

SISTEMA Y MÉTODO PARA CULTIVO DE PLANTAS

CAMPO TÉCNICO

5

La presente divulgación se relaciona con sistemas automatizados y métodos para cultivo de plantas. Particularmente, el desarrollo está dirigido a un sistema modular y portátil, y a un método, para cultivar plantas por foto-estimulación.

10 DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA TÉCNICA

En la actualidad, agricultores y comunidades rurales deben adaptarse al cambio climático. Dichos actores son altamente vulnerables a los fenómenos naturales alterados, debido a que la productividad y calidad de los cultivos que producen pueden verse amenazadas por el
15 clima, la escasez de agua y la tierra disponible. Por ejemplo, los cultivos de alfalfa son un recurso fundamental para la producción agropecuaria por su excelente rendimiento y calidad nutricional, especialmente para su consumo en ganadería y cría de especies menores y su disponibilidad puede verse disminuida debido a los fenómenos climáticos, escasez de agua o
20 suelos no aptos para su cultivo. Adicionalmente, la necesidad de aplicar plaguicidas en los cultivos trae consecuencias negativas en la salud de las personas, los animales, como también, resulta perjudicial para el medio ambiente. De acuerdo con lo anterior, se presenta la necesidad de cultivar plantas en ambientes controlados. Por lo tanto, el estado de la técnica divulga sistemas y métodos para llevar a cabo dichos cultivos, como los descritos en los documentos CN207322109U y CN213881105U.

25

Dicho documento CN207322109U divulga un dispositivo para cultivar vegetales con luz artificial. Dicho dispositivo comprende un sistema de alimentación de energía eléctrica, una cubierta de aislamiento (2), un recinto de control (3), un sistema de acondicionamiento de temperatura y humedad (4), un sistema de atomización (5), una fuente de luz artificial de
30 crecimiento de plantas (6) y sistema de control de inteligencia (7).

Además, CN207322109U indica que el sistema de alimentación de energía eléctrica comprende un módulo fotovoltaico, un generador impulsado por viento, batería de almacenamiento e inversor. Por su parte, la cubierta de aislamiento incluye una estructura
35 de acero y un módulo de aislamiento de luz resistente al fuego. En cuanto al sistema de acondicionamiento de temperatura y humedad, este garantiza la temperatura óptima requerida para el crecimiento de las plantas, por medio de un aire acondicionado, cilindros de acero de CO₂ y humidificador, en asociación con el sistema de control de inteligencia.

Además, CN207322109U divulga que el sistema de atomización (5), incluye un tanque de almacenamiento de fluidos, una bomba y un rociador. Bajo la coordinación del sistema de control de inteligencia, el sistema de atomización (5) suministra nutrientes a las plantas. Por su parte, la fuente de luz artificial de crecimiento de plantas se compone de LEDs y opera bajo la coordinación del sistema de control de inteligencia.

Por otro lado, el documento CN213881105U divulga un dispositivo para plantas con luz artificial. Dicho dispositivo comprende un cuerpo del dispositivo provisto de una base deslizante que se utiliza para colocar plantas. También, el dispositivo comprende un dispositivo de temperatura constante, que en una modalidad de la divulgación, se compone de un cuerpo principal, dos ventiladores, dos disipadores de calor, y una pieza de refrigeración dispuestos en el cuerpo principal. Además, el dispositivo comprende un humidificador de aire para aumentar la humedad dentro del cuerpo del aparato y un dispositivo de iluminación para proporcionar una iluminación adecuada. Asimismo, el dispositivo comprende un módulo de control conectado eléctricamente con el dispositivo de temperatura constante, el humidificador de aire y el dispositivo de iluminación respectivamente y se usa para controlar los componentes.

En una realización de la divulgación de CN213881105U, el dispositivo de iluminación comprende un grupo de lámparas de luz roja, un grupo de lámparas de luz verde y un grupo de lámparas de luz azul, y el grupo de lámparas correspondiente es operado a través de una instrucción enviada por el módulo de control. Además, en algunas realizaciones el módulo de control comprende un módulo sensor y un módulo procesador, donde el módulo sensor envía datos detectados al módulo procesador, y el módulo procesador analiza los datos y luego ajusta los parámetros ambientales en el cuerpo principal del dispositivo. Dicho módulo sensor puede corresponder a un sensor de temperatura y humedad y un sensor de intensidad lumínica. Adicionalmente, el módulo de control puede comprender una pantalla de visualización conectada eléctricamente con el módulo sensor y el módulo procesador respectivamente.

Sin embargo, el estado del arte no comprende un sistema para cultivo de plantas que sea desarmable y modular, de manera que este pueda cambiar de ubicación fácilmente. Así como tampoco divulga un sistema de riego que llegue a cada una de las plantas.

BREVE DESCRIPCIÓN

La presente divulgación se relaciona con un sistema y método para cultivo de plantas. Donde dicho sistema comprende una estructura de soporte donde se apoyan las plantas y que limita un espacio de cultivo. Además, el sistema comprende un dispositivo de radiación lumínica dispuesto dentro de la estructura de soporte, un dispositivo de transferencia de calor dispuesto

en la estructura de soporte y un humidificador dispuesto dentro del espacio de cultivo. También, el sistema comprende un arreglo de canales conectados a las plantas y una bomba conectada al arreglo de canales, para distribuir una solución nutritiva a las plantas. Adicionalmente, el sistema incluye una pluralidad de sensores dispuestos dentro del espacio de cultivo y una unidad de procesamiento conectada al dispositivo de radiación lumínica, al dispositivo de transferencia de calor, al humidificador, a la bomba y a la pluralidad de sensores. Donde la unidad de procesamiento, de acuerdo con la información brindada por los sensores, controla la operación del dispositivo de radiación lumínica, el dispositivo de transferencia de calor, el humidificador, y la bomba.

En una realización del sistema, la estructura de soporte está cubierta por placas aislantes para que el espacio de cultivo sea un espacio cerrado. Además, la pluralidad de sensores mide la temperatura y humedad del espacio de cultivo y el pH de la solución nutritiva. Mientras que el dispositivo de radiación lumínica se constituye por una matriz de diodos emisores de luz (LEDs) que emite luz azul en una longitud de onda entre 455nm y 490nm, y luz roja en una longitud de onda entre 620nm y 780nm.

Opcionalmente, el dispositivo de transferencia de calor tiene una pluralidad de celdas peltier con un sistema de refrigeración, y dicho sistema de refrigeración consiste de un radiador con ventilador.

Por su parte, el método para cultivo de plantas comprende un primer paso de obtener con una pluralidad de sensores un dato de temperatura, un dato de humedad y un dato de pH de solución nutritiva de un espacio de cultivo. También el método comprende un segundo paso de transmitir el dato de temperatura, el dato de humedad y el dato de pH de solución nutritiva de la pluralidad de sensores a una unidad de procesamiento. Y finalmente un tercer paso de comparar con la unidad de procesamiento el dato de temperatura, el dato de humedad y el dato de pH de solución nutritiva de la segunda etapa con un rango de referencia de temperatura, un rango de referencia de humedad, y un rango de referencia de pH de solución nutritiva respectivamente. Si el dato de temperatura es diferente al rango de referencia de temperatura operar con la unidad de procesamiento un dispositivo de transferencia de calor. Por otro lado, si el dato de humedad es diferente al rango de referencia de humedad operar con la unidad de procesamiento un humidificador y si el dato de pH de solución nutritiva es diferente al rango de referencia de pH de solución nutritiva reemplazar la solución nutritiva y operar con la unidad de procesamiento una bomba.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La FIG. 1 muestra un esquema de una modalidad del sistema para cultivo de plantas, donde se observa la estructura de soporte donde se apoyan las plantas, el dispositivo de radiación lumínica, el dispositivo de transferencia de calor, un humidificador y la pluralidad de

sensores. Adicionalmente, se observa el arreglo de canales conectados a las plantas y una bomba conectada al arreglo de canales, para distribuir una solución nutritiva a las plantas.

La FIG. 2 muestra un esquema de una modalidad del sistema para cultivo de plantas, donde se observa estructura de soporte cubierta por una placa aislante, para definir el espacio de cultivo como un espacio cerrado.

La FIG. 3 muestra una modalidad del dispositivo de transferencia de calor del sistema para cultivo de plantas, donde se observa una celda peltier con un radiador y un ventilador como sistema de refrigeración de dicha celda peltier.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La presente divulgación está dirigida a un sistema y método para cultivo de plantas. Dicho sistema de la presente divulgación es un sistema automatizado para fabricar plantas por fotoestimulación por medio de producción hidropónica. También, dicho sistema es una forma de “sistema cerrado de producción de plantas” (en adelante CPPS, por sus siglas en inglés), donde todos los insumos suministrados son fijados por las plantas con mínima emisión al ambiente exterior. Generalmente, en un CPPS no se usan plaguicidas ya que los cultivos se desarrollan en un ambiente cerrado y controlado. De igual forma, se promueve el uso eficiente de recursos importantes como el agua, la energía y el área de cultivo.

El sistema de la presente divulgación tiene como objetivos, maximizar la cantidad de plantas producidas al usar la mínima cantidad de recursos, generar la mayor eficiencia en el uso de dichos recursos, minimizar la expulsión de contaminantes y optimizar los costos que permitan alcanzar lo anterior.

Haciendo referencia a la FIG.1, el sistema (100) para cultivo de plantas comprende:

- una estructura de soporte (10) donde se apoyan las plantas y que limita un espacio de cultivo;
- un dispositivo de radiación lumínica (20) dispuesto dentro de la estructura de soporte (10);
- un dispositivo de transferencia de calor (30) dispuesto en la estructura de soporte (10);
- un humidificador (40) dispuesto dentro del espacio de cultivo;
- un arreglo de canales (50) conectados a las plantas;
- una bomba (60) conectada al arreglo de canales (50), para distribuir una solución nutritiva a las plantas;
- una pluralidad de sensores (70) dispuestos dentro del espacio de cultivo; y

- una unidad de procesamiento (80) conectada al dispositivo de radiación lumínica (20), al dispositivo de transferencia de calor (30), al humidificador (40), a la bomba (60) y a la pluralidad de sensores (70).

5 Donde la unidad de procesamiento (80), de acuerdo con la información brindada por los sensores, controla la operación del dispositivo de radiación lumínica (20), el dispositivo de transferencia de calor (30), el humidificador (40), y la bomba (60).

10 Dicho espacio de cultivo, en el sistema (100), no se ve afectado por el clima exterior y la fertilidad del suelo. Además, las condiciones del espacio de cultivo, como la concentración de fitonutrientes, la temperatura y humedad, se pueden adecuar. Igualmente, la calidad de la luz aplicada por medio del dispositivo de radiación lumínica (20), puede ajustarse en irradiancia y espectro electromagnético. La luz es un factor crítico, el cual tiene una gran influencia desde la germinación de la semilla hasta la floración y la posible fructificación de la planta.

15 Haciendo referencia a la estructura de soporte (10), esta es un elemento que soporta el peso de los componentes del sistema (100), tales como las plantas y la bandeja de germinación donde se siembran, el dispositivo de radiación lumínica (20), el dispositivo de transferencia de calor (30), el humidificador (40), el arreglo de canales (50) y la pluralidad de sensores (70). Opcionalmente, la estructura de soporte (10) también puede soportar la bomba (60) y/o la unidad de procesamiento (80).

20 En una modalidad de la divulgación, la estructura de soporte (10) puede corresponder a una placa, un bloque o a una barra que se fija a una superficie por medio de elementos de fijación mecánicos tales como tornillos o pernos, o por medio de soldadura o de adhesivos. También, en algunas modalidades de la invención, dicha estructura de soporte (10) puede tener forma de cuerpo geométrico como, por ejemplo, un cilindro, una pirámide o un prisma. Sin embargo, en otras modalidades, la estructura de soporte (10) puede corresponder a uno o más perfiles, con cualquier tipo de sección transversal, anclados a la superficie, o simplemente apoyados en ella.

25 Haciendo referencia a la FIG.1, en una realización de la divulgación, la estructura de soporte (10) es desarmable y modular. Esto con el fin de que el espacio de cultivo pueda ampliarse o reducirse de acuerdo con los requerimientos de un usuario. Además, al ser desarmable y modular, el sistema (100) puede transportarse con facilidad de una locación a otra. Dicho espacio de cultivo limitado por la estructura de soporte (10) puede tener un tamaño desde 1m³ a 20m³ o cualquiera de acuerdo a las necesidades del usuario.

Por otra parte, dicha estructura de soporte (10) puede estar fabricada de un material metálico que se selecciona entre aluminio, acero al carbono, fundiciones de hierro, hierro galvanizado, aceros al cromo, aceros al cromo-níquel, aceros al cromo-níquel-titanio, aleación de níquel-cromo-molibdeno-tungsteno, aleaciones ferrosas al cromo-molibdeno, acero aleado con

5 manganeso y combinaciones de los anteriores. Además, dicho material metálico de la estructura de soporte (10), puede incluir un baño con pinturas anticorrosivas que protejan los elementos de la oxidación.

También, la estructura de soporte (10) puede fabricarse en otros materiales como polímeros,

10 resinas, o materiales compuestos como resinas reforzadas con fibras.

Haciendo referencia a la FIG. 2 en una realización de la divulgación la estructura de soporte (10) está cubierta por placas aislantes (11) y el espacio de cultivo es un espacio cerrado por dichas placas aislantes (11), las cuales se fabrican a partir de películas o láminas

15 de materiales poliméricos o cerámicos tales como polietileno, politetrafluoroetileno (PTFE), acrílicos entre otros. Las placas aislantes (11) permiten controlar la atmosfera de dicho espacio de cultivo cerrado de una forma más precisa y evitan que el ambiente exterior al espacio cerrado afecte el espacio de cultivo. De esta manera, la humedad y la temperatura varían únicamente en función de la operación del humidificador (40) y del dispositivo de

20 transferencia de calor (30). Adicionalmente, en una realización más controlada del sistema (100), las placas aislantes (11) impiden la entrada de luz del exterior, de manera que la radiación lumínica que llegue a las plantas, únicamente provenga del dispositivo de radiación lumínica (20).

Lo anterior es importante, ya que la luz induce una reprogramación de los patrones de expresiones génicas en las plantas, esto debido a la manipulación de los fotorreceptores. Es así, como la fotoestimulación de plantas usada en el sistema (100) de la presente divulgación, es un método sostenible, no contaminante para la producción de alimentos, que por medio del control de factores abióticos como la luz, logra estimular la morfogénesis de plantas con

25 el fin de mejorar su calidad fisiológica y nutricional.

Respecto al dispositivo de radiación lumínica (20), este puede corresponder a una fuente de radiación electromagnética que se puede seleccionar del grupo conformado por: un LED, un arreglo o pluralidad de LEDs, un arreglo de luces LED ultravioleta, una fuente LED UV 1-3

35 W 365, fuentes de radiación UV como lámparas de xenón, lámparas de deuterio, lámparas de mercurio-xenón, lámparas de haluro metálico, lámparas halógenas y fuentes de radiación electromagnética equivalentes conocidas por una persona medianamente versada en la materia, y combinación de las anteriores.

Sin embargo, en una realización de la divulgación el dispositivo de radiación lumínica (20) se constituye por una matriz de diodos emisores de luz (LEDs). Donde la matriz de diodos emisores de luz (LEDs) emite luz azul en una longitud de onda entre 455nm y 490nm; y luz roja en una longitud de onda entre 620nm y 780nm. Lo anterior permite una gran influencia desde la germinación de la semilla hasta la floración y la posible fructificación. Según reportes de estudios genómicos, se ha demostrado que la luz induce una reprogramación de los patrones de expresiones génicas en las plantas, esto debido a la manipulación de los fotorreceptores. Es así, como este método sostenible no contaminante para la producción de alimentos, afecta principalmente factores abióticos como la luz, y logra estimular la morfogénesis de plantas con el fin de mejorar su calidad fisiológica y nutricional.

Donde en una realización del sistema (100), la irradiancia dentro del espacio de cultivo se controla por modulación de ancho de pulso (PWM) a través de transistores IGBT, los cuales, suministran la corriente suficiente a la matriz de LEDs por tiempos programados en periodos de 10 milisegundos. También, se realiza la configuración espectral en las bandas del azul y el rojo según la necesidad de las plantas, en cada etapa de desarrollo.

Por otro lado, el dispositivo de transferencia de calor (30), permite mantener una temperatura específica en el espacio de cultivo, incrementando o disminuyéndola de acuerdo con los parámetros definidos para cada tipo de plantas. Dicho dispositivo de transferencia de calor (30) puede ser un elemento o un conjunto de elementos. Por el ejemplo, el dispositivo de transferencia de calor (30) puede corresponder a un intercambiador de calor que se selecciona del grupo compuesto por intercambiadores de contacto directo, intercambiadores de contacto indirecto, intercambiadores alternativos, intercambiadores de superficie, intercambiadores de placas, intercambiadores de tubos, intercambiadores con aletas, intercambiadores de flujos cruzados, intercambiadores de flujos paralelos, intercambiadores en co-corriente, intercambiadores en contracorriente.

Más específicamente, el dispositivo de transferencia de calor (30) puede ser o incluir ventiladores, disipadores de calor como radiadores con aletas, entre otros. Además, el dispositivo de transferencia de calor (30) también puede incluir calentadores que se seleccionan del grupo compuesto por calentadores de resistencias eléctricas, calentadores a gas, calentadores de chaqueta de vapor, calentadores de carbón, calentadores que usan elementos combustibles o calentadores solares.

Haciendo referencia a la FIG. 3, en una realización de la divulgación, el dispositivo de transferencia de calor (30) consiste en una pluralidad de celdas peltier (31) con un sistema de refrigeración que consiste de un radiador (32) y un ventilador (33). Las celdas peltier (31) se encargan de transmitir el calor del interior del espacio de cultivo al exterior. De manera que, en la cara fría de la celda peltier (31) se hace circular el aire del interior del espacio de

cultivo para bajar la temperatura a un nivel deseado. Dicha pluralidad de celdas peltier (31) con su sistema de refrigeración permite ofrecer un ambiente controlado y adecuado al espacio de cultivo.

5 Por su parte, y haciendo referencia a la FIG. 1, el sistema (100) comprende un humidificador (40), que de ser necesario, y de acuerdo al tipo de plantas, proporciona humedad al espacio de cultivo. Dicho humidificador (40) puede seleccionarse del grupo compuesto por vaporizadores (que usan electricidad para crear vapor, el cual se enfría antes de salir de la unidad), humidificadores ultrasónicos (que usan vibraciones para vaporizar el
10 agua), evaporadores (que producen humedad al soplar el aire para evaporar el agua), humidificadores impulsores (que usan discos giratorios, en lugar de calor, para vaporizar el agua), o humidificadores centrales (que se conectan a un aire acondicionado central de un recinto para agregar humedad a todo el espacio). Además, el humidificador (40) puede incorporar un tanque de agua o conectarse a una fuente de agua externa.

15 Por otro lado, haciendo referencia a la FIG.1 y FIG. 2, el sistema (100) incluye un arreglo de canales (50) conectado a los recipientes o bandejas de germinación donde se siembran las plantas, que permite controlar la irrigación hacia a estas. Dicho arreglo de canales (50) puede corresponder a una serie de tuberías cerradas o parcialmente abiertas que llegan hasta la
20 región cercana a las raíces de las plantas. De tal manera que a través de dicho arreglo de canales (50) se transporta una solución nutritiva que se aloja en un tanque de almacenamiento y que es impulsada por una bomba (60).

Dicha bomba (60) puede seleccionarse del grupo compuesto por bombas de engranes,
25 bombas de aspa, bombas de tornillo, bombas de cavidad progresiva, bombas de lóbulo o bomba de levas, bombas peristálticas, bombas reciprocantes, bombas centrifugas, bomba dúplex, bomba de diafragma, bomba de doble diafragma, bombas dilaceradoras u otras bombas equivalentes conocidos por una persona versada en la materia técnica.

30 La irrigación aplicada por medio del arreglo de canales (50) y la bomba (60) se basa en la técnica de película de nutrientes (NFT), el cual, consiste en ductos que llevan la solución nutriente aplicada en uno de sus extremos. La aplicación de solución nutriente se realiza desde el tanque de almacenamiento, por medio de una bomba (60) peristáltica, preferiblemente, ya que no tiene piezas móviles en contacto con la solución y también elimina
35 la necesidad del uso de válvulas de paso, evitando la contaminación de la solución o el daño de equipos por corrosión. La inyección de solución nutriente se puede realizar por medio de un actuador lineal, que se posiciona con precisión en cada uno de los extremos de los canales (50). Finalmente, toda la solución nutriente retorna al tanque de almacenamiento, a través de los mismos u otros canales de retorno, después de circular por las plantas del espacio de
40 cultivo.

Por otra parte, haciendo referencia a la FIG.1, en una modalidad del sistema (100), la pluralidad de sensores (70) miden la temperatura y humedad del espacio de cultivo y el pH de la solución nutritiva. Además, dicha pluralidad de sensores (70) también pueden medir la irradiancia del espacio de cultivo. La pluralidad de sensores (70) puede incluir sensores de temperatura de tipo termistores PTC, termistores NTC, sensores de contacto, de no-contacto, mecánicos, y eléctricos. Además, dicha pluralidad de sensores (70) puede incluir sensores de humedad de tipo mecánico (que aprovechan los cambios de dimensiones que sufren ciertos tipos de materiales en presencia de la humedad), basados en sales higroscópicas (que deducen el valor de la humedad en el ambiente a partir de una molécula cristalina que tiene mucha afinidad con la absorción de agua), por conductividad (donde la presencia de agua en un ambiente permite que a través de unas rejillas de oro circule una corriente eléctrica), capacitivos (basados en el cambio de la capacidad que sufre un condensador en presencia de humedad), infrarrojos (que absorben parte de la radiación que contiene el vapor de agua) o resistivos (que aplican un principio de conductividad de la tierra, donde cuanto más cantidad de agua hay en la muestra, más alta es la conductividad de la tierra). También, la pluralidad de sensores (70) puede incluir un sensor de irradiancia.

Finalmente, el sistema (100) comprende una unidad de procesamiento (80) la cual es un dispositivo que permite procesar los datos provenientes de algún elemento externo, como por ejemplo, la pluralidad de sensores (70). La unidad de procesamiento (80) analiza los datos que puede enviar a un elemento externo y lleva a cabo acciones como lo puede ser la generación de una señal de control y/o la generación de un dato, por ejemplo, un dato de temperatura, un dato de humedad y un dato de pH de solución nutritiva, entre otras posibles acciones que puede llevar a cabo.

Se entenderá en la presente divulgación por dato a una representación simbólica que puede ser numérica, alfabética, algorítmica, lógica, y/o vectorial que codifica información. Un dato puede tener una estructura o trama compuesta de bloques de caracteres o de bits que representan diferentes tipos de información. Cada bloque se conforma de cadenas de caracteres, números, símbolos lógicos, entre otros.

También un dato puede formarse solo de bits (cadenas en lenguaje binario), formarse de caracteres formados uno a uno por una combinación de bits, formarse a partir de campos, registros o de tablas formadas de campos y registros, o formarse de archivos de intercambio de datos (formatos como csv, json, xls, entre otros). Además, un dato puede ser una matriz de n filas por m columnas. A su vez un dato puede contener varios datos.

Por ejemplo, cuando el dato tiene estructura de trama, la trama puede tener un bloque de caracteres de identificación, conocida generalmente como encabezado o “header”, la cual

contiene información relacionada con un dispositivo de cómputo o procesador que envía el dato, y puede contener información relacionada con un dispositivo de cómputo o procesador que recibe el dato.

5 En cuanto a la unidad de procesamiento (80) esta puede ser cualquier unidad de cómputo o procesamiento de datos, módulo de procesamiento, o cualquier dispositivo que procesa datos, por ejemplo, microcontroladores, microcontroladores que incluyen al menos un conversor análogo a digital A/D, ordenadores de placa simple (SBC), micro procesadores, DSCs (Digital Signal Controller por sus siglas en inglés), FPGAs (Field Programmable Gate Array por sus siglas en inglés), CPLDs (Complex Programmable Logic Device por sus siglas en inglés), ASICs (Application Specific Integrated Circuit por sus siglas en inglés), SoCs (System on Chip por sus siglas en inglés), PSoCs (Programmable System on Chip por sus siglas en inglés), DSP (en inglés de digital signal processor), computadores, servidores, tabletas, celulares, celulares inteligentes, generadores de señales y unidades de cómputo conocidas por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de estas. Además, la unidad de procesamiento (80) puede ser o incluir una unidad de procesamiento programada para ejecutar el método de la presente invención, que se explicará más adelante.

Por ejemplo, en algunas realizaciones del sistema de la presente divulgación la unidad de procesamiento (80), el dispositivo de radiación lumínica (20), el dispositivo de transferencia de calor (30), el humidificador (40), la bomba (60) y la pluralidad de sensores (70) se conectan inalámbricamente mediante por ejemplo módulos de comunicaciones inalámbricas que usan una tecnología de comunicación inalámbrica que se selecciona del grupo conformado por Bluetooth, WiFi, Radio Frecuencia RF ID (por las siglas en inglés de Radio Frequency Identification), UWB (por las siglas en inglés de Ultra Wide B-and), GPRS, Konnex o KNX, DMX (por sus siglas en inglés, Digital MultipleX), CDMA, GSM, UMTS, CDMA2000, EVDO, HSDPA, HSUPA, HSPA+, LTE, LTE Advanced, LTE Advanced, LTE Advanced Pro, Mobile WiMAX, IR (infrarrojo), 5G NR y tecnologías de comunicación inalámbricas equivalentes que sean conocidos por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de las anteriores.

Igualmente en algunas realizaciones del sistema de la presente divulgación la unidad de procesamiento (80) se conecta al dispositivo de radiación lumínica (20), al dispositivo de transferencia de calor (30), al humidificador (40), a la bomba (60) y a la pluralidad de sensores (70) de forma alámbrica mediante, por ejemplo módulos de comunicaciones alámbricas que tienen un puerto de conexión cableada que permite la comunicación con los dispositivos externos mediante un bus de comunicaciones, el cual se selecciona entre otros, del grupo conformado por I2C (del acrónimo de IIC Inter-Integrated Circuit), CAN (por las siglas en inglés de Controller Area Network), Ethernet, SPI (por las siglas en inglés de Serial Peripheral Interface), SCI (por las siglas en inglés de Serial Communication Interface), QSPI

(por las siglas en inglés de Quad Serial Peripheral Interface), 1-Wire, D2B (por las siglas en inglés de Domestic Digital Bus), Profibus y otros conocidos por una persona medianamente versada en la materia, y combinaciones de los mismos.

5 En una realización del dispositivo de la presente divulgación la unidad de procesamiento (80), puede conectarse, para enviar datos, a un módulo de comunicaciones con uno o más puertos de conexión configurados para acceder a una red de comunicaciones, por ejemplo, una red alámbrica, una red inalámbrica y combinaciones de las mismas. Ejemplos de redes de comunicaciones pueden ser la internet, redes VPN, redes LAN, WAN, otras redes de
10 comunicaciones equivalentes y similares conocidas por una persona medianamente versada en la materia, y combinaciones de las mismas.

En cualquier modalidad del sistema de la presente divulgación la unidad de procesamiento (80), se puede conectar a un módulo de memoria, para almacenar datos como el dato de
15 temperatura, el dato de humedad y el dato de pH de solución nutritiva, entre otros posibles datos que se pueden recolectar. Se entenderá en la presente divulgación por módulo de memoria, un elemento de hardware que incluye, pero no se limita a, memorias RAM (memoria caché, SRAM, DRAM, DDR), memoria ROM (Flash, Caché, discos duros, SSD, EPROM, EEPROM, memorias ROM extraíbles (v.g. SD (miniSD, microSD, etc), MMC (
20 MultiMedia Card), Compact Flash, SMC (Smart Media Card), SDC (Secure Digital Card), MS (Memory Stick), entre otras)), CD-ROM, discos versátiles digitales (DVD por las siglas en inglés de Digital Versatile Disc) u otro almacenamiento óptico, casetes magnéticos, cintas magnéticas, almacenamiento o cualquier otro medio que pueda usarse para almacenar información y a la que se puede acceder por una unidad de cómputo, unidad de
25 procesamiento, o módulo de procesamiento. En los módulos de memoria generalmente se incorporan instrucciones, estructuras de datos, módulos de programas informáticos. Algunos ejemplos de estructura de datos son: una hoja de texto o una hoja de cálculo, o una base de datos. En algunas realizaciones de la divulgación el módulo de memoria puede ser externo o interno a la unidad de procesamiento (80).

30 Por otra parte, en algunas de las modalidades de la divulgación, la unidad de procesamiento (80) se conecta a un servidor mediante el módulo de comunicaciones, en donde el servidor está configurado para programar la unidad de procesamiento (80). Se debe entender como servidor, un dispositivo que tiene una unidad de procesamiento configurada para ejecutar una
35 serie de instrucciones correspondientes a etapas o pasos de métodos, rutinas o algoritmos. Además, el servidor tiene un módulo de comunicaciones que permite establecer conexión con otros servidores o dispositivos computacionales.

Además, los servidores pueden conectarse entre sí, y conectarse con otros dispositivos
40 computacionales a través de arquitecturas de servicios web y comunicarse por protocolos de

comunicaciones como SOAP, REST, HTTP/HTML/TEXT, HMAC, HTTP/S, RPC, SP y otros protocolos de comunicaciones conocidos por una persona medianamente versada en la materia.

5 Similarmente, los servidores mencionados en la presente divulgación pueden ser interconectados a través de redes como el internet, redes VPN, redes LAN, WAN, otras redes equivalentes o similares conocidas por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de estas. Estas mismas redes pueden conectar a la unidad de procesamiento (80) a uno o más servidores. Además, algunos de los servidores mencionados pueden ser
10 servidores virtuales o servidores físicos, y pueden incluir un módulo de memoria configurado para almacenar instrucciones que al ser ejecutadas por el servidor ejecuten una parte, o la totalidad de una o más etapas del método aquí divulgado.

En una realización de la divulgación, el sistema (100) puede incluir un dispositivo de
15 notificación conectado a la unidad de procesamiento (80). El dispositivo de notificación se encarga de emitir alertas que pueden ser (visuales, auditivas o de tacto) de textos o sonoras para avisar al usuario sobre los niveles de temperatura, humedad, pH de la solución nutritiva, irradiancia del sistema, etc. El dispositivo de notificación se puede seleccionar del grupo conformado por un diodo emisor de luz (LED), zumbador, sistema de audio, un dispositivo
20 de visualización, lámpara, teléfono móvil, reloj inteligente, una pantalla, o combinaciones de los anteriores.

Además, vale la pena mencionar que tanto la unidad de procesamiento (80) como el dispositivo de radiación lumínica (20), el dispositivo de transferencia de calor (30), el
25 humidificador (40), los posibles actuadores del arreglo de canales (50), la bomba (60) y la pluralidad de sensores (70) pueden estar conectados a una fuente de energía eléctrica. Dicha fuente de energía eléctrica corresponde a un dispositivo capaz de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos o más terminales. Además, dicha fuente de energía eléctrica puede seleccionarse del grupo compuesto por una fuente de corriente alterna, fuente de
30 corriente continua, baterías, una fuente fotovoltaica, una fuente termoeléctrica, entre otros dispositivos capaces de mantener una diferencia de potencial eléctrico entre dos o más terminales y fuentes de energía eléctrica conocidas por una persona medianamente versada en la materia o combinaciones de estas.

35 Adicionalmente, el sistema (100) puede contar con una carcasa que contiene los elementos electrónicos, como son la unidad de procesamiento (80), conectores, la fuente de energía eléctrica, entre otros.

Por otro lado, tal como se mencionó al inicio de la descripción, la presente divulgación,
40 también hace referencia a un método para cultivo de plantas, que comprende los pasos de:

- a) obtener con una pluralidad de sensores (70) un dato de temperatura, un dato de humedad y un dato de pH de solución nutritiva de un espacio de cultivo;
- b) transmitir el dato de temperatura, el dato de humedad y el dato de pH de solución nutritiva de la pluralidad de sensores (70) a una unidad de procesamiento (80);
- 5 c) comparar con la unidad de procesamiento (80) el dato de temperatura, el dato de humedad y el dato de pH de solución nutritiva de la etapa b) con un rango de referencia de temperatura, un rango de referencia de humedad, y un rango de referencia de pH de solución nutritiva respectivamente, si el dato de temperatura es diferente al rango de referencia de temperatura operar con la unidad de
- 10 procesamiento (80) un dispositivo de transferencia de calor (30), si el dato de humedad es diferente al rango de referencia de humedad operar con la unidad de procesamiento (80) un humidificador (40) y si el dato de pH de solución nutritiva es diferente al rango de referencia de pH de solución nutritiva reemplazar la solución nutritiva y operar con la unidad de procesamiento (80) una bomba (60).
- 15
- Adicionalmente, en una realización del método, la etapa a) del método puede incluir obtener con una pluralidad de sensores (70) un dato de irradiancia dentro del espacio de cultivo, la etapa b) puede incluir transmitir el dato de irradiancia dentro del espacio de cultivo de la pluralidad de sensores (70) a una unidad de procesamiento (80) y la etapa c) puede incluir
- 20 comparar con la unidad de procesamiento (80) el dato de irradiancia dentro del espacio de cultivo con un rango de referencia de irradiancia y si el dato de irradiancia dentro del espacio de cultivo es diferente al rango de referencia de irradiancia operar con la unidad de procesamiento (80) un dispositivo de radiación lumínica (20).
- 25
- Donde en una realización del método, el dispositivo de radiación lumínica (20) es una matriz de diodos emisores de luz llamados LEDs, que se controla por modulación de ancho de pulso (PWM) a través de transistores IGBT, los cuales, suministran la corriente suficiente a la matriz de LEDs por tiempos programados en periodos de 10 milisegundos. También, se realiza la configuración espectral en las bandas del azul y el rojo según la necesidad de la
- 30 planta, en cada etapa de desarrollo.

EJEMPLO 1- Sistema para cultivo de plantas:

- 35 Haciendo referencia a la FIG.1, FIG.2 y FIG.3 se diseñó y construyó un sistema (100) para cultivo de plantas, que comprendió una estructura de soporte (10), donde se apoyaban una serie de bandejas de germinación con dichas plantas. Dicha estructura de soporte (10) se fabricó en aluminio estructural e incluyó una pluralidad de placas aislantes (11), con las cuales se aisló térmicamente y se limitó un espacio de cultivo cerrado de 4m^3 . Las placas

aislantes (11) correspondieron a láminas difusoras en policarbonato y película de 3 mm de polietileno de baja densidad.

Además, el dispositivo de radiación lumínica (20) consistió en una matriz de diodos emisores de luz llamados LEDs, en arreglos de luz azul (455nm – 490nm) y luz roja (620nm-780nm). Donde la irradiancia del sistema (100) se controló por modulación de ancho de pulso (PWM) a través de transistores IGBT, los cuales, suministraron la corriente eléctrica suficiente a la matriz de LEDs por tiempos programados en periodos de 10 milisegundos. También, se realizó la configuración espectral en las bandas del azul y el rojo según la necesidad de la planta, en cada etapa de desarrollo.

Respecto al dispositivo de transferencia de calor (30), este se compuso de cuatro celdas peltier (31), las cuales se encargaban de transmitir el calor del interior al exterior del espacio de cultivo. Adicionalmente, cada celda peltier (31) dispuso de un sistema de refrigeración líquida, el cual se encargaba de disipar el calor de la celda peltier (31), de forma segura, por medio de un radiador (32) con ventilador (33). En la cara fría de la celda peltier (31) se hacía circular el aire del interior del espacio de cultivo para bajar la temperatura a un nivel deseado.

También, el sistema (100) comprendió un humidificador (40) ultrasónico conectado a un tanque de agua externo, el cual generaba niebla dentro del espacio de cultivo al recircular su aire. Lo anterior, generaba un aumento en la humedad relativa del ambiente.

Por otro lado, el arreglo de canales (50) con actuadores en sus extremos conectados a las plantas, una bomba peristáltica y un tanque de almacenamiento, permitieron aplicar un solución nutritiva a cada una de las plantas del espacio de cultivo.

En cuanto a la unidad de procesamiento (80), está correspondió a un ordenador de placa simple (SBC), al cual se le programó la lógica para tomar las decisiones de control que permitan recrear las condiciones de cultivo parametrizadas por el usuario. Esto significa, que la temperatura, humedad, pH de la solución nutritiva e irradiancia pudieron ser modificadas por la unidad de procesamiento (80) para cada etapa de crecimiento de la planta hasta producción. Adicionalmente, se realizó el registro de las variables ambientales (temperatura, humedad, pH de la solución nutritiva e irradiancia) e imágenes del cultivo, diferenciadas por etapas de crecimiento de la planta, para su posterior análisis. Dichos registros se almacenaron en la nube para ser consultados desde aplicaciones web o móvil.

Se debe entender que la presente divulgación no se halla limitada a las modalidades descritas e ilustradas, pues como será evidente para una persona versada en el arte, existen variaciones y modificaciones posibles que no se apartan del espíritu de la invención, definido por las siguientes reivindicaciones.

.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100) para cultivo de plantas, que comprende:
 - una estructura de soporte (10) donde se apoyan las plantas y que limita un espacio de cultivo;
 - un dispositivo de radiación lumínica (20) dispuesto dentro de la estructura de soporte (10);
 - un dispositivo de transferencia de calor (30) dispuesto en la estructura de soporte (10);
 - un humidificador (40) dispuesto dentro del espacio de cultivo;
 - un arreglo de canales (50) conectados a las plantas;
 - una bomba (60) conectada al arreglo de canales (50), para distribuir una solución nutritiva a las plantas;
 - una pluralidad de sensores (70) dispuestos dentro del espacio de cultivo; y
 - una unidad de procesamiento (80) conectada al dispositivo de radiación lumínica (20), al dispositivo de transferencia de calor (30), al humidificador (40), a la bomba (60) y a la pluralidad de sensores (70);donde la unidad de procesamiento (80), de acuerdo con la información brindada por los sensores, controla la operación del dispositivo de radiación lumínica (20), el dispositivo de transferencia de calor (30), el humidificador (40), y la bomba (60).
2. El sistema de la Reivindicación 1, donde la estructura de soporte (10) está cubierta por placas aislantes (11) y el espacio de cultivo es un espacio cerrado por dichas placas aislantes (11).
3. El sistema de la Reivindicación 1, donde la estructura de soporte (10) es desarmable y modular.
4. El sistema de la Reivindicación 1, donde el dispositivo de radiación lumínica (20) se constituye por una matriz de diodos emisores de luz (LEDs).
5. El sistema de la Reivindicación 5, donde la matriz de diodos emisores de luz (LEDs) emite luz azul en una longitud de onda entre 455nm y 490nm; y luz roja en una longitud de onda entre 620nm y 780nm.
6. El sistema de la Reivindicación 1, donde el dispositivo de transferencia de calor (30) tiene una pluralidad de celdas peltier (31) con un sistema de refrigeración, y dicho sistema de refrigeración consiste de un radiador (32) con ventilador (33).

7. El sistema de la Reivindicación 1, donde el humidificador (40) se selecciona del grupo compuesto por humidificadores ultrasónicos, evaporadores, humidificadores impulsores, humidificadores centrales y combinaciones de los mismos.
8. El sistema de la Reivindicación 1, donde la pluralidad de sensores (70) miden la temperatura y humedad del espacio de cultivo y el pH de la solución nutritiva.
9. Un método para cultivo de plantas, que comprende los pasos de:
- a) obtener con una pluralidad de sensores (70) un dato de temperatura, un dato de humedad y un dato de pH de solución nutritiva de un espacio de cultivo;
 - b) transmitir el dato de temperatura, el dato de humedad y el dato de pH de solución nutritiva de la pluralidad de sensores (70) a una unidad de procesamiento (80);
 - c) comparar con la unidad de procesamiento (80) el dato de temperatura, el dato de humedad y el dato de pH de solución nutritiva de la etapa b) con un rango de referencia de temperatura, un rango de referencia de humedad, y un rango de referencia de pH de solución nutritiva respectivamente, si el dato de temperatura es diferente al rango de referencia de temperatura operar con la unidad de procesamiento (80) un dispositivo de transferencia de calor (30), si el dato de humedad es diferente al rango de referencia de humedad operar con la unidad de procesamiento (80) un humidificador (40) y si el dato de pH de solución nutritiva es diferente al rango de referencia de pH de solución nutritiva reemplazar la solución nutritiva y operar con la unidad de procesamiento (80) una bomba (60).
10. El método de la Reivindicación 9, donde la etapa a) incluye obtener con una pluralidad de sensores (70) un dato de irradiancia dentro del espacio de cultivo; donde la etapa b) incluye transmitir el dato de irradiancia dentro del espacio de cultivo de la pluralidad de sensores (70) a una unidad de procesamiento (80); y donde la etapa c) incluye comparar con la unidad de procesamiento (80) el dato de irradiancia dentro del espacio de cultivo con un rango de referencia de irradiancia, y si el dato de irradiancia dentro del espacio de cultivo es diferente al rango de referencia de irradiancia operar con la unidad de procesamiento (80) un dispositivo de radiación lumínica (20).

RESUMEN

La presente divulgación se relaciona con un sistema y método para cultivo de plantas. Donde dicho sistema comprende una estructura de soporte donde se apoyan las plantas y que limita un espacio de cultivo. Además, el sistema comprende un dispositivo de radiación lumínica dispuesto dentro de la estructura de soporte, un dispositivo de transferencia de calor dispuesto en la estructura de soporte y un humidificador dispuesto dentro del espacio de cultivo. También, el sistema comprende un arreglo de canales conectados a las plantas y una bomba conectada al arreglo de canales, para distribuir una solución nutritiva a las plantas. Adicionalmente, el sistema incluye una pluralidad de sensores dispuestos dentro del espacio de cultivo y una unidad de procesamiento conectada al dispositivo de radiación lumínica, al dispositivo de transferencia de calor, al humidificador, a la bomba y a la pluralidad de sensores. Donde la unidad de procesamiento, de acuerdo con la información brindada por los sensores, controla la operación del dispositivo de radiación lumínica, el dispositivo de transferencia de calor, el humidificador, y la bomba.

FIGURAS

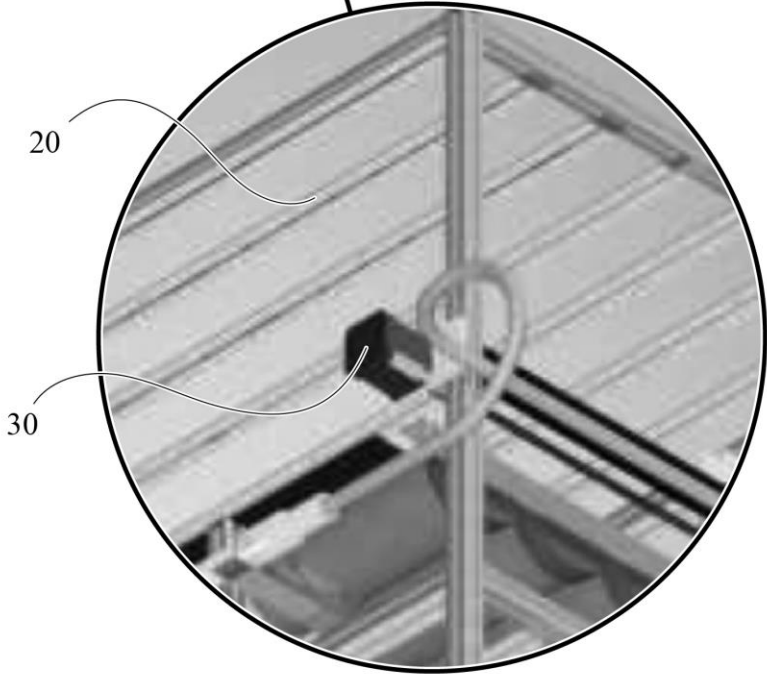
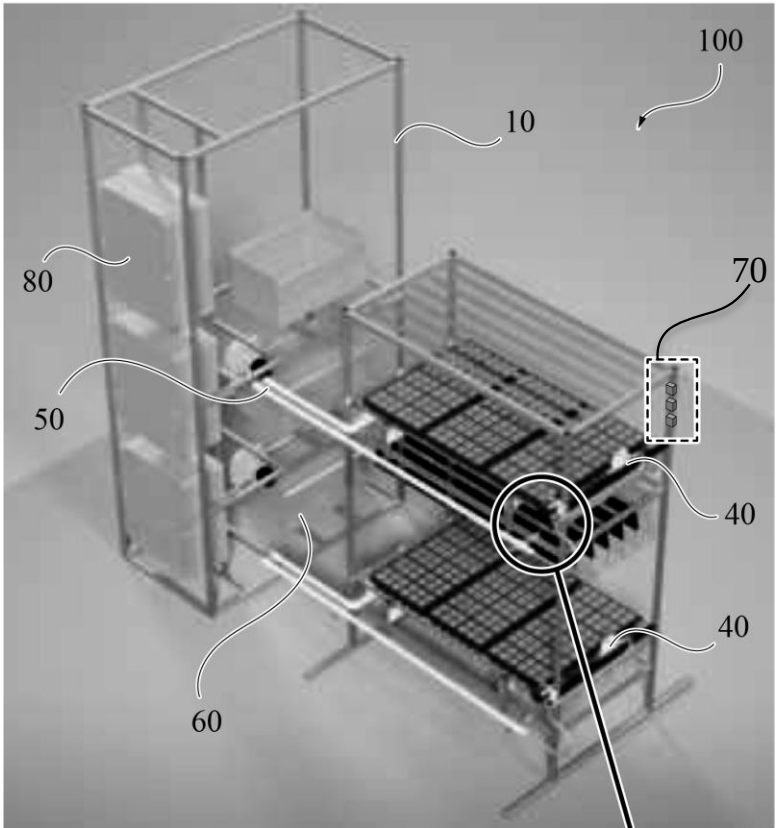


FIG. 1

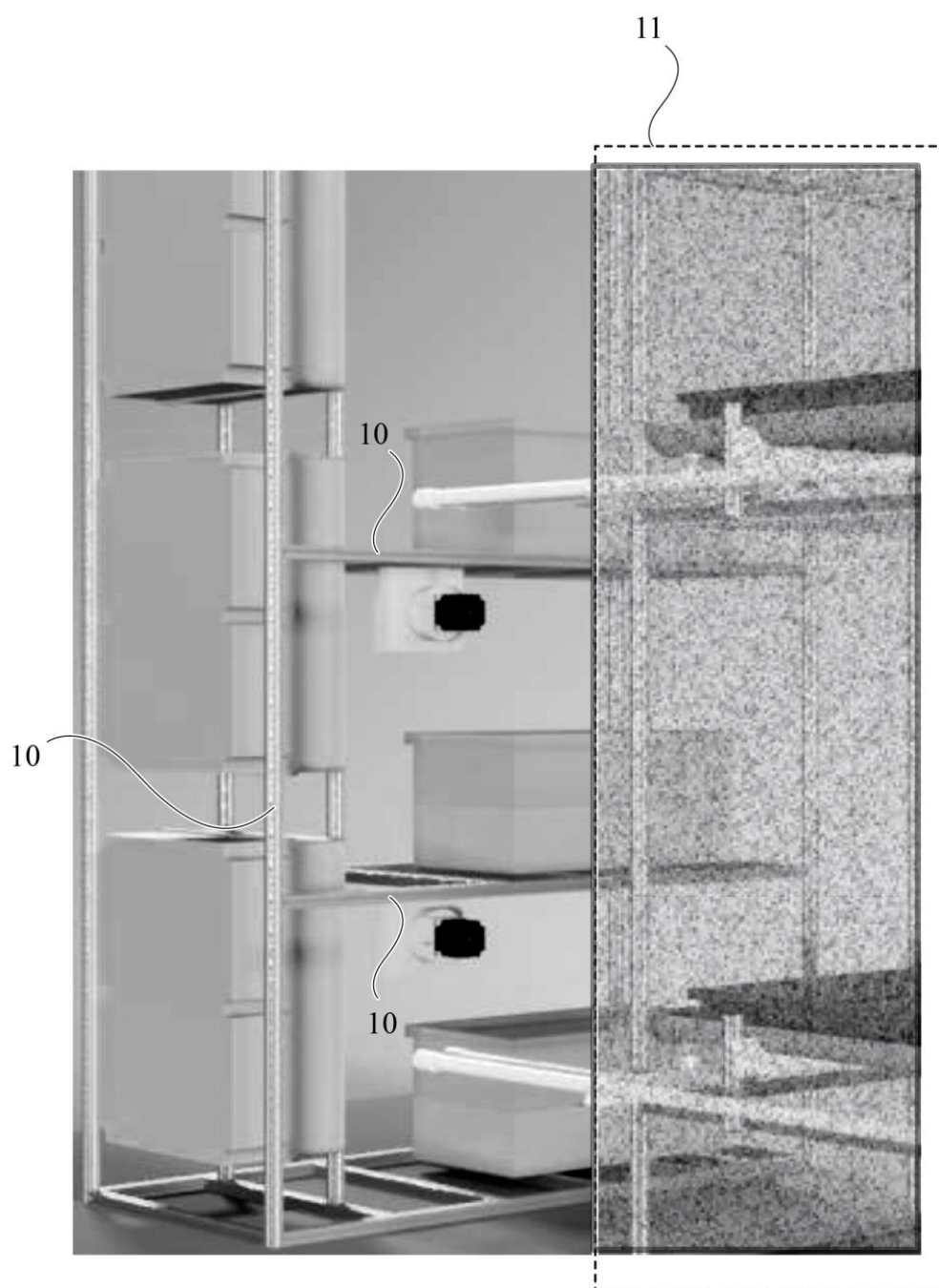


FIG. 2

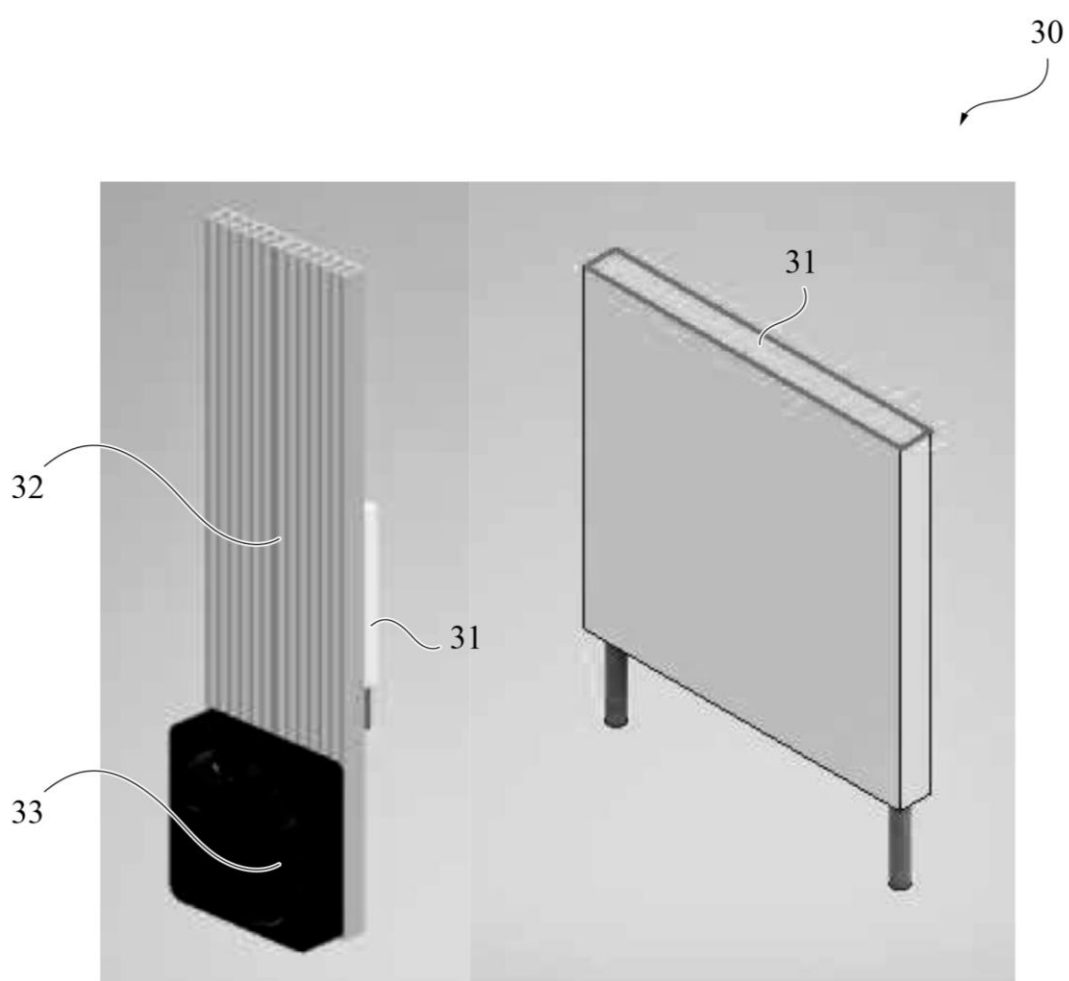


FIG. 3