

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 757 802**

51 Int. Cl.:

G01F 23/292 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.02.2017 PCT/IB2017/000104**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.08.2017 WO17137832**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.02.2017 E 17707111 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2019 EP 3411674**

54 Título: **Procedimiento y sistema para evaluar la cantidad de contenido almacenado en un contenedor**

30 Prioridad:

11.02.2016 EP 16000340

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

30.04.2020

73 Titular/es:

**UBIKWA SYSTEMS, SLU (100.0%)
Parc Cit de la UdG - Giroempren B.2.5, Pic de Peguera, 11
17003 Girona, ES**

72 Inventor/es:

**GELADA CAMPS, JAUME;
FARRÉS BERENGUER, ESTEVE;
RABA SÁNCHEZ, DAVID;
HAUPT GIRÓ, MARC-ARNOLD y
GURT PLA, SALVADOR**

74 Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

ES 2 757 802 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

Procedimiento y sistema para evaluar la cantidad de contenido almacenado en un contenedor

Campo técnico

5 La presente invención está dirigida, en general, a procedimientos y sistemas de medición. En particular, la invención versa acerca de un procedimiento y de un sistema para evaluar la cantidad de cualquier contenido, preferentemente sólidos a granel, almacenado en el interior de un contenedor, por ejemplo, un silo de granja, un depósito o un tanque, por medio de mediciones sin contacto.

Antecedentes de la invención

10 En muchos entornos industriales, los productos sólidos a granel son almacenados y/o procesados en silos, tanques o depósitos. Ejemplos incluyen silos para cereales y de pienso compuesto, y tanques utilizados en el procesamiento por lotes de alimentos, productos farmacéuticos, arena o minerales. En estas industrias, se debe poder determinar de forma fiable la cantidad de contenido almacenado en el interior de un contenedor en cualquier momento dado para proporcionar un suministro adecuado y monitorizar el flujo de entrada/salida del contenido. Esta determinación puede ser realizada visualmente. Sin embargo, en muchos casos, el contenedor evita cualquier tipo de
15 determinación visual del presente nivel del contenido. Por ejemplo, muchos silos están fabricados de acero y/o de hormigón u otros materiales no transparentes y, por lo tanto, cualquier inspección visual del nivel del contenido de tales contenedores implicaría la apertura manual de una abertura, lo que puede poner en peligro al personal, y aumentar el potencial de contaminación del contenido. Además, una inspección visual de los niveles del contenido carece de precisión, lleva mucho tiempo y evita la automatización de los procedimientos. Para evitar estos
20 problemas, existen distintos tipos de dispositivos y de procedimientos que se utilizan habitualmente para medir la cantidad de contenido presente en un contenedor.

25 Un procedimiento es determinar la masa del contenido utilizando células de carga o medidores de deformación instalados en la estructura de soporte del contenedor, restando a la masa medida la masa conocida del contenedor vacío. Aunque este procedimiento es bastante preciso no es adecuado en muchas ocasiones debido al coste elevado de los sensores utilizados, al requisito de una estructura de soporte en el silo, a la dificultad de la instalación y a la necesidad de vaciar el contenedor para calibrar el sistema.

30 Una alternativa al procedimiento anterior es determinar el nivel del contenido utilizando medidores de detección del nivel instalados en una parte superior del contenedor, restando a la altura conocida del contenedor la distancia medida entre el sensor y un punto de la superficie del contenido. La medición del nivel puede realizarse mediante medios de contacto (cable, radar de onda guiada, etc.) o mediante medios sin contacto (ultrasonidos, radar, láser, etc.). La ventaja de estos sistemas es su menor coste, en comparación con las células de carga, y que son más sencillos de instalar y de calibrar. El problema principal es una falta de precisión cuando se utilizan en contenedores con sólidos a granel, con errores de medición equivalentes de hasta un 15-20% de la capacidad total del contenedor, debido a la superficie irregular de este tipo de contenido.

35 Para mitigar la falta de precisión de los sensores de nivel cuando son utilizados en contenedores con sólidos a granel, existen varios procedimientos conocidos. Uno es la instalación de varios sensores de nivel en el mismo contenedor y calcular el nivel como la media de los niveles medidos en distintos puntos. También se ha divulgado la posibilidad de utilizar un único sensor de nivel sin contacto con capacidad para medir varios puntos, por medio de un mecanismo cardánico accionable o cualquier otra alternativa, y proceder como en el anterior caso calculando el nivel como la media de los niveles medidos en distintos puntos. Aunque estos procedimientos proporcionan una mejor
40 precisión, distan de la precisión proporcionada por las células de carga y son incapaces de medir la cantidad exacta del contenido almacenado en el contenedor o detectar pequeñas variaciones en la distribución del contenido. Además, el procedimiento de instalación y de calibración de estos sistemas es bastante más difícil que el de los sistemas de un único nivel, debido a que los sensores de múltiples puntos o el conjunto de sensores deben ser orientados con precisión de una forma que las mediciones obtenidas representen una buena muestra del contenido por todo el intervalo del nivel. El sistema también debe ser calibrado de alguna forma en la que se puedan descartar los puntos que se corresponden con las paredes interiores del contenedor, lo que es un problema importante cuando el área observada es amplia y en contenedores irregulares.

45 También se conoce el procedimiento para calcular el volumen del contenido del contenedor utilizando el tipo y las dimensiones dados del contenedor y la medición del nivel obtenida por el sensor. Adicionalmente, se puede obtener la masa del contenido utilizando el volumen calculado y una densidad dada del contenido. Aunque estos procedimientos funcionan, dependen de la precisión del nivel medido, de los parámetros dados de las dimensiones del contenedor y de la homogeneidad de la densidad.

55 Ya se conocen algunas patentes o solicitudes de patente en el campo para medir la cantidad de contenido en contenedores.

5 El documento US-B2-7515095 da a conocer una antena para un medidor de detección del nivel que comprende una cámara sellada medioambientalmente que se extiende desde el medidor de detección del nivel y montada y posicionable en el interior de un contenedor de almacenamiento, incluyendo una abertura transpirable para permitir la igualación de la presión y de la humedad entre el interior de dicha cámara y un entorno exterior. Según esta patente, el medidor de detección es un medidor de detección por radar, que está montado en la pared exterior del contenedor de almacenamiento por medio de una montura, y un sistema de antena basado en tecnología de microondas.

10 El documento US-A1-2007040677 versa acerca de una unidad de detección de cargamento que detecta el estado del cargamento y la actividad de carga en el interior de un contenedor. El dispositivo transmite impulsos de energía de radiofrecuencia y detecta reflexiones del cargamento. De forma similar a la operación de un radar, los impulsos reflejados son analizados entonces para determinar (a) la presencia de cargamento, tal como comparando los impulsos reflejados contra señales distintivas almacenadas de contenedores vacíos y/o (b) detectando un efecto Doppler, causado por la carga y/o la descarga de cargamento del contenedor. El dispositivo puede utilizar técnicas estándar de procesamiento de señales de radar, es decir, un procesador de señales digitales, para generar y analizar los impulsos reflejados del estado del cargamento. Se pueden remitir los informes de actividad a una unidad de seguimiento del cargamento tal como una que utiliza una red inalámbrica de comunicaciones de teléfono móvil para comunicar el estado del cargamento a una ubicación central.

20 El documento US-B2-6986294 da a conocer paquetes de medición de material a granel que incluyen un sistema de paquetes de instrumentos automatizados (AIP) que comprende distintos sensores situados para estar montados en el techo interior de un gran silo. En esta patente, se puede utilizar un telémetro de rayos láser (TOF o basado en el desfase) que envía impulsos de luz infrarroja o visible para obtener reflexiones de una superficie deseada. El sistema de AIP de sensores está diseñado para el usuario *in situ* al igual que las necesidades de terceros ubicados lejos del sitio de almacenamiento.

25 El documento US-A1-2005080567 da a conocer un sistema de monitorización de un depósito para cereales para monitorizar de forma eficaz depósitos remotos para cereales. El sistema de monitorización de un depósito para cereales incluye una estación principal, una unidad central en comunicación con la estación principal, una pluralidad de unidades de transmisión en comunicación con la unidad central y al menos un sensor que puede colocarse en el interior de un depósito para cereales para determinar datos de condición con respecto a un depósito para cereales. El sensor se encuentra en comunicación con una de las unidades de transmisión para proporcionar los datos de condición a la unidad de transmisión, remitiendo automáticamente la unidad de transmisión los datos de condición a una unidad central que remite automáticamente los datos de condición a la estación principal. En el caso de una condición de alarma, se puede notificar a un individuo.

35 El documento US-B2-8820182 versa acerca de la monitorización remota de los techos flotantes de grandes tanques de almacenamiento, incluyendo tanques utilizados para almacenar productos de petróleo líquido u otros productos químicos. La invención comprende una o más unidades inteligentes de detección y una o más unidades de comunicaciones. La unidad de detección integra múltiples sensores en una unidad autónoma que puede ser encapsulada por completo para su uso en entornos rigurosos. Adicionalmente, la unidad puede tener una base magnética para una instalación rápida en techos de tanques de acero. La unidad de comunicaciones se comunica con las unidades de detección y con un sistema externo de monitorización. La unidad de comunicaciones puede ser utilizada para retransmitir información de las unidades de detección al sistema de monitorización, o desde el mismo, y puede contener un microprocesador para un sensor fusión o para calcular las condiciones de alarma. La unidad de detección puede incorporar baterías y/o células solares como fuente de alimentación, y se comunica con la unidad de comunicaciones utilizando un enlace inalámbrico de comunicaciones.

45 El documento WO-A1-2009121181 da a conocer un procedimiento y un sistema para determinar un nivel de una sustancia en un contenedor, comprendiendo el procedimiento la emisión de un impulso procedente de una fuente de luz en un campo de iluminación hacia una superficie de dicha sustancia en dicho contenedor. Se detecta una señal de reflexión difusa de dicho impulso por medio de un detector óptico. Se crea una traza de lidar a partir de dicha señal de reflexión difusa, incluyendo dicha traza de lidar al menos un pico de reflexión; se identifica una reflexión de la superficie entre dicho al menos un pico de reflexión en dicha traza de lidar, siendo dicha reflexión de la superficie una reflexión de dicho impulso de dicha superficie. La reflexión de la superficie es ajustada por la señal para proporcionar una traza ajustada de la superficie. Se determina un nivel de dicha sustancia en dicho contenedor utilizando dicha traza ajustada de la superficie. Solo se calcula el nivel de la sustancia.

55 El documento EP-A1-2708859 da a conocer un sistema para determinar el volumen de material en un tanque y un procedimiento para medir la cantidad de material en un tanque tal como un carro neumático de productos a granel de un sembrador neumático en el que se utilizan uno o más sensores para medir la distancia hasta la superficie del material. Entonces, se utilizan los datos de distancia para determinar un perfil de la superficie del material a partir de los cuales se calcula el volumen de material. Se convierte el volumen en peso utilizando la información conocida de la densidad del material.

En vista de los anteriores antecedentes, existe la necesidad de un nuevo procedimiento y de un nuevo sistema que proporcionen una mayor precisión que los anteriores procedimientos de medición de múltiples niveles, logrando precisiones similares a las de las células de carga, y que eviten las complejidades de calibración que permitan la instalación en cualquier tipo de contenedor por personas no expertas. La invención hace uso de cámaras tridimensionales de alta resolución y de campo de visión amplio para adquirir un mapa de profundidad del área observada y hace uso de algoritmos de procesamiento tridimensional para calcular una representación precisa de la superficie del contenido en el interior del contenedor. También proporciona varias alternativas para obtener o regular automáticamente algunos parámetros críticos utilizados por los algoritmos de procesamiento tridimensional.

Descripción de la invención

10 Con ese fin, las realizaciones de la presente invención proporcionan según un primer aspecto un procedimiento para evaluar la cantidad de contenido almacenado en el interior de un contenedor tal como un silo de granja que tiene una forma dada definida por un modelo tridimensional en un sistema dado de referencia y almacena una cantidad dada de contenido (por ejemplo, alimento para ganado). El procedimiento comprende fijar, en una parte superior del contenedor, un sensor tridimensional, estando dispuesto dicho sensor tridimensional en una posición y con una orientación de forma que el campo de visión del sensor tridimensional esté orientado hacia dicho contenido; adquirir, mediante el sensor tridimensional, un mapa de profundidad de una resolución dada, que incluye toda una superficie del contenido, o una porción de la misma, y que también puede incluir la totalidad o una porción de las paredes interiores del referido contenedor; y calcular, mediante una unidad de cálculo conectada operativamente con el sensor tridimensional, un modelo tridimensional de superficie que representa la superficie del área observada en el sistema dado de referencia, y un modelo tridimensional de nivel que representa la superficie superior del contenido.

Según el procedimiento propuesto, el modelo tridimensional de superficie se calcula en función del sistema dado de referencia procesando dicho mapa adquirido de profundidad y utilizando la posición, la orientación y el campo de visión dados del sensor tridimensional. El modelo tridimensional de nivel se calcula eliminando del modelo tridimensional calculado de superficie los puntos correspondientes a las paredes interiores del contenedor, utilizando una función tridimensional que busca los puntos de intersección o coincidentes entre el modelo tridimensional de superficie y el modelo tridimensional de la forma del contenedor, y rellenando los puntos ausentes correspondientes al contenido que queda fuera del campo de visión del sensor tridimensional. Según la presente invención, el sensor tridimensional es una cámara de alta resolución y de campo de visión amplio; y se regulan automáticamente dicha posición y dicha orientación del sensor utilizando una función tridimensional de ajuste de forma que ajusta el modelo tridimensional de superficie a la forma del contenedor.

Además, el procedimiento propuesto puede calcular adicionalmente distintas representaciones indicativas del contenido utilizando el modelo tridimensional calculado de nivel y el modelo tridimensional de forma del contenedor. Por ejemplo, se puede calcular un modelo de nivel de líquido proporcionando un valor escalar que representa el nivel equivalente si la superficie del contenido adoptó una forma plana horizontal. Además, también se puede calcular un modelo tridimensional del contenido, es decir una representación tridimensional de la forma adoptada por el contenido en el interior del contenedor, al igual que un valor escalar que representa el volumen equivalente.

Según una realización, se calcula la masa correspondiente al contenido del contenedor utilizando el volumen calculado del contenido y una densidad dada del contenido.

De forma alternativa, se puede calcular la densidad correspondiente al contenido utilizando el volumen calculado del contenido y una masa dada de dicho contenido. Se puede regular automáticamente la masa calculada o la densidad calculada cada vez que se detecta un aumento en el volumen del contenido como la media ponderada de densidades dadas o como una media ponderada de una masa dada de los distintos contenidos almacenados en el contenedor.

Según una realización, se calcula adicionalmente el modelo tridimensional de nivel utilizando diferencias en la reflectividad o el color, dependiendo de las capacidades del sensor tridimensional, para diferenciar el contenido de las paredes interiores del contenedor. Esta información puede ser utilizada por la función tridimensional de nivel para una mayor precisión y para acelerar el procedimiento.

Según una realización, el modelo tridimensional de la forma del contenedor se obtiene mediante una función paramétrica que utiliza un tipo dado de contenedor con dimensiones que definen sus proporciones y tamaño. El modelo tridimensional de la forma del contenedor puede regularse automáticamente, según una realización, utilizando uno o más modelos tridimensionales de superficie (calculados en distintos periodos de tiempo) y dicha función tridimensional de ajuste de forma.

Durante la fijación del sensor tridimensional a la parte superior del contenedor, se pueden fijar de antemano una, dos o tres de las coordenadas de la posición del sensor tridimensional utilizando algunos puntos de referencia del contenedor. Además, también se pueden fijar de antemano uno, dos o tres de los ángulos de la orientación del sensor tridimensional utilizando marcas visibles en el sensor tridimensional y apuntando las marcas con respecto a algunos puntos de referencia del contenedor. Dichos ángulos de la orientación del sensor tridimensional también pueden obtenerse mediante un sensor fijado al sensor tridimensional, tal como un inclinómetro, un acelerómetro, un

giroscopio, un magnetómetro o incluso combinaciones de los mismos, tales como una unidad de medición inercial (IMU).

5 Los errores pequeños en los parámetros dados de posición y de orientación del sensor tridimensional pueden tener un gran impacto sobre la precisión. Estos parámetros deberían obtenerse tras la instalación pero no son sencillos de medir por personas no expertas o en algún tipo de contenedor.

Por lo tanto, en el procedimiento propuesto, según la presente invención, la posición y la orientación del sensor tridimensional son reguladas automáticamente por la función tridimensional de ajuste de forma que ajusta el modelo tridimensional de forma al modelo tridimensional de forma del contenedor.

10 El procedimiento propuesto también puede detectar adherencias apiladas en las paredes interiores del contenedor. Esto puede hacerse, en una realización, calculando distintos modelos tridimensionales de superficie en distintos periodos de tiempo y utilizando uno o más de dichos modelos tridimensionales de superficie y el modelo tridimensional de superficie del contenedor. De forma alternativa, se pueden utilizar las diferencias en la reflectividad o el color para diferenciar el contenido de las paredes interiores del contenedor.

15 En un caso en el que el contenedor es demasiado grande, de forma que el único sensor tridimensional no sea suficiente para permitir las mediciones (por ejemplo, cuando el campo de visión del sensor tridimensional no abarca toda la superficie del contenido), el procedimiento propuesto puede utilizar dos (o más) sensores tridimensionales. Según una realización, el procedimiento propuesto comprende fijar, en la parte superior del contenedor, dos (o más) sensores tridimensionales, estando dispuesto cada uno en una posición y con una orientación de forma que su campo de visión esté orientado hacia el contenido de una forma que el área total observada sea mayor que el área observada individualmente por cada sensor tridimensional, y adquiriendo, mediante cada sensor tridimensional, un mapa de profundidad de una resolución dada. Entonces, la unidad de cálculo, que está conectada operativamente con cada sensor tridimensional, calcula:

25 - un conjunto de modelos tridimensionales parciales de superficie basados, todos ellos, en el sistema dado de referencia procesando los mapas adquiridos de profundidad y utilizando la posición, la orientación y el campo de visión de cada sensor tridimensional;

30 - un modelo tridimensional de superficie basado en dicho conjunto de modelos tridimensionales parciales de superficie utilizando una función tridimensional de unión y de coincidencia que une los puntos no coincidentes y establece una correspondencia de los puntos coincidentes; y

35 - un modelo tridimensional de nivel eliminando del modelo tridimensional calculado de superficie los puntos correspondientes a las paredes interiores del contenedor, utilizando una función tridimensional que busca la intersección o la coincidencia entre el modelo tridimensional de superficie y la forma del contenedor, y rellenar los puntos ausentes correspondientes al contenido que queda fuera del campo de visión de los sensores tridimensionales.

40 Las realizaciones de la presente invención también proporcionan, según un segundo aspecto, un sistema para evaluar la cantidad de contenido almacenado en un contenedor. El sistema comprende: un contenedor, tal como un silo de granja, que tiene una forma dada definida por un modelo tridimensional en un sistema dado de referencia y que almacena una cantidad dada de contenido; al menos un dispositivo (podría incluir más de uno) que comprende un sensor tridimensional tal como un sensor de tiempo de vuelo (TOF), dispuesto y configurado para ser fijado en una parte superior del contenedor en una posición y con una orientación tales que se oriente un campo de visión del sensor tridimensional hacia dicho contenido; y al menos una unidad de cálculo (también podría ser más de una) conectada operativamente con el sensor tridimensional, siendo el sensor tridimensional una cámara de alta resolución y de campo de visión amplio, y dicha unidad de cálculo está configurada para implementar el procedimiento del primer aspecto de la invención. El sistema, en caso de que el contenedor sea de tan grandes dimensiones que un único sensor tridimensional no sea suficiente para permitir las mediciones, puede incluir más de un sensor tridimensional. Preferentemente, cada dispositivo comprenderá un sensor tridimensional. Sin embargo, también es posible que haya dos (o más) sensores tridimensionales comprendidos en un único dispositivo.

50 Según una realización, la fijación del sensor tridimensional al contenedor incluye medios pivotantes para un alineamiento automático por gravedad del sensor tridimensional (bien pasivo, es decir, sin la intervención de otros dispositivos/mecánicos, o bien activo, por ejemplo, por medio de un motor o un mecanismo similar), de forma que el campo de visión del sensor tridimensional, situado frente a dichos medios pivotantes, esté orientado en una dirección vertical hacia el interior del contenedor. De forma alternativa, la fijación incluye medios pivotantes con un mecanismo de fijación, de forma que se pueda orientar y fijar el campo de visión del sensor tridimensional hacia el contenido.

55 Según otra realización, el dispositivo incluye un sensor de medición de uno, dos o tres ejes, tal como un inclinómetro, un acelerómetro, una IMU, etc., configurado para proporcionar información precisa acerca de la orientación del sensor tridimensional.

5 Preferentemente, el sensor tridimensional está fijado a la parte superior del contenedor mediante un medio de fijación que incluye, sin limitación, un miembro con forma de anillo fijable externamente (es decir, que puede estar montado desde el exterior del contenedor). El dispositivo puede incluir una o más baterías como fuente de alimentación. Opcionalmente, el dispositivo puede incluir, además, un dispositivo de acumulación de energía, que incluye un panel fotovoltaico incorporado en un plano inclinado de soporte fijado a dicho miembro con forma de anillo y/o un generador termoeléctrico que provoca un diferencial de temperatura entre el interior del contenedor y el exterior.

10 Según otra realización, el dispositivo incluye, además, un conjunto de sensores que pueden detectar condiciones de almacenamiento del contenedor. Además, también se pueden incluir otros sensores para detectar distintas condiciones físicas y/o biológicas del contenido almacenado en el interior del contenedor. Por ejemplo, sin limitación, los sensores incluidos pueden detectar la temperatura, la presión, la humedad, la luminosidad, las vibraciones, el nivel sonoro, la concentración de un compuesto gaseoso y los compuestos orgánicos volátiles, incluyendo CO₂ y/o NH₃, generados por bacterias y/u hongos, etc.

15 Según otra realización, el sensor tridimensional incluye una carcasa que tiene medios para la inmunidad al polvo, a la condensación, a los microbios y/o a los insectos utilizando procedimientos pasivos, incluyendo materiales o revestimientos antiestáticos, hidrófobos, antimicrobianos, repelentes de insectos, y/o procedimientos activos incluyendo la vibración a una frecuencia o un patrón de frecuencias, rasquetas o calefacción.

20 El dispositivo según algunas realizaciones puede incluir, además, un detector de presencia (por ejemplo, un detector magnético) adaptado para detectar la presencia de un elemento colocado en el medio de fijación, operando el detector de presencia para activar o desactivar la batería (o las baterías) del dispositivo dependiendo de dicha detección de presencia.

25 Según otra realización más, el sensor tridimensional es un sensor óptico que incluye, además, un zum óptico automático para modificar bien automáticamente o bien manualmente el campo de visión del sensor tridimensional para adaptarlo a un nivel actual del contenido del contenedor, estando conectado el zum óptico automático con la o las unidades de cálculo.

30 Preferentemente, el dispositivo del sistema propuesto incluye, además, uno o más módulos de comunicaciones configurados para comunicarse con un servicio de nube o con una aplicación de móvil/ordenador mediante una red inalámbrica de comunicaciones, pública o no pública o una combinación de ambas, incluyendo una combinación de una red poligonal no pública entre los sistemas de medición y una red móvil/IoT pública a través de una pasarela/un dispositivo de encaminamiento EDGE autónomo o integrado mediante protocolos patentados o estándar de comunicaciones de Internet.

Otras realizaciones de la invención que se divulgan en la presente memoria, y que se detallarán a continuación, incluyen un sistema y un procedimiento propuestos para evaluar la cantidad del contenido almacenado en el interior de un contenedor.

35 Breve descripción de los dibujos

Se comprenderán más completamente las anteriores ventajas y características de la siguiente descripción detallada de realizaciones, con referencia a las figuras adjuntas, que deben considerarse de forma ilustrativa y no limitante, en las que:

40 La Fig. 1 es una ilustración esquemática de un dispositivo montado en la parte superior de un contenedor que ha de ser utilizado por la presente invención para evaluar la cantidad de contenido almacenado en el interior del contenedor.

45 La Fig. 2 ilustra una primera realización de un dispositivo utilizado por la presente invención para evaluar la cantidad de contenido almacenado en el interior del contenedor.

La Fig. 3 ilustra una segunda realización de un dispositivo utilizado por la presente invención para evaluar la cantidad de contenido almacenado en el interior del contenedor.

50 La Fig. 4 es una vista en perspectiva del dispositivo con un panel fotovoltaico fijado según una realización de la presente invención.

La Fig. 5 es una vista del miembro con forma de anillo de la Fig. 4 utilizado para fijar el dispositivo a la parte superior del contenedor.

55 La Fig. 6 es un ejemplo de una topología poligonal de red inalámbrica utilizada para comunicar el sistema propuesto con otros sistemas según una realización de la presente invención.

La Fig. 7 ilustra de una forma esquemática la función de ajuste aludida para regular automáticamente la posición y la orientación del sensor tridimensional.

Descripción detallada de la invención y de realizaciones preferentes

5 La Fig. 1 ilustra un contenedor típico 10, tal como un silo de granja, entre otros, que tiene una forma dada S definida por un modelo tridimensional en un sistema dado RS de referencia y utilizado para almacenar contenido 11, por ejemplo, sólidos a granel, polvo, harina, líquido, etc. cuya cantidad ha de ser evaluada por la presente invención. Según dicha figura, un sensor tridimensional 20 (véanse las Figuras 2 y/o 3) está fijado a una pared de la parte superior del contenedor 10 en una posición P (las coordenadas (x, y, z) de la ubicación del sensor tridimensional 20) y con una orientación O (los ángulos (α , β , γ) que definen adónde está apuntando el sensor tridimensional 20), de forma que un campo de visión FOV del sensor tridimensional 20 (los ángulos bidimensionales que definen el espacio observado por el sensor tridimensional 20) esté orientado hacia el contenido 11.

15 El sensor tridimensional 20 es una cámara de alta resolución y de campo de visión amplio con capacidad para adquirir un mapa de profundidad DM, es decir, una matriz bidimensional con las distancias desde la posición P hasta todos los puntos observados por el sensor. Preferentemente, el sensor tridimensional 20 es un sensor de tiempo de vuelo (TOF); sin embargo, también son posibles los sensores de LIDAR o de visión estereostópica, entre otros. El sensor tridimensional 20 está configurado para adquirir dicho mapa de profundidad DM con una resolución R dada (es decir, el número de puntos que puede medir el sensor en cada una de las dos dimensiones del campo de visión FOV). El mapa de profundidad DM incluye toda una superficie, o una porción de la misma, del contenido 11, y también puede incluir todas las paredes interiores del contenedor 10, o una porción de las mismas.

20 El sensor tridimensional 20 puede estar montado en el centro del contenedor 10 o en un lado del mismo, según la realización ilustrada en la figura.

El mapa de profundidad, es decir las mediciones tridimensionales, es creado, preferentemente, mientras el sensor tridimensional 20 permanece en una posición fija, es decir el sensor tridimensional 20 no se mueve, evitando de esta forma el barrido del mismo y reduciendo, por lo tanto, la energía consumida por el sensor.

25 Se selecciona el campo de visión FOV, que depende de la distancia focal de la lente en el caso de los sensores ópticos, según la forma S del contenedor 10 para maximizar la medición de la zona de recepción. Preferentemente, la medición tridimensional no requiere un mecanismo mecánico para explorar la superficie del contenido.

30 Según las Figuras 2 y 3, en las mismas se ilustran dos realizaciones del sensor tridimensional 20 que ha de ser usado por la presente invención para evaluar la cantidad de contenido almacenado en el interior del recipiente 10. Según estas figuras, el sensor tridimensional 20 está encerrado en el interior de una carcasa 19 que puede ser de distintos materiales y de distintas formas, como puede verse en las figuras 2 y 3. La carcasa 19 puede comprender medios para la inmunidad al polvo, a la condensación, a los microbios y/o a los insectos utilizando procedimientos pasivos tales como materiales o revestimientos antiestáticos, hidrófobos, antimicrobianos, repelentes de insectos y/o procedimientos activos tales como un medio de vibración que funciona a una frecuencia o un patrón de frecuencias, rasquetas o calefacción. Según la realización de la Fig. 3, la carcasa 19 incluye una rasqueta 22.

35 El sensor tridimensional 20 también puede incluir medios pivotantes (no ilustrados). Según una realización, los medios pivotantes incluyen un mecanismo de fijación de forma que el campo de visión FOV del sensor tridimensional 20 pueda ser orientado y fijado hacia el contenido 11 del contenedor 10. De forma alternativa, los medios pivotantes pueden ser de tipo mecánico como una articulación de rótula o junta cardánica, que mantienen el sensor tridimensional 20 alineado con el eje vertical del contenedor 10. Los medios pivotantes mecánicos permiten que el sensor tridimensional 20 pivote entre dos ejes por medio de la gravedad. Además, el sensor tridimensional 20 puede incluir un sensor de medición de uno, dos o tres ejes, tal como un inclinómetro, un acelerómetro, un giroscopio, un magnetómetro o incluso combinaciones de los mismos (no ilustrados) que proporciona información precisa acerca de la orientación O del sensor tridimensional 20.

40 Además, el sensor tridimensional 20 requiere una onda corta de transmisión que reduce el gasto energético del dispositivo 1, permitiendo la posibilidad de que funcione como un dispositivo desconectado de la red de suministro eléctrico. Además, el sensor tridimensional 20 proporciona inmunidad a las interferencias de vibración y de ruido, permitiendo el despliegue en contenedores sin una instalación especial.

45 Con referencia ahora a la Fig. 4, en la misma se muestra una vista frontal de una realización del dispositivo 1 que puede fijarse en la parte superior del contenedor 10. Como puede verse en la figura, el dispositivo 1 incluye el sensor tridimensional 20 en su parte inferior. Además, el dispositivo 1 incluye un medio de fijación, que lleva a cabo tanto una fijación del dispositivo 1 al contenedor 10 como también un aislamiento de la atmósfera interior del contenedor 10. Según la presente realización, el medio de fijación está formado por un miembro 30 con forma de anillo (no limitante, dado que también son posibles otras configuraciones distintas del medio de fijación). En este caso, también se proporciona un panel fotovoltaico 13 fijado al miembro 30 con forma de anillo para la alimentación de una o más baterías del dispositivo 1.

El panel fotovoltaico 13 permite su orientación sencilla en distintas latitudes. Cuando se fija/monta el dispositivo 1 al contenedor 10, se coloca el panel fotovoltaico 13 para recibir la máxima cantidad de radiación solar con la insolación mínima. Por razones de coste/beneficio, el panel fotovoltaico 13 se instala con un ángulo fijo, en vez de seguir el movimiento del sol en el cielo. Sin embargo, realizaciones alternativas de la invención también permitirán un movimiento automático del panel fotovoltaico 13 según el movimiento del sol; por ejemplo, por medio de un seguidor solar automático con un único eje o con un eje doble. Por lo tanto, en cualquier momento durante las horas de luz, se podría alimentar el dispositivo 1.

El ángulo óptimo de instalación del panel fotovoltaico 13 se estima mediante un algoritmo (o programa de soporte lógico) utilizando el ángulo de inclinación del contenedor 10 y la latitud de cada ubicación. El soporte lógico del panel solar evalúa la contribución de la energía del haz solar directo, pero también incluye la energía difusa del cielo, difusa del horizonte y difusa de la tierra, que en alguna circunstancia puede proporcionar más energía que el haz solar directo.

Con referencia ahora a la Fig. 5, en la misma se ilustra una realización preferente del miembro 30 con forma de anillo. Se encaja la carcasa del panel fotovoltaico en el receptáculo del miembro 30 con forma de anillo y es bloqueado mediante una pluralidad de elementos 31 de desplazamiento que comprimen el anillo de fijación con la pared de la parte superior del contenedor. También se puede utilizar un conjunto de tornillos 32 (según se ilustra en la realización de la Fig. 4) para aumentar la presión de bloqueo del dispositivo 1 con el contenedor 10. El miembro 30 con forma de anillo también puede incluir un indicador 33 del ángulo de inclinación que permite la orientación correcta del dispositivo 1 según el soporte lógico del panel solar. Además, también se puede colocar espuma debajo del miembro 30 con forma de anillo evitando la penetración de agua en el interior del contenedor 10.

Según una realización, el dispositivo 1 también incluye un detector automático de presencia que desconecta el dispositivo 1 (es decir, la o las baterías del mismo) cuando no está bloqueado en el contenedor 10 (es decir, cuando los elementos 31 de desplazamiento no están colocados en el miembro 30 con forma de anillo cerrándolo). Esta característica evita una descarga de la batería durante un transporte y almacenamiento. Preferentemente, el detector de presencia comprende un detector magnético. El dispositivo 1 también puede incluir un generador termoeléctrico que provoca el diferencial de temperatura entre el interior del contenedor y el exterior.

Otras realizaciones del dispositivo 1 pueden incluir, además, distintos sensores para detectar distintas condiciones de almacenamiento del contenedor 10, o incluso distintas condiciones físicas y/o biológicas del contenido almacenado en el interior del contenedor 10, tales como la temperatura, la presión, la humedad, la luminosidad, las vibraciones, la concentración de un compuesto gaseoso, los compuestos orgánicos volátiles, las toxinas, las bacterias, los hongos, la acidez y/o el nivel sonoro, entre otros.

Según las enseñanzas de la invención, el dispositivo 1 incluye una unidad de cálculo (no ilustrada en aras de la sencillez de la figura), o incluso más de una, que tiene uno o más procesadores y al menos una memoria, y que está conectada operativamente con el sensor tridimensional 20 por medio de un módulo de comunicaciones del mismo, bien mediante una tecnología alámbrica o una inalámbrica. Es decir, la unidad de cálculo está dispuesta junto con el sensor tridimensional 20 en la misma carcasa 19. La unidad de cálculo está adaptada y configurada para ejecutar un algoritmo (o más de uno) para implementar el procedimiento propuesto y calcular así la cantidad de contenido 11 almacenado en el interior del contenedor 10. De forma alternativa, y formando en este caso un sistema y no un único dispositivo, la unidad de cálculo puede estar alejada del dispositivo 1; es decir, tanto el sensor tridimensional 20 como la unidad de cálculo forman parte de distintos dispositivos. En este caso, la unidad de cálculo puede estar ubicada alejada del contenedor 10, y adoptar la forma de un dispositivo informático, tal como un PC, una tableta informática o un teléfono inteligente, entre muchos otros dispositivos de ordenador.

El o los módulos de comunicaciones (no ilustrados en las figuras) del dispositivo 1, además de permitir la comunicación con la unidad de cálculo, también están configurados para comunicarse con otros dispositivos (ubicados en contenedores remotos) y/o con un sistema remoto, tal como un servicio de nube o una aplicación de móvil/ordenador por medio de una pasarela o un dispositivo de encaminamiento EDGE (véase la FIG. 5), preferentemente mediante tecnología inalámbrica.

El o los algoritmos para llevar a cabo tal cálculo de la cantidad de contenido 11 almacenado en el interior del contenedor 10 e implementando así el procedimiento propuesto, calculan en primer lugar un modelo tridimensional de superficie en función de un sistema dado de referencia RS procesando el mapa de profundidad DM adquirido y utilizando la posición P, la orientación O y el campo de visión FOV del sensor tridimensional 20. En segundo lugar, se calcula un modelo tridimensional de nivel eliminando del modelo tridimensional calculado de superficie los puntos correspondientes a las paredes interiores del contenedor 10, utilizando una función tridimensional que busca los puntos de intersección o coincidentes entre el modelo tridimensional de superficie y el modelo tridimensional de la forma del contenedor S, y rellena los puntos ausentes correspondientes al contenido 11 que queda fuera del campo de visión FOV del sensor tridimensional 20. Opcionalmente, se pueden utilizar las diferencias en la reflectividad y en el color para diferenciar el contenido 11 de las paredes interiores del contenedor 10.

Además, el o los algoritmos pueden calcular, además, distintas representaciones indicativas del contenido utilizando el modelo tridimensional calculado de nivel y el modelo tridimensional S de forma del contenedor 10. En una

realización, se puede calcular un modelo de nivel de líquido proporcionando un valor escalar que representa el nivel equivalente si la superficie del contenido 11 adoptase una forma plana horizontal. Según otras realizaciones, también se puede calcular un modelo tridimensional del contenido y/o un modelo tridimensional del volumen proporcionando una representación tridimensional del contenido total 11 almacenado en el interior del contenedor 10 y un valor escalar que representa el volumen equivalente del contenido 11.

Según una realización, la masa correspondiente al contenido 11 se calcula utilizando el modelo de volumen y una densidad dada del contenido 11. De forma alternativa, la densidad correspondiente al contenido 11 puede ser calculada utilizando el modelo de volumen y una masa dada del contenido 11. Se puede regular automáticamente la masa calculada o la densidad calculada cada vez que se detecta un incremento en el volumen del contenido 11 (es decir, cada vez que se añade nuevo contenido al contenedor 10) como media ponderada de la densidad o como media ponderada de la masa de los distintos contenidos almacenados en el contenedor 10.

Pequeños errores en la posición P y en la orientación O del sensor tridimensional 20 pueden tener un gran impacto sobre la precisión. Por lo tanto, y debido a que estos parámetros deben ser obtenidos tras la instalación del sensor tridimensional 20 y no son sencillos de medir, el procedimiento, según la presente invención, los regula automáticamente utilizando una función tridimensional de ajuste de la forma. La función de ajuste (véase la Fig. 7) itera el ensayo de distintas combinaciones de parámetros de la posición P y de la orientación O hasta que el modelo tridimensional de superficie quepa en la forma S del contenedor 10. Los valores de la posición y de la orientación de los parámetros finales (P_f y O_f) están registrados como los parámetros P y O por defecto. Entonces, se utilizarán estos parámetros regulados cuando el modelo tridimensional de superficie no incluya información de las paredes del contenedor debido a un campo de visión FOV insuficiente.

El o los algoritmos pueden calcular distintos modelos tridimensionales de superficie en distintos periodos de tiempo. Entonces, se pueden utilizar estos distintos modelos tridimensionales de superficie junto con el modelo tridimensional S de forma del contenedor 10 para detectar adherencias apiladas en las paredes interiores del contenedor 10.

El sensor tridimensional 20 también puede incluir, según una realización, un zum óptico automático para modificar el campo de visión FOV del sensor tridimensional 20. El o los algoritmos pueden utilizar esta característica para mejorar la precisión de la o las mediciones, logrando la superficie y la resolución observadas óptimas de la superficie medida del contenido en cada nivel del contenido.

Según realizaciones alternativas, no ilustradas, y en particular cuando el silo de granja es de grandes dimensiones, de forma que un único sensor tridimensional no sea suficiente para abarcar toda la superficie del contenido 11 y, así, no permita una evaluación correcta del contenido 11, se pueden utilizar dos o más sensores tridimensionales 20 (en este caso, cada sensor tridimensional tiene su propio campo de visión FOV, abarcando entre ellos toda el área superficial del contenido 11). En este caso, el o los algoritmos que llevan a cabo el cálculo de la cantidad de contenido 11 almacenado en el interior del contenedor 10 e implementando así el procedimiento propuesto, utilizarán el mapa de profundidad DM adquirido por cada sensor tridimensional 20 para calcular el modelo tridimensional de superficie y el modelo tridimensional de nivel citados. Preferentemente, cada sensor tridimensional 20 utilizado está comprendido en un dispositivo 1 (es decir, cada dispositivo 1 solo comprende un sensor tridimensional 20). Sin embargo, también es posible contar con dos (o más) sensores tridimensionales 20 comprendidos en un único dispositivo 1.

El alcance de la presente invención se define en el siguiente conjunto de reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para evaluar la cantidad de contenido almacenado en el interior de un contenedor (10), tal como un silo de granja, que tiene una forma dada (S) definida por un modelo tridimensional en un sistema dado de referencia (RS) y almacenar una cantidad dada de contenido (11), comprendiendo el procedimiento:
 - 5 - fijar, en una parte superior del contenedor (10), un sensor tridimensional (20), estando dispuesto dicho sensor tridimensional en una posición (P) y con una orientación (O) de forma que un campo de visión (FOV) del sensor tridimensional (20) esté orientado hacia dicho contenido (11);
 - 10 - adquirir, mediante el sensor tridimensional (20), un mapa de profundidad (DM) de una resolución dada (R), incluyendo dicho mapa de profundidad (DM) toda la superficie del contenido (11), o una porción de la misma, y que también puede incluir todas las paredes interiores del contenedor (10), o una porción de las mismas; y
 - calcular, por medio de una unidad de cálculo conectada operativamente con el sensor tridimensional (20):
 - 15 - un modelo tridimensional de superficie en función de dicho sistema dado de referencia (RS) procesando dicho mapa adquirido de profundidad (DM) y utilizando dicha posición (P), dicha orientación (O) y dicho campo de visión (FOV) dados; y
 - 20 - un modelo tridimensional de nivel eliminando del modelo tridimensional calculado de superficie los puntos correspondientes a las paredes interiores del contenedor (10), utilizando una función tridimensional que busca la intersección o la coincidencia entre el modelo tridimensional de superficie y la forma del contenedor (S), y rellenando los puntos ausentes correspondientes al contenido (11) que queda fuera del campo de visión (FOV) del sensor tridimensional (20); y
 - utilizar el modelo tridimensional calculado de nivel para calcular la cantidad de contenido (11) almacenado en el interior del contenedor (10),
 - 25 caracterizado porque:
 - el sensor tridimensional (20) es una cámara de alta resolución y de campo de visión amplio; y
 - dicha posición (P) y dicha orientación (O) son reguladas automáticamente utilizando una función tridimensional de ajuste de forma que ajusta el modelo tridimensional de superficie a la forma (S) del contenedor (10).
- 30 2. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además, calcular un modelo de nivel de líquido correspondiente al modelo tridimensional de nivel utilizando el modelo tridimensional de nivel y la forma del contenedor (S), proporcionando el nivel calculado de líquido un valor escalar que representa el nivel equivalente si la superficie del contenido (11) adoptara una forma plana horizontal.
- 35 3. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además, calcular un modelo tridimensional de contenido correspondiente a una representación tridimensional del contenido (11) almacenado en dicho contenedor (10) utilizando el modelo tridimensional de nivel y la forma del contenedor (S).
4. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además:
 - calcular un volumen correspondiente al contenido (11) almacenado en dicho contenedor (10) utilizando el modelo tridimensional de nivel y la forma del contenedor (S); y
 - 40 - calcular una masa correspondiente al contenido (11) utilizando dicho volumen calculado y una densidad dada del contenido (11); o
 - 45 - calcular una densidad correspondiente al contenido (11) utilizando dicho volumen calculado y una masa dada del contenido (11),

en el que dicha densidad dada del contenido (11) para calcular la masa es una media ponderada de la densidad de distintos contenidos almacenados en el contenedor (10) o dicha masa dada del contenido (11) para calcular la densidad es una media ponderada de la masa de distintos contenidos almacenados en el contenedor (10).
- 50 5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que se obtiene dicho modelo tridimensional de la forma (S) del contenedor mediante una función paramétrica utilizando un tipo dado de contenedor (10) con dimensiones que definen su tamaño y proporciones, y en el que el procedimiento comprende, además, calcular distintos modelos tridimensionales de superficie en distintos periodos de tiempo y utilizando uno o más de dichos distintos modelos tridimensionales calculados de superficie y una función tridimensional de ajuste de forma para regular automáticamente el modelo tridimensional de la forma (S) del contenedor.
- 55 6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que:

- una, dos o tres de las coordenadas (x, y, z) de la posición (P) del sensor tridimensional (20) son fijadas de antemano durante la fijación del sensor tridimensional (20) a la parte superior del contenedor (10) utilizando algunos puntos de referencia del contenedor (10); y
- 5
- uno, dos o tres de los ángulos (α , β , γ) de la orientación (O) del sensor tridimensional (20) son:
 - fijados de antemano durante la fijación del sensor tridimensional (20) a la parte superior del contenedor (10) utilizando marcas visibles en el sensor tridimensional (20) y apuntando las marcas con respecto a algunos puntos de referencia del contenedor (10); o
- 10
- obtenidos utilizando un sensor que comprende uno de un inclinómetro, un acelerómetro, un giroscopio, un magnetómetro o combinaciones de los mismos fijados al sensor tridimensional (20).
7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que se calcula el modelo tridimensional de nivel, además, utilizando diferencias en la reflectividad o en el color para diferenciar el contenido (11) de las paredes interiores del contenedor (10).
- 15
8. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además, calcular distintos modelos tridimensionales de superficie en distintos periodos de tiempo y utilizar uno o más de dichos distintos modelos tridimensionales calculados de superficie y la forma (S) del contenedor (10) para calcular adherencias del contenido (11) apiladas en las paredes interiores del contenedor (10).
- 20
9. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además, calcular adherencias del contenido (11) apiladas en las paredes interiores del contenedor (10) utilizando diferencias en la reflectividad o en el color para diferenciar el contenido (11) de las paredes interiores del contenedor (10).
10. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además:
- 25
- fijar, en la parte superior del contenedor (10), al menos un sensor tridimensional adicional, en una posición (P) y con una orientación (O) de forma que se oriente un campo de visión (FOV) del sensor tridimensional adicional hacia el contenido (11), siendo complementario el campo de visión (FOV) del sensor tridimensional adicional al campo de visión (FOV) del sensor tridimensional (20), de forma que un área total observada sea mayor que el área observada por cada sensor tridimensional individual;
- 30
- adquirir, mediante el sensor tridimensional adicional, un mapa adicional de profundidad (DM) de una resolución dada (R), incluyendo dicho mapa adicional de profundidad (DM) toda una superficie, o una porción de la misma, del contenido (11), y que también puede incluir todas las paredes interiores del contenedor (10), o una porción de las mismas; y
- 35
- calcular, mediante la unidad de cálculo conectada operativamente con el sensor tridimensional (20) y con el sensor tridimensional adicional:
 - un modelo tridimensional de superficie basado en el sistema dado de referencia (RS) procesando todos los mapas adquiridos de profundidad (DM) y utilizando la posición (P), la orientación (O) y el campo de visión (FOV) dados de cada sensor tridimensional y utilizando una función tridimensional de unión y de coincidencia que une los puntos no coincidentes y establece una correspondencia de los puntos coincidentes; y
- 40
- un modelo tridimensional de nivel eliminando del modelo tridimensional calculado de superficie los puntos correspondientes a las paredes interiores del contenedor (10), utilizando una función tridimensional que busca la intersección o la coincidencia entre el modelo tridimensional de superficie y la forma del contenedor (S), y rellenando los puntos ausentes correspondientes al contenido (11) que queda fuera del campo de visión (FOV) de los sensores tridimensionales fijados.
- 45
11. Un sistema para evaluar la cantidad de contenido almacenado en el interior de un contenedor, que comprende:
- un contenedor (10), tal como un silo de granja, que tiene una forma dada (S) definida por un modelo tridimensional en un sistema dado de referencia (RS) y que almacena una cantidad dada de contenido (11);
- 50
- al menos un dispositivo (1) que comprende un sensor tridimensional (20), tal como un sensor de tiempo de vuelo, que está dispuesto y configurado para ser fijado en una parte superior del contenedor (10) en una posición (P) y con una orientación (O), de forma que se oriente un campo de visión (FOV) del sensor tridimensional (20) hacia dicho contenido (11); y
- 55
- al menos una unidad de cálculo conectada operativamente con el sensor tridimensional (20), caracterizada porque:
 - el sensor tridimensional (20) es una cámara tridimensional de alta resolución y con un campo de visión amplio; y

- dicha unidad de cálculo está configurada para implementar el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.

12. El sistema de la reivindicación 11, en el que:

5 - dicha fijación del sensor tridimensional (20) incluye medios pivotantes con un mecanismo de fijación, de forma que dicho campo de visión (FOV) del sensor tridimensional (20) sea orientable y esté fijado hacia el contenido (11) del contenedor (10) o dicha fijación del sensor tridimensional (20) incluye medios pivotantes para un alineamiento automático por gravedad del sensor tridimensional (20), de forma que dicho campo de visión (FOV) del sensor tridimensional (20), situado frente a dichos medios pivotantes, esté orientado en una dirección vertical hacia el interior del contenedor (10); y/o

10 - el dispositivo (1) incluye un sensor de medición de uno, dos o tres ejes, tal como un inclinómetro, un acelerómetro, un giroscopio, un magnetómetro o combinaciones de los mismos, configurado para proporcionar información acerca de dicha orientación (O); y/o

15 - el sensor tridimensional (20) está fijado a dicha parte superior del contenedor (10) mediante un medio de fijación que incluye un miembro (30) con forma de anillo fijable externamente.

13. El sistema de la reivindicación 11, en el que el dispositivo comprende, además:

20 - una o más baterías para alimentar el dispositivo (1) y, opcionalmente, un dispositivo de acumulación de energía, que incluye un panel fotovoltaico (13) incorporado en un plano inclinado de soporte fijado a dicho miembro (30) con forma de anillo, y/o un generador termoeléctrico que provoca un diferencial de temperatura entre el interior del contenedor (10) y el exterior; y/o

25 - un conjunto de sensores configurados para detectar las condiciones de almacenamiento del contenedor (10) y/o distintas condiciones físicas y/o biológicas del contenido (11) almacenado en el interior del contenedor (10), incluyendo la temperatura, la presión, la humedad, la luminosidad, las vibraciones y/o el nivel sonoro, al igual que componentes volátiles, incluyendo CO₂ y/o NH₃, producidos por el metabolismo de hongos y bacterias presentes en el contenido (11); y/o

30 - un detector de presencia adaptado para detectar la presencia de un elemento colocado en el medio de fijación, operando el detector de presencia para activar o desactivar al menos una batería del dispositivo (1) dependiendo de dicha detección de presencia

14. El sistema de la reivindicación 11, en el que:

35 - el sensor tridimensional (20) incluye una carcasa (19) que comprende medios para la inmunidad al polvo, a la condensación, a los microbios y/o a los insectos utilizando procedimientos pasivos, incluyendo materiales o revestimientos antiestáticos, hidrófobos, antimicrobianos, repelentes de insectos y/o procedimientos activos, incluyendo vibraciones a una frecuencia o un patrón de frecuencias, rasquetas o calefacción; y/o

40 - el sensor tridimensional (20) es un sensor óptico que incluye, además, un zum óptico automático para modificar el campo de visión (FOV) del mismo para adaptarlo a un nivel actual del contenido, estando conectado dicho zum óptico automático con la unidad de cálculo.

15. El sistema de la reivindicación 11, en el que el dispositivo (1) comprende, además, uno o más módulos de comunicaciones configurados para comunicarse con un sistema remoto, tal como un servicio de nube o una aplicación de móvil/ordenador, mediante una red inalámbrica de comunicaciones por medio de protocolos de comunicación de Internet.

45

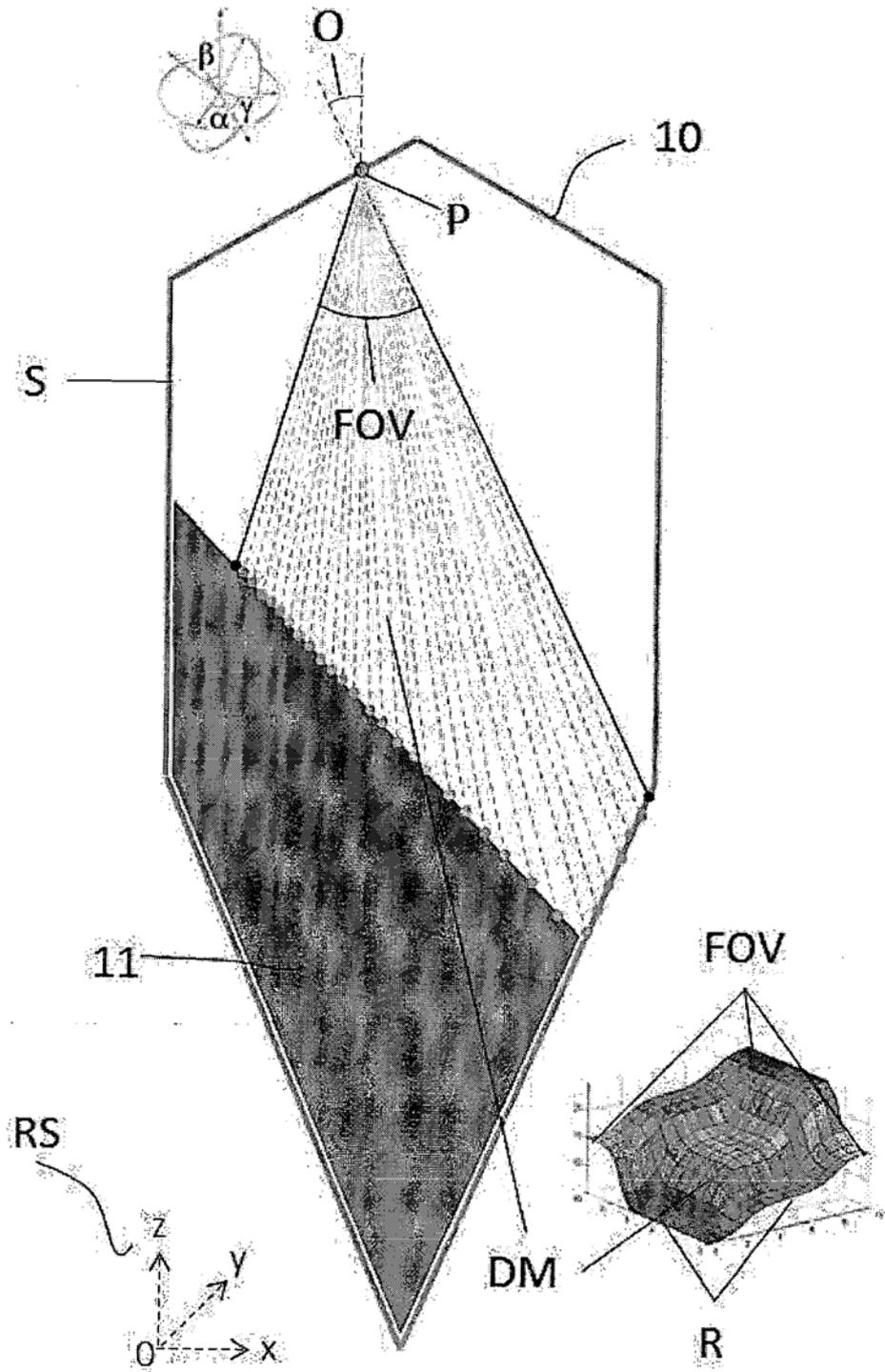


Fig. 1

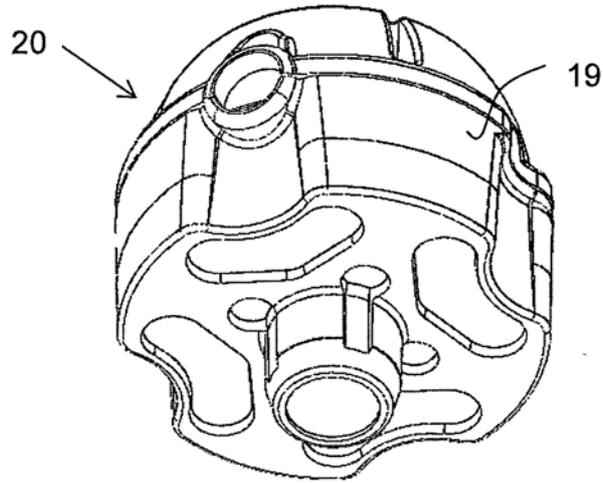


Fig. 2

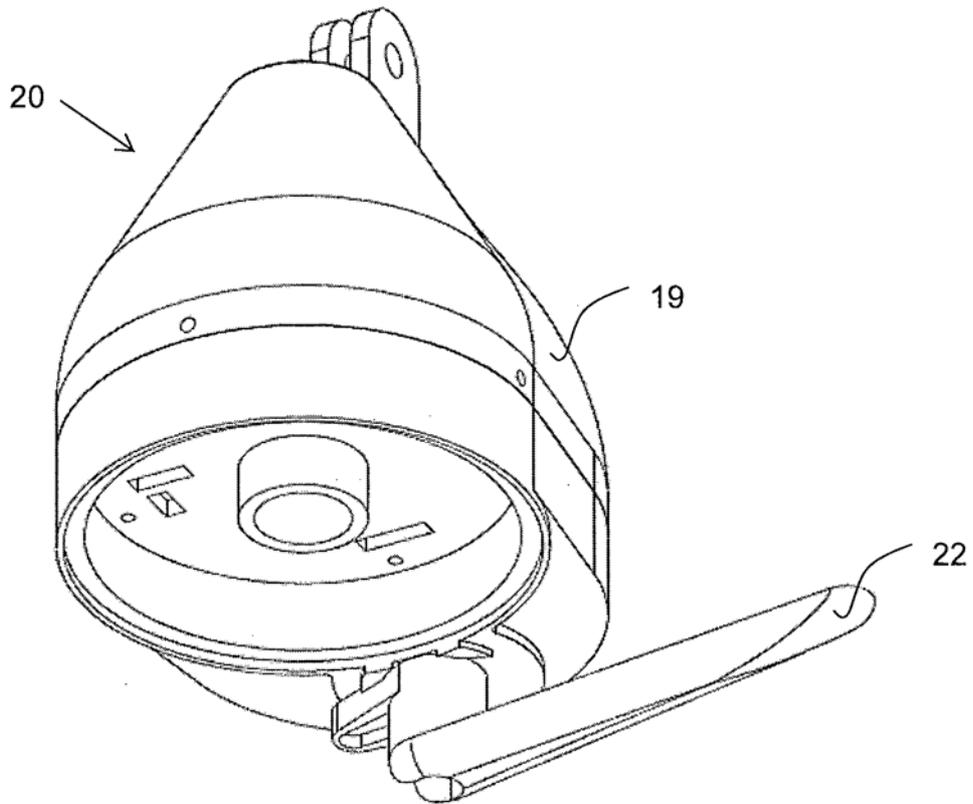
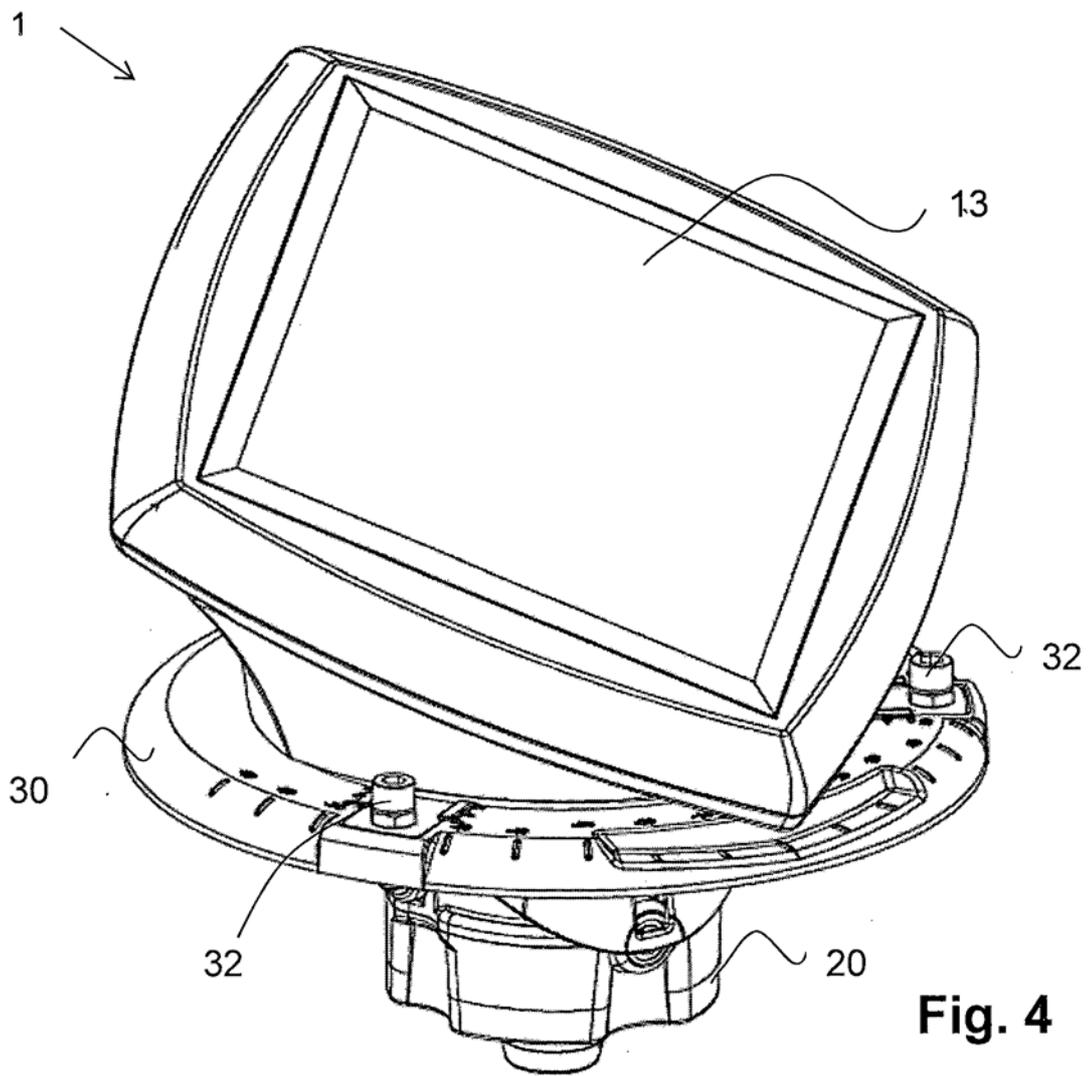


Fig. 3



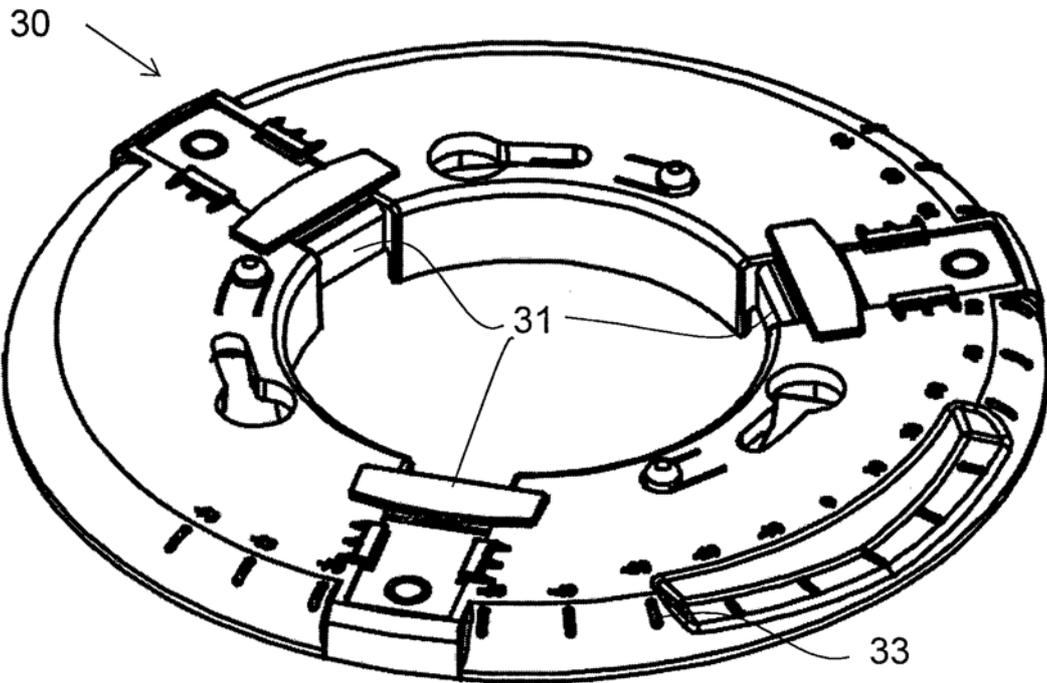


Fig. 5

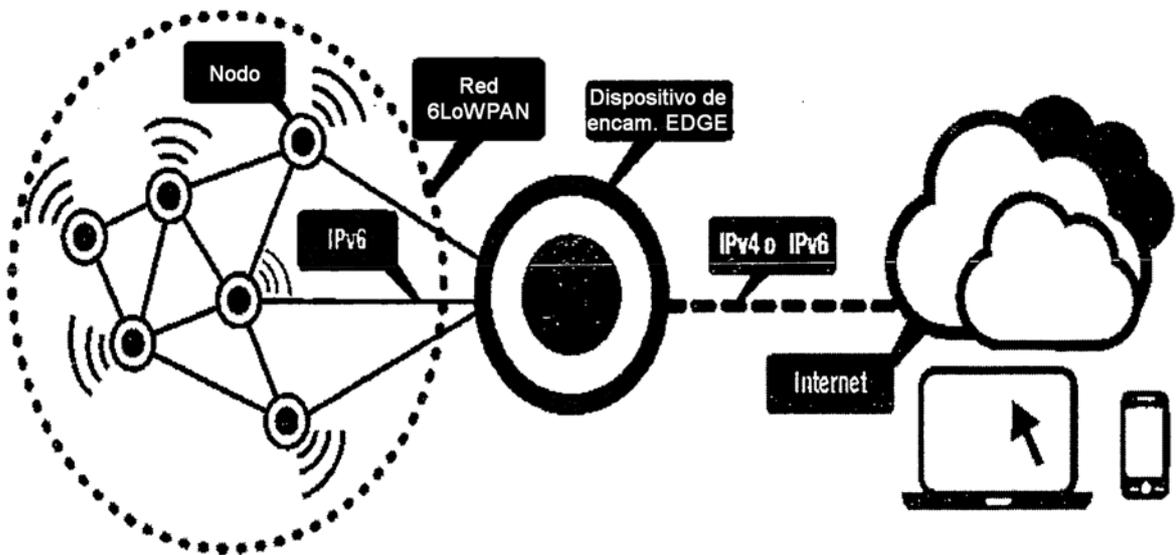


Fig. 6

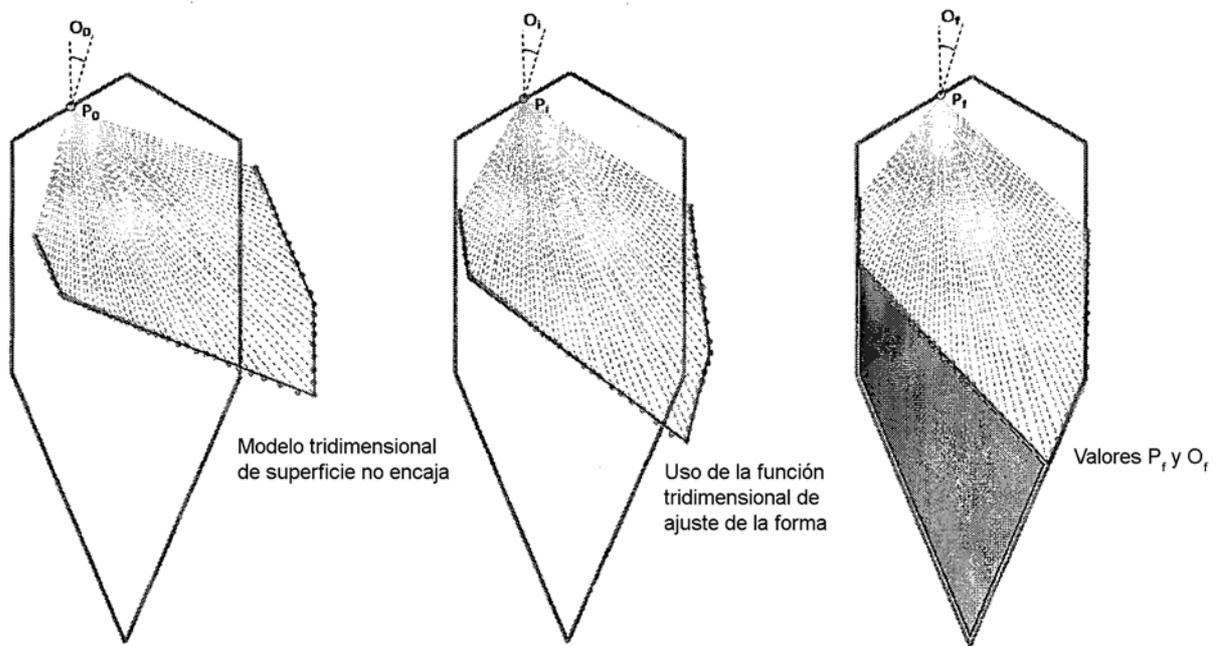


Fig. 7