

## **RESUMEN**

La solicitud se refiere a un dispositivo automatizado de captura de datos de suelo ensamblado a un vehículo autopropulsado.

Con el dispositivo se logra la captura de uno o múltiples datos de suelo, los cuales son transmitidos y almacenados de manera alámbrica o inalámbrica a través de un registrador de datos, además de la configuración de la información general del predio y clima, coordenadas geográficas, variables de suelo, la generación de mapas de contorno, y la exportación de la información a través de un interfaz inalámbrica.

El dispositivo de toma de datos se compone de sensores para la captura de uno o múltiples datos de suelo, un registrador de datos, una estructura de soporte, un bastidor como estructura de soporte para el registrador de datos, una antena RTK, cámaras frontales, cámaras traseras y batería, una plataforma vinculada a través de un servicio de transmisión inalámbrica para obtención de las coordenadas geográficas a identificar a través de las cámaras delanteras y cámaras traseras. El dispositivo se caracteriza por poseer un conjunto de espejos dispuestos en ángulos fijos que retornan la señal a un interferómetro y este a su vez rebota la señal hacia un detector produciendo un interferograma que representa un espectro de luz de intensidad continua por cada sensor.

La solicitud además reclama un método de obtención de propiedades químicas, físicas, mecánicas y biológicas del suelo que se ejecuta mediante el dispositivo de toma de datos.

# ***“DISPOSITIVO AUTOMATIZADO Y METODO DE CAPTURA, IDENTIFICACIÓN, MEDICIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS DE SUELO Y VARIACIÓN DE PARÁMETROS CLIMÁTICOS”***

## **CAMPO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere a un conjunto o dispositivo automatizado de captura de datos de suelo ensamblado a un vehículo autopropulsado y un método de obtención y procesamiento de variables de suelo que se realiza a través de dicho conjunto. El producto se ubica dentro del campo de la ingeniería electromecánica y electrónica.

## **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

En el estado de la técnica se encuentran documentos que divulgan dispositivos relacionados con tecnologías para la toma de datos de suelo tales como los enseñados en los siguientes documentos:

El producto divulgado en la solicitud de patente de invención **US20230020142** titulada ***“SITUATIONAL AWARENESS SYSTEM FOR AN AUTONOMOUS OR SEMI-AUTONOMOUS VEHICLE”*** se refiere a un método para reducir la cantidad de datos que es necesario almacenar, procesar y analizar cuando se intenta detectar y reconocer remotamente un objetivo. La ejecución del método se realiza por medio de un sistema multisensor de detección y adquisición de objetivo, específicamente un sistema láser, que incluye un sensor DIAL, una cámara multispectral para localizar, identificar y confirmar un objetivo de interés. El sistema incluye tres fuentes de láser pulsado.

El método de detección y reconocimiento se compone de forma general, de las etapas de - conectar un sensor DIAL multilínea para detectar uno o varios objetivos de interés, durante una primera pasada sobre una trayectoria preprogramada, - memorizar las posiciones de los objetivos detectados de la ROI en una tabla de consulta LUT informática; - durante una segunda pasada sobre la ROI, activar la conexión de otro sensor en, o cerca de la posición memorizada en la (LUT); - confirmar la presencia de los objetivos detectados utilizando el otro sensor y el sensor DIAL; - cuantificar los objetivos detectados utilizando datos adquiridos durante la primera y la segunda pasadas; - mapear cantidades y posiciones asociadas de los objetivos detectados de la ROI; - almacenar las cantidades y las posiciones asociadas de los objetivos detectados de la ROI en un ordenador como una imagen de mapa; - visualizar la imagen del mapa, en el que el otro sensor es una cámara multispectral que es conectada mediante un activador procedente del sensor DIAL multilínea.

En el estado de la técnica también encontramos la solicitud de patente española titulada como ***“DISPOSITIVO Y SISTEMA DE ILUMINACIÓN, SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y PROCESADO DE DATOS, MÉTODO DE CAPTACIÓN DE INFORMACIÓN DEL ENTORNO Y USO ASOCIADO”*** referenciada como

**ES2799073** que revela un sistema de almacenamiento y procesado de datos ubicado en la nube para la recogida de primeros datos obtenidos por al menos un dispositivo de iluminación y/o segundos datos procesados por al menos un dispositivo de iluminación, que comprende sistemas de procesado con capacidad de cálculo y visualización de indicadores, y/o de la realización de estudios descriptivos, predictivos y prescriptivos con los primeros datos y/o segundos datos obtenidos por al menos un dispositivo de iluminación.

El método de captación de información del entorno que revela la patente española citada comprende las etapas de: - adquisición de primeros datos obtenidos de al menos una variable del entorno físico; - procesamiento de los primeros datos obtenidos de al menos una variable del entorno físico; - transmisión de los segundos datos procesados por los medios de procesamiento hacia un sistema de almacenamiento y procesamiento de datos ubicado en la nube a través de un enlace.

Otro ejemplo de sistemas para toma de datos lo encontramos en la solicitud de patente denominada **“SISTEMA PARA DETERMINAR O VIGILAR UNA MAGNITUD DE ESTADO DE UN OBJETO A MEDIR Y PROCEDIMIENTO CORRESPONDIENTE”** con referencia **ES2901641** que divulga un sistema para determinar y/o vigilar al menos una magnitud de estado de un objeto a medir, con al menos un sensor para análisis, un dispositivo de control y un dispositivo de lectura, estando configurado el sensor de análisis para poderse introducir en el objeto a medir y permanecer allí, y para ser sensible a al menos un tipo de iones y generar datos de medición partiendo de una concentración del tipo de iones en el objeto a medir, estando configurado el dispositivo de control para controlar el sensor de análisis con respecto a la generación de los datos de medición, estando configurado el dispositivo de lectura para leer los datos de medición del sensor para análisis, y con una red independiente duradera con un nodo de red central común, estando previstos varios sensores para análisis que son sensibles al mismo tipo de iones o a tipos de iones diferentes, estando configurados los varios sensores de análisis para poder ser leídos mediante el nodo de red central común, presentando el dispositivo de lectura una primera unidad de lectura y una segunda unidad de lectura, estando configurada la primera unidad de lectura como el nodo de red central común, y siendo la segunda unidad de lectura una unidad de lectora móvil dispuesta en el exterior del objeto a medir, que está configurada para comunicar de forma inalámbrica con la primera unidad de lectora introducida en el objeto a medir, estando configurados los sensores para análisis y la primera unidad de lectura para estar enterradas de forma duradera en el objeto a medir, presentando el sistema además al menos una fuente de energía, que está configurada para abastecer al menos un sensor para análisis con energía, presentando la fuente de energía al menos un acumulador, y estando configurada la fuente de energía de tal modo que el acumulador puede cargarse de forma inductiva.

A pesar de que las mencionadas solicitudes se refieren a dispositivos, sistemas y métodos para la adquisición de información por medio de diferentes sensores, el reconocimiento de un objetivo en base a datos reunidos desde múltiples sensores

es muy costoso e ineficiente, también, la solidez del reconocimiento de objetivos basado en la fusión actual de datos de multisensores es cuestionable. Por esto, estas tecnologías distan mucho del dispositivo y método para captura de datos de suelo que proponemos en la presente solicitud ya que como revelaremos más adelante nuestro producto permite la captura de uno o múltiples datos de suelo, los cuales son transmitidos y almacenados de manera alámbrica o inalámbrica a través de un registrador de datos, además, el dispositivo permite, entre otras, la configuración de la información general del predio y clima, coordenadas geográficas, variables de suelo, la generación de mapas de contorno, y la exportación de la información a través de un interfaz inalámbrica.

Es claro entonces, que actualmente las empresas, grupos de investigación e investigadores necesitan disponer de soluciones que les brinden información en cualquier momento sobre las condiciones físicas, químicas y microbiológicas del suelo, información que requieren para incrementar la eficiencia de sus procesos productivos y para elaborar proyectos de producción agrícola sostenible.

## **DESCRIPCION DE LAS FIGURAS**

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un grupo de figuras en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1 muestra en plano (2D) y vista frontal: unos sensores (1), un registrador de datos (2), una estructura de soporte (3), un bastidor (4), un mecanismo de suspensión (4A) electrónico, una rótula (4B), unas ruedas (5), una antena RTK (6), unas cámaras frontales (7), unas cámaras traseras (8) y una batería (9) un compartimiento (10), un interruptor (14A).

La figura 2 revela en un plano (2D) una vista superior con: unos sensores (1), una estructura de soporte (3), un bastidor (4), unas ruedas (5), una antena RTK (6), unas cámaras frontales (7), unas cámaras traseras (8), una batería (9), un compartimiento (10) y un interruptor (14A).

La figura 3 divulga en plano (2D) donde se aprecia: una plataforma (11), un elemento (12) transmisión inalámbrica y un computador (13).

La figura 4 enseña un plano (2D) donde se observa: una fuente de luz (14) tipo láser, un interferómetro (15), espejos (16) de reflectancia, y un detector (17), dos réplicas (18) retardadas colineales de luz y un interferograma (19), un software (20) de calibración, un programa de cómputo (21).

La figura 5 presenta una vista isométrica (3D) donde se detallan: unos sensores (1), un registrador de datos (2), una estructura de soporte (3), un bastidor (4), unas ruedas (5), una antena RTK (6), unas cámaras frontales (7), unas cámaras traseras (8) un compartimiento (10), un interruptor (14A).

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención propone una solución al problema planteado antes que es la necesidad de generar información en tiempo real sobre las condiciones físicas, químicas y microbiológicas del suelo, como base para la toma de decisiones continuas y constantes sobre actividades necesarias en un esquema de producción agrícola sostenible tales como reducir el uso de fertilizantes, disminuir el agua de riego, y minimizar el impacto sobre el suelo por la implementación de las diferentes labores de mecanización agrícola referidas a la producción de cultivos.

El producto de nuestra solicitud corresponde a un dispositivo automatizado de captura, identificación, medición de parámetros físicos, químicos, microbiológicos de suelo y variación de parámetros climáticos en vehículo autopropulsado y un método de obtención y procesamiento de variables de suelo que se ejecuta mediante dicho dispositivo. El dispositivo para captura de datos de suelo comprende los siguientes elementos y características: unos sensores (1) que permiten la captura de uno o múltiples datos de suelo, los cuales son transmitidos y almacenados de manera alámbrica o inalámbrica a través de un registrador de datos (2). Los sensores (1) se encuentran instalados sobre una estructura de soporte (3) con una separación entre sensores (1) variable y una altura ajustable según la pendiente del terreno por evaluar. Un bastidor (4) se utiliza como estructura de soporte para el registrador de datos (2), una antena RTK (6), unas cámaras frontales (7), unas cámaras traseras (8) y una batería (9), sostenidos a su vez por un compartimiento (10) de cumple una función de protección y soporte. El bastidor (4) está unido a unas ruedas (5) que permiten el desplazamiento mecánico o automatizado del dispositivo, ajustando la velocidad de desplazamiento en función de los obstáculos que puedan ser detectados por las cámaras delanteras (7) y las cámaras traseras (8).

Respecto a la antena RTK (Real Time Kinematic) o de navegación cinética satelital en tiempo real (6) tiene la posibilidad de conectarse a una plataforma (11) vinculada a través de un servicio de transmisión inalámbrica (12) para una mayor precisión de las coordenadas geográficas que puedan identificarse a través de las cámaras delanteras (7) y cámaras traseras (8). La información almacenada en el registrador de datos (2) se puede transmitir a la plataforma (11) para consultar, procesar o descargar los datos en un computador (13). El bastidor (4) incluye un mecanismo de suspensión electrónica (4A) soportado en una rótula (4B) capaz de adaptarse y nivelar el dispositivo según las variaciones de pendiente del terreno.

El dispositivo automatizado de captura, identificación, medición de parámetros físicos, químicos, microbiológicos de suelo y variación de parámetros climáticos es novedoso e inventivo porque el conjunto de sensores (1) están fundamentados en la Espectroscopia de Transformada de Fourier "FT Spectroscopy". Desde una fuente de luz (14) el sensor (1) produce una luz tipo láser que choca con un interferómetro (15) que divide la luz en dos réplicas (18) retardadas colineales. Cada una de las réplicas (18) es reflejada por medio de espejos (16) dispuestos en ángulos fijos que retornan la señal al interferómetro (15) y este a su vez rebota la señal hacia un detector (17) produciendo un interferograma (19) que representa un

espectro de luz de intensidad continua por cada sensor (1) dispuesto en el dispositivo. Cada sensor (1) dispuesto envía el interferograma (19) hacia el registrador de datos (2) con transmisión a la plataforma (11). Cada interferograma (19) enviado desde el registrador de datos (2) es integrado en la plataforma (11) por medio de un programa de cómputo (21) enlazado a la plataforma (11) y a un computador (13).

En una configuración especial cada uno de los sensores (1) permite medidas simultáneas en un amplio espectro de longitudes de onda (desde rayos gamma – 10<sup>-16</sup> m a ondas de radio - 10<sup>4</sup> m). Además, permite concentrar el número de fotones que llegan al sensor (1), disminuyendo el ruido respecto a la señal. El interferograma (19) resultante tiene una resolución espectral fija, considerando que el dispositivo se mantiene en movimiento para la captura de datos.

Una aplicación o software (20) de calibración permite mantener constante el escaneo del interferómetro (15) sin afectar el rendimiento del sensor (1). El software (20) de calibración permite una alta precisión de longitud de onda cuando la fuente de luz (14) emite los fotones capturados por el detector (17), necesario para transformar las salidas gráficas en mapas de contorno de las variables por analizar. El sensor (1) permite ajustar la resolución espacial del interferograma (19) resultante independiente de la resolución espectral, según el grado de precisión en el análisis.

Por medio del Dispositivo automatizado de captura, identificación, medición de parámetros físicos, químicos, microbiológicos de suelo y variación de parámetros climáticos se puede ejecutar un método de obtención de datos de suelo a través de una aplicación o programa de cómputo (21) disponible en la plataforma (11) de navegación, con este conjunto se pueden configurar y gestionar la obtención de las variables del suelo capturadas por los sensores (1), e incluye las etapas de configuración de la información general del predio y clima, coordenadas geográficas, variables de suelo que se pretenden evaluar, configuración de los traslapes y recorrido por desarrollar por el dispositivo según los obstáculos que se puedan encontrar, el procesamiento de las variables individuales o integradas, la generación de mapas de contorno, y la exportación de la información a través de un interfaz inalámbrica que permite la conexión con servicios en la nube.

El dispositivo y método de la solicitud tienen como objetivo facilitar la toma de decisiones sobre las diferentes actividades agronómicas referidas a la producción de cultivos, generando y gestionando información automatizada y en tiempo real, y facilitar el acompañamiento de un profesional frente a las recomendaciones técnicas de manejo preciso de los cultivos, incentivando una reducción de los gastos y un aumento o sostenimiento de los rendimientos de producción.

La invención permite a través de los sensores (1) identificar y medir parámetros físicos, químicos y microbiológicos de suelo, así como la variación de parámetros climáticos como humedad relativa, velocidad de vientos, temperatura, emulando diferentes condiciones referidas a la captura de datos mientras ocurre el desplazamiento del dispositivo sobre un terreno. Algunos de los parámetros que mide el dispositivo son:

- Propiedades químicas: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Conductividad Eléctrica (EC), pH (ph).
- Propiedades físicas: Humedad (Hs), Temperatura (T).
- Propiedades mecánicas: Resistencia a la penetración (RP).
- Propiedades biológicas: Materia orgánica (MO).

## METODO DE CAPTURA, IDENTIFICACIÓN, MEDICIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS DE SUELO Y VARIACIÓN DE PARÁMETROS CLIMÁTICOS.

El método de obtención de propiedades químicas, físicas, mecánicas y biológicas del suelo que se ejecuta mediante el dispositivo automatizado de captura, identificación, medición de parámetros físicos, químicos, microbiológicos de suelo y variación de parámetros climáticos comprende las etapas:

- a) Ingreso preliminar de coordenadas geográficas del predio con al menos 4 puntos o vértices identificados: configuración de la información general del predio y clima, coordenadas geográficas, variables de suelo que se pretenden evaluar.
- b) Identificación de las condiciones topográficas del terreno y los posibles obstáculos a través de imágenes satelitales o con ortomosaicos: configuración de los traslapes y recorrido por desarrollar por el dispositivo según los obstáculos que se puedan encontrar.
- c) Configuración inicial de las cámaras delanteras (7) y traseras (8) a partir de las condiciones simuladas.
- d) Traslado y activación del dispositivo para su operación por medio de un interruptor (14A).
- e) Sincronización de la antena RTK (6) y de los sensores (1) según las variables por evaluar.
- f) Inspección y verificación de los sistemas integrados de operación y transmisión de datos.
- g) Inicio del recorrido y captura de datos por medio de los sensores (1): iniciar el recorrido del terreno y capturar los datos por medio del conjunto de sensores (1) fundamentados en la Espectroscopia de Transformada de Fourier. Producir por el sensor (1) una luz tipo láser que choca con un interferómetro (15) que divide la luz en dos réplicas (18), reflejar cada una de las réplicas (18) por medio de espejos (16) dispuestos en ángulos fijos, retornar la señal al interferómetro (15) y enviar por este la señal hacia un detector (17) y producir un interferograma (19). Enviar por el sensor (1) el interferograma (19) hacia el registrador de datos (2) con transmisión a la plataforma (11). Integrar por el programa de cómputo (21) cada interferograma (19) en la plataforma (11).

- h) Transmisión de datos a la plataforma (11): transmitir la información almacenada en el registrador de datos (2) a la plataforma (11) para consultar, procesar o descargar los datos en un computador (13).
- i) Procesamiento de datos y resultados gráficos a través de la plataforma (11). Procesamiento de las variables individuales o integradas.
- j) Generación de mapas: emitir por la fuente de luz (14) los fotones capturados por el detector (17) para transformar las salidas gráficas y generar los mapas de contorno de las variables por analizar.
- k) Exportación de la información a través de un interfaz inalámbrica que permite la conexión con servicios en la nube.

## **FIGURAS**

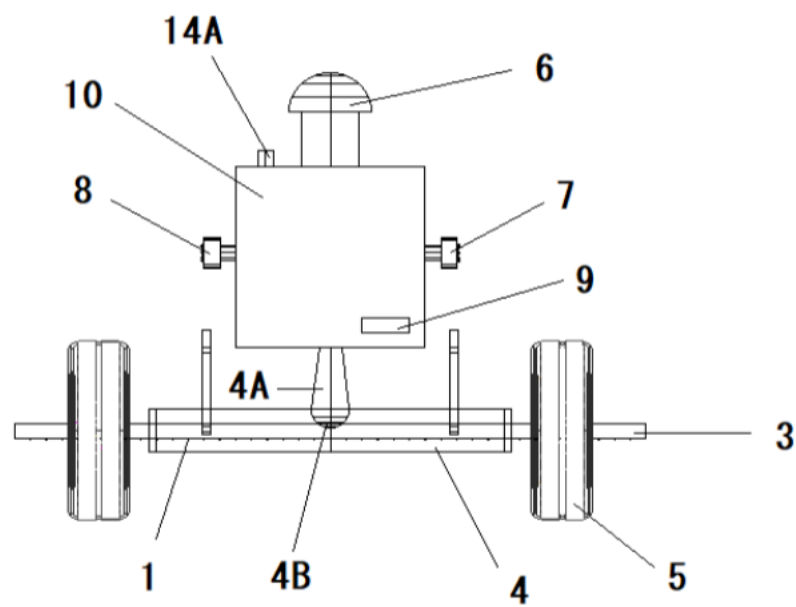


Figura 1.

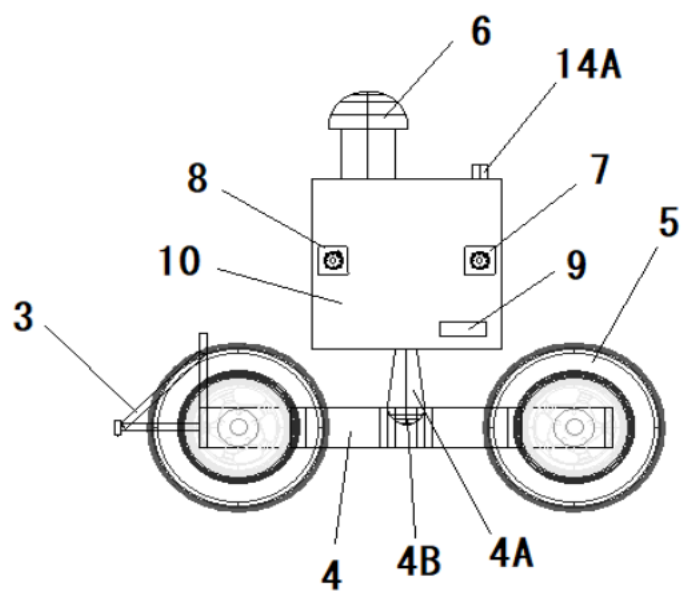


Figura 2.

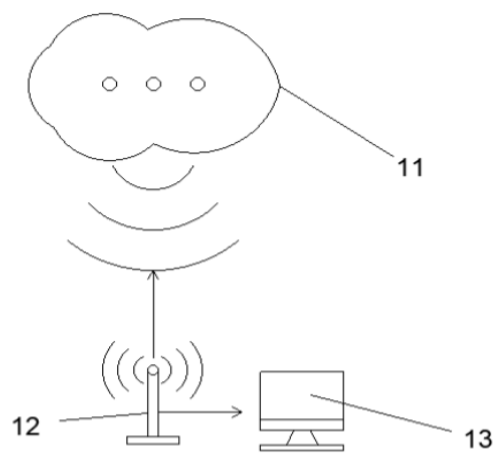


Figura 3.

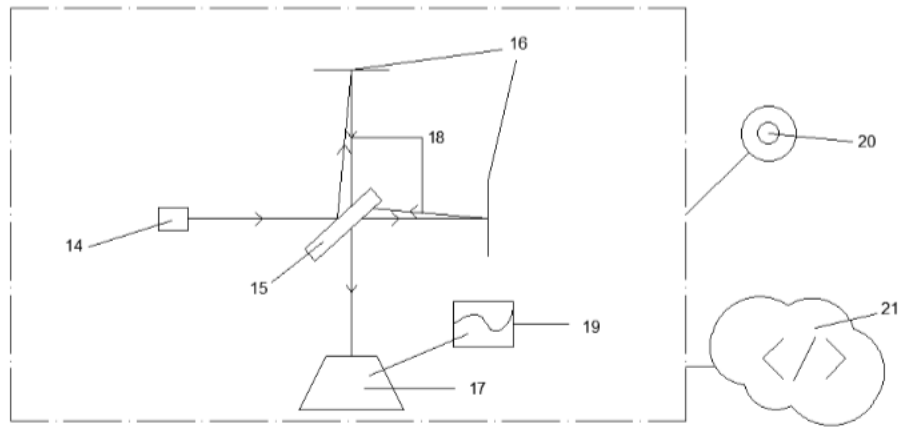


Figura 4.

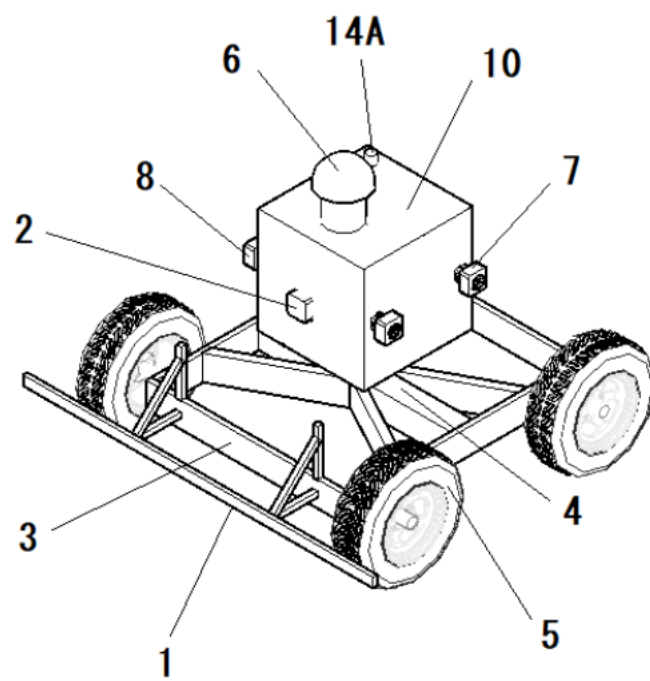


Figura 5.