad de sistemas electrónicos e informáticos. Una o más realizaciones descritas en el presente documento pueden implementar funciones utilizando dos o más módulos o dispositivos de hardware interconectados específicos con señales de datos y control relacionadas que pueden comunicarse entre y a través de los módulos, o como partes de un circuito integrado de aplicación específica. De acuerdo con lo anterior, el presente sistema abarca implementaciones de software, firmware y hardware.

De acuerdo con diversas realizaciones de la presente divulgación, los métodos descritos en el presente documento pueden implementarse mediante programas de software ejecutables por un sistema informático. Además, en una realización ejemplar no limitada, las implementaciones pueden incluir procesamiento distribuido, procesamiento distribuido de componente/objeto y procesamiento paralelo. Alternativamente, se puede construir un procesamiento de sistema informático virtual para implementar uno o más de los métodos o funciones descritos en el presente documento.

La presente divulgación contempla un medio legible por ordenador que incluye instrucciones 524 o recibe y ejecuta instrucciones 524 en respuesta a una señal propagada; de modo que un dispositivo conectado a una red 526 pueda comunicar voz, video o datos a través de la red 526. Además, las instrucciones 524 pueden transmitirse o recibirse a través de la red 526 a través del dispositivo de interfaz de red 520.

Si bien se muestra que el medio legible por ordenador es un medio único, el término "medio legible por ordenador" incluye un medio único o múltiples medios, tales como una base de datos centralizada o distribuida, y/o cachés y servidores asociados que almacenan uno o más conjuntos de instrucciones. El término "medio legible por ordenador" también incluirá cualquier medio tangible que sea capaz de almacenar, codificar o transportar un conjunto de instrucciones para su ejecución por un procesador o que haga que un sistema informático realice uno o más de los métodos u operaciones divulgados aquí.

En una realización ejemplar no limitante particular, el medio legible por ordenador puede incluir una memoria de estado sólido tal como una tarjeta de memoria u otro paquete que aloja una o más memorias no volátiles de sólo lectura, tales como una memoria flash. Además, el medio legible por ordenador puede ser una memoria de acceso aleatorio u otra memoria reescribible volátil. Además, el medio legible por ordenador puede incluir un medio magnetoóptico u óptico, tal como un disco o cintas u otro dispositivo de almacenamiento para capturar información comunicada a través de un medio de transmisión. Un archivo digital adjunto a un correo electrónico u otro archivo o conjunto de archivos de información autónomo puede considerarse un medio de distribución equivalente a un medio de almacenamiento tangible. De acuerdo con lo anterior, se considera que la divulgación incluye uno o más de un medio legible por ordenador o un medio de distribución y otros equivalentes y medios sucesores, en los que se pueden almacenar datos o instrucciones.

Aunque la presente especificación describe componentes y funciones que pueden implementarse en realizaciones particulares con referencia a estándares y protocolos particulares comúnmente utilizados por instituciones financieras, la invención no se limita a tales estándares y protocolos. Por ejemplo, los estándares para Internet y otras transmisiones de redes conmutadas por paquetes (por ejemplo, TCP/IP, UDP/IP, HTML, HTTP) representan ejemplos del estado de la técnica. Estas normas son reemplazadas periódicamente por equivalentes más rápidos o más eficientes que tienen esencialmente las mismas funciones. De acuerdo con lo anterior, los estándares y protocolos de reemplazo que tengan funciones iguales o similares a las descritas en este documento se consideran equivalentes de los mismos.

Aunque en el presente documento se ilustran y describen en detalle realizaciones específicas de la presente invención, la invención no se limita a las mismas. Las descripciones detalladas anteriores se proporcionan como ejemplo de la presente invención y no deben interpretarse como una limitación de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de detección de contaminantes químicos (10) que comprende:
un detector portátil (12) que tiene una sonda (20) y un circuito detector (22) para detectar un contaminante predeterminado en una muestra de fluido; y
- 5 un dispositivo móvil (18) configurado para:
recibir de forma inalámbrica datos de detección de contaminantes desde el detector portátil y transmitir los datos de detección de contaminantes desde el detector portátil a un procesador ubicado remotamente en tiempo real;
caracterizado porque el dispositivo móvil (18) está configurado además para:
- 10 recibir y visualizar en el dispositivo móvil datos de nivel de contaminantes en tiempo real procesados por el procesador ubicado remotamente a partir de los datos de detección de contaminantes, y porque el detector portátil utiliza un sensor interferométrico basado en una guía de ondas óptica plana.
2. El sistema de detección de contaminantes químicos de la reivindicación 1, en el que
- 15 el sistema es móvil y está dimensionado para ser portátil y, opcionalmente, el dispositivo móvil se selecciona del grupo que consta de un teléfono inteligente, una tableta y un ordenador portátil.
3. El sistema de detección de contaminantes químicos de la reivindicación 1, en el que el detector portátil comprende una pluralidad de sondas, cada una de las sondas configurada para detectar un contaminante diferente.
4. Uso del sistema de detección de contaminantes químicos de la reivindicación 1 en un proceso de limpieza,
- 20 en el que el detector portátil recibe la muestra de fluido de un aparato de recolección de enjuague (16) conectado a un recipiente para contener fluido, durante un proceso de limpieza del recipiente.
5. Uso del sistema de detección de contaminantes químicos de la reivindicación 4, en el que el dispositivo móvil recibe y muestra una notificación de finalización de la limpieza recibida desde el procesador remoto en respuesta a la determinación por parte del procesador remoto de que los datos de contaminantes transmitidos
- 25 indican que un nivel de contaminante en la muestra de fluido ha alcanzado un nivel predeterminado.
6. Uso del sistema de detección de contaminantes químicos de la reivindicación 5, en el que el dispositivo móvil, en respuesta a recibir la notificación de finalización de la limpieza, transmite automáticamente una instrucción de apagado al equipo de limpieza que se utiliza en el proceso de limpieza del recipiente;
- 30 opcionalmente, en el que después de transmitir la instrucción de apagado, el dispositivo móvil transmite un identificador de granja y un identificador de cultivo al procesador ubicado remotamente para asociar una granja y un cultivo con el recipiente en el servidor remoto.
7. El sistema de detección de contaminantes químicos de la reivindicación 2, en el que uno de:
- 35 el dispositivo móvil está configurado además para, en respuesta a recibir datos de nivel de contaminantes en tiempo real procesados por el procesador remoto a partir de los datos de detección de contaminantes, dentro de un rango de niveles de contaminantes predeterminado,
- transmitir automáticamente una instrucción de apagado al equipo de procesamiento en comunicación con el dispositivo móvil;
- el dispositivo móvil se selecciona del grupo formado por un teléfono inteligente, una tableta y un ordenador portátil.
- 40 8. El sistema de detección de contaminantes químicos de la reivindicación 3, en el que un dispositivo móvil está configurado para:
- recibir de forma inalámbrica datos de detección de contaminantes desde el detector portátil para cada una de la pluralidad de sondas y transmitir los datos de detección de contaminantes desde el detector portátil a un procesador ubicado remotamente en tiempo real;
- 45 recibir y visualizar en el dispositivo móvil datos de niveles de contaminantes en tiempo real para cada uno de una pluralidad de contaminantes diferentes determinados por el procesador remoto a partir de los datos de detección de contaminantes para la pluralidad de sondas.
9. Un método para determinar el nivel de contaminante químico en una muestra de fluido, el método comprende las etapas de:

introducir una sonda de un sistema detector portátil (10) en una muestra de fluido, en el que la sonda (20) está configurada para detectar al menos un contaminante en la muestra de fluido;

transmitir de forma inalámbrica señales de detección de contaminantes desde los circuitos de detección (22) en comunicación con la sonda a un dispositivo móvil (18) del sistema detector portátil;

- 5 transmitir, en tiempo real, las señales de detección de contaminantes desde el dispositivo móvil a un sistema de procesamiento ubicado remotamente;

recibir, en respuesta a las señales de detección de contaminantes transmitidas, datos de nivel de contaminantes en tiempo real procesados por el sistema de procesamiento ubicado a partir de las señales de detección de contaminantes; y

- 10 visualizar los datos del nivel de contaminantes en tiempo real a un usuario en una pantalla del dispositivo móvil, en el que el detector portátil utiliza un sensor interferométrico basado en una guía de ondas óptica plana.

10. El método de la reivindicación 9, en el que uno de:

la muestra de fluido se toma de un tanque de pulverización agrícola ubicado en una granja;

la muestra de fluido se toma de un tanque de mezcla industrial o tanque de transporte;

- 15 la muestra de fluido se toma durante el procesamiento de alimentos en una instalación de procesamiento de alimentos.

11. El método de la reivindicación 9, en el que el sistema detector portátil comprende una pluralidad de sondas, cada una de las sondas configurada para detectar un contaminante diferente; y

- 20 en el que el método comprende además transmitir simultáneamente señales de detección de contaminantes desde los circuitos de detección en comunicación con cada una de la pluralidad de sondas al dispositivo móvil del sistema detector portátil.

12. El método de la reivindicación 9, en el que introducir la sonda del sistema detector portátil en la muestra de fluido comprende introducir la sonda en el enjuague desde un aparato de recolección de enjuague conectado a un recipiente durante un proceso de limpieza en una granja.

- 25 13. El método de la reivindicación 12, que comprende además recibir una notificación de finalización de la limpieza desde el procesador remoto en respuesta a la determinación por parte del procesador remoto de que las señales de detección transmitidas indican que un nivel de contaminante en la muestra de fluido ha alcanzado un nivel aceptable predeterminado;

- 30 opcionalmente, que comprende además el dispositivo móvil, en respuesta al mensaje de finalización de la limpieza, que transmite un comando de apagado configurado para apagar automáticamente el equipo que se utiliza en el proceso de limpieza del recipiente.

14. Un método para gestionar datos de certificación de contaminantes basado en pruebas en tiempo real de contaminantes en etapas locales de producción de un producto, el método comprende:

- 35 en un sistema que tiene una pluralidad de instalaciones de manipulación de productos en diferentes ubicaciones geográficas, en el que cada uno de una pluralidad de sistemas portátiles de detección de contaminantes (10) ubicados en una respectiva de las instalaciones de manipulación de productos está en comunicación con un servidor central de seguimiento de contaminantes, el servidor central de seguimiento de contaminantes:

- 40 recibir de forma inalámbrica la identificación del usuario y del dispositivo desde un sistema portátil de detección de contaminantes en una de la pluralidad de instalaciones de manipulación de productos;

recibir de forma inalámbrica datos de detección de contaminantes en tiempo real desde el sistema portátil de detección de contaminantes;

determinar un tipo de contaminante y los datos del nivel de contaminante actual a partir de los datos de detección de contaminantes recibidos;

- 45 transmitir los datos del nivel de contaminante actual al sistema portátil de detección de contaminantes para su visualización en el sistema portátil de detección de contaminantes, en el que la determinación del tipo de contaminante y la transmisión de los datos del nivel de contaminante actual se realizan en tiempo real; y

en respuesta a determinar que el nivel de contaminación actual ha alcanzado un umbral deseado, transmitir una notificación de finalización al sistema portátil de detección de contaminantes;

y comunicar una certificación de nivel aceptable de contención de químicos al sistema de contención portátil, en el que el sistema portátil de detección de contaminantes utiliza un sensor interferométrico basado en una guía de ondas óptica plana.

- 5 15. El método de la reivindicación 14, en el que el servidor central de seguimiento de contaminantes que transmite una notificación de finalización a un sistema portátil de detección de contaminantes comprende:

transmitir instrucciones al sistema portátil de detección de contaminantes configurado para hacer que el sistema portátil de detección de contaminantes envíe una orden de apagado al equipo en una de la pluralidad de instalaciones de manipulación de productos para detener una operación de limpieza.

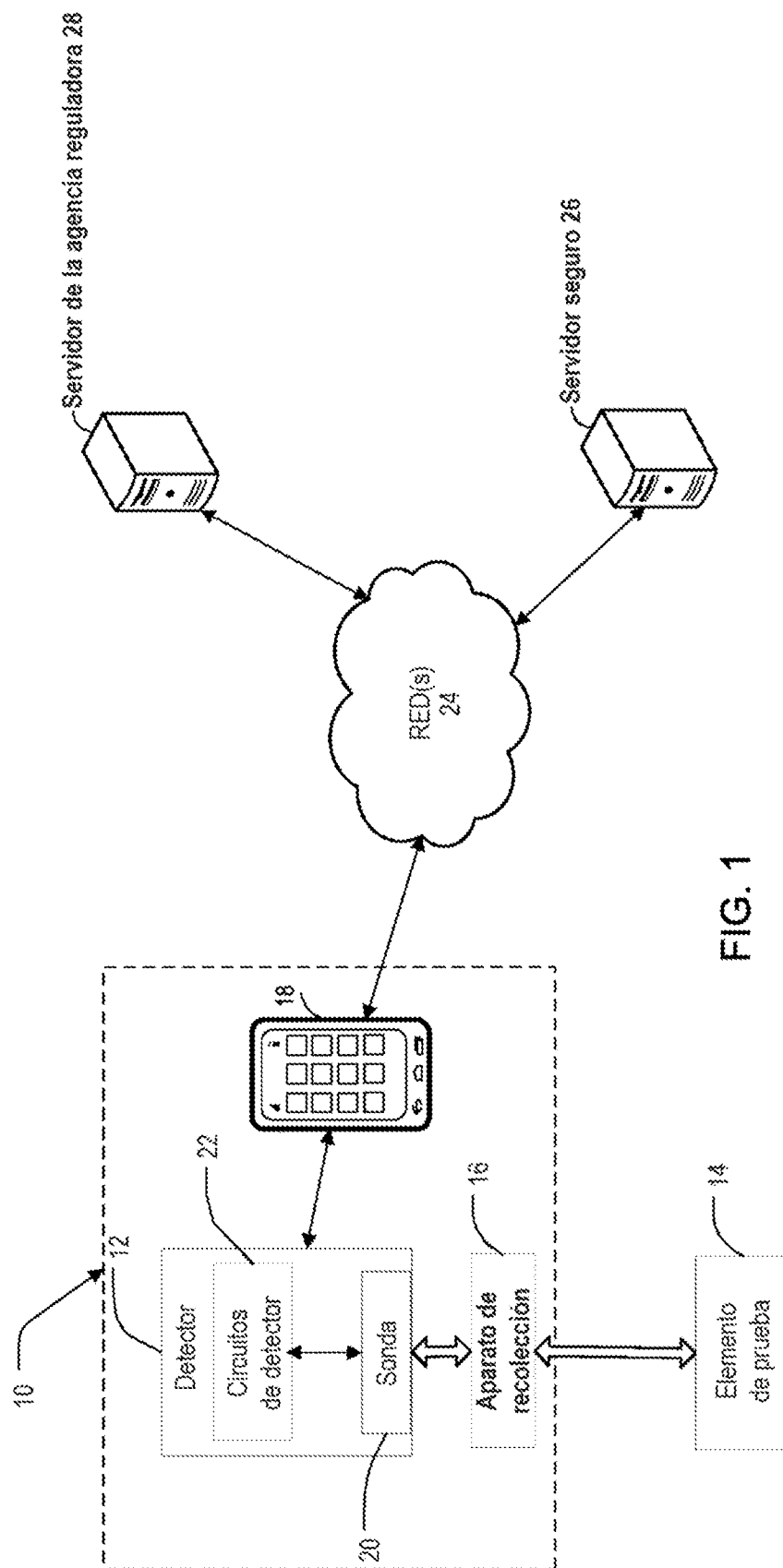
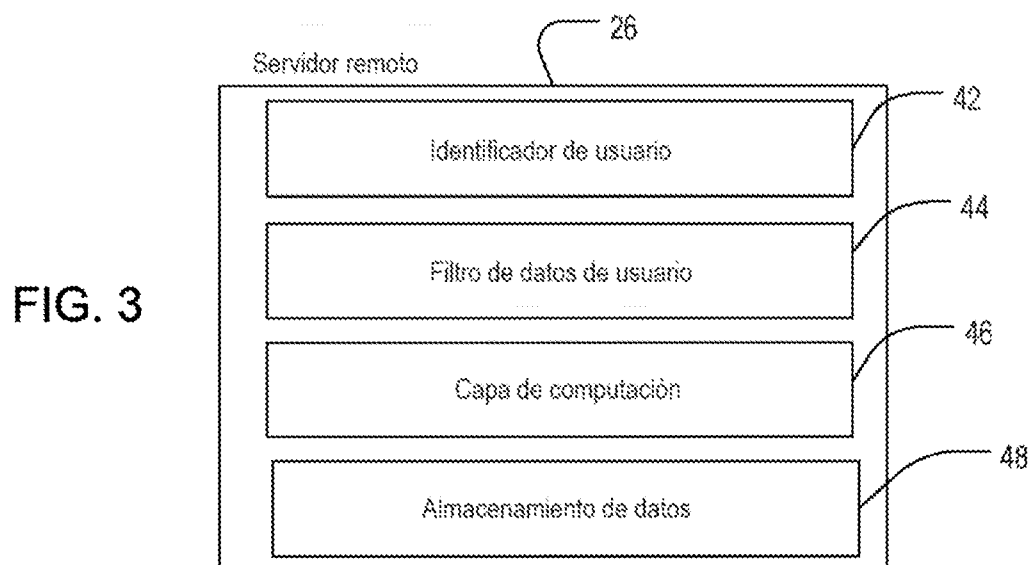
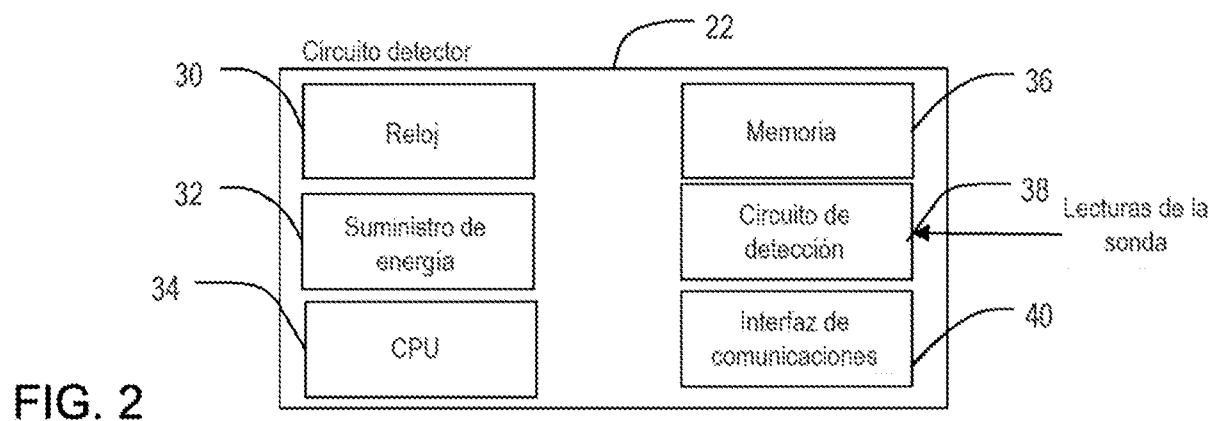


FIG. 1



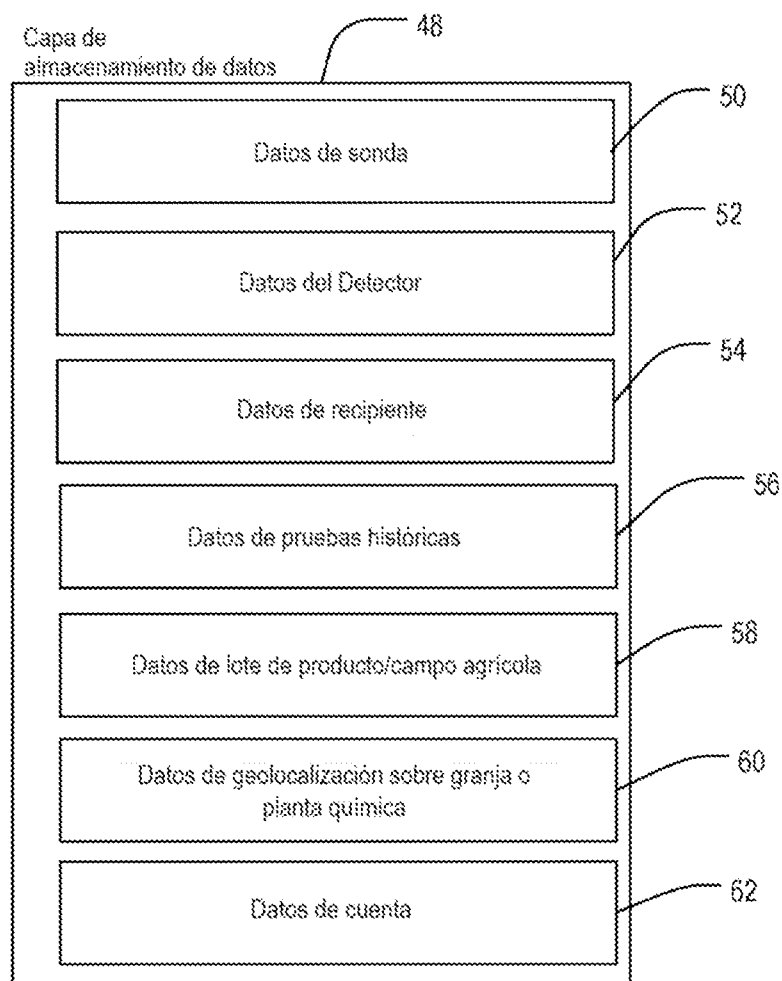
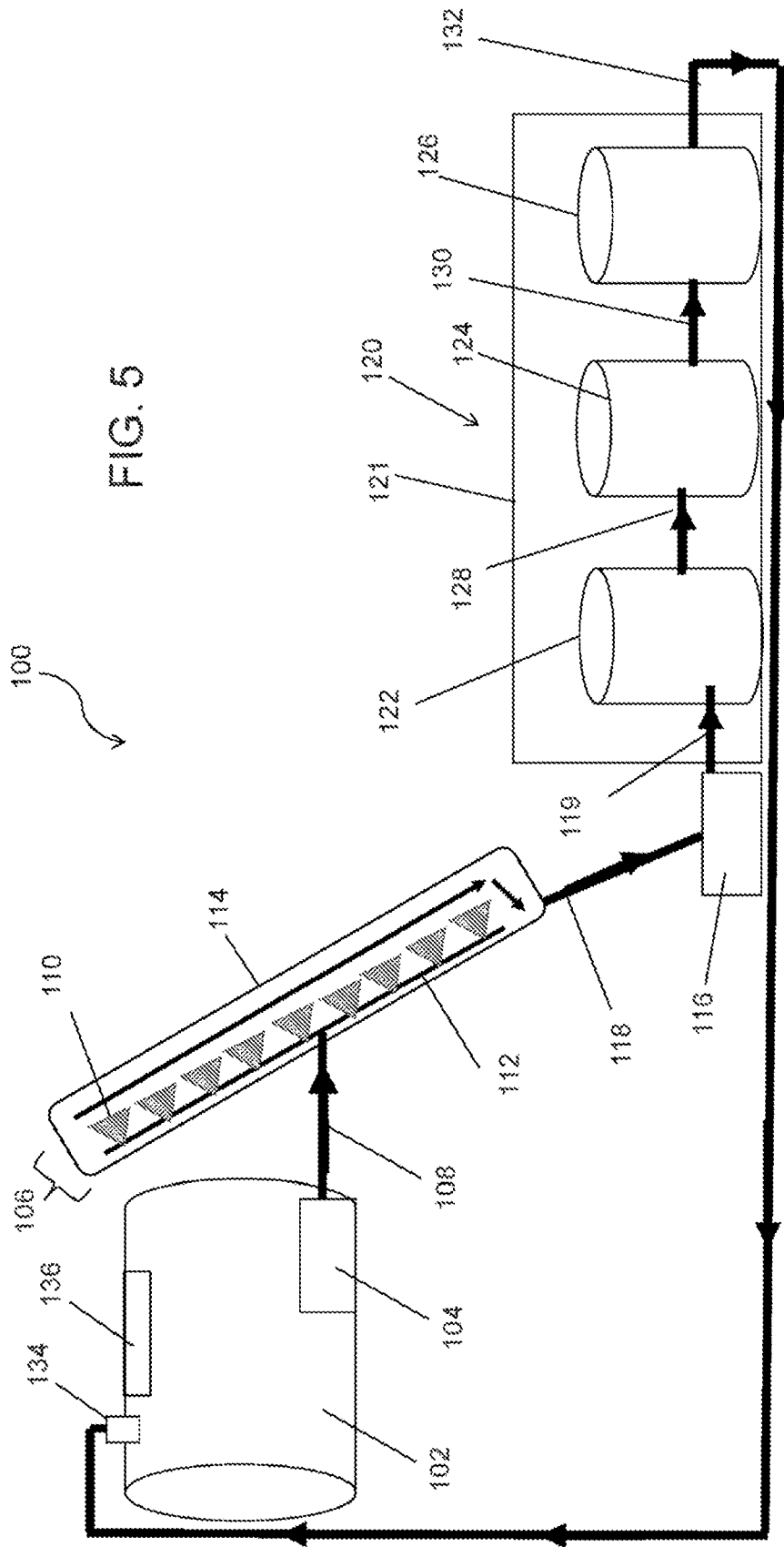
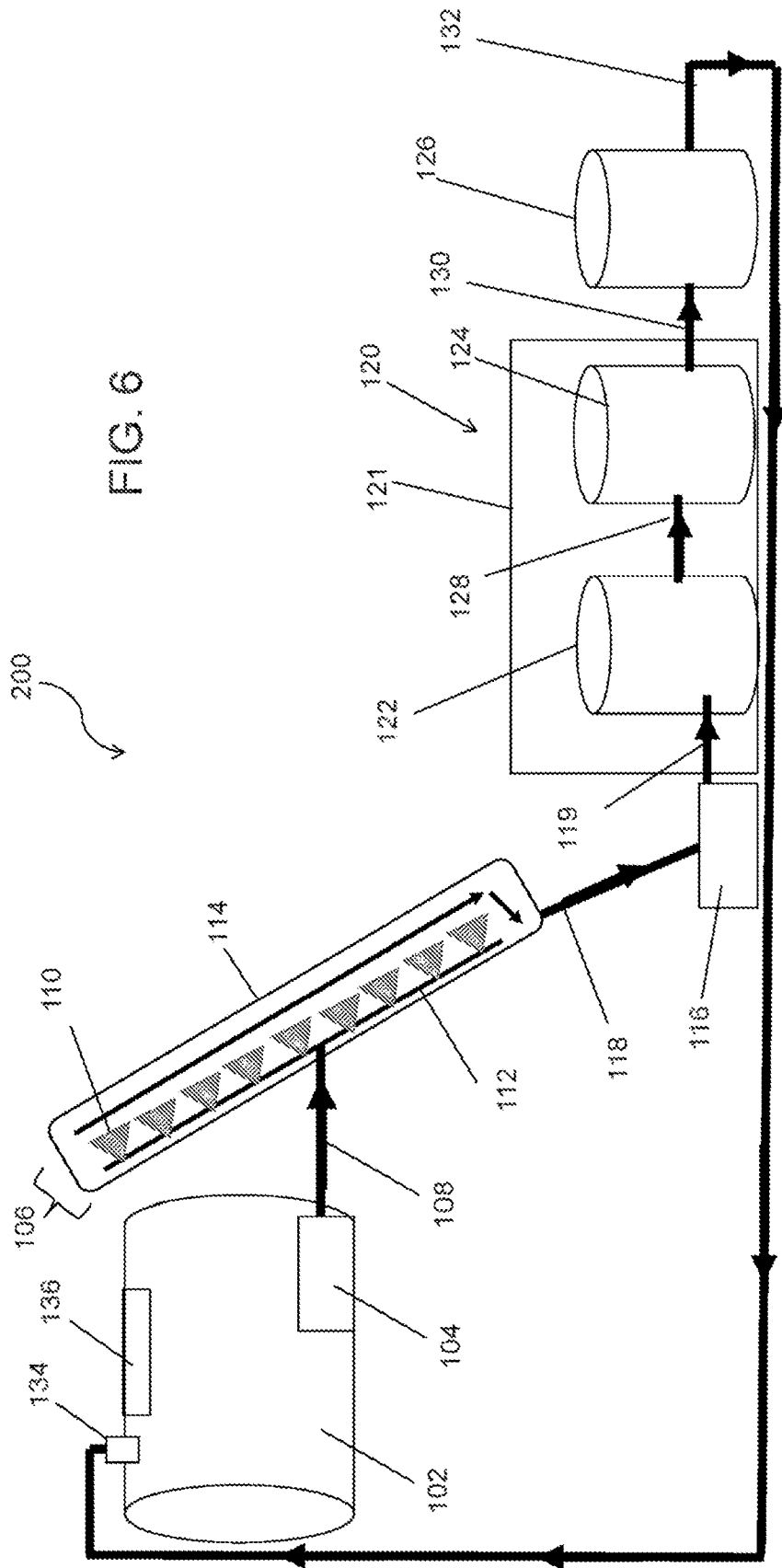
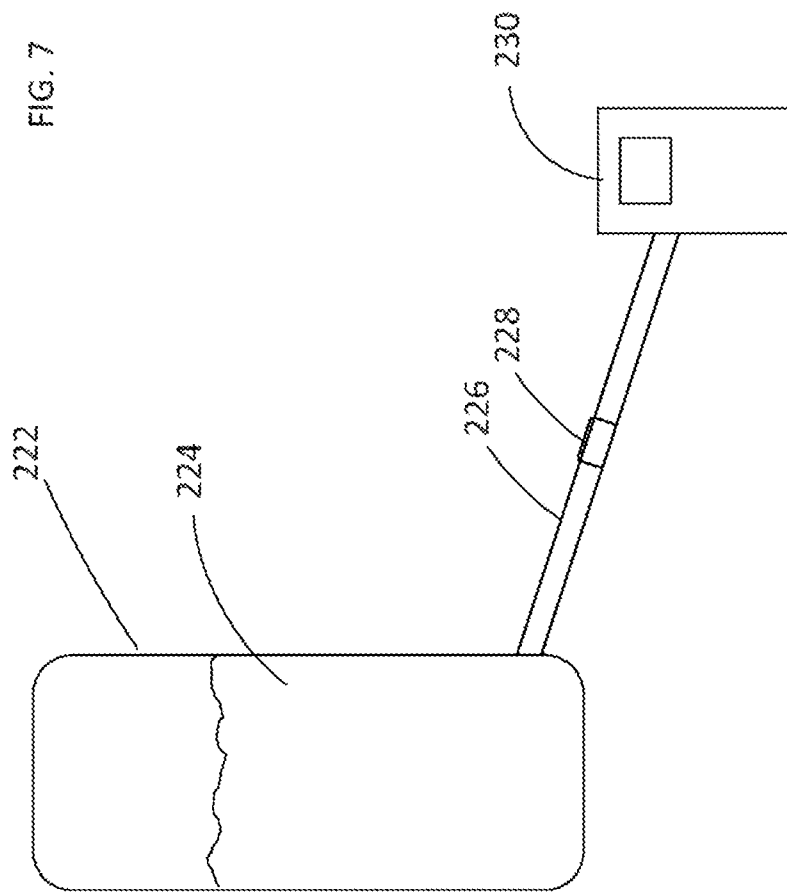


FIG. 4







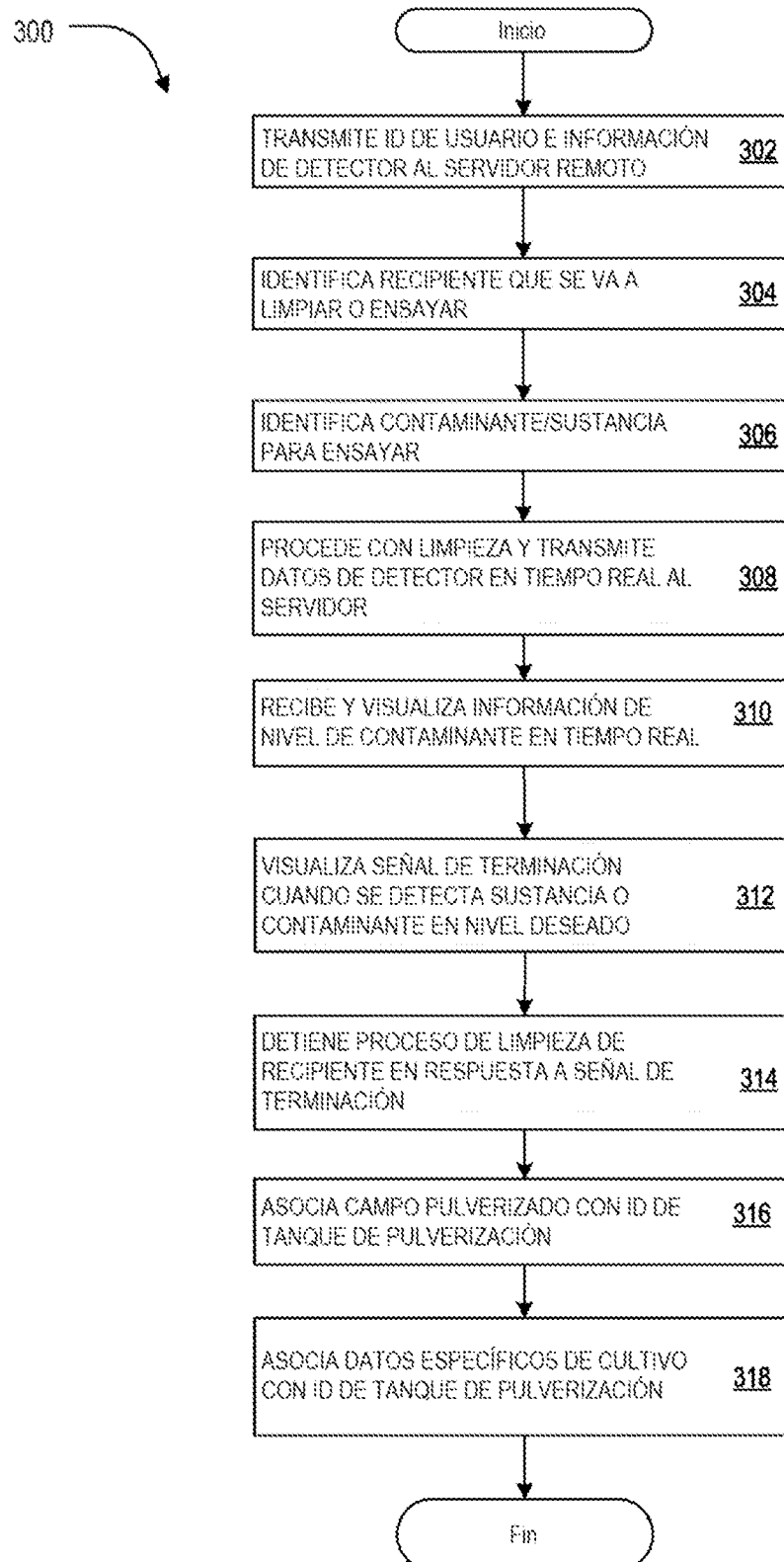


FIG. 8

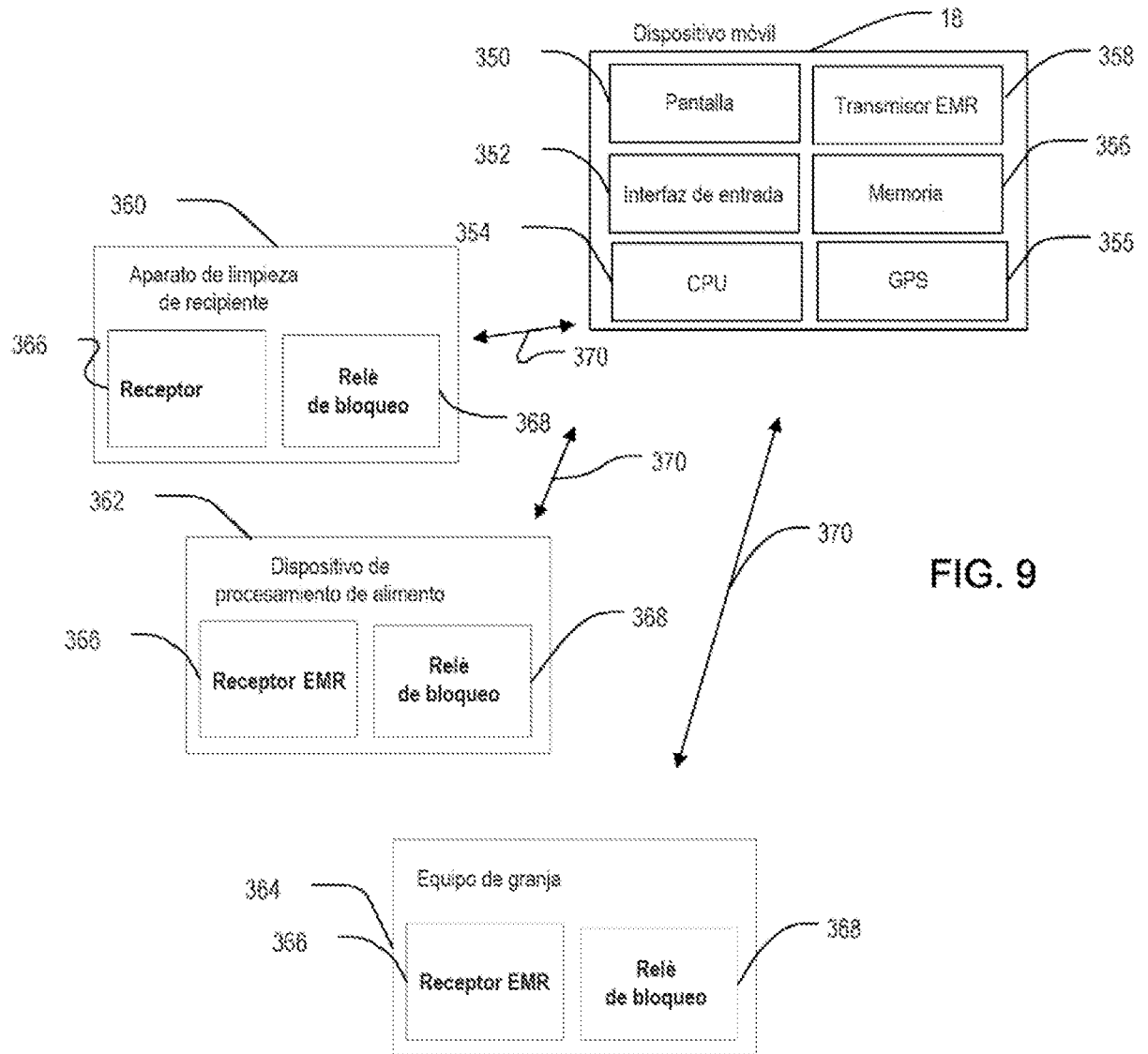


FIG. 9

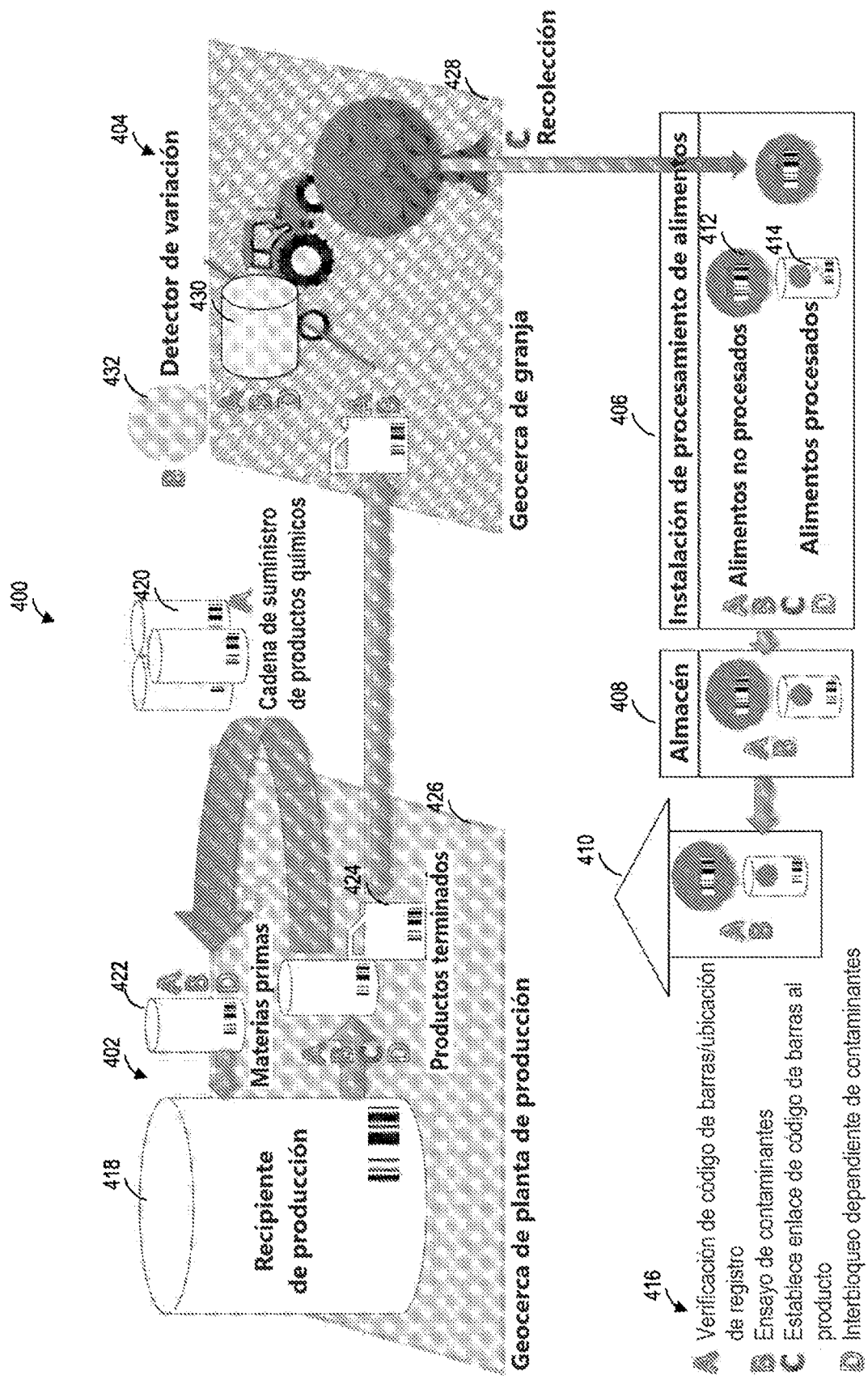


FIG. 10

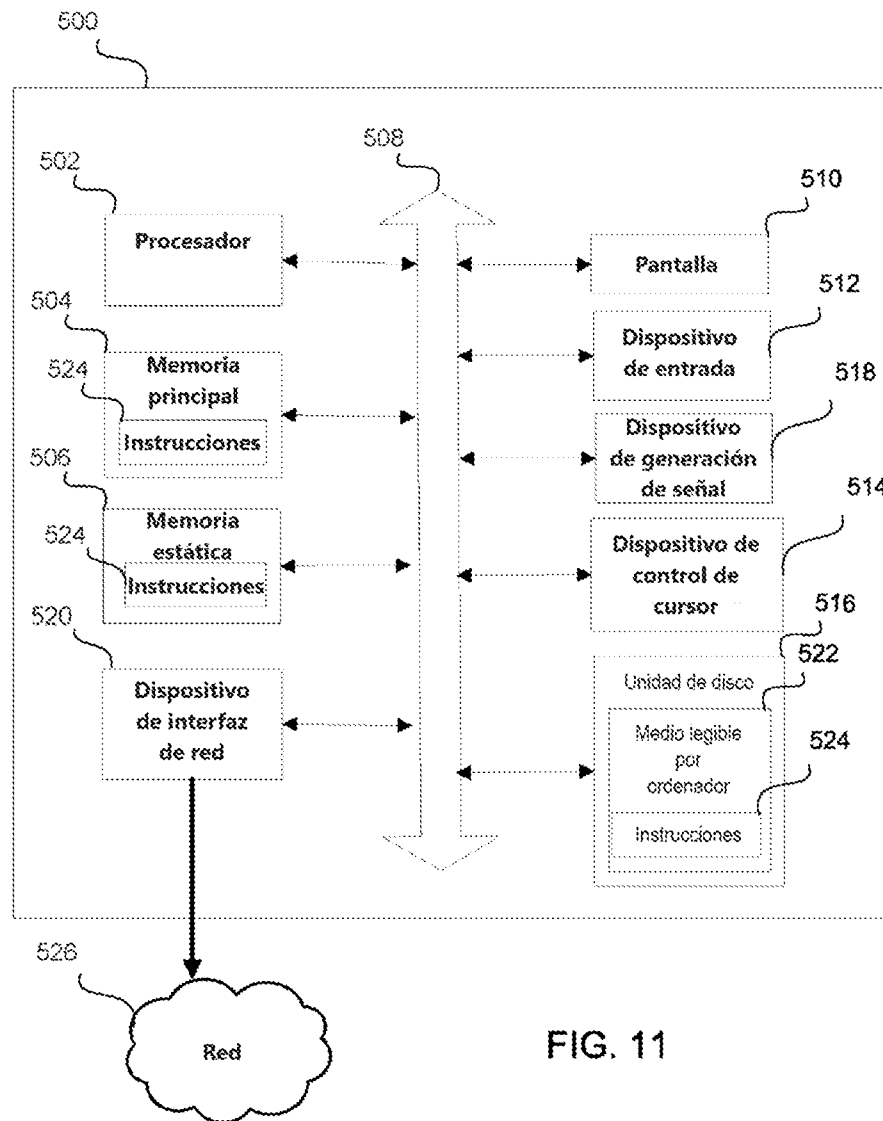


FIG. 11